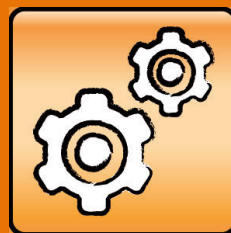


Internal Supply Chain Management

Entwicklung und experimentelle Analyse hybrider
Losgrößenplanungsverfahren

von Alexander Dobhan



UNIVERSITY OF
BAMBERG
PRESS

 **PRODUKTION
& LOGISTIK**

Schriftenreihe
Logistik und Supply Chain Management

Schriftenreihe
Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky
Björn Asdecker
Alexander Dobhan
Sabine Haas
Jonas Wiese

Band 7



University of Bamberg Press 2012

Internal Supply Chain Management

Entwicklung und experimentelle Analyse
hybrider Losgrößenplanungsverfahren

Alexander Dobhan



University of Bamberg Press 2012

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische
Informationen sind im Internet über <http://dnb.ddb.de/> abrufbar

Diese Arbeit hat der Fakultät Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Otto-Friedrich-Universität als Dissertation vorgelegen.

1. Gutachter: Prof. Dr. Eric Sucky
 2. Gutachter: Prof. Dr. Markus Walzl
- Tag der mündlichen Prüfung: 06.09.2012

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über den Hochschulschriften-Server (OPUS; <http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/>) der Universitätsbibliothek Bamberg erreichbar. Kopien und Ausdrücke dürfen nur zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch angefertigt werden.

Herstellung und Druck: docupoint GmbH, Magdeburg
Umschlaggestaltung: Dezernat Kommunikation und Alumni der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

© University of Bamberg Press Bamberg 2012
<http://www.uni-bamberg.de/ubp/>

ISSN: 2191-2424

ISBN: 978-3-86309-124-8 (Druck-Ausgabe)

eISBN: 978-3-86309-125-5 (Online-Ausgabe)

URN: urn:nbn:de:bvb:473-opus4-14444

Schriftenreihe

Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky

Björn Asdecker

Alexander Dobhan

Sabine Haas

Jonas Wiese

Kontakt

Univ.-Prof. Dr. Eric Sucky, Otto-Friedrich-Universität Bamberg,

Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik,

Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg

Das erfolgreiche Management sowohl unternehmensinterner als auch unternehmensübergreifender Wertschöpfungsprozesse, Wertschöpfungsketten und ganzer Wertschöpfungsnetzwerke basiert im Besonderen auf dem zielgerichteten Einsatz von bestehenden und weiterentwickelten Methoden und Konzepten des Produktions- und Logistikmanagements sowie des Operations Research, dem Einsatz von innovativen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie theoretischen und praktischen Erkenntnissen des Kooperationsmanagements. Die Schriftenreihe dient der Veröffentlichung neuer Forschungsergebnisse auf den Gebieten Logistik und Supply Chain Management. Aufgenommen werden Publikationen, die einen Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt in Logistik und Supply Chain Management liefern.

Geleitwort

Supply Chains sind Wertschöpfungssysteme, deren Systemelemente aus einer prozess- und ressourcenorientierten Perspektive durch Standorte gegeben sind, an denen Ressourcen zur Realisierung stationärer Wertschöpfungsprozesse zur Verfügung stehen. Güter-, Finanz- und Informationsflüsse repräsentieren die Beziehungen (Transformationsbeziehungen) zwischen diesen Systemelementen. Supply Chain Management zielt auf die langfristige Sach- und Formalzieleerfüllung der gesamten Supply Chain unter Beachtung des lokalen Erfolgs der in einer Supply Chain agierenden Partner. Es umfasst standort- und funktionsübergreifende Prozesse und Aktivitäten zur Gestaltung, Planung und Steuerung der horizontalen und vertikalen Material-, Informations- und Finanzflüsse, sowie der entsprechenden Kapazitäten. Dies beinhaltet auch die Integration und Koordination der Transport-, Produktions-, Umschlags- und Lagerprozesse mit den dazugehörigen Aktivitäten. Es kann zwischen unternehmensübergreifenden und unternehmensinternen Supply Chains unterschieden werden. In unternehmensübergreifenden Supply Chains agieren mehrere Institutionen, während in unternehmensinternen Supply Chains die Standorte, an denen Ressourcen zur Realisierung von Wertschöpfungsprozessen zur Verfügung stehen, lediglich einer Institution zugeordnet sind. Aufgrund ihrer heterarchischen Organisation werden unternehmensübergreifende Supply Chains mit dezentralen Ansätzen zur Planung, Steuerung und Kontrolle der Leistungserstellung in Verbindung gebracht. In rein unternehmensinternen Supply Chains, so genannten Internal Supply Chains, ist die Existenz hierarchischer Elemente unbestritten, wodurch diese häufig mit dem Einsatz zentraler Methoden und Modelle verknüpft ist.

Die Sinnhaftigkeit der Zuordnung zentraler Methoden zu Internal Supply Chains muss jedoch vor dem Hintergrund der organisatorischen Entwicklungen kritisch hinterfragt werden. Mit dem Aufkommen neuer Organisationsformen, wie internen Märkten oder Netzwerkorganisationen, die ohne Auflösung der Unternehmensgrenzen aus ehemals monolithischen Unternehmen einen Verbund flexibler, weitgehend autonomer, aber zusammengehöriger Organisationseinheiten werden lassen, werden auch Internal Supply Chains zunehmend von heterarchischen Elementen geprägt. Zur möglichen Auflösung des Widerspruchs aus organisatorischer Entwicklung und Modelleinsatz ist eine Analyse bereits entwickelter Ansätze und darauf aufbauend die Entwicklung neuer Modelle und Methoden notwendig, welche Elemente der bekannten Ansätze miteinander kombinieren und so die Ausnutzung der Potenziale der resultierenden Kombination aus Hierarchie und Heterarchie in Internal Supply Chains ermöglichen. Herr Dobhan zeigt, dass eine organisatorische Entwicklung hin zu einer hybriden Supply Chain auch entsprechender hybrider Koordinationsmechanismen bedarf.

Weil mit dezentralen Ansätzen in heterarchischen Internal Supply Chains die Ausrichtung der dezentralen Einheiten auf globale Ziele oder das Setzen zentraler Rahmenbedingungen, wie in Profit-Center-Organisationen gefordert, nicht möglich ist, werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit hybride Planungsansätze entwickelt, ihre Wirkungsweise analysiert und ihre Effektivität evaluiert. Herr Dobhan fokussiert dabei zunächst auf die standortübergreifende Koordination von Produktions- und Transportlosgrößen in Internal Supply Chains.

Die vorliegende Arbeit von Herrn Alexander Dobhan hat aber einen viel weitergehenden Anspruch. Die Beschäftigung mit Methoden und Verfahren zur standortübergreifenden Losgrößenplanung in Internal Supply Chains liefert nur den Kern einer analytischen, spieltheoretischen, qualitativen und empirischen Forschungsarbeit zum Zusammenspiel von Zentralstellen und dezentralen Einheiten im Rahmen des Managements eines hybriden Organisationstyps und damit mit einem in der Praxis zwar weit verbreitetem, wissenschaftlich aber nur wenig untersuchten Konstrukt.

Trotz der Methodenvielfalt – im Kontext der Arbeit wird eine fallbeispielbasierte Studie, eine Literaturrecherche, eine quantitative Modellentwicklung einschließlich Sensitivitätsanalyse, ein Simulationsexperiment und ein Laborexperiment durchgeführt – ist doch eine Methode auf Grund ihrer hohen Innovation im Bereich des Supply Chain Management hervorzuheben: das Laborexperiment.

Das durchgeführte Laborexperiment besticht durch die im Vergleich zu den wenigen bislang im Kontext des Supply Chain Management durchgeführten Laborexperimenten offene Gestaltung der bilateralen Verhandlung – den Teilnehmern wurden weder strategische (Anfangsgebot, Konzessionsverhalten) noch zeitliche Vorgaben (Verhandlungsabbruch nach bestimmter Gebotszahl) gemacht – und die unterstellte symmetrische Machtverteilung. Die Ergebnisse des Laborexperiments erlauben erstmalig fundierte Rückschlüsse auf Verhandlungsergebnisse und Verhandlungsprozesse in symmetrischen Verhandlungssituationen im Kontext des Supply Chain Planning. So geben die Ergebnisse Aufschluss über die Verhandlungseröffnung, die anders als in der Theorie unterstellt häufig, strategisch bzw. spekulativ erfolgt, über die (nahezu vollständige) Anerkennung einer zentralen Intervention und die Präferenz der Teilnehmer für einen zentralen Fokuspunkt als Ergebnis.

Die vorliegende Arbeit spiegelt eindrucksvoll die hervorragende Fach- und Methodenkompetenz von Herrn Alexander Dobhan wider. Insgesamt leistet die Arbeit von Herrn Dobhan einen bedeutsamen und nachhaltigen Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt. Darüber hinaus weist sie einen hohen Anwendungsbezug für die betriebswirtschaftliche Praxis auf.

*Prof. Dr. Eric Sucky,
Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik,
Otto-Friedrich-Universität Bamberg*

Geleitwort

Braucht die Spieltheorie Forschung über Internal Supply Chains?

“If you have a hammer, everything looks like a nail“ – vermutlich mehr als für viele andere sozialwissenschaftliche Methoden gilt dieses Sprichwort für die Spieltheorie. Wohin der Spieltheoretiker auch schaut, überall erblickt er Situationen strategischer Interaktion zwischen Individuen, deren Wohlergehen auch von den Entscheidungen der jeweils anderen abhängt – ein Spieltheoretiker sieht also überall “Spiele“. Das dahinter mehr als ein gewisser Verfolgungswahn steckt, haben die letzten Jahrzehnte gezeigt, in denen die Spieltheorie unser Verständnis von Märkten, politischen Willensbildungsprozessen oder auch Gesetzesregelungen entscheidend geprägt und verändert hat. Weder moderne Wettbewerbspolitik noch die Personalorganisation von Unternehmen oder der Abschluss internationaler Handelsabkommen ist heute ohne spieltheoretische Analysen denkbar.

Mehr als fünfzig Jahre nach den grundlegenden Arbeiten von John Nash und John von Neumann und inzwischen auch schon zwanzig Jahre nach der “spieltheoretischen Revolution“ in der Industrieökonomie und Finanzierungstheorie sollte man also meinen, dass all unsere Forschung und praktische Erfahrung ausreichen, um die wichtigsten strategischen Entscheidungssituationen verstehen und gestalten zu können. Eine der in der Beschreibung einfachsten derartigen Situationen ist die bilaterale Verhandlung: Zwei Personen entscheiden gemeinsam über Handlungen und die Aufteilung der Früchte ihrer Anstrengung. So wie unsere Urahnen sich entscheiden mussten, wer sich in welcher Weise an der Jagd auf das Mammut beteiligt und wer im Erfolgsfall wie viel davon erhält, so verhandeln auf einer Ebene einer Internal Supply Chain Firmen über die jeweiligen Losgrößen und damit über ihre Teilhabe an der Wertschöpfung.

Die vorliegende Arbeit von Herrn Dobhan zeigt sehr anschaulich, dass mehrere tausend Jahre Verhandlungserfahrung und mehrere Jahrzehnte theoretische und empirische Forschung zum Thema Verhandlungen immer noch eine Menge offene Fragen und entsprechenden Forschungsbedarf übrig gelassen haben. Schon bei vollständig informierten Verhandlungsteilnehmern sorgt die Vielfalt unterschiedlicher Aufteilungen des gemeinsam erwirtschafteten “Kuchens“ für eine Vielzahl an Gleichgewichten und damit für ein Koordinationsproblem. Dieses Problem wird unter der vielfach realistischen Annahme unvollständiger Information noch verstärkt. Nun können sogar ineffiziente Verhandlungslösungen zu Gleichgewichten werden. Die unvollständige Information sorgt also für einen Zusammenbruch des Coase Theorems und damit für ein mögliches Versagen dezentraler Marktlösungen.

Sowohl theoretisch als auch empirisch ist festzuhalten, dass die Wahrscheinlichkeit eines solchen Marktversagens hochgradig sensitiv auf Details der Entscheidungssituation reagiert. Deshalb scheint eine Übertragbarkeit von Ergebnissen z.B. aus Laborexperimenten zur abstrakten Aufteilung eines (ggf. unsicheren) Geldbetrags auf ein konkretes Verhandlungsumfeld im Kontext einer Internal Supply Chains durchaus fragwürdig. Umso verdienstvoller ist deshalb die vorliegende Arbeit, die zum Brückenschlag zwischen abstrakten Verhandlungen und Verhandlungen im konkreten (und relevanten) Kontext ansetzt.

Die Identifikation kontextspezifischer Determinanten des Verhandlungsausgangs, so wie sie die Laborexperimente in dieser Arbeit ermöglichen, sollte sich als wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer kontextspezifischen Verhandlungstheorie erweisen, in der die (ggf. eingeschränkt rationalen) Koordinations- und Erwartungsbildungsprozesse explizit modelliert und analysiert werden können. Dass eine solche Analyse auch im logistischen Anwendungsfeld von entscheidender Bedeutung sein kann, wird von Herrn Dobhan im Rahmen dieser Arbeit mehr als überzeugend dargelegt. Im Rahmen des interdisziplinären Diskurses zwischen spieltheoretischer Forschung und betriebswirtschaftlicher Anwendung illustriert die Arbeit dabei nicht nur ein (weiteres) wichtiges Anwendungsgebiet des Eingangs erwähnten "spieltheoretischen Hammers", sie demonstriert auch, wie kontextspezifische Analysen zum Impulsgeber für (spiel)theoretische Forschung werden können.

*Prof. Dr. Markus Walzl,
Institut für Wirtschaftstheorie, -politik und -geschichte,
Universität Innsbruck*

Vorwort

Mache dich nicht so wichtig – es gibt größere Zwerge, als du einer bist. (John Knittel)

Diese Doktorarbeit ist inspiriert von der Idee der Kooperation wie sie im organisationsübergreifenden Supply Chain Management seit Jahren propagiert wird, aber in ihrer Umsetzung sehr häufig an konkurrierenden Zielsetzungen der einzelnen Partner scheitert. Ein derartiges Scheitern ist wenig überraschend, wenn häufig schon die Zielkongruenz zwischen dezentralen Einheiten innerhalb von Unternehmen nicht gegeben ist oder wie Bowman (2008), S. 32, es beschreibt: „[...] the real challenge lies in getting employees within an organization to [...] work together toward a common goal.“ Wie das Eingangszitat bereits erahnen lässt, wurde die Entstehung dieser Arbeit von einem äußerst produktivem und stets hilfsbereitem Umfeld getragen. Diesem Umfeld gilt mein herzlicher Dank:

- An erster Stelle ist hier mein Doktorvater Prof. Dr. Eric Sucky zu nennen, der in einer freundschaftlichen Atmosphäre die Arbeit begleitete und die richtige Mischung aus Forschungsfreiheit und Denkanstößen fand. Äußerst dankbar bin ich ihm als sein Mitarbeiter dafür, dass er mir eine hervorragende Vereinbarkeit von Beruf und Familie ermöglicht hat.
- Ohne die wertvollen fachlichen Hinweise im Bereich der Spieltheorie und der Begleitung des Laborexperiments durch Prof. Dr. Walzl wäre diese Arbeit nicht so erfolgreich verlaufen. Dafür und für die Übernahme der Rolle des Zweitgutachters bedanke ich mich bei ihm.
- Als Drittes spreche ich meinem Drittgutachter Prof. Dr. Alexander Pflaum meinen Dank für die unkomplizierte und äußerst angenehme Abwicklung der Begutachtung aus.
- Anteil am Gelingen dieser Arbeit haben auch die studentischen Hilfskräfte, die meine Forschungsaktivitäten durch ihre Recherche-, Kopier- und Korrekturarbeiten unterstützt haben, und alle Studierenden, deren Abschlussarbeiten im Kontext des Internal Supply Chain Management entstanden sind. Die zahlreichen Diskussionen waren weiterführend und deshalb wertvoll.
- Von Anfang an begleitete Frau Roswitha Laukenmann den Entstehungsprozess dieser Arbeit. Der nahezu allmorgendliche Plausch und ihre langjährige Erfahrung ließen manche Hürde klein werden.
- Mein direktes Arbeitsumfeld während der Promotionsphase war natürlich in erster Linie geprägt von meinen Lehrstuhlkollegen. Hier bedanke ich mich bei Anja Böhnlein, Christiane Reinshagen, Immanuel Zitzmann, Sabine Haas, Jonas Wiese und Björn Asdecker, die meine Seelentröster, Antreiber und Sparringspartner waren.

- Nicht zu Vergessen sind zudem meine ehemaligen Kollegen Dr. Ulrich Heil und Dr. Michael Oberländer, die mich dankenswerter Weise freundschaftlich in beruflicher und gemütlicher Atmosphäre bei meinem Promotionsvorhaben unterstützten und berieten.
- Die Kompetenzen für den erfolgreichen Abschluss der Promotion wurde durch mein familiäres Umfeld gelegt. Hier bedanke ich mich vor allem bei meinen Eltern für die entsprechende Erziehung während meiner Kindheit und Jugend sowie die Unterstützung während der Promotionsphase.
- Als letztes bedanke ich mich bei meiner Frau für ihre moralische Unterstützung, das Leben neben der Dissertation und das geduldige Ertragen der Momente physischer und geistiger Abwesenheit an zahlreichen Abenden und Wochenenden während der gesamten Promotionsphase.

Alexander Dobhan

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XVI
Tabellenverzeichnis	XX
Abkürzungsverzeichnis	XXI
Symbolverzeichnis	XXIX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Ziel und Anspruch der Arbeit	4
1.3 Methodik und Gang der Untersuchung	5
2 Internal Supply Chain Planning als Teilbereich des Internal Supply Chain Management	11
2.1 Motivation	11
2.2 Grundlagen der Internal Supply Chain	13
2.2.1 Begrifflichkeit „Internal Supply Chain“	13
2.2.1.1 Supply-Chain-Definition	13
2.2.1.2 Internal-Supply-Chain-Definitionen	21
2.2.1.3 Abgrenzung zu ähnlichen Konzepten	25
2.2.2 Netzwerkeigenschaften	30
2.2.3 Praxisbeispiele	35

2.2.3.1	BMW	35
2.2.3.2	Airbus	38
2.3	Grundlagen des Internal Supply Chain Management	41
2.3.1	Begrifflichkeit „Internal Supply Chain Management“	41
2.3.1.1	Definition des Supply Chain Management	41
2.3.1.2	Definition des Internal Supply Chain Management	47
2.3.2	Prozesse des Internal Supply Chain Management	48
2.3.2.1	Aachenener Modell der Produktionsplanung und -steuerung	48
2.3.2.2	Supply Chain Management Framework von Cooper et al.	50
2.3.2.3	Supply-Chain-Planning-Matrix	52
2.3.2.4	Fraunhofer-Supply-Chain-Management-Aufgaben- modell	54
2.3.2.5	Supply-Chain-Operations-Reference-Modell	55
2.3.2.6	Input-Output-Modell	56
2.3.2.7	Prozessmodell des Internal Supply Chain Management	58
2.4	Die Produktionsplanung als Teilprozess des Internal Supply Chain Planning	63
2.4.1	Teilprozesse der Produktionsplanung des Internal Supply Chain Plan- ning	63
2.4.2	Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands	67
3	Organisationstheoretische Grundlagen zum Internal Supply Chain Mana- gement	73

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	III
3.1 Motivation	73
3.2 Organisatorische Strukturdimensionen	74
3.2.1 Spezialisierung	75
3.2.2 Koordination	75
3.2.2.1 Koordinationsalternativen und -instrumente	76
3.2.2.2 Macht als Koordinationsgrundlage	80
3.2.3 Konfiguration	84
3.2.4 Delegation	85
3.2.5 Formalisierung	89
3.3 Strukturdimensionausprägungen verschiedener Organisationstypen . .	89
3.3.1 Zentral-hierarchisch orientierter Organisationstyp	90
3.3.2 Dezentral-heterarchisch orientierter Organisationstyp	91
3.3.3 Hybrider Organisationstyp mit starker Zentralinstanz	92
3.3.4 Hybrider Organisationstyp mit mittelstarker Zentralinstanz . . .	94
3.3.5 Hybrider Organisationstyp mit schwacher Zentralinstanz	95
3.4 Organisationsgestaltung in Internal Supply Chains	96
3.4.1 Allgemeine Grundlagen der Organisationsgestaltung	97
3.4.2 Organisatorische Entwicklungen in Internal Supply Chains	103
3.4.3 Zusammenfassende Abgrenzung der organisatorischen Grundlagen der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains	108

4	Statische Einproduktmodelle der integrierten Losgrößenplanung in Internal Supply Chains	111
4.1	Motivation	111
4.2	Standortinterne Einproduktmodelle	115
4.3	Standortübergreifende Einproduktmodelle	122
4.3.1	Losgrößenplanung in zentral-hierarchischen Internal Supply Chains	125
4.3.2	Losgrößenplanung in dezentral-heterarchischen Internal Supply Chains	126
4.3.3	Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit starker Zentralinstanz	140
4.3.4	Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit mittelstarker Zentralinstanz	141
4.3.4.1	Quantitatives Planungsverfahren	142
4.3.4.2	Beispiel	184
4.3.4.3	Sensitivitätsanalyse	195
4.3.5	Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit schwacher Zentralinstanz	216
4.4	Zusammenfassung	216
5	Potenziale des hybriden Verfahrens	225
5.1	Motivation	225
5.2	Spieltheoretische Überlegungen zur hybriden Losgrößenplanung	227
5.2.1	Grundlagen der Spieltheorie	227

5.2.2	Teilspielperfektes Gleichgewicht und dynamische Spiele bei vollständiger Information	231
5.2.2.1	Teilspielperfektes Gleichgewicht	231
5.2.2.2	Rubinstein-Spiel	233
5.2.2.3	Zeuthen-Harsanyi-Spiel	235
5.2.3	Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht und dynamische Spiele bei unvollständiger Information	237
5.2.3.1	Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht	237
5.2.3.2	Bilaterale Verhandlung bei beidseitig unvollständiger Information	239
5.2.4	Spieltheorie und Produktionsmengenplanung	241
5.2.4.1	Spieltheoretische Ansätze zum Internal Supply Chain Management	241
5.2.4.2	Spieltheoretische Ansätze zur deterministischen Losgrößenplanung in Supply Chains	242
5.2.5	Spieltheoretische Perspektive des hybriden Verfahrens	246
5.2.5.1	Spielbeschreibung	246
5.2.5.2	Verhandlungsprozess	248
5.2.5.3	Verhandlungsergebnis	251
5.3	Potenziale des hybriden Verfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung	252
5.3.1	Grundlagen und Vorgehen der Monte-Carlo-Simulation	252
5.3.2	Monte-Carlo-Simulation zu den Potenzialen des hybriden Losgrößenplanungsverfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung	254
5.4	Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung	265

5.4.1	Grundlagen des Laborexperiments	265
5.4.2	Ausgestaltung von Laborexperimenten	271
5.4.2.1	Experimentkategorien und -design	271
5.4.2.2	Potenzielle Störfaktoren	272
5.4.2.3	Experimentablauf	275
5.4.3	Wirtschaftswissenschaftliche Laborexperimente in der Literatur	281
5.4.3.1	Laborexperimente zum Supply Chain Management .	282
5.4.3.2	Laborexperimente zu infiniten bilateralen Verhandlungen	291
5.4.3.3	Bewertung und Zusammenfassung der experimentellen For- schung	298
5.4.4	Problemkontext und Forschungshypothesen eines Laborexperiments zur Erforschung der Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung	302
5.4.5	Informationsgewinnung im Rahmen des Laborexperiments . . .	307
5.4.5.1	Konzeption	307
5.4.5.2	Ablauf	320
5.4.6	Informationsauswertung zum Laborexperiment	324
5.4.6.1	Qualitative Phase	324
5.4.6.2	Quantitative Phase – Positive Korrelation zwischen Verhand- lungsdauer und Größe des Ergebnisintervalls bei dezentraler Planung (Hypothese L1.1)	325
5.4.6.3	Quantitative Phase – Verkürzung der Verhandlungsdauer durch zentrale Intervention (Hypothese L1.2)	329

5.4.6.4	Quantitative Phase – Ergebnisdiskussion zur Abhängigkeit der Verhandlungsdauer vom Ergebnisintervall (Hypothese L1)	333
5.4.6.5	Quantitative Phase – Gleichheit der initialen Gebote mit den lokal kostenminimalen Losgrößen (Hypothese L2) . .	337
5.4.6.6	Quantitative Phase – Diskussion der Ergebnisse zur Gleichheit der initialen Gebote mit den lokal kostenminimalen Losgrößen (Hypothese L2)	339
5.4.6.7	Quantitative Phase – Lage der Verhandlungsergebnisse im mengenorientierten Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (Hypothese L3.1) . .	341
5.4.6.8	Quantitative Phase – Lage der Verhandlungsergebnisse im mengenorientierten Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (Hypothese L3.2) . .	344
5.4.6.9	Quantitative Phase – Einflussrichtung der zentralen Intervention (Hypothese L3.3)	346
5.4.6.10	Quantitative Phase – Diskussion zur Lage der Verhandlungsergebnisse im Ergebnisintervall (Hypothese L3) . . .	348
5.5	Zusammenfassung und Implikationen	352
6	Einordnung der Modelle und Ergebnisse in den Kontext des Internal Supply Chain Planning	365
6.1	Motivation	365
6.2	Software des Internal Supply Chain Planning	365
6.2.1	Advanced-Planning-and-Scheduling- und Multi-Agenten-Systeme	365
6.2.2	Softwarekonzept zur Anwendung des hybriden Verfahrens . . .	367
6.3	Hybride Ansätze der Produktionsplanung im Internal Supply Chain Planning	372

6.3.1	Produktionsprogramm- und Materialbedarfsplanung mit Bedarfsallo- kation	372
6.3.2	Kapazitätsplanung	379
6.3.3	Termin- und Ablaufplanung	382
6.4	Zusammenfassende Bewertung	386
7	Ausblick und Zusammenfassung	387
7.1	Zusammenfassung	387
7.2	Implikationen für die betriebliche Praxis	397
7.3	Ausblick	399
Anhang		XXXI
A1	Dezentraler Losgrößenansatz nach Sucky	XXXI
A2	Matlab-Code der Monte-Carlo-Simulation zur asymmetrischen Machtvertei- lung	XL
A3	Lingo-Code zur Verhandlungsrundenreihenfolge	XLVII
A4	Laborexperiment – Instruktion und Benutzerdokumentation	L

Abbildungsverzeichnis

1.1	Vorgehen und Aufbau der Arbeit	10
2.1	Horizontale und vertikale Standortbeziehungen	15
2.2	Supply-Chain-Definition	17
2.3	Internal-Supply-Chain-Definition	23
2.4	External-Supply-Chain-Definition	24
2.5	Produktionsnetzwerk und Internal Supply Chain	28
2.6	Internal Supply Chain des Automobilherstellers BMW	36
2.7	Internal Supply Chain des Flugzeugmodells Airbus A380	39
2.8	Begriffsebenen des Supply Chain Management	46
2.9	Aufgabenreferenzsicht des Aachener PPS-Modells	49
2.10	Prozessmodell des Supply Chain Management nach Cooper et al.	50
2.11	Supply-Chain-Planning-Matrix	53
2.12	Ebenen des SCOR-Modells	56
2.13	Leistungsprozesse als Input-Output-System	57
2.14	Erste Prozessebene – Supply-Chain-Management-Quader	59
2.15	Zweite Prozessebene – Prozessobjekt	60
2.16	Dritte Prozessebene – Produktions-, Transport- und Bestandsplanung	62
2.17	Internal-Supply-Chain-Definition zur Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands	68
2.18	Themenabgrenzung und Begriffsverständnis	71

3.1	Koordinationsinstrumente, Organisationsformen und Koordinationsarten	76
3.2	Interaktion zwischen Organisation und Umwelt	97
3.3	Situativer Ansatz der Organisationsgestaltung	100
3.4	Einfluss der Umwelt auf die Organisationsstruktur und die Planungsmodelle (deterministischer Ansatz)	101
3.5	Strategischer Interaktionsansatz zur Beziehung zwischen Organisation und Um- welt	103
3.6	Alternativen der Planungskoordination und -delegation	110
4.1	Grundmodell der Losgrößenplanung – Bestandsverlauf	115
4.2	Grundmodell der Losgrößenplanung – Kostenverlauf	117
4.3	Offene Produktion – Bestandsverlauf	118
4.4	Geschlossene Produktion – Bestandsverlauf	120
4.5	Bestandsverlauf mit identisch dimensionierten Transportlosen bei offener (links) und geschlossener (rechts) Produktion	121
4.6	Alternativen der Planungsverteilung in Internal Supply Chains	122
4.7	Lot-For-Lot-Politik von Standort 1 – Bestandsverlauf	124
4.8	Standortübergreifender Bestandsverlauf mit identisch dimensionierten Trans- portlosen bei offener (links) und geschlossener (rechts) Produktion . . .	125
4.9	Relative Lage P^* (Linienskizze)	145
4.10	Relative Lage P^* in Abhängigkeit von η und ρ bei $\beta = 1$	146
4.11	Hybride Entscheidungssituation	148
4.12	Hybrides Verfahren zur Losgrößenplanung	149
4.13	Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach β	160

4.14	Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach η	161
4.15	Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach ρ	161
4.16	Kostendifferenzfunktionen mit Sekanten (Machtasymmetrie)	168
4.17	Kostennachteilssekante des aktiven mächtigen Standorts $ps = \bar{p}s$ (Machtasymmetrie)	170
4.18	Kostendifferenzfunktionen bei Machtasymmetrie	172
4.19	Erste Verfahrensvariante der Nachverhandlung (Lokal kostenminimale Losgrößen Sekanteneckpunkte)	177
4.20	Zweite Verfahrensvariante der Nachverhandlung (Grenzlosgrößen als Bezugsgrößen der Kostendifferenzfunktionen)	179
4.21	Kostendifferenzfunktionen mit Sekanten (Machtsymmetrie)	182
4.22	$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ in Abhängigkeit von Θ^b und $P^b(q_{sc}^*)$ für $\Theta^b > 0$	200
4.23	$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ in Abhängigkeit von Θ^b und $P^b(q_{sc}^*)$ für $\Theta^b < 0$	201
4.24	Kostendifferenzfunktionen bei aktivem mächtigen Standort $ps = \bar{p}s$ und Scheitern der Nachverhandlung	205
4.25	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens für $\Theta^b = 0,50$	207
4.26	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von Θ^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens für $P^b(q_{sc}^*) = 1$	209
4.27	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$	211
4.28	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von P^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ und $P^b(q_{sc}^*) = 0,33$	212

4.29	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P(q_{sc}^i) = 0,50$	213
4.30	Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von Θ^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P(q_{sc}^i) = 0,50$ und $P^b(q_{sc}^*) = 0,33$	215
5.1	Struktur des hybriden Verfahrens	247
5.2	Vorgehen zur Durchführung einer Simulationsstudie	253
5.3	Konzeptmodell der Simulation	259
5.4	Relative Häufigkeit des realisierten Kostenersparnispotenzials des hybriden Verfahrens	261
5.5	Relative Häufigkeit des Nachverhandlungsausgangs	262
5.6	Relative Häufigkeit des realisierten Kostenersparnispotenzials der Nachverhandlung	263
5.7	Einordnung der experimentellen Wirtschaftsforschung	267
5.8	Zusammenhang zwischen den Gütekriterien empirischer Forschung	271
5.9	Überblick über den gesamten experimentellen Prozessablauf	281
5.10	Literaturüberblick zur experimentellen Forschung in den Bereichen Supply Chain Management und bilaterale Verhandlungen	302
5.11	Einschränkung des Ergebnisintervalls durch zentrale Intervention	310
5.12	Randomisierung der Kostenfunktionsgenerierung und der Teilnehmerauswahl zur Kontrolle von Störvariablen	311
5.13	Screenshot der Hauptmaske auf http://www.lone-planning.org zur Experimentdurchführung	319
5.14	Spezifischer Experimentablauf	324

5.15 Punktdiagramm zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Zeitdauer bei dezentraler Planung	327
5.16 Punktdiagramm zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Gebotszahl bei dezentraler Planung	327
5.17 Häufigkeitsdiagramm zur Zeitdauer bei dezentraler Planung (N=150) . .	329
5.18 Häufigkeitsdiagramm zur Zeitdauer bei hybrider Planung (N=138) . . .	330
5.19 Häufigkeitsdiagramm zur Gebotszahl bei dezentraler Planung (N=150) .	331
5.20 Häufigkeitsdiagramm zur Gebotszahl bei hybrider Planung (N=138) . .	331
5.21 Punktdiagramme zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Verhandlungsdauer	334
5.22 Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der Zeitdauer bei dezentraler und hybrider Planung	335
5.23 Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der Gebotszahl bei dezentraler und hybrider Planung	335
5.24 Häufigkeitsdiagramm zur relativen Abweichung des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum (N=666 Gebote)	338
5.25 Abweichungsklassen des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum	339
5.26 Punktdiagramm zur relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (N=136 Verhandlungsrunden)	342
5.27 Lorenzkurve zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (N=150 Verhandlungsrunden)	344
5.28 Punktdiagramm zur relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (N=138 Verhandlungsrunden) . .	344
5.29 Lorenzkurve zur relativen Ergebnislage zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (N=138 Verhandlungsrunden)	346

5.30	Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den initialen Geboten bei dezentraler und hybrider Planung (150 dezentrale und 138 hybride Verhandlungsrunden)	347
5.31	Punktdiagramm zur relevanten relativen Ergebnislage	349
5.32	Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und dem Simulationsexperiment zum hybriden Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung	354
5.33	Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Laborexperiment hinsichtlich des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung	358
6.1	Gartner Magic Quadrant der Softwareanbieter für Supply-Chain-Management-Systeme	366
6.2	Kommunikationsstrukturen in Multi-Agenten-Systemen (links: Broadcast-Kommunikation; Mitte: Blackboard-Kommunikation; rechts: Facilitator-Kommunikation)	368
6.3	Multi-Agenten-Referenzmodell der Foundation for Intelligent Physical Agents	369
6.4	Spezifikation einer Architektur für ein Multi-Agenten-System zur hybriden Losgrößenplanung	372
6.5	Einordnung der Bedarfsplanung mit der Bedarfsallokation in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning	373
6.6	Prozess der zentralen Bedarfsplanung und -allokation	374
6.7	Prozess der dezentralen Bedarfsallokation	375
6.8	Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei mittelstarker Zentralinstanz	376
6.9	Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei schwacher Zentralinstanz	377

6.10	Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei starker Zentralinstanz	378
6.11	Einordnung der Kapazitätsplanung in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning	379
6.12	Prozess der dezentralen Kapazitätsplanung in Verbindung mit den relevanten Schritten der Bedarfsallokation	380
6.13	Prozess der hybriden Kapazitätsplanung mit schwacher Zentralinstanz in Verbindung mit den relevanten Schritten der Bedarfsallokation	381
6.14	Einordnung der Termin- und Ablaufplanung in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning	383
6.15	Prozess der dezentralen Termin- und Ablaufplanung	384
6.16	Prozess der hybriden Termin- und Ablaufplanung mit schwacher Zentralinstanz	384
6.17	Prozess der hybriden Termin- und Ablaufplanung mit mittelstarker Zentralinstanz	385
7.1	Themenabgrenzung und Begriffsverständnis	388
7.2	Alternativen der Planungskoordination und -delegation	389
7.3	Hybrides Verfahren zur Losgrößenplanung	390
7.4	Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Simulationsexperiment zum hybriden Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung	392
7.5	Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Laborexperiment hinsichtlich des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung	394
7.6	Spezifikation einer Architektur für ein Multi-Agenten-System zur hybriden Losgrößenplanung	395

7.7	Einordnung der unternehmensübergreifenden, standortinternen Planung in den Supply-Chain-Management-Quader	400
-----	---	-----

Tabellenverzeichnis

2.1	Institutionelle Kategorisierung der Supply-Chain-Definitionen	20
2.2	Konstituierende Merkmale von Internal Supply Chains	31
2.3	Literaturüberblick zu den konstituierenden Merkmalen von Internal Supply Chains	31
2.4	Merkmale von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains	31
2.5	Literaturüberblick zu den Merkmalen von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains	32
2.6	Organisatorische Merkmale von Internal Supply Chains	33
2.7	Literaturüberblick zu den organisatorischen Merkmalen von Internal Supply Chains	34
2.8	Für die Losgrößenplanung relevante Merkmale von Internal Supply Chains	34
2.9	Literaturüberblick zu den für die Losgrößenplanung relevanten Merkmalen von Internal Supply Chains	35
2.10	BMW-spezifische Ausprägungen der konstituierenden Merkmale der Internal Supply Chain	37
2.11	BMW-spezifische Merkmalsausprägungen der Produktionsprozesse in einer Internal Supply Chain	38
2.12	Ausprägungen der konstituierenden Merkmale der Internal Supply Chain für die Produktvariante Airbus A380	40
2.13	Ausprägungen der Merkmale von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains für die Produktvariante Airbus A380	40
2.14	Merkmalsbezogene Abgrenzung einer Internal Supply Chain	69
2.15	Relevante Merkmale der Planungsaufgaben des Internal Supply Chain Planning	69

3.1	Beziehung zwischen Macht und Koordination	83
3.2	Zentral-hierarchischer Organisationstyp	91
3.3	Dezentral-heterarchischer Organisationstyp	92
3.4	Hybrider Organisationstyp mit starker Zentralinstanz	93
3.5	Hybrider Organisationstyp mit mittelstarker Zentralinstanz	94
3.6	Hybrider Organisationstyp mit schwacher Zentralinstanz	95
3.7	Folgen aktueller Entwicklungen nach Umweltsegment	106
3.8	Relevante organisatorische Merkmale von Internal Supply Chains	110
4.1	Entscheidungssituationen bezüglich Macht und Information	132
4.2	Kompensationszahlungen in Abhängigkeit von der Entscheidungssituation	136
4.3	Daten Fallbeispiel	185
4.4	Lokal kostenminimale Losgröße und Grenzlosgrößen mit den dazugehörigen Kosten	187
4.5	Ergebnis der Nachverhandlung bei Machtasymmetrie zu Gunsten von Standort 1	188
4.6	Ergebnis der Nachverhandlung bei Machtasymmetrie zu Gunsten von Standort 2	189
4.7	Ergebnisse der Mengenverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung und $P(q_{sc}^i) = 0,50$	190
4.8	Ergebnisse der Mengenverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung und $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$	191
4.9	Ergebnis der Nachverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung für $P(q_{sc}^i) =$ $0,50$	193

4.10	Ergebnis der Nachverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$	195
4.11	Abgrenzung der eingeführten Losgrößenplanungsmodelle	217
4.12	Übersicht über die Gleichungen des zentralen Modells und des dezentralen Verfahrens ohne Seitenzahlung	220
4.13	Übersicht über die Gleichungen des dezentralen Verfahrens mit Seitenzahlung nach Sucky	221
4.14	Übersicht über die Gleichungen des hybriden Verfahrens (Verfahrensschritte 1 bis 4)	222
4.15	Übersicht über die Gleichungen des hybriden Verfahrens (Verfahrensschritte 5 und 6)	223
5.1	Zufallsbereiche von Simulationsstudien zur Losgrößenplanung	257
5.2	Simulationsergebnis in Abhängigkeit von der Fallzahl	260
5.3	Ergebnisse von drei Simulationsläufen mit 100000 Durchgängen	260
5.4	Simulationsergebnisse bei veränderten Zufallsbereichen	264
5.5	Relevante statistische Kennzahlen und Hypothesentests	279
5.6	Beispielhafte Auszahlungsberechnung	316
5.7	Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_S (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen Verhandlungsdauer und Verhandlungsort sowie Verhandlungsdauer und Verhandlungsrunden	326
5.8	Signifikanz der Normalverteilungstests zur Verhandlungsdauer und der Ergebnisintervallgröße bei dezentraler Planungsverteilung (N=150 Verhandlungsrunden)	328
5.9	Korrelationen zwischen Verhandlungsdauer und der Ergebnisintervallgröße	329
5.10	Deskriptive Kennzahlen zur Verhandlungsdauer	331

5.11	Signifikanz der Normalverteilungstests der Wertepaar­differenz der hybriden und dezentralen Stichproben	332
5.12	Ergebnisse der Hypothesentests zur Überprüfung der Signifikanz des Mittelwertunterschieds zwischen der Verhandlungsdauer bei hybrider und bei dezentraler Planung.	333
5.13	Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_S (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen der Abweichung des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum und dem Verhandlungsort sowie der Abweichung und der Verhandlungsrunde	338
5.14	Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_S (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen der relativen Ergebnis­lage und dem Verhandlungsort sowie der relativen Ergebnis­lage und der Verhandlungsrunde	342
5.15	Häufigkeitstabelle zur relativen Ergebnis­lage zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung	343
5.16	Häufigkeitstabelle zur relativen Ergebnis­lage zwischen den initialen Geboten bei hybrider Planung	345
5.17	Signifikanz der Normalverteilungstests zur relativen Ergebnis­lage zwischen den initialen Geboten (dezentral: 150 Verhandlungsrunden; hybrid: 138 Verhandlungsrunden)	347
5.18	Ergebnisse des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zur Überprüfung der Signifikanz des Mittelwertunterschieds zwischen der relativen Ergebnis­lage zwischen den initialen Geboten bei hybrider und bei dezentraler Planung	347

Abkürzungsverzeichnis

Vgl.	Vergleiche
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
SCOR-Modell	Supply-Chain-Operations-Reference-Modell
APS-System	Advanced-Planning-and-Scheduling-System
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
ME	Mengeneinheiten
ZE	Zeiteinheiten
GE	Geldeinheiten
Stck.	Stück
EUR	Euro
POS	Point of Sale
EDI	Electronic Data Interchange
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
JADE	Java Agent Development Framework
Std.abw.	Standardabweichung
etc.	et cetera
bzw.	beziehungsweise

Symbolverzeichnis

Funktionen

$\check{C}_{ps,k}^{LS}$	Relative Kostenverbesserung des durch den Akteur k repräsentierten Standorts ps , wenn anstatt der lokal kostenminimalen Losgröße des Verhandlungspartners die global kostenminimale Losgröße verwirklicht wird
Δq	Differenz der lokal kostenminimalen Losgrößen q_1^* und q_2^*
Δq^b	Differenz der Grenzlosgrößen $\tilde{q}_{\bar{ps}}^b$ und \tilde{q}_{ps}^b
$\Delta q^{b,ii}$	Differenz zwischen der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b in der Nähe der kostenminimalen Losgröße des passiven Standorts und dem Ergebnis der Mengenverhandlung
$\Delta q^{b,i}$	Differenz zwischen der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b in der Nähe der kostenminimalen Losgröße des aktiven Standorts und dem Ergebnis der Mengenverhandlung
$\hat{\Psi}_{ps,q \rightarrow q'}^{a,b,ii}$	Sekantenwert der lokalen Kostendifferenzfunktion von der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b bis zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i , wenn anstatt der Losgröße q die Losgröße q' realisiert wird
$\hat{\Psi}_{ps,q \rightarrow q'}^{a,b,i}$	Sekantenwert der lokalen Kostendifferenzfunktion von der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b bis zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i , wenn anstatt der Losgröße q die Losgröße q' realisiert wird
$\hat{\Psi}_{ps,q \rightarrow q'}^{a,b}$	Sekantenwert der lokalen Kostendifferenzfunktion von Standort ps , wenn anstatt der Losgröße q die Losgröße q' realisiert wird
$\hat{SD}_{ps}^b(q_{sc})$	Differenz aus dem Wert $\hat{\Psi}^b$ der Sekante zwischen den Grenzlosgrößen und dem Wert Ψ^a der Kostendifferenzfunktion des Standorts ps bei der integrierten Losgröße q_{sc}
$\hat{SD}_{ps}^{b,ii}(q_{sc})$	Differenz aus dem Wert der Sekante von der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b in der Nähe der lokal kostenminimalen Losgröße des passiven Standorts bis zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i und dem Wert der Kostendifferenzfunktion Ψ^a des Standorts ps bei der integrierten Losgröße q_{sc}
$\hat{SD}_{ps}^{b,i}(q_{sc})$	Differenz aus dem Wert der Sekante von der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b in der Nähe der lokal kostenminimalen Losgröße des aktiven Standorts bis zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i und dem Wert der Kostendifferenzfunktion Ψ^a des Standorts ps bei der integrierten Losgröße q_{sc}
$\kappa_{i,g}$	Konfliktbereitschaft des Akteurs i in Spielrunde g
κ_i	Rundenunabhängige Konfliktbereitschaft des Akteurs i

$\Pi_{k,n}$	Auszahlungsfunktion von Experimentteilnehmer k in Verhandlungsrunde n
$\Psi_{ps,q \rightarrow (q',s_{psps'})}^a$	Absolute Kostenveränderung des Standorts ps , falls eine Losgröße q' zusammen mit der Seitenzahlung $s_{psps'}$ von Standort ps an Standort ps' anstatt der Losgröße q realisiert wird
$\Psi_{ps,q \rightarrow q'}^a$	Absolute Kostenveränderung des Standorts ps bei Realisierung einer Losgröße q' anstatt der Losgröße q
$\Psi_{ps,q \rightarrow q'}$	Relative Kosten eines Standorts ps bei der Losgröße q' im Vergleich zur Losgröße q
\succeq_i	Präferenzfunktion eines Spielers i
Θ^b	Relative Größe der Differenz Δq^b im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße
$\Theta^{b,ii}$	Relative Größe der Differenz $\Delta q^{b,ii}$ im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße
$\Theta^{b,i}$	Relative Größe der Differenz $\Delta q^{b,i}$ im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße
$\tilde{C}_{ps,\xi}^{LS}$	Geschätzte Kostenfunktion ξ des Standorts ps
\tilde{P}^*	Schätzwert der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße
\tilde{P}_1^*	Minimaler Schätzwert der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße
\tilde{P}_2^*	Maximaler Schätzwert der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße
\tilde{V}_{ps}^*	Schätzwert des Verhältnisses der lokal kostenminimalen Losgröße von Standort ps zur global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^*
\tilde{V}_{ps}^{max}	Geschätzte Obergrenze für V_{ps}^*
\tilde{V}_{ps}^{min}	Geschätzte Untergrenze für V_{ps}^*
$C_{ps}^h(q)$	Standortspezifische Lagerkosten
$C_{ps,k}^{LS}$	Entscheidungsrelevante Kosten der Losgrößenplanung für Standort ps , der durch Akteur k repräsentiert wird
$C_{ps}^{LS}(q)$	Entscheidungsrelevante Kosten der Losgrößenplanung für Standort ps
$C_{ps}^s(q)$	Standortspezifische Rüstkosten

$l_{ps,\xi}$	Binärvariable, die die Auswahl eines Angebots ξ aus einem Angebotsmenü an den mächtigen Standort $\bar{p}s$ kennzeichnet
P	Relative Lage einer beliebigen Losgröße q zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen
P^*	Relative Lage der global kostenminimalen Losgröße zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen
P^b	Relative Lage einer Losgröße q zwischen den Grenzlosgrößen
$P^s(q)$	Relative Lage einer Losgröße q im Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten einer bilateralen Verhandlung
$P^{ii}(q_{sc})$	Relative Lage einer Losgröße q_{sc} zwischen dem ursprünglichen Verhandlungsergebnis q_{sc}^i und der Grenzlosgröße $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$
$P^i(q_{sc})$	Relative Lage einer Losgröße q_{sc} zwischen dem ursprünglichen Verhandlungsergebnis q_{sc}^i und der Grenzlosgröße des aktiven Standorts $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$
V_{ps}^*	Verhältnis der lokal kostenminimalen Losgröße von Standort ps zur global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^*

Indizes

$\bar{p}\bar{s}$	Index für schwachen Standort
$\bar{p}s$	Index für mächtigen Standort
$\bar{p}\dot{s}$	Index für passiven Standort
$\bar{p}s$	Index für aktiven Standort
ξ	Index für die Schätzung der Kostenfunktion mit $\xi \in \{1, 2\}$
g	Index der Verhandlungsrunden
i	Index der Spieler
in	Index der institutionellen Perspektive
ins	Index der Institutionen $1, \dots, \overline{ins}$
k	Index der Experimentteilnehmer $k = 1, \dots, K$
n	Index der Verhandlungsrunden $n = 1, \dots, N$
pr	Index der Wertschöpfungsprozesse

$ps(pr)$ Index der Standorte $1, \dots, \bar{ps}(pr)$, an denen der Wertschöpfungsprozess pr ausgeführt wird

re Index der ressourcen- und prozessorientierten Perspektive

t Index der Perioden

Mengen

ΔQ Ergebnisintervall zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen q_1^* und q_2^*

ΔQ^b Eingeschränktes Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen $\tilde{q}_{\bar{ps}}^b$ und $\tilde{q}_{\bar{s}}^b$

$\Delta Q^{b,ii}$ Eingeschränktes Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen $\tilde{q}_{\bar{ps}}^b$ in der Nähe der kostenminimalen Losgröße des passiven Standorts und dem Ergebnis der Mengenverhandlung

$\Delta Q^{b,i}$ Eingeschränktes Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen $\tilde{q}_{\bar{ps}}^b$ in der Nähe der kostenminimalen Losgröße des aktiven Standorts und dem Ergebnis der Mengenverhandlung

Γ Spiel

\mathfrak{R} Menge der reellen Zahlen

\mathfrak{R}_+^2 Menge von Zahlenpaaren aus positiven reellen Zahlen

B Menge der möglichen Verhandlungslösungen

E Kantenmenge

$E^{in, re}$ Menge der Kanten, die die Zuordnung eines Standorts $ps(pr)$ zu einer Institution ins repräsentieren

H_i Menge der Spielstrategien eines Spielers

I Menge der Spieler eines Spiels

V Knotenmenge

Parameter und Entscheidungsvariablen

α Umkehrbruch eines beliebigen unechten Bruchs

\bar{v}_i Nutzenverlust eines Spielers i beim Periodenübergang

\bar{u} Nutzenwert einer Lösung im Nash-Gleichgewicht

β Verhältnis aus Nachfrage und Produktionsrate

η	Lagerkostenverhältnis der Standorte
\hat{q}_{ps}^b	Losgröße, bei der die Differenz aus Sekante und Kostendifferenzfunktion am geringsten ist und die vom Standort ps festgelegt wird
\hat{q}_{ps}^{ii}	Losgröße zwischen dem Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i und der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b , bei der die Differenz aus Sekantenwert und Absolutwert der Kostendifferenz maximal wird und die von Standort ps kalkuliert wird
\hat{q}_{ps}^i	Losgröße zwischen dem Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i und der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b , bei der die Differenz aus Sekantenwert und Absolutwert der Kostendifferenz maximal wird und die von Standort ps kalkuliert wird
λ	Lagrange-Multiplikator
μ	Lagrange-Multiplikator
v_i^t	Diskontfaktor zur Darstellung der Ungeduld von Spieler i in Abhängigkeit von Periode t
$\pi_{k,n}^{max}$	Maximale Auszahlung an Experimententeilnehmer k in Verhandlungsrunde n
ρ	Rüstkostenverhältnis der Standorte
ρ_S	Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman
$\tilde{\beta}$	Schätzwert für das Verhältnis aus Nachfrage und Produktionsrate
$\tilde{\beta}^{max}$	Maximaler Schätzwert des Produktions-Bedarfsratenverhältnisses β
$\tilde{\beta}^{min}$	Minimaler Schätzwert des Produktions-Bedarfsratenverhältnisses β
$\tilde{\eta}$	Schätzwert des Lagerkostenverhältnisses der Standorte
$\tilde{\eta}^{max}$	Maximaler Schätzwert des Lagerkostenverhältnisses η
$\tilde{\eta}^{min}$	Minimaler Schätzwert des Lagerkostenverhältnisses η
$\tilde{\rho}$	Schätzwert des Rüstkostenverhältnisses der Standorte
$\tilde{\rho}^{max}$	Maximaler Schätzwert des Rüstkostenverhältnisses ρ
$\tilde{\rho}^{min}$	Minimaler Schätzwert des Rüstkostenverhältnisses ρ
$\tilde{c}_{ps,\xi}^h$	Lagerkostensatz der geschätzten Kostenfunktion ξ des Standorts ps
$\tilde{c}_{ps,\xi}^s$	Rüstkostensatz der geschätzten Kostenfunktion ξ des Standorts ps
$\tilde{p}_{\bar{ps},\xi}$	Geschätzte Wahrscheinlichkeit der Auswahl von Kostenfunktion ξ durch den mächtigen Standort \bar{ps}

\tilde{q}_{ps}^b	Grenzlosgröße des hybriden Verfahrens in der Nähe der kostenminimalen Losgröße des Standorts ps
\tilde{q}_{ps}^{bb}	Grenzlosgrößen auf Basis des Faktors V_2
$\tilde{q}_{sc,\xi}$	Supply-Chain-weite Losgrößenpolitik q für die geschätzte Kostenfunktion ξ
$\tilde{s}_{\bar{p}\bar{s}\bar{p}\bar{s},\xi}$	Seitenzahlung bei geschätzter Kostenfunktion ξ des schwachen Standorts $\bar{p}\bar{s}$ an den mächtigen Standort $\bar{p}\bar{s}$
$\tilde{v}_{ps,\xi}^p$	Produktionsrate der geschätzten Kostenfunktion ξ des Standorts ps
ζ_1	Zufallszahl zwischen 1 und 10000
ζ_2	Zufallszahl zwischen 0 und 1
a	Relative Losgröße im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße
$ca_{k,n}$	Kostenbetrag pro Auszahlungsgeldeinheit von Experimentteilnehmer k in Verhandlungsrunde n
CH_{ps}	Lagerkostenfaktor des Standorts ps
ch_{ps}	Standortspezifischer Lagerkostensatz
cs_{ps}	Standortspezifischer Rüstkostensatz
d	Bedarf in der Planungsperiode
h_i^*	Optimale Spielstrategie von Spieler i
h_i	Spielstrategie von Spieler i
q	Beliebige Losgröße
$q_{ps,k}^*$	Lokal kostenminimale Losgröße eines Standorts ps und damit eines Experimentteilnehmers k
q_{ps}^*	Lokal kostenminimale Losgröße des Standorts ps oder der Internal Supply Chain sc
q_{ps}^i	Initiales Gebot von Standort ps in einer bilateralen Verhandlung
q_{sc}^i	Verhandlungsergebnis der Mengenverhandlung im Rahmen des fünften Schritts des hybriden Verfahrens
q_{sc}^{fair}	Losgröße, bei der die Auszahlungen beider Akteure gleich sind
q_{sc}	Integrierte standortübergreifende Losgröße

r_i	Drohpunkt von Spieler i
$s_{\bar{p}sps}$	Kompensationzahlung von Standort $\bar{p}s$ an Standort ps
u_i	Nutzen von Spieler i
v	Supply-Chain-Knoten
v^d	Bedarfsrate in der Supply Chain
v^p	Produktionsrate des liefernden Standorts
w	Wahrscheinlichkeit, dass eine vorgeschlagene Lösung in der Menge der Verhandlungslösungen B enthalten ist
$x_{i,g}$	Nutzenwert des Gebots von Spieler 1 für Spieler i in Verhandlungsrunde g
$y_{i,g}$	Nutzenwert des Gebots von Spieler 2 für Spieler i in Verhandlungsrunde g
z_i	Gesamtnutzen des Spielers i

1 Einleitung

„Je planmäßiger die Menschen vorgehen, desto wirksamer vermag sie der Zufall zu treffen.“¹

1.1 Motivation und Problemstellung

Die wirtschaftswissenschaftliche Forschung richtet sich in den letzten Dekaden zunehmend am menschlichen Verhalten aus. Belege dafür sind die zahlreichen Nobelpreise im Bereich der verhaltensorientierten Ökonomie, angefangen bei Herbert Simon im Jahre 1978 über John Forbes Nash Jr., John Harsanyi, Reinhard Selten², William Vickrey³, Daniel Kahneman, Vernon Smith⁴, Robert Aumann, Thomas Schelling⁵, Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin und Roger B. Myerson⁶ bis hin zu Lloyd Shapley und Alvin E. Roth im Jahre 2012. Ausgehend von den volkswirtschaftlichen Überlegungen zur Integration menschlichen Verhaltens in ökonomische Modelle und in Anlehnung an die Erforschung des Käuferverhaltens, wie sie im Marketing schon längere Zeit betrieben wird, beschäftigen sich zunehmend auch Forscher im Bereich der betriebswirtschaftlichen Leistungsplanung mit der Rolle und dem Verhalten des Entscheiders. Verstärkt wird dieser Trend durch das Versagen traditioneller Planungsmodelle bei der Anwendung in unternehmensübergreifenden Netzwerken zur Abschöpfung von Kostenersparnispotenzialen und zur Auflösung von Preis-Mengen-bezogenen Interessenskonflikten.⁷ Stärker als in anderen Planungsbereichen ist hier der Entscheidungs- und Umsetzungsprozess nicht von Weisungen, sondern von Verhandlungen geprägt.⁸ Spieltheoretische Modelle ermöglichen die formale Kombination menschlichen Verhaltens mit quantitativen Planungsmodellen. Deshalb wurden eine nennenswerte Zahl quantitativer Planungsmodelle des Supply Chain Management

¹ Dürrenmatt (2009), S. 91.

² Die drei Forscher Nash, Harsanyi und Selten erhielten den Nobelpreis im Jahre 1994.

³ William Vickrey wurde der Nobelpreis 1996 verliehen.

⁴ Daniel Kahneman und Vernon Smith waren die Preisträger des Jahres 2002.

⁵ Robert Aumann und Thomas Schelling wurden im Jahre 2005 geehrt.

⁶ Der Nobelpreis ging im Jahre 2007 an Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin und Roger B. Myerson.

⁷ Die Kostenersparnispotenziale werden insbesondere durch den Informationsaustausch zwischen den beteiligten Parteien zur Vermeidung des Bullwhip-Effekts realisiert (Vergleiche (Vgl.) Lee et al. (1997)) und die Double Marginalisation (Spengler (1950)) durch ein koordiniertes Vorgehen bei der Preis-Mengen-Politik beherrscht.

⁸ In dieser Arbeit wird dem Verhandlungsbegriff nach Pruitt (1981), S. 1, gefolgt: „Negotiation is a process by which a joint decision is made by two or more parties.“ Ähnlich definiert auch Wall (1985), S. 4, den Begriff Verhandlung. Im Gegensatz zu Pruitt bezieht er sich allerdings nicht auf eine gemeinsame Entscheidung, sondern auf die gemeinsame Koordination einer Sach- oder Dienstleistung. Lewicki et al. (2011), S. 6–7, nennen zusätzlich noch als Eigenschaft einer Verhandlung, einen Prozess der Annäherung der Parteien. Dieser Definition wird in dieser Arbeit nicht gefolgt, weil damit Experimente aus der Verhandlungstheorie zum Beispiel zum Ultimatum-Spiel nicht den Verhandlungsexperimenten zugeordnet würden. Ein Überblick über verschiedene Verhandlungsdefinitionen und -anwendungsbereiche ist in Voeth/Herbst (2009), S. 2–16, enthalten.

aus spieltheoretischer Perspektive analysiert und auf Basis der Analyseergebnisse weiterentwickelt.⁹

Nur wenig berücksichtigt wurde dabei die Planung in unternehmensinternen Supply Chains, obwohl sich diese in ihrer Struktur deutlich von der Planung in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten unterscheidet. Werden bei unternehmensübergreifender Perspektive zumeist institutionell gleichberechtigte und gleichartige Verhandlungspartner unterstellt, vertritt eine Zentralstelle in unternehmensinternen Supply Chains globale Unternehmensinteressen. Eine fallstudienbasierte Studie des Lehrstuhls für Produktion und Logistik der Universität Bamberg, an der 13 der 80 größten deutschen Unternehmen teilnahmen, bestätigt die Einschätzung, dass sowohl die einzelnen dezentralen Standorte als auch eine zentrale, übergeordnete Einheit an der standortübergreifenden Planung in Internal Supply Chains partizipieren. Lediglich bei einem der 13 untersuchten Unternehmen ist keine Zentralstelle an der Erstellung, der Durchsetzung oder der Kontrolle eines standortübergreifenden, unternehmensinternen Plans maßgeblich beteiligt. Gleichzeitig gaben nur zwei der 13 Unternehmen an, dass die dezentralen Einheiten nicht an der Planung beteiligt werden.¹⁰ In zehn der 13 Unternehmen wirken sowohl eine Zentralstelle als auch dezentrale Einheiten an der Erstellung, der Durchsetzung oder der Kontrolle von standortübergreifenden Plänen mit.

Trotz dieses in der betrieblichen Praxis offenbar weit verbreiteten Zusammenwirkens zentraler und dezentraler Einheiten wird in der Supply-Chain-Management-Literatur und von den Planungssoftwarehäusern häufig zum Einsatz von rein auf eine Zentralstelle ausgerichteten Planungsmodellen zur standortübergreifenden, unternehmensinternen Planung geraten.¹¹ Diese Empfehlungen stehen nicht nur im Widerspruch zu den Ergebnissen der beschriebenen Studie, sondern auch zu aktuellen organisatorischen Entwicklungen. Sowohl standort- als auch unternehmensintern gewinnen dezentrale Organisations- und Koordinationsformen wie interne Märkte oder modulare Organisationen an Bedeutung.¹² Hinzu kommt das enorme Volumen des unternehmensinternen Materialflusses zwischen den Standorten oder Tochtergesellschaften eines Konzerns. So exportierten deutsche Produktionsunternehmen alleine zu ihren Tochtergesellschaften in den USA im Jahre 2010 Güter im Wert von 52,7 Milliarden Dollar und im-

⁹ Vgl. zum Beispiel die Überblicksartikel von Cachon/Netessine (2004) oder Inderfurth/Minner (2001).

¹⁰ Vgl. dazu die Ergebnisse in Sucky et al. (2009), S. 14 und S. 25–43.

¹¹ Vgl. Caillet (2008), S. 430, Stadler/Kilger (2008a), S. 499, Dudek/Stadler (2005), S. 669, Steven/Krüger (2004), S. 187, Bick (2004), S. 258–259, Franke (2004), S. 276, und Buxmann (2003), S. 185. Außerdem aufschlussreich sind die Fallstudien der Softwarehäuser SAP (<http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/>, Stand: 13. Juni 2011), JDA (<http://www.jda.com/solutions/supply-chain-planning/>, Stand: 13. Juni 2011) und Oracle (<http://www.oracle.com/us/products/applications/index.html>, Stand: 13. Juni 2011).

¹² Den Widerspruch aus organisatorischer Entwicklung und Anpassung der koordinierenden Aktivitäten bestätigt Reiß (2011), S. 3, mit der Identifikation einer „Unterschätzung des Stellenwerts kompetitiver Organisationsformen“.

portierten unternehmensintern Güter aus den USA im Wert von 12,3 Milliarden Dollar.¹³ Das Gesamtvolumen des firmeninternen Handels zwischen Deutschland und den USA stieg von 48,2 Milliarden Dollar im Jahre 2001 auf 65,0 Milliarden Dollar im Jahre 2010. Vor Beginn der globalen Finanzkrise im Jahre 2009 lag das Niveau sogar bei 80,6 Milliarden Dollar allein für die deutsch-amerikanischen unternehmensinternen Beziehungen.¹⁴ Zurecht weist Bowman wie folgt auf die Bedeutung der Koordination unternehmensinterner Einheiten hin: „[...] the real challenge lies in getting employees within an organization to share data and forecasts, and work together toward a common goal.“¹⁵

Im Gegensatz zur Bedeutung der standortübergreifenden, unternehmensinternen Planung und des damit notwendigen Zusammenarbeitens von zentralen Instanzen und dezentralen Einheiten mit unterschiedlichen Zielen steht laut Frese et al. „[...] die weit gehende Vernachlässigung des Themas in der Organisationstheorie.“¹⁶ Diese Aussage gilt ebenfalls im Zusammenhang mit der Planung in Internal Supply Chains. Nur wenige existierende Planungsmodelle kombinieren die Zentralperspektive mit der Perspektive dezentraler Einheiten zu einem integrierten Planungsmodell oder -vorgehen.¹⁷

Dagegen wurden zahlreiche rein dezentrale oder zentrale Ansätze vor allem zur standortübergreifenden Losgrößenplanung als ein Teilbereich des Internal Supply Chain Planning veröffentlicht. Dies dürfte unter anderem damit zusammenhängen, dass in keinem anderen Teilbereich Koordinationspotenziale so deutlich quantitativ aufgezeigt werden können, wie in diesem Bereich. Seit den beiden Veröffentlichungen von Goyal im Jahre 1976 und Banerjee im Jahre 1986 zur standortübergreifenden Losgrößenplanung entstanden zahlreiche Publikationen, die sich auf die Modelle der beiden Veröffentlichungen bezogen.¹⁸ Auch in dieser Arbeit wird die Losgrößenplanung dazu herangezogen, Planungsmodelle und -verfahren in Internal Supply Chains zu analysieren und auf das gesamte Internal Supply Chain Planning zu übertragen.

¹³ Diese Statistiken wurden unter <http://sasweb.ssd.census.gov> (Stand: 13. Juni 2011) unter dem Stichwort Related Party Trade veröffentlicht. Die Daten werden vom U.S. Census Bureau verantwortet.

¹⁴ In den USA sind 41 Prozent aller Importe und Exporte konzerninterne Güterflüsse. Der konzerninterne Güterfluss stieg von 545 Milliarden Dollar im Jahre 2001 auf 1312 Milliarden Dollar im Jahre 2010 (vgl. US Department of Commerce (2011)). Zu diesen Zahlen passt auch die Aussage von Heinz (2006), S. 175, zum Network Master Planning, was dem Internal Supply Chain Planning gleicht: “NMP [Network Master Planning] is an essential planning task for companies that care for their production network resource utilisation.“

¹⁵ Bowman (2008), S. 32.

¹⁶ Frese et al. (2012), S. 466.

¹⁷ Ausnahmen sind zum Beispiel Nie et al. (2008), Rücker (2006), S. 13–16, Schlüter (2001) oder Kouvelis/Gutierrez (1997).

¹⁸ Vgl. Goyal (1976) und Banerjee (1986). Auf eine dieser beiden Veröffentlichungen beziehen sich neben vielen anderen zum Beispiel Hill/Omar (2006), Sharafali/Co (2000), Lu (1995), Goyal (1987) und Lee/Rosenblatt (1986).

Mit dem Einbezug der unternehmensinternen Perspektive, aber auch aus unternehmensübergreifender Perspektive rücken Organisationseinheiten und mit ihnen das Verhalten der Entscheidungsträger zunehmend in den Fokus der Betrachtungen. Probleme der Agenturtheorie und die Hinterfragung der für viele Planungsmodelle bedeutenden Annahme der Rationalität müssen bei der Entwicklung von Planungsansätzen mitberücksichtigt werden.¹⁹ Inwieweit Modelle, die auf der Annahme rationalen Verhaltens basieren, die Unternehmenspraxis abbilden oder dort Anwendung finden können, muss spätestens seit den Untersuchungen von Kahneman/Tversky im Jahre 1979 hinterfragt werden.²⁰ Hinweise auf irrationales Verhalten liefern auch Laborexperimente wie das von Weg et al. vorgestellte Experiment zum Verhandlungsverhalten.²¹ Die Forscher stellten in 40 Prozent der betrachteten Fälle irrationales Verhalten fest, wobei sie unter irrationalem Verhalten die teilweise oder vollständige Rücknahme einer zuvor getätigten Konzession definierten. Diese Erkenntnisse dienen als Motivation für eine über die analytische Betrachtung hinausgehende Untersuchung der Planungsmodelle des Internal Supply Chain Planning. Mithilfe der Spieltheorie und einer experimentellen Untersuchung wird in dieser Arbeit das menschliche Verhalten direkt in die Modellentwicklung und -evaluation einbezogen.

1.2 Ziel und Anspruch der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, auf Basis einer umfassenden Analyse mit inhaltlichen Schwerpunkten auf der Losgrößenplanung und dem Zusammenspiel zwischen Unternehmens- und Standortinteressen quantitative Planungsmodelle zu entwickeln und zu evaluieren, die die Interessensdiversität der beteiligten Akteure berücksichtigen. Die Abgrenzung der Zielsetzung folgt dabei der geografisch orientierten Unterscheidung zwischen der Netzwerkebene und der standortinternen Ebene. Die betrachteten entwickelten Modelle können jedoch auch auf die Koordination von standortinternen Akteuren übertragen werden. Voraussetzung dafür ist die Unabhängigkeit der Akteure. Aus der Zielsetzung der Arbeit lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten:

1. Wie ist der aktuelle Stand der Forschung im Bezug auf das Internal Supply Chain Management?
2. Wie ist das Konzept der Internal Supply Chains in der Organisationstheorie verankert?
3. Welche Planungsmodelle erfüllen die Anforderungen des Internal Supply Chain Planning mit speziellem Fokus auf die Losgrößenplanung?

¹⁹ Vgl. Jensen/Meckling (1976).

²⁰ Vgl. Kahneman/Tversky (1979). Zum Konzept der begrenzten Rationalität in Organisationen vgl. auch Simon (1997).

²¹ Vgl. Weg et al. (1990).

4. Welche Modelle sind zur anwendungsbezogenen Vervollständigung des Modellspektrums im Bereich der standortübergreifenden Losgrößenplanung zu entwickeln und welche Gestalt müssen diese Modelle annehmen?
5. Welche Effekte verursachen zentrale Interventionen in verhandlungsbasierten Modellen in der unterstellten Entscheidungssituation auf das Planungsergebnis?
6. Wie kann der Einsatz verhandlungsbasierter Planungsmodelle mit zentraler Intervention (hybride Modelle) durch Automatisierung vereinfacht werden?²²
7. Wie können die im Teilbereich der Losgrößenplanung gewonnenen Erkenntnisse auf andere produktionsbezogene Teilbereiche des Internal Supply Chain Planning übertragen werden?

Die ersten beiden Forschungsfragen zielen auf das Internal Supply Chain Management im Allgemeinen ab, die Forschungsfragen drei bis sechs auf die standortübergreifende, unternehmensinterne Losgrößenplanung. Die letzte Fragestellung lenkt die Betrachtungen von der Losgrößenplanung auf das Internal Supply Chain Planning als Teilbereich des Internal Supply Chain Management. Die Reihenfolge der Forschungsfragen entspricht der Struktur dieser Arbeit.

Als Anspruch der Arbeit werden die Wissenschaftlichkeit im Allgemeinen und die Ausschöpfung sowie die Korrektheit der Anwendung des methodischen Instrumentariums ohne Gefährdung von Zielgerichtetheit und Nachvollziehbarkeit des Methodeneinsatzes im Speziellen genannt. Darüber hinaus ist eine transparente und verständliche Darstellung der Forschungsergebnisse ohne Vereinfachung von relevanten Zusammenhängen oder Betonung fehlleitender Schwerpunkte das Ziel. Dabei sollen mit innovativen Inhalten und Methoden neue Erkenntnisse zum Internal Supply Chain Planning gewonnen werden. Die Arbeit ist deshalb als Initialpublikation einer breiten analytischen, spieltheoretischen, qualitativen und empirischen Erforschung des Zusammenwirkens von Zentralstellen und dezentralen Einheiten in der standortübergreifenden, unternehmensinternen Planung verortet.

1.3 Methodik und Gang der Untersuchung

Methodischer Ausgangspunkt der Arbeit ist die im vorherigen Abschnitt beschriebene *fallstudienbasierte Erhebung* zur Überprüfung der Bedeutung der Koordination in Internal Supply Chains und zur Exploration der Zusammenarbeit zwischen dezentralen Standorten und einer

²² Das Wort „hybrid“ wird in dieser Arbeit im Zusammenhang mit Planung und Organisation zur Bezeichnung einer Mischform der Planungsverteilungen zentral und dezentral verstanden. Einen Überblick über die verschiedenen Bedeutungen von hybrid im Zusammenhang mit der betrieblichen Wertschöpfung enthält Meyer (2011), S. 29–33.

Zentralinstanz in diesem Bereich.²³ Die Datensammlung wurde mithilfe strukturierter Interviews und Fragebögen durchgeführt.²⁴ Bei der Datenanalyse wurden unter Berücksichtigung der geringen Fallzahl nur absolute Häufigkeiten verwendet. Die Freitextantworten wurden kategorisiert und aggregiert.

Zur Untersuchung und Aufbereitung vorhandener Forschungsergebnisse wird an verschiedenen Stellen der folgenden Kapitel auf die Methodik der *Literaturanalyse* als qualitative Forschungsmethodik zurückgegriffen.²⁵ Die Literaturanalysen in dieser Arbeit folgen einer Kombination aus dem von Cooper/Hedges beschriebenen Forschungs- und dem von White aufgeführten Literaturanalyseverfahren.²⁶ Großer Wert wird dabei auf eine bewusste Neukombination, Neustrukturierung und Kategorisierung vorhandener Forschungsarbeiten gelegt. Auf eine stichwortbasierte, quantitative und aggregierte Darstellung von Veröffentlichungen wird bewusst verzichtet, um der Begriffsvielfalt in den Begriffsfeldern „Internal Supply Chain Management“, „Koordination“ und „Losgrößenplanung“ gerecht zu werden. Es wird folglich kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, sehr wohl aber der Anspruch, zielgerichtet einen fundierten Überblick über das jeweilige Begriffsfeld zu generieren und Forschungsschwerpunkte aufzuzeigen. Ausgangspunkt jeder Literaturanalyse ist die Abgrenzung eines Problembereichs. Bezogen darauf wird fokussiert nach Literatur gesucht. In der vorliegenden Arbeit geschieht dies zum einen unter Einsatz der Business-Source-Premier-Datenbanken unterstützt vom Datenbank-Suchdienst Ebsco Host und der wissenschaftliche Internetsuche Google Scholar. Zum anderen bieten die Literaturverzeichnisse der gefundenen Artikel Ansatzpunkte für weitere mögliche themenrelevante Quellen. Zudem werden informale Hinweise aus wissenschaftlichen Gesprächen und Konferenzvorträgen zur Literatursuche aufgegriffen.²⁷ Die zu einem Bereich gefundene Literatur wird kategorisiert und entsprechend in diese Abhandlung eingearbeitet. Die Literaturanalysen dienen vor allem zum Aufzeigen der Motivation und der Forschungsgrundlagen dieser Arbeit.

Als Lösung für die mit der Literaturanalyse aufgeworfenen Entscheidungsprobleme wird die Entscheidungssituation formal-mathematisch abgebildet.²⁸ Bei der *mathematischen Modellierung* der Entscheidungssituation wird auf die Berücksichtigung der grundlegenden Bestandtei-

²³ Diese Studie wird auch in Kapitel 2 aufgegriffen.

²⁴ Die Fallstudienmethodik wird zum Beispiel in Buchanan (2011), S. 477–481, oder in Yin (2010) erläutert.

²⁵ Vgl. die Kapitel 2, 3 und teilweise auch 4, sowie die Abschnitte 5.2.1 bis 5.2.3 und 5.4.1 bis 5.4.3. Eine Beschreibung des qualitativen Vorgehens und Anmerkungen zum Diskurs über qualitative und quantitative Datenerhebungsmethoden beinhaltet Kleining (2011).

²⁶ Vgl. Cooper/Hedges (2009), S. 9–13, und White (2009).

²⁷ Die Bezeichnung *informal* lehnt sich an den Formalitätsgrad aus der Wirtschaftsinformatik an und bedeutet, dass natürliche Sprache für die Beschreibung verwendet wurde. Die restlichen Ausprägungen der Formalität lauten *semi-formal* und *formal* (vgl. Patig (2006), S. 142).

²⁸ Vgl. Kapitel 4.

le eines mathematischen Modells geachtet.²⁹ Zunächst wird ein zu Grunde liegendes Anwendungsproblem detailliert beschrieben³⁰ und daraus Modellannahmen³¹ abgeleitet. Zur Lösung der aufgeworfenen Anwendungsprobleme werden schließlich eine oder mehrere miteinander verbundene Annahmenkonforme mathematische Relationen in Form von Kostenfunktionen und Losgrößengleichungen entwickelt. Um die Qualität der mathematischen Modelle sicherzustellen, werden die Machbarkeit und Implementierbarkeit der Modelle ebenso überprüft wie die Optimalität und die Sensitivität ihrer Ergebnisse.³²

Weil die Lösungsfindung zu den aufgestellten Modellen und Lösungsverfahren stark vom Verhalten der Modellanwender abhängt, genügt eine ausschließlich analytische Betrachtung nicht, um deren Lösungsqualität festzustellen. Stattdessen müssen spieltheoretische Überlegungen, die sich an der allgemeinen Spieldefinition orientieren, berücksichtigt werden.³³ In einigen Ausprägungen der betrachteten Entscheidungssituation führen auch die spieltheoretischen Überlegungen nicht zu eindeutigen Verhandlungslösungen. Um Aussagen hierzu oder auch zur Modellqualität zu erlangen, werden Experimente eingesetzt.

Mit einem *Simulationsexperiment* kann eine hohe Zahl an verschiedenen Fällen simuliert werden. Voraussetzung für die Simulation ist die Existenz klarer Regeln zur Modelllösung. Diese sind nur für eine der unterstellten Entscheidungssituationen gegeben. Für diese Situation wird unter Anwendung der Software Matlab, Version 7.11, *Monte-Carlo-Simulationen* durchgeführt. Dabei wird insbesondere auf die Verifizierung und Validierung des Simulationsmodells geachtet.³⁴

Für die anderen betrachteten Entscheidungssituationen existieren keine derartigen Lösungsregeln. Um den Einsatz beliebiger, anwendungs- oder verhaltensfremder Lösungsregeln zu vermeiden, müssen sich Lösungsaussagen zu verhaltensbasierten Modellen am tatsächlichen Entscheiderverhalten orientieren. Auf Grund der Spezifität der Situation und der Erfordernis zur Isolation von Störeinflüssen wird zur empirischen Erhebung des situationsabhängigen Entscheiderverhaltens ein *Laborexperiment* durchgeführt. Der experimentelle Ablauf zur Informationsgewinnung gleicht dem gängigen Vorgehen, bestehend aus der Experimentkonzeption

²⁹ Vgl. Eck et al. (2010), S. 3.

³⁰ Vgl. Kapitel 2 und 3, sowie einzelne Abschnitte und Absätze in Kapitel 4.

³¹ Vgl. Kapitel 4.

³² Vgl. Eiselt/Sandblom (2010), S. 7–9. Die Machbarkeit und Implementierbarkeit der hybriden Losgrößenplanungsverfahren werden in Abschnitt 6.2 geprüft, ihre Optimalität und Sensitivität im Abschnitt 4.3.4. Auf alle vier Eigenschaften beziehen sich die Potenzialanalysen in Kapitel 5.

³³ Vgl. Berninghaus et al. (2010), S. 10, Osborne (2009), S. 13, Holler/Illing (2009), S. 4, und Neumann/Morgenstern (1953), S. 49–50.

³⁴ Das Simulationsvorgehen gleicht dem in Oakshott (1997), S. 130–136, vorgeschlagenen allgemeinen Simulationsprozess.

als erste Aktivität, sowie den Pre-Tests und der eigentlichen Experimentdurchführung als Folgeschritte.³⁵ Die Auswertung des Experiments erfolgt mit den üblichen statistischen Methoden.³⁶

Diese an den Erfordernissen der Forschungsfragen ausgerichtete Methodenvielfalt ermöglicht bei korrekter Anwendung aufschlussreiche Ergebnisse zur hybriden Losgrößenplanung im Speziellen und im Sinne eines induktiven Vorgehens auch zum hybriden Internal Supply Chain Planning im Allgemeinen.

Inhaltlich wird zu Beginn der Arbeit der aktuelle Forschungsstand zum Internal Supply Chain Management evaluiert.³⁷ Basierend auf einer ausführlichen Literaturanalyse werden bisherige Erkenntnisse gesammelt und neu kombiniert. Die Ergebnisse dieses Kapitels sind ein Begriffskonzept zum Internal Supply Chain Management mit den wichtigsten daran angrenzenden Begriffen wie Supply Chain oder Produktionsnetzwerk und eine Übersicht über voneinander abgegrenzte Prozesse des Internal Supply Chain Management. Vor allem das Ergebnis der Prozessabgrenzung wird als Fundament für die weitere Fokussierung der Analysen auf die standortübergreifende Losgrößenplanung als ein Teilprozess des Internal Supply Chain Management verwendet.

Von immenser Wichtigkeit für die Abgrenzung des Internal Supply Chain Management und des Internal Supply Chain Planning sowie die Anwendung von Planungsmodellen im Rahmen des Internal Supply Chain Management sind die organisatorischen Voraussetzungen von Internal Supply Chains.³⁸ Diese beinhalten rudimentäre Faktoren zur Auswahl eines quantitativen Planungsmodells und zur Feststellung der Bedeutung eines Planungsmodells. Dazu zählen beispielsweise Koordinationsmechanismen oder Elemente der Entscheidungsdelegation. Deshalb wird auf Erkenntnisse der Organisationsforschung zurückgegriffen. Die Merkmalsausprägungen der Strukturdimensionen einer Organisation, wie sie in Abschnitt 3.2 erläutert werden, lassen die Definition von Organisationstypen zu. Darauf aufbauend können mithilfe von bislang veröffentlichten Studien zur Entwicklung von Organisationen und ihrer Umwelt Aussagen im Hinblick auf die gegenwärtige und zukünftige Bedeutung der einzelnen Organisationstypen getroffen werden.

Die zuvor definierten Organisationstypen von Internal Supply Chains dienen als strukturgebendes Element bei der Analyse der standortübergreifenden Planung. In Kapitel 4 wird beispielhaft anhand der Losgrößenplanung gezeigt, wie der Organisationstyp den Einsatz und die

³⁵ Vgl. Montgomery (2009), S. 14–19, Homburg/Krohmer (2009), S. 243–245 und S. 267–275, Friedman/Cassar (2004), S. 75–78, und Lamberti (2001), S. 38–53. Ein detaillierter, an der Literatur orientierter Experimentablauf ist allgemein in Abschnitt 5.4.2.3 und für das Experiment dieser Arbeit in Abschnitt 5.4.5 dargestellt.

³⁶ Vgl. die Abschnitte 5.4.2.3 und 5.4.6.

³⁷ Vgl. Kapitel 2.

³⁸ Vgl. Kapitel 3.

Wahl eines quantitativen Planungsmodells beeinflusst. Der Themenschwerpunkt des Kapitels liegt dabei auf der Schließung einer Forschungslücke im Bereich der hybriden Losgrößenplanung, die sowohl zentrale als auch dezentrale Planungselemente beinhaltet. Dazu erfolgt eine formale Modellierung und Lösung des Entscheidungsproblems mithilfe bekannter und neu zu entwickelnder Modelle unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenspiels zwischen Unternehmens- und Standortinteressen. Um die Vielzahl der Losgrößenplanungsmodelle beherrschbar zu machen, wird der Untersuchungsbereich auf Internal Supply Chains mit zwei Standorten und einer Zentralstelle verengt und eine deterministische, statische Planungssituation angenommen. Auf diese Weise kann auf eine große Anzahl an Veröffentlichungen zu zentralen und dezentralen Modellen und Verfahren zurückgegriffen werden und der Bereich der hybriden Planung von einer einfachen Planungssituation und der vorhandenen Forschungsarbeit ausgehend anschaulich dargestellt werden.

Um in die Analyse der entwickelten Modelle das Verhalten der Entscheidungsverantwortlichen miteinzubeziehen, werden spieltheoretische Überlegungen und teilweise auch experimentelle Analysen zu der Entscheidungssituation beschrieben.³⁹ Damit werden Indizien für die Erfolgswirkung und die Anwendbarkeit zentraler Interventionen in der Planung allgemein und im Speziellen im Rahmen des hybriden Planungsansatzes gesammelt. Weil im Vergleich zu einer asymmetrischen Machtverteilung die Planung bei symmetrischer Machtverteilung wenig erforscht ist, konzentrieren sich die Forschungen im Rahmen der experimentellen Analyse auf diese Entscheidungssituation.

Ziel der Gesamtarbeit ist nicht nur die Erörterung der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains, wie sie im Rahmen der formal-mathematischen, der spieltheoretischen und der experimentellen Forschung durchgeführt wird, sondern auch das Aufzeigen von Ansatzpunkten für den Transfer der hybriden Planungsstrukturen und -modelle auf andere Planungsprozesse des Internal Supply Chain Planning als Teilbereich des Internal Supply Chain Management. Hierfür sind die aufgestellten Modelle zur Losgrößenplanung beispielgebend. Dazu wird zunächst die Anwendbarkeit der vorgestellten Modelle mit der Skizzierung eines softwarebasierten Planungssystems konkretisiert.⁴⁰ Daraufhin wird der Transfer auf die anderen Produktionsplanungsprozesse des Internal Supply Chain Planning mit dem Ziel vorgenommen, einen Überblick über weitere Forschungsfragen und Ansatzpunkte für die Entwicklung neuer Planungsmodelle zu bieten.⁴¹ Kennzeichnend für alle vorgeschlagenen hybriden Modelle ist die explizite Untersuchung der Beziehung zwischen einer Zentralinstanz in einem Unternehmen und den dezentralen Einheiten.

³⁹ Vgl. Kapitel 5.

⁴⁰ Vgl. Abschnitt 6.2.

⁴¹ Vgl. Abschnitt 6.3.

Die Arbeit schließt mit der Zusammenfassung der Kapitel und einem über das Internal Supply Chain Planning hinausreichenden Ausblick auf zukünftige Forschungsarbeit in diesem Bereich. Insgesamt entspricht das Vorgehen in dieser Arbeit bis einschließlich der Beschreibung der experimentellen Analyse der Losgrößenplanung einem deduktiven Vorgehen, wobei von den allgemeinen Aspekten zum Internal Supply Chain Management und der Organisation auf die Losgrößenplanung geschlossen wird.⁴² Aus den Ergebnissen zur Losgrößenplanung wird wiederum induktiv auf die Anwendung möglicher Planungsmethoden in anderen Prozessen des Internal Supply Chain Planning geschlossen.⁴³ Abbildung 1.1 illustriert das Vorgehen in dieser Arbeit.

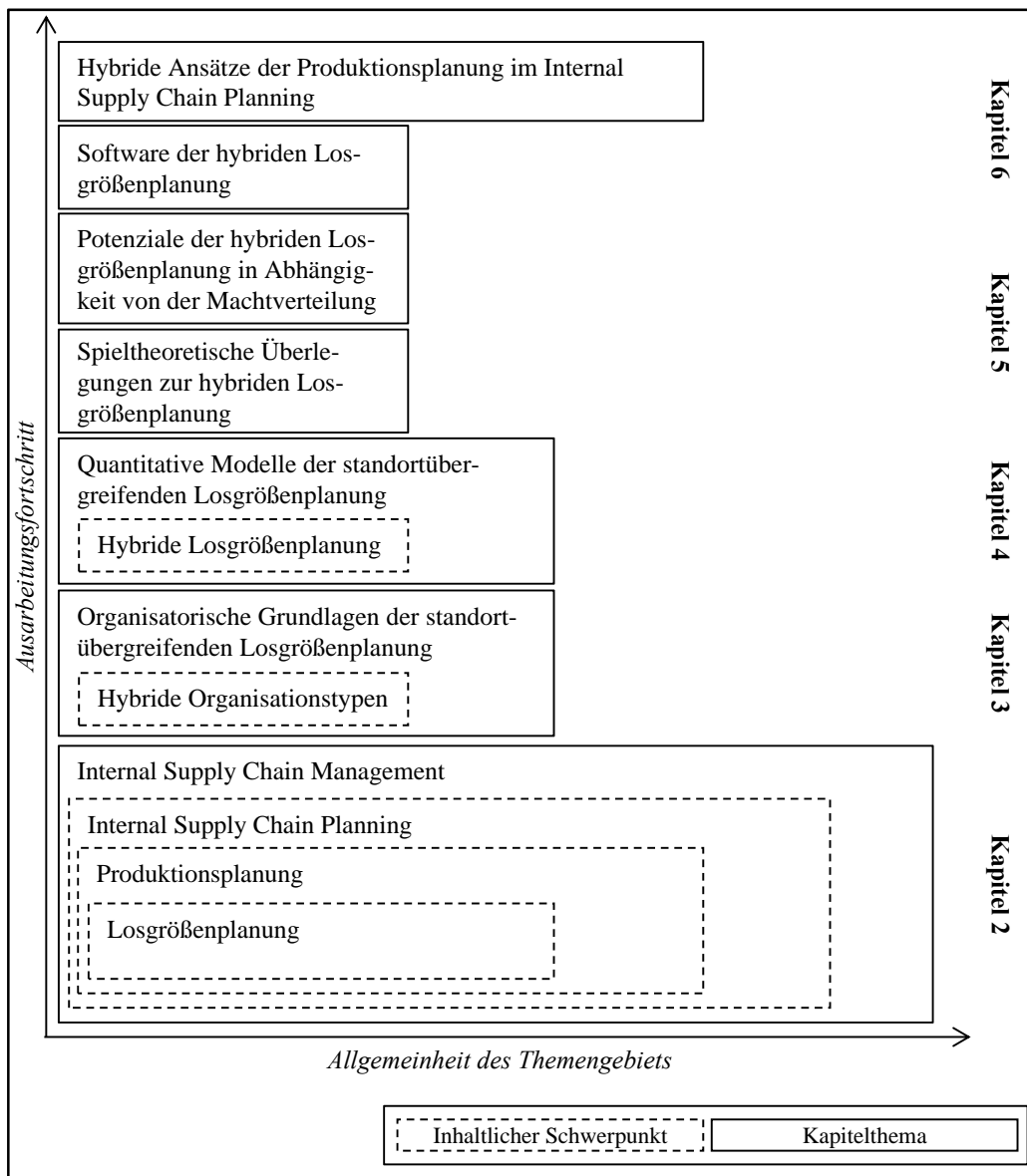


Abbildung 1.1: Vorgehen und Aufbau der Arbeit⁴⁴

⁴² Vgl. Kapitel 2 bis Abschnitt 6.2.

⁴³ Vgl. Abschnitt 6.3.

⁴⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

2 Internal Supply Chain Planning als Teilbereich des Internal Supply Chain Management

Ziel dieses Kapitels ist die Abgrenzung der Begrifflichkeiten „Internal Supply Chain“, „Internal Supply Chain Management“ und „Internal Supply Chain Planning“. Mit diesem Kapitel wird ein Teil der Forschungsfrage zum aktuellen Stand der Forschung im Bereich des Internal Supply Chain Management beantwortet. Der Anspruch besteht in der Wissenschaftlichkeit des Vorgehens und der transparenten Darstellung eines bisher unübersichtlichen Begriffsfelds.

2.1 Motivation

Die Existenz von unternehmensinternen Supply Chains und des damit verbundenen standortübergreifenden Koordinationsbedarfs innerhalb von Unternehmen ist unstrittig.⁴⁵ Empirische Untersuchungen zum internationalen, unternehmensinternen Handel belegen die Bedeutung von innerbetrieblichen Standortbeziehungen.⁴⁶ Hierbei werden Eigenschaften von Unternehmen mit einem hohen Verteilungsgrad in der Produktion mit Unternehmen, die einen hohen Zentralisationsgrad aufweisen, verglichen und Gründe für die jeweilige Supply-Chain-Konfiguration gesucht. In allen Unternehmen, die in diesen Studien betrachtet werden, ist die Existenz einer Internal Supply Chain und der damit verbundene Koordinationsbedarf unstrittig. Eine Umfrage des Forschungsinstituts für Rationalisierung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur unternehmensinternen, standortübergreifenden Koordination lässt ebenfalls Rückschlüsse auf die Bedeutung und Verbreitung von Internal Supply Chains zu.⁴⁷ Im Rahmen dieser Studie gaben 64 von 113 antwortenden Managern aus verschieden großen Unternehmen im deutschsprachigen Raum an, dass zwischen einer Organisationseinheit aus ihrem Verantwortungsbereich und anderen Unternehmenseinheiten logistische Abhängigkeiten bestehen. Ähnliche Indizien für die große Bedeutung von Netzwerken innerhalb von Unternehmen weist die bereits in der Einleitung erwähnte fallstudienbasierte Erhebung auf.⁴⁸ Alle 13 darin berücksichtigten großen deutschen Unternehmen betreiben mehrere Produktionsstätten an diversen Standorten. Zwölf der 13 befragten Planer geben sogar an, dass die Produktionstätigkeit ihres Planungsbereichs auf mehr als fünf Standorte verteilt ist; in immerhin acht Unternehmen enthält das betrachtete Netzwerk zehn oder mehr Standorte.⁴⁹ Nachdem sich die Studie lediglich auf Unternehmensausschnitte und nicht auf Gesamtunternehmen

⁴⁵ Davon zeugen zum Beispiel die Internal Supply Chains aus Abschnitt 2.2.3.

⁴⁶ Vgl. Yeaple (2008), Antràs/Helpman (2008), Antràs/Helpman (2004) und Antràs (2003). Diese Untersuchungen wurden überwiegend mit Import- und Exportdaten der USA durchgeführt.

⁴⁷ Vgl. Lücke (2005), S. 28.

⁴⁸ Vgl. Kapitel 1.

⁴⁹ Vgl. Sucky et al. (2009), S. 17.

bezieht, liegt die Zahl der miteinander vernetzten Standorte der jeweiligen Unternehmen meistens sogar noch höher.

Im Folgenden werden die Betrachtungen auf Internal Supply Chains fokussiert. Dazu wird in diesem Kapitel der Begriff der Internal Supply Chain formal, semi-formal und textbasiert mit dem Ziel definiert, eine begriffliche Grundlage für die Arbeit zu schaffen und die relevanten Struktureigenschaften von Internal Supply Chains einzuführen.⁵⁰ Die Integration von Praxisbeispielen dient als weiteres Indiz für die Relevanz von Internal Supply Chains in der betrieblichen Praxis.⁵¹ Die Existenz von Internal Supply Chains steht außer Frage. Der Koordinationsbedarf und die Art und Weise, in der die Koordination in den Unternehmen erfolgt, muss noch geklärt werden. Hinweise auf die Koordinationsdurchführung liefern diverse Fallbeispiele aus der Literatur. Colgate-Palmolive, Danfoss, Henkel oder Hilti setzen beispielsweise eine Software zur standort- und zum Teil sogar unternehmensübergreifenden Planung ein.⁵² Insgesamt sind auch die zahlreichen Einsatzberichte der Softwarehäuser, die Supply Chain Management Software anbieten, ein Indiz für den Bedarf an und den Einsatz von Supply-Chain-Management-Praktiken in Internal Supply Chains.⁵³ Dabei bilden den Haupteinsatzbereich der Netzwerkmodule nicht etwa External Supply Chains, sondern Internal Supply Chains.⁵⁴ Die Motivation für das Internal Supply Chain Management, aber vor allem für den Einsatz derartiger Module, besteht darin, den Supply-Chain-Bestand zu senken, den Kundenservice zu steigern und dadurch einen Wettbewerbsvorteil im Hinblick auf Kosten und Leistung zu generieren.⁵⁵ Weil bei der Erreichung dieser Ziele das Supply Chain Management helfen kann, ist seit Beginn der 1990er Jahre eine Vielzahl an Veröffentlichungen zu diesem Thema festzustellen, wobei nur selten zwischen Internal und External Supply Chain Management unterschieden wird. Das Resultat ist eine nahezu unüberblickbare Vielzahl an Begriffsabgrenzungen, Modellen und Konzepten zum Supply Chain Management, verbunden mit einer unscharfen Trennung der Modelle nach deren institutioneller Reichweite.⁵⁶ Daher ist es notwendig, in diesem Kapitel einen Überblick über die für das Internal Supply Chain Management und für diese Arbeit relevanten Definitionen des Supply Chain Management zu geben und daraus eine Begriffsabgrenzung für das Internal Supply Chain Management zu entwickeln, die zum einen die begriffliche Grundlage der Arbeit darstellt und zum anderen als Basis für die Ableitung von Hauptprozessen des Internal Supply Chain Management zur Einordnung der quantitativen Modelle dieser Arbeit fungiert.

⁵⁰ Vgl. Abschnitt 2.2.1 und Abschnitt 2.2.2.

⁵¹ Vgl. Abschnitt 2.2.3.

⁵² Vgl. Knolmayer et al. (2009), S. 161–188.

⁵³ Vgl. Sucky et al. (2009), <http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/> und <http://www.jda.com/solutions/supply-chain-planning/>.

⁵⁴ Vgl. Knolmayer et al. (2009), S. 4.

⁵⁵ Vgl. Cooper/Ellram (1993), S. 14.

⁵⁶ Vgl. Breiter et al. (2009), Tan (2001), Mentzer et al. (2001) und Bhatnagar et al. (1993).

2.2 Grundlagen der Internal Supply Chain

2.2.1 Begrifflichkeit „Internal Supply Chain“

Der Begriff „Internal Supply Chain“ setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Das Wort „Internal“ dient als Indikator für den Wirkungsbereich, der Begriff „Supply Chain“ repräsentiert das eigentliche Betrachtungsobjekt. Das Konzept der Supply Chain taucht seit Anfang der 1990er Jahre in zahlreichen betriebswirtschaftlichen Fach- und Lehrbüchern auf. Seit der Entdeckung des Bullwhip-Effekts durch Forrester,⁵⁷ aber vor allem durch das Aufgreifen und den empirischen Nachweis dieses Effekts durch Lee et al.⁵⁸ weitet sich der logistische Planungsfokus zunehmend auf die gesamten Tätigkeiten vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden aus. Das Paradigma der Selbstoptimierung einzelner Unternehmen wird um das Paradigma globaler Supply-Chain-Optimierung zumindest ergänzt, wenn nicht sogar ersetzt. Das führt zwangsläufig zu der Frage nach einer Definition der Supply Chain zur Unterscheidung von verwandten Konzepten wie der Value Chain, der Value Added Chain oder Produktionsnetzwerken.

Dazu im Widerspruch scheint das Wort „Internal“ zu stehen, das den internen, in diesem Fall den unternehmens- oder konzerninternen Charakter eines Objekts hervorhebt. Die organisatorischen Entwicklungen der letzten Jahre haben zur Folge, dass innerhalb von Unternehmen quasi-autonome Einheiten mit netzförmigen Beziehungen zueinander existieren.⁵⁹ Das führt dazu, dass bekannte, auf eine mächtige Zentralstelle ausgerichtete Konzepte nicht mehr angewendet werden können und stattdessen auf die unternehmensübergreifende Planung ausgerichtete Konzepte für den unternehmensinternen Einsatz adaptiert werden müssen.

Ausgehend von dem Begriff „Supply Chain“ mit seinen zahlreichen Definitionsvarianten in Abschnitt 2.2.1.1, wird in Abschnitt 2.2.1.2 der Begriff der Internal Supply Chain definiert und in Abschnitt 2.2.1.3 von den verwandten Konzepten Produktionsnetzwerk und Wertkette sowie dezentralen Fertigungskonzepten abgegrenzt.

2.2.1.1 Supply-Chain-Definition

Ein ausführlicher Überblick über Supply-Chain-Definitionen ist bei Sucky zu finden.⁶⁰ Dabei werden die einzelnen Begriffsabgrenzungen aus institutioneller, ressourcen- und prozessorientierter Perspektive betrachtet und entsprechend eingeteilt. Zu den ressourcenorientierten Defi-

⁵⁷ Vgl. Forrester (1958). Der Bullwhip-Effekt wird deshalb auch als Forrester-Effekt bezeichnet.

⁵⁸ Vgl. Lee et al. (1997).

⁵⁹ Vgl. Sydow (2010), S. 375–377, und Picot et al. (2008), S. 183–231.

⁶⁰ Vgl. Sucky (2004b), S. 7–9. Eine interessante und lesenswerte Abhandlung über die begriffliche Unschärfe des Begriffs „Supply Chain“ ist unter Bretzke (2010), S. 22–37, zu finden.

nitionen zählt zum Beispiel die Folgende von Shapiro: „A company’s supply chain contains geographically dispersed facilities where raw materials, intermediate products, or finished products are acquired, transformed, stored, or sold and transportation links that connect facilities along which products flow. The facilities may be operated by the company, or they may be operated by vendors, customers, third-party providers, or other firms with which the company has business arrangements.“⁶¹ Rein prozessorientiert gestaltet sich die Abgrenzung der Supply Chain von Stevens: „The Supply Chain [...] is the connected series of activities which is concerned with planning, coordinating and controlling material, parts and finished goods from suppliers to the customer.“⁶² Funktional-prozessorientiert definiert zum Beispiel Waters die Supply Chain.⁶³ Institutionell orientiert ist dagegen die Definition von Lambert et al.: Eine „[...] supply chain is the network of companies, or independent business units, from original supplier to end-customers [...]“.⁶⁴ Sucky liefert eine Definition, die alle drei Perspektiven integriert: „Eine Supply Chain ist ein unternehmensübergreifendes Wertschöpfungssystem, das eine Netzwerk-Struktur aufweist. Aus der institutionellen Perspektive sind die an der Wertschöpfung beteiligten Institutionen die Elemente dieses Wertschöpfungssystems, zwischen denen rechtliche und informatorische Beziehungen (Transaktionsbeziehungen) bestehen. Aus der prozess- und ressourcenorientierten Perspektive sind die Systemelemente durch Standorte gegeben, an denen Ressourcen zur Realisierung stationärer Wertschöpfungsprozesse zur Verfügung stehen. Güter-, Finanz- und Informationsflüsse repräsentieren die Beziehungen (Transformationsbeziehungen) zwischen diesen Systemelementen.“⁶⁵

Einige Autoren weisen darauf hin, dass der Begriff „Supply Chain“ irreführend ist, weil in der Realität keine kettenartige, sondern vielmehr netzwerkförmige Strukturen vorhanden sind.⁶⁶ Auf Grund der weiten Verbreitung wird dennoch am Begriff „Supply Chain“ für die folgenden Betrachtungen mit einer entsprechend netzwerkorientierten Definition, wie etwa bei Shapiro, festgehalten. Um die Supply-Chain-Definition mithilfe eines formalen oder semi-formalen Modells weiter zu veranschaulichen, müssen die für die Betrachtung relevanten Interaktionen zwischen den Standorten genau eingegrenzt werden. Grundsätzlich kann gemäß der Interaktionsart zwischen zwei Gruppen unterschieden werden: die horizontale und die vertikale Interaktion. Bezüglich der Definition der beiden Interaktionsarten werden in der Literatur zwei gegensätzliche Meinungen publiziert. Während Spengler bereits 1950 mit vertikaler Integration die Inte-

⁶¹ Shapiro (2007), S. 5. Die Definition von Shapiro ist auf Grund der Erwähnung von Standorten ressourcenorientiert. Gleichzeitig enthält sie auch institutionelle Aspekte, weil die Unternehmensgrenzen in der Definition beachtet werden.

⁶² Stevens (1989), S. 3.

⁶³ Vgl. Waters (2009), S. 9: „A supply chain consists of the series of activities and organisations that materials move through on their journey from initial suppliers to final customers.“

⁶⁴ Lambert et al. (2005), S. 25.

⁶⁵ Sucky (2004b), S. 18.

⁶⁶ Vgl. Knolmayer et al. (2009), S. 4, Vahrenkamp/Siepermann (2007), S. 24–30, und zu Netzen allgemein Dyckhoff (1996).

gration über mehrere Wertschöpfungsstufen hinweg bezeichnete,⁶⁷ schlagen Lambert et al. vor, diese Definition für die Interaktion auf einer Wertschöpfungsstufe anzuwenden.⁶⁸ Den Begriff „horizontal“ verwendet Spengler dagegen im Sinne der Definition des Begriffs „vertikal“ bei Lambert et al. Auch wenn beide Definitionen als gleichwertig zu betrachten sind, wird für diese Arbeit die zwar ältere aber immer noch in der Literatur verbreitete Definition von Spengler übernommen und in Abbildung 2.1 umgesetzt.⁶⁹

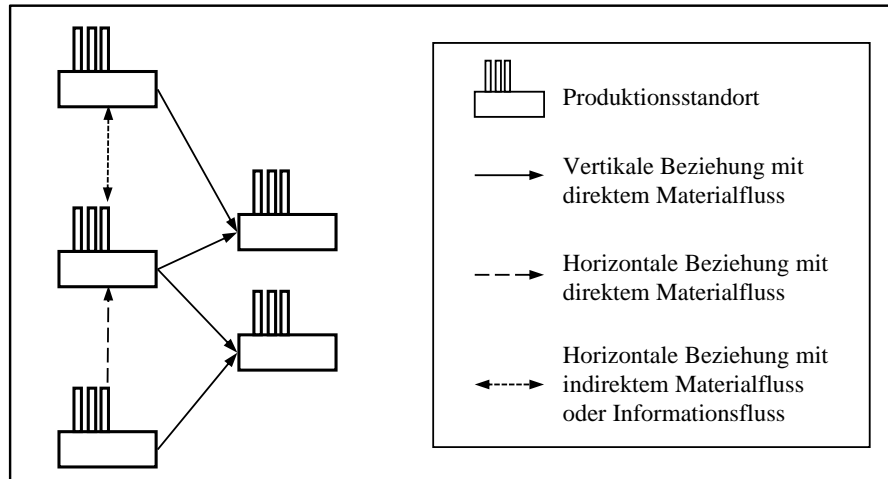


Abbildung 2.1: Horizontale und vertikale Standortbeziehungen⁷⁰

Philippson teilt die beiden Interaktionskategorien in weitere ursachenbezogene Untergruppen, wie zum Beispiel vertikal-fertigungsstufenbezogen⁷¹ oder vertikal-technologiebezogen⁷² auf. In Bezug auf die horizontalen Unterkategorien ist vor allem die horizontal-systembezogene Kategorie auffällig. Zwei Standorte, die in einer horizontal-systembezogenen Beziehung stehen, sind nicht durch einen direkten Materialfluss verbunden, sondern durch eine indirekte Materialflussbeziehung, wie sie beispielsweise zwischen zwei Standorten, die unterschiedliche Teile für einen gemeinsamen Montagestandort fertigen, vorliegt.⁷³ Daraus kann abgeleitet werden, dass die Verbindungen zwischen den Standorten einer Supply Chain nicht unbedingt durch einen

⁶⁷ Vgl. Spengler (1950). Diese Definition übernehmen zum Beispiel Pausenberger (1989), Durham (2000), S. 207, Lazzarini et al. (2001), S. 7–8, Philippson (2003), S. 36, Lücke (2005), S. 71, und Christopher (2011), S. 13.

⁶⁸ Vgl. Lambert et al. (1998). Dieser Definition folgen zum Beispiel Min/Zhou (2002).

⁶⁹ Laterale Beziehungen besitzen Standorte, die isoliert von anderen Standorten agieren. Ein Standort mit einer derartigen Beziehung zu den anderen Standorten der Supply Chain wird nicht zur Supply Chain gezählt und deshalb von den folgenden Betrachtungen ausgeschlossen (vgl. Philippson (2003), S. 36).

⁷⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

⁷¹ In diesem Fall ist die vertikale Beziehung zwischen Standorten durch die begrenzte Fertigungstiefe eines Standorts begründet.

⁷² Diese Unterkategorie beinhaltet alle vertikalen Beziehungen, die notwendig sind, obwohl der belieferte Standort grundsätzlich Kompetenzen auf der benötigten Fertigungsstufe besitzt. Allerdings ist für vereinzelte Aufträge eine einzigartige Kompetenz notwendig, die nur der liefernde Standort besitzt. Deshalb ist eine vertikale Beziehung notwendig.

⁷³ Vgl. Lücke (2005), S. 73, und Philippson (2003), S. 36.

direkten Materialfluss geprägt sein müssen. Auf Basis der Abgrenzung der möglichen Interaktionen in einer Supply Chain werden zur Veranschaulichung des Netzwerkcharakters und zur eindeutigen Definition einer Supply Chain nachfolgend eine formale, eine semi-formale und eine textbasierte Definition als Grundlage für die weitere Arbeit eingeführt.⁷⁴

Ein Netzwerk wird durch die Knotenmenge V und die Kantenmenge E determiniert. Ein Knoten v ist ein Element der Menge aller Knoten V , wohingegen eine Kante (v', v'') der Menge aller Kanten E angehört. Die Perspektive der jeweiligen Darstellung ist durch einen Index $p \in \{in, re\}$ ⁷⁵ gekennzeichnet. Dabei repräsentiert v^{in} einen Knoten auf institutioneller Ebene und v^{re} einen Knoten der ressourcen- und prozessorientierten Perspektive. Die Indizes zur Kennzeichnung von Institution, Standort- und Wertschöpfungsprozess variieren von Perspektive zu Perspektive. Die institutionelle Perspektive kann formal wie folgt definiert werden:⁷⁶

$$V^{in} := \{v_{ins}^{in} | ins \in \{1, \dots, \overline{ins}\}\} \quad (2.1)$$

Der Index $ins \in \{1, \dots, \overline{ins}\}$ kennzeichnet die betrachtete Institution. Die zweite Betrachtungsperspektive enthält die Ressourcen und Prozesse. Entsprechend gestaltet sich die formale Modellierung dieser Ebene.

$$V^{re} := \left\{ v_{pr, ps(pr)}^{re} | pr \in \{1, \dots, \overline{pr}\}, ps(pr) \in \{1, \dots, \overline{ps}(pr)\} \right\} \quad (2.2)$$

Der Index $pr \in \{1, \dots, \overline{pr}\}$ kennzeichnet einen standortunabhängigen Wertschöpfungsprozess. Weil dieser Wertschöpfungsprozess einer Wertschöpfungsstufe an mehreren Standorten gleichzeitig ausgeführt werden kann (horizontale Beziehung) und dadurch unterschiedliche Transportflüsse bedingt sind, wird der Index $ps(pr) \in \{1, \dots, \overline{ps}(pr)\}$ eingeführt, der den Standort anzeigt, an dem der Prozess durchgeführt wird. Die ressourcen- und prozessorientierte Perspektive ist mit der institutionellen Perspektive über Pfeile verbunden, die die Zuordnung der Wertschöpfungsprozesse zu den Standorten modellieren. Die Menge der Zuordnungskanten $E = E^{in, re}$ ist wie folgt definiert:

$$E := \left\{ \left(v_{ins}^{in}, v_{pr, ps(pr)}^{re} \right) | ins \in \{1, \dots, \overline{ins}\}, pr \in \{1, \dots, \overline{pr}\}, ps(pr) \in \{1, \dots, \overline{ps}(pr)\} \right\} \quad (2.3)$$

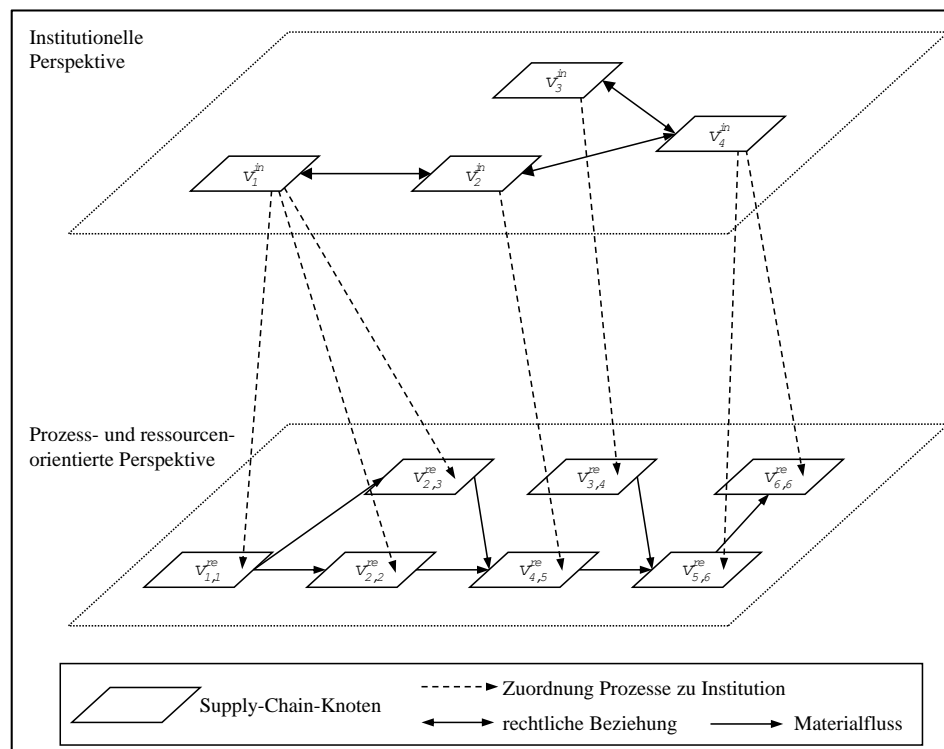
In Abbildung 2.2 ist ein Beispielmmodell einer Supply Chain aufgeführt, das beide Ebenen enthält. Die Pfeile zwischen den Knoten repräsentieren rechtliche und informatorische Beziehungen zwischen den Institutionen sowie Material- und Informationsflüsse zwischen den Ressourcen und Prozessen. Im Netz mit sechs Standorten und sechs Wertschöpfungsprozessen

⁷⁴ Bei der folgenden Modellierung werden Methodik und Symbolik von Sucky (2004b), S. 9–18, verwendet.

⁷⁵ Die von Sucky ebenfalls vorgeschlagene dritte Ebene als Ebene der Wertschöpfungsprozesse innerhalb eines Standorts spielt für die vorliegenden Betrachtungen keine Rolle.

⁷⁶ Vgl. Sucky (2004b), S. 10.

kennzeichnet der Pfeil zwischen den beiden Knoten v_1^{in} und v_2^{in} eine vertragliche Beziehung zwischen Unternehmen 1 und Unternehmen 2. Die Kante zwischen $v_{1,1}^{re}$ und $v_{2,3}^{re}$ verknüpft den Wertschöpfungsprozess $pr = 1$, der ausschließlich an Standort 1 ($ps(1) = 1$) ausgeführt wird, mit dem Wertschöpfungsprozess $pr = 2$ an Standort 3 ($ps(2) = 3$). Neben Standort $ps(2) = 3$ stehen auch an Standort 2 ($ps(2) = 2$) die notwendigen Ressourcen für den Wertschöpfungsprozess $pr = 2$ zur Verfügung. Zusätzlich sind die beiden Perspektiven durch Pfeile miteinander verbunden. Der Pfeil zwischen dem Knoten $v_{6,6}^{re}$ auf ressourcen- und prozessorientierter Ebene und dem Knoten v_4^{in} auf institutioneller Ebene bedeutet, dass Standort $ps(6) = 6$ mit dem Wertschöpfungsprozess $pr = 6$ der Institution $ins = 4$ angehört. Eine Institution, zum Beispiel ein Unternehmen, kann mehrere Standorte besitzen. Umgekehrt gehört ein Standort und damit ein standortspezifischer Wertschöpfungsprozess meistens einem Unternehmen an, auch wenn im Ausnahmefall der Baustellenfertigung die Zuordnung eines Standorts und auch die Zuordnung eines standortspezifischen Wertschöpfungsprozesses zu mehreren Institutionen möglich ist. Die Standorte $ps = 1$ und $ps = 2$ stehen in vertikaler Beziehung zueinander, die Standorte $ps = 2$ und $ps = 3$ sind durch die beiden indirekten Materialflüsse über die Standorte $ps = 1$ und $ps = 4$ miteinander verbunden. Beide Standorte stehen folglich in einer horizontalen Beziehung zueinander (vgl. Abbildung 2.2).

Abbildung 2.2: Supply-Chain-Definition⁷⁷

⁷⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sucky (2004b), S. 16.

Für die Forschung im Bereich von Internal Supply Chains ist es naheliegend, die institutionelle Ebene und damit die institutionellen Aspekte der zahlreichen Definitionen zum Supply Chain Management in der Literatur näher zu analysieren und entsprechend in drei Gruppen zu kategorisieren: Zur ersten Gruppe gehören alle Definitionen, die auf die Supply-Chain-Reichweite im institutionellen Sinne nicht eingehen. Die zweite Gruppe enthält Definitionen, die sowohl Supply Chains innerhalb von Institutionen als auch institutionsübergreifende Supply Chains miteinschließen. Institutionen werden hier nicht im organisationstheoretischen Sinne als Spielregeln menschlicher Interaktion⁷⁸ oder als Ansammlung derartiger Spielregeln⁷⁹ verstanden. Vielmehr basieren die Definitionskategorisierung und das formale Supply-Chain-Modell auf einer pragmatischen Abgrenzung von Institutionen im engeren Sinne, die bis zur Einführung eines umfassenden Organisationsbegriffs in dieser Arbeit übernommen wird.⁸⁰ Demnach werden ausschließlich die „[...] erwerbswirtschaftlich-orientierten Unternehmungen[...]“⁸¹ zu den Institutionen gezählt. Die dritte Definitionsgruppe umfasst Begriffsabgrenzungen, in denen explizit ein institutionsübergreifender Charakter der Supply Chain gefordert und damit institutionsinterne Supply Chains ausgeschlossen werden.

Keine Aussage zur Relevanz institutionsinterner Verknüpfungen für eine Supply Chain enthalten zum Beispiel die Definitionen der ersten Gruppe der Kategorisierung, zu der Mentzer et al.,⁸² Simchi-Levi et al.,⁸³ Lee/Billington,⁸⁴ Corsten/Gössinger,⁸⁵ Christopher⁸⁶, Beckmann⁸⁷ oder Handfield/Nichols gehören. Letztere definieren den Begriff „Supply Chain“ folgendermaßen: „The supply chain encompasses all activities associated with the flow and trans-

⁷⁸ Vgl. North (2009), S. 3.

⁷⁹ Vgl. Williamson (1987).

⁸⁰ Vgl. Kapitel 3.

⁸¹ Sucky (2004b), S. 10. Erwerbswirtschaftliche Unternehmen sind Original Equipment Manufacturers, Rohstoff-, Material-, Bauteile-, Modul- und Systemlieferanten, Logistikdienstleister, Third Party Logistics Provider und Fourth Party Logistics Provider.

⁸² Vgl. Mentzer et al. (2001), S. 4: „[...] a supply chain is defined as a set of three or more entities (organizations or individuals) directly involved in the upstream and downstream flows of products, services, finances, and/or information from a source to a customer.“

⁸³ Vgl. Simchi-Levi et al. (2008), S. 1: „The supply chain [...] consists of suppliers, manufacturing centers, warehouses, distribution centers, and retail outlets, as well as raw materials, work-in-process inventory, and finished products that flow between the facilities [...].“

⁸⁴ Vgl. Lee/Billington (1995), S. 43: „A supply chain is a network of facilities that procure raw materials, transform them into intermediate goods and then final products, and deliver the products to customers through a distributions system. It spans procurement, manufacturing, and distribution.“

⁸⁵ Vgl. Corsten/Gössinger (2008), S. 98: „Eine konsequente Kundenorientierung bildet [...] den Ausgangspunkt der Supply Chain, d.h., sie umfaßt alle Prozesse ausgehend vom Endkunden bis hin zu den Rohstofflieferanten, die zur Bewegung und Transformation von Gütern erforderlich sind.“

⁸⁶ Vgl. Christopher (2011), S. 13: „The supply chain is the network of organisations that are involved, through upstream and downstream linkages, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services in the hands of the ultimate consumer.“

⁸⁷ Vgl. Beckmann (2004), S. 2: „Die Supply Chain repräsentiert den Fluss von Leistungsobjekten durch ein Netzwerk von Wertschöpfungspartnern, das sich vom Rohstofflieferanten bis zum Endverbraucher erstreckt.“

formation of goods from the raw materials stage (extraction), through to the end user, as well as the associated information flows. Materials and information flow both up and down the supply chain.“⁸⁸ Handfield/Nichols ordnen einer Supply Chain lediglich Aktivitäten zu und gehen dabei explizit nicht auf die institutionelle Zugehörigkeit von Supply Chain Management innerhalb einer Supply Chain ein. Nachdem eine Supply Chain ihrer Meinung nach aber alle Aktivitäten entlang des Materialflusses umfasst, bedeutet das, dass bei der Betrachtung von Supply Chains auch unternehmensinterne Aktivitäten nicht ausgeschlossen werden. Ähnlich verhält es sich bei den anderen Definitionen dieser Gruppe.

Die Autoren der Definitionen der zweiten Gruppe differenzieren explizit in institutionsinterne und institutionsexterne Aktivitäten, Prozesse und Elemente. Shapiro⁸⁹ erwähnt beispielsweise die Möglichkeit, dass ein oder mehrere Elemente im Verantwortungsbereich des betrachteten Unternehmens liegen. Ähnlich unterscheiden auch Chopra/Meindl,⁹⁰ Knolmayer et al.,⁹¹ Stadler⁹² und Lambert et al.⁹³ interne und externe Supply-Chain-Elemente. Weitergehend ist die Definition von Webster, in der nicht nur Elemente, sondern ganze Supply Chains nach ihrer Unternehmenszugehörigkeit unterschieden werden. Er differenziert zwischen Supply Chains,

⁸⁸ Handfield/Nichols (1999), S. 2.

⁸⁹ Vgl. Shapiro (2007), S. 5.

⁹⁰ Vgl. Chopra/Meindl (2010), S. 20: „A supply chain consists of all parties involved, directly or indirectly, in fulfilling a customer request. The supply chain includes not only the manufacturer and suppliers, but also transporters, warehouses, retailers, and even customers themselves. Within each organization, such as a manufacturer, the supply chain includes all functions involved in receiving and filling a customer request: These functions include, but are not limited to, new product development, marketing, operations, distribution, finance, and customer service.“

⁹¹ Vgl. Knolmayer et al. (2009), S. 4: „Supply chains may consist of independent companies, but can also be made up of organizational entities that legally belong to one group. Whereas the literature concentrates on inter-company collaboration, most SCM projects in practice concern intra-group systems and collaboration within a group [...]“.

⁹² Vgl. Stadler (2008c), S. 9: Ergänzung der Definition von Christopher um folgende institutionelle Aussage: „In a broad sense a supply chain consists of two or more legally separated organizations, being linked by material, information and financial flows. These organizations may be firms producing parts, components and end products, logistic service providers and even the (ultimate) customer himself. So, the above definition of a supply chain also incorporates the target group – the ultimate customer.“

⁹³ Vgl. Lambert et al. (2005), S. 25. Zu dieser Gruppe passt auch die Definition von Saunders (1997), S. 44: „The scope of perspectives [...] can vary, depending on the position and purpose of the person involved. It might be restricted to activities carried out within the confines of the boundaries of a firm, as defined in conventional legal terms. There may be internal chains within a single site, but, in more complex organisations, there may be chains linking operations between geographically separate operations (possibly on a global basis). Externally, there are chains in the flow of goods from original sources of raw materials through to the final customer.“ Auch Werner (2010), S. 7, unterscheidet zwischen unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Supply Chains, wobei er unternehmensinterne Supply Chains eher im Sinne der ersten Definitionen nach zum Beispiel Stevens (1989) abgrenzt. Demnach umfasst die „[...] interne Supply Chain [...] folgende Stufen: Wareneingang, Hochregallager, Kommissionierung, Vormontage, Zwischenlager, Endmontage und Versand. Ein vorgelagerter Bereich versorgt seinen jeweils nachgelagerten.“ Die unternehmensübergreifende Supply Chain „[...] richtet sich auf die Schnittstellen einer Unternehmung mit ihren externen Partnern.“ Eine sehr ähnliche Abgrenzung der innerbetrieblichen Supply Chain von der unternehmensübergreifenden schlägt Zimmer (2001), S. 9, vor.

die ausschließlich aus Elementen innerhalb eines Unternehmens bestehen und solchen, die zusätzlich auch noch Elemente anderer Unternehmen enthalten. Laut Webster besteht eine Supply Chain aus „[...] two or more parties linked by a flow of resources – typically material, information, and money – and frequently global in scope [...]. The term parties in the definition does not necessarily refer to different firms. It may be appropriate to examine internal or internal/external supply chains where some parties are departments or divisions within a firm.“⁹⁴

Ein institutionsübergreifender Charakter als konstituierendes Element (Gruppe 3) des Supply Chain Begriffs ist zum Beispiel in der Definition von Sucky verankert.⁹⁵ Tabelle 2.1 enthält eine Übersicht über die einzelnen Autoren der drei Definitionsgruppen.

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Christopher (2011), Werner (2010), Waters (2009), Simchi-Levi et al. (2008), Corsten/Gössinger (2008), Beckmann (2004), Mentzer et al. (2001), Handfield/Nichols (1999), Lee/Billington (1995).	Chopra/Meindl (2010), Knolmayer et al. (2009), Webster (2008), (2008c), Shapiro (2007), Lambert et al. (2005), Zimmer (2001), Saunders (1997).	Arndt (2010), Sucky (2004b), Weber et al. (2003).

Tabelle 2.1: Institutionelle Kategorisierung der Supply-Chain-Definitionen

Dieser Arbeit liegt folgendes Begriffsverständnis einer Supply Chain zu Grunde, das aus den Definitionen der zweiten Gruppe, insbesondere denen von Webster und Shapiro, und der umfassenden Begriffsabgrenzung von Sucky abgeleitet wird, zu Grunde:

Eine Supply Chain entspricht einem Netzwerk aus Ressourcen, die auf mehrere Standorte verteilt sind und zur Durchführung von Wertschöpfungsprozessen dienen, sowie aus horizontalen und vertikalen Beziehungen, die aus rechtlichen Verbindungen oder Informations-, Güter- und Zahlungsflüssen zwischen den Standorten bestehen können. Die Standorte können einer oder mehreren Institutionen angehören. Als mögliche Institutionen kommen Konzerne, Unternehmen oder andere Organisationen in Frage.

⁹⁴ Webster (2008), S. 4.

⁹⁵ Vgl. Sucky (2004b), S. 18. Auch Arndt (2010), S. 47, und Weber et al. (2003), S. 9–10, sehen eine Supply Chain nur dann gegeben, wenn sie aus mehreren rechtlich selbstständigen Unternehmen besteht.

Zu den Wertschöpfungsprozessen werden hier auch explizit Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse gezählt.⁹⁶

2.2.1.2 Internal-Supply-Chain-Definitionen

Die aufgestellte Supply-Chain-Definition dient als Grundlage für die Abgrenzung des Begriffs der Internal Supply Chain. Eine explizite Definition dazu ist wegen der geringen Verbreitung und dem relativ unübersichtlichen Begriffsfeld, das auch weit verbreitete Wörter wie Produktionsnetzwerk oder Value Chain enthält, in der Literatur nur schwer zu finden. Nichtsdestotrotz existieren einige Quellen, in denen der Begriff zumindest implizit bestimmt wird. Den Ausgangspunkt bilden die ersten Veröffentlichungen zur Supply Chain allgemein in den 1980er Jahren. Diese unterscheiden sich deutlich von den aktuellen Publikationen, weil nicht der standortübergreifende, sondern der funktionsübergreifende Charakter einer Supply Chain betont wird. Die institutionelle Reichweite der Supply Chain wurde zunächst auf nur ein Unternehmen beschränkt. Stellvertretend für das damalige Begriffsverständnis werden Oliver/Webber zitiert, die die Supply Chain “[...] as a single entity rather than relegating fragmented responsibility for various segments in the supply chain to functional areas such as purchasing, manufacturing, distribution, and sales [...]“ sehen.⁹⁷ Ähnlich funktional-prozessorientierte Abgrenzungen verwenden auch Jones/Riley⁹⁸, Houlihan⁹⁹ und Stevens¹⁰⁰.

In aktuellen Definitionen finden sich Hinweise auf den Begriff „Internal Supply Chain“, ohne dass dieser explizit definiert wird.¹⁰¹ Chopra/Meindl greifen zum Beispiel die funktional-prozessorientierten, eher unternehmensinternen Definitionen auf und ergänzen diese um den standortübergreifenden Aspekt.¹⁰² Weitere Autoren schließen Unternehmenseinheiten als mögliche Supply-Chain-Standorte in ihren institutionellen oder ressourcenorientierten Definitionen explizit mit ein.¹⁰³ Krajewski/Ritzman decken in ihrer Beschreibung der Internal Supply Chain eines Keksherstellers sowohl die prozessorientierte als auch die institutionelle Perspektive ab:

⁹⁶ Logistische Leistungen können zur Differenzierung von Wettbewerbern beitragen. Warenverfügbarkeit und pünktliche Lieferung werden vom Kunden als Leistungseigenschaften wahrgenommen. Entsprechend leisten logistische Aktivitäten einen Wertbeitrag (vgl. Wildemann (2004)). Eine beispielhafte detaillierte Aufstellung des Wertbeitrags logistischer Aktivitäten führt Wannawetsch (2010), S. 12–15, auf.

⁹⁷ Oliver/Webber (1982), S. 66.

⁹⁸ Vgl. Jones/Riley (1985), S. 17–19.

⁹⁹ Vgl. Houlihan (1985), S. 26 und S. 37.

¹⁰⁰ Vgl. Stevens (1989), S. 3; ein Supply-Chain-Konzept mit Bezug zu diesen Definitionen enthält der Artikel von Ballou et al. (2000), S. 9–11.

¹⁰¹ Vgl. Abschnitt 2.2.1.1.

¹⁰² Vgl. Chopra/Meindl (2010), S. 20.

¹⁰³ Vgl. Knolmayer et al. (2009), S. 4, Stadtler (2008c), S. 10, Webster (2008), S. 4, Lambert et al. (2005), S. 25, und Saunders (1997), S. 44.

„The flow of materials begins with the purchase of raw materials (e.g. eggs, flour, and chocolate chips) and services (e.g. maintenance) from outside suppliers. Raw materials are stored and then converted into cookies by one or more transformation processes, which involves some short-term storage of work-in-process inventory. The cookies are stored (briefly) as finished goods and then shipped by means of transportation services suppliers to large supermarket chains, which have their own distribution centers. This cycle repeats over and over, as the firm responds to customer demand. The focus is on the integration of those aspects of the supply chain directly under the firm’s control to create an internal supply chain.“¹⁰⁴ Eine Ausnahme unter den Supply-Chain-Definition stellt die Abgrenzung von Werner dar, der die ersten Supply-Chain-Definitionen¹⁰⁵ für eine unternehmensinterne Supply Chain adaptiert. Eine mögliche geografische Verteilung und Selbstständigkeit der Standorte lässt Werner allerdings außer acht.¹⁰⁶

Unter Wahrung der Konsistenz und der Umfassendheit lässt sich aus der obigen Definition einer Supply Chain und den aufgeführten Literaturhinweisen der Begriff „Internal Supply Chain“ ableiten:

Eine Supply Chain entspricht einem Netzwerk aus Ressourcen, die auf mehrere Standorte verteilt sind und zur Durchführung von Wertschöpfungsprozessen dienen, sowie aus horizontalen und vertikalen Beziehungen, die aus rechtlichen Verbindungen oder Informations-, Güter- und Zahlungsflüssen zwischen den Standorten bestehen können. Gehören die Standorte ausschließlich einer Institution an, ist von einer Internal Supply Chain die Rede. Als mögliche Institutionen kommen Konzerne, Unternehmen oder andere Organisationen in Frage.

Um im Umkehrschluss auch eine External Supply Chain definieren zu können, bedarf es einiger Schlussfolgerungen aus dieser Definition. Die institutionelle Reichweite ist offenbar abhängig von der institutionellen Zuordnung einer Standortbeziehung. Verbindet diese Beziehung zwei Standorte miteinander, die einer Institution angehören, handelt es sich um eine interne Standortbeziehung. Besteht eine derartige interne Beziehung, muss auch eine Internal Supply Chain existieren, weil mindestens zwei Standorte einer Institution betrachtet werden. Sind hingegen je ein Standort von zwei Institutionen durch eine Standortbeziehung miteinander verknüpft, wird von einer externen Standortbeziehung gesprochen. Neben Internal Supply Chains können folglich auch Netzwerke auftreten, in denen sowohl interne als auch externe Standortbeziehungen

¹⁰⁴ Krajewski/Ritzman (2002), S. 504–505. Dieses Begriffsverständnis deckt sich mit dem von Suishan et al. (2010) und Shah/Singh (2001). Außerdem verwenden Seppänen/Suomala (2003) und Huin et al. (2002) den Begriff „Internal Supply Chain“, ohne ihn allerdings zu definieren. Sie verweisen lediglich auf den unternehmensinternen Charakter der Internal Supply Chain.

¹⁰⁵ Vgl. Oliver/Webber (1982), S. 66, Jones/Riley (1985), S. 17–19, Houlihan (1985), S. 26 und S. 37, sowie Stevens (1989), S. 3.

¹⁰⁶ Vgl. Werner (2010), S. 7. Der Autor weist daraufhin, dass diese Abgrenzung allein für ein Montageunternehmen gültig ist. Bei Produktionsunternehmen müssen die Elemente angepasst werden. Ähnlich grenzt Zimmer (2001), S. 9, die Begriffe der unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Supply Chain ab.

vorhanden sind. Analog können diese Netzwerke als Internal/External Supply Chains bezeichnet werden.¹⁰⁷ External Supply Chains enthalten dagegen keine internen vertikalen oder horizontalen Standortbeziehungen. Das ist dann gegeben, wenn jede Institution mit lediglich einem Standort in der betrachteten Supply Chain vertreten ist.¹⁰⁸ Die Zuordnung einer Supply Chain zu einer dieser Kategorien hängt stark von dem betrachteten Supply-Chain-Ausschnitt ab. Je mehr Standorte in die Betrachtung einbezogen werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer Deklaration des Ausschnitts als Internal/External Supply Chain. Beschränken sich die Betrachtungen nicht nur auf einen Ausschnitt, sondern die gesamte Supply Chain, dürfte in der Unternehmenspraxis nahezu jede Supply Chain der Internal/External-Kategorie angehören.¹⁰⁹ Im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Internal und External Supply Chain weist Stevens darüber hinaus darauf hin, dass erst dann eine Beziehung zu den externen Partnern neu geordnet werden kann, wenn die Internal Supply Chain entsprechend organisiert ist.¹¹⁰

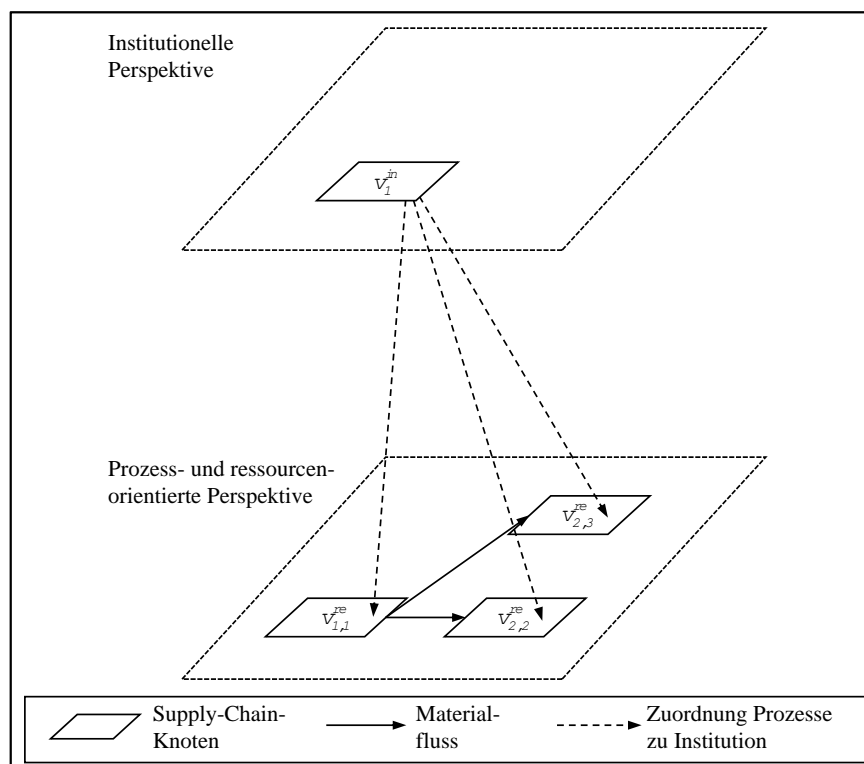


Abbildung 2.3: Internal-Supply-Chain-Definition¹¹¹

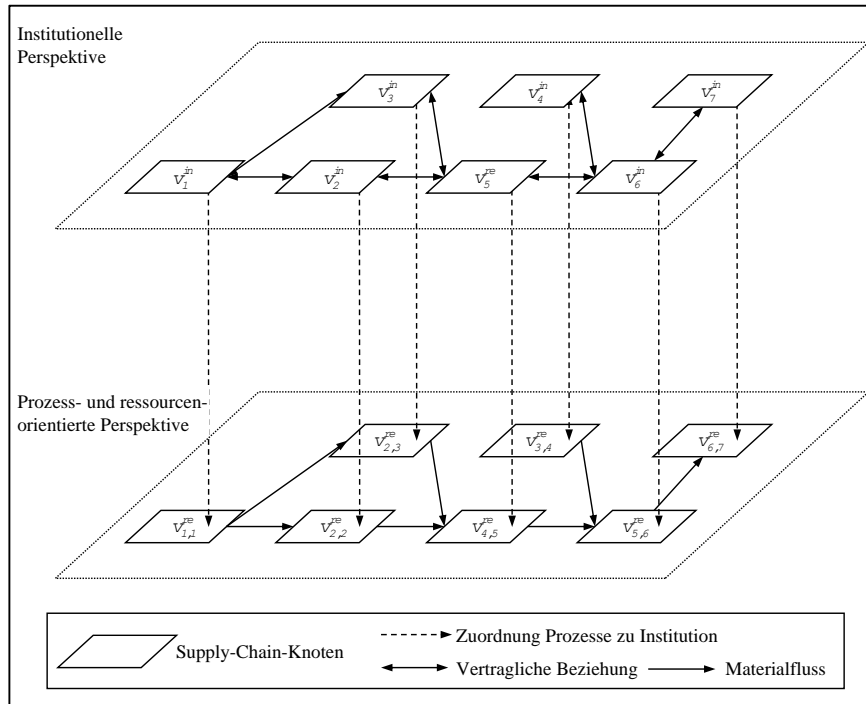
¹⁰⁷ Vgl. Webster (2008), S. 4.

¹⁰⁸ Der Zusammenhang zwischen Internal und External Supply Chain korrespondiert mit der Makro-, Meso- und Mikroebene bei Zundel (1999), S. 89. Außerdem muss an dieser Stelle wie bereits zuvor darauf hingewiesen werden, dass eine Standortbeziehung auch dann vorliegen kann, wenn Standorte zwar nicht durch einen direkten, aber durch einen indirekten Materialfluss oder Informationsflüsse verbunden sind.

¹⁰⁹ In dieser Arbeit werden mit dem Begriff „Supply Chain“ sowohl die gesamte Supply Chain als auch einzelne Supply-Chain-Ausschnitte bezeichnet.

¹¹⁰ Vgl. Stevens (1989).

¹¹¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sucky (2004b), S. 16.

Abbildung 2.4: External-Supply-Chain-Definition¹¹²

In den Abbildungen 2.3 und 2.4 werden die zwei Reinformen External und Internal Supply Chain in der bereits vorgestellten Notation grafisch veranschaulicht. Außerdem ist in Abbildung 2.2 eine typische Internal/External Supply Chain zu sehen.¹¹³

Die im vorherigen Kapitel gegebene formale Definition einer Supply Chain entspricht der Definition einer Internal Supply Chain, falls die Anzahl der betrachteten Institutionen \overline{ins} den Wert eins annimmt und damit festgelegt wird, dass die Standorte einer einzigen Institution angehören. Es muss entsprechend gelten:

$$V^{in} := \{v_{ins}^{in} | ins = 1\} \quad (2.4)$$

Hingegen ist eine Internal/External Supply Chain formal wie folgt definiert:

$$V^{in} := \left\{ v_{ins}^{in} | ins \in \{2, \dots, \overline{ins}\} \wedge \overline{ins} < \overline{ps(pr)} \right\} \quad (2.5)$$

Auf Grund der zuvor eingeführten Definition horizontaler Beziehungen, gemäß der eine Verbindung zwischen Standorten einer Supply Chain auch dann vorliegt, wenn ein indirekter Materialfluss die beiden Standorte verbindet, muss eine External Supply Chain, in der ausschließlich unternehmensübergreifende Beziehungen existieren, formal wie folgt festgelegt werden:

$$V^{in} := \left\{ v_{ins}^{in} | ins \in \{2, \dots, \overline{ins}\} \wedge (\overline{ins} = \overline{ps(pr)}) \right\} \quad (2.6)$$

¹¹² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sucky (2004b), S. 16.

¹¹³ Vgl. Sucky (2004b), S. 10.

Mit dieser Definition werden zum Beispiel Supply Chains mit zwei internen Teileproduktionsstandorten und einem externen Montagestandort der Kategorie der Internal/External Supply Chains zugeordnet, obwohl ausschließlich externe, direkte Materialflüsse bestehen. Diese Abgrenzung wird unter anderem deshalb gewählt, weil aus der Supply-Chain-Kategorie Rückschlüsse auf mögliche standortübergreifende Planungsaufgaben möglich sein sollen. Der Teillieferant hat in diesem Fall ein internes Allokationsproblem bezüglich der beiden Produktionsstandorte zu lösen. Dieser unternehmensinterne Charakter eines Teilproblems der standortübergreifenden Planung spiegelt sich in der Deklaration der Supply Chain als Internal/External Supply Chain wider. Die Abgrenzung der drei Supply-Chain-Kategorien erfolgte bislang ausschließlich aus institutioneller Perspektive. Die prozess- und ressourcenorientierte Perspektive kann bei allen drei Modellen im Vergleich zur allgemeinen Definition unverändert bleiben, da alle Änderungen bereits im Rahmen der institutionellen Perspektive berücksichtigt wurden. Voraussetzung der formalen Darstellung ist, dass in allen Perspektiven lediglich Standorte berücksichtigt werden, die mit der restlichen Supply Chain durch eine beliebige Standortbeziehung verbunden sind. Die Zuordnung einer Supply Chain zu einer Kategorie ist trotz dieser Definition auch für den Fall gegeben, dass ein Prozess oder Standort mehreren Institutionen zugeordnet wird, zum Beispiel um ein Joint Venture darzustellen. Diese Unschärfe kann aufgehoben werden, indem das Joint Venture als eigene Institution abgebildet wird. Anhand der formalen Darstellung der unterschiedlichen Supply-Chain-Kategorien wird deutlich, dass das entscheidende Charakteristikum einer Supply Chain die standortübergreifende Reichweite darstellt. Eine Supply Chain innerhalb eines Standorts im Sinne einer räumlich verbundenen Produktionsstätte kann folglich definitionsgemäß nicht existieren.¹¹⁴ Zur Schaffung von begrifflicher Eindeutigkeit wird im nächsten Abschnitt der Begriff der Internal Supply Chain von den verwandten Begriffen der Wertkette und des Produktionsnetzwerks abgegrenzt.

2.2.1.3 Abgrenzung zu ähnlichen Konzepten

Gerade im unternehmensinternen Bereich existieren diverse Begrifflichkeiten, die im gleichen Kontext und zum Teil auch mit der gleichen Bedeutung wie die oben definierte Internal Supply Chain verwendet werden. Dazu zählen vor allem die Begriffe der Wertkette und des Produktionsnetzwerks.

¹¹⁴ Damit steht diese Auffassung zwar im Widerspruch zu den frühen Definitionen des Supply Chain Management und den Definitionen von Zimmer (2001), S. 9, und Werner (2010), S. 7, sie greift stattdessen aber die aktuell in Forschung und Praxis verbreitete Auffassung, nach der eine Supply Chain aus geografisch verteilten Standorten bestehen muss, auf. Damit wird auch neuen Organisationsformen innerhalb von Unternehmen Rechnung getragen, die den Standorten ein hohes Maß an Selbstverantwortlichkeit zuordnen (zum Beispiel Profit-Center-Organisationen). Die in dieser Arbeit vorgestellten Konzepte können relativ leicht für Situationen, in denen mehrere unabhängige Akteure miteinander planen, auf standortinterne Planungsprobleme übertragen werden.

Wertkette

Der Ursprung der Wertkette (englisch: Value Chain) ist bei Porter/Millar (1985) zu finden und konzeptuell den frühen Supply-Chain-Definitionen sehr ähnlich.¹¹⁵ Demnach ist eine Wertkette „[...] a system of interdependent activities, which are connected by linkages.“¹¹⁶ Die Wertkette ist unternehmensintern ausgerichtet, bildet die Funktionen und Aktivitäten eines Unternehmens ab und unterteilt diese in primäre Funktionen, wie zum Beispiel Produktion, Eingangs- und Ausgangslogistik, sowie sekundäre Funktionen. Auf dem Konzept der Wertkette basieren Wertkettenanalysen, mit denen die Schaffung von Funktionsintegration und Prozessorientierung im gesamten Unternehmen verfolgt wird. Ein System aus mehreren Wertketten, die miteinander durch Material-, Informations- und Zahlungsflüsse in Verbindung stehen, entspricht einem sogenannten Wertsystem.¹¹⁷

Zusätzlich zur ursprünglichen Bedeutung wird der Begriff mit oder ohne Abwandlungen auch in anderen Kontexten verwendet.¹¹⁸ Die Definition von Cox ist beispielsweise eher monetär ausgerichtet: „The value chain exists in parallel with the supply chain and refers to the flow of revenue from the end consumer of any product and service, which provides the revenue stream for each stage of the supply chain.“¹¹⁹ Auf den standort- und den unternehmensübergreifenden Geltungsbereich dehnt Sturgeon den Geltungsbereich einer Value Chain aus. Demnach besteht eine Value Chain aus „[...] productive (i.e., value-added) activities leading to and supporting end use.“¹²⁰ Der ursprüngliche, funktionale Aspekt tritt ebenfalls bei der Definition von Talluri et al. in den Hintergrund, die stattdessen den institutionellen und ressourcenorientierten Charakter einer Wertkette hervorheben, indem sie diese als Sammelbegriff für Netzwerkorganisationen, virtuelle Unternehmen und Kooperationen benutzen. Insgesamt hat sich die ursprüngliche Bedeutung einer Wertkette, wie sie Porter/Millar definieren, allerdings etabliert und wird im Allgemeinen als unternehmensinterne, funktional-integrierte Grundlage einer Supply Chain angesehen.¹²¹ Dieses Begriffsverständnis einer funktional-integrierten, prozessorientierten, standortinternen Kette liegt auch dieser Arbeit zu Grunde. Ist der Unterschied zwischen Wertkette und Internal Supply Chain auf Grund des deutlich voneinander abweichenden Schwerpunkts noch offensichtlich, differieren Wertsysteme und Internal Supply Chains deutlich weniger voneinander. Im Gegensatz zur Internal Supply Chain fokussiert das Konzept des Wertsystems allerdings sehr stark auf den prozessorientierten Charakter. Die Abbildung von Ressourcen oder Institutionen steht bei diesem Konzept nicht im Vordergrund. Außerdem

¹¹⁵ Vgl. Porter/Millar (1985).

¹¹⁶ Porter/Millar (1985), S. 150.

¹¹⁷ Im Original werden die Begriffe Value Chain und Value System verwendet.

¹¹⁸ Vgl. zum Beispiel den Begriff „Value Net“ bei Bovet/Martha (2000), S. 2–7, der im Großen und Ganzen einer Supply Chain mit zusätzlichen Eigenschaften wie Digitalität und Agilität gleichkommt.

¹¹⁹ Cox (1999), S. 173.

¹²⁰ Sturgeon (2001), S. 3.

¹²¹ Vgl. Spekman et al. (1998), S. 631, Delfmann (1998), S. 65–67, und Normann/Ramirez (1993), S. 185–219.

ist das Wertsystem geprägt von Kooperationen, die von Einkäufern und Vertriebsmitarbeitern getragen werden, und damit von einem weniger intensiven Informationsaustausch als in Supply Chains und vor allem in Internal Supply Chains, in denen Kollaborationen zwischen den einzelnen Standorten über alle Funktionen hinweg anzustreben sind. Die Erweiterung zu einem Wertschöpfungsnetz hebt den Unterschied zu einer Supply Chain weitgehend auf, wobei der unternehmensübergreifende Charakter bei Wertschöpfungsnetzen stark betont wird.¹²²

Produktionsnetzwerk

Unübersichtlicher als bei der Wertkette gestaltet sich der Literaturüberblick bei dem Begriff „Produktionsnetzwerk“ (englisch: production network), der vom produktspezifischeren Produktions- oder Fertigungsverbund zu unterscheiden ist.¹²³ Ähnlich wie im Abschnitt 2.2.1.1 zum Begriff „Supply Chain“ lassen sich die einzelnen Begriffsdefinitionen auch beim Produktionsnetzwerk anhand der institutionellen Reichweite grob kategorisieren. Im Gegensatz zur Supply Chain, bei der es lediglich ausschlaggebend ist, ob auch unternehmensinterne Strukturen als Supply Chain gelten können, variieren die Definitionen im Hinblick auf die mögliche Reichweite eines Produktionsnetzwerks deutlich stärker. Das Spektrum an Abgrenzungen reicht von rein unternehmensinternen Netzwerken mit „[...] locations that offer the most advantageous operating conditions and least expensive inputs for particular stages of the process“¹²⁴ über einen internen und externen Geltungsbereich¹²⁵ bis hin zu rein unternehmensexternen Netzwerken „[...] of inter-firm relationships that bind a group of firms into a larger economic unit.“¹²⁶

Durch diese Kategorisierung ist kein großer Unterschied zwischen dem Begriff „Produktionsnetzwerk“ und „Supply Chain“ erkennbar. Beide Konzepte unterscheiden sich nur hinsichtlich des Zwecks.¹²⁷ Während die Supply Chain auf die Kundennachfrage ausgerichtet ist und Distributions-, Beschaffungs-, Produktions-, Entwicklungs- und Verwertungsaktivitäten und -ressourcen zur Erfüllung der Kundennachfrage umfasst, wird das Produktionsnetzwerk dominiert von Produktionstätigkeiten (vgl. Abbildung 2.5).¹²⁸

¹²² Vgl. Blecker/Liebhart (2006), S. 1–4.

¹²³ Schuh et al. (2006), S. 83–84.

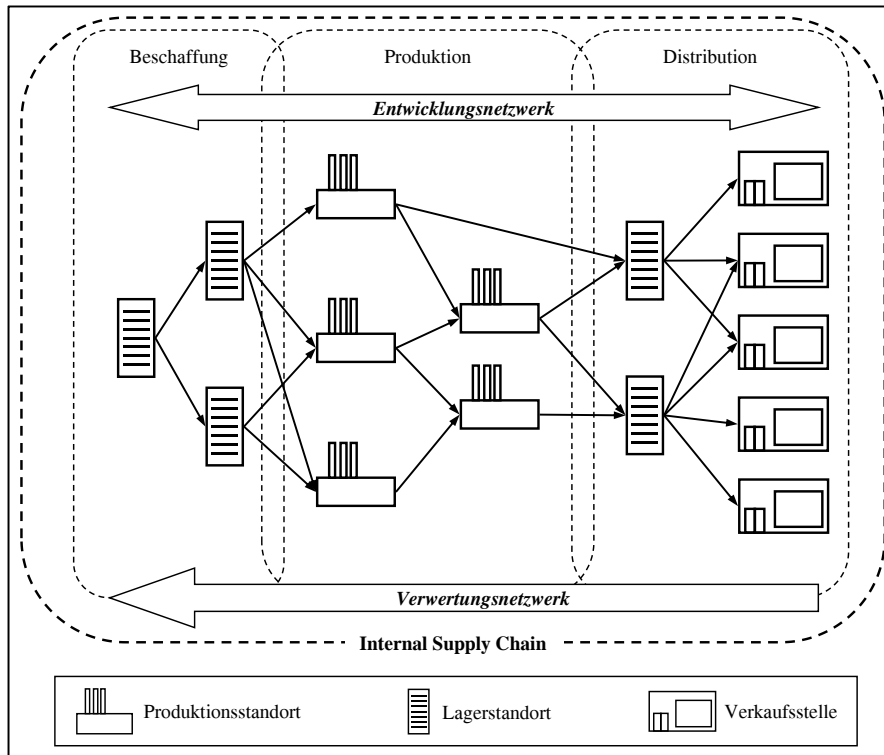
¹²⁴ Oliff/Arpan (1989), S. 41. Ebenfalls dieser Gruppe können die Definitionen von Fouquin et al. (2007), S. 4–5, Fleischmann et al. (2006), Hanson et al. (2005), S. 466, Eversheim et al. (2000) und Ferdows (1989) zugeordnet werden.

¹²⁵ Vgl. Schönsleben (2011), S. 12, Justus (2009), S. 24–27, Kurbel (2005), S. 400, Wildemann (1996) und Bellmann (1996).

¹²⁶ Sturgeon (2001), S. 2. Für ein unternehmensexternes Netzwerk wird der Begriff außerdem bei Zundel (1999), S. 41, Jäger/Boucke (1999), S. 93, Warnecke (1999), S. 26, und Mildenerger (1998), S. 33, gebraucht.

¹²⁷ Wiendahl/Lutz (2002), S. 369, sehen die Hauptdifferenz zwischen einer Supply Chain und einem Produktionsnetzwerk darin, dass bei letzterem im Gegensatz zur Supply Chain auch horizontale Informations- und Materialflüsse möglich sind. Diese Unterscheidung widerspricht allerdings dem hier verwendeten netzwerkorientierten Ansatz der Supply Chain (Vgl. Abschnitt 2.2.1.1).

¹²⁸ Vgl. Ritsch (2005), S. 41–42, und Zundel (1999), S. 41.

Abbildung 2.5: Produktionsnetzwerk und Internal Supply Chain¹²⁹

Daraus folgt, dass ein internes Produktionsnetzwerk Teil einer Internal Supply Chain ist. Generell kann eine Internal Supply Chain aus der ressourcenorientierten Perspektive in ein Distributions-, Beschaffungs-, Produktions-, Entwicklungs- und Verwertungsnetzwerk unterteilt werden, solange ein Teil oder alle diese Aktivitäten intern durchgeführt werden. Analog zur Internal-Supply-Chain-Definition wird in dieser Arbeit von folgendem Verständnis des Begriffs „Produktionsnetzwerk“ ausgegangen:

Ein Produktionsnetzwerk entspricht einem Netzwerk aus Ressourcen, die auf mehrere Standorte verteilt sind und überwiegend zur Durchführung von Produktionsprozessen dienen, sowie aus horizontalen und vertikalen Beziehungen, die aus rechtlichen Verbindungen oder Informations-, Güter- und Zahlungsflüssen zwischen den Standorten bestehen können. Die Standorte können einer oder mehreren Institutionen angehören. Als mögliche Institutionen kommen Konzerne, Unternehmen oder andere Organisationen in Frage.

Dezentrale Fertigungskonzepte

Parallel zum Netzwerkgedanken auf standort- und unternehmensübergreifender Ebene sind seit den 1990er Jahren in der Fertigungsorganisation eines Unternehmens dezentrale Organisationskonzepte verbreitet.¹³⁰ Dazu zählt zum Beispiel die *Fraktale Fabrik*. Demnach besteht ein Standort oder ein Unternehmen aus gleich strukturierten Einheiten, sogenannten Fraktalen, die

¹²⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

¹³⁰ Vgl. Wiendahl (2010), S. 50–52, Bullinger et al. (2000), Gerpott/Böhm (1999) und Dillerup (1998), S. 166.

ihrerseits wieder Teile eines größeren gleich strukturierten Fraktals sind. Die Einheiten sind weitestgehend autonom, die heterarchische Koordination¹³¹ der Einheiten erfolgt durch Verhandlungen.¹³² Ähnlich konzipiert ist die *Holonische Fabrik*, wobei ein Holon in Struktur und Aufbau ungefähr einem Fraktal entspricht. Im Gegensatz zur Fraktalen Fabrik ist eine Holon allerdings stärker in die Gesamthierarchie der Holone eingebunden und erhält beispielsweise Planvorgaben von in der Hierarchie höher angesiedelten Holonen.¹³³ Die *Bionische Fabrik* hebt sich von der Fraktalen und Holonischen Fabrik dadurch ab, dass sich die Organisationsstruktur an das Konzept eines biochemischen Stoffes anlehnt, der aus einzelnen Zellen besteht. Enzyme wirken als Katalysatoren, die das Zusammenwirken der Einzelzellen ermöglichen. Auf den Unternehmenskontext übertragen, entsprechen die Unternehmenseinheiten den Zellen und die Koordinatoren den Enzymen. Wie bei den anderen Konzepten agieren die Einheiten autonom, wobei die Koordinatoren Regeln für das Zusammenspiel der Einheiten festlegen und durchsetzen.¹³⁴ Die *Agile Fabrik* ist im Vergleich zu den bisher vorgestellten Konzepten deutlich stärker auf die unternehmensübergreifende Koordination ausgerichtet. Ziel der Agilen Fabrik ist es, die Variantenvielfalt durch kurzfristige, IT-gestützte Zusammenarbeit zu beherrschen.¹³⁵

Die vorgestellten Konzepte beinhalten im Gegensatz zur Begrifflichkeit „Internal Supply Chain“ bereits konkrete Hinweise auf die Koordinationsart. Während eine Internal Supply Chain sowohl heterarchisch als auch hierarchisch koordiniert werden kann, sind die dezentralen Fertigungskonzepte eng mit einer heterarchischen Koordinationsform verbunden. Ebenso ist die Delegation der Aufgaben grob geregelt. Der Begriff der Internal Supply Chain hingegen repräsentiert lediglich eine Struktur von zu koordinierenden Organisationseinheiten. Die Art und Weise der Koordination ist durch den Begriff noch nicht festgelegt. Theoretisch ist es folglich möglich, dass eine Internal Supply Chain gemäß dem Konzept der Fraktalen Fabrik konzipiert ist. Zu beachten ist dabei allerdings, dass alle vorgestellten Konzepte einen starken Fertigungsbezug aufweisen, weniger materialflussorientiert sind und dementsprechend vor allem im Produktionsnetzwerk einer Internal Supply Chain angewendet werden.

¹³¹ Eine ausführliche Betrachtung und Definition von Koordinationsaufgaben und -mechanismen in Internal Supply Chains wird in Kapitel 3 vorgenommen.

¹³² Vgl. Gronau/Lindemann (2009), S. 23, und Warnecke (1996), S. 141–205. Ryu et al. (2003) stellen einen Ansatz vor, der die Idee der Fraktalen Fabrik auf eine Supply Chain überträgt.

¹³³ Vgl. Koestler (1967). Vor allem interessant sind in diesem Zusammenhang auch die organisatorischen Merkmale der holonischen Fabrik in Koestler (1967), S. 341–348. Vgl. außerdem Tharumarajah et al. (1996), S. 220–223.

¹³⁴ Vgl. Dillerup (1998), S. 184–196, und Okino (1993).

¹³⁵ Vgl. Wiendahl (2010), S. 50–52, Zelewski (1998), S. 246–248, und Kidd (1994).

2.2.2 Netzwerkeigenschaften

Zur Konkretisierung und Operationalisierung der Internal-Supply-Chain-Definition werden in diesem Abschnitt konstituierende und weiterführende Merkmale von Internal Supply Chains in mehreren morphologischen Kästen zusammengefasst. Seitdem die Produktion in Netzwerken und Netzwerke allgemein Thema in der wissenschaftlichen Literatur sind, werden auch Merkmalschemata zur Charakterisierung und Typisierung von Netzwerken veröffentlicht. Ein grundlegendes Merkmalschema stellt die Übersicht von Tichy et al. zum Zwecke der Einordnung sozialer Netzwerke dar, das Merkmale zu den Verknüpfungen und den strukturbildenden Individuen eines Netzwerks enthält.¹³⁶ Im ökonomischen Kontext besitzen vor allem die von Pausenberger und Sydow eingeführten Netzwerkeigenschaften fundamentale Bedeutung.¹³⁷ Beide Schemata dienen dazu, Netzwerke autonomer Organisationseinheiten zu charakterisieren. Die allgemeinen Netzwerkeigenschaften ergänzen die Autoren deshalb um organisatorische Merkmale, wie zum Beispiel die Koordination oder die institutionelle Zugehörigkeit. Zusammen mit der Verbreitung des Supply Chain Management sind mittlerweile eine Vielzahl derartiger Merkmalschemata erschienen. Hervorzuheben sind auf Grund ihrer Bedeutung für Internal Supply Chains an dieser Stelle vor allem die Schemata von Kaczmarek, Schonert und Lücke.¹³⁸

Um aus der Vielzahl der Merkmale die relevanten Eigenschaften zielgerichtet auszuwählen und um die Übersichtlichkeit des Schemas zu wahren, bedarf es eines systematischen Vorgehens. Darum wird zunächst der Charakterisierungszweck erläutert.¹³⁹ Dieser leitet sich aus der Struktur und den Forschungsfragen dieser Arbeit ab.¹⁴⁰ Neben der Begriffsklärung und der Beschreibung von Prozessen des Internal Supply Chain Management werden auch organisatorische Aspekte von Internal Supply Chains untersucht. Mögliche Merkmale von Internal Supply Chains enthält ein Maximalkatalog, der auf über 20 Merkmalschemata der wissenschaftlichen Literatur basiert.¹⁴¹

¹³⁶ Vgl. Tichy et al. (1979), S. 508.

¹³⁷ Vgl. Sydow (1992), S. 83–96, und Pausenberger (1989), S. 622.

¹³⁸ Vgl. Schonert (2008), S. 73, Kaczmarek (2006), S. 22, und Lücke (2005), S. 24.

¹³⁹ Die Präzisierung des Merkmalschemas erfolgt analog zu den ersten drei Punkten des von Müller/Bruckner (2004), S. 320, vorgeschlagenen Vorgehens zur Gestaltung einer Netzwerktopologie.

¹⁴⁰ Vgl. Abschnitt 1.2.

¹⁴¹ Vgl. Schönsleben (2011), S. 122–133, Gausmann (2009), S. 46, Schuh et al. (2009), S. 319, Meyr/Stadtler (2008), S. 69–70, Krupp/Klaus (2008), S. 66, Schonert (2008), S. 73, Kaczmarek (2006), S. 22, Eggert (2006), S. 30, Schuh et al. (2006), S. 86, Lücke (2005), S. 24, Müller/Bruckner (2004), S. 320, Röhrs (2003), S. 139–152, Philippon (2003), S. 40, Reiß (2001), S. 130–149, Stölzle (1999), S. 93–94 und S. 197–205, Zundel (1999), S. 95–109, Mildnerberger (1998), S. 27, Fisher (1997), S. 107–108, Wildemann (1997), S. 421, Sydow (1992), S. 83–96, Miles/Snow (1992), S. 56, Pausenberger (1989), S. 622, und Tichy et al. (1979), S. 508.

Internal Supply Chains sind dadurch gekennzeichnet, dass Standorte, Ressourcen oder einzelne Instanzen einer Institution miteinander interagieren. Im Gegensatz zu einem Produktionsnetzwerk kooperieren diese funktionsübergreifend bei mehreren Produkten oder Produktvarianten. Die Merkmalsausprägungen der Internal Supply Chain sind in Tabelle 2.2 durch die dunkelgrau markierten Felder gekennzeichnet. Tabelle 2.3 enthält die Literaturquellen zu den Merkmalen.

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Akteure	Unternehmen	Geschäftseinheiten	Standorte	Instanzen
Akteurszahl	1		mehr als 1	
Instit. Reichweite	organisationsintern		organisationsübergreifend	
Produktanzahl	1		mehr als 1	

Tabelle 2.2: Konstituierende Merkmale von Internal Supply Chains

Merkmale ¹⁴²	Autor
Akteure	Krupp/Klaus (2008), S. 66 und Stölzle (1999), S. 93–94.
Akteursanzahl	Gausmann (2009), S. 46, Schonert (2008), S. 73, Kaczmarek (2006), S. 22, Lücke (2005), S. 24, Morschett (2005), S. 390–391, Zundel (1999), S. 95, Kutschker (1994), S. 126, und Tichy et al. (1979), S. 508.
Instit. Reichweite	Gausmann (2009), S. 46, und Kaczmarek (2006), S. 22.
Produktanzahl	Eggert (2006), S. 30.

Tabelle 2.3: Literaturüberblick zu den konstituierenden Merkmalen von Internal Supply Chains

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Produktionskonzept	Make-To-Order	Assemble-To-Order	Make-To-Stock	
Wiederholungsgrad	Einzelprodukt	Kleinserie	Serie	Massenprodukt
Standortbeziehungen	horizontal		vertikal	
Prozessobjekt	Sachgüter	Finanzmittel	Informationen	Dienstleistungen
Beziehungsdichte	0%-25%	26%-50%	51%-75%	76%-100%

Tabelle 2.4: Merkmale von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains

¹⁴² Ausschlaggebend für die Zuordnung eines Autors zu einem Merkmal war nicht die Bezeichnung des Merkmals, sondern die Bedeutung des Merkmals samt seinen Ausprägungen.

Merkmale	Autor
Produktionskonzept	Meyr/Stadtler (2008), S. 69–70, Schuh et al. (2006), S. 86, Lücke (2005), S. 24, und Müller/Bruckner (2004), S. 320.
Wiederholungsgrad	Eggert (2006), S. 30, Lücke (2005), S. 24, und Röhrs (2003), S. 146.
Standortbeziehungen	Gausmann (2009), S. 46, Kaczmarek (2006), S. 22, Lücke (2005), S. 24, Philipsson (2003), S. 40, und Pausenberger (1989), S. 622.
Prozessobjekt	Kaczmarek (2006), S. 22.
Beziehungsdichte	Schonert (2008), S. 73, Reiß (2001), S. 135–136, Zundel (1999), S. 96 und Tichy et al. (1979), S. 508.

Tabelle 2.5: Literaturüberblick zu den Merkmalen von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains

Die Akteure der Supply Chain arbeiten gemeinsam an der Erfüllung der Befriedigung des Kundenbedürfnisses durch die Supply-Chain-Leistung. Die Fertigungsaufgabe einer Supply Chain ist somit auf mehrere Akteure aufgeteilt. Dadurch entsteht ein Koordinationsbedarf, aus dem Planungsprozesse abgeleitet werden können. Die Merkmale der Planungsprozesse sind in den Tabellen 2.4 und 2.5 enthalten. Die Prozesse gestalten sich je nach Prozessobjekt unterschiedlich. Eine netzwerkweite Finanzplanung mit dem Prozessobjekt der Finanzmittel erfordert andere Planungsmethoden und -modelle als die standortübergreifende Sachgüterplanung. Die Existenz von bestimmten Entscheidungsproblemen ist außerdem maßgeblich von den vorhandenen Standortbeziehungen, der Produktionsverteilung, dem Produktionskonzept und dem Wiederholungsgrad der Fertigung abhängig. Eine Konkurrenzsituation zwischen den Standorten ist in der Regel in einer dezentralen Produktionsverteilung begründet, die mit horizontalen Beziehungen zwischen den Standorten und damit redundanten Produktionskompetenzen verbunden ist. Damit muss in derartigen Netzwerken das Entscheidungsproblem der Aufteilung von Bedarfen auf Standorte mit gleichen Produktionskompetenzen gelöst werden. Dieses Problem kann in Internal Supply Chains ohne horizontale Beziehungen vernachlässigt werden. Unter Berücksichtigung der möglichen Netzwerkstruktur determiniert das Produktionskonzept die Bedeutung einzelner Prozesse für die Planung. So ist beispielsweise das Bestandsmanagement bei der Vorratsfertigung von Massengütern von elementarer Wichtigkeit und bei der Auftragsfertigung von Individualgütern zumindest im Hinblick auf die Enderzeugnisse nahezu bedeutungslos. Der Aufwand für die Durchführung der Planungsprozesse ist neben der Netzwerkgröße von der Beziehungsdichte im Netzwerk abhängig, die als Verhältnis aus der tatsächlichen Anzahl der Standortbeziehungen und der maximal möglichen Beziehungsanzahl definiert ist. Alle Merkmalsausprägungen können innerhalb von Internal Supply Chains auftreten. Allerdings bedingen die Ausprägungen unterschiedliche Arten und einen unterschiedlichen Umfang an Planungs- und Koordinationsaufgaben. Diese werden im Laufe der Arbeit näher erläutert.

Die Planungsprozesse werden durch Aufgabenträger ausgeführt. Diese können maschineller und personeller Natur sein. Die personellen Aufgabenträger sind Teil der Planungsorganisation mit den Eigenschaften Spezialisierung, Koordination, Konfiguration, Delegation und Formalisierung. Der Koordinationsbedarf einer Internal Supply Chain hängt von der Spezialisierung in der Internal Supply Chain ab. Heterarchische Netzwerke bestehen beispielsweise aus autonomen Supply-Chain-Partnern mit allen Entscheidungsaufgaben. Hierarchische Netzwerke weisen hingegen verschiedene Hierarchiestufen mit Unterordnungsbeziehungen auf. Die Koordination hängt mit dem Delegationsgrad in einer Internal Supply Chain und damit auch mit den eingesetzten Planungsmethoden und -modellen zusammen. Die Konfiguration beinhaltet die Stellung einer Zentralinstanz. Werden alle übergeordneten Tätigkeiten und alle Weisungsbefugnisse in einer übergeordneten Stelle zusammengefasst, entspricht die Konfiguration einem Einliniensystem, eine Aufteilung der Kompetenzen gleicht einem Mehrliniensystem. Der Formalisierungsgrad bezieht sich auf die formale Fixierung der organisatorischen Regeln (vgl. Tabellen 2.6 und 2.7).¹⁴³

Merkmale	Merkmalsausprägung		
Spezialisierung	hoch	mittel	niedrig
Koordination	hierarchisch	hybrid	heterarchisch
Konfiguration	Einliniensystem	Mehrliniensystem	
Delegation	zentral	hybrid	dezentral
Formalisierung	hoch	mittel	niedrig

Tabelle 2.6: Organisatorische Merkmale von Internal Supply Chains

Schließlich können aus der Planungsorganisation unter Berücksichtigung von Materialflussannahmen und Machtverteilung innerhalb des Netzwerks konkrete, situationsspezifische Planungsmodelle abgeleitet werden. Dieser Logik folgt der weitere Verlauf dieser Arbeit. Nach der Eingrenzung der organisatorischen Voraussetzungen des Internal Supply Chain Management in Kapitel 3 wird die Berücksichtigung der organisatorischen Voraussetzung in Kapitel 4 beispielhaft an einem Teilprozess des Supply Chain Management veranschaulicht. Hierfür wird die Abstimmung der Produktionsmengen zwischen Standorten, die sogenannte integrierte Losgrößenplanung, auf Grund ihrer theoretischen Bedeutung und ihrer transparenten Modelle ausgewählt. Entscheidungssituationen der integrierten Losgrößenplanung können durch die Attribute in den Tabellen 2.8 und 2.9 charakterisiert werden. Die ausführliche Erläuterung der einzelnen Merkmale erfolgt in den Kapiteln 3 und 4. Beide Tabellen schaffen einen Überblick über mögliche Entscheidungssituationen, die von dieser Arbeit betroffen sind.

¹⁴³ Diese Zusammenhänge werden ausführlich in Kapitel 3 erläutert.

Merkmale	Autor
Spezialisierung	Robbins et al. (2010), S. 429, Schulte-Zurhausen (2010), S. 151–162, Kieser/Walgenbach (2010), S. 72–93, Bergmann/Garreht (2008), S. 21–92, Göpfert (1999), S. 70–75, und Grochla (1978), S. 31–52.
Koordination	Robbins et al. (2010), S. 432, Kieser/Walgenbach (2010), S. 93–127, Bergmann/Garreht (2008), S. 21–92, Schonert (2008), S. 73, Meyr/Stadtler (2008), S. 69–70, Kaczmarek (2006), S. 22, Schuh et al. (2006), S. 86, Morschett (2005), S. 386, Reiß (2001), S. 140, Göpfert (1999), S. 70–75, Wildemann (1997), S. 421, Sydow (1992), S. 85 und S. 104, Pausenberger (1989), S. 622, Tichy et al. (1979), S. 508, und Grochla (1978), S. 31–52.
Konfiguration	Robbins et al. (2010), S. 432, Kieser/Walgenbach (2010), S. 127–151, Bergmann/Garreht (2008), S. 21–92, Göpfert (1999), S. 70–75, und Grochla (1978), S. 31–52.
Delegation	Robbins et al. (2010), S. 432, Kieser/Walgenbach (2010), S. 151–157, Gausmann (2009), S. 46, Bergmann/Garreht (2008), S. 21–92, Zundel (1999), S. 106–108, Göpfert (1999), S. 70–75, und Sydow (1992), S. 85.
Formalisierung	Robbins et al. (2010), S. 432, Kieser/Walgenbach (2010), S. 157–163, Bergmann/Garreht (2008), S. 21–92, und Göpfert (1999), S. 70–75.

Tabelle 2.7: Literaturüberblick zu den organisatorischen Merkmalen von Internal Supply Chains

Merkmale	Merkmalsausprägung	
Parametervolatilität	statisch	dynamisch
Sicherheit der Parameter	deterministisch	stochastisch
Materialfluss	offen	geschlossen
Macht	symmetrisch	asymmetrisch

Tabelle 2.8: Für die Losgrößenplanung relevante Merkmale von Internal Supply Chains

Das erstellte Merkmalschema dient in den folgenden Kapiteln dazu, den Untersuchungsgegenstand der gesamten Arbeit, der bislang lediglich auf Internal Supply Chains begrenzt wurde, aber auch der einzelnen Kapitel zu präzisieren. Zuvor werden die einzelnen Merkmale an Beispielen aus der Unternehmenspraxis veranschaulicht.

Merkmale	Autor
Parametervolatilität	Silver et al. (1998), S. 147–231, Neumann (1996), S. 28–61.
Sicherheit der Parameter	Nahmias (2009), S. 198–294, Silver et al. (1998), S. 147–294, Neumann (1996), S. 28–80.
Materialfluss	Eggert (2006), S. 30
Macht	Schonert (2008), S. 73 (Symmetrie), Meyr/Stadtler (2008), S. 69–70, Schuh et al. (2006), S. 86, Stölzle (1999), S. 93–94, und Sydow (1992), S. 85.

Tabelle 2.9: Literaturüberblick zu den für die Losgrößenplanung relevanten Merkmalen von Internal Supply Chains

2.2.3 Praxisbeispiele

Zur Verdeutlichung des Anwendungsbezugs und der Bedeutung des Internal Supply Chain Management in der betrieblichen Praxis werden zwei Internal Supply Chains auf Basis öffentlich verfügbarer Informationen näher analysiert. Als erstes Beispiel wird der BMW-Konzern mit seinen Produktionsstätten allgemein und mithilfe des eingeführten Merkmalschemas für Internal Supply Chains und ihre Produktionsprozesse analysiert. Daran schließt sich ein Abschnitt zur Internal Supply Chain des Airbus A380 an.

2.2.3.1 BMW

Die BMW Group mit den Geschäftsbereichen Automobile, Motorräder und Finanzdienstleistungen erzielte im Jahr 2010 einen Umsatz in Höhe von 60,5 Milliarden Euro und produzierte in den Geschäftsbereichen Automobile und Motorräder zusammen 1,59 Millionen Fahrzeuge. Insgesamt waren zum Jahresende 2010 mehr als 95000 Mitarbeiter bei der BMW Group beschäftigt.¹⁴⁴ Nach einer Studie des Marktforschungsunternehmens Millward war zu Beginn des Jahres 2011 die Marke BMW hinter Toyota die weltweit zweitwertvollste Automobilmарke.¹⁴⁵ Die Produktion von Automobilteilen und die Montage von Automobilen ist auf weltweit 22 Standorte verteilt.¹⁴⁶ Motorräder werden an drei Standorten gefertigt und montiert.¹⁴⁷ Die Verknüpfung der Standorte untereinander illustriert Abbildung 2.6. Die Abbildung adressiert

¹⁴⁴ Vgl. http://www.bmwgroup.com/d/nav/index.html?../0_0_www_bmwgroup_com/home/home.html&source=overview (Stand: 13. Juli 2011).

¹⁴⁵ Vgl. o. V. (2011b), S. 12.

¹⁴⁶ Diese und alle nachfolgenden Informationen können auf der Homepage der BMW Group www.bmwgroup.com unter folgendem Link abgerufen werden: <http://www.bmwgroup.com/d/nav/index.html>? http://www.bmwgroup.com/d/0_0_www_bmwgroup_com/home/home.html (Stand: 01. Juni 2011). Außerdem enthält die Quelle Fleischmann et al. (2006) Informationen zur Internal Supply Chain von BMW.

¹⁴⁷ Am Standort Berlin werden Motorradteile gefertigt, Motorräder montiert und Automobilteile produziert.

ausschließlich die ressourcenbasierte Ebene einer Internal Supply Chain.¹⁴⁸ In dieser Abbildung sind die reinen Teilewerke Landshut, Eisenach, Wackersdorf, Steyr, Swindon und im Hinblick auf die Automobilfertigung auch Berlin von den reinen Montagewerken in Russland, Indien, Ägypten, Thailand, Malaysia, Indonesien und für Motorräder Brasilien grafisch unterschieden. Während zwischen den deutschen Werken ein reger Materialaustausch besteht, ist das internationale Produktionsnetzwerk relativ zentralistisch auf die deutschen Werke und das Motorenwerk in Hams Hall ausgerichtet.

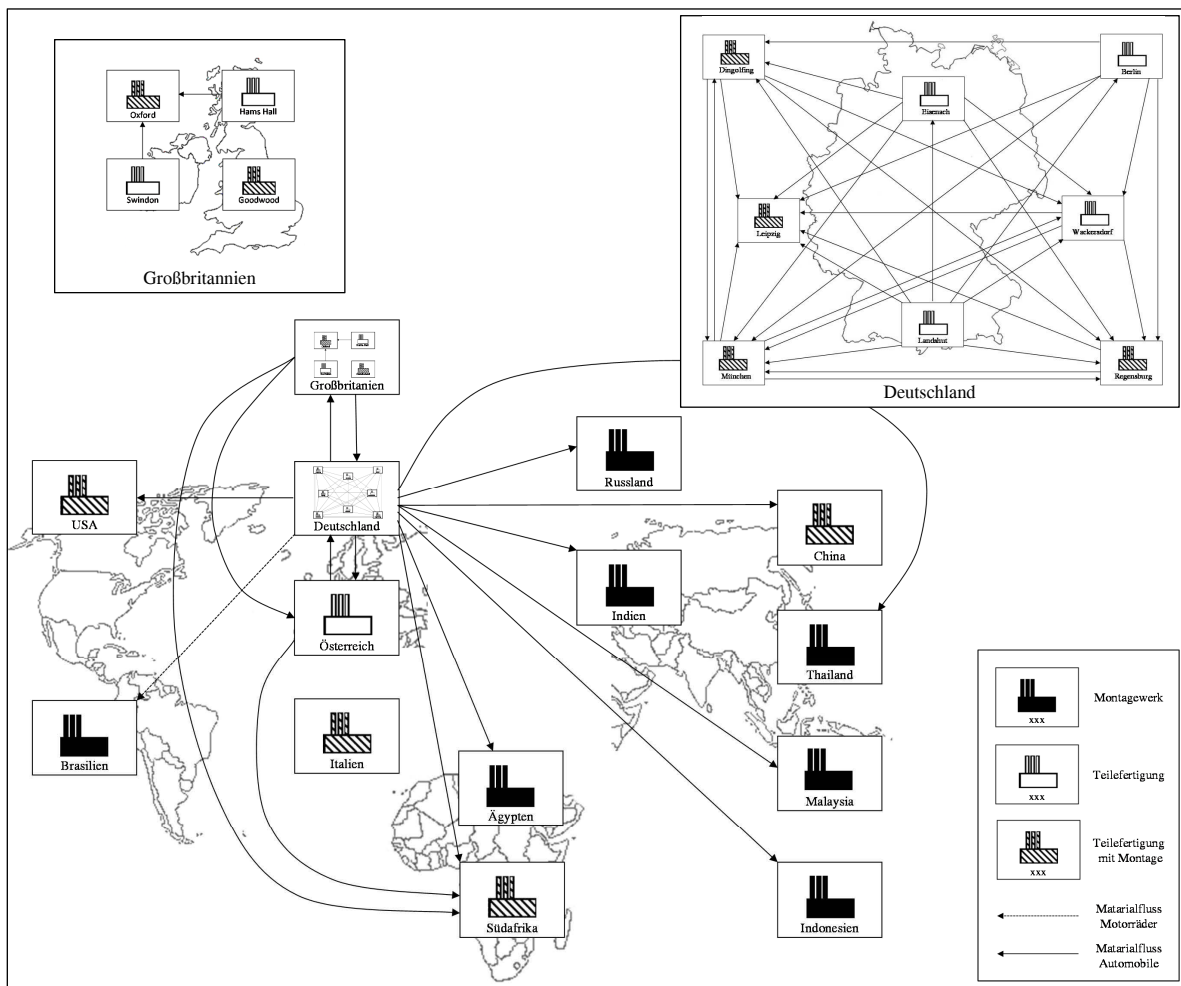


Abbildung 2.6: Internal Supply Chain des Automobilherstellers BMW¹⁴⁹

Zur weiteren systematischen Beschreibung werden die Merkmalsausprägungen der konstituierenden Merkmale einer Internal Supply Chain und die Merkmale der Produktionsprozesse

¹⁴⁸ Um die Anschaulichkeit der Darstellung zu steigern, werden die Knoten nicht in der Darstellungsweise nach Sucky (vgl. Abschnitt 2.2.1.1 und Sucky (2004b), S. 9–18) als Parallelogramme dargestellt, sondern mithilfe bildlicher Symbole. Die Füllung der Werke kennzeichnet die Art der Produktionsaufgabe. Die Darstellung der institutionellen Ebene ist trivial, weil alle Standorte der Institution BMW angehören.

¹⁴⁹ Quelle: Eigene Darstellung. Die Landkarten wurden in Anlehnung an Bildausschnitte von folgenden Internet-Homepages dargestellt: www.hist-geo.info, <http://de.fotolia.com/>, <http://www.autoglasklar.de> und http://www.jungeforschung.de/reise/karten/clipart_deutschland.gif (Stand der Homepages: 04. Juni 2011).

auf die Internal Supply Chain von BMW angewendet. Insgesamt besteht die Internal Supply Chain aus 24 Produktionsstandorten zur Montage und Teilefertigung. Die Internal Supply Chain bezieht sich auf die beiden Produktfelder Motorräder und Automobile. Die Produktfamilie Motorräder besteht aus den Produktmarkengruppen BMW und Husqvarna mit 19 und 22 Produktvarianten.¹⁵⁰ Das Produktfeld Automobile ist in die Produktmarkengruppen BMW, Mini und Rolls Royce unterteilt. Der Marke BMW sind 24 Produktvarianten zugeordnet und der Marke Mini elf Varianten. Von der Marke Rolls Royce werden insgesamt fünf Varianten angeboten. Insgesamt werden in der Internal Supply Chain 81 unterschiedliche Varianten produziert. Die BMW-spezifischen Merkmalsausprägungen der konstituierenden Merkmale einer Internal Supply Chain sind in Tabelle 2.10 zusammengefasst.

Merkmale	Merkmalsausprägung			
	Unternehmen	Geschäftseinheiten	Standorte	Instanzen
Akteure				
Standortanzahl		1	mehr als 1 (24 Standorte)	
Instit. Reichweite	unternehmensintern		unternehmensübergreifend	
Produktanzahl		1	mehr als 1 (81 Varianten)	

Tabelle 2.10: BMW-spezifische Ausprägungen der konstituierenden Merkmale der Internal Supply Chain

Die Montage der Modelle und teilweise auch die Fertigung von Komponenten zum Beispiel im Karosseriebereich wird durch einen Endkundenauftrag ausgelöst. Das Produktionskonzept entspricht einem Assemble-To-Order- und in einigen Bereichen einem Make-To-Order-Konzept. Die Fertigung gleicht im Hinblick auf die Produktvarianten einer Serienproduktion. Die Internal Supply Chain ist geprägt von vertikalen, aber auch von horizontalen Beziehungen.¹⁵¹ So werden im Werk Hams Hall Motoren gefertigt, die am Standort Dingolfing verbaut werden. Damit herrscht eine klassischen Kunden-Lieferanten-Beziehung zwischen den beiden Standorten vor. In horizontaler Beziehung zueinander stehen zum Beispiel die Werke Rosslyn in Südafrika und das Werk München. Beide fertigen das 3er Modell der Marke BMW und verursachen dadurch ein horizontales Allokationsproblem.¹⁵² Die betrachteten Prozessobjekte entsprechen Sachgütern. Dienstleistungen für andere Standorte werden nur in Ausnahmefällen von den Werken gegenseitig geleistet. Finanzmittel fließen im Rahmen eines internen Verrechnungssystems. Informationen bezüglich der Produktion dürften zwischen allen Standorten fließen. Weil im Zentrum dieser Arbeit aber die Koordination von Materialflüssen steht, wird in der Dar-

¹⁵⁰ Die Produktvarianten unterscheiden sich vor allem durch die Karosserie. Nicht berücksichtigt werden auf Grund der sehr großen Zahl und der hohen Unübersichtlichkeit Ausstattungs- und Motorisierungsvarianten.

¹⁵¹ Vgl. Abschnitt 2.2.1.1.

¹⁵² Weil die Montagewerke zwar bereits vorgefertigte Module übersendet bekommen, aber die eigentliche Endmontage dennoch in dem Montagewerk stattfindet, wird die Beziehung zwischen einem Montagewerk und seinen Zuliefererwerken ebenfalls den horizontalen Beziehungen zugeordnet.

stellung und auch bei der Betrachtung der Beziehungsdichte ausschließlich der Sachgüterfluss betrachtet. Die materialflussorientierte Beziehungsdichte, die dem Verhältnis aus der maximal möglichen Zahl der Materialflüsse zwischen den Standorten und den tatsächlich realisierten Materialflüssen gleicht, beträgt für den deutschlandweiten Internal-Supply-Chain-Ausschnitt hohe 54 Prozent, weltweit dagegen 13 Prozent. Dieser Unterschied beweist die zentrale Stellung der deutschen Produktionsstandorte in der Internal Supply Chain. Gleichzeitig deuten sowohl die Standortanzahl als auch die materialflussorientierte Beziehungsdichte auf einen hohen Koordinationsbedarf und damit auf die Relevanz des Internal Supply Chain Management hin (vgl. Tabelle 2.11).

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Produktionskonzept	Make-To-Order	Assemble-To-Order	Make-To-Stock	
Wiederholungsgrad	Einzelprodukt	Kleinserie	Serie	Massenprodukt
Standortbeziehungen	horizontal		vertikal	
Prozessobjekt	Sachgüter	Finanzmittel	Informationen	Dienstleistungen
Beziehungsdichte	0%-25%	26%-50%	51%-75%	76%-100%

Tabelle 2.11: BMW-spezifische Merkmalsausprägungen der Produktionsprozesse in einer Internal Supply Chain

2.2.3.2 Airbus

Während BMW den Endverbraucher als Kunden gewinnen muss, ist der Flugzeugproduzent Airbus ein klassisches Business-To-Business-Unternehmen. Hauptkunden von Airbus sind Fluggesellschaften und öffentliche Institutionen. Das Produktionsprogramm ist vom Produktfeld Fluggeräte bestimmt. Dieses Produktfeld unterteilt sich in die Produktgruppen zivile Luftfahrt (Airbus)¹⁵³, Militärflugzeuge (Cassidian), Raumfahrt (Astrium) und Helikopter (Eurocopter). Das neueste Modell des Unternehmens ist das Langstreckenflugzeug A380.¹⁵⁴ Mit einem Umsatz von 30 Milliarden Euro ist Airbus der Weltmarktführer unter den Flugzeugbauern.¹⁵⁵ An der Produktion dieses Flugzeugmodells sind insgesamt 16 Airbus-Produktionsstandorte, die miteinander in Materialflussbeziehungen bestehen, beteiligt (vgl. Abbildung 2.7). Die Fertigung des A380 ist auf die gesamte Internal Supply Chain verteilt, die durch die beiden Standorte Toulouse in Frankreich und Hamburg in Deutschland geprägt ist. Beiden Standorten sind

¹⁵³ Der Anteil militärischer Airbus-Flugzeuge liegt bei weniger als zehn Prozent des gesamten Airbus-Umsatzes und wird deshalb vernachlässigt.

¹⁵⁴ Wie bei BMW werden auch hier keine Ausstattungsvarianten betrachtet.

¹⁵⁵ Vgl. o. V. (2011a) und o. V. (2011c).

Teilefertigungs- und Endmontageaufgaben zugeordnet. An den restlichen 14 Standorten werden Teile gefertigt, die in Toulouse oder Hamburg montiert werden (Tabelle 2.12).¹⁵⁶

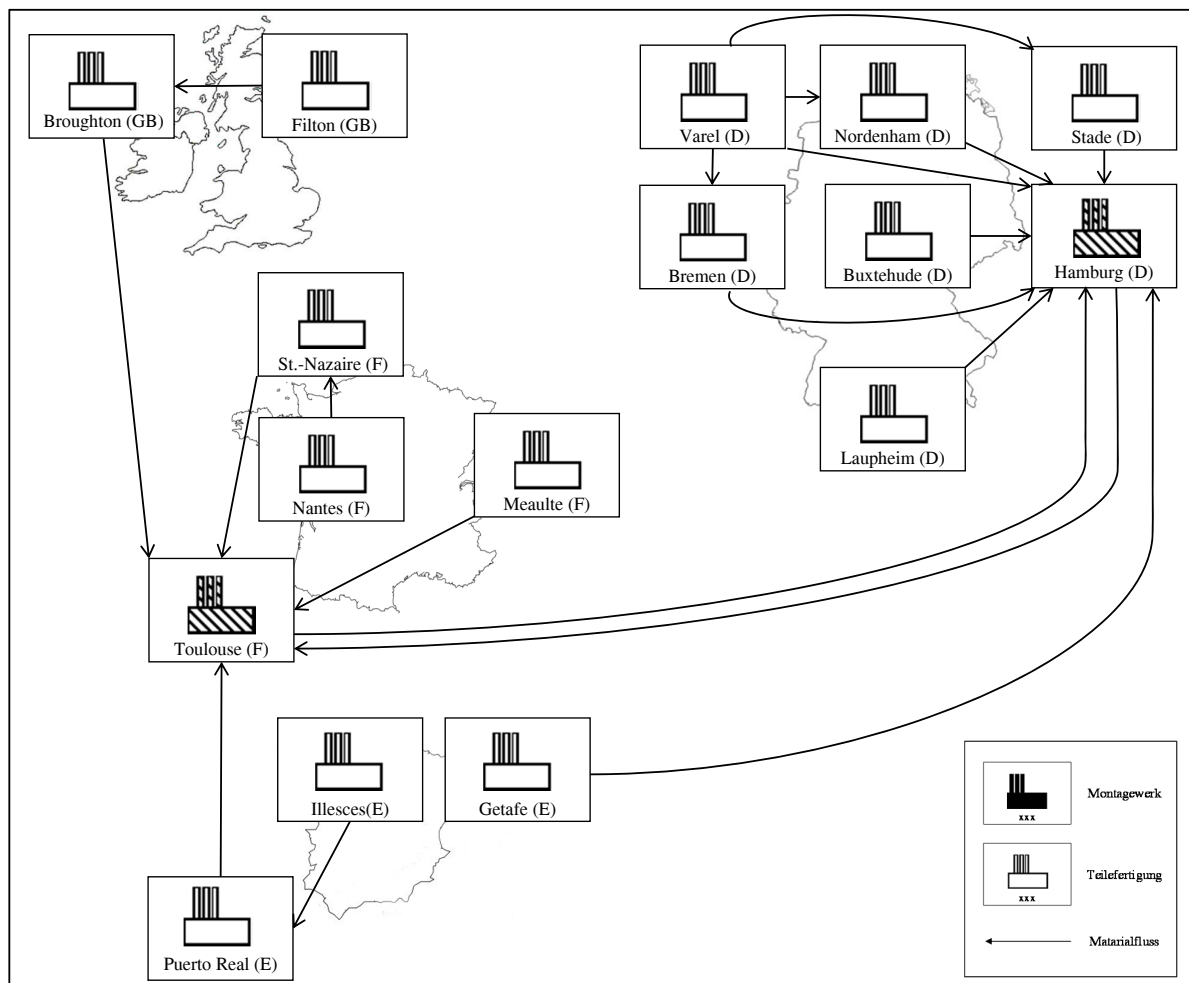


Abbildung 2.7: Internal Supply Chain des Flugzeugmodells Airbus A380¹⁵⁷

Auf Grund der Größe, des Investitionsvolumens und der Komplexität eines Flugzeugs erscheint ein Make-To-Stock-Konzept ökonomisch sinnlos. Entsprechend ist die Produktion des A380 als Make-To-Order-Fertigung organisiert. Die Fertigung eines Flugzeugs startet erst, wenn ein Kundenauftrag vorliegt. Die Größe und das Investitionsvolumen für ein Flugzeug sind auch die Gründe dafür, dass Fertigungsaufträge nicht zu einer Serie zusammengefasst werden, sondern einzeln produziert werden. Die Struktur dieser produktspezifischen Internal Supply Chain wird dominiert von vertikalen Beziehungen. Wenn überhaupt, existieren horizontale Beziehun-

¹⁵⁶ Die Informationen zur A380-Internal-Supply-Chain entstammen der Airbus-Homepage www.airbus.com und Schmid et al. (2007). Sie sind abrufbar unter <http://events.airbus.com/A380/Default1.aspx> (Stand: 03. Juni 2011).

¹⁵⁷ Quelle: Eigene Darstellung. Die Landkarten wurden in Anlehnung an Bildausschnitte von folgenden Internet-Homepages erstellt: www.hist-geo.info, <http://de.fotolia.com/>, <http://www.autoglasklar.de> und http://www.jungeforschung.de/reise/karten/clipart_deutschland.gif (Stand der Homepages: 04. Juni 2011).

Merkmale	Merkmalsausprägung		
Akteure	Unternehmen	Geschäftseinheiten	Standorte Instanzen
Standortanzahl	1		mehr als 1 (24 Standorte)
Instit. Reichweite	unternehmensintern		unternehmensübergreifend
Produktanzahl	1 (Airbus A380)		mehr als 1

Tabelle 2.12: Ausprägungen der konstituierenden Merkmale der Internal Supply Chain für die Produktvariante Airbus A380

gen nur auf Komponentenebene. Insgesamt sind die Kompetenzen im Netzwerk jedoch wenig redundant verteilt. Eine vertikale Materialflussbeziehung verbindet zum Beispiel die Standorte Laupheim und Hamburg. Aus Laupheim werden Komponenten der Innenausstattung nach Hamburg geliefert, die dort montiert werden. Die mit acht Prozent sehr niedrige Beziehungsdichte hängt mit der Beschränkung der Internal Supply Chain auf eine Produktvariante und mit der Struktur der Internal Supply Chain, die zentral auf die beiden Montagewerke Hamburg und Toulouse ausgerichtet ist, zusammen. Unter Beachtung der Produktspezifität der Internal Supply Chain ist die Komplexität wegen der hohen Standortzahl als hoch einzuschätzen. Die beschriebenen Merkmalsausprägungen der Internal Supply Chain des Airbus A380 sind in Tabelle 2.13 zusammengefasst.

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Produktionskonzept	Make-To-Order	Assemble-To-Order	Make-To-Stock	
Wiederholungsgrad	Einzelprodukt	Kleinserie	Serie	Massenprodukt
Standortbeziehungen	horizontal		vertikal	
Prozessobjekt	Sachgüter	Finanzmittel	Informationen	Dienstleistungen
Beziehungsdichte	0%-25%	26%-50%	51%-75%	76%-100%

Tabelle 2.13: Ausprägungen der Merkmale von Produktionsprozessen in Internal Supply Chains für die Produktvariante Airbus A380

2.3 Grundlagen des Internal Supply Chain Management

2.3.1 Begrifflichkeit „Internal Supply Chain Management“

2.3.1.1 Definition des Supply Chain Management

Nachdem das Konzept des Supply Chain Management der Unternehmenspraxis entstammt und deshalb eine einheitliche und umfassende Theorie in der Wissenschaft noch nicht etabliert ist, entstand eine Vielzahl an Definitionen, die teilweise unterschiedliche Aspekte betonen. Verstärkt wird die fehlende Einheitlichkeit durch die Unklarheit darüber, in welcher Fachdisziplin der Ursprung des Supply Chain Management zu suchen ist. In der Literatur werden zwei mögliche Entwicklungsstränge skizziert:¹⁵⁸ Den ersten möglichen Ausgangspunkt für die Supply-Chain-Management-Entwicklung bilden langfristige Kooperationen im Einkauf und die Koordinationstätigkeiten in der Beschaffung. Der zweite Entwicklungsstrang beginnt in der Logistik als Schnittstelle zwischen zwei Unternehmen. Autoren, die den Ursprung des Supply Chain Management im Einkauf sehen, argumentieren, dass durch die Konzentration auf Kernlieferanten zunächst Partnerschaften mit diesen entstehen und dann auf Sublieferanten ausgeweitet werden.¹⁵⁹ Die enge Bindung zwischen den Supply-Chain-Partnern ermöglicht schließlich Produktions- und Entwicklungspartnerschaften, wie sie beim Supply Chain Management gefordert werden. Vertreter des zweiten Entwicklungspfades geben hingegen zu bedenken, dass Supply Chain Management aus logistischen Aktivitäten besteht und dementsprechend an einigen Stellen sogar mit Logistik gleich zu setzen ist. Dies kommt zum Beispiel in der Definition von Waters zum Ausdruck: „Logistics – or supply chain management – is the function responsible for the transport and storage of materials on their journey from original suppliers, through intermediate operations, and on to final customers.“¹⁶⁰ Beide Stränge können zu einer integrierten Supply-Chain-Management-Definition, wie in der Begriffsabgrenzung des Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), zusammengefasst werden. Demnach umfasst das Supply Chain Management „[...] the planning and management of all activities involved in sourcing and procurement, conversion, and all logistics management activities. Importantly, it also includes coordination and collaboration with channel partners, which can be suppliers, intermediaries, third party service providers, and customers. In essence, supply chain management integrates supply and demand management within and across companies.“¹⁶¹

Bei der Gruppierung nach Entwicklungspfaden werden die Definitionen nach der Nähe der Supply-Chain-Management-Definition zu Managementtätigkeiten in ähnlichen Bereichen (zum

¹⁵⁸ Vgl. Tan (2001), S. 41–42.

¹⁵⁹ Vgl. Tan (2001), S. 41–42.

¹⁶⁰ Waters (2011), S. 38.

¹⁶¹ CSCMP (2009).

Beispiel Einkauf, Logistik) differenziert. Dagegen ordnen Bechtel/Jayaram die Supply-Chain-Management-Definitionen fünf Schulen zu.¹⁶² Jede Schule besitzt einen eigenen begrifflichen Schwerpunkt. Autoren der Functional Chain Awareness School betonen die Bedeutung der Funktionen und deren Integration innerhalb der Supply Chain. Dieser Gruppe gehören vor allem die Autoren der frühen Definitionen des Supply Chain Management aus den 1980er Jahren an.¹⁶³ Vertreter der Linkage/Logistics School konzentrieren sich hingegen in ihren Definitionen auf die Netzwerkbeziehungen und damit auf die Verknüpfung der Supply-Chain-Partner untereinander. Christopher beschreibt zum Beispiel Supply Chain Management als „[...] management of upstream and downstream relationships with suppliers and customers in order to deliver superior customer value at less cost to the supply chain as a whole.“¹⁶⁴ Dagegen enthält die Definition von Chopra/Meindl einen expliziten Bezug auf den Informationsfluss. Dementsprechend erscheint eine Zuordnung zur Information School sinnvoll: „Effective supply chain management involves the management of supply chain assets and product, information, and fund flows to maximize total supply chain surplus.“¹⁶⁵ Am Beispiel dieser Definition zeigt sich, dass eine eindeutige Zuordnung von Begriffsabgrenzungen häufig nicht möglich ist. So könnte diese Definition auf Grund der Flussorientierung genauso der Chain Awareness School zugerechnet werden. In der vierten Gruppe, der sogenannten Integration School werden alle Definitionen gesammelt, deren Schwerpunkt auf der Integration der einzelnen Supply-Chain-Partner liegt. Als Beispiel für diese Gruppe kann folgende Definition von Stadtler dienen, in der „Supply Chain Management as the task of integrating organizational units along a supply chain and coordinating material, information and financial flows in order to fulfill (ultimate) customer demands with the aim of improving the competitiveness of a supply chain as a whole“¹⁶⁶ definiert ist. Einen Ausblick auf die Zukunft enthalten die Begriffsabgrenzungen der future school, deren Definitionen zukunftssträchtige Aspekte wie die Integration des Endkunden in die Supply Chain enthalten.¹⁶⁷

Die Klassifikation der Supply-Chain-Management-Definitionen gemäß ihrer Ausrichtung führt zwar dazu, dass inhaltliche Schwerpunkte gut einsehbar sind, die Ableitung von potenziellen Supply-Chain-Prozessen, Aktivitäten und daran geknüpften Modellen ist allerdings nicht möglich. Zu diesem Zweck wird auf die Einteilung von Mentzer et al. zurückgegriffen. Diese unterscheiden die Begriffsabgrenzungen zum Supply Chain Management nach ihrem Grad der Abstrahierung von Prozessen und Aktivitäten. In der ersten Gruppe sind Definitionen ange-

¹⁶² Vgl. Bechtel/Jayaram (1997).

¹⁶³ An dieser Stelle ist zum Beispiel die Definition von Oliver/Webber (1982), S. 67, zu nennen: “Supply Chain Management covers the flow of goods from supplier through manufacturing and distribution chains to the end user.“

¹⁶⁴ Christopher (2011), S. 3.

¹⁶⁵ Chopra/Meindl (2010), S. 23.

¹⁶⁶ Stadtler (2008c), S. 11.

¹⁶⁷ Vgl. CSCMP (2009).

siedelt, in denen das Supply Chain Management als Planungs- und Organisationsphilosophie verstanden wird. Definitionen dieser Ebene sind in der Regel dominiert von globalen und allgemeinen Zielen.¹⁶⁸ Rein auf konkrete Prozesse ausgerichtet sind die Definitionen der zweiten Gruppe. Die dritte Gruppe enthält Definitionen, die vor allem auf die Aktivitäten zur Umsetzung dieser Philosophien in Prozesse abzielen.¹⁶⁹ Die Prozesse bestehen aus einer Menge von Aktivitäten und werden durch die aus der Managementphilosophie extrahierten Ziele beeinflusst.¹⁷⁰ Eine Aktivität entspricht einer Teilaufgabe, die einem Aufgabenträger zugeordnet ist. Prozesse und Teilprozesse dienen der Durchführung einer Aufgabe, zum Beispiel der Produktionsplanung, die wiederum aus mehreren Teilaufgaben, zum Beispiel Produktionsprogramm- oder Kapazitätsplanung, bestehen.¹⁷¹ Die Zuordnung von Aufgabenträgern zu Aufgaben beeinflusst die Koordination oder Delegation und damit die Auswahl von Planungsmodellen und -methoden.¹⁷² Im Folgenden wird mit der Zuordnung von einigen Supply-Chain-Management-Definitionen zu den drei Ebenen das Fundament für die Abgrenzung von Haupt- und Subprozessen des Supply Chain Management und für die Analyse des Einflusses der Aufgabenträger auf die Modell- und Methodengestaltung sowie auf die Methodenauswahl geschaffen.¹⁷³

Als Definition der ersten Ebene kann zum Beispiel die Beschreibung von Cooper/Ellram bezeichnet werden, in der Supply Chain Management als „[...] integrative philosophy to manage the total flow of a distribution channel from supplier to the ultimate user [...]“ dargestellt wird.¹⁷⁴ Charakteristisch für diese Ebene ist die Abstraktion von konkreten Aktivitäten auf eine allgemein-strategische Perspektive. Diese sogenannte Supply-Chain-Orientierung bildet das Fundament der Aktivitäten und Prozesse einer Supply Chain.¹⁷⁵ Auf dieser Ebene werden auch Ziele definiert.¹⁷⁶ Häufig sind in Definitionen strategische Aspekte der Philosophieebene mit konkreten Aktivitäten oder Prozessen kombiniert. Diese Verknüpfung ist unter anderem bei der Definition von Simchi-Levi et al. festzustellen: „Supply chain management is a set of approaches utilized to efficiently integrate suppliers, manufacturers, warehouses, and

¹⁶⁸ Vgl. zur Zielbildung in Supply Chains Winkler (2006), S. 237–251.

¹⁶⁹ Vgl. Mentzer et al. (2001), S. 5–11.

¹⁷⁰ Vgl. Becker/Kahn (2011), S. 3–6.

¹⁷¹ Dieses Begriffsverständnis stammt aus der Wirtschaftsinformatik (vgl. Becker/Kahn (2011), S. 3–6, und Ferstl/Sinz (2008), S. 98–108) oder dem Projektmanagement (vgl. Schwarze (2010), S. 83, und Buffa/Sarin (1987), S. 331). Im Kontext der Netzwerkplanung wird dieses Begriffsverständnis auch von Schuh/Schmidt (2006), S. 108–109, verwendet.

¹⁷² Vgl. Kapitel 3.

¹⁷³ Vgl. Abschnitt 2.3.2 und Kapitel 3.

¹⁷⁴ Cooper/Ellram (1990), S. 2.

¹⁷⁵ Vgl. Mentzer et al. (2001), S. 11.

¹⁷⁶ Der ersten Ebene ist zum Beispiel die Definition von Bowersox et al. (2010), S. 4, zugeordnet: „Supply chain management consists of firms collaborating to leverage strategic positioning and to improve operating efficiency.“ Zu dieser Gruppe gehören auch die Definitionen von Christopher (2011), S. 3, und Wannewetsch (2005), S. 1: „Unter vernetztem Supply Chain Management versteht man die erfolgreiche Zusammenarbeit der Wertschöpfungskette über den gesamten Produktlebenszyklus.“

stores, so that merchandise is produced and distributed at the right quantities, to the right locations, and at the right time, in order to minimize systemwide costs while satisfying service level requirements.“¹⁷⁷ Neben den allgemeinen Formalzielen der Kostenminimierung, der Servicesatisfizierung und der Integration aller Supply-Chain-Partner sowie dem Sachziel, der Leistungserstellung,¹⁷⁸ bezieht die Definition auch Produktions- und Distributionsprozesse mit ein. Zusätzlich zu den Aspekten der Philosophieebene berücksichtigen die Autoren auch Begrifflichkeiten der Prozessebene.¹⁷⁹ Eher prozess- als philosophieorientiert ist die Definition von Fandel et al. ausgerichtet: „Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Aspekte des SCM [Supply Chain Management] festhalten als die Erschließung unternehmensübergreifender Erfolgspotenziale, die effiziente Integration der relevanten Teile des interorganisationalen Wertschöpfungssystems, die kostenoptimale Gestaltung, Planung, Steuerung und Kontrolle der unternehmensübergreifenden logistischen Prozesse, die zur Entwicklung, Erstellung und Verwertung von Sachgütern und Dienstleistungen führen, die Koordination und Optimierung der Güter-, Informations-, Dienstleistungs- und Finanzflüsse und die Befriedigung der Bedürfnisse aller Endkunden.“¹⁸⁰ Zwar erwähnen die Autoren dieser Definition die Integrations-, Erfolgs- und Kostenziele, der Schwerpunkt liegt aber auf den Gestaltungs- und Steuerungsprozessen.¹⁸¹ Tatsächlich ist in den meisten Definitionen zum Supply Chain Management auch ein Ziel ent-

¹⁷⁷ Simchi-Levi et al. (2008), S. 1. Auch die Definition von Sucky (2004b), S. 21, enthält sowohl Elemente der Philosophieebene als auch Elemente der Prozessebene.

¹⁷⁸ Formalziele (zum Beispiel Gewinnmaximierung) beschreiben den Zielzustand nicht explizit, sondern implizit. Sie beziehen sich in der Regel auf den Prozess zur Sachzielerreichung. Sachziele beinhalten hingegen eine explizite Beschreibung des angestrebten Zustandes (zum Beispiel Produktion bestimmter Güter). Eine ausführliche Abgrenzung der beiden Zielarten nehmen Laux/Liermann (2005), S. 35, vor.

¹⁷⁹ Ähnliches ist bei der Definition von Mentzer et al. (2001), S. 18, festzustellen: „[...] supply chain management is defined as the systemic, strategic coordination of the traditional business functions and the tactics across these business functions within a particular company and across businesses within the supply chain, for the purposes of improving the long-term performance of the individual companies and the supply chain as a whole.“ Im Gegensatz zu Simchi-Levi et al. wird als allgemeiner Zweck des Supply Chain Management der langfristige Erfolg nicht nur der gesamten Supply Chain, sondern auch der einzelnen Unternehmen genannt. Zusätzlich schließen die Autoren Prozesse zur Koordination der einzelnen Funktionen innerhalb einer Supply Chain in ihre Definition mit ein. Auf dieser liegt auch der Schwerpunkt bei Stadler (2008c), S. 11: „[...] Supply Chain Management as the task of integrating organizational units along a supply chain and coordinating material, information and financial flows in order to fulfill (ultimate) customer demands with the aim of improving the competitiveness of a supply chain as a whole.“

¹⁸⁰ Fandel et al. (2009), S. 4. Ähnlich prozessorientiert ist die Definition von Thaler (2001), S. 18: “Supply Chain Management (SCM) führt über die Schlüsselprozesse zu einer übergreifenden Prozessverbesserung, da Kunden, Lieferanten und weitere Dienstleister in der logistischen Kette einbezogen werden. Es wird vom eigenen Unternehmen ausgehend versucht, durchgängige, übergreifende Prozesse zu realisieren.“

¹⁸¹ Diese Aussage besitzt im Großen und Ganzen auch Gültigkeit für die Begriffsabgrenzung von Kurbel (2005), S. 338: „Supply Chain Management ist die integrierte prozessorientierte Gestaltung, Planung und Steuerung der Güter-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Kunden bis zum Rohstofflieferanten mit den Zielen Verbesserung der Kundenorientierung[,] Synchronisation der Versorgung mit dem Bedarf[,] Flexibilisierung und bedarfsgerechte Produktion [sowie] Abbau der Bestände entlang der Wertschöpfungskette.“ Ähnlich einzuordnen ist auch die Definition von Spekman et al. (1998), S. 631: „[...] Supply Chain Management is [...] a process for designing, developing, optimizing, and managing the internal and external components of the supply system, including material supply, transforming materials and distributing finished products or services to customers, that is consistent with overall objectives and strategies.“

halten. Nichtsdestotrotz konnte vor allem bei der letzten aufgeführten Definition von Fandel et al. eine dominante Prozessorientierung festgestellt werden, die im folgenden Begriffsverständnis von Fawcett et al. noch stärker ausgeprägt ist: „Supply Chain Management is the design and management of seamless, value-added processes across organizational boundaries to meet the real needs of the end customer.“¹⁸² Die Prozesse, die im Rahmen des Supply Chain Management gestaltet, geplant und gesteuert werden, bestehen aus miteinander verknüpften Aktivitäten. Durch den Übergang von der Prozessebene auf die Aktivitätenebene werden die Definitionen des Supply Chain Management deutlich feingliedriger. Im Gegensatz zur Prozessebene ist es nicht mehr möglich, einzelne Hauptelemente zu betrachten. Vielmehr können lediglich Aktivitätsgruppen, wie zum Beispiel die Gesamtheit der Beschaffungsaktivitäten, aggregiert werden. Entsprechend grenzt Shapiro den Begriff „Supply Chain Management“ wie folgt ein: „[...] Supply Chain Management refers to integrated planning. First it is concerned with functional integration of purchasing, manufacturing, transportation, warehousing, and inventory management activities. It also refers to spatial integration of these activities across geographically dispersed vendors, facilities, and markets. Finally, it refers to intertemporal integration of these activities over strategic, tactical, and operational planning horizons.“¹⁸³ Wie die meisten Definitionen der Prozessebene enthält diese aktivitätsorientierte Definition einen Bezug zur Philosophieebene, in diesem Fall die Integration aller materialflussorientierten Aktivitäten.¹⁸⁴ Eine ähnliche Definition, allerdings ohne Bezug zur Philosophieebene, ist auch das Resultat der Kombination der Supply-Chain-Definition aus Abschnitt 2.2.1 und der Definition von Management nach DIN EN ISO9000:2000. Demnach entspricht Management „[...] aufeinander abgestimmte[n] Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation [...]“¹⁸⁵, wobei die Organisation einer Supply Chain entspricht. Die vorgenommene Klassifizierung der Supply-Chain-Management-Definitionen entlang der drei Ebenen ist in Abbildung 2.8 illustriert.

¹⁸² Fawcett et al. (2007), S. 8. Vgl. dazu auch Chopra/Meindl (2010), S. 23, („Effective supply chain management involves the management of supply chain assets and product, information, and fund flows to maximize total supply chain surplus.“) und Knolmayer et al. (2009), S. 3 („Supply Chain Management tries to improve the flow of materials, information, and financial resources within the company and among companies collaborating under long- or mediumterm agreements by sharing information, concerted planning and scheduling, coordinated execution, and collaborative monitoring and controlling to improve the competitiveness of the entire supply chain.“).

¹⁸³ Shapiro (2007), S. 6.

¹⁸⁴ Webster (2008), S. 4, ergänzt diese Sichtweise noch um Dienstleistungsaktivitäten: Supply Chain Management „[...] involves the management of activities surrounding the flow of raw materials to the finished product or service enjoyed by end customers, and back, in the case of recycling or returns.“

¹⁸⁵ DIN EN ISO9000:2000.



Abbildung 2.8: Begriffsebenen des Supply Chain Management¹⁸⁶

Dem Begriffsverständnis dieser Arbeit liegen die Zielvorstellung von Mentzer et al. verknüpft mit der Prozess- und Flussorientierung von Fandel et al. und der Aktivitätsorientierung von Webster zu Grunde.¹⁸⁷ Die Kombination der verschiedenen Perspektiven erfolgt durch den vorgestellten theoretischen Rahmen, der auf der Systematik der Supply-Chain-Definitionen von Mentzer et al. basiert. Der Anspruch an diesen Rahmen ist weder Vollständigkeit noch Absolutheit. Vielmehr dient er dazu, eine Begriffsgrundlage für die noch folgenden Modelle und Konzepte zu schaffen, aus der konkrete Aufgaben, Prozesse und Tätigkeiten unter Beachtung der Supply-Chain-Zielsetzung abgeleitet werden können.

Das Supply Chain Management zielt auf die langfristige Sach- und Formalzielerfüllung der gesamten Supply Chain unter Beachtung des lokalen Erfolgs der beteiligten Akteure. Es umfasst standort- und funktionsübergreifende Prozesse und Aktivitäten zur Gestaltung, Planung und Steuerung der horizontalen und vertikalen Material-, Informations- und Zahlungsflüsse, sowie der entsprechenden Kapazitäten. Dies beinhaltet auch die Integration und Koordination der Transport-, Produktions-, Umschlags- und Lagerprozesse mit den dazugehörigen Aktivitäten.

¹⁸⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁸⁷ Vgl. Fandel et al. (2009), S. 4, und Webster (2008), S. 4.

Die institutionelle Reichweite des Supply Chain Management wird durch die Reichweite der Supply Chain determiniert. Eine Adaption der Supply-Chain-Management-Definition an Internal Supply Chains¹⁸⁸ erfolgt im nächsten Abschnitt.

2.3.1.2 Definition des Internal Supply Chain Management

Implizite Ansätze zur Abgrenzung des Internal Supply Chain Management finden sich zum Beispiel in der Definition des Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), in der zusammenfassend die unternehmensinterne und die unternehmensübergreifende Integration des Beschaffungs- und Distributionsmanagement als Hauptzweck des Supply Chain Management gesehen wird.¹⁸⁹ Daraus könnte als Definition für das Internal Supply Chain Management die Integration von Beschaffungs- und Distributionsmanagement innerhalb eines Unternehmens abgeleitet werden. Das spiegelt allerdings nur einen Teil des in dieser Arbeit verwendeten Begriffsverständnisses wider. Als Ergänzung dazu werden für diese Abhandlung noch die Produktionsprozesse und -aktivitäten mit in die Definition einbezogen. Zudem erfolgt eine Orientierung an den frühen Definitionen des Supply Chain Management, in denen die institutionelle Reichweite auf ein Unternehmen beschränkt ist.¹⁹⁰ Zur Wahrung der Konsistenz und begrifflichen Einheitlichkeit wird außerdem auf die Definition für das Supply Chain Management im vorherigen Kapitel zurückgegriffen¹⁹¹:

Das Internal Supply Chain Management zielt auf die langfristige Sach- und Formalzielerfüllung der gesamten Internal Supply Chain unter Beachtung des lokalen Erfolgs der beteiligten Akteure. Es umfasst standort- und funktionsübergreifende Prozesse und Aktivitäten zur Gestaltung, Planung und Steuerung der horizontalen und vertikalen Material-, Informations- und Zahlungsflüsse, sowie der entsprechenden Kapazitäten. Dies beinhaltet auch die Integration

¹⁸⁸ Vgl. Kapitel 2.2.

¹⁸⁹ Vgl. CSCMP (2009): „Supply chain management encompasses the planning and management of all activities involved in sourcing and procurement, conversion, and all logistics management activities. Importantly, it also includes coordination and collaboration with channel partners, which can be suppliers, intermediaries, third party service providers, and customers. In essence, supply chain management integrates supply and demand management within and across companies.“ Eine explizite Abgrenzung von Internal Supply Chain Management ist in der Literatur nur schwierig zu finden. So betiteln zwar Singer/Donoso (2007) ihren Artikel „Internal Supply Chain Management in a Chilean sawmill industry“ und stellen im Rahmen davon auch ein Planungsmodell für die standortübergreifende, unternehmensinterne Netzwerkplanung vor, eine explizite Begriffsdefinition bleibt allerdings aus. Macher/Mowery (2003), S. 394, sprechen von Internal Supply Chains und legen ihren Fokus auf „supply chain management processes internal to the firm“, was einer Definition des Internal Supply Chain Management als Teilgebiet des Supply Chain Management gleichkommt.

¹⁹⁰ Vgl. Oliver/Webber (1982), S. 66–68, Houlihan (1985), S. 55, und Harland (1996), S. 64. Auf den frühen Definitionen und damit der funktionalen Integration basieren die Arbeiten von Jeonga et al. (2011), Yu et al. (2010) und Feger (2009), die jeweils die Beziehung zwischen den Akteuren oder Abteilungen in einem Unternehmen untersuchen.

¹⁹¹ Frink et al. (2004) verwenden den Begriff „Internal Supply Chain Management“ mit einer ähnlichen Bedeutung. Allerdings verzichten die Autoren auf eine explizite Definition.

und Koordination der Transport-, Produktions-, Umschlags- und Lagerprozesse mit den dazugehörigen Aktivitäten.

Unter Zugrundelegung dieser Definition existieren auf den betrachteten Ebenen große Übereinstimmungen zwischen dem Supply Chain Management und dem Internal Supply Chain Management. Werden rein die Prozesse betrachtet, hängt deren Existenz und Beschaffenheit weniger von der institutionellen Reichweite als von der Netzwerkstruktur, die durch die Standorte sowie die Richtung und Existenz der Standortbeziehungen determiniert ist, ab. Unterschiede treten erst bei der Aufgabenträgerzuordnung und damit bei der Aktivitätenkoordination im organisatorischen Sinne auf. So können Produktionsprozesse innerhalb eines Unternehmens auf Grund der hierarchischen Strukturen und der Kommunikationsinfrastruktur in der Regel einfacher aufeinander abgestimmt werden als unternehmensübergreifende Produktionsprozesse. Diese Unterschiede werden in Kapitel 3 herausgearbeitet. Davor werden die konkreten Prozesse des Supply Chain Management erläutert, um die spezifischen Problembereiche des Internal Supply Chain Management zu identifizieren.

2.3.2 Prozesse des Internal Supply Chain Management

Die verwendete Definition des Internal Supply Chain Management bezieht sich auf Aufgaben der Gestaltung, Planung und Steuerung der Informations-, Material- und Zahlungsflüsse im Transport-, Produktions-, Umschlags- und Lagerbereich.¹⁹² In der Literatur wurden bislang sowohl Aufgaben- als auch Prozessmodelle für das Supply Chain Management veröffentlicht. Jedes der vorgestellten Modelle beinhaltet Aufgaben oder Prozesse mit standortübergreifendem Charakter. Nachfolgend werden einige für den weiteren Fortgang der Arbeit notwendige Modelle zum Supply Chain Management allgemein vorgestellt, und auf dieser Basis ein zusammenfassendes Prozessmodell des Internal Supply Chain Management entwickelt, mit dem die quantitativen Modelle dieser Arbeit klassifiziert und damit deren Anwendungsbereich abgesteckt werden kann.

2.3.2.1 Aachenener Modell der Produktionsplanung und -steuerung

Im Aachenener Modell der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) werden sowohl *Aufgaben* als auch Prozesse für die Planung in Netzwerken definiert. Sogenannte Netzwerkaufgaben, die die standortübergreifende Planung umfassen und auch in unternehmensinternen Netzen anfallen, sind von den standortinternen Aufgaben zu unterscheiden.¹⁹³ Das gesamte Netzwerk betreffen demnach die Netzwerkkonfiguration, in der das langfristige Produktprogramm und die

¹⁹² Die folgenden Betrachtungen finden auf der Prozessebene der Supply-Chain-Management-Definitionen statt.

¹⁹³ Vgl. für den folgenden Absatz Schuh/Roesgen (2006), Schuh/Schmidt (2006) und Lücke (2005), S. 87–125.

sehr langfristige Zuordnung von Wertschöpfungsprozessen und Produkten zu Standorten vollzogen werden, die Netzwerkabsatzplanung zur Ermittlung von zukünftigen Absatzprognosen und deren Aggregation sowie die Netzwerkbedarfsplanung. Diese gliedert sich in die Bedarfsallokation zur Aufteilung von Aufträgen und prognostizierten Bedarfen auf die Standorte, in die Kapazitätsplanung in Form eines Kapazitätsabgleichs und der entsprechenden Kapazitätsanpassung sowie in die Beschaffungsplanung als Schnittstelle zum Lieferanten. Die Netzwerkaufgaben determinieren die Rahmenbedingungen der Kernaufgaben. Als Querschnittsaufgaben verknüpfen das Bestandsmanagement, das Controlling und das Auftragsmanagement die Einzelaufgaben. Zusätzlich sorgt eine Datenverwaltung für die informatorische Integration aller Aufgaben. Nicht alle im Aachener PPS-Modell enthaltenen Aufgaben werden tatsächlich auch in allen Unternehmen und Supply Chains durchgeführt. So könnten zum Beispiel die Absätze durch eine Fabrik in Kundennähe lokal ermittelt werden. Zumindest muss allerdings eine Netzwerkbedarfsallokation erfolgen (vgl. Abbildung 2.9).¹⁹⁴

Netzwerkaufgaben	Kernaufgaben		Querschnittsaufgaben		
Netzwerkconfiguration	Produktionsprogrammplanung		Auftragsmanagement	Bestandsmanagement	Controlling
Netzwerkabsatzplanung	Produktionsbedarfsplanung				
Netzwerkbedarfsplanung	Fremdbezugsplanung und -steuerung	Eigenfertigungsplanung und -steuerung			
Datenverwaltung					

Abbildung 2.9: Aufgabenreferenzsicht des Aachener PPS-Modells¹⁹⁵

In der *Prozessarchitektursicht* werden die Rahmenbedingungen für die Verknüpfung der Aufgaben untereinander und mit Aufgabenträgern festgelegt. Dazu zählen die Charakteristika von Zusammenarbeit, Produkt und Produktstruktur. Aus den Aufgaben und der Prozessarchitektur werden dann in der *Prozesssicht* konkrete Prozesse spezifiziert. Mit jedem Prozess werden eine oder mehrere Teilaufgaben durchgeführt. Die *Funktionssicht* als vierte Sicht des PPS-Modells dient der Zuordnung der einzelnen Prozesse und Aktivitäten zu Softwarefunktionsmodulen.

¹⁹⁴ Vgl. Wrede (1999), S. 86.

¹⁹⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh/Roesgen (2006).

2.3.2.2 Supply Chain Management Framework von Cooper et al.

Das Supply-Chain-Management-Konzept von Cooper et al. deckt bezogen auf das Aachener PPS-Modell die Prozessarchitektur-, die Prozess- und die Funktionssicht ab.¹⁹⁶ Supply-Chain-spezifische Managementkomponenten besitzen ähnlich wie die Elemente der Prozessarchitektur im PPS-Modell einen prozess- und funktionsübergreifenden Charakter. Als Managementkomponenten werden zum Beispiel die Planung und Steuerung, die Organisationsstruktur oder die Produktstruktur bezeichnet. Je nach Ausprägung der Managementkomponenten werden acht Hauptgeschäftsprozesse des Supply Chain Management gestaltet, die für alle Unternehmen der Supply Chain relevant sind. Die acht Prozesse decken den gesamten Auftragsabwicklungsprozess vom Endkunden bis zum Lieferanten ab. Die einzelnen Hauptprozesse sind in Abbildung 2.10 illustriert und werden nachfolgend aufgeführt und näher erläutert.

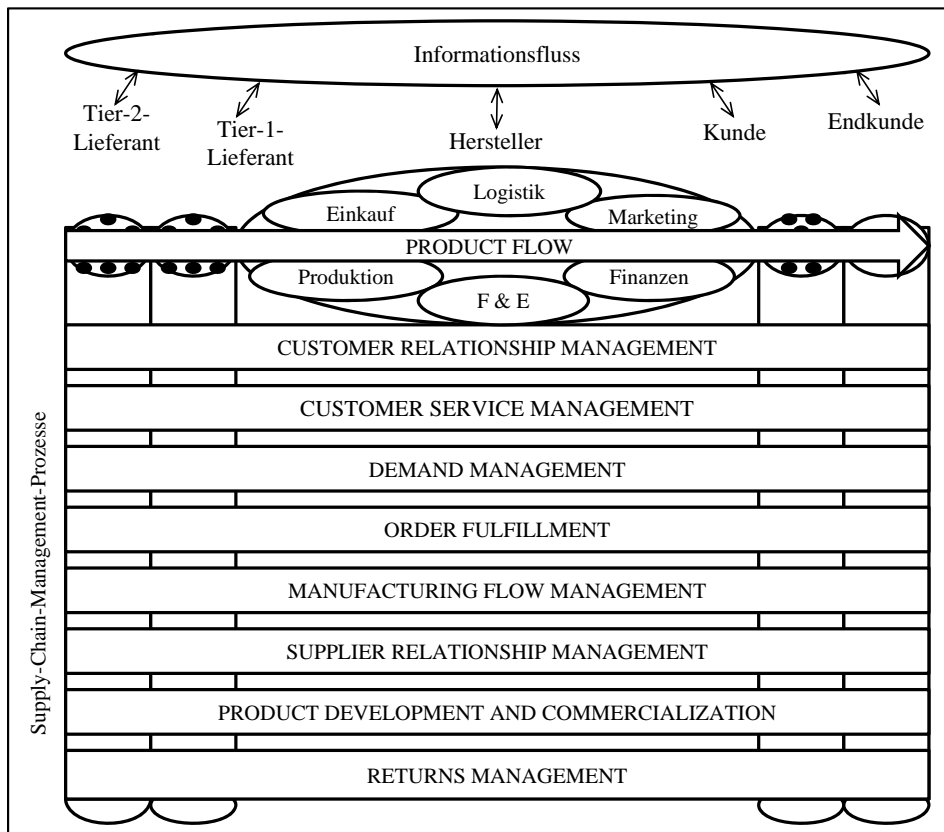


Abbildung 2.10: Prozessmodell des Supply Chain Management nach Cooper et al.¹⁹⁷

¹⁹⁶ Vgl. zum nachfolgenden Abschnitt Cooper et al. (1997) und Sürrie/Wagner (2008), S. 39–40.

¹⁹⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Cooper et al. (1997).

- Das *Customer Relationship Management* besteht aus kundenspezifischen Maßnahmen und Vereinbarungen hinsichtlich Service und Produkt mit dem Ziel der langfristigen Kundenbindung.¹⁹⁸
- An der direkten Kundenschnittstelle werden die Prozesse des *Customer Service Management* durchgeführt. Im Zentrum davon steht die Informationssammlung und -weitergabe an den Kunden und das Einholen von Kundenfeedback. Durch diesen Prozess erfährt der Kunde den endgültigen Liefertermin. Außerdem werden mithilfe dieses Prozesses potenzielle und tatsächliche Schwierigkeiten im sehr kurzfristigen Bereich aufgedeckt und durch Kollaboration gelöst.¹⁹⁹
- Weniger der kurzfristige Kundenkontakt als die Einschätzung des längerfristigen Kundenverhaltens ist die Aufgabe des *Demand-Management*-Prozesses. Die Teilprozesse und Tätigkeiten des Demand Management zielen vor allem auf die Erstellung von Prognosen.²⁰⁰
- Das *Order Fulfillment* ist wie das Customer Service Management hingegen auf die kurzfristige Auftragsabwicklung ausgerichtet und weist entsprechend viele Schnittstellen auf operativer Ebene zum Customer Service Management auf. Der Order-Fulfillment-Prozess ist geprägt von administrativen Tätigkeiten und basiert auf zuverlässigen Informationen aus der Fertigung.²⁰¹
- Diese gewährleistet der *Manufacturing-Flow-Management*-Prozess, in dessen Wirkungsbereich die Steuerung des Fertigungsprozesses fällt. Er bildet damit die Grundlage der Leistungserstellung, auf die sich vor allem der Order-Fulfillment-Prozess und das Customer Service Management, aber bei Berücksichtigung von Kapazitäten auch das Demand Management beziehen.²⁰²
- Das Gegenstück des Customer Relationship Management auf Kundenseite ist das *Supplier Relationship Management* an der Schnittstelle zum Lieferanten. Dazu gehören die Lieferantenbewertung und -entwicklung. Ebenfalls diesem Hauptprozess ist der gesamte Einkaufsprozess einschließlich des Abschlusses von Verträgen zuzurechnen.²⁰³
- Im *Product-Development-and-Commercialization*-Prozess werden neue Produkte mit den Lieferanten und Kunden gemeinsam entwickelt und auf den Markt gebracht. Dementsprechend steht dieser Hauptprozess in einem engen Zusammenhang mit den mittel- und

¹⁹⁸ Vgl. Croxton et al. (2001), S. 15–17.

¹⁹⁹ Vgl. Bolumole et al. (2003) und Croxton et al. (2001), S. 17–18.

²⁰⁰ Vgl. Rogers et al. (2002) und Croxton et al. (2001), S. 18–20.

²⁰¹ Vgl. Sürrie/Wagner (2008), S. 40, Croxton (2003) und Croxton et al. (2001), S. 20–22.

²⁰² Vgl. Goldsby/Garcia-Dastugue (2003) und Croxton et al. (2001), S. 22–24.

²⁰³ Vgl. Croxton et al. (2001), S. 24–26.

langfristigen Schnittstellen zu den Kunden und den Lieferanten, die in den Customer-Relationship-Management- und Supplier-Relationship-Management-Prozessen abgebildet werden.²⁰⁴

- Neben den bisher genannten Prozessen ist auch das *Returns Management* für die Wahrnehmung der Supply-Chain-Leistung durch den Kunden entscheidend. Dieser Prozess besteht aus allen Teilprozessen, die auf die Vermeidung, Abwicklung und Kompensation von Retouren zielen.²⁰⁵

Die Prozesse integrieren die unternehmensinternen und -übergreifenden Funktionen und Organisationseinheiten von Tier-2- und Tier-1-Lieferanten über die unternehmensinternen Funktionen bis hin zum (End-)Kunden. Alle Hauptprozesse orientieren sich am Materialfluss. Mit Ausnahme der Retouren fließen Rohstoffe, Halbfertig- und Fertigerzeugnisse vom Lieferant zum Kunden. Jeder der erläuterten Hauptprozesse ist nochmals unterteilt in einzelne strategische und operative Teilprozesse, wobei die Hauptprozesse eine deutlich höhere Granularität aufweisen als die Netzwerkaufgaben und damit die Supply-Chain-Management-Prozesse der obersten Ebene im Aachener PPS-Modell. Zudem findet eine Unterscheidung zwischen strategischen und operativen Prozessen erst auf Teilprozessebene statt. Insgesamt zeichnet sich dieses Supply-Chain-Management-Konzept durch seine durchgängige Prozessorientierung und -hierarchie und den Verweis auf prozessübergreifende Komponenten – analog der Prozessarchitektur im Aachener PPS-Modell – aus.

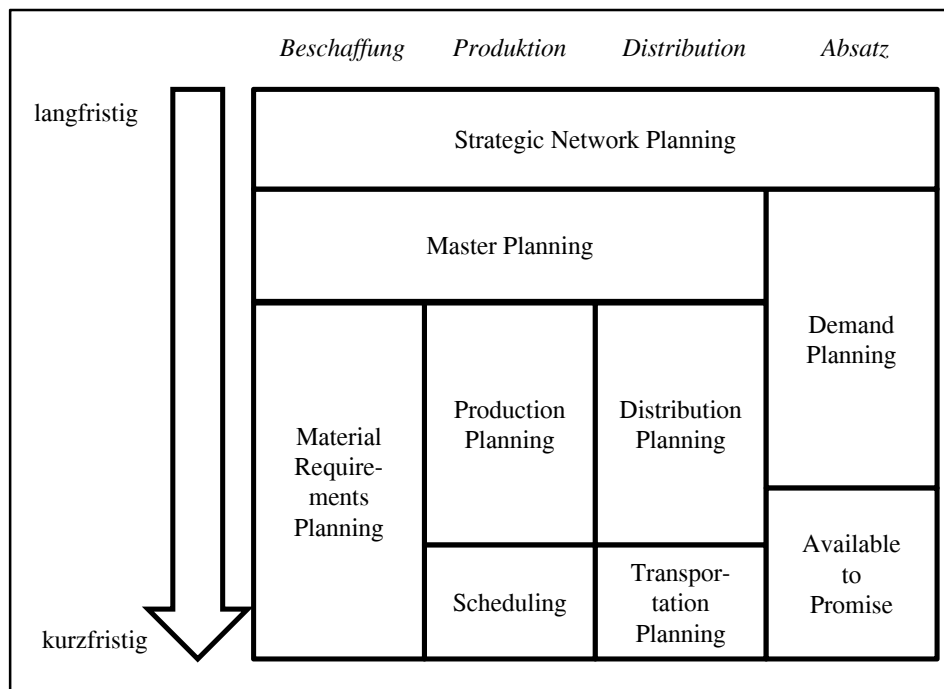
2.3.2.3 Supply-Chain-Planning-Matrix

Zur Unterstützung der Supply-Chain-Management-Prozesse, die in vorherigen Abschnitten beschrieben wurden, kann ein Advanced-Planning-and-Scheduling-System (APS-System) eingesetzt werden. Zu den wichtigsten Softwarehäusern, die derartige Systeme anbieten, zählen SAP, Oracle oder JDA. Obwohl sich die Systeme in ihrer Erscheinungsform zum Teil erheblich unterscheiden, sind sie sich doch in ihrem Aufbau häufig sehr ähnlich. Die Supply-Chain-Planning-Matrix von Rohde et al. (vgl. Abbildung 2.11) stellt einen Modulrahmen zur Verfügung, anhand dessen die einzelnen Softwareprogramme verglichen und eingeordnet werden können.²⁰⁶

²⁰⁴ Vgl. Rogers et al. (2004) und Croxton et al. (2001), S. 26–28.

²⁰⁵ Vgl. Rogers et al. (2002) und Croxton et al. (2001), S. 28–30.

²⁰⁶ Vgl. zu der Supply-Chain-Planning-Matrix Meyr et al. (2008), Fleischmann et al. (2008), Eggert (2006), S. 95–101, Ferber (2005), S. 41–66, und Rohde et al. (2000).

Abbildung 2.11: Supply-Chain-Planning-Matrix²⁰⁷

Als Softwaremodul identifizieren die Autoren unter anderen das Strategic Network Planning zur langfristigen Netzwerkkonfiguration, die vergleichbar mit der Netzwerkkonfiguration im Aachener PPS-Modell ist.²⁰⁸ Die Ergebnisse daraus entsprechen dem Input für das Demand Planning und das Master Planning. Beide Module werden zur Planung auf Netzwerkebene eingesetzt, wobei das Demand Planning zur Ermittlung aktueller und zukünftiger Bedarfe in Gestalt von Prognosen und langfristigen Aufträgen verwendet wird und das Master Planning die Allokation und Umsetzungsplanung der Bedarfe adressiert.²⁰⁹ Die Pläne dieser Module beschränken sich auf aggregierte Produkt- und Kapazitätsdaten. Von einer detaillierten Betrachtung wird auf Grund des großen Datenumfangs auf Netzwerkebene in der Regel abgesehen. Auf den Ergebnissen des Master Planning bauen die operativen und standortinternen Module auf. Die Material-Requirements-Planning-Komponente leitet aus den im Master Planning festgelegten Produktionsmengen Sekundärbedarfe ab und ordnet diese den Lieferanten zu.²¹⁰ Die Production-Planning- und die Scheduling-Komponente dienen der Planung und Steuerung der Produktion; die Distribution-and-Transportation-Planning-Komponente erfüllt den Zweck der Planung und Steuerung logistischer Aktivitäten hin zum Kunden und des Transports allgemein.²¹¹ Die Abwicklung kurzfristiger Bedarfe wird basierend auf den Ergebnissen des Demand Planning durch die eher kurzfristig ausgerichtete Available-To-Promise-

²⁰⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fleischmann et al. (2008) und Meyr et al. (2008).

²⁰⁸ Vgl. Goetschalckx/Fleischmann (2008).

²⁰⁹ Vgl. für die beiden Module Demand Planning und Master Planning Kilger/Wagner (2008) und Rohde/Wagner (2008).

²¹⁰ Vgl. Stadtler (2008b).

²¹¹ Vgl. Stadtler (2008a) und Fleischmann (2008).

Komponente abgewickelt.²¹² Jedes dieser Module unterstützt die Abwicklung eines Supply-Chain-Management-Prozesses oder führt diesen sogar komplett durch. Dementsprechend kann jedem Modul auch eine gleich lautende Aufgabe zugeordnet werden.²¹³ Diese Aufgaben werden in der Supply-Chain-Planning-Matrix entlang des Planungshorizonts mit einem Ausprägungskontinuum von langfristig bis kurzfristig und anhand der Bereiche Beschaffung, Produktion, Distribution und Absatz klassifiziert. Bei einem langfristigen Planungshorizont sind die Aufgabenbereiche allerdings integriert zu betrachten. Auch beim mittelfristigen Master Planning werden zumindest die Bereiche Beschaffung, Produktion und Distribution zusammengefasst. Dem Absatzbereich ist das Demand Planning und auf kurzfristiger Ebene die Verfügbarkeitsprüfung, also die Available-To-Promise-Aufgabe, zugeordnet. Entsprechend eindeutig fällt auch die Zuordnung der Produktionsplanung und -steuerung zum Produktionsbereich, der Materialbedarfsplanung zum Beschaffungsbereich und der Distributions- und Transportplanung zum Transportbereich aus. Besonders hervorzuheben ist an der Supply-Chain-Planning-Matrix die praxisorientierte Abgrenzung der Aufgaben, insbesondere entlang des Planungshorizonts.

2.3.2.4 Fraunhofer-Supply-Chain-Management-Aufgabenmodell

Ähnlich wie die Supply-Chain-Planning-Matrix orientiert sich das Supply-Chain-Management-Aufgabenmodell der Fraunhofer-Gesellschaft an der Struktur von APS-Systemen.²¹⁴ Die Aufgaben sind ebenfalls entlang des Planungshorizonts organisiert. Wie bei der Supply-Chain-Planning-Matrix und dem Aachener PPS-Modell wird die strategische Ebene von Entscheidungen über die Netzwerk- und Prozessstruktur und dem langfristigen Produktionsprogramm geprägt. Der Schwerpunkt dieses Prozesses liegt aber in der Regel auf der Entscheidungsunterstützung bei Investitionsentscheidungen zur Strukturanpassung von Netzwerken. Die Aufgaben der strategischen Ebene werden unter dem Begriff „Supply-Chain-Gestaltung“ zusammengefasst.²¹⁵ Auf taktisch-operativer Ebene entspricht das Fraunhofer-Aufgabenmodell grob der Supply-Chain-Planning-Matrix.²¹⁶ Im Unterschied zu dieser werden aber hier netzwerkweite Aufgaben mit standortspezifischen Aufgaben explizit verknüpft. Ausgehend von der Bedarfs- und Netzwerkplanung werden standortspezifische Transport-, Beschaffungs- und Produktionspläne erstellt. Die Verfügbarkeitsprüfung wird nicht als operative Aufgabe des Demand Plan-

²¹² Vgl. Kilger/Meyr (2008), Ball et al. (2004) und Ware/Fogarty (1990).

²¹³ Vgl. Fleischmann et al. (2008).

²¹⁴ Vgl. zu diesem Modell Kaczmarek (2006), S. 69–71, Jehle/Kaczmarek (2003), S. 5–6, und Kuhn/Hellingrath (2002), S. 142–156.

²¹⁵ Luczak/Hartweg (2001), S. 55, und Sucky (2004a), S. 31–38, verwenden die Begriffe „Supply Chain Design“, „Supply Chain Planning“ und „Supply Chain Execution“, wobei die Exekutionsebene standortintern ausgerichtet ist.

²¹⁶ Vgl. Kuhn/Hellingrath (2002), S. 144–152.

ning angesehen, sondern vielmehr als über alle Funktionen hinweg integrierende Aufgabe, die auf den Ergebnissen der zuvor erstellten standortspezifischen Pläne aufbaut und wiederum als Input für die Feinplanungen im Beschaffungs-, Distributions- und Produktionsbereich fungiert. Ergänzt werden diese Aufgaben auf taktisch-operativer Ebene um Schnittstellenaufgaben hin zum jeweiligen Supply-Chain-Partner. Lieferantenseitig handelt es sich dabei analog zu dem Modell von Cooper et al. um das Supplier Relationship Management, kundenseitig um das Customer Relationship Management.²¹⁷ Die direkte Kommunikation und Kooperation mit dem Supply-Chain-Partner erfolgt durch die Aufgabe der Kollaboration. Der Aufgabenbereich der taktisch-operativen Ebene wird mit dem Supply Chain Planning bezeichnet. Davon zu unterscheiden ist noch die exekutive Ebene oder der Aufgabenbereich der Supply Chain Execution.²¹⁸ Dieser fasst alle Steuerungsaufgaben zusammen, die für die Abwicklung des laufenden Betriebs notwendig sind. Der Zeithorizont kann sogar nur einige Minuten umfassen. Dabei werden mit der Lager-, Produktions- und Transportabwicklung zunächst die standort- oder unternehmensinternen Prozesse gesteuert. Reaktionen auf kurzfristige Abwicklungsprobleme, wie zum Beispiel ein überraschender Ausfall von Transport- und Produktionskapazitäten, die sich auf die Auftragsabwicklung der gesamten Supply Chain beziehen, werden durch das Supply Chain Event Management gesteuert.²¹⁹ Das Fundament für die Aufgabendurchführung bildet ein Netzwerk-Informationssystem, in dem netzwerkweite und für die Planung notwendige Daten ausgetauscht und verarbeitet werden. Bemerkenswert an diesem Modell ist die Ergänzung der exekutiven Ebene, die Benennung der Ebenen in Gestaltung, Planung und Betrieb und die explizite Integration der Kollaboration als Umsetzungsmöglichkeit einer netzwerkweiten Planung.

2.3.2.5 Supply-Chain-Operations-Reference-Modell

Auch das Supply-Chain-Operations-Reference-Modell (SCOR-Modell), das vom Supply Chain Council zur Modellierung von Prozessen in Supply Chains entwickelt wurde, beinhaltet die Unterscheidung zwischen strategischer und operativer Ebene.²²⁰ Die Leistungserstellung gliedert sich auf der Ebene der Supply-Chain-Entitäten (Topebene) in die drei Prozesse Beschaffen, Herstellen und Liefern. In einem vierten Prozess werden die Retouren innerhalb einer Supply Chain berücksichtigt. Die Planung der vier Prozesse erfolgt durch den fünften Hauptprozess Planung. Auf der Konfigurationsebene werden den Prozessen Prozessklassen zugeordnet, dadurch Produktionskonzept und -programm ausgewählt und auf sehr aggregierter Ebene Bestand, Kapazitäten und Mengen geplant. Der Prozess Planen teilt sich entsprechend

²¹⁷ Vgl. Cooper et al. (1997), Croxton et al. (2001), S. 15–17 und S. 24–26.

²¹⁸ Vgl. Kuhn/Hellingrath (2002), S. 152–156.

²¹⁹ Ein Beispiel für ein Event Management auf Basis von Smart-Object-Technologien beinhaltet Lempert/Pflaum (2011a).

²²⁰ Vgl. zu diesem Modell Supply Chain Council (2008), Kuhn/Hellingrath (2002), S. 105–109, und Sürrie/Wagner (2008), S. 41–48.

in die Prozessklassen Supply-Chain-Planung, Beschaffungsplanung, Produktionsplanung und Distributionsplanung auf. Aus den Prozessklassen werden auf der nächsten Ebene (Prozesselementebene) Prozesselemente abgeleitet, die sich aus Aktivitäten der Implementierungsebene zusammensetzen. Die Identifizierung, Priorisierung und Aggregation der Kundenerfordernisse, die Grobplanung der Ressourcen, der Kapazitätsabgleich auf aggregierter Ebene und die Plandurchsetzung bilden als Prozesselemente zusammen die Prozessklasse Supply-Chain-Planung.²²¹ Die vierte Ebene der Aktivitäten, die Implementierungsebene, wird allerdings im SCOR-Modell nicht mehr explizit betrachtet. Auf jeder Modellebene werden zudem Kennzahlen bereitgestellt. Als charakteristische Merkmale des SCOR-Modells fallen die Prozesshierarchie und die Einteilung der Leistungserstellung in die drei Hauptprozesse Beschaffen, Herstellen und Liefern auf (vgl. Abbildung 2.12).

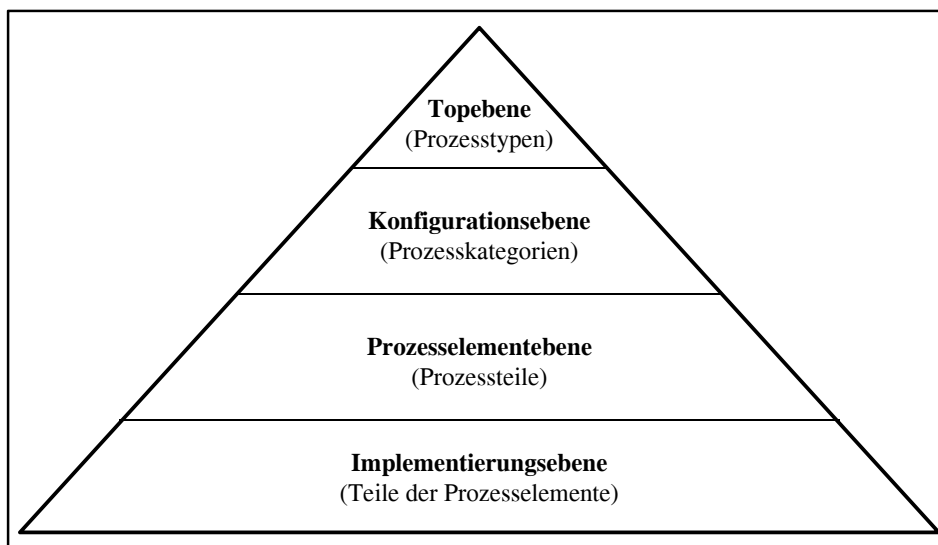


Abbildung 2.12: Ebenen des SCOR-Modells²²²

2.3.2.6 Input-Output-Modell

Im Aachener PPS-Modell und im SCOR-Modell wird von einer Prozess- oder Aufgabenhierarchie ausgegangen. Bei beiden werden potenzielle Teilaufgaben vor allem empirisch und aus der praktischen Erfahrung der Autoren abgeleitet. Als theoretischer Ansatzpunkt für die Strukturierung dieser Aufgaben und zur Sicherstellung der Beachtung aller theoretisch sinnvollen Aufgaben dient der in der Literatur weit verbreitete Ansatz, Leistungsprozesse als Input-Output-Systeme zu modellieren.²²³ Der Prozessoutput entspricht dem Programm, das die Prozessziele

²²¹ Vgl. Sürie/Wagner (2008), S. 44–45.

²²² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sürie/Wagner (2008), S. 41–48.

²²³ Vgl. zum Beispiel Nebl (2011), S. 11, Corsten/Gössinger (2009), S. 4–9, Waters (2009), S. 5, Hewitt (1994), S. 2, Hoitsch (1993), S. 42, und Gutenberg (1951), S. 1–13.

ebenso umfasst wie die Prozessobjekte. Die Gesamtheit aller Kapazitätsträger, Materialien, Informationen und Zahlungsmittel stellt den Prozessinput dar, der auch als Potenzial oder als Gesamtheit der Faktoren bezeichnet wird. Der Throughput dient schließlich zur Verarbeitung der Faktoren und Potenziale zum Programm und umfasst den eigentlichen Prozess mit seinen Prozessschritten. Bei sukzessiver Planung wird in der Regel zunächst der Output, dann der Input und dann der Throughput geplant, wobei mehrere Iterationen notwendig sind, bis der endgültige Plan generiert ist.²²⁴ Wird dieses Modell auf den Produktionskontext übertragen, besteht die Menge der Faktoren aus dem an der Produktion beteiligten Personal, den Produktionsmaschinen und den für die Produktion notwendigen Materialien. Das Produktionsprogramm als Output des Produktionsprozesses enthält die Mengen, die groben Termine und die Varianten der Erzeugnisse. Der Produktionsprozess im eigentlichen Sinne beinhaltet dann schließlich die diversen, technischen und logistischen Teilschritte zur Fertigstellung der Erzeugnisse aus den Produktionsfaktoren.²²⁵ Aus diesem Prozessverständnis lassen sich konkrete Planungsaufgaben ableiten. Der Input- oder Faktorplanung können zum Beispiel die Planungsaufgaben der Kapazitätsplanung oder der Materialbedarfsplanung zugeordnet werden. Der Prozessplanung gehört zum Beispiel die Ablaufplanung an und zur Gruppe der Output- oder Programmplanung zählt die Produktions- oder Transportprogrammplanung. Diese Kategorisierung hilft, auch eine hohe Anzahl an Aufgaben relativ übersichtlich und eingängig zu klassifizieren (vgl. Abbildung 2.13).

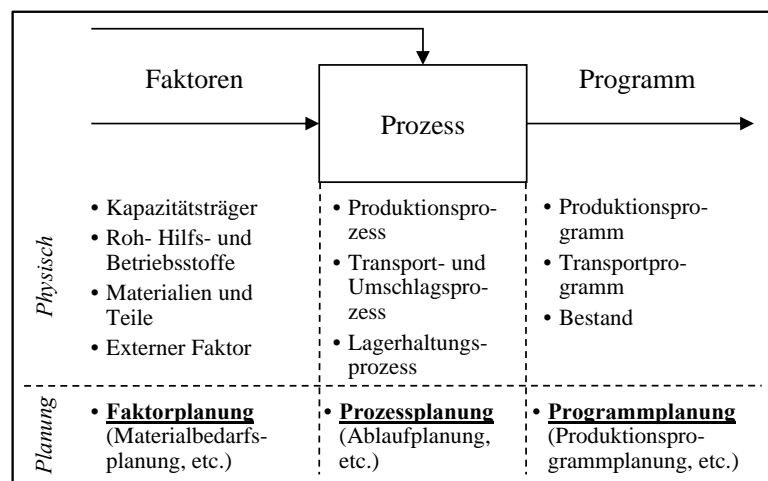


Abbildung 2.13: Leistungsprozesse als Input-Output-System²²⁶

²²⁴ Vgl. Wight (1984), S. 186–192, zur Reihenfolge der Planungsprozesse.

²²⁵ Vgl. Gutenberg (1951).

²²⁶ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gutenberg (1951) und zum Beispiel Kummer et al. (2010).

2.3.2.7 Prozessmodell des Internal Supply Chain Management

Alle vorgestellten Modelle zielen auf die Darstellung und Strukturierung von Softwaremodulen oder Supply-Chain-Management-Prozessen oder -Aufgaben ab.²²⁷ Eine Beschränkung auf die unternehmensinterne Reichweite ist in den vorgestellten Ansätzen ebenso wenig enthalten wie eine weiterführende Klassifizierung quantitativer Supply-Chain-Modelle. Beide Punkte sind notwendig, um den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit und vor allem die noch folgenden quantitativen Modelle einzuordnen. Zu diesem Zweck wird ein vierstufiges Prozessmodell für das Internal Supply Chain Management und die Klassifizierung quantitativer Modelle, die aus der Definition des Internal Supply Chain Management abgeleitet ist, erstellt.²²⁸ Die Fokussierung auf Prozesse und nicht auf Aufgaben wird deshalb vorgenommen, weil das Prozessmodell dem Ziel der Kategorisierung quantitativer Planungsmodelle dient. Eine Verknüpfung der Aufgaben mit Aufgabenträger, wie sie in Prozessen vorhanden ist, erweist sich für diese Kategorisierung als hilfreich, weil auch organisatorische Voraussetzungen mit zu berücksichtigen sind. Als Basis des Prozessmodells werden die drei Begriffsebenen des Supply Chain Management aus Abschnitt 2.3.1.1 herangezogen. Quantitative Planungsmodelle und -methoden unterstützen einen Planungsprozess oder die Durchführung einer Planungsaktivität. Weil der Modelleinsatz mit mindestens zwei Aktivitäten, nämlich der Modellerstellung und der Modelllösung, verbunden ist und damit nach dem verwendeten Begriffsverständnis bereits als ein Prozess angesehen werden muss, erfolgt eine Konzentration der Betrachtungen auf die Prozessebene. Diese besteht analog zum SCOR-Modell und dem Supply Chain Management Framework von Cooper et al. aus einer Prozesshierarchie.

Erste Prozessebene

Auf der ersten Prozessebene erfolgt eine grobe Unterteilung nach institutioneller und ressourcenorientierter Planungsreichweite sowie dem Planungshorizont in zwölf Hauptprozesse. Die Unterteilung entlang des Planungshorizonts orientiert sich am Modell der Fraunhofer-Gesellschaft.²²⁹ Daraus resultieren die drei Prozesse Supply Chain Configuration, Supply Chain Planning und Supply Chain Execution, die in einer hierarchischen Beziehung zueinander stehen. Bei der Supply Chain Configuration werden Rückmeldungen des Supply Chain Planning berücksichtigt und auf Basis von diesen und von antizipierten Ergebnissen auf taktischer Ebene Vorgaben für das Supply Chain Planning erstellt.²³⁰ In der gleichen Beziehung stehen Supply Chain Execution und Supply Chain Planning zueinander, so dass die Supply Chain Executi-

²²⁷ Eine Metaanalyse von bisherigen Literaturanalysen zu Supply-Chain-Planungsmodellen enthält Ostertag (2008), S. 89–122.

²²⁸ Das Prozessmodell unterstützt indirekt zudem die Präzisierung von methodischen Anforderungen an eine Supply Chain Management Software, indem durch die Strukturierung der Modelle die einzelnen Prozesse herausgestellt werden und damit auch über deren Automatisierung entschieden werden kann.

²²⁹ Vgl. Kuhn/Hellingrath (2002), S. 142–156.

²³⁰ Vgl. Sucky (2004b), S. 31–38, und Luczak/Hartweg (2001), S. 55.

on indirekt auch in einer hierarchischen Beziehung zur Supply Chain Configuration steht.²³¹ Zur Verdeutlichung des Geltungsbereichs des Supply Chain Management erfolgt die Differenzierung in Netzwerkplanungsprozesse und in standortinterne Planungsprozesse in Anlehnung an das Aachener PPS-Modell.²³² In keiner der vorgestellten Aufgaben- und Prozessübersichten ist die dritte Dimension dieser Ebene, die der institutionellen Reichweite, eingearbeitet. Dabei wird zwischen Planungsprozessen innerhalb von Institutionen und institutionsübergreifenden Prozessen unterschieden. Während davon ausgegangen werden kann, dass innerhalb von Institutionen ein Mindestmaß an hierarchischen Elementen vorhanden ist, sind institutionsübergreifende Netzwerke häufig geprägt von Heterarchien. Das beeinflusst die Modellwahl und -einordnung direkt. In heterarchischen Netzwerken müssen in den Modellen die fehlende Zielkonformität und mangelnde Durchsetzungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Beides führt in der Regel zu einem Mangel an netzwerkweiten Informationen. Das Ergebnis des Internal Supply Chain Management als unternehmensinterne Ausprägung des Supply Chain Management beeinflusst Verhandlungen und Pläne des External Supply Chain Management. Umgekehrt müssen beim Internal Supply Chain Management die durch das External Supply Chain Management ermittelten und gesetzten Rahmenbedingungen beachtet werden.

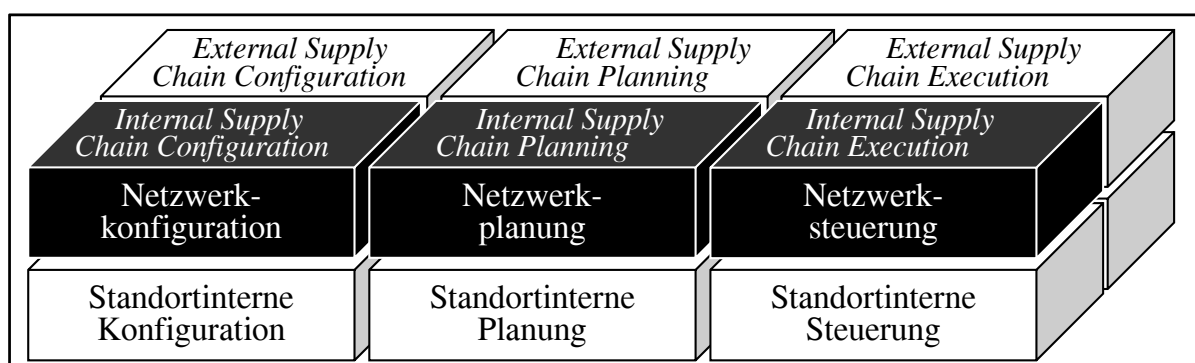


Abbildung 2.14: Erste Prozessebene – Supply-Chain-Management-Quader²³³

Eine Kombination aller Ausprägungen der einzelnen Dimensionen miteinander ergibt auf der obersten Prozessebene die zwölf Prozesse in Abbildung 2.14, wobei die Prozesse auf standortinterner Ebene keinen standortübergreifenden Charakter aufweisen und deshalb nicht Teil des Supply Chain Management im engen Sinne sind: Die Internal Supply Chain Configuration umfasst die Konfiguration des institutionsinternen Netzwerks.²³⁴ Die taktische Ebene des Internal Supply Chain Planning beinhaltet Prozesse einschließlich Modelle und Methoden zur

²³¹ Vgl. zur hierarchischen Planung allgemein Schneeweiss (2003).

²³² Vgl. Schuh/Roesgen (2006) und Schuh/Schmidt (2006).

²³³ Quelle: Eigene Darstellung.

²³⁴ Dazu zählt zum Beispiel die Standortplanung, die in Neuner (2009) ausführlich behandelt wird. Dagegen werden zum Beispiel Methoden der Lieferantenauswahl (vgl. Sucky (2007)) oder die Gestaltung von Kontrakten mit Logistikdienstleistern (vgl. Haas (2011)) der External Supply Chain Configuration zugerechnet.

mittelfristigen Netzwerkplanung.²³⁵ Der operativ-exekutive Supply-Chain-Execution-Prozess enthält alle Aktivitäten zur Steuerung des laufenden Betriebs. Dazu gehören auch die Erfassung von Daten zu den aktuellen Prozessen, die dann wiederum für die längerfristigen Ebenen aggregiert werden und als Planungsinput fungieren.²³⁶ Die beschriebenen Konfigurations-, Planungs- und Steuerungsprozesse werden sowohl für die Internal als auch für die External Supply Chain durchgeführt.

Zweite Prozessebene

Die Standorte einer Internal Supply Chain sind gemäß der aufgestellten Internal Supply Chain und der Internal-Supply-Chain-Management-Definition²³⁷ durch Material-, Informations- und Zahlungsflüsse miteinander verbunden.²³⁸ Daraus können unterschiedliche Prozessbereiche des Supply Chain Management auf der zweiten Hierarchiestufe der Prozesshierarchie abgeleitet werden. Jeder der sechs auf Netzwerkebene eingeführten Supply-Chain-Management-Prozesse besitzt als Objekt Leistungen, Finanzmittel oder Informationen. Auf strategischer Ebene müssen entsprechend die Standorte der Leistungserstellung festgelegt, Entscheidungen zur Architektur der Informationssysteme getroffen und die strategische Finanzplanung innerhalb einer Internal Supply Chain determiniert werden.

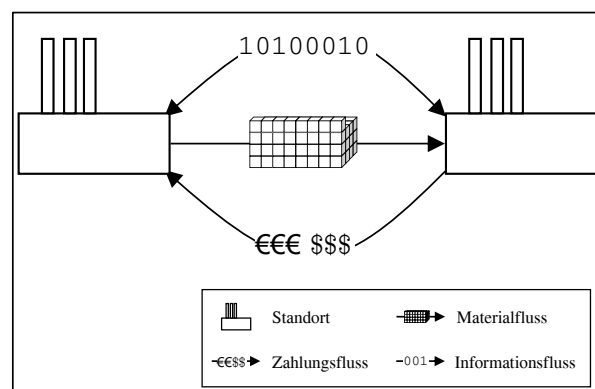


Abbildung 2.15: Zweite Prozessebene – Prozessobjekt²³⁹

Im Rahmen des Internal Supply Chain Planning, aber auch des Supply Chain Planning allgemein, erfolgt dann eine mittelfristige Spezifizierung des Leistungs-, Informations- und Finanzaustauschs zwischen den Supply-Chain-Partnern (vgl. Abbildung 2.15). Die Realisierung

²³⁵ Diese Auffassung widerspricht dem Ansatz von Huin et al. (2002), die das Internal Supply Chain Planning eher auf die standortinterne Ebene beziehen und als Aufgabenträger Enterprise-Resource-Planning-Systeme nennen.

²³⁶ Vgl. zum Monitoring zum Beispiel Lutz et al. (1999).

²³⁷ Vgl. die Abschnitte 2.2.1 und 2.3.1.

²³⁸ Vgl. dazu die Netzebenen bei Pfohl/Trumpfheller (2004), S. 5. Neben Finanz-, Informations- und Güternetzebene werden auch noch die institutionelle und soziale Netzebene aufgeführt. Diese sind in dieser Arbeit durch die institutionelle und ressourcenorientierte Definitionsebene berücksichtigt.

²³⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

der drei Transaktionsarten bildet schließlich den Schwerpunkt der Internal Supply Chain Execution.²⁴⁰ Durch diese drei neuen Dimensionsausprägungen wurden neun neue Prozesskategorien des Internal Supply Chain Management geschaffen. Auf den weiteren Prozessebenen erfolgt eine Fokussierung auf das Management der Leistungserstellung.

Dritte Prozessebene

Die dritte Prozessebene ist geprägt von der Verrichtung der Prozesse. Prozesse zur Gütertransformation gehören der Gruppe der Produktionsplanungsprozesse an. Alternativ könnten die Verrichtungen „Transport von Gütern“ oder „Lagern und Umschlagen von Gütern“ betrachtet werden.²⁴¹ Von einer Unterscheidung in Distribution, Produktion und Beschaffung wie sie beispielsweise beim Supply-Chain-Management-Modell des Fraunhofer-Instituts gewählt wurde, wird hier abgesehen, da die Modelle und Methoden zum Beispiel für den Transport innerhalb eines Produktionsnetzwerks und für den Transport innerhalb eines Distributionsnetzwerks häufig strukturgleich und damit nur schwer differenzierbar sind.²⁴² Auch das Retourenmanagement wird im Gegensatz zum SCOR-Modell oder dem Framework von Cooper et al. nicht auf dieser Ebene angesiedelt, weil Retouren in der Regel auf den gleichen Kapazitäten bearbeitet werden wie neue Produkte und deshalb als eigene Produktgruppe in viele Modelle integriert werden können.²⁴³ Deshalb wird davon ausgegangen, dass das Sachziel als Klassifizierungskriterium deutlich selektiver wirkt als die Unterteilung in Distribution, Produktion und Beschaffung, die eher die standortinternen Funktionen widerspiegelt. Allgemein wird zwischen standort- und beziehungsbezogenen Prozessen unterschieden, wobei die standortbezogenen Prozesse nochmal in zwei Teilprozesse (Bestands- und Produktionsplanung) eingeteilt werden. Voraussetzung für die Durchführung der netzwerkweiten Bestands-, Produktions- und Transportplanung ist die Kenntnis der zu erwartenden Bedarfe. Die Ermittlung und Abschätzung der zukünftigen Endkundenbedarfe erfolgt mithilfe von Prognosen und stochastischen Planungsmodellen, zum Beispiel dem Newsvendor-Modell im Rahmen der Bedarfsplanung (Vgl. Abbildung 2.16). Die vier Prozessgruppen der dritten Prozessebene werden mit den bislang eingeführten Kategorien kombiniert, so dass zum Beispiel im Rahmen der Internal Supply Chain Configuration zur Leistungserstellung die langfristige Konfiguration der Produktionsprozesse einer Internal Supply Chain oder die Entwicklung neuer Produkte stattfindet. Auf taktischer Ebene werden im Produktionsbereich die mittelfristigen Produktionsmengen und -kapazitäten innerhalb einer Internal Supply Chain geplant. Die kurzfristige Ebene der Supply Chain Execution beinhaltet die planerischen Reaktionen auf Störungen im Produktionsablauf und das Monitoring des Produktionsprozesses.

²⁴⁰ Vgl. zur Finanzplanung zum Beispiel Hofmann/Elbert (2004).

²⁴¹ Diese Sichtweise korrespondiert in Teilen mit der funktionsbezogenen Einteilung einer Aufgabe in Verantwortungsbereiche, wie sie bei Jetzke (2007), S. 28–32, zu finden ist.

²⁴² Vgl. Kuhn/Hellingrath (2002), S. 142–156.

²⁴³ Vgl. Supply Chain Council (2008), Sürle/Wagner (2008), S. 41–48, Kuhn/Hellingrath (2002), S. 105–109, Rogers et al. (2002) und Cooper et al. (1997). Ein Beispiel für einen Retourenprozess ist in Asdecker/Wiese (2010) zu finden.

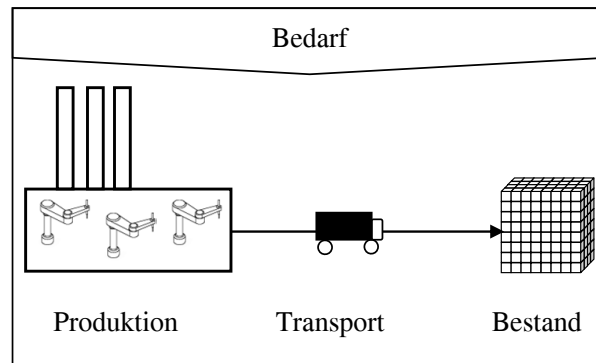


Abbildung 2.16: Dritte Prozessebene – Produktions-, Transport- und Bestandsplanung²⁴⁴

Vierte Prozessebene

Das Input-Output-Modell eines Prozesses dominiert die vierte Prozessebene.²⁴⁵ Insbesondere der Produktionsprozess kann durch dieses Systemmodell abgebildet werden. Der Output des Systems entspricht dem Produktionsprogramm, der Input den Produktionsfaktoren, allen voran den Elementarfaktoren, wie Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, dem Personal und den Maschinen. Entsprechend können die taktischen Produktionsplanungsprozesse dieser Ebene in drei Bereiche eingeteilt werden: Die Input- oder Faktorplanung besteht aus der Kapazitätsplanung und der Mengenplanung in Form der Materialbedarfsplanung und der Losgrößenplanung. Die outputbezogene Programmplanung leitet aus den Bedarfen als Resultate der Bedarfsplanung das Produktionsprogramm für das ganze Netzwerk ab. Im Rahmen der Auftragsallokation werden die Material- und Enderzeugnisbedarfe auf die einzelnen Standorte verteilt. Bei der Prozessplanung werden schließlich die Fertigungstermine und der Prozessablauf festgelegt. Die Modellierung eines Prozesses als Input-Output-System kann nicht nur auf taktischer, sondern auch auf strategischer oder operativer Ebene erfolgen. So werden im operativen Bereich bei Kapazitätsproblemen kurzfristige Anpassungen im Produktionsprogramm durchgeführt oder die Fremdbeschaffungsmenge kurzfristig gesteigert. Im strategischen Bereich, dem Bereich der Supply Chain Configuration, werden grundsätzliche Entscheidungen zur Netzwerkkonfiguration, zum langfristigen Produktionsprogramm sowie zu den eingesetzten Prozesstechnologien und dem Produktionskonzept getroffen. Außerdem ist es möglich, das Input-Output-Modell über den Produktionsbereich hinaus anzuwenden. Der Output des Transportprozesses ist die Lokalisierung des transportierten Gutes, als Input wird zum Beispiel ein Transportobjekt angesehen. Modelle der Routenplanung sind Teil der Prozessplanung. Lediglich der Bedarfsplanung liegt kein vollständiges Input-Output-Modell zu Grunde. Diese bezieht sich auf den Output der Transport-, Lager- und Produktionsprozesse. Gerade auf vierter Prozessebene existieren integrierte Modelle, die eine simultane Realisierung der Prozesse ermöglichen.

²⁴⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

²⁴⁵ Vgl. zum Beispiel Corsten/Gössinger (2009), S. 4–9, Schulte-Zurhausen (2010), S. 65–66, Hewitt (1994), S. 2, Hoitsch (1993), S. 42, und Gutenberg (1951), S. 1–13.

Insgesamt ermöglicht dieses Prozessmodell die Klassifizierung von Modellen und erleichtert damit die Einordnung, Gestaltung oder Auswahl eines Planungsmodells. Dabei ist allerdings darauf hinzuweisen, dass auf allen drei Ebenen die Unternehmensumwelt und -organisation zu berücksichtigen sind. Davon abhängig ist auch, welche der beschriebenen Prozesse überhaupt durchgeführt werden. In den wenigsten Praxisfällen dürften tatsächlich alle aufgeführten Prozesse realisiert werden. Auf taktischer und operativer Ebene müssen zudem die Modelle konsistent mit den auf höherer Ebene getroffenen Entscheidungen sein.

2.4 Die Produktionsplanung als Teilprozess des Internal Supply Chain Planning

2.4.1 Teilprozesse der Produktionsplanung des Internal Supply Chain Planning

Die im Verlauf dieser Arbeit zu entwickelnden Modelle bilden in erster Linie Planungsprobleme der taktischen Ebene im Produktionsbereich ab.²⁴⁶ Bedarfsplanungsansätze, Bestandsmanagementmodelle und Transportplanungsmodelle werden nicht betrachtet.²⁴⁷ Damit werden die Modelle dieser Arbeit der Produktionsplanung im Internal Supply Chain Planning zugeordnet und decken den mittelfristigen Planungshorizont auf dem Produkt- oder Produktgruppenaggregationsgrad ab. Sie berücksichtigen Vorgaben der Internal-Supply-Chain-Konfiguration und der Bedarfsplanung. Wie bereits im vorhergehenden Kapitel angedeutet, kann die Produktionsplanung in nachfolgende Teilprozesse gegliedert werden.²⁴⁸

Mit der *Produktionsprogrammplanung* auf Netzwerkebene wird ein netzwerkweites Produktionsprogramm festgelegt. Dabei werden die Bedarfsprognosen oder Auftragszahlen der Bedarfsplanung verarbeitet und Lagerbestände berücksichtigt. Nach der ursprünglichen Idee des Manufacturing Resource Planning wird das Produktionsprogramm unabhängig von der Kapazität geplant.²⁴⁹ Weil dadurch unrealistische Pläne entstehen, setzte sich mit der Vervielfachung

²⁴⁶ Eine Klassifikation quantitativer Modelle nach den drei Bereichen Beschaffung, Distribution und Produktion enthält die Quelle Thomas/Griffin (1996).

²⁴⁷ Vgl. zum Bestands- und teilweise auch zum Bedarfsmanagement zum Beispiel Oberländer (2008), Heil (2006), Cachon (2003), und Pasternack (1985). Transportplanungsmodelle sind zum Beispiel bei Küpper/Helber (2004), S. 255–276, oder Vahrenkamp (2003) zu finden.

²⁴⁸ Auf erster Prozessebene sind die Modelle im Internal Supply Chain Planning anzusiedeln. Insbesondere zielen sie auf die Leistungserstellung (zweite Prozessebene) ab und fokussieren vor allem auf den Produktionsbereich (dritte Prozessebene). Auf vierter Prozessebene schließlich erfolgt eine Unterscheidung in Faktorplanung (Materialbedarfs-, Losgrößen- und Kapazitätsplanung sowie Teile der Bedarfsallokation), in Programmplanung (Produktionsprogrammplanung und Teile der Auftragsallokation) und in Prozessplanung (Terminplanung).

²⁴⁹ Vgl. zur Produktionsprogrammplanung Wight (1984), S. 186–187. Struktur, Modelle und Methoden der Produktionsprogrammplanung werden außerdem in den meisten Lehrbüchern, wie zum Beispiel Günther/Tempelmeier (2012), S. 145–179, Chase/Jacobs (2010), S. 633–658, Sule (2008), S. 75–82, oder Bufa/Sarin (1987), S. 158–160, aufgegriffen.

von Prozessorengeschwindigkeit und Speicherplatz die Integration der Kapazitäten in die Produktionsprogrammplanung durch. Die kapazitätsunabhängige Produktionsprogrammplanung unterscheidet sich auf Netzwerk- und Standortebeine lediglich im Detaillierungsgrad und der Fristigkeit der Planung. Die Produktionsprogrammplanung findet sowohl in Make-To-Stock-Umgebungen auf Grundlage von Prognosen als auch in Make-To-Order-Umgebungen auf der Grundlage von Kundenaufträgen statt. Sie ist sowohl bei Einzel- als auch bei Massenfertigung notwendig und wird unabhängig von der Netzstruktur durchgeführt. Bei Berücksichtigung von Kapazitäten steigen Umfang und Zahl der Verknüpfungen deutlich an, weil gleichzeitig das Problem der Bedarfsallokation gelöst werden muss.

Der Bedarf an Enderzeugnissen bildet den Input für die *Materialbedarfsplanung*.²⁵⁰ Im Rahmen von dieser werden aus den Primärbedarfen mithilfe der Stückliste Sekundärbedarfe abgeleitet und mögliche Lagerbestände grob berücksichtigt. Ähnlich wie bei der Produktionsprogrammplanung wird zwischen kapazitierter und unkapazitierter Materialbedarfsplanung unterschieden. Außerdem muss bei kapazitierter Materialbedarfsplanung das Bedarfsallokationsproblem gelöst werden. Die Modelle der unkapazitierten Materialbedarfsplanung können weitgehend unabhängig vom Produktionskonzept, den Standortbeziehungen und dem Wiederholungsgrad der Fertigung angewendet werden. Bei kapazitierter Materialbedarfsplanung muss das Bedarfsallokationsproblem in das Modell integriert werden. Ist das Produktionsprogramm als Input fix, können bei der unkapazitierten Materialbedarfsplanung deterministische und programmgesteuerte Verfahren zur Planung eingesetzt werden.

Die aus den ersten beiden Prozessen erhaltenen Bedarfe werden im Rahmen der *Bedarfsallokation* entweder simultan mit der Produktionsprogramm- und Materialbedarfsplanung oder auf beide Prozesse folgend auf die Standorte nach Kosten- und Leistungskriterien verteilt. Insbesondere für Internal Supply Chains existieren zahlreiche Modelle und Methoden zur Verteilung von End- und Materialbedarfen auf Produktionsstandorte. Dabei können sich die getroffenen Entscheidungen einerseits relativ nahe an der strategischen Ebene befinden, wenn die Variantenflexibilität der vorhandenen Kapazitäten sehr gering ist.²⁵¹ Andererseits sind Teilprozesse der Bedarfsallokation auch an der Schnittstelle zum operativen Bereich angesiedelt. So umfasst etwa der Zeithorizont für kurzfristig erforderliche Machbarkeitsaussagen von Zusatzaufträgen im Rahmen der Verfügbarkeitsprüfung eher Tage denn Wochen oder Monate.²⁵² Den Hauptanwendungsbereich der meisten Modelle stellt aber die mittelfristige Allokation von Bedarfen durch zentrale Optimierungsmodelle mit dem Ziel der Kostenminimierung oder der Deckungsbeitragsmaximierung dar. In den meisten dieser Modelle werden simultan Produkti-

²⁵⁰ Vgl. Orlicky (1975), S. 44–64. Außerdem sind in vielen Lehrbüchern wie zum Beispiel Günther/Tempelmeier (2012), S. 182–199, Heizer/Render (2008), S. 559–598, oder Buffa/Sarin (1987), S. 137–146, die gängigen Materialbedarfsplanungsmodelle erläutert.

²⁵¹ Vgl. Fleischmann et al. (2006) und Hax/Meal (1975), S. 58–60.

²⁵² Vgl. Meyr (2009), Alemany et al. (2008), Kilger/Meyr (2008), Pibernik (2005), Ball et al. (2004), Pibernik (2002), Fischer (2001) und Ware/Fogarty (1990).

onsprogramm, Materialbedarfe und die Aufteilung von beiden auf die Standorte der Internal Supply Chain festgelegt.²⁵³ Durch die Autonomie der Partner in External Supply Chains werden die Datenverfügbarkeit und Sanktionierungsmaßnahmen bei Nicht-Einhaltung von Plänen erschwert und damit die Realisierung der Koordinationspotenziale mithilfe zentraler Modelle unmöglich gemacht. Deshalb wurden in den letzten Jahren diverse Modelle und Verfahren in Form dezentraler Verhandlungen veröffentlicht, die den organisatorischen Restriktionen von External Supply Chains gerecht werden und zum Teil auch auf Internal Supply Chains transferiert werden können.²⁵⁴ Entscheidend für das Auftreten von derartigen Allokationsproblemen in Internal Supply Chains ist die Existenz von horizontalen Beziehungen. Bei einer Kette aus vertikalen Beziehungen ist die Lösung des Allokationsproblems trivial, weil jeder Standort den Bedarf bei seinem einzigen Vorgänger allozieren muss.

Nach oder zusammen mit der Bedarfsallokation müssen grob die Termine für die Bedarfsdeckung festgelegt werden. Das geschieht im Rahmen der *Termin- und Ablaufplanung*.²⁵⁵ Dieser Prozess wird auf mittelfristiger Ebene zumeist simultan mit der Produktionsprogrammplanung, der Materialbedarfsplanung und der Bedarfsallokation durchgeführt. Vor allem in der Individualgüterfertigung und zur Steigerung der Termintreue in Make-To-Order-Fertigungssystemen kommt diesem Prozess auf standortübergreifender Ebene bei der Vermeidung von Stillstandszeiten und der Verkürzung von Durchlaufzeiten eine große Bedeutung zu.²⁵⁶ Trotzdem existiert im Gegensatz zur Bedarfsallokation oder der Losgrößenplanung nur eine geringe Anzahl an Publikationen in diesem Bereich.²⁵⁷ In der Vorrats- und Massenfertigung ist die Festlegung von Durchlaufzeiten und Grobterminierung von Fertigungsaufträgen als Grundlage der Kapazitätsplanung nur in Ausnahmesituationen von direkter Relevanz für die Zufriedenheit des Kunden. Bestandskosten verleihen aber auch in kundenanonymen Fertigungen der Terminplanung eine nicht zu unterschätzende Bedeutung.

Das *Kapazitätsmanagement* besteht aus zwei großen Teilprozessen: dem Kapazitätsabgleich und der Kapazitätsanpassung. Beim Kapazitätsabgleich werden Kapazitätsbedarf und Kapazitätsangebot gegenübergestellt. Das erfolgt in der Regel zusammen mit der Produktionsprogramm- und der Materialbedarfsplanung. Das Umterminieren von Aufträgen wird als Anpassungsmaßnahme im Rahmen der Terminplanung durchgeführt. Anpassungen des Kapazitäts-

²⁵³ Vgl. Meyr (2009), Wu/Golbasi (2004), Meyer (2004), S. 107–174, Vidal/Goetschalckx (2001), Vidal/Goetschalckx (2000), Ertogral/Wu (2000) und Arntzen et al. (1995).

²⁵⁴ Vgl. Beckmann (2009), S. 143–248, Dash et al. (2007), Pibernik/Sucky (2006), Corsten/Gössinger (2001) und Dudenhausen (1999), S. 66–105. Den Gegensatz aus zentralen und dezentralen Systemen greift außerdem Zäpfel (1998), S. 17, auf.

²⁵⁵ Vgl. Stommel (1976) zur Termin- und Ablaufplanung im Allgemeinen.

²⁵⁶ Vgl. Yang/Mattfeld (2007), Yang/Günther (2005) und Günther (1999).

²⁵⁷ Vgl. Eggert (2006), S. 147–288. Zusätzlich gewährt ein entsprechendes Kapitel im Lehrbuch Schönsleben (2011), S. 613–666, einen Einblick in die Grundlagen des Zeitmanagement in Prozessketten, ohne allerdings die institutionelle Reichweite dieser Ketten zu berücksichtigen.

angebots hingegen werden meistens einzeln analysiert, wenn auch eine grobe Bedarfsallokation als Grundlage für die standortspezifische Kapazitätsbedarfsrechnung vorhanden sein muss. Mittelfristig kommen als Anpassungsmaßnahmen zum Beispiel Überstunden oder Kurzarbeit beim Personal und die Investition in neue Maschinen in Frage. Wie die Bedarfsallokation kann auch der Kapazitätsmanagementprozess auf Optimierungsmodellen basieren, die eine zentrale Planungsinstanz voraussetzen und auf eine kostenminimale oder deckungsbeitragsmaximale Kapazitätsanpassung der beiden Kapazitätsträger Personal und Maschinen zur Erfüllung der Nachfrage abzielen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der zentralen Instanz alle notwendigen Informationen zur Verfügung stehen und sich die dezentralen Standorte den zentralen Vorgaben beugen.²⁵⁸ Vor allem im Hinblick auf die Informationen sind diese Annahmen sehr restriktiv. Auf weniger strikten Annahmen basieren dagegen Kapazitätsmanagementmodelle, deren Kern Verhandlungen und anderweitige dezentrale Mechanismen bilden.²⁵⁹ Die Modelle des Kapazitätsmanagement können weitgehend unabhängig vom Produktionskonzept, den Standortbeziehungen und dem Wiederholungsgrad der Fertigung eingesetzt werden. Lediglich bei der Kapazitätsbedarfsfeststellung spielen diese produktionsorganisatorischen Rahmenbedingungen eine Rolle.

Im Gegensatz dazu stellt sich das Entscheidungsproblem der standortübergreifenden *Losgrößenplanung* ausschließlich in Internal Supply Chains mit vertikalen Beziehungen zwischen den Standorten. Zur Bestimmung standortübergreifender Produktionslosgrößen werden vor allem Lager- und Rüstkosten gegeneinander abgewogen. Standortübergreifende Modelle zur Losgrößenplanung sind bereits seit mehreren Jahrzehnten Thema von wissenschaftlichen Publikationen.²⁶⁰ Die ersten Ansätze dazu gehen bis in die 1960er Jahre zurück.²⁶¹ Aufbauend darauf wurden zunächst vor allem Ansätze entwickelt, bei denen eine Zentralstelle mit vollständiger Information die für die gesamte Supply Chain besten Losgrößen ermittelt und durchsetzt.²⁶² Weil diese Annahme, wie bei den anderen Internal-Supply-Chain-Prozessen auch, innerhalb von neueren Organisationsformen wie der zum Teil unternehmensübergreifenden Netzwerkgorganisation oder einer Profit-Center-Organisation nicht immer realitätsnah ist, erfolgt in aktuellen Publikationen eine stärkere Konzentration auf Modelle zur Koordination autonomer und selbstständiger Einheiten, die unabhängig voneinander eigene Ziele verfolgen.²⁶³

²⁵⁸ Vgl. Amann/Eßig (2009), S. 107–114, Bihlmaier et al. (2009), S. 322–325, Chen et al. (2008), Leung et al. (2003) und Cohen/Fisher (1989).

²⁵⁹ Vgl. Argoneto et al. (2010), Ahlert et al. (2009), Ahlert et al. (2007), Shirodkar/Kempf (2006), S. 426–428, Lo Nigro et al. (2006), Schneeweiss/Zimmer (2004) und Karabuk/Wu (2002).

²⁶⁰ Vgl. Bhatnagar et al. (1993).

²⁶¹ Vgl. Heskett/Ballou (1966) und Müller-Merbach (1965).

²⁶² Vgl. Buscher/Lindner (2007), Kuhn/Sting (2006), Simchi-Levi et al. (2005), S. 98–104, Chen/Chen (2005), Buscher/Lindner (2003), Goyal (1987), Banerjee (1986) und Goyal (1976).

²⁶³ Vgl. Lee/Kumara (2010), Lasch/Schulte (2009), Pibernik/Sucky (2008), Dudek/Stadtler (2007), Sucky (2004a), Sucky (2003), Khouja (2003) und Sucky (2002a).

Die Teilprozesse der vierten Prozessebene können neben der Kategorisierung entlang des Input-Output-Modells danach kategorisiert werden, mit welcher Art der Supply-Chain-Beziehung der Koordinationsbedarf einhergeht. Standortübergreifende Planungsprobleme, die ausschließlich horizontale Standortbeziehungen betreffen, sind die Produktionsprogrammplanung und die Bedarfsallokation. Vertikale Material- und Zahlungsflüsse werden im Rahmen der Losgrößenplanung und der Materialbedarfsplanung determiniert. Das Kapazitätsmanagement und die Terminplanung betreffen sowohl horizontale als auch vertikale Standortbeziehungen. Die einzelnen und sukzessive aufgeführten Aufgaben und Ansätze zur Produktionsplanung in Internal Supply Chains werden von einigen Autoren in einem einzigen Modell abgebildet. Einen Ansatz, der nahezu alle vorgestellten Prozesse zumindest oberflächlich unterstützt, entwickelten Sabri/Beamon. Neben der Planung auf taktisch-operativer Ebene ist zusätzlich noch der strategische Entscheidungsbereich berücksichtigt.²⁶⁴ Außerdem sind in der wissenschaftlichen Literatur Modelle zu finden, in denen die Termin- und Losgrößenplanung mit der Bedarfsallokation oder der Produktionsprogrammplanung verbunden werden.²⁶⁵ Nur wenige Ansätze integrieren neben anderen Prozessen auch das Kapazitätsmanagement in ein Modell für die Netzwerkplanung.²⁶⁶ Im Hinblick auf die aufgeführten integrierten Modellen ist allerdings darauf hinzuweisen, dass deren größte Herausforderung in der Handhabung des Datenumfangs und der Erzielung einer annehmbaren Datenqualität besteht.

2.4.2 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands

In den Abschnitten 2.2 und 2.3 wurde anhand einer ausführlichen Literaturanalyse ein begriffliches Fundament für die folgenden quantitativen Modelle dieser Arbeit gelegt. Gleichzeitig können die Ergebnisse dieser Abschnitte dafür verwendet werden, den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit eindeutig abzugrenzen. Im Mittelpunkt der Abhandlung steht das Konzept der Internal Supply Chain, das in Abschnitt 2.2.1.2 als „[...] ein [institutionsinternes] Netzwerk aus Ressourcen, die auf mehrere Standorte verteilt sind und zur Durchführung von Wertschöpfungsprozessen dienen, sowie aus horizontalen und vertikalen Beziehungen, die aus rechtlichen Verbindungen oder Informations-, Güter- und Zahlungsflüssen zwischen den Standorten bestehen können [...]“, definiert ist.²⁶⁷ Die semi-formale Definition dieses Konzepts entspricht der Abbildung 2.17.

²⁶⁴ Vgl. Sabri/Beamon (2000). Siehe dazu auch Kohler (2009) und Ausborn (2003), die in hierarchischen Modellen nahezu alle Planungsaufgaben abdecken, sich aber auf ein Netzwerk aus Maschinen und nicht aus Standorten beziehen.

²⁶⁵ Vgl. Gaudreault et al. (2009), Miller/Matta (2003) und Timpe/Kallrath (2000).

²⁶⁶ Vgl. zum Beispiel Toth (2008), der neben der Kapazitätsplanung auch recht ausführlich ein Vorgehen zur Bedarfsallokation vorschlägt oder Junge (2003), in dessen quantitativen Modellen sowohl die Termin- als auch die Kapazitätsplanung auf Ressourcen bezogen ohne Berücksichtigung von Standortgrenzen integriert sind.

²⁶⁷ Abschnitt 2.2.1.2.

²⁶⁸ Quelle: Abbildung 2.3 in Abschnitt 2.2.1.2, S. 23, und in Anlehnung an Sucky (2004b), S. 16.

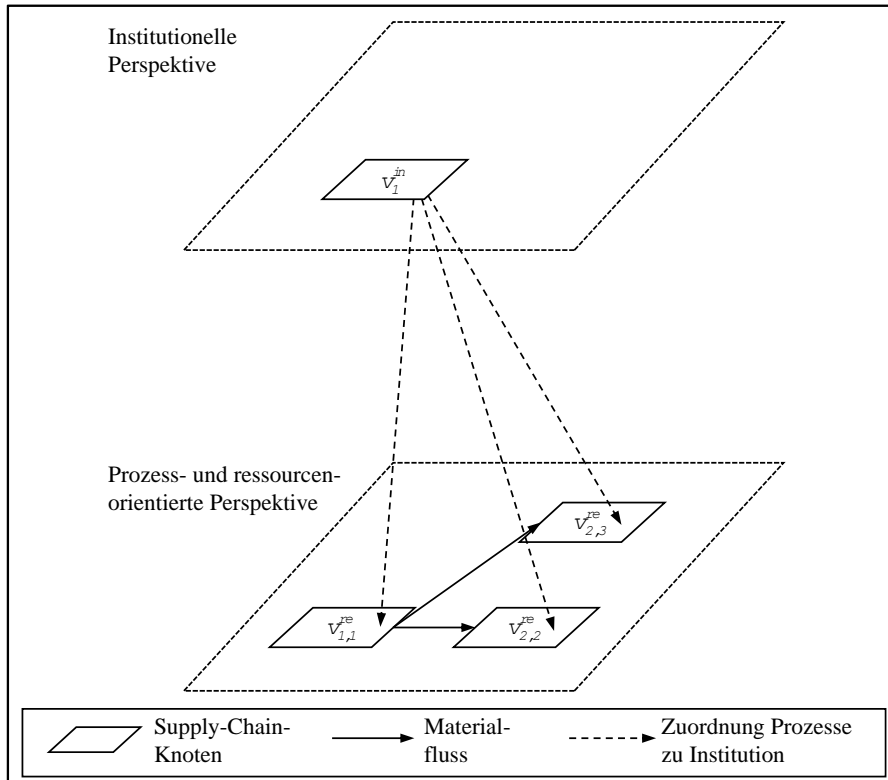


Abbildung 2.17: Internal-Supply-Chain-Definition zur Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands²⁶⁸

Formal entspricht eine Internal Supply Chain aus ressourcen- und prozessorientierter Perspektive einem Netzwerk aus Standorten $v_{pr,ps(pr)}^{re}$ und Kanten, die auf institutioneller Ebene genau einer Institution v^{in} zugeordnet sind.²⁶⁹

$$V^{in} := \{v_{ins}^{in} | ins = 1\} \quad (2.7)$$

$$V^{re} := \left\{ v_{pr,ps(pr)}^{re} | pr \in \{1, \dots, \bar{pr}\}, ps(pr) \in \{1, \dots, ps(\bar{pr})\} \right\} \quad (2.8)$$

Durch die konstituierende Merkmale der Internal Supply Chain in Tabelle 2.14 wird die festgelegte Begriffsabgrenzung operationalisiert. Dazu zählen die institutionelle Reichweite, die Akteure, die Standortanzahl und die Produkt- und Variantenanzahl.

²⁶⁹ Vgl. Abschnitt 2.2.1.2.

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Akteure	Unternehmen	Geschäftseinheiten	Standort	Instanz
Standortanzahl	1		mehr als 1	
Instit. Reichweite	organisationsintern		organisationsübergreifend	
Produktanzahl	1		mehr als 1	

Tabelle 2.14: Merkmalsbezogene Abgrenzung einer Internal Supply Chain²⁷⁰

Mit der Konzentration auf die Losgrößenplanung geht die Fokussierung auf vertikale Beziehungen der Internal Supply Chain einher. Eine Losgrößenplanung ist auch nur dann sinnvoll, wenn mehrere Produktionsbedarfe zu einer Losgröße zusammengefasst werden können. Dazu bedarf es eines sich wiederholenden Leistungsangebots, welches bei der Individualfertigung zumindest auf Montageebene nicht gegeben ist. Entsprechend wird im Folgenden von einer Internal Supply Chain ausgegangen, in der mindestens Kleinserien gefertigt werden. Außerdem ist die Bedeutung der Losgrößenplanung auch abhängig vom Produktionskonzept und der damit verbundenen Möglichkeit der Reihenfolgevertauschung und der Zusammenfassung von Produktionsmengen. Bei der Auftragsfertigung (Make to Order) ist diese Möglichkeit weniger stark gegeben als bei der Vorratsfertigung (Make to Stock). Allerdings kann bei allen Ausprägungen das Entscheidungsproblem der Losgrößenplanung vorhanden sein. Ist die Beziehungsdichte, angewendet auf die Anzahl der horizontalen Beziehungen und verbunden mit einer großen Anzahl an Standorten, hoch, steigt in der Regel die Komplexität einer netzwerkweiten Koordination hinsichtlich der Losgrößen. Nichtsdestotrotz besteht auch in Netzwerken mit niedriger Beziehungsdichte und horizontalen Beziehungen ein Bedarf zur Losgrößenkoordination. Die Eigenschaften der den folgenden Kapiteln zu Grunde liegenden Internal Supply Chain werden im morphologischen Schema aus Tabelle 2.15 weiter konkretisiert.

Merkmale	Merkmalsausprägung			
Prozessobjekt	Güter	Finanzmittel	Informationen	Dienstleistungen
Standortbeziehungen	horizontal		vertikal	
Wiederholungsgrad	Einzelprodukt	Kleinserie	Serie	Massenprodukt
Beziehungsdichte	0%-25%	26%-50%	51%-75%	76%-100%
Produktionskonzept	Make to Order	Assemble To Order	Make to Stock	

Tabelle 2.15: Relevante Merkmale der Planungsaufgaben des Internal Supply Chain Planning²⁷¹

²⁷⁰ Die Tabelle entspricht in ihrer Struktur und den Inhalten weitgehend der Tabelle 2.2 in Abschnitt 2.2.2 auf S. 31.

²⁷¹ Tabelle 2.4 in Abschnitt 2.2.2, S. 31.

Die Standorte einer Internal Supply Chain sind durch Materialflussbeziehungen miteinander verbunden. Dadurch entsteht ein Koordinationsbedarf, dem die Internal-Supply-Chain-Management-Prozesse, zum Beispiel in Form der Losgrößenplanung, gerecht werden. Das Konzept „Internal Supply Chain Management“ wird auf drei Begriffsebenen betrachtet. Auf der obersten Ebene, der Philosophieebene, werden Ziele und Strategien des Management determiniert, wobei die Ausrichtung auf die gesamte Internal Supply Chain im Mittelpunkt steht. Die Prozessebene als mittlere Begriffsebene dient der Übertragung der Philosophie auf Geschäftsprozesse, mit denen spezifische Gestaltungs-, Planungs- und Steuerungsaufgaben verfolgt werden. Die Geschäftsprozesse können wiederum in einzelne Aktivitäten, die unteilbare Aufgaben darstellen und denen Aufgabenträger zugeordnet sind, unterteilt werden. Die Gesamtheit der Aktivitäten bildet die dritte Begriffsebene. Zur Klassifizierung und Ableitung von konkreten Planungsmodellen aus der Definition ist die Prozessebene interessant. Weil in der Literatur noch keine Prozessübersicht für das Internal Supply Chain Management mit dem Ziel der Klassifikation quantitativer Modelle veröffentlicht wurde, enthält Abschnitt 2.3.2 eine entsprechende Prozesshierarchie bestehend aus vier Hierarchieebenen. Auf oberster Ebene erfolgt eine Fokussierung auf die unternehmensinterne Netzwerkebene. Auf den folgenden Ebenen wird dann der Untersuchungsgegenstand immer weiter eingeschränkt. Zunächst erfolgt eine Konkretisierung des Prozessobjekts in Form der Leistung und der Leistungserstellung (zweite Prozessebene). Die dritte Prozessebene fokussiert auf den Produktionsbereich und auf der untersten, vierten Ebene werden schließlich die Planungsprozesse entlang eines Input-Output-Modells aufgelistet. Hervorzuheben ist auf dieser Ebene die Losgrößenplanung als Teilgebiet der Inputplanung, weil die quantitativen Modelle im Verlaufe dieser Arbeit diesem Prozess zugeordnet werden können.

Der Untersuchungsgegenstand des weiteren Verlaufs dieser Arbeit entspricht der Losgrößenplanung im Rahmen der netzwerkweiten Produktionsplanung in Internal Supply Chains, die unabhängig von Beziehungsdichte und Produktionskonzept vertikale Beziehungen enthalten und zur Erfüllung der Nachfrage nach Kleinserien, Serien- oder Massenprodukten dienen.

Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist in Abbildung 2.18 illustriert.

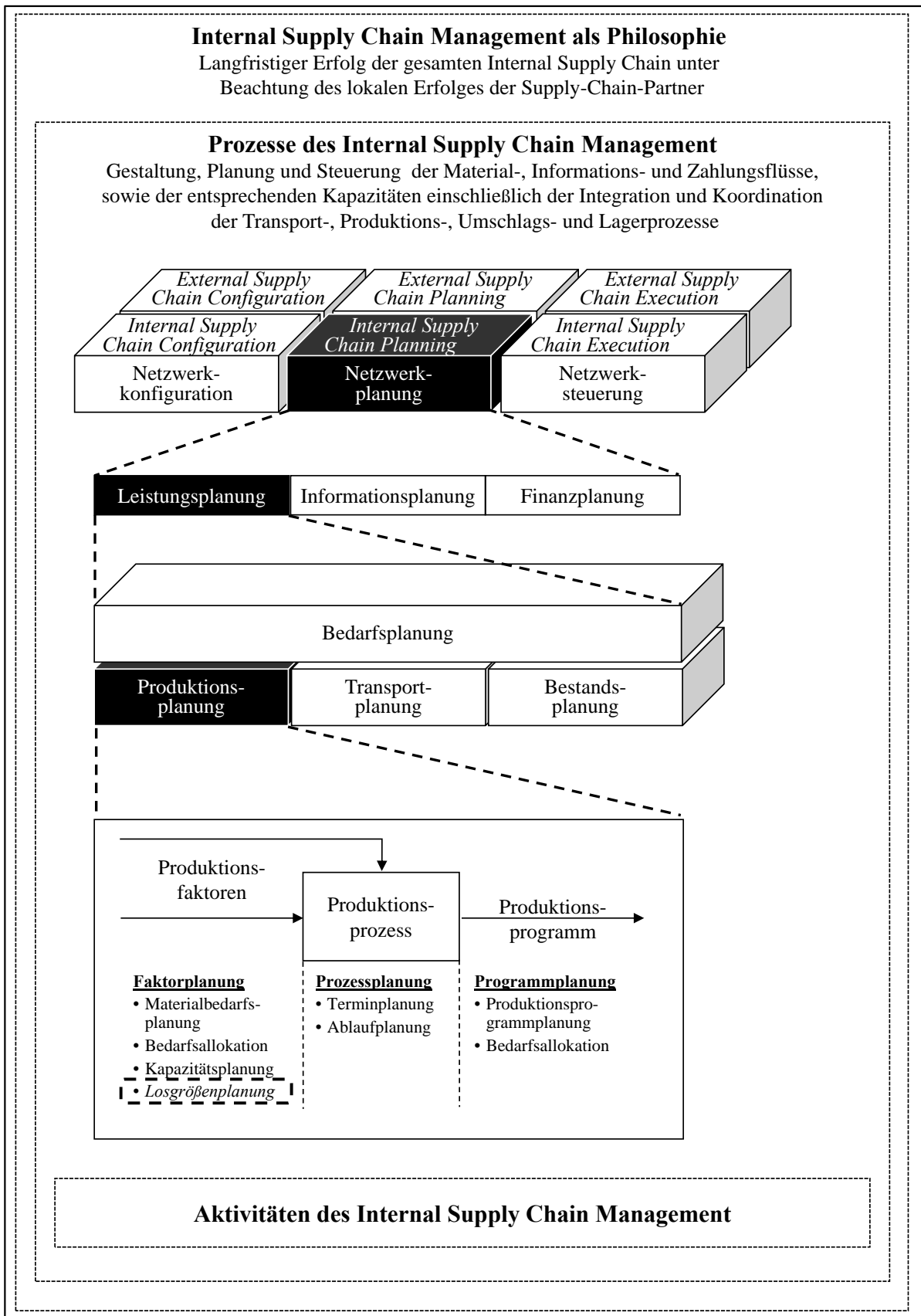


Abbildung 2.18: Themenabgrenzung und Begriffsverständnis²⁷²

²⁷² Quelle: Eigene Darstellung.

3 Organisationstheoretische Grundlagen zum Internal Supply Chain Management

Ziel dieses Kapitels ist es, den organisatorischen Rahmen der im weiteren Verlauf der Arbeit zu erläuternden und zu entwickelnden Verfahren zur standortübergreifenden Losgrößenplanung mit einem Schwerpunkt auf hybriden Organisationen als Anwendungsbereich abzugrenzen und die Relevanz und Bedeutung derartiger Verfahren herauszustellen. Damit wird in diesem Kapitel die Forschungsfrage nach der organisationstheoretischen Verankerung von Internal Supply Chains geklärt. Der Anspruch dieses Abschnitts ist die organisationstheoretische Fundierung der weiteren Analysen.

3.1 Motivation

Im vorherigen Kapitel wurden die verschiedenen Prozesse des Internal Supply Chain Management mit dem Ziel der Aufgaben- und Begriffsabgrenzung dargestellt. Zudem wurde der Betrachtungshorizont auf die Losgrößenplanung im Rahmen des Internal Supply Chain Planning fokussiert. Dabei wurde die enge Verknüpfung der Aufgabenbereiche mit quantitativen Planungsmodellen bereits deutlich. Obwohl mit der vorgenommenen Fokussierung auf die Losgrößenplanung bereits zahlreiche quantitative Planungsmodelle aus dem Untersuchungsbereich ausgeschlossen wurden, bleibt trotzdem eine Vielzahl an quantitativen Planungsansätzen als Untersuchungsgegenstand. Der Modelleinsatz orientiert sich an den Eigenschaften der Planungsumgebung, die im Wesentlichen vom organisatorischen Umfeld der Planung, dem Marktumfeld der Unternehmung und der Unternehmensstrategie geprägt sind.²⁷³ Während die Nachfrage anhand der Unsicherheit und der Schwankungen relativ einfach analysiert und beschrieben werden kann, gestaltet sich die Berücksichtigung der organisatorischen Voraussetzungen beim Planungsmodelleinsatz auf Grund der Vielschichtigkeit von Organisationen deutlich schwieriger. Organisationen werden in dieser Abhandlung im institutionellen Sinne als „[...] soziale Gebilde, die dauerhaft ein Ziel verfolgen und eine formale Struktur aufweisen, mit deren Hilfe die Aktivitäten der Mitglieder auf das verfolgte Ziel ausgerichtet werden sol-

²⁷³ Vgl. dazu die historischen Betrachtungen von Chandler (1962), der anhand von Unternehmensbeispielen Änderungen in der Organisationsstruktur mit Änderungen in der Organisationsstrategie begründet. Den Zusammenhang zwischen Organisation und Planung stellt Weigelt (1994), S. 4–38, heraus. Die wertschöpfungsbezogenen Organisationen verschiedener Automobilhersteller mit einem Fokus auf der Differenzierung und der Integration vergleichen Dietl et al. (2009). Diese stellen aber keinen expliziten Zusammenhang zum Erfolg der Unternehmen her.

len“, verstanden.²⁷⁴ Weil diese Definition im Sinne Kosiols eher ergebnis- als tätigkeitsbezogen ist, lässt sie auch die Betrachtung der Organisation als System mit verschiedenen Elementen, also zum Beispiel als Unternehmen mit verschiedenen Standorten, zu.²⁷⁵ Unzweifelhaft ist, dass der Erfolg der Planung von den organisatorischen Voraussetzungen abhängt.²⁷⁶ Eine zentrale Planung ohne eine organisatorisch verankerte Zentralinstanz²⁷⁷ ist ebenso wenig sinnvoll wie der Einsatz dezentraler Planungsmodelle ohne entsprechende dezentrale Entscheidungskompetenz und -autonomie. Bereits die Unterscheidung zwischen zentraler und dezentraler Planung stellt eine Kategorisierung der Planungsmodelle nach einem Organisationsmerkmal dar.²⁷⁸ Diese wird weiter ausgearbeitet, um einen systematischen Überblick der organisatorischen Rahmenbedingungen des Internal Supply Chain Management zu erhalten. Dazu ist es notwendig, zunächst einen strukturorientierten Merkmalskatalog zur Beschreibung von Organisationen einzuführen. Mithilfe der Merkmalsausprägungen können die organisatorischen Voraussetzungen der Planung beschrieben werden. Mit der Analyse des Umwelteinflusses auf die Organisation im Anschluss an die Einführung des Merkmalskatalogs wird das Marktumfeld der Organisation in die Betrachtungen integriert. Die Organisation bildet dabei die Schnittstelle zwischen Marktumfeld und Planung. Außerdem werden überblicksartig fünf Organisationstypen definiert, die die Grundlage der quantitativen Planungsmodelle der standortübergreifenden Losgrößenplanung bilden, und deren Planungsrelevanz und Bedeutung in der betrieblichen Praxis abgewogen.

3.2 Organisatorische Strukturdimensionen

Um organisatorische Planungsvoraussetzungen systematisch beschreiben zu können, ist ein strukturierter Merkmalskatalog notwendig. Erst dann können die entsprechenden Eigenschaften der Planungsumgebung dargestellt und eindeutige Hinweise auf die Modelleigenschaften

²⁷⁴ Kieser/Walgenbach (2010), S. 6. Auf die Zielgerichtetheit und den sozialen Aspekt bezieht sich auch die Organisationsdefinition von Robbins (1983), S. 5. Zusätzlich wird in dieser Definition aber auch noch das Vorhandensein einer Hierarchie erwähnt. Dieses Merkmal einer Organisation wird im weiteren Verlauf der Arbeit jedoch nicht als konstituierendes Merkmal angesehen, weil davon ausgegangen wird, dass aus einer theoretischen Perspektive auch reine Heterarchien Organisationen darstellen können. Die verschiedenen Bedeutungen und Definitionen des Begriffs Organisation, die weit über die hier verwendete Perspektive hinausreichen, sind in Bea/Göbel (2010), S. 2–8, Schreyögg (2008), S. 3–23, und Hatch (2006), S. 1–60, aufgeführt.

²⁷⁵ Vgl. Kosiol (1962), S. 15–18.

²⁷⁶ Vgl. Picot et al. (2008), S. 217, Hahn (1994), S. 43–47, und Weigelt (1994), S. 4–38. In diesem Zusammenhang interessant sind auch die von Softwareanbietern und anderen Institutionen veröffentlichten Fallstudien, die durchgängig auf die Bedeutung organisatorischer Anpassungen hinweisen (zum Beispiel www.sap.com oder www.jda.com).

²⁷⁷ Die Begriffe „Zentralinstanz“, „Zentralbereich“, „Zentralabteilung“ und „Zentralstelle“ werden im Folgenden synonym verwendet. Eine Zentralinstanz entsteht „[...] durch Ausgliederung von Aufgaben in gesonderte Einheiten zur Verankerung einer bereichsübergreifenden Perspektive“ (Frese et al. (2012), S. 468).

²⁷⁸ Eine solche Modelleinteilung wird zum Beispiel von Pibernik/Sucky (2005) vorgenommen.

abgeleitet werden. Die Organisationsmerkmale, auf die sich diese Arbeit bezieht, lehnen sich an die in der Organisationsliteratur verbreiteten Strukturdimensionen der Organisation an.²⁷⁹ Neben der Spezialisierung, der Konfiguration und der Formalisierung werden vor allem die für die Planerstellung und -durchsetzung entscheidenden Dimensionen Koordination und Delegation betrachtet.

3.2.1 Spezialisierung

Im Rahmen der Spezialisierung wird die Aufgabenaufteilung auf die Einheiten einer Organisation festgelegt.²⁸⁰ Die notwendigen Aktivitäten innerhalb einer Organisation werden auf die einzelnen Organisationsmitglieder verteilt. Ein hoher Spezialisierungsgrad mit sich wiederholenden Aktivitäten ermöglicht starke Lerneffekte beim ausführenden Personal. Gleichzeitig bedarf es eines erhöhten Grades an Abstimmung zwischen den einzelnen Aufgabenträgern. Werden die Aktivitäten eines Bereichs nur wenigen Organisationsmitgliedern zugeordnet, sinkt der Koordinationsbedarf. Lerneffekte sind nicht in dem Maße ausgeprägt wie bei einem hohen Spezialisierungsgrad. Ein grundsätzlich überlegener Spezialisierungsgrad existiert nicht.²⁸¹ Die Entscheidung über den Spezialisierungsgrad in einem Unternehmen hängt von der Komplexität der Gesamtaufgabe und der strategischen Ausrichtung der betrachteten Einheit und des Unternehmens ab. Der Spezialisierungsgrad beeinflusst die Komplexität der Planung. Ein hoher Spezialisierungsgrad in einer Internal Supply Chain führt zu einer hohen Anzahl an Supply-Chain-Knoten oder zumindest zu einer hohen Anzahl an Stellen innerhalb einer Supply Chain. Für die Planung bedeutet dies, dass der Planungsumfang im Vergleich zu einem niedrigen Spezialisierungsgrad steigt. Es entstehen komplexe Planungsmodelle mit zahlreichen Restriktionen, die unter Umständen nicht mehr optimal gelöst werden können. Ist die Spezialisierung innerhalb eines Unternehmens relativ schwach ausgeprägt, sinkt der Modellumfang. Der Einsatz komplexer Lösungsverfahren ist möglich.

3.2.2 Koordination

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen der Strukturdimension Spezialisierung und dem Einsatz von Planungsmodellen fällt auf, dass offensichtlich der Planungsumfang mit dem Spezialisierungsgrad steigt. Dies ist auf einen verstärkten Koordinationsbedarf zurückzuführen,

²⁷⁹ Vgl. zum Beispiel Kieser/Walgenbach (2010), S. 71–163, Bergmann/Garrecht (2008), S. 21–92, und Göpfert (1999), S. 70–75. Robbins et al. (2010) verwenden die Merkmale Spezialisierung und Zuordnung zu Organisationseinheiten getrennt, folgen aber ansonsten den restlichen vier Strukturdimensionen. Auf eine solche Unterscheidung wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet, weil eine Spezialisierung ohne Zuordnung wenig sinnvoll erscheint. Grochla (1978), S. 31–52, bezieht sich auf die Merkmale Spezialisierung, Koordination und Konfiguration.

²⁸⁰ Vgl. Schulte-Zurhausen (2010), S. 151–162, und Kieser/Walgenbach (2010), S. 72–93.

²⁸¹ Vgl. Lawrence/Lorsch (1967).

der aus der mit einem hohen Spezialisierungsgrad verbundenen Arbeitsteilung und Stellenzahl folgt.²⁸² Die Koordination bezieht sich folglich auf die Abstimmung verschiedener Organisationen oder Organisationseinheiten.²⁸³ Die Koordinationsmechanismen als Instrumente der Koordination beeinflussen die zur Planerstellung notwendige Informationsverfügbarkeit und die Durchsetzbarkeit von Planungsergebnissen. Mit der Wahl eines Koordinationsmechanismus wird auch die Machtverteilung in einer Organisation beeinflusst.

3.2.2.1 Koordinationsalternativen und -instrumente

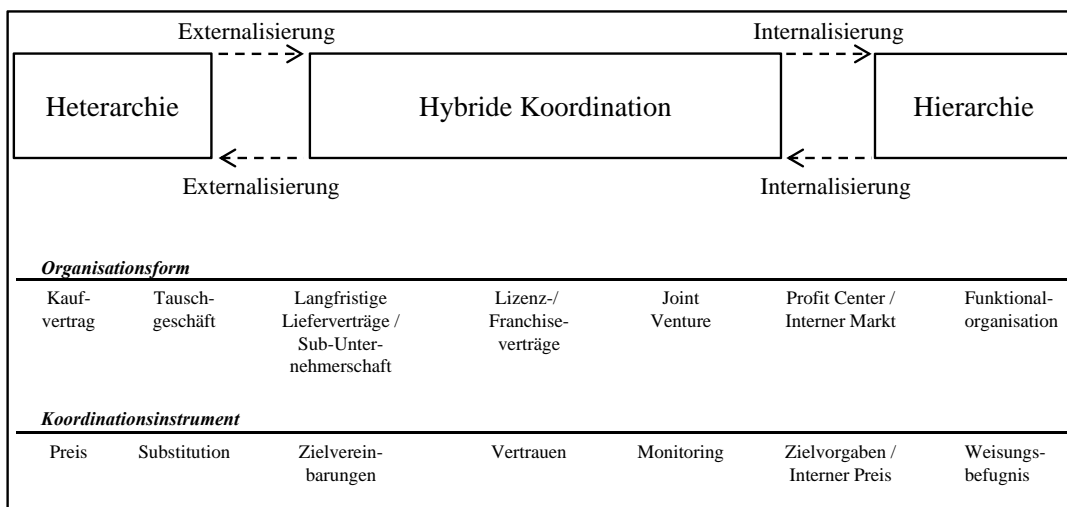


Abbildung 3.1: Koordinationsinstrumente, Organisationsformen und Koordinationsarten²⁸⁴

Grundsätzlich wird gemäß der Transaktionskostentheorie²⁸⁵ zwischen drei möglichen Koordinationsalternativen, der Hierarchie, der Heterarchie und der hybriden Koordination, unterschieden (vgl. Abbildung 3.1).²⁸⁶ Die Auswahl der Koordinationsform ist demnach abhängig von den Kosten für eine Transaktion. Übersteigen die Kosten für eine Transaktion zu einer externen Organisationseinheit die Ersparnis, die sich aus Produktionskostenunterschieden oder der Vermeidung von Investitionskosten ergeben, werden Prozesse der eigenen Hierarchie zu-

²⁸² Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 93–94.

²⁸³ Vgl. Wielenberg (2007), S. 956.

²⁸⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann (1996), S. 20.

²⁸⁵ Vgl. Williamson (2007), Williamson (1991), Williamson (1987), Williamson (1975) und Coase (1937).

²⁸⁶ Duffie (2010) bezieht in seinen organisatorischen Erläuterungen nur die Hierarchie und Heterarchie mit ein und nennt daneben zusätzlich noch die Anarchie und die Autonomie, wobei die letzten beiden keine Koordinationsmechanismen im eigentlichen Sinne darstellen, weil keine Abstimmung zwischen den Organisationseinheiten erfolgt.

geordnet, ansonsten über den Markt²⁸⁷ eingekauft.²⁸⁸ Transaktionskosten können neben den operativen Ausführungskosten der Transaktion auch strategisch ausgerichtete Kosten des Kompetenzverlusts und des damit verbundenen Machtverlusts sein. Der Begriff Hierarchie wird im Rahmen der Transaktionskostentheorie gleichbedeutend mit einem Unternehmen verwendet. Alle der Hierarchie zugeordneten Einheiten liegen innerhalb des Unternehmens, alle anderen sind am Markt tätig. In diese Abgrenzung lassen sich jedoch Minderheitsbeteiligungen, langfristige Verträge und strategische Partnerschaften nur schwierig einordnen. Diese fehlende Eindeutigkeit in Verbindung mit einer Häufung langfristiger Partnerschaften führte schließlich zur Abgrenzung einer dritten Koordinationsform, der hybriden Koordination.²⁸⁹ Diese Koordinationsform enthält sowohl marktliche als auch hierarchische Elemente. Der Gruppe hybrider Organisationsformen gehören zum Beispiel langfristige Partnerschaften oder Joint Ventures an.²⁹⁰ Tauschgeschäfte befinden sich an der Grenze zwischen Markt und hybrider Organisationsform. Interne Märkte dagegen sind eher dem Übergang von hierarchischer zu hybrider Koordination zuordenbar.²⁹¹

Hierarchie wird im Rahmen der Transaktionskostentheorie mit einem Unternehmen gleichgesetzt und damit institutionell definiert. Alternativ dazu existieren relationenorientierte Definitionen der Hierarchie.²⁹² Konstituierendes Merkmal von Hierarchien sind demnach „[...] Oben-Unten-Verhältnisse [...]“ unabhängig von den Institutionen Markt oder Unternehmen.²⁹³ Heterarchie²⁹⁴ als Gegenteil zu der institutionellen Abgrenzung von Hierarchie wird in Anlehnung an Probst wie folgt definiert: „Unter Heterarchie versteht man das Prinzip fluktuierender hierarchischer Beziehungen zwischen Individuen oder Systemen. Das bedeutet, dass sich die hierarchischen Strukturen je nach Bedarf umkehren lassen, ebenso wie die für die hierarchische Ordnung ausschlaggebenden Kriterien – Kompetenz, Status, Ansehen, usw. – von Fall zu Fall

²⁸⁷ Nach Sydow (1992), S. 98, stellt der Markt „[...] eine Organisationsform ökonomischer Aktivitäten, in der beliebige Marktteilnehmer, die sich grundsätzlich (begrenzt) rational und opportunistisch verhalten und die gleichberechtigt und in ihren Handlungen weitgehend von einander unabhängig sind, eine genau spezifizierte Leistung austauschen“, dar.

²⁸⁸ Vgl. zum Beispiel Gausmann (2009), S. 28–31, oder Bellmann (1999).

²⁸⁹ Vgl. Ménard (2007), Mitronen/Möller (2003) und Hennart (1993), S. 538–541.

²⁹⁰ Vgl. Sydow (2010) und Miroschedji (2002).

²⁹¹ Eine merkmalsbezogene Übersicht der drei Koordinationsarten enthält Fleisch (2001), S. 71–73.

²⁹² Vgl. Hennart (1993).

²⁹³ Vgl. Reiß (2001), S. 140. Eine Definition, die sowohl den relationenorientierten als auch den institutionellen Aspekt berücksichtigt, ist die von Sydow (1992), S. 98: „[...] (Unternehmens-)Hierarchie basiert auf Weisungen der Unternehmensleitung gegenüber einer prinzipiell begrenzten Zahl von Organisationsmitgliedern.“

²⁹⁴ Der Begriff Heterarchie wurde in der Neuzeit maßgeblich von McCulloch (1945) geprägt, der damit Wertekombinationen beschreibt, die in neuronalen Netzen zufällig auftreten. Die Heterarchie als Organisationsmodell der Zukunft wird in Reihlein (1998) diskutiert.

verschieden sein können.²⁹⁵ Diese Definition deckt sich weitgehend mit der Abgrenzung von Reiß, der zusätzlich noch explizit darauf hinweist, dass in einer Heterarchie keine eindeutige Hegemonie existiert.²⁹⁶ Hybride Koordinationsformen liegen aus relationenorientierter Perspektive dann vor, wenn sie sowohl hierarchische als auch heterarchische Elemente beinhalten. Weil in Unternehmen Aufgaben nur selten trennscharf einzelnen Stellen aufgetragen werden können und außerdem eine holistische Entscheidungsmacht zur Überforderung des Entscheiders sowie zu Ineffizienzen führt, stellt die Extremform Hierarchie nur ein theoretisches Konstrukt und keine reale Ausprägung für eine Gesamtorganisation dar.²⁹⁷ Zudem ist die über einen Zeitraum absolute Gleichstellung unterschiedlicher Organisationseinheiten eher unrealistisch; entsprechend ist auch das Konzept Heterarchie im Hinblick auf eine Institution vor allem theoretischer Natur. Tatsächlich überwiegen zumindest im Hinblick auf die relationenorientierte Begriffsabgrenzung die hybriden Organisationsformen in der Praxis. Die relationenorientierte Form überwindet die von Fleisch angesprochene Problematik der Transaktionskostentheorie, dass Hierarchien durchaus auch auf Märkten vorkommen können.²⁹⁸ Weil Marktmacht jedoch fluktuieren kann, ist es trotz dieses Einwandes sinnvoll, eine Institution nur dann als Hierarchie zu bezeichnen, wenn die Oben-Unten-Beziehungen in einem institutionellen Regelwerk verankert sind. Auf diese Weise wird die relationenorientierte Definition der Heterarchie mit der institutionellen Abgrenzung der Transaktionskostentheorie verknüpft. Während auf einem Markt keine über einen Zeitraum langfristige institutionelle Oben-Unten-Beziehung herrscht und damit der Markt grundsätzlich als Heterarchie bezeichnet werden kann, ist unzweifelhaft, dass in einem Unternehmen je nach Organisationsform und -art mehr oder weniger hierarchische Beziehungen vorhanden sind. Ein Markt ist dann als hybride Institution zu bezeichnen, wenn mindestens eine institutionell verankerte hierarchische Beziehung vorherrscht. Ein Beispiel hierfür ist eine strategische Partnerschaft mit einer hierarchischen Projektstruktur. Auf der anderen Seite ist es ebenso unstrittig, dass in einem Unternehmen Beziehungen zwischen Organisationseinheiten existieren, die heterarchisch sind. Derartige Beziehungen können zum Beispiel in Profit-Center-Organisationen vorliegen, in denen die einzelnen Profit Center miteinander ähnlich wie auf einem externen Markt verhandeln.²⁹⁹

²⁹⁵ Probst (1993), S. 495. Hedlund (1986) nennt acht Merkmale einer Heterarchie innerhalb von multinationalen Unternehmen: Polyzentrismus, dezentrale strategische Planung, Diversität der Einheiten, Flexibilität dezentraler Organisationseinheiten, normative Koordinationsmechanismen, verteilte Informationen, „Firm as a brain“-Paradigma und Koalitionen mit anderen Firmen. Zwar sind diese Merkmalsausprägungen durchaus relevant für den Grad der heterarchischen Orientierung eines Unternehmens, eine globale Unternehmung kann aber niemals eine reine Heterarchie sein, weil in Unternehmen stets hierarchische Elemente existieren müssen. Insofern können auch multinationale Unternehmen höchstens hybriden Organisationen gleichen.

²⁹⁶ Vgl. Reiß (2001), S. 140.

²⁹⁷ Vgl. Battenfeld (1999), S. 5, und Hennart (1993). Eine Auflistung der allgemeinen Schwächen hierarchischer Organisationen beinhaltet Picot et al. (2008), S. 189–190.

²⁹⁸ Vgl. Reiß (2001), S. 140, Fleisch (2001), S. 64, Hennart (1993) und Perrow (1986), S. 39–41.

²⁹⁹ Vgl. Williamson (1991). Fleisch (2001), S. 69, nennt zum Beispiel ABB als Beleg dafür, dass heterarchische Elemente auch innerhalb von Unternehmen vorzufinden sind. Friedrich/List (2009), S. 65–73, berichten von einem internen Markt im Lufthansa-Konzern.

Die Umsetzung der Koordinationsformen Heterarchie, Hierarchie und hybride Koordination in konkrete Führungsaktionen erfolgt mithilfe von Koordinationsinstrumenten. Als hierarchische Koordinationsinstrumente können persönliche Weisungen, vorgegebene Programme oder Pläne dienen. Eher heterarchischer Natur sind dagegen die Selbstabstimmung in dafür vorgesehenen Gruppen aus Mitgliedern der beteiligten Organisationen oder Organisationseinheiten, sowie die daraus hervorgehenden Pläne und Programme.³⁰⁰ Das Konzept des organisationsinternen Markts mit Verrechnungspreisen als Koordinationsinstrument ist keinem der beiden Koordinationsmechanismen zuzuordnen.³⁰¹ Bereits die Begrifflichkeit „interner Markt“ zeugt von der hybriden Struktur dieser Organisationsform.³⁰² Die Marktakteure entsprechen „[...] hochgradig autonome[n], marktlich geführte[n] interne[n] [...]“³⁰³ Organisationseinheiten.³⁰⁴ Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Festlegung von Verrechnungspreisen dar. Gemäß Ewert/Wagenhofer sind Verrechnungspreise „[...] Wertansätze für innerbetrieblich erstellte Leistungen (Produkte, Zwischenprodukte, Dienstleistungen), die von anderen, rechnerisch abgegrenzten Unternehmensbereichen bezogen werden.“³⁰⁵ Die internen Verrechnungspreise für eine Leistung werden häufig an den Marktpreisen dieser Leistung orientiert.³⁰⁶ Liegen keine vergleichbaren Marktpreise vor, können die Verrechnungspreise zwischen den beteiligten

³⁰⁰ Vgl. Busch/Dangelmaier (2004).

³⁰¹ Einen Überblick über konkrete Koordinationsinstrumente enthält Corsten/Gössinger (2008), S. 55–93. Reiß (2001), S. 140, beschreibt unter dem Begriff Koopkurrenzstruktur die Prinzipien interner Märkte.

³⁰² Trotz dieser Offensichtlichkeit werden Profit-Center-Organisationen, die häufig als interner Markt organisiert sind, von einigen Autoren (zum Beispiel Wildemann (1996), S. 20) den hierarchischen Koordinationsformen zugeordnet. Küpper (1991), S. 184–194, unterscheidet nochmal explizit zwischen Profit-Center-Organisationen und Lenkungspreismodellen, die internen Märkten gleichen. Er weist daraufhin, dass die Lenkungspreismodelle stärker dezentral ausgerichtet sind als Profit-Center-Organisationen mit Zielvorgaben. In dieser Arbeit wird deshalb die Auffassung vertreten, dass organisationsinterne Märkte eine hybride und keine hierarchische Koordinationsform darstellen. Damit wird der bereits in der Begrifflichkeit offensichtliche Mischcharakter dieses Konzepts hervorgehoben und der Argumentation von Corsten/Gössinger (2008), S. 2–8, gefolgt, die Profit-Center-Organisationen an der Grenze zwischen hybriden und hierarchischen Organisationen einordnen.

³⁰³ Sydow (2010), S. 376.

³⁰⁴ Die Definition nach Egelhoff/Frese (2009), S. 77, ist ähnlich, betont allerdings nicht so stark die Autonomie der Einheit: „An internal market exists when subunits of a firm buy and sell goods or services among themselves, using some kind of internal pricing mechanism.“ Yu et al. (2010) untersuchen die Beziehung zwischen den Akteuren auf internen Märkten und die Auswirkungen interner Kundenorientierung auf den Gesamterfolg einer Internal Supply Chain.

³⁰⁵ Ewert/Wagenhofer (2008), S. 573. Weitere Erläuterungen zu Verrechnungspreisen finden sich bei Weber/Schäffer (2011), S. 207–224, und Ewert/Wagenhofer (2008), S. 573–640.

³⁰⁶ Vgl. Martini (2007), Zirfas (2003), Battenfeld (1999), S. 9–13, Pfeiffer (1997) und Miles/Snow (1992), S. 451–453. Francas (2008), S. 5–6, betont, dass Verrechnungspreise in globalen Unternehmen nicht nur aus organisatorischen Gründen zur Schaffung von Autonomie für die einzelnen Einheiten notwendig sind, sondern auch aus steuerlichen Gründen zur Erfassung des Wertaustauschs zwischen den Standorten in verschiedenen Ländern. Emmanuel/Mehafdi (1994) weisen empirisch nach, dass der Anteil des verrechnungspreisbasierten Austauschs zwischen Organisationseinheiten durchaus von Bedeutung ist (S. 45) und erläutern verschiedene Bezugspunkte zur Verrechnungspreisbestimmung (S. 15–33). Kouvelis/Lariviere (2000) illustrieren mit einem quantitativen Modell auf Basis des Newsvendor-Problems die Flexibilität von verrechnungspreisbasierten internen Märkten.

Akteuren frei ausgehandelt werden.³⁰⁷ Alternativ sind die Grenzkosten der angebotenen Leistung als Orientierung für die Verrechnungspreise denkbar. Dazu ist aber die Offenlegung der Kosten eines Standorts notwendig, die im Widerspruch zum kompetitiven Charakter interner Märkte steht. In hybriden Koordinationsformen können alle Koordinationsinstrumente angewendet werden.

Neben diesen direkten Koordinationsinstrumenten, die fallbezogen eingesetzt werden, existieren indirekte Instrumente wie die Organisationskultur oder Ideologien.³⁰⁸ Duffie weist darauf hin, dass gerade in heterarchischen Umgebungen indirekte Koordinationsmechanismen notwendig sind.³⁰⁹ Die Koordinationsinstrumente operationalisieren die gewählte Koordinationsform. Eine persönliche Anweisung ist nur dann wirksam und durchsetzbar, wenn sie von einer hierarchisch übergeordneten Person erfolgt, eine Personenhierarchie also institutionell verankert ist. Umgedreht ist eine Selbstabstimmung zwischen Gruppen nicht notwendig, wenn die Entscheidungskompetenz bei einer hierarchisch übergeordneten Instanz liegt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Hierarchien von Oben-Unten-Beziehungen geprägt sind, wohingegen Heterarchien keine beständigen hierarchischen Beziehungen aufweisen. Mit formalen hierarchischen Regeln werden Machtbeziehungen zwischen Organisationsmitgliedern definiert. Gleichzeitig hängt die Macht einer Organisationseinheit oder eines Supply-Chain-Mitglieds von diversen anderen Faktoren ab. Weil die Macht die Koordination direkt beeinflusst, wird deshalb im folgenden Abschnitt das Konzept „Macht“ definiert und verschiedene Ausprägungen und Ursachen von organisationsübergreifender und -interner Macht analysiert.

3.2.2.2 Macht als Koordinationsgrundlage

Die Koordination als ein Merkmal der Organisationsstruktur basiert auf einem Zusammenspiel von Macht und formalen Regeln. Auf der einen Seite besitzt eine Führungskraft auf Grund der formal geregelten, institutionellen Position ein gewisses Maß an Macht, auf der anderen Seite kann auch Personal ohne Führungsposition Macht erlangen. Macht wird als die Fähigkeit ver-

³⁰⁷ Vgl. Fjell/Jornsten (2002), S. 37–38.

³⁰⁸ Eine andere Kategorisierung wählen Bergmann/Garrecht (2008), S. 21–92, die Programme, Pläne, Weisungen und Selbstabstimmung strukturellen Instrumenten zuordnen und Unternehmenskultur und interne Märkte als nicht-strukturelle Instrumente bezeichnen. Kutschker/Schmid (2011), S. 1033–1068, zählen Delegations- und Konfigurationsausprägungen ebenfalls zur Koordination.

³⁰⁹ Vgl. Duffie (2010), S. 14.

standen, eigene Lösungen auch gegen Widerstände durchzusetzen.³¹⁰ In der Spieltheorie wird die Macht eines Spielers zum Beispiel in Form der Konfliktbereitschaft oder der Zeitpräferenz modelliert.³¹¹ In Organisationen wird zwischen formaler Macht, die vor allem auf Organisationsregeln fundiert, und informaler Macht, die nicht formal verankert ist, unterschieden.³¹² Quelle informaler Macht kann die Kontrolle über bestimmte Ressourcen oder kritische Informationen sein.³¹³ Als kritische Informationen werden Informationen angesehen, zu denen nur eine oder wenige Organisationseinheiten Zugang besitzen. Entsprechend versetzt das Wissen eines hoch spezialisierten Experten diesen in die Lage, für den entsprechenden Bereich eine gewisse Macht auszuüben. Der Experte kontrolliert Ungewissheitszonen, über die sonst keine andere Organisationseinheit Gewissheit besitzt.³¹⁴ Neben dieser informatorischen Grundlage informaler Macht kann die Verfügbarkeit von Ressourcen die Schaffung von Machtasymmetrie begründen.³¹⁵ Verfügt ein einziger Standort maßgeblich über die für die Differenzierung eines Produkts von Wettbewerberprodukten entscheidenden Aktivitäten und Ressourcen und ist eine Verlagerung dieser Aktivitäten und Ressourcen nicht möglich, ist dieser Standort für den Unternehmenserfolg von deutlich größerer Bedeutung als andere Standorte mit substituierbaren

³¹⁰ Vgl. Crook/Combs (2007), S. 548, die diese Definition nicht auf Macht allgemein, sondern auf die Verhandlungsmacht im Speziellen anwenden: „Bargaining power enables stronger firms to gain favorable exchange terms from others [...]“. Ähnlich wird Macht auch von Weber (1925), S. 28, definiert. Er bezieht seine Machtposition nicht direkt auf die Durchsetzung von Machtpositionen, sondern nur auf die Durchsetzungschancen. Für die isolierte Betrachtung der Verhandlungsmacht ist dieser Unterschied jedoch nicht von Bedeutung (vgl. Weber (1925)). Crozier/Friedberg (1979), S. 39, definieren Macht nicht ergebnisorientiert, sondern prozessorientiert: „[...]Was] immer auch ihr „Typus“, das heißt, ihre Quellen, ihre Legitimation, ihre Ziele oder Methoden der Ausübung sein mögen, so beinhaltet Macht – auf der allgemeinsten Ebene – immer die bestimmten Individuen oder Gruppen verfügbare Möglichkeit, auf andere Individuen oder Gruppen einzuwirken.“ Auf Grund ihrer Einfachheit und ihrer Eindeutigkeit vor allem im Hinblick auf bilaterale Verhandlungen wird die ergebnisorientierte Definition als Grundlage der noch folgenden Ausführungen gewählt.

³¹¹ Vgl. zu beiden Modellierungskonzepten die Erläuterungen zum Zeuthen-Harsanyi- und zum Rubinstein-Spiel in Abschnitt 5.2.2 sowie den dynamischen Spielen bei unvollständiger Information in Abschnitt 5.2.3.

³¹² Vgl. Pfeffer (1992), S. 69. Die formale Macht kann in diesem Kontext auch als institutionelle Macht (vgl. Knights/Willmott (2011), S. 146, und Crozier/Friedberg (1979), S. 53–55) bezeichnet werden.

³¹³ Vgl. Robbins (1983), S. 176–181. Crozier/Friedberg (1979), S. 51, verwenden die allgemeineren Begriffe „[...] Fähigkeit [...]“, „[...] Spezialisierung [...]“ und „[...] Expertise [...]“, sowie zusätzlich noch die Kommunikationskompetenz und die Kenntnis wichtiger Informationen. Auf die Macht durch Kommunikation bezieht sich auch Cartwright (1959), S. 7–9. Dass informale Macht auch innerhalb von Institutionen von Bedeutung ist, konnten Salancik/Pfeffer (1974) am Beispiel einer Universität nachweisen. French/Raven (1959), S. 155–165, unterscheiden Belohnungs-, Sanktions-, Werte-, Identifikations- und Expertenmacht. Die Belohnungs-, Sanktionierungs- und die Wertbasierte Macht sind eher dem institutionellen Bereich, die Experten- und Identifikationsmacht eher dem ressourcen- und vor allem informationsbezogenen Bereich zuzuordnen.

³¹⁴ Vgl. Friedberg (1980), S. 128–129. Die Nutzung dieser Information zur Steigerung der eigenen Macht ist nach Cox (1999), S. 171, unzweifelhaft und liegt im Wesen der Betriebswirtschaftslehre und des Menschen ganz allgemein begründet: „In fact the theoretical ideal in business (from an entrepreneurial perspective) is to be able to put oneself in a position where neither customers, employees, competitors or suppliers can leverage value from you, while putting yourself in a position to leverage all of them.“

³¹⁵ Vgl. Pfeffer (1992), S. 69. Machtasymmetrie liegt dann vor, wenn das absolute Machtpotenzial einer Organisationseinheit höher ist als das absolute Machtpotenzial der anderen Einheiten (vgl. Krüger (1980), S. 231).

Leistungen und Verfahren. Die beschriebene Situation verfügt über alle drei Eigenschaften, die Pfeffer/Salancik als Voraussetzung dafür nennen, dass Ressourcenkontrolle als Machtgrundlage dienen kann. Diese Voraussetzungen lauten:³¹⁶

1. Bedeutung der Ressource für die Organisation
2. Diskretion über die Ressourcenallokation und den Ressourcengebrauch
3. Einzigartigkeit der Ressource

In diesem Fall sind weniger die Informationen ausschlaggebend als die Ressourcen. Diese Argumentation orientiert sich an der Resource Dependence Theory zur Abhängigkeit eines Unternehmens von Ressourcen. Werden diese Ressourcen von externen Organisationen wie zum Beispiel Lieferanten zur Verfügung gestellt, begibt sich das Unternehmen in die Abhängigkeit dieser Organisationen. Umgekehrt besitzen diese Organisationen Macht über das Unternehmen. Je höher die Abhängigkeit des Unternehmens von den Ressourcen der externen Organisationen ist, desto größer ist auch die Macht der externen Organisationen über das Unternehmen. Gleiches lässt sich auf die unternehmensinterne Perspektive übertragen: Je stärker der Erfolg des Gesamtunternehmens von einem Standort oder einer Organisationseinheit abhängig ist, desto mächtiger ist diese Organisationseinheit innerhalb des Unternehmens.³¹⁷

Formale Machtbeziehungen werden durch organisatorische Regelungen, die Oben-Unten-Beziehungen manifestieren, geschaffen. Diese Begrifflichkeit zeigt den engen Zusammenhang zwischen Hierarchie und Macht.³¹⁸ Weil diese formal definiert ist, kann davon ausgegangen werden, dass sie nicht-fluktuierend ist. Wie bereits beschrieben, können hierarchische Beziehungen auch auf Grund von ressourcenbasierten Engpasssituationen oder durch die Kontrolle von Ungewissheitssituationen entstehen.³¹⁹ Derartige Situationen schaffen Machtbeziehungen auch dann, wenn keine Organisationsregeln vorliegen. Folglich existieren – genau das ist die Botschaft der Resource Dependence Theory – Machtunterschiede auch dann, wenn diese nicht institutionell verankert sind. Damit erklärt sich die Machtasymmetrie auf Märkten, die bis hin zum Ruin der Partnerunternehmen eines mächtigen Akteurs führen kann.³²⁰ Weil die knappen Ressourcen mit sinkender Nachfrage jedoch an Bedeutung verlieren und Informationsde-

³¹⁶ Vgl. Pfeffer/Salancik (1978), S. 39–60. Barney (1991) führt zusätzlich noch die mangelnde Substituierbarkeit und Imitierbarkeit auf. Beides ist jedoch mit dem allgemeinen Ausdruck der Einzigartigkeit abgedeckt.

³¹⁷ Vgl. Braun (1980), S. 259. Hickson et al. (1971) beziehen in ihrer strategischen Kontingenztheorie neben der mangelnden Substituierbarkeit der Ressource oder der Information und der Unsicherheit als dritten Punkt die Zentralität der Organisationseinheit und der Ressource mit in die Betrachtung ein. Die Zentralität ist ein Maß für die Bedeutung der Organisationseinheit oder Ressource innerhalb der Organisation.

³¹⁸ Vgl. Pfeffer (1992), S. 75–77.

³¹⁹ Vgl. Robbins (1983), S. 176–181.

³²⁰ Vgl. Crook/Combs (2007), S. 548.

fizite zum Beispiel durch Wissensmanagement und Qualifikation ebenso abgeschwächt werden können wie ein auf wenige Organisationseinheiten beschränktes Expertentum, sind beide Machtverhältnisse durchaus nur temporär und von daher fluktuierend. Beide können also der Heterarchie zugeordnet werden. Je nach Stabilität und Grad an Institutionalisierung der Machtbasis, zum Beispiel durch Verträge, können aus einer Heterarchie auch hybride Organisationen und schließlich Hierarchien mit den dazugehörigen Machtasymmetrien entstehen. Wenn im Folgenden der Begriff „hierarchische Beziehungen“ verwendet wird, ist dieser verknüpft mit formalen, institutionellen Machtbeziehungen.³²¹ Im Falle heterarchischer Beziehungen fehlen derartige Machtbeziehungen. Im Hinblick auf hybride Organisationsformen können vereinzelt formale, institutionelle Machtbeziehungen vorliegen. Für die Unterscheidung zwischen Hierarchie und Heterarchie ist die Formalisierung der Machtbeziehungen entscheidend. Unabhängig von den formalen Regeln der Machtverteilung können in allen Koordinationsformen informale Machtbeziehungen, die auf der Kontrolle von Ressourcen und Ungewissheitszonen basieren, auftreten (vgl. Tabelle 3.1).³²² Unklar ist der Einfluss persönlicher Attribute auf die Macht. Die meisten persönlichen Attribute, die mit Macht in Verbindung gebracht werden, sind Eigenschaften wie rhetorische Fähigkeiten oder Selbstbewusstsein, die in Verbindung mit einer Machtposition verstärkt werden. Unstrittig ist aber, dass derartige Eigenschaften zumindest bei der Machtausübung hilfreich sind.³²⁴

Machtart	Hierarchie	Hybride Koordination	Heterarchie
Formale Machtasymmetrie	vorhanden	teilweise vorhanden	nicht vorhanden
Informationsbasierte, informale Machtasymmetrie	möglich	möglich	möglich
Ressourcenbasierte, informale Machtasymmetrie	möglich	möglich	möglich

Tabelle 3.1: Beziehung zwischen Macht und Koordination

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zwischen den drei Koordinationsformen Hierarchie, hybride Koordination und Heterarchie unterschieden wird. Hierarchische Koordinationsformen sind dominiert von formalen, institutionell verankerten Machtbeziehungen, die in hybriden Koordinationsformen weniger und in Heterarchien überhaupt nicht verbreitet sind. Bei

³²¹ Vgl. Schonert (2008), S. 80–87.

³²² McAdams/Malone (2005), S. 13–16, beziehen in ihrem quantitativen Modell eines organisationsinternen Markts auch Überlegungen zu einer unterschiedlichen Marktmacht der einzelnen Akteure ein, obwohl sich interne Märkte gerade dadurch auszeichnen, dass die einzelnen Akteure formal die gleiche Macht besitzen.³²³ Dazu passt auch, dass zum Beispiel Dillerup (1998), S. 237–239, zwischen fokalen (asymmetrische Machtverteilung) und paritätischen (symmetrische Machtverteilung) Netzwerken unterscheidet.

³²⁴ Vgl. Pfeffer (1992), S. 72–81.

allen drei Koordinationsformen können jedoch Machtasymmetrien auftreten, die auf der Kontrolle von Ungewissheitszonen und Ressourcen durch einzelne Organisationseinheiten beruhen. Als Koordinationsinstrumente dienen in Hierarchien persönliche Weisungen und in Heterarchien Selbstabstimmung und Verrechnungspreise. Programme und Pläne können in Verbindung mit beiden Koordinationsformen auftreten, unterscheiden sich aber je nach Koordinationsform in ihrem Erstellungs- und Durchsetzungsprozess. Bestehen informale Machtbeziehungen über einen längeren Zeitraum, können diese durch entsprechende Organisationskonfigurationen formalisiert werden.

3.2.3 Konfiguration

Mit der Organisationskonfiguration werden die Koordinationsbeziehungen und bei hierarchischer Koordination auch die Machtbeziehungen institutionalisiert.³²⁵ Dies geschieht zumeist mithilfe von Organigrammen, in denen die Über- und Unterordnungsbeziehungen modelliert sind.³²⁶ Organigramme veranschaulichen die Weisungsbefugnisse der jeweiligen Konfiguration. Die hierarchischen Organisationsebenen werden durch die vertikale Einordnung der Organisationseinheiten im Organigramm gekennzeichnet. Die Organisationsebenen sind durch Weisungsbeziehungen miteinander verbunden. Einheiten einer Ebene stehen je nach Beteiligung der übergeordneten Instanz in heterarchischer Beziehung oder über die Zentralinstanz in hierarchischer Beziehung zueinander. Je nach Anzahl der hierarchischen Beziehungen einer Organisationseinheit wird die Konfiguration als Einlinien- oder Mehrliniensystem bezeichnet.³²⁷ In einem Einliniensystem sind sowohl alle disziplinarischen als auch alle fachlichen Weisungsbefugnisse für eine Organisationseinheit einer übergeordneten Instanz zugeordnet. Es existiert eine eindeutig höchste Instanz im Unternehmen. In Mehrliniensystemen besitzen mehrere Instanzen Weisungsbefugnisse über eine Organisationseinheit. In diesem Fall erfolgt häufig eine Aufteilung der fachlichen Weisungsbefugnisse, während die disziplinarischen Weisungsbefugnisse als Ganzes auf eine übergeordnete Organisationseinheit konzentriert ist. In globalen Produktionsnetzwerken wird häufig ein Mehrliniensystem mit einer standortbezogenen disziplinarischen Hierarchie und einer standortübergreifenden fachlichen Hierarchie angewendet.³²⁸ Während disziplinarische und regionale Kompetenzen über die Standorthierarchie mit einem oder mehreren Standortleitern an der Spitze abgedeckt werden, regeln zentrale Organisationseinheiten mit ihrer fachlichen Weisungskompetenz die standortübergreifende Zusammenarbeit und andere unternehmensweite Aspekte. Auf diese Weise werden Standardisierungsvorteile mit den Vorteilen einer Vor-Ort-Hierarchie (kurze Entscheidungswege, Erreichbarkeit

³²⁵ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 127.

³²⁶ Vgl. Freichel (1992), S. 155–156.

³²⁷ Vgl. für eine tabellarische Gegenüberstellung verschiedener Konfigurationsalternativen Schulte-Zurhausen (2010), S. 255.

³²⁸ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 133–135.

der Vorgesetzten, etc.) kombiniert. Schwierigkeiten existieren an den Schnittstellen der Weisungsbefugnisse. Durch unklare Abgrenzungen zwischen den Weisungsbefugnissen steigt der Schwierigkeitsgrad der Konfliktlösung im Unternehmen insgesamt an. Dennoch wird häufig als dritte Dimension noch eine objektbezogene Dimension integriert. Sogenannte Produktmanager verantworten dann alle produktspezifischen Entscheidungen; die fachliche Dimension der Zentralstelle wird im Dreiliniensystem auf funktionale Aspekte reduziert.³²⁹ Alternativ oder zusätzlich werden Projekte als Konfigurationsdimension mitberücksichtigt. Der Umfang der Weisungsbefugnisse und die Komplexität der Konfiguration stehen im engen Zusammenhang mit der Entscheidungsdelegation. Je ausgeprägter die Hierarchie in einem Unternehmen ist, desto mehr Hierarchieebenen umfasst die Konfiguration. Damit einher geht in der Regel ein geringer Grad an Entscheidungsdelegation. In flachen Hierarchien ist dagegen der Grad an Entscheidungsdelegation hoch.³³⁰

3.2.4 Delegation

Unter Entscheidungsdelegation wird „[...] die Übertragung von Führungsaufgaben und -verantwortung auf nachgeordnete Stellen“ verstanden.³³¹ Der Delegationsgrad ist minimal, wenn alle Entscheidungen von einer Organisationseinheit oder sogar einer Person getroffen werden.³³² In diesem Fall ist der Zentralisierungsgrad maximal. Der Delegationsgrad ist dagegen maximal, falls die gesamte Entscheidungskompetenz bei den dezentralen Einheiten liegt.³³³ Zentrale Organisationseinheiten sind für den Entscheidungsprozess von untergeordneter Bedeutung. Ein hoher Zentralisierungsgrad erfordert eine entsprechend hierarchische Ausgestaltung der Organisationskonfiguration. Je mehr Entscheidungskompetenzen den oberen Ebenen zugeordnet werden, desto größer ist die Anzahl der Organisationseinheiten oder zumindest die Höhe der Personalkapazität auf diesen Ebenen. Über hierarchische Beziehungen werden die Entscheidungskompetenzen in den dezentralen Einheiten durchgesetzt. Entscheidungen über Standortkosten, Produktionsmengen und andere wichtige Faktoren in einem Unternehmen werden im Rahmen der Unternehmensplanung getroffen. Ist ein niedriger Delegationsgrad im Unterneh-

³²⁹ Vgl. Frese et al. (2012), S. 185–205, und Robbins et al. (2010), S. 435–439, zu Organisationsstrukturen allgemein. Eine Gegenüberstellung der funktionalen Organisation mit der produktorientierten Organisation ist in Walker/Lorsch (1968) zu finden.

³³⁰ Vgl. Pibernik/Sucky (2005), S. 71, und Fleisch (2001), S. 71–75.

³³¹ Göpfert (1999), S. 74.

³³² Wildemann (2009) unterscheidet zwischen Unternehmensebene, Betriebsebene und Arbeitsorganisationsebene. Auf Unternehmensebene wird hinsichtlich der Delegation vor allem das Zusammenspiel zwischen den Standorten betrachtet, auf Betriebsebene die Verantwortung eines Arbeitsbereichs und auf Arbeitsorganisationsebene die Freiheitsgrade und Aufgaben eines Mitarbeiters. Diese Ebenenaufteilung entspricht weitgehend der Aufteilung von Behme/Roth (1997), S. 21, in Mikro-, Meso- und Makroebene. Weil in dieser Arbeit die Begriffe „Mikro“ und „Makro“ bereits zur Umwelteinteilung verwendet werden, wird im Folgenden die Aufteilung von Wildemann präferiert.

³³³ Vgl. Picot et al. (2008), S. 189. Brooke (1984) vergleicht ganz allgemein zentral ausgerichtete mit dezentral ausgerichteten Organisationen.

men beabsichtigt, entscheidet überwiegend eine zentrale Einheit im Unternehmen. Die Planungsdurchführung ist folglich bei dieser zentralen Einheit angesiedelt. Auf Grund der übergeordneten Stellung der zentralen Einheit ist theoretisch eine Berücksichtigung aller vorhandenen intra-organisationalen Restriktionen und Umweltrestriktionen denkbar. Dadurch kann ein global optimales oder zumindest global sehr gutes Planungsergebnis erzielt werden. Unternehmensstrategien können direkt in die Planung miteinfließen. Diese Erfolgspotenziale einer zentralen Planung können jedoch nur dann realisiert werden, wenn die Realität in den jeweiligen Planungsmodellen vollständig und mithilfe aktueller Daten dargestellt wird. Der Vollständigkeitsanspruch der Planung ist nur für sehr kleine Teilbereiche der Planung überhaupt zu erfüllen. Unternehmensweite Planungen betreffen dagegen in der Regel eine Vielzahl an Organisationseinheiten. Eine vollständige Abbildung der Realität wird unmöglich. Stattdessen sind Abstraktion und Vereinfachung erforderlich, um die Planungskomplexität zu beherrschen.³³⁴ Die Qualität des global ausgerichteten Planungsergebnisses ist fraglich. Die Planungsdauer steigt zudem mit der Planungskomplexität an, die Planungsflexibilität gegenüber Umwelteinflüssen nimmt ab.³³⁵ Darüber hinaus ist zweifelhaft, in welchem Ausmaß die zentralen Pläne von den dezentralen Einheiten umgesetzt werden. Die dezentralen Einheiten gleichen gemäß der Agenturtheorie Agenten, die eigene Ziele verfolgen.³³⁶ Weil in vielen Unternehmen die zentralen Einheiten (Prinzipal) geografisch getrennt von den dezentralen Einheiten agieren, ist eine detaillierte Kontrolle der Planumsetzung häufig nur mithilfe von Informationen möglich, die die dezentralen Einheiten zur Verfügung stellen. Eine direkte Vor-Ort-Kontrolle aller dezentralen Aktionen ist von einer zentralen Organisationseinheit nicht zu leisten (hidden action). Zudem ist nicht gewährleistet, dass die Zentralstelle zum Zeitpunkt der Planung alle den dezentralen Organisationseinheiten zur Verfügung stehenden Informationen erhält (hidden information) und über die lokalen Ziele im Detail informiert ist (hidden intention).³³⁷

Die Probleme zentral ausgerichteter Organisationen im Rahmen der Planerstellung und -durchsetzung lassen die Analyse von eher dezentral orientierten Organisationen interessant erscheinen. Im Gegensatz zu einem hohen Zentralisierungsgrad werden bei hoher Dezentralisierung die meisten Entscheidungen in den dezentralen Einheiten getroffen. Die Delegation von Entscheidungskompetenzen auf dezentrale Organisationseinheiten verkürzt im Vergleich zu einem hohen Zentralisierungsgrad die Entscheidungszeit, weil keine zeitintensive Absprache mit der Zentralinstanz vorgenommen werden muss. Zudem verringert sich die hinsichtlich der zentralen Planung beschriebene Prinzipal-Agent-Problematik. Die Ursache für Agentenhandlungen, die von den Zielen des Prinzipals abweichen, ist die Unterschiedlichkeit der Ziele des

³³⁴ Einen Überblick über die Planungskomplexität und die benötigten Daten bei zentraler Planung enthält Heinz (2006), S. 55–89.

³³⁵ Die Planungsflexibilität bezieht sich dabei weniger auf die Krisenbewältigung wie in Schulte-Kruppen (2010), S. 1–8, als auf die Krisenvermeidung durch ein angepasstes Agieren im Marktumfeld.

³³⁶ Die Agenturtheorie wurde maßgeblich von Michael Jensen und William Meckling (vgl. Jensen/Meckling (1976)) entwickelt. Darauf beziehen sich zum Beispiel Gausmann (2009), S. 32–35, oder Fama (1980).

³³⁷ Vgl. Schmitz (2008), Heinz (2006), S. 161, und Pibernik/Sucky (2005), S. 77.

Prinzipals und des Agenten.³³⁸ Mit der Vereinigung von Entscheidungskompetenz und Ergebnisausführung auf die dezentralen Einheiten werden die Prinzipal-Agenten-Beziehungen zwischen Zentralstelle und dezentralen Einheiten eliminiert. Zielkonflikte werden vermindert oder komplett aufgelöst.³³⁹ Die Übertragung von Entscheidungskompetenzen auf die dezentralen Einheiten bereichert den Aufgabenbereich der dezentralen Einheiten. Die Motivation der Mitarbeiter in den dezentralen Einheiten steigt.³⁴⁰ Kritisch zu bewerten ist bei einer Dezentralisierung von Aufgaben jedoch der Verlust der globalen Perspektive, weil die dezentralen Einheiten die Entscheidungen an den eigenen lokalen Zielen ausrichten. Globale Ziele werden nicht berücksichtigt. Standortübergreifende Standardisierungs- und Synergiepotenziale können nicht ausgenutzt werden.³⁴¹ Dieser Punkt steht im Widerspruch zu dem Konzept einer globalen Unternehmensführung oder zum Supply Chain Management.

Es liegt deshalb nahe, die beiden Extremformen der Entscheidungsdelegation zu einer hybriden Form zu kombinieren.³⁴² Diese basiert auf der Aufteilung der Entscheidungskompetenz auf zentrale und dezentrale Einheiten. Der Einfluss einer Zentralinstanz kann dabei je nach Situation und Autonomie der dezentralen Organisationseinheiten von der Festlegung von Entscheidungsrahmenbedingungen bis hin zum Vorschlagen von konkreten Entscheidungsalternativen, aus denen die dezentralen Einheiten eine Alternative auswählen, reichen. Je stärker der zentrale Einfluss ist, desto weniger können die Potenziale dezentraler Planungsansätze ausgenutzt werden und umgekehrt. Für die Unternehmensplanung bedeutet dies, dass die Zentralstelle die Rahmenbedingungen der Planung absteckt, Grobwerte als Grenzen der dezentralen Planung etabliert oder konkrete Entscheidungsalternativen vorschlägt. Die dezentralen Einheiten determinieren dann endgültig das Planungsergebnis. Alternativ könnte der Planungsprozess auch

³³⁸ Perrow (1986), S. 16–17, stellt fest, dass die eigenen Ziele der dezentralen Einheiten umso stärker durchgesetzt werden umso mehr Stufen die Hierarchie enthält. Als weitere Bedingungen, die egoistisches Verhalten fördern, nennt er die Einmaligkeit und Kurzfristigkeit von Interaktionen, ein am individuellen Erfolg orientiertes Anreiz- und Kennzahlensystem und eine geringe Notwendigkeit zur Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen. Jensen/Meckling (1994) sehen unabhängig von diesen Einflüssen jeden Akteur als Maximizer, der seine eigenen Ziele versucht zu erreichen. Nur wenn globale Ziele komplementär zu den eigenen Zielen sind, wird er auch diese verfolgen. Hier erlangt der Begriff „soziales Gebilde“ aus der am Anfang des Kapitels gegebenen Definition einen Sinn. Es wird der entscheidungsprozessorientierten Auffassung gefolgt, dass jedes Organisationsmitglied die eigenen Ziele zu erreichen versucht (vgl. Jensen/Meckling (1994)). Die Problematik von Zielkonflikten in einer Hierarchie mit eigenständigen Organisationseinheiten und unterschiedlichen Zielen der Organisationseinheiten erläutern Laux/Liermann (2005), S. 111–115. Einen Diskurs über Zielkonflikte und deren Behebung im Allgemeinen enthält Locke/Latham (1990), S. 124–172.

³³⁹ Vgl. Picot et al. (2008), S. 213, und Welge (1999), S. 14.

³⁴⁰ Vgl. Robbins et al. (2010), S. 67–69 und S. 446, Picot et al. (2008), S. 214–216, Armbruster/Kieser (2003), Robbins (1983), S. 84, und Katz (1975), S. 209–213. Frese et al. (2012), S. 274–275, weisen auf die hohe Akzeptanz interner Märkte bei den Organisationsmitgliedern hin.

³⁴¹ Vgl. Pibernik/Sucky (2005), S. 82–84, und Aziz (1990), S. 26–27. Auf die Vor- und Nachteile von Dezentralisierung und Zentralisierung gehen auch Picot et al. (2008), S. 189–213, ein.

³⁴² Vgl. Spath (2009), S. 9, Rahmifard (2004), Hahn (2002), S. 477–478, und Brooke (1984), S. 199. Reichwald et al. (2005), S. 455–478, stellen als eine mögliche Ausprägung der hybriden Organisationsform die Mini-Fabrik vor, in der dezentrale Produktionseinheiten vor Ort von der Zentralstelle zum Beispiel auch Teile der Vertriebsaufgaben übernehmen.

entgegengesetzt stattfinden oder in einem iterativen Prozess sowohl Zentralstelle als auch dezentrale Einheiten immer wieder Vorschläge für ein Planungsergebnis machen, bis der Planungsprozess mit einer Einigung auf ein Planungsergebnis oder durch einen Verhandlungsabbruch beendet wird.³⁴³

Aus den obigen Erläuterungen wird deutlich, dass eine zentral ausgerichtete Planung mit einer hierarchisch orientierten Koordinationsform kombiniert werden muss, um die Durchsetzbarkeit der Pläne zu gewährleisten.³⁴⁴ Zwar ist prinzipiell denkbar, dass in heterarchischen Umgebungen ein zentraler Plan in Selbstabstimmung entsteht; gerade in komplexen Planungsumgebungen mit zahlreichen Akteuren ist die Erstellung eines in Selbstabstimmung erstellten Plans aber unwahrscheinlich. Vielmehr wird die Planung in Heterarchien auf dezentrale Einheiten verteilt, die sich zum Beispiel über einen Marktmechanismus bilateral oder multilateral im Hinblick auf die jeweiligen Schnittstellen verständigen.³⁴⁵ Eine einflussnehmende Zentralinstanz existiert nicht. Dadurch unterscheidet sich ein hoher Delegationsgrad in dezentralen Umgebungen von einem mittleren Delegationsgrad in hybriden Umgebungen. Um der Mischung aus Heterarchie und Hierarchie gerecht zu werden, können alle Beteiligten in einem iterativen Verhandlungsprozess zu einer gemeinsamen Verhandlungslösung gelangen. Alternativ verhandeln die dezentralen Einheiten weitgehend autonom innerhalb der von der Zentralstelle gesteckten Grenzen über die Schnittstelle oder initiieren einen kollaborativen Planungsprozess. Im ersten Fall liegen ausschließlich heterarchische Beziehungen zwischen Zentralstelle und dezentralen Einheiten vor, im zweiten Fall ist die zentrale Einheit im Hinblick auf die Determinierung von Rahmenbedingungen mächtiger als die dezentralen Einheiten. Die dezentralen Einheiten sind untereinander zumindest institutionell gleichgestellt. Informale, hierarchische Beziehungen können aber dennoch existieren.

Die bislang aufgezeigten Alternativen der Strukturdimensionen ermöglichen eine genaue Beschreibung von Organisationsstrukturen. Die Umsetzung und Anwendung der gewählten Organisationsstrukturen durch die Organisationsmitglieder werden durch organisatorische Regeln festgehalten.

³⁴³ Beispiele für hybride Planungsansätze wurden von Nie et al. (2008), Rücker (2006), S. 13–16, Schlüter (2001), S. 75–92, Ertogral/Wu (2000), Bloech et al. (1998), S. 287–306, Zäpfel (1998), S. 48–52 und Kouvelis/Gutierrez (1997) veröffentlicht. Einen Abschnitt zu Planungen innerhalb eines Unternehmens enthält D’Hauwers et al. (1993).

³⁴⁴ Vgl. Brooke (1984), S. 148.

³⁴⁵ Vgl. Aziz (1990), S. 26–31.

3.2.5 Formalisierung

Mit der schriftlichen Fixierung von Organisationsregeln werden diese formalisiert.³⁴⁶ Die schriftliche Formalisierung kann dabei nicht nur aus dem Organigramm bestehen, sondern auch aus Arbeits- und Verfahrensanweisungen, Eskalationsvorschriften, Stellenbeschreibungen und Formularen.³⁴⁷ Je höher der Formalisierungsgrad ist, desto mehr Standards existieren. Das erhöht wiederum die Prozesssicherheit im Unternehmen. Mit einem hohen Formalisierungsgrad steigt aber auch die Bürokratie. Die Prozessausführung verlangsamt sich, weil der Anteil an administrativen Tätigkeiten steigt. Der Formalisierungsgrad ist in Abhängigkeit vom Umfeld und der Organisation zu wählen. In einem heterarchischen Umfeld kann die Formalisierung zur Standardisierung von Kommunikation helfen. Ein Beispiel sind hier standardisierte Versandvorschriften oder Kommunikationsprotokolle. Grundsätzlich ist eine hohe Formalisierung deshalb in jedem Organisationsumfeld denkbar. In der Regel steigt der Formalisierungsgrad jedoch mit einem sinkenden Qualifikationsniveau und damit mit einer sinkenden Dezentralisierung der Aufgaben.³⁴⁸ Daraus folgt, dass ein hoher Formalisierungsgrad eher mit zentral ausgerichteten Organisationen einhergeht, wohingegen ein niedriger Formalisierungsgrad eher mit dezentral ausgerichteten Organisationen verknüpft ist.

3.3 Strukturdimensionsausprägungen verschiedener Organisationstypen

Die bisherigen organisatorischen Überlegungen bezogen sich auf einzelne Strukturdimensionen. Die Ausprägungen der Strukturdimensionen lassen sich zu Organisationstypen kombinieren. Grundsätzlich ist jede Ausprägungskombination denkbar. Dennoch können auf Basis der zuvor durchgeführten Literaturrecherche einige Kombinationen als im Allgemeinen wenig sinnvoll ausgeschlossen werden. Dazu sind die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Strukturdimensionen zu beachten.³⁴⁹ Die nachfolgend vorgeschlagenen Organisationstypen sind als

³⁴⁶ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 157. In diesem Zusammenhang interessant ist die Diskussion um Palast- und Zeltorganisationen (vgl. Hedberg et al. (1976)).

³⁴⁷ Vgl. Robbins (1983), S. 61–75.

³⁴⁸ Ein Beispiel für einen hohen Formalisierungsgrad ist beispielsweise McDonald's (vgl. Robbins (1983), S. 61). Durch die sehr detaillierte Standardisierung und Formalisierung der Aufbau- und Ablauforganisation werden filialübergreifende Prozessstandards geschaffen, die ein ähnliches Angebot und eine ähnliche Prozessausführung über alle Filialen hinweg sicherstellen sollen. Gleichzeitig ist McDonald's auch ein Beispiel dafür, wie die eher dezentral-heterarchisch orientierte Franchiseorganisation mit einem hohen Formalisierungsgrad kombiniert werden kann.

³⁴⁹ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 184–188.

Reinformen anzusehen, von denen die Organisationsausprägungen der betrieblichen Praxis abweichen können.³⁵⁰

3.3.1 Zentral-hierarchisch orientierter Organisationstyp

Zentral-hierarchisch ausgerichtete Organisationen sind dadurch gekennzeichnet, dass Entscheidungskompetenzen auf Zentraleinheiten im oberen Teil der Hierarchie verlagert werden.³⁵¹ Eine funktionierende formale Hierarchie mit zahlreichen Ebenen und Weisungsbefugnissen stellt die Voraussetzung für die Plandurchsetzung dar.³⁵² Bezogen auf den Planungsprozess bedeutet zentrale Planung, dass zumindest die Entscheidungsfindung mithilfe eines zentralen quantitativen Planungsmodells erfolgt. Ein durchgängig zentraler Planungsprozess erfordert eine zentrale Datensammlung und -interpretation.³⁵³ Gerade in größeren Organisationen ist eine derart weitreichende Zentralisierung aus Kapazitäts- und Komplexitätsgründen nicht möglich. Deshalb wird im Folgenden der Begriff zentrale Planung auf die zentrale Planerstellung unter Anwendung zentral ausgerichteter Planungsverfahren und -modelle fokussiert. Weil Entscheidungskompetenzen im Bereich der Planung von den Organisationseinheiten der Leistungserstellung getrennt werden, ist zudem der Spezialisierungsgrad in zentral-hierarchischen Organisationen als hoch einzustufen. Als Konfiguration kommen sowohl Ein- als auch Mehrliniensysteme in Frage. Mit steigender Komplexität werden Mehrliniensysteme mit fachlich und standortübergreifend ausgerichteten Zentraleinheiten zur Planung und einer standortinternen Hierarchie unvermeidbar.³⁵⁴ Mit der hohen Spezialisierung von Organisationseinheiten sinkt im Allgemeinen die Komplexität der Aufgaben, die von den dezentralen Organisationseinheiten ausgeführt werden. Das Zusammenspiel aus dezentralen und zentralen Einheiten erfordert einen hohen Formalisierungsgrad.³⁵⁵ So muss zum Beispiel die Informationsbereitstellung durch die dezentralen Einheiten genau geregelt sein, um eine standortübergreifende einheitliche Datenbasis der Planung zu schaffen. Die dezentralen Einheiten gleichen bei diesem Organisationstyp eher einer Outpost- oder Offshore-Fabrik nach Ferdows.³⁵⁶ Kennzeichen beider

³⁵⁰ Die vorgeschlagenen Organisationstypen unterscheiden sich von denen in der Literatur geläufigen Organisationstypen nach Bartlett/Ghoshal (1990) und Perlmutter (1969) oder der weniger bekannten Typisierung nach Shi/Gregory (1998) darin, dass die geografisch-kulturelle Ausrichtung eine eher untergeordnete Rolle spielt. In dieser Arbeit wird nicht zwischen In- und Auslandsstandorten unterschieden. Die Unternehmenskultur wird zudem nur peripher mit der Konfiguration der internen Wettbewerbssituation behandelt. Einen Überblick über verschiedene Standortrollen und damit über diverse Organisationstypen enthält Justus (2009), S. 38–52.

³⁵¹ Diese Organisation gleicht einem monolithisch-zentralistischen System oder einem Defender bei Miles/Snow (1992), Robbins (1983), S. 103, und Miles et al. (1978), S. 550–558.

³⁵² Vgl. Pibernik/Sucky (2005), S. 71, und Fleisch (2001), S. 71–75.

³⁵³ Vgl. Jehle/Kaczmarek (2003), S. 9 und Robbins (1983), S. 82–83.

³⁵⁴ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 133–135, und Ewert/Wagenhofer (2008), S. 573–581.

³⁵⁵ Vgl. Robbins (1983), S. 86–87.

³⁵⁶ Vgl. Ferdows (1997) und Ferdows (1989).

Fabriktypen sind ein niedriges Kompetenzniveau und eine geringe strategische Entscheidungsorientierung. Derartige Fabriken dienen vor allem der Ausschöpfung von Kostenvorteilen oder der Informationsgewinnung. Zentral-hierarchisch orientierte Organisationen können auf Grund der Eigenschaft einer ausgeprägten Hierarchie im Sinne der oben gegebenen Definition nur innerhalb von Unternehmen zum Beispiel in Form einer Internal Supply Chain auftreten. Tabelle 3.2 fasst die Ausprägungen der Strukturdimensionen für zentral-hierarchisch orientierte Organisationen zusammen.

Strukturdimension	Ausprägung
Spezialisierung	hoch
Koordination	hierarchisch
Konfiguration	in kleineren Unternehmen Einliniensysteme, in größeren Unternehmen Mehrliniensysteme mit relativ vielen Hierarchiestufen
Entscheidungsdelegation	zentrale Planungsmethoden und Entscheidungen
Formalisierung	hoch

Tabelle 3.2: Zentral-hierarchischer Organisationstyp

3.3.2 Dezentral-heterarchisch orientierter Organisationstyp

Als Gegenform zum zentral-hierarchischen Organisationstyp sind die Dimensionsausprägungen des dezentral-heterarchischen Typ allen fünf Dimensionen genau gegenteilig.³⁵⁷ Die Entscheidungsdelegation ist dezentral orientiert. Alle Entscheidungen werden von den dezentralen Einheiten getroffen. Eine formale Hierarchie zur Konfliktlösung ist nicht notwendig. Konflikte zwischen den dezentralen Einheiten werden mithilfe von heterarchischen Instrumenten, wie zum Beispiel Preisen, aufgelöst. Hierarchische Organisationsstufen existieren nicht. Die Konfiguration besteht aus einer Organisationsebene aus gleichberechtigten Partnern. Als organisatorische Regeln existieren ausschließlich die Marktregeln. Die Formalisierung ist gering, weil die Verbindungen zwischen den Organisationen nur lose sind. Da jede Organisationseinheit alle Entscheidungen selbst und autonom trifft, ist der Spezialisierungsgrad gering. Dezentral-heterarchisch orientierte Organisationen können nur in Form von External Supply Chains auftreten, weil bei diesen jegliche formal-hierarchischen Elemente fehlen. Konstituierendes Merkmal einer Internal Supply Chain ist dagegen die Beschränkung des betrachteten Supply-Chain-Ausschnitts auf eine Organisation.³⁵⁸ Das bedeutet, dass in einer Internal Supply Chain oder in

³⁵⁷ Diese Form ist der Prospectorform in Robbins (1983), S. 103, und Miles et al. (1978), S. 550–558, ähnlich.

³⁵⁸ Vgl. Abschnitt 2.2.

einer Internal/External Supply Chain hierarchische Elemente auf jeden Fall existieren. Tabelle 3.3 fasst die Dimensionsausprägungen der dezentral-heterarchisch orientierten Organisation zusammen.³⁵⁹

Strukturdimension	Ausprägung
Spezialisierung	niedrig
Koordination	heterarchisch
Konfiguration	eine Hierarchiestufe mit gleichberechtigten Einheiten
Entscheidungsdelegation	dezentrale Planung und Entscheidungskompetenz
Formalisierung	niedrig

Tabelle 3.3: Dezentral-heterarchischer Organisationstyp

3.3.3 Hybrider Organisationstyp mit starker Zentralinstanz

Beide bisher aufgeführten Organisationstypen stellen Extremformen dar. Es liegt nahe, Mischorganisationsformen zwischen diesen beiden Extremformen zu definieren, die Dimensionsausprägungen von beiden Extremformen miteinander verbinden.³⁶⁰ Derartige Mischformen werden hybride Organisationen genannt. Der Name dieser Organisationstypen lehnt sich an die Ausprägungen der Dimensionen Koordination und Delegation an. Die Koordinationsausprägung ist hybrid; das bedeutet, dass in der Organisation hierarchische und heterarchische Koordinationselemente verankert sind. So könnte zum Beispiel in einem großen Unternehmen eine Zentralinstanz einen Großteil der Entscheidungen treffen und nur kurzfristige Anpassungen von den dezentralen Einheiten vorgenommen werden.³⁶¹ Auf die Mengenplanung übertragen erstellt die zentrale Einheit einen monats- oder wochenbasierten Grobplan. Die dezentralen

³⁵⁹ Eine Zuordnung der Rolle der dezentralen Einheiten zu einem Fabriktyp nach Ferdows (1997) und Ferdows (1989) ist nicht möglich, weil sich diese Kategorisierung vor allem auf unternehmensinterne Standorte bezieht.

³⁶⁰ Picot et al. (2008), S. 195–208, verweisen zum Beispiel auf eine Profit-Center-Organisation mit Zentralabteilung. Die drei hybriden Organisationstypen lehnen sich an die Organisationstypen von Brooke (1984), S. 248–250, an. Der erste hybride Typ entspricht dem zentralen Typ nach Brooke (1984), S. 248. Frese et al. (2012), S. 469–471, typisieren verschiedene Rollen des Zentralbereichs in eigenen Modellen. Das Autarkiemodell gleicht in seinen Annahmen dem dezentral-heterarchischen Organisationstyp, das Kernbereichsmodell dem zentral-hierarchischen Organisationstyp. Das Richtlinienmodell entspricht dem hybriden Organisationstyp mit starker Zentralstelle, das Matrixmodell entspricht dem Typ mit mittelstarker Zentralinstanz. Das Service- und Stabsmodell entspricht dem Typus mit schwacher Zentralinstanz.

³⁶¹ Ivanov/Käschel (2008), S. 293, schlagen sogar vor, dass die Zentralinstanz einen Plan vorschlägt, die Agenten einen Gegenvorschlag oder Anpassungen vornehmen und die Zentralinstanz diese Anpassungen übernehmen oder ablehnen kann. Weil die endgültigen Entscheidungskompetenzen letztlich bei der Zentralstelle liegen, ist dieses Verfahren faktisch ein zentrales Planungsverfahren.

Einheiten können dann die Wochenmengen auf die Tage innerhalb einer Woche oder eines Monats aufteilen.³⁶² Die von der Zentralstelle vorgegebenen aggregierten Werte müssen von den dezentralen Einheiten erfüllt werden. Im Rahmen dieser Mengenplanung gibt die Zentralinstanz eine Losgröße vor, von der die dezentralen Einheiten nur mit Erlaubnis der Zentralinstanz abweichen können. Eine Aggregation der Losgrößen ist nicht möglich.³⁶³ Dennoch wird die kurzfristige Mengenkoordination selbstständig von den dezentralen Einheiten durchgeführt. Weil dazu auch die kurzfristige Abstimmung mit den anderen gleichberechtigten dezentralen Organisationseinheiten zählt, entspricht die kurzfristige Planung einem heterarchischen Element. Die Entscheidungsdelegation ist dementsprechend als eine Mischung aus zentraler und dezentraler Entscheidungsfindung ausgestaltet und damit ebenfalls hybrid. Da die dezentralen Organisationseinheiten auch Entscheidungsaufgaben übernehmen, muss die Spezialisierung mindestens im mittleren Bereich liegen. Die Entscheidungsaufgaben der dezentralen Einheiten sind eher kurzfristiger Natur. Die Spezialisierung in derartigen Organisationen ist folglich ebenso wie die Formalisierung mittel bis hoch (vgl. Tabelle 3.4).

Strukturdimension	Ausprägung
Spezialisierung	mittel bis hoch
Koordination	hybrid (Hierarchisch: institutionelle Vorgabemacht einer Zentralinstanz; heterarchisch: gleichberechtigte dezentrale Einheiten)
Konfiguration	Mehrliniensystem mit weniger Hierarchiestufen als in zentral-hierarchischem Organisationstyp
Entscheidungsdelegation	hybrid (Zentral: Aggregierte Grobplanung; dezentral: kollaborative Feinplanung der dezentralen Einheiten)
Formalisierung	mittel bis hoch

Tabelle 3.4: Hybrider Organisationstyp mit starker Zentralinstanz

Als Konfiguration bietet sich bei großen Organisationen mit zahlreichen dezentralen Einheiten ein Mehrliniensystem zur Trennung von zentralen disziplinarisch-funktionalen und zentralen fachlichen Vorgaben an. Der beschriebene Organisationstyp ist auf Grund der immer noch starken hierarchischen Ausprägung vor allem für Internal Supply Chains relevant. Im Vergleich zur zentral-hierarchisch ausgerichteten Organisation ist die Hierarchie flacher, weil Entscheidungskompetenzen dezentralisiert werden. Die Standorte gleichen in ihrem Kompetenzniveau Server-Standorten nach Ferdows, die zwar eine relativ hohe Entscheidungskompetenz für den ihnen zugeordneten Markt, aus globaler Perspektive aber nur geringfügig mehr Entscheidungs-

³⁶² Vgl. zum Beispiel das Fortschrittszahlenkonzept in der Automobilwirtschaft in Ostertag (2008), S. 123-160.

³⁶³ Vgl. zu den Problemen der Grobplanung Heinz (2006), S. 162-177. Hauptproblem der Grobplanung ist die Aggregation der Feinplanungswerte. Zur Grobplanung sind häufig fast alle Stammdaten der Feinplanung notwendig (vgl. Betge (2006), S. 187-190).

kompetenzen als ein Offshore- oder Outpost-Standort besitzen.³⁶⁴ Eine Übersicht über die Ausprägungen zur hybriden Organisation mit einer starken Zentralinstanz beinhaltet Tabelle 3.4.

3.3.4 Hybrider Organisationstyp mit mittelstarker Zentralinstanz

Hybride Organisationen besitzen ganz allgemein die Eigenschaft, dass die Entscheidungskompetenzen zwischen zentralen und dezentralen Einheiten aufgeteilt werden. Je nach Ausgestaltung dieser Aufteilung sind verschiedene Arten hybrider Organisationen zu unterscheiden. Eine Möglichkeit wurde mit der Vorgabe von aggregierten Werten bereits eingeführt. Damit werden relativ genau Produktionsmengen und damit die dazugehörigen Standortkosten von der Zentralstelle determiniert. Eine Anpassung an Nachfrageschwankungen ist nur im sehr kurzfristigen Bereich möglich. Die Planungsflexibilität ist beschränkt auf den Wert der Grobplanung. Um diese Flexibilität zu steigern, werden die konkreten Werte durch einen Wertebereich ersetzt. Die dezentralen Einheiten dürfen mit ihren Werten die Untergrenze dieses Wertebereichs nicht unter- und die Obergrenze nicht überschreiten und müssen sich zum Beispiel in Verhandlungen selbstständig auf eine Menge innerhalb dieses vorgegebenen Bereichs einigen.³⁶⁵ Die dezentralen Einheiten können eigenständig die vereinbarte Losgröße ändern, solange die neue Menge innerhalb der Grenzen verbleibt.³⁶⁶

Strukturdimension	Ausprägung
Spezialisierung	mittel
Koordination	hybrid (Hierarchisch: auf Rahmenbedingungen und Grenzen beschränkte institutionelle Vorgabemacht einer Zentralinstanz; heterarchisch: gleichberechtigte dezentrale Einheiten mit Autonomie innerhalb der vorgegebenen Grenzen)
Konfiguration	Mehrliniensystem mit flacher Hierarchie
Entscheidungsdelegation	hybrid (Zentral: Entscheidungsprüfung, Determinierung von Rahmenbedingungen und Grenzen; dezentral: vollständige Planung und Entscheidung innerhalb der vorgegebenen Grenzen)
Formalisierung	mittel

Tabelle 3.5: Hybrider Organisationstyp mit mittelstarker Zentralinstanz

³⁶⁴ Vgl. Ferdows (1997) und Ferdows (1989).

³⁶⁵ Dieser Organisationstyp entspricht weitgehend dem zentral-dezentralen Typ von Brooke (1984), S. 249.

³⁶⁶ Dieser Organisationstyp ist einem internen Markt oder der Analyzer-Form nach Miles/Snow (1992), S. 65–66, Robbins (1983), S. 103, und Miles et al. (1978), S. 550–558, ähnlich.

Wie in Tabelle 3.5 zu sehen, wird die Verantwortung für die Anpassung des Unternehmens an Veränderungen im Rahmen des vorgegebenen Bereichs auf die Instanzen übertragen. Dadurch sinkt die Spezialisierung der dezentralen Einheiten. Durch die Verlagerung von Entscheidungsaufgaben auf die dezentralen Einheiten wird zudem die Hierarchie flacher. Der Regelungsbedarf und damit die Formalisierung sinkt im Vergleich zum hybriden Organisationstyp mit starker Zentralinstanz. Analog zu einem Source- oder Contributor-Standort der Rollenkategorisierung nach Ferdows zeichnen sich die Standorte in einer Organisation mit mittelstarker Zentralinstanz durch erweiterte Planungs- und Entscheidungskompetenzen im Beschaffungs-, Absatz- und Produktionsbereich aus.³⁶⁷

3.3.5 Hybrider Organisationstyp mit schwacher Zentralinstanz

Bei allen beiden bisher vorgestellten hybriden Organisationstypen waren die dezentralen Einheiten der Zentralinstanz untergeordnet. Die Zentralinstanz gibt den dezentralen Einheiten Werte oder Wertebereiche vor, die die dezentralen Einheiten beachten müssen. Der Entscheidungs- und der Planungsaufwand der dezentralen Einheiten resultiert aus der Erkenntnis der Zentralinstanz, dass kurzfristig-operative Vorgaben für die gesamte Organisation eine zu hohe Komplexität in der Internal Supply Chain verursachen würden, die Anpassungsfähigkeit des Unternehmens massiv eingeschränkt wäre und die Durchsetzungsfähigkeit auf Grund fehlender und unter Umständen falscher Daten zumindest fraglich ist.

Strukturdimension	Ausprägung
Spezialisierung	mittel bis niedrig
Koordination	hybrid (Hierarchisch: Pflicht zur Beteiligung der Zentralinstanz; heterarchisch: gleichberechtigte, hochgradig autonome Organisationseinheiten)
Konfiguration	Mehrliniensystem mit sehr flacher Hierarchie
Entscheidungsdelegation	hybrid (Zentral: informale Beeinflussung der dezentralen Planung; dezentral: vollständige Planungs- und Entscheidungsausführung)
Formalisierung	mittel bis niedrig

Tabelle 3.6: Hybrider Organisationstyp mit schwacher Zentralinstanz

Eine hybride Organisation mit schwacher Zentralinstanz verzichtet weitestgehend auf formale Über- und Unterordnungsbeziehungen (vgl. Tabelle 3.6).³⁶⁸ Die Standorte agieren wie Lead-

³⁶⁷ Vgl. Ferdows (1997) und Ferdows (1989).

³⁶⁸ Die Zentralstelle dient mehr oder weniger als Kommunikationsschnittstelle wie in einem Commissioner-Netzwerk nach Dillerup (1998), S. 237–239. Dieser Organisationstyp gleicht der dezentralen Alternative nach Brooke (1984), S. 250.

Standorte nach Ferdows mit hoher Autonomie und strategischer Entscheidungskompetenz.³⁶⁹ Das hierarchische Element dieses Organisationstyps stellt die zwingende Beteiligung der Zentralinstanz an der Problemlösung, also zum Beispiel der Losgrößenplanung, zur Berücksichtigung der globalen Perspektive dar. Gleichzeitig besitzt die Zentralinstanz jedoch nicht die Macht Werte durchzusetzen. Die organisatorischen Regeln beinhalten folglich die Pflicht der Beteiligung der Zentralinstanz und das Recht die globalen Interessen vorzubringen. Gleichzeitig muss die Zentralinstanz ebenso wie die beiden dezentralen Einheiten dem Verhandlungsergebnis zustimmen. Bei zwei dezentralen Einheiten und einer Zentrale findet die Abstimmung folglich in trilateralen Verhandlungen statt. Die Zentralinstanz ist in dieser Verhandlung gleichberechtigt mit den dezentralen Einheiten. Die Spezialisierung der dezentralen Einheiten ist dementsprechend mittel bis niedrig. Weil an den Entscheidungen sowohl die dezentralen Einheiten als auch eine Zentraleinheit partizipieren, ist die Delegationsausprägung hybrid. Institutionelle Beziehungen regeln nur die Teilnahme der Zentralinstanz. Entsprechend sind sehr flache Ein- und Mehrliniensysteme denkbar. Der Formalisierungsgrad ist mittel bis niedrig. Die hybride Organisation mit schwacher Zentralstelle ist vor allem für Internal/External Supply Chains oder für External Supply Chains interessant. Zwar ist diese grundsätzlich auch in Internal Supply Chains anwendbar, die Schaffung von Zentralstellen ist aber in der Regel mit der Übertragung bestimmter Weisungsbefugnisse verbunden.

Im Rahmen der Erläuterungen zu den einzelnen Organisationstypen wurde bereits deutlich, dass bis auf den dezentral-heterarchischen Typ alle dargestellten Alternativen für Internal Supply Chains grundsätzlich geeignet sind.³⁷⁰ Die Bedeutung der Organisationstypen für Internal Supply Chains ist – soweit Anwendbarkeit auf Grund der Organisationsstruktur nicht sowieso schon ausgeschlossen wurde – im nächsten Abschnitt zu prüfen.

3.4 Organisationsgestaltung in Internal Supply Chains

Die formulierten Organisationstypen stellen die Basis für die Eingrenzung der organisatorischen Rahmenbedingungen der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains dar. Die Definition der Organisationstypen alleine reicht dafür jedoch nicht aus. Entscheidend für die Relevanz der Planungsmodelle ist die Relevanz der dazugehörigen organisatorischen Grundlagen.³⁷¹ Deshalb wird im Folgenden die Beziehung zwischen der Organisation und ihrer Umwelt geklärt, bevor aktuelle Entwicklungen in der Organisationsumwelt betrachtet werden.

³⁶⁹ Vgl. Ferdows (1997) und Ferdows (1989).

³⁷⁰ Vgl. Heinz (2006), S. 22.

³⁷¹ Vgl. Picot et al. (2008), S. 216–220.

3.4.1 Allgemeine Grundlagen der Organisationsgestaltung

Ausgangspunkt der Umgestaltung von Organisationen sind Impulse aus der Organisation und der Umwelt.³⁷² Die Organisationsumwelt kann dabei nach der Beziehung zu der betrachteten Organisation in zwei Bereiche unterteilt werden.³⁷³ Die Mikroumwelt umfasst alle Kunden, Lieferanten und Konkurrenten, also alle Organisationspartner, die in vertikalen oder horizontalen Beziehungen zur betrachteten Organisation stehen. Außerdem wird die Öffentlichkeit, die aus unabhängigen, die Organisation überwachenden Dritten besteht, mit zu diesem Umweltsegment gezählt. Das Zusammenspiel der Akteure ohne die Öffentlichkeit analysiert und modelliert Porter mit seiner Branchenstrukturanalyse.³⁷⁴ Die Makroumwelt als zweiter Umweltbereich umfasst alle soziologischen, technologischen, ökonomischen, ökologischen und politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen und wirkt sowohl auf die Mikroumwelt als auch direkt auf die Organisation ein (vgl. Abbildung 3.2).³⁷⁵

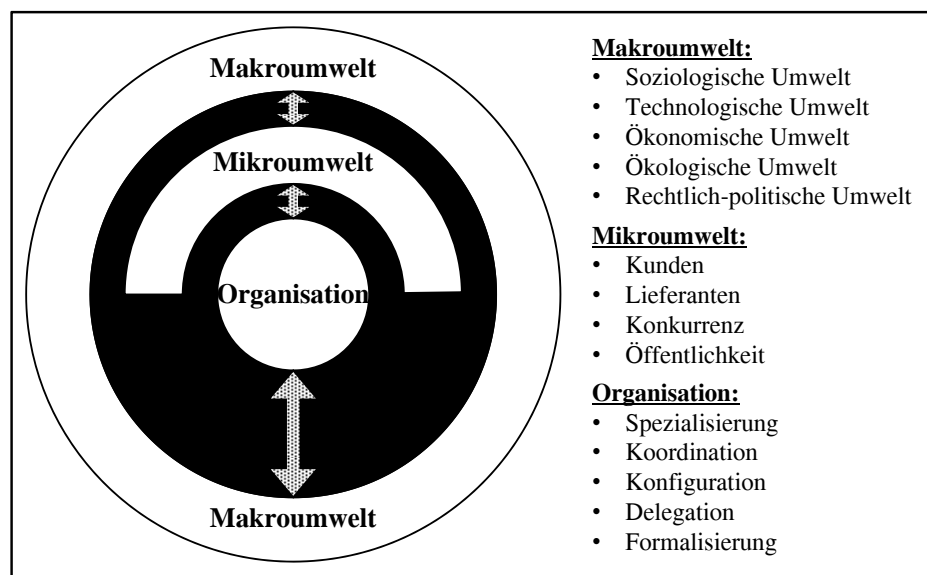


Abbildung 3.2: Interaktion zwischen Organisation und Umwelt³⁷⁶

³⁷² Vgl. Bea/Göbel (2010), S. 452–483, Justus (2009), S. 33–38 und S. 95–134, sowie Probst (1993), S. 186–205. Die in dieser Arbeit ausschließlich betrachtete neuere Organisationstheorie unterstellt im Gegensatz zur klassischen Organisationstheorie keine absolut beste Organisationsstruktur (vgl. Weber (1925)).

³⁷³ Vgl. Kotler et al. (2011), S. 209–266.

³⁷⁴ Vgl. Porter (2004), S. 4–11. Die Branchenstrukturanalyse ist eher unter dem Begriff „Five Forces“ bekannt.

³⁷⁵ Vgl. zur Makroumwelt Fahey/Narayanan (1986). Hatch (2006), S. 65–80, unterscheidet zwischen einem interorganisationalem Netzwerk, das der Mikroumwelt entspricht, und einer allgemeinen und internationalen Umwelt, die zusammen der Makroumwelt gleichen. Sie nimmt allerdings an, dass die Makroumwelt stets über die Mikroumwelt auf die Organisation einwirkt, und vernachlässigt dabei zum Beispiel eine Gesetzesänderung, die das Fertigungsverfahren der Organisation betrifft.

³⁷⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

Zur Interaktion zwischen der Organisation und ihrer Umwelt existieren zwei unterschiedliche Forschungsströmungen: Seit langem anerkannt sind die Forschungen zum einseitigen Einfluss der Umwelt auf die Unternehmung.³⁷⁷ Je nach Umweltkonfiguration wird die Organisation von ihren Mitgliedern bewusst oder unbewusst angepasst.³⁷⁸ Demgegenüber stehen Ansätze, die neben einer Beeinflussung der Organisation durch die Umwelt auch eine Anpassung der Umwelt an die Organisation in Betracht ziehen. Die Ansätze der ersten Gruppe werden deterministische Ansätze, die der zweiten Kategorie Interaktionsansätze genannt.

Zu den *deterministischen Ansätzen* zählen alle Ansätze, die die unidirektionale Beeinflussung der Organisation durch einen oder mehrere Faktoren unterstellen. Dieser Gruppe gehören der situative Ansatz, der evolutionstheoretische Ansatz, der interpretative Ansatz, der Strukturationsansatz und der Selbstorganisationsansatz an.³⁷⁹ Die Umwelt können dabei ganz allgemein alle Objekte und Objektzustände bilden, die nicht zur Organisation gehören.³⁸⁰ Grundlage zahlreicher deterministischer, situativer Ansätze ist die Arbeit von Burns/Stalker, die je nach Umweltausprägung zwei unterschiedliche Organisationsgrundtypen vorschlagen: Der mechanistische Organisationstyp zeichnet sich durch hohe Komplexität, Formalisierung und Zentralisierung aus.³⁸¹ Dadurch wird das gesamte Unternehmen auf die globalen Unternehmensziele ausgerichtet. Lokale Ziele dezentraler Einheiten spielen eine untergeordnete Rolle. Weil damit die Flexibilität der Organisation stark eingeschränkt wird, verknüpfen Burns/Stalker diesen Organisationstyp mit einer stabilen Umwelt. In einem dynamischen Umfeld agieren dagegen Organisationen mit einer sogenannten organischen Organisation erfolgreicher. In Anlehnung an natürliche Organismen sind in diesen Organisationen Kompetenzen und Informationen wichtiger als hierarchische Beziehungen. Die Organisationsstruktur ist eher heterarchisch orientiert. Die Flexibilität organischer Strukturen übersteigt die Flexibilität mechanistischer Strukturen deutlich.³⁸² Lawrence/Lorsch betrachten im Gegensatz zu Burns/Stalker eine Organisation nicht als Ganzes, sondern als Kombination verschiedener Organisationseinheiten. Jede Einheit be-

³⁷⁷ Vgl. Andersen (2004), Lawrence/Lorsch (1967), Woodward (1965) oder Burns/Stalker (1961).

³⁷⁸ Vgl. zu der Frage nach bewusster oder unbewusster Anpassung zum Beispiel McKelvey/Aldrich (1983) als Vertreter einer natürlichen Auslese (Evolutionstheoretischer Ansatz) oder Probst (1987) als Vertreter des Selbstorganisationsansatzes. Beide Ansätze sind auch in Morgan (2006), S. 33–114, beschrieben.

³⁷⁹ Vgl. Bea/Göbel (2010).

³⁸⁰ Vgl. Schreyögg (2008), S. 257. Eine ausführliche Diskussion zur Abgrenzung der Organisation von der Umwelt ist in der gleichen Quelle der Umwelt-Begriffsabgrenzung vorangestellt (vgl. Schreyögg (2008), S. 253–257).

³⁸¹ Vgl. Burns/Stalker (1961).

³⁸² Vgl. Robbins (1983), S. 146–158. Emery/Trist (1965), S. 24–26, definieren die vier Umwelttypen placid-randomized, placid-clustered, disturbed-reactive und turbulent fields. Während die ersten beiden Typen in einer relativ stabilen Umwelt eingesetzt werden und sich nur durch mögliche Zusammenhänge zwischen Zielen und Störfaktoren unterscheiden, repräsentieren die letzten beiden Umwelttypen ein dynamisches Umfeld, das aus der Beziehung zu Wettbewerbern und Lieferanten, sowie den spezifischen Eigenschaften des betrachteten Sektors resultiert. Andersen (2004) bewertet Industrien nach ihrer Dynamik und stellt fest, dass in dynamischen Umwelten die Organisationstypen erfolgreicher agieren, deren Struktur heterarchische Elemente enthält, als hierarchisch ausgerichtete Unternehmen.

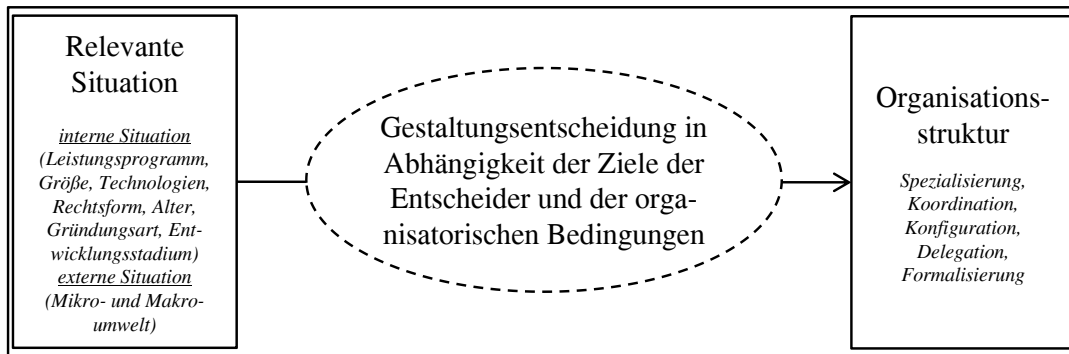
sitzt eine eigene Umwelt.³⁸³ Je unterschiedlicher die Umwelt der einzelnen Einheiten ist, desto differenzierter sind die Strategien der einzelnen Subsysteme. Dies erfordert einen Mindestgrad an Autonomie für die einzelnen Einheiten, deren Struktur von der Unsicherheit der Umwelt abhängt. Hoher Unsicherheit wird mit geringer Formalisierung, aufgabenorientierter Personalführung und einer langfristigen Organisationsorientierung begegnet. Bei niedriger Unsicherheit herrscht ebenfalls eine aufgabenorientierte Personalführung vor. Unterschiede zu einer unsicheren Umwelt sind dagegen im Bereich der Formalisierung und der Zeitorientierung festzustellen. Sowohl Burns/Stalker als auch Lawrence/Lorsch beziehen sich stark auf die nachfragebasierte Umwelt. Die Organisation mit ihrer technologischen und strategischen Ausrichtung bleibt außen vor. Den Einfluss der Technologie auf die Organisationsstruktur untersuchen Woodward und Perrow.³⁸⁴ Der Konsens beider Autoren ist die Kombination aus hoher Komplexität und organischer Struktur. Woodward verbindet die technische Komplexität mit den Fertigungstypen Einzel- und Kleinserienfertigung, Großserien- und Massenfertigung und Prozessfertigung. Bei Einzel- und Kleinserienfertigung sowie bei Prozessfertigung werden organische Strukturen vorgeschlagen. Die Großserien- und Massenfertigung wird auf Grund der stark standardisierten Prozesse dagegen mit einer mechanistischen Organisationsstruktur verknüpft. Perrow entwickelt diesen Ansatz weiter.³⁸⁵ Er berücksichtigt dabei die Varietät (Varianten der Aufgabendurchführung) und die Analysierbarkeit der Aufgabendurchführung. Eine niedrige Varietät verbunden mit einer hohen Analysierbarkeit machen die Technologie leicht beherrschbar. Flexible Anpassungen im Aufgabenvollzug sind nur selten notwendig. Es können mechanistische Strukturen angewendet werden. Im entgegengesetzten Fall einer hohen Varietät und einer niedrigen Analysierbarkeit werden organische Strukturen als Organisationstyp vorgeschlagen. Aus diesen grundlegenden Forschungsarbeiten und weiteren Veröffentlichungen zur deterministischen Anpassung einer Organisation an organisationsinterne und -externe Gegebenheiten³⁸⁶ lässt sich ein integriertes situatives Modell zur deterministischen Organisationsanpassung an das langfristige Entscheidungsumfeld ableiten (vgl. Abbildung 3.3).

³⁸³ Vgl. Lawrence/Lorsch (1967).

³⁸⁴ Vgl. Perrow (1970), S. 50–91, und Woodward (1965). Stinchcombe (1959) vergleicht die Massenproduktion und die Bauindustrie miteinander, um festzustellen, dass das Bürokratiemodell von Weber nur in der Massenfertigung unverändert angewendet werden kann. Werden die relevanten Unterschiede der beiden verglichenen Geschäftssegmente dem Bereich der Technologie im weitesten Sinne zugeordnet, war Stinchcombe der erste Forscher, der einen Zusammenhang zwischen Organisation und Technologie herstellte. Keller et al. (1974), S. 64, bestätigen die Erkenntnisse Woodwards zu den Industrien mit einer kontinuierlichen Fertigung in einer empirischen Studie mit einer größeren Stichprobe.

³⁸⁵ Vgl. Perrow (1970), S. 50–91.

³⁸⁶ Diese Ansätze werden den situativen Ansätzen oder der Kontingenztheorie im organisatorischen Kontext zugeordnet.

Abbildung 3.3: Situativer Ansatz der Organisationsgestaltung³⁸⁷

Zunächst wird eine Unterscheidung zwischen interner und externer Situation vorgenommen.³⁸⁸ Die interne Situation umfasst alle gegenwartsbezogenen Faktoren wie zum Beispiel die Größe, das Leistungsprogramm, die Fertigungsverfahren und die geografische Verteilung sowie vergangenheitsbezogene Merkmale, die sich zum Beispiel auf das Alter der Organisation, die Gründungsart und das Entwicklungsstadium der Organisation beziehen. Die externe Situation beinhaltet dagegen die Mikroumwelt bestehend aus dem Wettbewerb, der Kundenstruktur, dem technologischen Fortschritt und der Abhängigkeit von anderen Unternehmungen sowie die Makroumwelt mit den gesellschaftlich-kulturellen Bedingungen.³⁸⁹ In Abhängigkeit von den Zielvorstellungen und den organisatorischen Voraussetzungen werden die Organisationsstrukturen an die situativen Bedingungen angepasst. Dabei gilt im Hinblick auf die meisten Merkmale: je komplexer die Situation ist, desto differenzierter und damit desto dezentraler ausgerichtet sollte die Organisation sein. Die bisherigen Erläuterungen in diesem Abschnitt zeigen, dass auf Komplexität oder Unsicherheit mit einer Integration dezentraler, heterarchischer Elemente reagiert werden soll und tatsächlich auch reagiert wird. Die vergangenheitsbezogenen Faktoren dürften dagegen vor allem auf den Formalisierungsgrad und die Konfiguration starke Auswirkungen haben.³⁹⁰ Je älter eine Organisation ist, desto höher ist der Formalisierungsgrad. Entsprechend ausgearbeitet ist die Konfiguration. Trotz der hohen Verbreitung der situativen Perspektive weist Child zurecht darauf hin, dass die Umwelt eines Unternehmens nur dann Einfluss auf die Organisation besitzt, wenn die zuständigen Entscheidungsträger entsprechende Entscheidungen auch treffen.³⁹¹ Allerdings zielen die im situativen Forschungskontext bislang durchgeführten Studien weniger auf die Entscheidungsfindung an sich, als vielmehr auf

³⁸⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kieser/Walgenbach (2010), S. 209.

³⁸⁸ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 199–201.

³⁸⁹ Eine Studie, die sich auf den Einfluss von Kooperationen zwischen zwei Organisationen (Mikroumfeld) auf deren Organisationsstruktur bezieht, beinhaltet zum Beispiel Aiken/Hage (1968).

³⁹⁰ Vgl. Kieser/Walgenbach (2010), S. 201. Dieser Grundkonsens in deterministischen Organisationsansätzen findet sich in zahlreichen Veröffentlichungen zur strategischen planerischen Ausrichtung und logistischen Konfiguration von Unternehmen und Supply Chains wieder. Dazu zählen zum Beispiel die Veröffentlichungen Kito/Ueda (2010), Kieser/Walgenbach (2010), S. 213–240, Donner (2009), Schuh et al. (2009), Spath (2009), S. 7–21, Xu/Beamon (2006), Lee (2002), Christopher (2000), S. 37–44, Bellmann (1999), S. 206–207, und Fisher (1997).

³⁹¹ Vgl. Child (1972).

das Entscheidungsergebnis. Der evolutionstheoretische Ansatz und der Selbstorganisationsansatz unterscheiden sich vom situativen Kontext dadurch, dass nicht von einer Organisationsadaption ausgegangen wird, sondern eine natürliche Auslese stattfindet (evolutionstheoretischer Ansatz) oder aber der Organisationstyp durch die Einzelaktivitäten der Mitglieder, die von der Umwelt beeinflusst sind, entsteht (Selbstorganisationsansatz). Gemäß dem interpretativen Ansatz wird die Organisation als eigene Gesellschaft angesehen, deren Wertvorstellungen von der Umwelt geprägt sind.³⁹² Im Rahmen des Strukturationsansatzes wird grundsätzlich angezweifelt, ob überhaupt feste Strukturen möglich sind. Die permanenten Veränderungen können ein Resultat der Umweltveränderungen sein.³⁹³ Weil sich die Ansätze in erster Linie im Organisationsgestaltungsprozess und nicht im Gestaltungsergebnis unterscheiden, haben für alle diese Ansätze die vorherigen auf empirischen Erkenntnissen basierenden Ausführungen Bestand.³⁹⁴

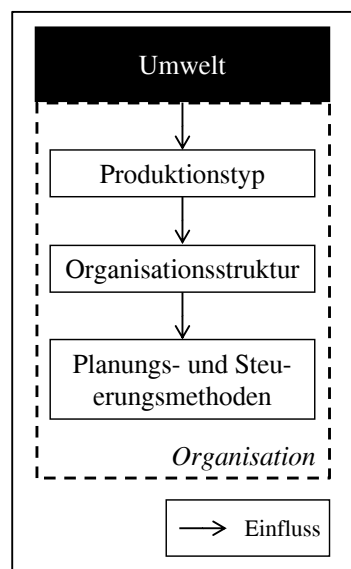


Abbildung 3.4: Einfluss der Umwelt auf die Organisationsstruktur und die Planungsmodelle (deterministischer Ansatz)³⁹⁵

Vor dem Hintergrund der organisationstheoretischen Überlegungen zum Einfluss der Umwelt auf die Organisation sind auch die häufig getätigten Hinweise bei der Einführung von Planungssystemen zu bewerten, dass die Änderung der Organisation zur Einführung von Planungssystemen notwendig ist. Dies ist sicherlich innerhalb der vorgegebenen Grobstruktur möglich. Dennoch sollten grundsätzlich die Softwaresysteme nur als ein Faktor und nicht als Haupteinflussfaktor der Organisationsgestaltung bewertet werden.³⁹⁶ Picot et al. nehmen an, dass vor der

³⁹² Vgl. Bea/Göbel (2010), S. 228.

³⁹³ Vgl. Giddens (1984).

³⁹⁴ Vgl. Bea/Göbel (2010), S. 239–240, und Giddens (1984).

³⁹⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Picot et al. (2008), S. 217. Die Absicht dieser Grafik besteht in der Darstellung der Wirkungskette von der Umwelt bis zu den Planungsmethoden.

³⁹⁶ Vgl. zum Beispiel Caillet (2008), S. 430, sowie Fallstudien auf www.sap.com und www.jda.com. Wildemann et al. (2005) stellen sogar fest, dass die Einführung von IT-Systemen die organisatorische Entwicklung eher behindert als fördert.

Änderung der Organisationsstruktur das Produktionssystem festgelegt werden muss. Diese Annahme ist insofern trivial, da die Leistungserstellung das oberste Sachziel der Unternehmung darstellt (vgl. Abbildung 3.4).

Die bisher erläuterten Ansätze berücksichtigen vor allem den Einfluss der Umwelt auf das Unternehmen. Der umgekehrte Fall wird in den beschriebenen Ansätzen weitgehend außen vor gelassen.³⁹⁷ Gerade im Fall großer Unternehmen erscheint diese Annahme unrealistisch. Das beweisen zahlreiche Lobbygruppen oder die Akzeptanz einer langen Lieferzeit bei Autos durch den Kunden als Preis der Kundenindividualität der Leistung. Deshalb entwickelten sich in neuerer Zeit aus den deterministischen Ansätzen Interaktionsansätze, die eine gegenseitige Beeinflussung von Organisation und Umwelt unterstellen. Erste Ansatzpunkte für die Interaktionsansätze lieferte bereits Child, der darauf aufmerksam machte, dass die Entscheidungsträger einer Organisation zum Beispiel die Gewerkschaftsvertreter beeinflussen oder die Manager eines Krankenhauses Patienten ablehnen können.³⁹⁸

Auf die Lieferanten einer Organisation als Einflussfaktoren der Organisationsentwicklung zielt die Resource Dependence Theory ab.³⁹⁹ Mögliche Abhängigkeiten von Lieferanten können demnach entstehen, wenn der Lieferant die Kontrolle über eine Ressource besitzt, die von großer Bedeutung für das Unternehmen und einzigartig ist. Zur Kontrolle oder Reduktion der Abhängigkeit hat eine Organisation die Möglichkeit, eine ähnliche Ressource innerhalb der eigenen Organisation aufzubauen, den Lieferanten in die eigene Organisation zu integrieren, mit dem Lieferanten eine langfristige Kooperation zu vereinbaren oder aber sonstige Parteien, die Einfluss auf die Beziehung zwischen Organisation und Lieferant besitzen, dazu zu bewegen, die Abhängigkeit der Organisation vom Lieferanten zu reduzieren. Auf diese Weise beeinflussen die Entscheidungsträger einer Organisation die Umwelt. Diese Argumentation kann zu einem unternehmensstrategischen Ansatz weiterentwickelt werden. Eine Strategie wird demnach je nach Forschungsrichtung als Ergebnis von Analysen und bewusster Entscheidung oder als Zusammenfassung verschiedener Aktivitäten betrachtet.⁴⁰⁰ Die Strategieumsetzung in der Praxis, aber auch die Einflussfaktoren auf eine Strategie werden von Jarzabkowski et al. analysiert (vgl. Abbildung 3.5).⁴⁰¹ Eine Strategie zielt dabei nicht nur auf die Organisationsanpassung, sondern bezieht zusätzlich mögliche Optionen zur Anpassung der Umwelt mit ein.

³⁹⁷ Vgl. zur Kritik an diesem Determinismus Crozier/Friedberg (1979), S. 79–93. Zum Einfluss der Situation auf die Organisationsstruktur siehe auch Scott (2009).

³⁹⁸ Vgl. Child (1972), S. 8–10.

³⁹⁹ Vgl. Pfeffer/Salancik (1978).

⁴⁰⁰ Vgl. Schreyögg (2008), S. 312–318, Mintzberg (2003), S. 16–21 und S. 139–165, sowie Bower et al. (1995), S. 88–220 und S. 482–560.

⁴⁰¹ Vgl. Jarzabkowski et al. (2007). Bezogen auf die Ressourcen stellt Barney (1991), S. 116–117, fest, dass es die Strategie der Entscheidungsträger sein muss, ressourcenbasierte Wettbewerbsvorteile einer Organisation zu verstehen und zu bewahren.

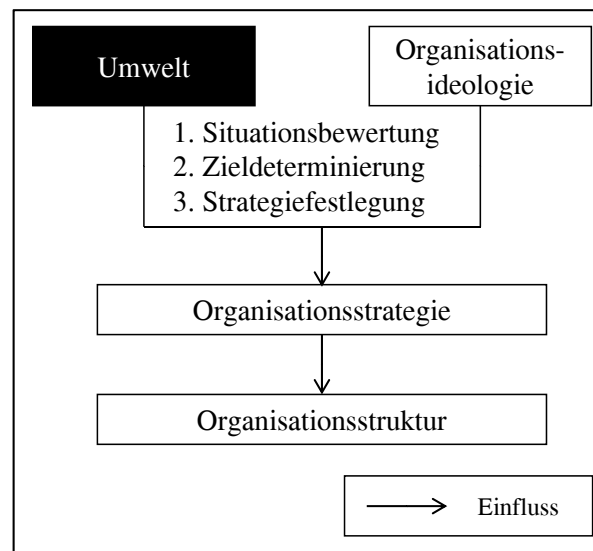


Abbildung 3.5: Strategischer Interaktionsansatz zur Beziehung zwischen Organisation und Umwelt⁴⁰²

Insgesamt ist sowohl bei den situativen Ansätzen als auch bei den Umweltinteraktionsansätzen unstrittig, dass die Umwelt auf die Strategiebildung mit einwirkt, zumal eine Organisation ihre Umwelt nur partiell und in einem kleinen Bereich beeinflussen kann.⁴⁰³ Zur Abschätzung der Relevanz der in Abschnitt 3.3 aufgeführten Organisationstypen werden deshalb aktuelle Entwicklungen im Unternehmensumfeld und den Unternehmen an sich aufgegriffen und auf ihre Auswirkungen auf die Organisationsstrukturen hin überprüft.

3.4.2 Organisatorische Entwicklungen in Internal Supply Chains

Im vorherigen Abschnitt wurde die Bedeutung der Umwelt für die Organisationsstruktur gezeigt. Entsprechend ändern sich mit tiefgreifenden Umweltveränderungen auch die Organisationsstrukturen. Die Mikroumwelt der Organisation unterscheidet sich von Organisation zu Organisation. Nachhaltige Änderungen von denen zahlreiche Organisationen betroffen sind, können in dieser Umwelt nur schwer festgestellt werden. Zu differenziert sind die Mikroumwelten der Organisationen. Ganz anders ist die Makroumwelt zu sehen. In diesem Teil der Umwelt bewegen sich alle Unternehmen. Handlungen der Mikroumwelt müssen nicht unbedingt durch Entwicklungen in der Makroumwelt einer Organisationen verursacht sein. Vielmehr können diese auch durch lokale Einzelereignisse und Aktivitäten, wie Managementfehler, bedingt sein. Veränderungen der Makroumwelt haben aber immer Auswirkungen auf die Mikroum-

⁴⁰² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Child (1972).

⁴⁰³ Vgl. Hatch (2006), S. 88–96, und Göpfert (1999), S. 70.

welt. Langfristige Entwicklungen in der Makroumwelt werden als Megatrends bezeichnet.⁴⁰⁴ Megatrends können für alle fünf Bereiche der Makroumwelt festgestellt werden:⁴⁰⁵

- In der *soziologischen Umwelt* einer Organisation sind vor allem der demografische Wandel und die zum Teil daraus resultierende Individualisierung des menschlichen Lebensumfelds zu nennen.⁴⁰⁶ Während das zunehmende Alter der Gesellschaft Organisationen in die Lage versetzt, erfahrene Organisationsmitglieder zu akquirieren und damit das Qualifikationsniveau zu steigern, sinkt mit steigendem Alter eines Organisationsmitglieds dessen Flexibilität und Offenheit gegenüber neuen Entwicklungen.⁴⁰⁷ Eine eindeutige Auswirkung auf die Organisationsstruktur kann hier nicht festgestellt werden. Der demografische Wandel bezieht sich jedoch nicht nur auf die Alterung der Gesellschaft, sondern auch auf die zunehmende Veränderung der Lebensweisen in der Gesellschaft. War bis vor ein oder zwei Jahrzehnten die Ein- oder Zwei-Kind-Familie das präferierte Lebensmodell, lässt sich zumindest in den westlichen Industrieländern aktuell kein dominantes Lebensmodell mehr identifizieren.⁴⁰⁸ Dies führt zu einer Zerklüftung des Markts. In Verbindung mit einer zunehmenden Ich-Bezogenheit verursacht diese Entwicklung die Individualisierung der Kaufbedürfnisse.⁴⁰⁹ Insgesamt bewirken die Trends in der soziologischen Umwelt eine Erhöhung der Variabilität und der Komplexität der Kundenbedürfnisse. Das Angebot einer Organisation muss gleichzeitig viele wichtige Bedürfnisgruppen befriedigen.
- Die *technologische Umwelt* ist geprägt von technologischen Innovationen. Hier ist vor allen anderen Innovationen die Informations- und Kommunikationstechnologie zu nennen.⁴¹⁰ Dadurch wurde die Verarbeitung großer Datenmengen, der ubiquitäre Abruf von Informationen und eine Vereinfachung der Geschäftsabwicklung ermöglicht. Für eine Organisation bedeutet das, dass ihre Mikroumwelt nicht mehr lokal beschränkt ist, sondern aus globaler Perspektive betrachtet werden muss. Dadurch entstehen neue Risiken, zum Beispiel auf Grund von neuen Wettbewerbern, oder neue Chancen wegen des Zugriffs auf eine größere Anzahl an Lieferanten. Fest steht, dass die Verbreitung und Weiter-

⁴⁰⁴ Vgl. Kreibich (2009), S. 8.

⁴⁰⁵ Die fünf Bereiche entstehen, wenn die in Fahey/Narayanan (1986), S. 58–173, aufgeführten Bereiche entsprechend zusammengefasst und um den Umweltaspekt ergänzt werden. Diese Zusammenfassung wird von Fahey/Narayanan selbst auf S. 29 vorgeschlagen.

⁴⁰⁶ Vgl. Horváth et al. (2011), S. 175, und Kreibich (2009), S. 8. Die soziologische Umwelt fasst die von Fahey/Narayanan (1986), S. 58–104, definierten Bereiche Demografie, Lifestyle und soziale Werte zusammen.

⁴⁰⁷ In diesem Zusammenhang wird häufig der Begriff „Lernende Gesellschaft“ genannt (vgl. o. V. (2007), S. 151–154).

⁴⁰⁸ Vgl. Kotler et al. (2007), S. 237–250.

⁴⁰⁹ Vgl. Zahn/Foschiani (2000).

⁴¹⁰ Vgl. Horváth et al. (2011), S. 175, Kreibich (2009), S. 8, und o. V. (2007), S. 132–140. Unzweifelhaft sind hier auch Smart-Objects-Technologien zu nennen (vgl. Lempert/Pflaum (2011b) oder Preiß/Pflaum (2011)).

entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien zu einer Verschärfung des Wettbewerbs führt. Zur Sicherung des Wettbewerbsvorteils einer Organisation muss diese permanent innovativ und effizient sein. Daraus resultiert eine Dynamisierung der Absatzmärkte. Gleichzeitig bietet die Einführung neuer Softwareprogramme, die Steigerung der Rechnerleistung und die Effizienz der Datenhaltung aber auch Möglichkeiten, um große Mengen an Daten zum Beispiel als Planungsgrundlage zu speichern und zu verwalten. Dadurch kann die Transparenz der Organisation und der Umwelt erhöht werden. Neben den Informations- und Kommunikationstechnologien sind in der technischen Umwelt auch Technologien zur fortschreitenden Automatisierung von Produktionstätigkeiten zu beachten. Dadurch können selbst komplexe Verfahren mit einer hohen Variantenvielfalt zumindest teilautomatisiert werden.

- Mit den soziologischen und technologischen Entwicklungen gehen Änderungen in der *ökonomischen Umwelt* einher. Durch die Informations- und Kommunikationstechnologie entstehen globale Finanz-, Güter- und teilweise auch Dienstleistungs- und Arbeitsmärkte.⁴¹¹ Die Ausnutzung von Lohnkostenunterschieden ist möglich. Der Anteil produktiver Tätigkeiten im primären und im sekundären Wirtschaftssektor sinkt in den Industriegesellschaften, der Anteil der Dienstleistungen an der Wirtschaftsleistung einer Gesellschaft steigt.⁴¹² Es werden häufig nicht mehr nur Sach- oder Dienstleistungen verkauft, sondern hybride Angebote als Kombination aus beidem (zum Beispiel Produkt mit Wartungsvertrag). Dies führt zu einer steigenden Komplexität der Angebote einer Organisation.
- Mit dem Fortschreiten der Umweltbelastung durch die Industrialisierung der Gesellschaften bekommt die *ökologische Umwelt* eine immer größere Bedeutung. Neben Qualität und Preis rückt die Umweltverträglichkeit und der Ressourcenverbrauch von Dienstleistungen und Produkten zunehmend als Produkteigenschaft in den Vordergrund.⁴¹³ Das Leistungsangebot, die Produktion und die Entwicklung der Leistungen wird durch diese zusätzliche Dimension der Kaufentscheidung komplexer.
- Die *politisch-rechtliche Umwelt* in Europa ist geprägt von dem zunehmenden Einfluss europäischer Instanzen.⁴¹⁴ Rechtsvorgaben finden nicht mehr nur auf regionaler oder nationaler Ebene statt, sondern auch auf kontinentaler Ebene. Die Organisationsumwelt wird dadurch unübersichtlicher und vielschichtiger. Dagegen wird die kontinentale Ausrichtung eines Unternehmens durch europäische Standards und Regelungen einfacher.

⁴¹¹ Vgl. Falkner (2004), S. 43–48.

⁴¹² Vgl. Horváth et al. (2011), S. 175, und Kreibich (2009), S. 8.

⁴¹³ Vgl. Kotler et al. (2007), S. 253–258, und Falkner (2004), S. 48–50.

⁴¹⁴ Vgl. Kotler et al. (2007), S. 260–267. Die politische und die rechtliche Umwelt behandeln Fahey/Narayanan (1986), S. 139–173, getrennt voneinander.

Umweltsegment	Entwicklungsfolge
Soziologisch	Erhöhung der Variantenzahl, Individualisierung der Nachfrage und Zerklüftung des Absatzmarkts
Technologisch	Dynamisierung des Marktumfelds wegen der (Weiter-)Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien und Flexibilisierung der Fertigung auf Grund der Einführung von hochflexiblen Industrierobotern
Ökonomisch	Dynamisierung auf Grund globaler Märkte und steigende Produktkomplexität auf Grund der Kombination von Dienst- und Sachleistungen
Ökologisch	Steigende Komplexität der Fertigungsprozesse und der Produktkomplexität auf Grund der steigenden Bedeutung der ökologischen Komponente einer Leistung
Politisch-rechtlich	Vielschichtigkeit und Unübersichtlichkeit auf Grund zusätzlicher europäischer Instanzen, sowie zunehmende, kontinentale Standardisierung

Tabelle 3.7: Folgen aktueller Entwicklungen nach Umweltsegment

Die Betrachtungen zur Makroumwelt sind in Tabelle 3.7 zusammengefasst. Auf Grund ökologischer und ökonomischer Entwicklungen ist eine *steigende Komplexität des Leistungsangebots* ebenso zu beobachten, wie eine *Erhöhung der von einer Organisation angebotenen Variantenanzahl*, die auf Entwicklungen im soziologischen Umfeld einer Organisation zurückzuführen ist.⁴¹⁵ Gleichzeitig müssen die Organisationen in einem *Marktumfeld mit einer hohen Dynamik*, die durch neue Technologien und durch eine stark globale Ausrichtung der Geschäftstätigkeiten verursacht wird, agieren. Die Rahmenbedingungen der Organisationsaktivitäten sind geprägt durch *Unübersichtlichkeit und eine gestiegene Vielschichtigkeit*, weil mit der Etablierung europäischer Instanzen zusätzliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen.⁴¹⁶ Demgegenüber stehen die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien, durch die mehr *Transparenz zumindest innerhalb von Organisationen* geschaffen werden kann. Neue flexible Fertigungstechnologien ermöglichen außerdem *adaptive Fertigungssysteme*, die auch komplexe Verfahren mit einer hohen Variantenzahl automatisiert ausführen können. Die *europaweite Standardisierung* schafft in einigen Bereichen eine kontinentale Verfahrenssicherheit und Standards. Schließlich können durch eine internationale Ausrichtung *Risk-Pooling-Effekte* durch verschiedene Absatzmärkte ausgenutzt werden.⁴¹⁷

Die einzelnen Trends besitzen direkte oder indirekte Auswirkungen auf die Organisationsstrukturen und die Strategien der Organisation zum Umgang mit der Umwelt. Sowohl die deterministischen Ansätze der Organisationsgestaltung als auch die Umweltinteraktionsansätze lassen den Schluss zu, dass komplexe Fertigungsverfahren mit hoher Variabilität in einem dynami-

⁴¹⁵ Vgl. Wildemann et al. (2005). Ein Beispiel für den Einfluss gesetzlicher, aber vor allem ökologischer Umweltfaktoren skizzieren Asdecker et al. (2012).

⁴¹⁶ Die beschriebenen Entwicklungen führen zu einem sogenannten Hypercompetition (vgl. Kotzab et al. (2009) und D'Aveni (1994)), also zu einem verschärften Wettbewerb.

⁴¹⁷ Vgl. Heil (2006) zum Risk Pooling.

schen Umfeld eine Flexibilisierung der Organisation erfordern.⁴¹⁸ Dezentral orientierte Organisationen mit flachen Hierarchien, geringer Formalisierung und einem mäßigen Spezialisierungsgrad besitzen im Hinblick auf die Flexibilität Vorteile gegenüber zentral-hierarchisch geprägten Organisationen. Die Flexibilisierung der Fertigungstechnologien verschärft die Forderung nach einer flexiblen Organisation eher noch. Zwar wirkt die kontinentale Standardisierung bei europaweiten Geschäften vereinfachend; diese Wirkung geht aber bei globalen, also europaunabhängigen Geschäften verloren. Ebenso können Risk-Pooling-Effekte zwar im begrenzten Bereich Nachfrageschwankungen dämpfen, bei globalen Schwankungen versagen jedoch auch diese Effekte. Folglich ist es wenig überraschend, dass als Reaktion auf diese Entwicklungen in den letzten beiden Jahrzehnten zahlreiche Forschungsarbeiten zu flexiblen Organisationskonzepten, die den hybriden Organisationstypen gleichen, auf Arbeitsplatz-, Betriebs- und Unternehmensebene vorgestellt wurden.⁴¹⁹

Beispielsweise vergleicht die Studie von Egelhoff/Frese die Präferenz von Managern in Deutschland und den USA für interne Märkte.⁴²⁰ Reichwald et al. stellen sogenannte Mini-Fabriken als Organisationskonzept für den Glashersteller Schott vor. Dabei handelt es sich um Fabriken in Kundennähe, die neben Produktions-, auch Planungs- und Vertriebsaufgaben übernehmen und die die Beherrschung der Umweltdynamik erleichtern sollen.⁴²¹ Durch weitgehend autonome Einheiten kann die Agilität einer Organisation erhöht werden und somit das Konzept einer agilen Organisation angewendet werden. Dazu passt auch das relativ hohe Kompetenzniveau der lokalen Standorte, das Feldmann et al. in einer Studie, an der 95 Produktionsstandorte unterschiedlicher Unternehmen in Schweden teilnahmen, feststellen. Letztlich weisen sowohl diese Studie als auch die in diesem Zusammenhang erläuterten Konzepte auf die Bedeutung der Dezentralisierung und Enthierarchisierung hin.⁴²² Picot et al. führen in diesem Zusammenhang den Begriff der Modularisierung ein.⁴²³ Durch die Vermarktlichung interner Beziehungen und die Hierarchisierung externer Beziehungen zwischen Modulen und Organisationseinheiten ent-

⁴¹⁸ Nicht umsonst wird zum Beispiel bei Maropoulos et al. (2010), S. 47, die Flexibilität als zentrale Eigenschaft der Lieferanten-Kundenbeziehung zugeordnet.

⁴¹⁹ Vgl. Sydow (2010), Kotzab et al. (2009), S. 9–12, Blecker/Kaluza (2004) und Wirth (2000). Wildemann (2009), S. 182–183, weist daraufhin, dass eine Fokussierung der Organisation auf Produktivität sehr häufig zu einem organisatorischen Misserfolg führt. Gomez plädiert schon 1990 ausdrücklich für die Kombination zentraler und dezentraler Elemente, um die Anpassungsfähigkeit einer Organisation zu steigern. Gronau/Lindemann (2009) nennen Dezentralisierung, Selbstorganisation, Wandlungsfähigkeit und Robustheit die entscheidenden Eigenschaften einer Organisation zur Beherrschung der skizzierten Entwicklungen.

⁴²⁰ Vgl. Egelhoff/Frese (2009).

⁴²¹ Vgl. Reichwald et al. (2005), S. 449–455. Die Dezentralisierung der Planung geht häufig einher mit der Dezentralisierung der Produktion. Diese Entwicklung wird anhand von Fallbeispielen aus der Automobilwirtschaft in Schmid/Kretschmer (2007) beschrieben.

⁴²² Vgl. Fleisch (2001), S. 31–35, und Warnecke (1999), S. 16.

⁴²³ Vgl. Picot et al. (2008), S. 195–208.

stehen flexible Netzwerkorganisationen.⁴²⁴ Allen Konzepten ist ein Abbau der Hierarchie und eine dezentral orientierte Entscheidungsdelegation gemeinsam.⁴²⁵

Im Rahmen der Umweltinteraktionsansätze⁴²⁶ werden neben der Organisationsanpassung auch Umwelthanpassungen vorgeschlagen. So können durch Kooperationen mit Kunden und Lieferanten die durch die Dynamisierung und Variantenvielfalt entstandene Unsicherheit für eine Organisation reduziert werden.⁴²⁷ Kooperationen sind häufig außerdem notwendig, um komplexe Produkte überhaupt erst anbieten zu können. Die Variantenvielfalt wird durch Gleichteileverwendung beherrschbar gemacht. Dadurch werden den Kunden äußerlich stark unterschiedliche Produkte angeboten, deren Teile und Module sich nicht oder nur geringfügig unterscheiden. Der Unübersichtlichkeit und Vielschichtigkeit in der politisch-rechtlichen Umwelt, die durch zusätzliche, kontinentale Instanzen geschaffen wurde, kann mit einer gezielten Interessensvertretung bei den jeweiligen Instanzen begegnet werden. Trotzdem muss festgehalten werden, dass Umwelthanpassungen eher im Mikrobereich der Organisationsumwelt stattfinden und deshalb die Megatrends der Makroumwelt allenfalls abmildern, aber nicht eliminieren können.

3.4.3 Zusammenfassende Abgrenzung der organisatorischen Grundlagen der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains

Ziel dieses Kapitels war die Erläuterung der organisatorischen Grundlagen der standortübergreifenden Losgrößenplanung und die Analyse der Bedeutung von hybriden Organisationsstrukturen. Zur Beschreibung der organisatorischen Grundlagen wurden deshalb die Strukturdimensionen Spezialisierung⁴²⁸, Koordination⁴²⁹, Konfiguration⁴³⁰, Delegation⁴³¹ und Formalisierung⁴³² eingeführt. Mithilfe der Ausprägungen dieser Dimensionen konnten in diesem Kapitel die fünf Organisationstypen dezentral-heterarchisch⁴³³, hybrid mit schwacher, mit mittelstarker und starker Zentralinstanz⁴³⁴ und zentral-hierarchisch⁴³⁵ abgegrenzt werden. Die Be-

⁴²⁴ Vgl. Sydow (2010), S. 376, und Zenger/Hesterly (1997).

⁴²⁵ Bea/Göbel (2010), S. 398–403, nennen in diesem Zusammenhang auch die organisatorischen Trends Empowerment, Dynamisierung und Entgrenzung.

⁴²⁶ Vgl. Abschnitt 3.4.1.

⁴²⁷ Vgl. Sydow/Möllering (2009), S. 187–256.

⁴²⁸ Vgl. Abschnitt 3.2.1.

⁴²⁹ Vgl. Abschnitt 3.2.2.

⁴³⁰ Vgl. Abschnitt 3.2.3.

⁴³¹ Vgl. Abschnitt 3.2.4.

⁴³² Vgl. Abschnitt 3.2.5.

⁴³³ Vgl. Abschnitt 3.3.2.

⁴³⁴ Vgl. Abschnitte 3.3.3 bis 3.3.5.

⁴³⁵ Vgl. Abschnitt 3.3.1.

trachtung der Einflussfaktoren der Organisationsgestaltung zeigte, dass in einer dynamischen Umwelt mit komplexen Leistungen und einer hohen Variantenvielfalt flexible Organisationen erfolgversprechend sind.⁴³⁶ Flexible Organisationen zeichnen sich durch einen geringen Formalisierungsgrad, heterarchische Elemente und einen hohen Delegationsgrad bei in der Regel niedriger Spezialisierung der dezentralen Einheiten aus. Parallel dazu wirken die Organisationen auch auf die Umwelt, zum Beispiel in Form der Beeinflussung der Nachfrage oder durch langfristige Kooperationen mit Lieferanten. Zur Abschätzung der Relevanz der mithilfe der Strukturdimensionen definierten fünf Organisationstypen wurden Megatrends in der Makroumwelt der Organisation aufgeführt und deren Einfluss auf die Organisation überprüft. Langfristige soziologische, technologische, ökonomische, ökologische und politisch-rechtliche Entwicklungen der letzten Jahre verursachen eine Zunahme an Dynamik, Komplexität und Vielschichtigkeit im Makroumfeld einer Organisation.⁴³⁷ Dies sorgt für die Verbreitung von Organisationskonzepten mit dezentralen und heterarchischen Komponenten. Dementsprechend sind derartige Organisationskonzepte für Internal Supply Chains von hoher Relevanz. Bezogen auf die fünf Organisationstypen bedeutet dies, dass der zentral-hierarchische Typ an Bedeutung verliert. Der dezentral-heterarchische Typ besitzt auf Grund der fehlenden formalen hierarchischen Elemente für die unternehmensinterne Planung zudem keine Bedeutung. Als organisatorische Grundlage für die Planung in Internal Supply Chains verbleiben damit noch die drei hybriden Organisationstypen. Im Kapitel 2 wurde der Fokus bereits auf die standortübergreifende Losgrößenplanung in Internal Supply Chains gelegt. Die Losgrößenplanung in Internal Supply Chains kann theoretisch mit allen Organisationstypen mit Ausnahme des dezentral-heterarchischen Typs kombiniert werden. Mit der Abgrenzung der Organisationstypen wurde die Grundlage für eine Kategorisierung der quantitativen Planungsmodelle der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains gelegt. Die Ausführungen in diesem Kapitel zeigen auch, dass die Bedeutung der hybriden Organisationsansätze vor allem in den vergangenen zwei Jahrzehnten stark zugenommen hat.⁴³⁸ Vor diesem Hintergrund liegt der Schwerpunkt des folgenden Kapitels auf quantitativen Modellen für die hybriden Organisationstypen. Der Vollständigkeit halber und weil diese Modelle die Grundlage für die hybriden Modelle und Verfahren bilden, werden auch Modelle betrachtet, die sowohl dem zentral-hierarchischen Organisationstyp als auch dem dezentral-heterarchischen Organisationstyp zugeordnet sind. Den Schwerpunkt der nachfolgenden Abhandlungen bilden jedoch die hybriden Methoden.

⁴³⁶ Vgl. Abschnitt 3.4.1. Dass grundsätzlich keine dominante, allen anderen Formen überlegene Organisationsform existiert, sondern vielmehr situativ abhängig die jeweils beste Organisationsform gewählt werden muss, zeigt das Ergebnis von Heigoldt/Asdecker (2011) bezüglich des Zusammenhangs zwischen Koordinationsform und Unternehmenserfolg.

⁴³⁷ Vgl. Abschnitt 3.4.2.

⁴³⁸ Vgl. Altermatt (2009), der sich auf eine Studie von Miebach Consulting bezieht, die zeigt, dass Unternehmen, die dezentral orientiert sind, einen höheren EBIT aufweisen als solche, die eher zentral orientiert sind. Trotz der scheinbar eindeutigen Entwicklung hin zu zentral-dezentralen, hierarchisch-heterarchischen Strukturen, weisen vereinzelt Autoren auf die Stärken der Hierarchie hin (vgl. Müller/Behr-Karla (2003), S.163–166, und Jaques (1991)). Auf Grund der dort aufgeführten Gründe werden die hierarchischen Elemente aus aktuellen Organisationskonzepten auch nie vollständig verbannt.

Die erläuterten, relevanten Organisationstypen werden im Morphologischen Kasten in Tabelle 3.8 und in Abbildung 3.6 zusammengefasst.

Merkmale	Merkmalsausprägung		
Spezialisierung	hoch	mittel	niedrig
Koordination	hierarchisch	hybrid	heterarchisch
Konfiguration	Einliniensystem	Mehrliniensystem	
Delegation	zentral	hybrid	dezentral
Formalisierung	hoch	mittel	niedrig

Tabelle 3.8: Relevante organisatorische Merkmale von Internal Supply Chains

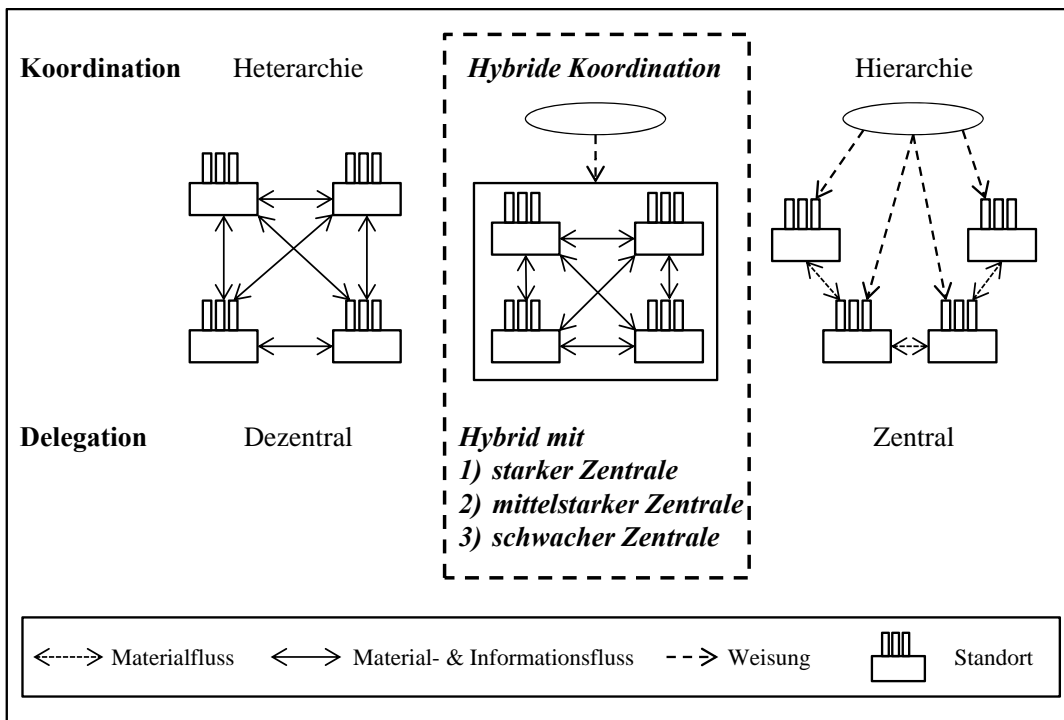


Abbildung 3.6: Alternativen der Planungskoordination und -delegation⁴³⁹

⁴³⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

4 Statische Einproduktmodelle der integrierten Losgrößenplanung in Internal Supply Chains

Das Ziel dieses Kapitels besteht darin, anhand der Losgrößenplanung beispielhaft für das gesamte Internal Supply Chain Management zu zeigen, wie die organisatorischen Voraussetzungen von Internal Supply Chains mit quantitativen Planungsmodellen kombiniert werden können. Dabei werden zum einen in der Literatur bereits bestehende Planungsmodelle aufgegriffen, zum anderen aber auch neue entwickelt, falls, wie zum Beispiel bei hybriden Organisationen, die entsprechenden Planungsmodelle noch fehlen und eine Neuentwicklung notwendig ist. Damit werden auch die beiden in der Einleitung aufgeführten Forschungsfragen zum Modellspektrum und zur Gestalt neuer Modelle beantwortet. Der Anspruch des Kapitels ist dominiert von der engen Verknüpfung zu den organisatorischen Voraussetzungen in Kapitel 3 und einer systematischen Modellformulierung.

4.1 Motivation

Die bisherigen Ausführungen zu den Planungsprozessen in und der Organisation von Internal Supply Chains bilden die Grundlage für die Darstellung und Analyse der quantitativen Modelle des Internal Supply Chain Management. Aus organisatorischer Perspektive wurden fünf verschiedene Typen an Internal Supply Chains definiert und auf ihre Relevanz hin überprüft. Neben den beiden Extremformen zentral-hierarchisch und dezentral-heterarchisch wurden drei hybride Supply-Chain-Organisationstypen eingeführt. Die hybriden Organisationstypen unterscheiden sich durch ihren Einfluss der Zentralinstanz. Allen fünf Organisationstypen werden in diesem Kapitel quantitative Planungsmodelle zugeordnet, wobei bereits zu Anfang des Kapitels festzustellen ist, dass ein erheblicher Entwicklungs- und Forschungsbedarf im Bereich der hybriden Losgrößenplanung vorherrscht.

Ausgehend von der standortübergreifenden Philosophie erfolgt nach den eher allgemeinen Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln in diesem Kapitel eine Konzentration auf die standortübergreifenden, unternehmensinternen Faktorplanungsprozesse im Allgemeinen und auf die Produktionslosgrößenplanung im Speziellen.⁴⁴⁰ Unter Losgröße wird die Quantität eines Gutes, die zusammenhängend beschafft oder produziert wird, verstanden.⁴⁴¹ Zur Losgrößenplanung allgemein wurde in der Vergangenheit bereits eine Vielzahl an Entscheidungsmodellen auf standortinterner und standortübergreifender Ebene in der relevanten Literatur be-

⁴⁴⁰ Eine Einordnung der Losgrößenplanung in die Prozessebenen des Internal Supply Chain Management erfolgte bereits in den Abschnitten 2.3.2.7 und 2.4.2.

⁴⁴¹ Vgl. Bogaschewsky (1996), S. 1142.

handelt.⁴⁴² Die Konzentration der nachfolgenden quantitativen Betrachtungen auf die Losgrößenplanung erfolgt aus mehreren Gründen: Die Einfachheit der Grundmodelle sowie die intuitive Nachvollziehbarkeit des grundlegenden Zusammenhangs zwischen Rüst- bzw. Bestellkosten, Lagerkosten und Losgröße lässt die Losgrößenplanung als geeignetes Themengebiet erscheinen, um allgemeine Wirkungsweisen aufzuzeigen. Außerdem existieren, wie bereits erwähnt, in der Literatur zahlreiche Veröffentlichungen zu diesem Thema. Insbesondere wurden in der Vergangenheit bereits Modelle für den Einsatz in zentral-hierarchischen oder dezentral-heterarchischen Umgebungen vorgestellt, die für die Ableitung hybrider Modelle von grundlegender Bedeutung sind. Unbestritten ist zudem die Wirksamkeit der zum Teil durch die Losgrößenplanung verursachten Bestände auf den Gesamterfolg des Unternehmens.⁴⁴³ Deshalb ist die Losgrößenplanung besonders dafür geeignet, die Wirkmechanismen quantitativer hybrider Modelle als Kombination aus zentralen und dezentralen Ansätzen zu veranschaulichen.

Die für die Planung in Supply Chains bislang in der Literatur vorgestellten Losgrößenmodelle basieren allgemein auf den standortspezifischen Funktionen der entscheidungsrelevanten Losgrößenkosten. Die Lagerkosten als ein Teil dieser Kosten entstehen, wenn einzelne periodenspezifische Bedarfe zu einer Losgröße zusammengefasst werden, so dass ein Teil des Loses oder das gesamte Los über einen bestimmten Zeitraum gelagert werden muss. Dem entgegengesetzt verhalten sich die Rüstkosten, die durch die Umstellung von Produktionssystemen verursacht werden. Die Rüstkosten steigen mit der Anzahl der Lose, in die ein bestimmter Gesamtbedarf zerlegt wird. Wird deshalb eine höhere Losgröße und damit eine geringere Losanzahl gewählt, erhöhen sich die Lagerkosten bei sinkenden Rüstkosten. Zur Festlegung der kostenminimalen Losgröße ist folglich der Trade-Off zwischen Rüst- und Lagerkosten gegeneinander abzuwägen. Die Abbildung und Lösung dieses Entscheidungsproblems erfordert den Einsatz mathematischer Modelle, die von der Realität abstrahieren. Um die Lösbarkeit der Modelle zu gewährleisten, werden je nach Einsatzzweck und -kontext einschränkende Annahmen getroffen. Die Modelle können in statische und dynamische sowie kapazitierte und unkapazitierte Ansätze mit deterministischen oder stochastischen Nachfrage- und Kostenwerten unter Berücksichtigung von einem oder mehreren Produkten eingeteilt werden. Um die Nachvollziehbarkeit und das Modellverständnis zu gewährleisten, werden in dieser Arbeit ausschließlich die grundlegenden statischen Modelle der Losgrößenplanung aufgegriffen.⁴⁴⁴ Den quantitativen Modellen dieser Abhandlung liegen folgende Rahmenbedingungen zu Grunde:⁴⁴⁵

⁴⁴² Vgl. Bhatnagar et al. (1993).

⁴⁴³ Vgl. Meyer/Lüdtke (2006), S. 612.

⁴⁴⁴ Die eingeführten Konzepte müssen für dynamische und stochastische Umgebungen angepasst werden. Derartige Anpassungen werden zum Beispiel in Dobhan/Oberländer (2012) oder Sucky/Dobhan (2011) vorgestellt. Einen Überblick über die verschiedenen Modelle der standortübergreifenden Losgrößenplanung enthält Toporowski (1996), S. 175–216.

⁴⁴⁵ Diese Annahmen sind bei Banerjee (1986), Hadley/Whitin (1963), Andler (1929), S. 49–50, oder Harris (1913), S. 947–948, aufgeführt.

- Die Rüstkosten, gemessen in Geldeinheiten [GE], werden als Produkt aus der Anzahl der Rüstvorgänge und dem konstanten Rüstkostensatz cs , der von den Personalkosten, aber auch den Maschinen- und Werkzeugkosten abhängt, berechnet.⁴⁴⁶
- Der konstante Lagerkostensatz ch enthält alle mit der Lagerung verbundenen Kosten in Geldeinheiten [GE]. Der Hauptanteil des Lagerkostensatzes wird durch die Opportunitätskosten des eingesetzten Kapitals (Kapitalbindungskosten) determiniert. Daneben fließen in den Kostensatz die Kosten zum Unterhalt des Lagers und der Bestandspflege sowie Materialverlustkosten ein.⁴⁴⁷
- Der Bedarf d einer Periode, gemessen in Mengeneinheiten, ist statisch.
- Initiale Lagerbestände existieren nicht, das heißt das Lager ist zu Beginn der Planungsperiode leer.
- Der Preis eines Produkts in Geldeinheiten [GE] ist mengenunabhängig. Die Einkaufs- oder Produktionskosten können für die Losgrößenoptimierung vernachlässigt werden. Der Einfluss des Produktionspreises auf die Lagerhaltung ist in ch bereits berücksichtigt.⁴⁴⁸
- Die vorhandenen Kapazitäten sind zur Bedarfsbefriedigung ausreichend.
- Der Betrachtungszeitraum umfasst eine Periode, die auf Grund des statischen Modellcharakters allen weiteren Perioden gleicht (Referenzperiode).
- Lieferzeiten werden vernachlässigt.⁴⁴⁹
- Die Entscheidungsvariable der Modelle entspricht der Losgröße q , gemessen in Mengeneinheiten [ME]. Alle nachfolgend eingeführten Losgrößenmodelle zielen auf die Berechnung der kostenminimalen Losgröße q^* .
- Alle Entscheidungsträger handeln rational mit dem Ziel der Kostenminimierung.
- Allen Entscheidungsträgern wird außerdem Risikoneutralität unterstellt.⁴⁵⁰

⁴⁴⁶ Vgl. Bloech et al. (2008), S. 260–261, und Schmid (1998), S. 585.

⁴⁴⁷ Vgl. Gudehus (2010), S. 343–345, Weber (2009), S. 291, Biedermann (2008), S.43, Koether (2007), S. 11–13, Wannewetsch (2005), S. 193, Hartmann (2002), S. 400, Love (1979), S. 231, und Nestler (1974), S. 47.

⁴⁴⁸ Auf Rabatte wird im Rahmen dieser Arbeit nur kurz in Abschnitt 4.3.2 eingegangen, weil im Rahmen von dezentralen Modellen Rabatte als Kompensationsmechanismus eingesetzt werden.

⁴⁴⁹ Lieferzeiten können in das vorgestellte Modell problemlos integriert oder im Rahmen von spezifischen Bestellsystemen betrachtet werden (vgl. Thonemann (2010), S. 200–202).

⁴⁵⁰ Ein Bestandsmanagementmodell für Risikoaversion wird in Oberländer (2011), Oberländer (2010), und Oberländer (2008) vorgestellt.

Die dargestellten Rahmenbedingungen besitzen sowohl auf standortübergreifender als auch auf standortinterner Ebene Gültigkeit. Einzelne Annahmen werden allerdings im Verlauf dieser Arbeit zur Erzielung einer höheren Realitätstreue abgeändert oder aufgelöst. Weil die Losgrößenmodelle der Netzwerkebene einer Internal Supply Chain auf den standortinternen Kostenfunktionen beruhen, schließt sich an diesen Abschnitt zunächst eine kurze Einführung grundlegender, standortbezogener Losgrößenplanungsansätze an. Daraufhin erfolgt eine Konzentration auf die standortübergreifenden Losgrößenmodelle als Schwerpunkt dieser Arbeit. Sie unterscheiden sich außerdem durch die zu Grunde liegende Informations- und Planungsverteilung zwischen den beteiligten Akteuren. Die Planungskompetenz ist in den bisher in der Literatur vorgestellten Modellen entweder komplett der zentralen Instanz zugeordnet, wofür dieser alle relevanten Kosten- und Leistungsdaten bekannt sein müssen, oder aber auf die einzelnen Standorte aufgeteilt. Bei dezentraler Aufteilung der Planungskompetenz wird in einigen Modellen die vollständige Information eines oder aller Standorte über die Kosten- und Leistungswerte der gesamten Supply Chain angenommen.⁴⁵¹ Alternativ wurden in jüngerer Zeit Ansätze vorgestellt, die von privaten Kosten- oder Nachfrageinformationen der Standorte ausgehen und eine Informationsveröffentlichung zur Vermeidung von Wettbewerbs- oder Verhandlungsnachteilen ausschließen.⁴⁵² Daneben wurde im vorhergehenden Abschnitt die hybride Form der Entscheidungsdelegation als Mischung aus zentraler und dezentraler Delegation eingeführt. Bei dieser Alternative wird vorausgesetzt, dass eine Zentralstelle, die die Bedarfe, welche die Internal Supply Chain zu decken hat, kennt und die Kompetenz besitzt, aggregierte Werte festzulegen, Kosten- und Leistungsverhältnisse zwischen den einzelnen Standorten grob und mittelfristig abzuschätzen oder die globale Unternehmensinteressen in Verhandlungen mit den dezentralen Standorten abzuschätzen. Die Macht- und Informationsverhältnisse zwischen den Akteuren müssen mit der gewählten Planungsverteilung korrespondieren. Macht wird dabei als die Fähigkeit verstanden, eigene Lösungen durchzusetzen.⁴⁵³ Bei vollständiger Information und Konzentration der Planungsaufgaben sollte die Zentralstelle die institutionelle Macht besitzen, die Ergebnisse der Losgrößenplanung durchzusetzen. Ist es, wie bei hybrider Planungsverteilung, Aufgabe der Zentralstelle aggregierte Planwerte vorzugeben oder mit mittel- bis langfristigen Grenzen die Ergebnisse der Losgrößenplanung einzuschränken, muss die Zentralstelle die Macht besitzen, aggregierte Werte oder Wertgrenzen durchzusetzen. Fehlt eine Zentralstelle, kann die Machtverteilung zwischen den Standorten ebenso variieren wie bei hy-

⁴⁵¹ Vollständige Information der zentralen Planungsinstanz oder der dezentralen Standorte wird zum Beispiel bei mehrstufigen, dezentralen Modellen von Hill/Omar (2006), Sharafali/Co (2000), S. 3435–3440, Goyal (1987), Lee/Rosenblatt (1986) und Banerjee (1986), S. 292–296, unterstellt. Insbesondere bei Hill/Omar (2006), Goyal (1987) und Lee/Rosenblatt (1986) ist eine eindeutige Zuordnung zu einer Planungsverteilung nicht möglich. Weil bei allen drei Modellen zunächst die Losgröße eines Standorts und erst danach die Losgröße des anderen Standorts determiniert wird, können die vorgeschlagenen Verfahren sowohl zentral als auch dezentral durchgeführt werden.

⁴⁵² Lasch/Schulte (2009), Dudek/Stadtler (2007), Sucky (2004a) und Lu (1995) berücksichtigen bei ihren Modellen die begrenzte Verfügbarkeit der notwendigen Informationen. Banerjee (1986), S. 310–311, nimmt bei seinem Modell zwar vollständige Information an, weist aber auf die Verfügbarkeitsproblematik hin.

⁴⁵³ Vgl. Abschnitt 3.2.2.2, Pfeffer/Salancik (1978) und Hickson et al. (1971).

brider Planungsverteilung: Entweder besitzen alle Standorte die gleiche Macht oder einzelne Standorte sind mächtiger als andere und deshalb fähig, die eigene Optimallösung netzwerkweit zu etablieren. Der erste Fall entspricht einer symmetrischen, der zweite einer asymmetrischen Machtverteilung.

4.2 Standortinterne Einproduktmodelle

Die Grundlage statisch-deterministischer Losgrößenmodelle bildet das von Harris entwickelte Grundmodell der Losgrößenplanung⁴⁵⁴, für das – wie für alle weiteren standortinternen Modelle dieser Arbeit auch – die vollständige Verfügbarkeit aller notwendigen Kosten- und Leistungsdaten vorausgesetzt wird.⁴⁵⁵

Zusätzlich zu den bereits vorgestellten Annahmen erfolgt im *Grundmodell der Losgrößenplanung* eine Beschränkung des Planungsumfangs auf einen Standort und ein Produkt mit kontinuierlicher Bedarfsrate (vgl. Abbildung 4.1).⁴⁵⁶

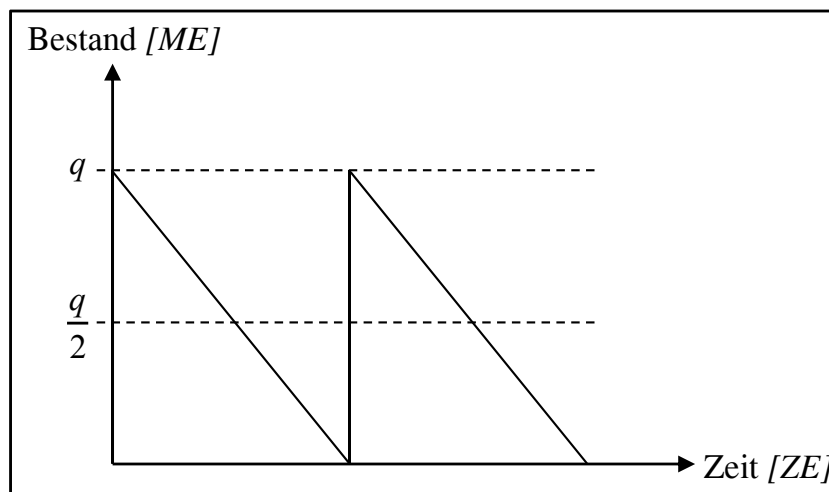


Abbildung 4.1: Grundmodell der Losgrößenplanung – Bestandsverlauf⁴⁵⁷

⁴⁵⁴ Vgl. Harris (1913).

⁴⁵⁵ Auf dieses und die drei anderen, nachfolgend vorgestellten Losgrößenmodelle beziehen sich viele Lehrbücher, wie zum Beispiel Corsten/Gössinger (2009), S. 465–475, Nahmias (2009), S. 210–219, Bloech et al. (2008), S. 262–276, Domschke/Scholl (2008), S. 155–158, Küpper/Helber (2004), S. 178–181, Adam (2001), S. 477–485, Kistner/Steven (2001), S. 41–46, Zipkin (2000), S. 30–39, Silver et al. (1998), S. 159–172, Bogaschewsky (1996), S. 1144–1152, Hoitsch (1993), S. 385–414, oder Kilger (1973), S. 394–410. Eine Übersicht über die statischen Losgrößenmodelle enthält Schmid (1998), S. 587–590.

⁴⁵⁶ Vgl. Harris (1913). Harris stellte dieses Modell in den USA vor. In Deutschland erfolgte die erste Publikation 1929 durch Andler (vgl. Andler (1929), S. 48–60).

⁴⁵⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an zum Beispiel Silver et al. (1998), S. 153.

Die Produktionsgeschwindigkeit wird vernachlässigt. Dies führt zu dem in Abbildung 4.1 dargestellten Bestandsverlauf, der von einer sprunghaften Bestandszunahme um die Losgröße und einer kontinuierlichen und gleichmäßigen Bestandsabnahme geprägt ist. Das Bestandsmaximum entspricht dem Wert der Losgröße. Die Produktion eines neuen Loses beginnt erst, wenn das vorangegangene Los komplett abgetragen ist.

Die entscheidungsrelevanten Kosten C^{LS} umfassen in diesem Modell die bestandsabhängigen Lagerkosten C^h und die Rüstkosten C^s , die mit der Anzahl der Rüstvorgänge $\frac{d}{q}$ steigen. Der durchschnittliche Lagerbestand entspricht auf Grund der konstanten und kontinuierlichen Bedarfsrate sowie auf Grund des fehlenden Anfangsbestands der halben Losgröße, das heißt $\frac{q}{2}$. Ziel des Losgrößenmodells ist die Minimierung der Summe beider entscheidungsrelevanter Kostenarten. Formal lautet die Kostenfunktion:

$$C^{LS}(q) = C^s(q) + C^h(q) = \frac{d}{q} \cdot cs + \frac{q}{2} \cdot ch \quad (4.1)$$

Durch Differenzieren der Kostenfunktion nach q und Nullsetzen der ersten Ableitung ergibt sich die notwendige und auf Grund des streng konvexen Verlaufs der Kostenfunktion (4.1) auch hinreichende Bedingung für das Kostenminimum.

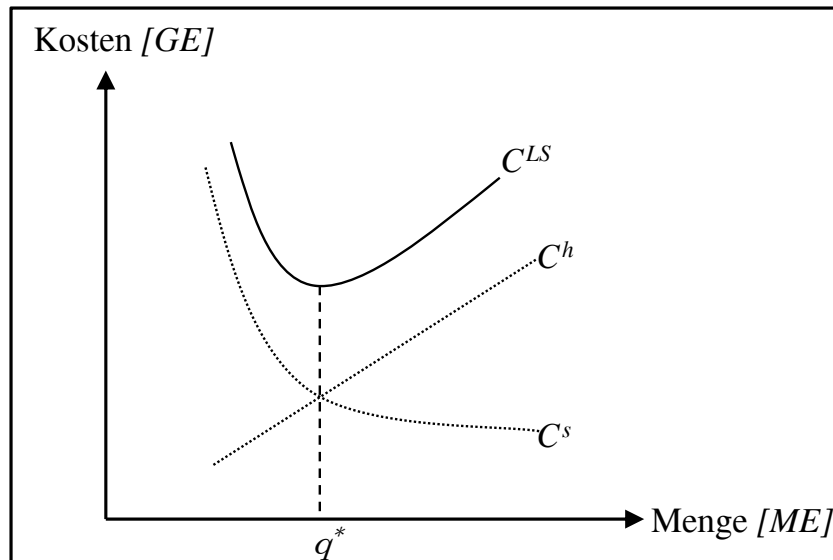
$$\frac{dC^{LS}(q)}{dq} = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \quad (4.2)$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \quad (4.3)$$

Die Auflösung der Gleichung (4.3) nach q resultiert in der allgemeinen Formel zur Berechnung der kostenminimalen Losgröße q^* :

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs}{ch}} \quad (4.4)$$

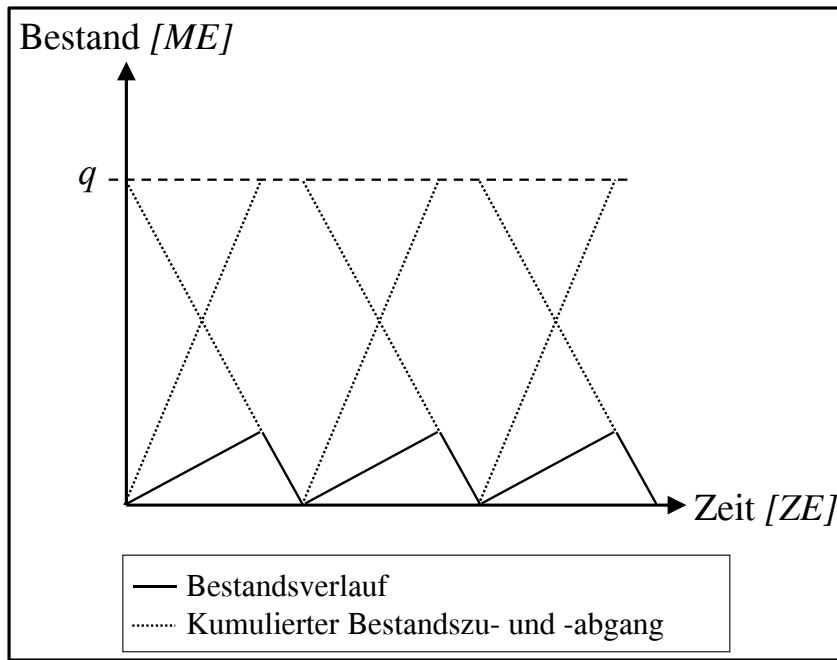
In Abbildung 4.2 ist zu sehen, dass sich die kostenminimale Losgröße q^* im Schnittpunkt der Rüst- und der Lagerkostenfunktion ergibt. Die Rüstkostenfunktion fällt mit jedem Stück, um das die Losgröße vergrößert wird. Dieser Verlauf resultiert aus der Aufteilung der Kosten auf die gesamte Quantität des Loses. Die Lagerkosten sind unter den gegebenen Annahmen ebenfalls abhängig von der Losgröße und steigen linear mit jedem Stück an.

Abbildung 4.2: Grundmodell der Losgrößenplanung – Kostenverlauf⁴⁵⁸

Die im Produktionskontext unrealistische Grundmodellannahme einer unendlich hohen Produktionsgeschwindigkeit kann für die Produktionslosgrößenplanung in Internal Supply Chains nicht aufrecht erhalten werden. Deshalb wird eine endliche Produktionsgeschwindigkeit v^p eingeführt. Weil Kapazitätsengpässe und -anpassungen nicht Teil der Betrachtungen sind, wird vorausgesetzt, dass die Produktionsgeschwindigkeit die Absatzgeschwindigkeit v^d stets übersteigt, so dass mit den vorhandenen Ressourcen der Bedarf gedeckt werden kann. Der Bedarfsverlauf bleibt, wie im Grundmodell, kontinuierlich und konstant. Eine Mengeneinheit wird sofort nach Beendigung des Produktionsvorgangs zur Bedarfsdeckung genutzt. Die Vollendung des gesamten Loses wird nicht abgewartet. Der Bestandsverlauf ändert sich deshalb im Vergleich zum Grundmodell, so dass das Bestandsmaximum nicht mehr der Losgröße, sondern einem niedrigeren Wert entspricht. Ein derartiges Produktionssystem wird als *offene Produktion* bezeichnet.⁴⁵⁹

⁴⁵⁸ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Silver et al. (1998), S. 154.

⁴⁵⁹ Vgl. zur offenen Produktion allgemein: Bloech et al. (2008), S. 266–271, Küpper/Helber (2004), S. 181–183, Zipkin (2000), S. 50–55, Hoitsch (1993), S. 394–398, Kilger (1973), S. 394–397, und Müller-Merbach (1965).

Abbildung 4.3: Offene Produktion – Bestandsverlauf⁴⁶⁰

Aus dem Bestandsverlauf in Abbildung 4.3 kann über die Berechnung der Flächen die Formel für den Durchschnittsbestand hergeleitet werden. Zur Bestandsberechnung muss demnach der Durchschnittsbestand des Grundmodells $\frac{q}{2}$ mit dem Faktor $1 - \frac{v^d}{v^p}$ multipliziert werden. Für die Funktion der entscheidungsrelevanten Kosten bei offener Produktion bedeutet dies:

$$C^{LS}(q) = C^s(q) + C^h(q) = \frac{d}{q} \cdot cs + \frac{q}{2} \cdot ch \cdot \left(1 - \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.5)$$

Die Ableitung entspricht dann folgender Gleichung:

$$\frac{dC^{LS}(q)}{dq} = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \left(1 - \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.6)$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \left(1 - \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.7)$$

Entsprechend verändert sich im Vergleich zum Grundmodell auch die Formel für die kostenminimale Losgröße.

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs}{\left(1 - \frac{v^d}{v^p}\right) \cdot ch}} \quad (4.8)$$

⁴⁶⁰ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Müller-Merbach (1965), S. 114.

Im Gegensatz zur offenen Produktion darf bei *geschlossener Produktion* unter sonst identischen Annahmen ein Stück erst zur Bedarfsdeckung genutzt werden, wenn das gesamte Los gefertigt ist.⁴⁶¹ Deshalb ist das Bestandsniveau der geschlossenen Produktion unter sonst gleichen Bedingungen höher als bei offener Produktion. Zusätzlich zum Bestand $\frac{q}{2}$, der durch die kontinuierliche Bedarfsdeckung bedingt ist, muss der durch die endliche Produktionsrate verursachte Bestand berücksichtigt werden. Deshalb wird zum Durchschnittsbestand des Grundmodells der Faktor $\frac{q}{2} \cdot \frac{v^d}{v^p}$ addiert, der den Bestandsaufbau in Abhängigkeit von der Produktionsrate berücksichtigt. Dadurch ändert sich die Bestandsberechnung und die Kostenfunktion:

$$C^{LS}(q) = C^s(q) + C^h(q) = \frac{d}{q} \cdot cs + \frac{q}{2} \cdot ch \cdot \left(1 + \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.9)$$

Die kostenminimale Losgröße folgt aus der nullgesetzten, ersten Ableitung der Kostenfunktion (vgl. Gleichungen (4.10) bis (4.12)).

$$\frac{dC^{LS}(q)}{dq} = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \left(1 + \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.10)$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \left(1 + \frac{v^d}{v^p}\right) \quad (4.11)$$

$$\Rightarrow q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs}{\left(1 + \frac{v^d}{v^p}\right) \cdot ch}} \quad (4.12)$$

Der Bedarfsverlauf aus Abbildung 4.4 stellt in der Unternehmenspraxis die Ausnahme dar und ist zum Beispiel im Rahmen einer losweisen, den Vorgang abschließenden Prüfung mit anschließender Freigabe und stückweisen Weitergabe an eine benachbarte Produktionsstätte der nächsten Wertschöpfungsstufe vorstellbar.

⁴⁶¹ Vgl. zur geschlossenen Produktion allgemein: Bloech et al. (2008), S. 271–272, Bogaschewsky (1996), S. 1149–1150, Hoitsch (1993), S. 394–398, Kilger (1973), S. 394–397, Müller-Merbach (1965), S. 114, und Schlüter (1958), S. 42–47.

Bei der standortübergreifenden Planung spielt der bisher gezeigte kontinuierliche Bedarfsverlauf keine Rolle.⁴⁶² Vielmehr werden gefertigte Lose nicht stückweise zur Bedarfsdeckung abgetragen, sondern als Ganzes oder in Transportlosen weitergegeben. Die Bestandsabnahme erfolgt sprunghaft, die Bestandszunahme hingegen kontinuierlich (vgl. Abbildung 4.4).

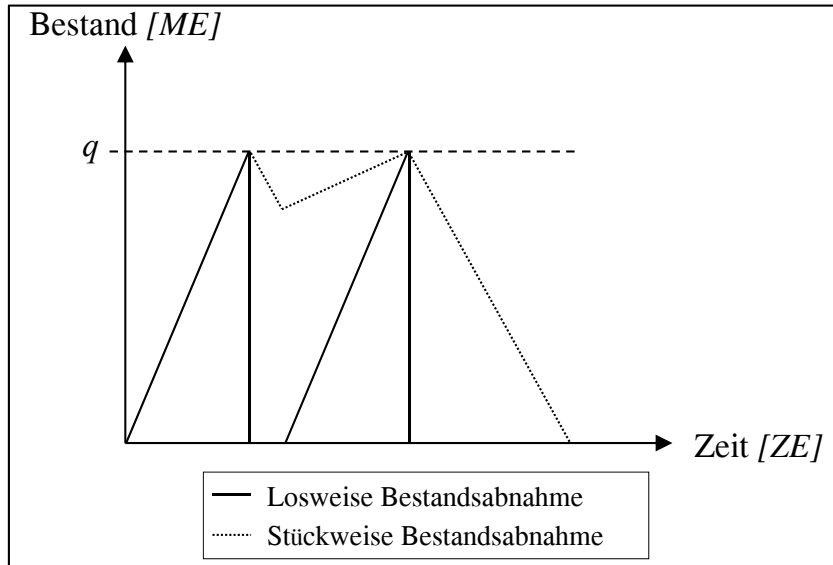


Abbildung 4.4: Geschlossene Produktion – Bestandsverlauf⁴⁶³

Wird die Losgröße als Ganzes ohne Aufteilung in Transportlose weitergegeben, spielt der Faktor $\frac{q}{2}$ nur noch als Bezugsgröße für den Bestandsaufbau eine Rolle. Bestandskosten durch einen kontinuierlichen Bestandsabbau entstehen nicht mehr. Entsprechend wird der Durchschnittsbestand auf Basis des Produktionsraten-Bedarfsratenverhältnisses und der Losgröße als Maximalbestand mithilfe der Formel $\frac{q}{2} \cdot \frac{v^d}{v^p}$ ermittelt. Der Bestand fließt in die Funktion der entscheidungsrelevanten Kosten im Rahmen einer sogenannten Lot-For-Lot-Politik mit ein (vgl. Gleichung (4.13)).

$$C^{LS}(q) = C^s(q) + C^h(q) = \frac{d}{q} \cdot cs + \frac{q}{2} \cdot ch \cdot \frac{v^d}{v^p} \quad (4.13)$$

Die veränderte Kostenfunktion spiegelt sich in der Ableitung und der Berechnung der kostenminimalen Losgröße q^* wider.

$$\frac{dC^{LS}(q)}{dq} = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \frac{v^d}{v^p} \quad (4.14)$$

⁴⁶² Die einzig denkbare Anwendungsmöglichkeit ist ein Produktionssystem, in dem zwei Standorte über ein Förderband miteinander verbunden sind.

⁴⁶³ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Schlüter (1958), S. 42.

$$\Rightarrow 0 = -\frac{d}{q^2} \cdot cs + \frac{1}{2} \cdot ch \cdot \frac{v^d}{v^p} \quad (4.15)$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs}{\frac{v^d}{v^p} \cdot ch}} \quad (4.16)$$

Im Rahmen der vorgestellten Modelle zur offenen und geschlossenen Produktion wurde auf die Berücksichtigung von identischen oder unterschiedlichen Teillieferungen oder Transportlosen, die kleiner als die Produzentenlosgröße sind, verzichtet. Die Integration von identischen Transportlosen verursacht den Bestandsverlauf aus Abbildung 4.5.

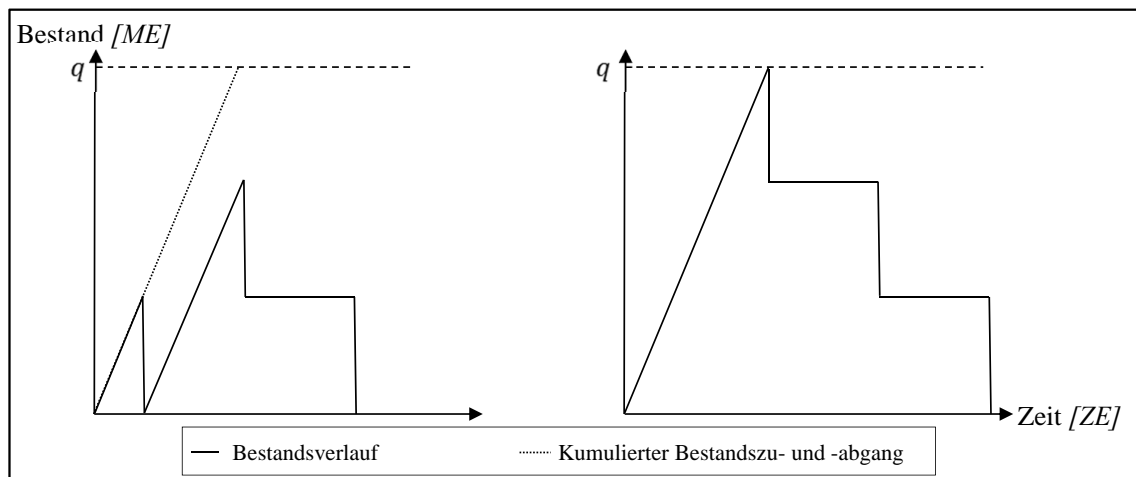


Abbildung 4.5: Bestandsverlauf mit identisch dimensionierten Transportlosen bei offener (links) und geschlossener (rechts) Produktion⁴⁶⁴

Ein ähnlicher Verlauf ergibt sich für einen Materialfluss mit unterschiedlich dimensionierten Teillieferungen oder Transportlosen. Allein die Höhe der Bestandsabgänge variiert. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Transportlose nur am Rande betrachtet. Auf eine formal-analytische Betrachtung wird deshalb verzichtet. Ausführliche Analysen zur Integration der Transportlosgröße wurden unter anderem von Glock, Sucky, Toporowski, Agrawal/Raju oder Lu durchgeführt.⁴⁶⁵

Bei allen bislang eingeführten Modellen kann der Bezugszeitraum so gewählt werden, dass die Bedarfsrate v^d dem Gesamtbedarf d entspricht. Dazu müssen alle Größen denselben Be-

⁴⁶⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an zum Beispiel Glock (2009), S. 39–204, Sucky (2004a), S. 92–99, Toporowski (1999), Agrawal/Raju (1996) und Lu (1995).

⁴⁶⁵ Vgl. Glock (2009), S. 39–204, Sucky (2004a), S. 92–99, Toporowski (1999), Agrawal/Raju (1996) und Lu (1995).

zugszeitraum aufweisen. Da mit d der Bedarf des gesamten Planungszeitraums dargestellt wird, müssen sich folglich die Produktions- und die Bedarfsrate, v^d und v^p , auf diesen Zeitraum beziehen. Dadurch wird eine mathematische Vereinfachung der Modelle erzielt, ohne die Aussagekraft von diesen zu mindern. Zusätzlich zu den vier Modellen der standortinternen Losgrößenplanung wurden zahlreiche Abwandlungen und Ergänzungen vorgestellt. Neben Mehrprodukt- und Mehrstandortmodellen zählen dazu zum Beispiel die Integration von Mengenrabatten und das Ersetzen der deterministischen Bedarfswerte durch eine stochastische Nachfrageverteilung.⁴⁶⁶

4.3 Standortübergreifende Einproduktmodelle

Die standortinternen Losgrößenmodelle repräsentieren in einer Internal Supply Chain die Losgrößenplanung eines Standorts. Auch wenn innerhalb eines Standorts eine mehrstufige Fertigung möglich ist, zum Beispiel unter Berücksichtigung von zwei Produktionsanlagen,⁴⁶⁷ wird aus Gründen der Einfachheit ein Supply-Chain-Ausschnitt betrachtet, in dem jedem Standort nur ein Losgrößenmodell zugeordnet ist. Dabei ist, wie in Abbildung 4.6 illustriert, zwischen den drei bereits eingeführten Alternativen der Informations- und Machtverteilung zu unterscheiden.

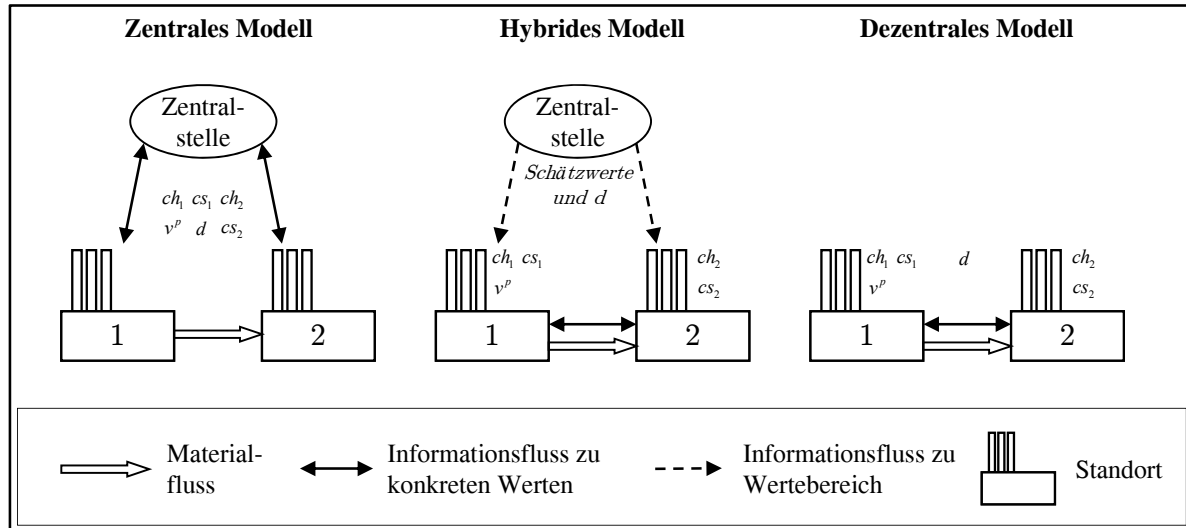


Abbildung 4.6: Alternativen der Planungsverteilung in Internal Supply Chains⁴⁶⁸

⁴⁶⁶ Vgl. für einige dieser Abwandlungen zum Beispiel Simchi-Levi et al. (2005), S. 89–90, oder Silver et al. (1998), S. 159–197.

⁴⁶⁷ Vgl. Müller-Merbach (1965).

⁴⁶⁸ Quelle: Eigene Darstellung. Eine sehr ähnliche Grafik ist auch in Dobhan (2009), S. 52, dargestellt und erläutert.

Eine zentrale Informations- und Machtkonzentration, die einer einzigen Stelle die Planerstellung und -durchsetzung für die gesamte Internal Supply Chain ermöglicht, bedingt integrierte Supply-Chain-Modelle. Eine zentralisierte Planungsumgebung ist auch dann gegeben, wenn ein Standort die Rolle der zentralen Instanz einnimmt. Sind Macht und private Informationen hingegen symmetrisch auf die einzelnen Standorte verteilt, bedarf es des Einsatzes von Verhandlungsmodellen. Für die Alternative zwischen diesen beiden Extremausprägungen werden hybride Modelle der Losgrößenplanung entwickelt. Die Informationsverteilung in dem im weiteren Verlauf vorgestellten hybriden Ansatz entspricht weitgehend der Informationsverteilung von dezentralen Modellen. Die Machtverteilung verschiebt sich dagegen leicht zu Gunsten der Zentralstelle, die zwar keine konkreten Losgrößenwerte durchsetzt, aber zumindest aggregierte Losgrößenwerte oder den Wertebereich für das Ergebnis der Losgrößenplanung einschränken kann. In allen integrierten standortübergreifenden Modellen wird der liefernde Standort mit dem Index 1 und der abnehmende Standort mit dem Index 2 gekennzeichnet. Entsprechend der bisher eingeführten Notation repräsentieren die Symbole cs_1 , ch_1 , v^p und q_1 den Rüstkostensatz, den Lagerkostensatz, die Produktionsrate und die Losgröße von Standort 1 und in Analogie dazu die Symbole cs_2 , ch_2 und q_2 , die auf Standort 2 bezogenen Parameter. Die beiden Standorte sind durch Material-, Informations- und Zahlungsflüsse miteinander verbunden.

Als Grundlagenmodell für dezentrale und hybride Alternativen der Losgrößenplanung wird zunächst ein zentraler Ansatz vorgestellt, bei dem eine Planungseinheit allein verantwortlich oder zumindest hauptverantwortlich für die Losgrößenplanung in der Supply Chain ist. Weil diesem Modell eine Entscheidungssituation mit vollständiger Information und Machtasymmetrie zu Gunsten der Zentralstelle zu Grunde liegt, kann mit dessen Einsatz das globale Kostenminimum erreicht werden. Es fungiert damit als wichtiges Vergleichsmodell für die Beurteilung der Ergebnisqualität von dezentralen oder hybriden Ansätzen.⁴⁶⁹

Zur Ausweitung der standortinternen Modelle auf eine Supply Chain mit zwei Standorten ist zunächst der Materialfluss zwischen den Standorten zu klären: Eines der am meisten betrachteten Materialflusskonzepte enthält Komponenten des Grundmodells und der Lot-For-Lot-Politik. Der liefernde Standort 1 fertigt mit konstanter Produktionsrate v^p das komplette Los q_{sc}^* . Steht die gesamte Losmenge zur Verfügung wird sie an Standort 2 ausgeliefert. Der Bestand an Standort 1 nimmt sprunghaft den Wert null an, der Bestand an Standort 2 erhöht sich ebenso sprunghaft um q_{sc}^* . Die lieferantenseitigen Annahmen bedingen eine Lot-For-Lot-Politik als Spezialfall einer geschlossenen Produktion, wie sie von Banerjee erstmalig für eine zweistufige Supply Chain vorgestellt wurde. Der Bestandsverlauf des abnehmenden Standorts gleicht dem des Grundmodells der Losgrößenplanung (vgl. Abbildung 4.7).⁴⁷⁰

⁴⁶⁹ Vgl. Dudek/Stadtler (2005) und Sucky (2004a).

⁴⁷⁰ Vgl. Banerjee (1986).

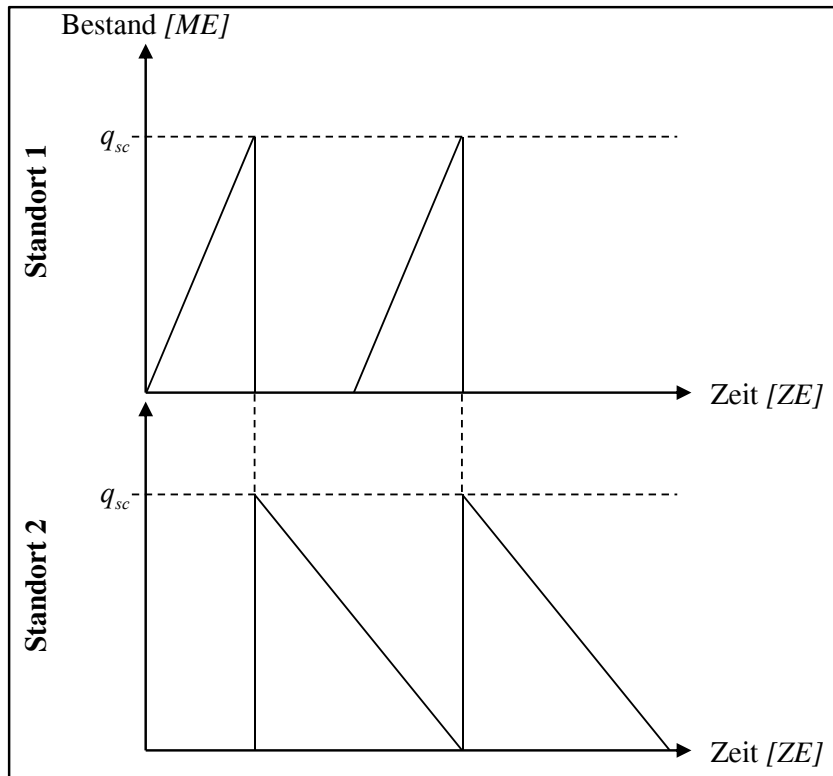


Abbildung 4.7: Lot-for-Lot-Politik von Standort 1 – Bestandsverlauf⁴⁷¹

Alternativ sind weitere Bestandsverläufe in Abhängigkeit von den unterstellten Materialflussannahmen denkbar. Werden zum Beispiel die Bestandsverläufe bei identisch dimensionierten Transportlosgrößen oder Teillieferungen unterstellt, wie sie in Abbildung 4.5 für einen Akteur aufgezeigt werden, verändert sich der Bestandsverlauf im Vergleich zu Abbildung 4.7. Der standortübergreifende Bestandsverlauf bei zwei Akteuren unter Berücksichtigung von identisch dimensionierten Teillieferungen ist in Abbildung 4.8 dargestellt. Dieser Bestandsverlauf spielt für die eingeführten hybriden Verfahren eine untergeordnete Rolle. Stattdessen erfolgt eine Fokussierung auf das Modell von Banerjee.⁴⁷² Die zu diesem Modell im weiteren Verlauf dieser Arbeit eingeführten, hybriden Ansätze lassen sich aber auch auf andere standortübergreifende Bestandsverläufe übertragen.⁴⁷³

⁴⁷¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Banerjee (1986), S. 293.

⁴⁷² Vgl. Banerjee (1986).

⁴⁷³ Vgl. Sucky/Dobhan (2011). In Glock (2009), S. 39–204, Sucky (2004b), S. 79–110, Toporowski (1999), Agrawal/Raju (1996) und Lu (1995) werden außerdem zentrale und dezentrale Ansätze für die standortübergreifende Losgrößenplanung mit identischen oder unterschiedlichen Teillieferungen bzw. Transportlosen vorgestellt.

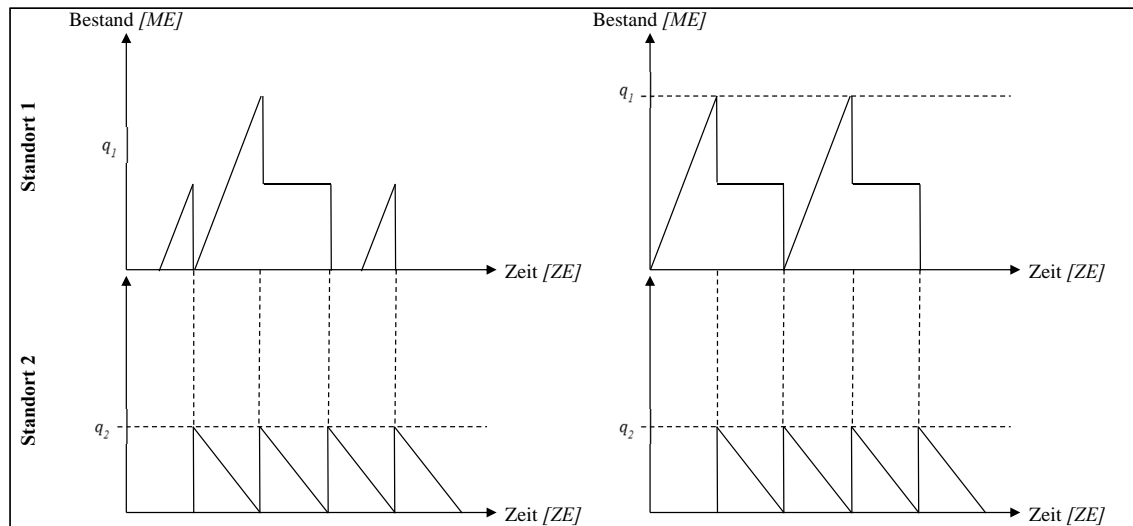


Abbildung 4.8: Standortübergreifender Bestandsverlauf mit identisch dimensionierten Transportlosen bei offener (links) und geschlossener (rechts) Produktion⁴⁷⁴

4.3.1 Losgrößenplanung in zentral-hierarchischen Internal Supply Chains

Banerjee setzt in seinem Modell die vollständige Information der planenden Instanz voraus.⁴⁷⁵ Bezogen auf eine Internal Supply Chain könnte diese Planungsverantwortung einer Zentralabteilung zugeordnet werden, die sich gegenüber den Standorten neutral verhält und globale Supply-Chain-Ziele verfolgt. Die Kostenfunktion der gesamten Internal Supply Chain setzt sich aus den Rüst- und Lagerkosten der beiden Standorte zusammen. Im Rahmen der Bestandsberechnung von Standort 1 ist die Produktionsrate zu berücksichtigen, weshalb dessen Kostengleichung der Gleichung (4.13) entspricht. Der Bestand des Standorts 2 steigt sprunghaft um die von Standort 1 gelieferte Losgröße an und wird dann mit einer konstanten Bedarfsrate abgetragen. Entsprechend sind die für die Losgrößenplanung entscheidungsrelevanten Standortkosten in Gleichung (4.1) enthalten. Die Kombination der beiden standortspezifischen Gleichungen führt zur nachfolgenden, globalen Kostenfunktion:⁴⁷⁶

$$C_{sc}^{LS}(q_{sc}) = \frac{d}{q_{sc}} \cdot (cs_1 + cs_2) + \frac{q_{sc}}{2} \cdot \frac{v^d}{v^p} \cdot ch_1 + \frac{q_{sc}}{2} \cdot ch_2 \quad (4.17)$$

Durch die zentrale Instanz wird unabhängig von einer Verschlechterung der einzelnen Standorte im Vergleich zu den standortspezifischen Kostenminima die Losgröße berechnet und den

⁴⁷⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an zum Beispiel Glock (2009), S. 39–204, Sucky (2004a), S. 92–99, Toporowski (1999), Agrawal/Raju (1996) und Lu (1995).

⁴⁷⁵ Das nachfolgende Modell wurde erstmalig von Banerjee (1986), S. 294–304, vorgestellt und dann unter anderem von Goyal (1988), Landeros/Lyth (1989), Goyal (1995), Ha/Seung-Lae (1997), Hill (1997), Hill (1999), Goyal/Nebebe (2000), Joglekar/Tharthare (2000), Hoque/Goyal (2000), Sucky (2004a) und Hill/Omar (2006) aufgegriffen, erweitert und zum Teil für eine dezentrale Planungsumgebung angepasst.

⁴⁷⁶ Banerjee (1986) unterscheidet bei seinen Berechnungen zinsabhängige und andere variable Lagerkosten. Für die Zielsetzung dieser Arbeit ist eine derartige Unterscheidung nicht notwendig. Zur Vereinfachung wird deshalb von einem pauschalen Lagerkostensatz ch pro Stück und Periode ausgegangen.

Standorten vorgegeben. Das Nullsetzen der ersten Ableitung der globalen Kostenfunktion (4.17) führt zu Gleichung (4.19).

$$\frac{dC_{sc}^{LS}(q_{sc})}{dq} = -\frac{d}{q_{sc}^2} \cdot (cs_1 + cs_2) + \frac{1}{2} \cdot \left(ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2 \right) \quad (4.18)$$

$$\Rightarrow 0 = -\frac{d}{q_{sc}^2} \cdot (cs_1 + cs_2) + \frac{1}{2} \cdot \left(ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2 \right) \quad (4.19)$$

Durch entsprechende Umformungen ergibt sich nachfolgende Gleichung der global kostenminimalen Losgröße:

$$q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2}} \quad (4.20)$$

Eine globale Losgrößenoptimierung setzt die Kenntnis aller Kosten- und Bedarfsinformationen durch die zentrale Stelle und die detaillierte Umsetzung der Losgrößenplanung durch die beiden Standorte voraus. Dafür ist eine Machtasymmetrie innerhalb der Internal Supply Chain zu Gunsten der zentralen Instanz notwendig. Eine zentrale Planung kann folglich nur funktionieren, wenn die dezentralen Einheiten auf Macht und Planungskompetenzen verzichten und die Zentralinstanz bezüglich dezentraler Daten nicht täuschen.⁴⁷⁷ Mit steigender Autonomie der Standorte sinkt diese Bereitschaft. In External Supply Chains und dezentral organisierten Internal Supply Chains ist ein Macht- und Kompetenzverzicht eines Standorts nur realistisch, wenn dadurch ein Vorteil gegenüber der Situation bei voller Macht und Kompetenz erzielt wird. Deshalb ist zu prüfen, wie sich die Ergebnissituation der dezentralen Standorte durch die Realisierung einer global abgestimmten Losgröße verändert und welche Möglichkeiten bestehen, das globale Supply-Chain-Ergebnis ohne Verschiebung von Kompetenzen und Machtverhältnissen zu verbessern. Hierfür müssen die Ergebnisse der Losgrößenplanung bei dezentraler Planungsverteilung analysiert werden.

4.3.2 Losgrößenplanung in dezentral-heterarchischen Internal Supply Chains

Dezentrale Modelle können in Ansätze, die koordinierende Elemente⁴⁷⁸ zur Realisierung der Kostenersparnispotenziale standortübergreifender Planung enthalten, und in Ansätze, bei de-

⁴⁷⁷ Dass eine grundsätzliche Bereitschaft von Entscheidungsträgern zur Täuschung besteht, wurde in zahlreichen Laborexperimenten zum Beispiel auch in Peeters et al. (2007) nachgewiesen.

⁴⁷⁸ Ein koordinierendes Element besitzt grundsätzlich die Eigenschaft, die Lösung eines Ansatzes aus globaler Perspektive zu verbessern. In zentralen Ansätzen übernimmt die Zentralinstanz die Rolle eines koordinierenden Elements. In dezentralen Ansätzen sind zum Beispiel Kompensationszahlungen und Mengenrabatte zu den koordinierenden Elementen zu zählen.

nen auf die Integration koordinierender Elemente verzichtet wird, eingeteilt werden. Beiden Modellarten liegen Verhandlungen zu Grunde.

Dezentrale Modelle ohne koordinierendes Element

Werden die Kostenersparnispotenziale durch eine Supply-Chain-weite Abstimmung mithilfe eines koordinierenden Verhandlungselements nicht ausgeschöpft, hängt das Verhandlungsergebnis von der Machtverteilung in der Internal Supply Chain ab. Bei Machtasymmetrie zu Gunsten eines Standorts, ist der mächtige Standort in der Lage, seine eigene Kostensituation auf Kosten des anderen Standorts zu optimieren. Ist es beispielsweise dem Lieferanten auf Grund der Machtverteilung möglich, eine beliebige Losgröße durchzusetzen, wählt er unter den gegebenen Annahmen die eigene, lokal kostenminimale Losgröße q_1^* . Die lokale Kostenfunktion von Standort 1 entspricht Gleichung (4.13) mit standortspezifischen Parametern:

$$C_1^{LS}(q) = \frac{d}{q} \cdot cs_1 + \frac{q}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} \quad (4.21)$$

Wie bereits in den Gleichungen (4.13) bis (4.16) gezeigt, ergibt sich durch Ableiten, Nullsetzen und Umformen folgende Gleichung für die kostenminimale Losgröße des Standorts:

$$q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_1}{\frac{v^d}{v^p} \cdot ch_1}} \quad (4.22)$$

Der Kostenveränderungsfaktor in Folge der Realisierung von q_1^* anstatt q_{sc}^* ist mit $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ gekennzeichnet. Zur Quantifizierung werden die Kosten, die dem betrachteten Standort bei Realisierung der global kostenminimalen Losgröße entstehen, zu denen bei lokal kostenminimaler Losgröße in Relation gesetzt (vgl. Gleichung (4.23)).

$$C_1^{LS}(q_{sc}^*) = \Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} \cdot C_1^{LS}(q_1^*) \quad (4.23)$$

Gleichung 4.23 bedeutet, dass dem ersten Standort bei Realisierung von q_{sc}^* das $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ -fache der Kosten entstehen, die bei Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße in der gesamten Internal Supply Chain anfallen. Nimmt der Faktor $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ einen Wert größer eins an, führt die Durchsetzung der lokal kostenminimalen Losgröße q_1^* im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße zu einer Kostenverbesserung für Standort 1. Logisch und grafisch hat bereits Banerjee nachgewiesen, dass dieser Wert größer als eins sein muss.⁴⁷⁹ Nachfolgend wird dies analytisch für den hier verwendeten Kostenfaktor $\Psi_{ps,q_{ps}^* \rightarrow q_{sc}^*}$ bewiesen.⁴⁸⁰ Der In-

⁴⁷⁹ Vgl. Banerjee (1986). Dessen Modell beinhaltet zwar nicht das Kostenverhältnis, sondern die Kostendifferenz, er beweist aber einen Kostenvorteil für den mächtigen Standort bei Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße.

⁴⁸⁰ Das Vorgehen gleicht dem Vorgehen in Sucky (2004b), S. 134 und S. 309, und Toporowski (1996), S. 175–201, und im Speziellen S. 187–189.

der ps repräsentiert wie schon in Abschnitt 2.2 den betrachteten Standort. Ausgangspunkt der Berechnungen ist der Faktor $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$:

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{C_1^{LS}(q_{sc}^*)}{C_1^{LS}(q_1^*)} \quad (4.24)$$

Das Einsetzen der Kostenfunktion (4.21) führt zu Gleichung (4.25) für $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ in Abhängigkeit der Losgrößen q_1^* und q_{sc}^* .

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{q_{sc}^*} \cdot cs_1 + \frac{q_{sc}^*}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p}}{\frac{d}{q_1^*} \cdot cs_1 + \frac{q_1^*}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p}} \quad (4.25)$$

Durch Substitution der beiden Losgrößen q_{sc}^* und q_1^* mit den Gleichungen (4.20) und (4.22) wird die Beziehung zwischen den Kosten- und Leistungsparametern und dem Kostenunterschied sichtbar. Wie bereits an anderer Stelle in dieser Arbeit erwähnt, kann die Bedarfsrate v^d auf die gesamte Periode bezogen werden, so dass ihr Wert dem Bedarf d entspricht. Daraus folgt Gleichung (4.26).

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}} \cdot cs_1 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}}{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}} \cdot cs_1 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}} \quad (4.26)$$

Das Kürzen der Faktoren $2, d, ch_1, cs_1$ bewirkt nachfolgende Vereinfachung:

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\sqrt{\frac{\frac{d}{v^p} + \frac{ch_2}{ch_1}}{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}} + \sqrt{\frac{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}{\frac{d}{v^p} + \frac{ch_2}{ch_1}}} \cdot \frac{d}{v^p}}{\sqrt{\frac{d}{v^p}} + \sqrt{\frac{v^p}{d}} \cdot \frac{d}{v^p}} \quad (4.27)$$

Um die Grundlage für die weiteren Berechnungen zu erhalten, wird die Gleichung um den Term $\frac{v^p \cdot d}{d \cdot v^p}$ erweitert:

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{v^p}{d} \cdot \sqrt{\frac{\frac{d}{v^p} + \frac{ch_2}{ch_1}}{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}} + \sqrt{\frac{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}{\frac{d}{v^p} + \frac{ch_2}{ch_1}}}}{2 \cdot \sqrt{\frac{v^p}{d}}} \quad (4.28)$$

Aus der Multiplikation des Gesamtbruchs mit dem Term $\sqrt{\frac{v^p \cdot d}{d \cdot v^p}}$ resultiert nachfolgende Gleichung:

$$\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{1 + \frac{v^p}{d} \cdot \frac{ch_2}{ch_1}}{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}} + \sqrt{\frac{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}{1 + \frac{v^p}{d} \cdot \frac{ch_2}{ch_1}}} \right) \quad (4.29)$$

Gemäß Gleichung (4.24) muss Standort 1 bei einer abgestimmten, global kostenminimalen Losgröße mit einem Kostennachteil im Vergleich zur Verwirklichung seiner lokal kostenminimalen Losgröße rechnen, wenn $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ einen Wert größer als eins annimmt. Bei einem Wert von $\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ gleich eins entsprechen die Kosten der lokal optimalen Losgröße von Standort 1 den Kosten der global optimalen Losgröße. Dies kann für Gleichung (4.29) bewiesen werden. In Gleichung (4.29) werden Bruch und Umkehrbruch addiert. Wird der Bruch durch α ($\alpha \in \mathfrak{R}$ mit \mathfrak{R} als Menge der reellen Zahlen) ersetzt, kann das Problem wie folgt dargestellt werden:

$$\alpha + \frac{1}{\alpha} \geq 2 \quad (4.30)$$

Die Multiplikation des Terms mit α und eine Umformung führt zu Ausdruck (4.31).

$$\alpha^2 + 1 - 2 \cdot \alpha \geq 0 \quad (4.31)$$

Die Anwendung einer binomischen Formel beweist schließlich, dass der linksseitige Term positiv sein muss:

$$(\alpha^2 - 1)^2 \geq 0 \quad (4.32)$$

Durch Ungleichung (4.32) wird nachgewiesen, dass auch die Beziehung (4.30) gelten muss. Grundsätzlich gilt folgender Zusammenhang:

Satz 1 *Der Betrag der Summe aus Bruch und Kehrbruch in der Kostendifferenzfunktion eines Standorts (vgl. Gleichung (4.29)) nimmt stets einen Wert größer oder gleich zwei an.*

Daraus kann gefolgert werden, dass bei positiven Kostenparametern Gleichung (4.29) zu einem Ergebnis größer null führt. Das bedeutet, dass Standort 1 bei einer Supply-Chain-weit abgestimmten kostenminimalen Losgröße schlechter gestellt wird als bei der Umsetzung seiner eigenen kostenminimalen Losgröße. Nur wenn die global kostenminimale Losgröße gleich seiner lokal kostenminimalen Losgröße ist, erreicht der Standort auch bei globaler Optimierung sein lokales Kostenminimum. Durch die Berechnungen wird außerdem deutlich, dass sowohl Kosten als auch Kostenvor- und -nachteile ausschließlich von den Kostenverhältnissen der einzelnen Standortparameter und der Relation aus Produktions- und Bedarfsrate abhängen. Diese Tatsache ist für das später vorgestellte hybride Modell von großer Wichtigkeit.⁴⁸¹

Analog wird die Situation nun für die konträre Machtverteilung beleuchtet. Entsprechend werden die Kosten miteinander verglichen, die für Standort 2 bei Realisierung der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* und seiner eigenen kostenminimalen Losgröße q_2^* anfallen. Die Kostenfunktion des zweiten Standorts bei einer beliebigen Losgröße q lautet (vgl. Gleichung (4.1)):

$$C_2^{LS}(q) = \frac{d}{q} \cdot cs_2 + \frac{q}{2} \cdot ch_2 \quad (4.33)$$

Daraus wird wie bei den Gleichungen (4.1) und (4.4) die lokal kostenminimale Losgröße q_2^* abgeleitet:⁴⁸²

$$q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}} \quad (4.34)$$

Das Verhältnis aus den Kosten, die durch die Realisierung der global kostenminimalen Losgröße und der lokal kostenminimalen Losgröße von Standort 2 entstehen, ermöglicht Erkenntnisse darüber, ob die Ergebnisse auf eine Situation mit einer Machtasymmetrie zu Gunsten des zweiten Standorts transferiert werden können (vgl. Gleichung (4.36)).

$$C_2^{LS}(q_{sc}^*) = \Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} \cdot C_2^{LS}(q_2^*) \quad (4.35)$$

$$\Rightarrow \Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{C_2^{LS}(q_{sc}^*)}{C_2^{LS}(q_2^*)} \quad (4.36)$$

⁴⁸¹ Diese Tatsache wurde bei Banerjee (1986) bereits logisch und grafisch bewiesen. Der hier vorgestellte analytische Beweis ergänzt diese Aussagen und richtet die Aufmerksamkeit auf die Abhängigkeit der Kosten und des Kostenvorteils von den Parameterverhältnissen.

⁴⁸² Vgl. Aandler (1929) und Abschnitt 4.2.

Durch Berücksichtigung der Kostenfunktion (4.1) und der Losgrößengleichungen (4.4) und (4.20) entsteht folgende Formel für das Kostenverhältnis $\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*}$:

$$\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}} \cdot cs_2 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}}{2} \cdot ch_2}{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}} \cdot cs_2 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}}{2} \cdot ch_2} \cdot cs_2 \quad (4.37)$$

Das Kürzen der Faktoren 2, d , cs_2 und ch_2 führt zu folgender Vereinfachung von Gleichung (4.37):

$$\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{\frac{ch_1}{ch_2} \cdot \frac{d}{v^p} + 1}{\frac{cs_1}{cs_2} + 1}} + \sqrt{\frac{\frac{cs_1}{cs_2} + 1}{\frac{ch_1}{ch_2} \cdot \frac{d}{v^p} + 1}} \right) \quad (4.38)$$

Gemäß Satz 1 kann das Ergebnis der Gleichung (4.38) keinem Wert kleiner als eins entsprechen. Auch für Standort 2 bedeutet die Durchsetzung einer abgestimmten global kostenminimalen Losgröße eine Verschlechterung im Vergleich zur Realisierung der eigenen lokal kostenminimalen Losgröße. Insgesamt lassen sich aus den bisher eingeführten Modellen zur dezentralen Losgrößenplanung folgende drei Aussagen ableiten:

Satz 2 Die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* verursacht über die gesamte Supply Chain hinweg bei einer Lot-For-Lot-Politik des Lieferanten und einer integrierten Losgröße die geringsten Kosten.

Satz 3 Durch die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* wird bei einer Machtasymmetrie der mächtige Partner, der mit dem Symbol \bar{p}_s gekennzeichnet ist, im Vergleich zur Realisierung der eigenen, lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}_s}^*$ schlechter gestellt, wenn die global kostenminimale Losgröße nicht seiner lokal kostenminimalen Losgröße gleicht.

Satz 4 Aus den bisherigen Überlegungen wird deutlich, dass in einer Supply Chain mit zwei Akteuren, die Kostenvorteile des durch das Symbol \bar{p}_s repräsentierten schwachen Akteurs die Kostennachteile des mächtigen Akteurs \bar{p}_s überkompensieren, wenn anstatt des lokalen Optimums des mächtigen Akteurs eine Losgröße zwischen der global kostenminimalen Losgröße und der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Akteurs realisiert wird.

Dezentrale Modelle mit koordinierenden Elementen

Auf Grund der aufgezeigten Kostennachteile kann ohne eine weiterführende Abstimmung innerhalb der Internal Supply Chain der mächtige Partner nur wenig an einem Verzicht auf Entscheidungskompetenz und Macht interessiert sein. Satz 4 zeigt allerdings auch, dass durch die Ausschöpfung der Kostenersparnispotenziale im Rahmen einer abgestimmten Losgrößenplanung eine Win-Win-Situation für beide Partner geschaffen werden kann. Dazu muss ein Mechanismus zur Aufteilung der Kostenersparnisse, wie zum Beispiel Mengenrabatte und Kompensationszahlungen, geschaffen werden.⁴⁸³ Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird im Folgenden auf eine gesonderte Betrachtung von Mengenrabatten verzichtet. Allerdings ist vor allem bei Kohli/Park und Corbett/Groote die Ähnlichkeit der Rabattmechanismen zu den Kompensationszahlungen sichtbar. Grundlage beider Ausgleichsmechanismen bilden die Kostenvor- und -nachteile, die ihre Ursache im Verhandlungsergebnis haben. Beim Einsatz eines Rabattmechanismus werden diese auf die Quantität aufgeteilt. Dagegen werden mit Kompensationszahlungen die Kostennachteile als Ganzes ausgeglichen.⁴⁸⁴ Um die Höhe der Kompensationszahlungen festzulegen, bedarf es der Kenntnis aller Kosteninformationen innerhalb der Supply Chain, so dass ausgehend von der global kostenminimalen Losgröße die Ersparnisse und Verschlechterungen im Vergleich zur lokal kostenminimalen Losgröße festgelegt werden. Zur Analyse der Kompensationszahlungen in der angenommenen Zwei-Standort-Supply-Chain werden vier Situationen in Abhängigkeit der Informations- und Machtverteilung voneinander differenziert (vgl. Tabelle 4.1).

Situation	Macht	Information
S1	Standort 1	Standort 1
S2	Standort 1	Standort 2
S3	Standort 2	Standort 1
S4	Standort 2	Standort 2

Tabelle 4.1: Entscheidungssituationen bezüglich Macht und Information⁴⁸⁵

Voraussetzung für alle vier Situationen ist, dass stets nur einer der beiden Partner die vollständige Information besitzt. Sind alle Informationen beiden Partnern bekannt, entspricht das Ergeb-

⁴⁸³ Vgl. zum Beispiel Kohli/Park (1989), Kim/Hwang (1988), Dada/Srikanth (1987), Lee/Rosenblatt (1986), Lal/Staelin (1984), Monahan (1984) und Crowther (1964). Einen Überblick über die Berücksichtigung von Mengenrabatten allgemein und unabhängig von der Losgrößenplanung veröffentlicht Jeuland/Shugan (1983).

⁴⁸⁴ Vgl. Corbett/Groote (2000) und Kohli/Park (1989).

⁴⁸⁵ Sucky (2004b), S. 219–235, formuliert für jede dieser Situationen der asymmetrischen Machtverteilung eine Verhandlungslösung.

nis der Verhandlungen dem Ergebnis bei einseitiger vollständiger Information und Macht.⁴⁸⁶ Außerdem bleibt dem jeweils schwachen Akteur in jeder Situation die Möglichkeit erhalten, die lokal kostenminimale Losgröße des mächtigen Partners zu realisieren. Konkret bedeutet dies für die einzelnen Situationen:

Situationen S1 und S4

In Situation S1 sind auf Standort 1 sowohl die größere Macht als auch die vollständige Information vereint. Um die Kostenersparnispotenziale durch die Losgrößenabstimmung innerhalb der Supply Chain auszuschöpfen, muss Standort 1 die global kostenminimale Losgröße mit Gleichung (4.20) und eine adäquate Kompensationszahlung von Standort 2 berechnen. Als Grundlage zur Berechnung der Kompensationszahlungen von Standort 2 an Standort 1 ist es notwendig, die Kosten beider Standorte bei Realisierung der Losgröße q_1^* zu kennen. Das Angebot des mächtigen Akteurs setzt sich schließlich aus der global kostenminimalen Losgröße und einer Kompensationszahlung, die leicht unter der Differenz der Kosten des schwachen Standorts bei Realisierung der global kostenminimalen Losgröße und bei Verwirklichung der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts liegt, zusammen. Mit anderen Worten: Die Kompensationszahlung ist leicht niedriger als der Kostenvorteil des schwachen Standorts, der durch die Umsetzung von q_{sc}^* begründet ist. Dadurch wird sichergestellt, dass sich der schwache Standort nicht für die lokal kostenminimale Losgröße des mächtigen Standorts entscheidet. Diese Definition der Kompensationszahlung unterscheidet sich von der Festlegung der Kompensationszahlung nach Sucky dahingehend, dass die Auswahl des schwachen Standorts bei zwei äquivalenten Lösungen ($C_2^{LS}(q_{sc}^*) - s_{21} = C_2^{LS}(q_1^*)$) nicht notwendiger Weise der aus Gesamtkostensicht besten Lösung entsprechen muss. Daher ist darauf zu achten, dass der schwache Standort 2 durch die global kostenminimale Losgröße minimal besser gestellt wird, als durch die lokal kostenminimale Losgröße.⁴⁸⁷ In Situation S1 zeigt sich der Kostenvorteil für den schwachen Standort 2 in einem Wert kleiner eins für den Faktor $\Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$, der wie folgt definiert ist:⁴⁸⁸

$$\Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{C_2^{LS}(q_{sc}^*)}{C_2^{LS}(q_1^*)} \quad (4.39)$$

$$\Rightarrow \Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{q_{sc}^*} \cdot cs_2 + \frac{q_{sc}^*}{2} \cdot ch_2}{\frac{d}{q_1^*} \cdot cs_2 + \frac{q_1^*}{2} \cdot ch_2} \quad (4.40)$$

⁴⁸⁶ Auf die Integration eines spezifischen Machtfaktors, der eine stetige Machtverteilung zwischen den beiden Extremformen „vollständige Macht“ und „keine Macht“ ermöglicht, wird auf Grund von dessen Beliebigkeit und schwieriger Operationalisierbarkeit verzichtet. Ein Modell mit Machtfaktor wird zum Beispiel von Goyal (1987) vorgeschlagen.

⁴⁸⁷ Vgl. Sucky (2004a), S. 219–234.

⁴⁸⁸ Die Berechnungen orientieren sich an Sucky (2004a), S. 219–234.

Aus der Kombination der Gleichungen (4.20), (4.22) und (4.40) resultiert unter Berücksichtigung von v^d gleich d :

$$\Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}} \cdot cs_2 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2}}}{2} \cdot ch_2}{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_1}{\frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}} \cdot cs_2 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_1}{\frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}}{2} \cdot ch_2} \quad (4.41)$$

Durch Ausklammern und Kürzen der Faktoren 2, d , cs_2 und ch_2 wird nachfolgende Vereinfachung erreicht:

$$\Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\sqrt{\frac{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}}{ch_2 \cdot \frac{d}{v^p} + 1} + \frac{\frac{cs_1}{cs_2} + 1}{\frac{ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}}{ch_2 \cdot \frac{d}{v^p} + 1}}}{\sqrt{\frac{d}{v^p} \cdot \frac{ch_1}{ch_2} \cdot \frac{cs_2}{cs_1}} + \sqrt{\frac{v^p}{d} \cdot \frac{cs_1}{cs_2} \cdot \frac{ch_2}{ch_1}}} \quad (4.42)$$

Aus den Sätzen 2 bis 4 folgt, dass $\Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}$ einen Wert zwischen null und eins repräsentiert. Die Kompensationszahlung, die Standort 2 an Standort 1 in Entscheidungssituation S1 zu leisten hat, darf den Kostenvorteil von Standort 2 nicht überschreiten, weil Standort 2 sonst die lokal kostenminimale Losgröße von Standort 1 wählt und die Vorteile einer Supply-Chain-weiten Abstimmung verfallen würden. Aus dem gleichen Grund darf die Kompensationszahlung nicht niedriger als der Kostennachteil von Standort 1 bei Umsetzung der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* sein. Entsprechend gilt unter Verwendung der Gleichungen (4.24) und (4.39) für die Höhe der Kompensationszahlung $s_{\bar{p}\bar{s}\bar{p}\bar{s}}$ des schwachen Standorts $\bar{p}\bar{s}$ an den mächtigen Standort $\bar{p}\bar{s}$ in Situation S1:

$$\left(\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*(q)} - 1 \right) \cdot C_1^{LS}(q_1^*) < s_{21} < \left(1 - \Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} \right) \cdot C_2^{LS}(q_1^*) \quad (4.43)$$

Wie in Situation S1 dominiert in Situation S4 ein Akteur, der vollständig informiert und mächtig ist. Die Kompensationszahlung, die auf Grund der umgekehrten Machtverhältnisse in S4 Standort 1 an Standort 2 leistet, wird analog zu S1 berechnet. Bei Realisierung der global kostenminimalen Losgröße wird in S4 nicht Standort 1, sondern Standort 2 benachteiligt. Kostenvorteile kann dagegen Standort 1 erzielen. Das Verhältnis $\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*(q)}$ aus den Kosten von

Standort 1 bei global kostenminimaler Losgröße und lokal kostenminimaler Losgröße wird wie folgt berechnet:

$$\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{C_1^{LS}(q_{sc}^*)}{C_1^{LS}(q_2^*)} \quad (4.44)$$

$\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*}$ muss gemäß den Sätzen 2 bis 4 kleiner oder gleich eins sein. Die detaillierte Formel für $\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*}$, die durch Substitution von $C_1^{LS}(q_{sc}^*)$ und $C_1^{LS}(q_2^*)$ sowie von q_2^* und q_{sc}^* erreicht wird, ist unter Berücksichtigung von v^d gleich d nachfolgend aufgeführt:

$$\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2}}} \cdot cs_1 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2}}}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}}{\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}} \cdot cs_1 + \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}}{2} \cdot ch_1 \cdot \frac{d}{v^p}} \quad (4.45)$$

Vereinfacht durch Ausklammern und Kürzen der Faktoren 2 , d , cs_1 und ch_1 entspricht Gleichung (4.45) folgendem Ausdruck:

$$\Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} = \frac{\sqrt{\frac{1 + \frac{ch_2}{ch_1} \cdot \frac{v^p}{d}}{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}} + \sqrt{\frac{1 + \frac{cs_2}{cs_1}}{1 + \frac{ch_2}{ch_1} \cdot \frac{v^p}{d}}}}{\sqrt{\frac{ch_2}{ch_1} \cdot \frac{cs_1}{cs_2} \cdot \frac{v^p}{d}} + \sqrt{\frac{d}{v^p} \cdot \frac{ch_1}{ch_2} \cdot \frac{cs_2}{cs_1}}} \quad (4.46)$$

Damit kann die Obergrenze der Kompensationszahlung in Situation S4 definiert werden. Die Untergrenze leitet sich aus der Kostenverschlechterung des mächtigen Standorts 2 bei Umsetzung der global kostenminimalen Losgröße ab (vgl. Gleichung (4.35)). Bei Unterschreiten der Obergrenze wählt Standort 1 die lokal kostenminimale Losgröße von Standort 2, bei Überschreiten der Untergrenze setzt Standort 2 diese Losgröße durch. Die Kompensationszahlung s_{12} von Standort 1 an Standort 2 in Situation S4 liegt in dem in Gleichung (4.47) definierten Intervall:

$$\left(\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} - 1\right) \cdot C_2^{LS}(q_2^*) < s_{12} < \left(1 - \Psi_{1,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*}\right) \cdot C_1^{LS}(q_2^*) \quad (4.47)$$

Situationen S2 und S3

Die beiden anderen Situationen S2 und S3 sind dadurch gekennzeichnet, dass Macht und Information auf unterschiedliche Akteure verteilt sind. Die Kompensationszahlung muss vom jeweils schwachen Supply-Chain-Partner an den mächtigen Standort geleistet werden. Allerdings kennt ausschließlich der schwache Akteur das tatsächliche Kostenersparnispotenzial einer abgestimmten Losgrößenplanung. Deshalb bietet er dem mächtigen Partner die global kostenminimale Losgröße in Verbindung mit einer Seitenzahlung an, die die Kostennachteile, die durch die Abweichung von dessen lokal kostenminimaler Losgröße bedingt sind, ausgleichen. Gleichzeitig versucht er den Informationsvorsprung zu seinen Gunsten zu nutzen und einen möglichst großen Anteil der zusätzlichen Kostenersparnis abzuschöpfen. Die Obergrenze für die Kompensationszahlung des schwachen Partners an den mächtigen Akteur überschreitet keinesfalls den Kostenvorteil, der dem schwachen Akteur durch die Realisierung der global kostenminimalen Losgröße entsteht. In Situation S2 kann Standort 1 seine Losgröße durchsetzen, wohingegen Standort 2 Kenntnis über die Kostenfunktionen beider Akteure besitzt. Folglich muss die Kompensationszahlung wie in Situation S1 von Standort 2 an Standort 1 geleistet werden. Die Begrenzung der Kompensationszahlung erfolgt analog zu S1. Allerdings kann Standort 2 den Informationsvorsprung ausnutzen, so dass die Kompensationszahlung nur den Kostennachteil von Standort 1 egalisiert (vgl. Gleichung (4.43)). Den Rest der zusätzlichen Supply-Chain-Gewinne behält Standort 2 ein (vgl. Tabelle 4.2).

S	$s_{\bar{p}sp}$	Untergrenze	Obergrenze	Lage im Wertebereich
S1	s_{21}	$(\Psi_{1,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*} - 1) \cdot C_1^{LS}(q_1^*)$	$(1 - \Psi_{2,q_1^* \rightarrow q_{sc}^*}) \cdot C_2^{LS}(q_1^*)$	nahe der Obergrenze
S2				nahe der Untergrenze
S3	s_{12}	$(\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} - 1) \cdot C_2^{LS}(q_2^*)$	$(\Psi_{2,q_2^* \rightarrow q_{sc}^*} - 1) \cdot C_2^{LS}(q_2^*)$	nahe der Untergrenze
S4				nahe der Obergrenze

Tabelle 4.2: Kompensationszahlungen in Abhängigkeit von der Entscheidungssituation⁴⁸⁹

Entscheidungssituation S3 ist strukturgleich zur Entscheidungssituation S4. Der Bereich der Kompensationszahlung von Standort 1 an Standort 2 ist formal durch die Formel (4.47) dargestellt. Nachdem in Situation S3 Macht und Informationen auf die beiden Standorte verteilt sind, werden die Kompensationszahlungen von Standort 1 an Standort 2 gerade so hoch sein, dass die Kostennachteile des mächtigen Standorts 2 egalisiert werden. Zum Vergleich: In Situation S4 befinden sich die Kompensationszahlungen von Standort 1 an Standort 2 am anderen Ende des Wertebereichs. Die Seitenzahlungen sind gerade so hoch, dass Standort 1 kein oder nur

⁴⁸⁹ Vgl. Sucky (2004a), S. 234.

noch ein kleiner Kostenvorteil gegenüber der Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts 2 bleibt. Einen Überblick über die Seitenzahlungen in allen vier betrachteten Situationen bietet Tabelle 4.2.⁴⁹⁰

Die bisher vorgestellten Modelle zeichnet die Eigenschaft aus, eine eigenverantwortliche Planung der Standorte zu ermöglichen. Das Planungsergebnis wird durch die Macht- und Informationsverteilung innerhalb des Netzwerks determiniert. Macht und Information dürfen nicht isoliert betrachtet werden, weil die Macht eines Akteurs durch einen Vorsprung an nützlichen Informationen ansteigt. Es wurde mit den Entscheidungssituationen S2 und S3 gezeigt, dass der eigentlich schwache Standort durch einen Informationsvorsprung gegenüber dem mächtigen Standort seine Verhandlungsposition so stärken kann, dass er Hauptprofiteur einer abgestimmten Losgrößenplanung in der Internal Supply Chain auch bei dezentraler Planung bleibt. Dazu ist es aber erforderlich, dass der schwache Akteur die eigenen Kostensätze, den Bedarf, die Produktionsrate und sämtliche relevante Daten des mächtigen Akteurs kennt. Die Veröffentlichung dieser Daten durch den mächtigen Akteur schwächt dessen Verhandlungsposition und verursacht damit einen Kostennachteil für diesen. Deshalb versucht der mächtige Standort entweder die Daten geheim zu halten oder auf einen Datenaustausch mit dem schwachen Akteur zu drängen. Der bilaterale Austausch aller Daten verändert die Entscheidungssituation fundamental. Dadurch wird eine Situation geschaffen, die vergleichbar mit den Entscheidungssituationen S1 und S4 ist, in denen die Position des mächtigen Akteurs gestärkt wird. Genau das versucht der schwache Akteur zu vermeiden, indem er dem bilateralen Datenaustausch nicht zustimmt. Weder der schwache noch der mächtige Akteur können bei rationalem Handeln unter den gegebenen Annahmen eine Herausgabe der eigenen Daten forcieren. Das lässt die Annahme der vollständigen Information eines oder beider Akteure unrealistisch erscheinen. Neben der Bedeutung der bisherigen Abhandlungen als Grundlage der noch folgenden Losgrößenplanungsmodelle können bislang nachfolgende Erkenntnisse herausgestellt werden:

1. Kompensationszahlungen werden so gewählt, dass eine eindeutige Kostenpräferenz der Standorte existiert. Das bedeutet, dass nicht genügt, wenn einem Akteur durch die global kostenminimale Lösung und eine Seitenzahlung die gleichen Kosten entstehen wie durch die relevante lokal kostenminimale Lösung. Vielmehr ist darauf zu achten, dass die Seitenzahlung so gewählt wird, dass der Akteur leicht besser gestellt wird.
2. In den Situationen S2 und S3 besitzt der schwache Standort einen Informationsvorteil gegenüber dem starken Standort. Durch diesen Vorteil kann der schwache Standort den Machtunterschied im Rahmen der Verhandlung ausgleichen und bei rationalem Handeln der Akteure ein ähnlich gutes Ergebnis erzielen wie in den Situationen S1 und S4 mit Macht- und Informationsasymmetrie zu seinen Gunsten. Die Offenlegung der Informationen würde zu einer Veränderung der Situationen S2 oder S3 hin zu den Situationen

⁴⁹⁰ Vgl. zur Festlegung der Kompensationszahlungen Goyal (1987) und Banerjee (1986), S. 304–306.

S1 und S4 zu seinen Ungunsten führen und damit eine eindeutige Verschlechterung der Kostensituation des schwachen Standorts hervorrufen. Die Offenlegung der Information ist damit unrealistisch.

In der Literatur wird diese Argumentation zumindest für External und Internal/External Supply Chains bestätigt.⁴⁹¹ Einige Autoren verweisen darauf, dass in Internal Supply Chains ein Informationsaustausch zwischen den Standorten durchaus wahrscheinlich ist. Dieser Aussage ist dann zuzustimmen, wenn die Internal Supply Chain zentral-hierarchisch organisiert ist und die Standorte in keinem Wettbewerb zueinander stehen. Mit der Verbreitung der internen Märkten, wie sie in den Abschnitten 3.2.2 und 3.4.2 beschrieben wurde, treten zunehmend kompetitive Organisationsformen in Erscheinung.⁴⁹² Interne Märkte zeichnen sich dadurch aus, dass unter Wahrung gewisser Rahmenbedingungen ein Wettbewerb zwischen Standorten vorherrscht. Im Tagesgeschäft überwiegt die Konkurrenz zwischen den Standorten. Im Unterschied zu Internal/External Supply Chains oder External Supply Chains ist die Option, eine Lieferbeziehung zu beenden, allerdings häufig unrealistisch. Nichtsdestotrotz muss auch im Hinblick auf die Informationsverteilung dem kompetitiven Charakter der Standortbeziehungen Rechnung getragen werden. Das bedeutet, dass die Annahme der vollständigen Information eines oder beider Standorte überdacht werden muss.

Sucky (2004a) hebt diese Annahme teilweise auf. In seinem auf der Spieltheorie basierenden Modell entsprechen Kostensätze und Produktionsrate privaten Informationen. Lediglich der Bedarf, der von den Standorten der Supply Chain zu decken ist, wird als öffentliche Information vorausgesetzt. Auf Grund der Tatsache, dass in der Unternehmenspraxis der Austausch von Point-Of-Sale-Daten in einigen Branchen praktiziert wird und in Internal Supply Chains die Bedarfsdaten häufig durch den Vertrieb gesammelt werden, kann von einer Supply-Chainweiten Verfügbarkeit von Bedarfsdaten ausgegangen werden.⁴⁹³ Wegen der Machtasymmetrie, wie sie in allen vier eingeführten Entscheidungssituationen vorherrscht, wird allgemein angenommen, dass das initiale Interesse an einer Losgröße, die von der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts abweicht, vom schwachen Akteur ausgeht.⁴⁹⁴ Weil kein Standort die kostenrelevanten Entscheidungsparameter des anderen Akteurs kennt, ist der schwache Standort dazu gezwungen, mit Schätzungen der Kostenfunktion des mächtigen Standorts zu arbeiten. Basierend auf den Schätzungen werden dann Angebotsmenüs mit Losgröße und Seitenzahlung erstellt, die dem mächtigen Standort unterbreitet werden. Dieser wählt aus den Angebotsmenüs das Menü aus, das die eigenen Kosten minimiert.⁴⁹⁵ Wurden die Menüs vom

⁴⁹¹ Vgl. Lasch/Schulte (2009), S. 188, Dudek (2009b), S. 19–20, Fawcett et al. (2007), S. 391–397, Sucky (2004b), S. 189–196, Simatupang/Sridharan (2002), S. 17–18, und Banerjee (1986), S. 310.

⁴⁹² Vgl. zur Informationsweitergabe innerhalb von Unternehmen im Allgemeinen Chen (1999).

⁴⁹³ Vgl. Hopp (2005), S. 144–145, und Kalmbach (2000), S. 266–269.

⁴⁹⁴ Vgl. Sucky (2004a) und Goyal (1987).

⁴⁹⁵ Dieses Vorgehen wird auch als Self Selection bezeichnet (vgl. zum Beispiel Stiglitz (1982)).

schwachen Standort so gestaltet, dass sie anreizkompatibel sind – das heißt, dass für den mächtigen Standort tatsächlich das Menü kostenminimal ist, das seiner realen Kostenfunktion am nächsten kommt – offenbart er dem schwachen Standort indirekt seine tatsächliche Kostenfunktion. Unterliegen die Parameter keinen Schwankungen, entwickelt sich die Entscheidungssituation hin zu den Situationen S2 oder S3. Den entscheidenden Faktor dafür, dass der schwache Standort aus der Wahl des mächtigen Akteurs die tatsächliche Kostenfunktion ableiten kann, stellt die Anreizkompatibilität der Angebotsmenüs dar. Zu deren Sicherstellung dienen lineare Optimierungsmodelle für beide Akteure.⁴⁹⁶

Das Modell von Sucky (2004a) zeichnet sich insbesondere durch die realistischen Annahmen im Hinblick auf die Informationsverteilung aus. Das relativ komplexe Vorgehen kann durch IT-Unterstützung mit speziell dafür entwickelter Software oder Standard-Lösungsprogrammen wie zum Beispiel Lingo 12.0 von Lindo stark vereinfacht werden.⁴⁹⁷ Die Schätzung der Kostenparameter erfordert von den beteiligten Entscheidungsträgern ein Grundmaß an Kompetenz im Hinblick auf ihre Partner. Allerdings zeigen Sensitivitätsanalysen, dass das Modell auf Fehlschätzungen relativ träge reagiert.⁴⁹⁸ Kritisch zu sehen ist an diesem Modell, dass mit dessen Verbreitung und wiederholter Anwendung der zielführende Einsatz unwahrscheinlicher wird, weil jeder Akteur einen Rückschluss auf seine Kosten zu vermeiden versucht und deshalb seine eigene, lokal kostenminimale Losgröße durchsetzen oder bewusst eine nicht-kostenminimale Entscheidung treffen wird. Das gleiche Problem tritt auch bei dem Ansatz von Corbett/Groote auf, die ähnlich wie Sucky ein Modell vorschlagen, in dem der Kunde aus einem Angebotsmenü wählen muss und auf diese Weise Rückschlüsse auf seine Kostenstruktur zulässt. Corbett/Groote verwenden aber keine Kompensationszahlung als Ausgleichsmechanismus, sondern einen Mengenrabatt.⁴⁹⁹ Inderfurth/Voigt untersuchen den Einfluss einer Just-In-Time-Koordination bei einem starken Abnehmer und einer asymmetrischen Informationsverteilung zwischen beiden Parteien zu Gunsten des Abnehmers.⁵⁰⁰ Wie das Modell von Sucky basieren auch die Modelle von Corbett/Groote und Inderfurth/Voigt auf Self-Selection-Mechanismen. Auf Grund der beschriebenen Probleme werden diese Modelle im dezentralen Teil des vorgestellten hybriden Verfahrens bei Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz von nachrangiger Bedeutung sein.

Die im Vergleich zu Situationen mit symmetrischer Machtverteilung häufige Berücksichtigung von Machtasymmetrien ist darauf zurückzuführen, dass die Integration von Kompensationsmechanismen ausschließlich bei asymmetrischer Machtverteilung verbreitet ist. Grund hierfür ist die Definition des lokalen Optimums als eindeutiger Bezugspunkt der Kompensation bei asym-

⁴⁹⁶ Vgl. Anhang A1.

⁴⁹⁷ Vgl. Sucky (2004c).

⁴⁹⁸ Vgl. Sucky (2004a), S. 508–512.

⁴⁹⁹ Vgl. Corbett/Groote (2000).

⁵⁰⁰ Vgl. Inderfurth/Voigt (2011).

metrischer Machtverteilung. Die folgenden Erläuterungen zur Losgrößenplanung in hybriden Organisationen, insbesondere mit mittelstarker Zentralinstanz, enthalten dennoch einen Ansatz zur Festlegung von Ausgleichszahlungen bei symmetrischer Machtverteilung.

4.3.3 Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit starker Zentralinstanz

Die bisher eingeführten Modelle beziehen sich nur auf einen Teil der in Abschnitt 3.3 erläuterten und weiterentwickelten Organisationstypen einer Internal Supply Chain. Entweder bedarf es zum Einsatz der Modelle einer zentralen Instanz, die die netzwerkweite Losgrößenplanung vollständig alleine durchführt, oder die Existenz einer derartigen Instanz wird komplett vernachlässigt. In Kapitel 3 wurde bereits verdeutlicht, dass in der Unternehmenspraxis eine Aufteilung der Planungsaufgabe auf eine Zentralstelle und mehrere dezentrale Einheiten möglich ist, deren Handlungsrahmenbedingungen aber von einer Zentralstelle im Unternehmen gesetzt werden. Übertragen auf die Losgrößenplanung impliziert diese Tatsache eine Aufteilung der Planungsaufgaben: Mittelfristige netzwerkbezogene Aufgaben werden von der Zentralstelle ausgeführt und kurzfristige standortbezogene Prozesse den dezentralen Einheiten zugeordnet. Entsprechende theoretische Konzepte wurden bislang nur vereinzelt und größtenteils in der standortinternen Produktionsplanung vorgestellt.⁵⁰¹ Eine Möglichkeit der Aufgabenaufteilung ist die Festlegung des Materialflusskonzepts und des entsprechend einzusetzenden Modells durch die Zentralstelle und die Determinierung der Losgrößen mithilfe der Kostensätze durch die Standorte. Dabei stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit dieser Aufteilung, hängen doch Materialflusskonzept und Modelle von technologischen Gegebenheiten und Umwelteinflüssen, wie Nachfrageschwankungen, Kapazitäten oder Durchlaufzeitschwankungen ab. Alternativ könnte die Zentralstelle als Moderator fungieren, unter dessen Anleitung die lokal kostenminimalen Ergebnisse zu einem globalen Resultat zusammengefügt werden. Nie et al. setzen diese Aufteilung mithilfe einer Lagrange-Relaxation um, bei der die Zentralstelle die Zielfunktion mit den dazugehörigen Restriktionen erstellt und die dezentralen Einheiten für die Determinierung der Lagrange-Multiplikatoren zuständig sind.⁵⁰² Ertogral/Wu ergänzen zur Koordination und Lösung des Losgrößenplanungsproblems die Lagrange-Relaxation um einen Auktionsmechanismus.⁵⁰³ Das Verfahren zielt auf die Minimierung der Kostendifferenzen zwischen den Standorten und vernachlässigt das Ziel der globalen Kostenminimierung. Bei beiden vorgeschlagenen Modellen werden Planungsaufgaben auf die Zentralstelle und dezentrale Einheiten aufgeteilt. Die Festlegung der Multiplikatoren kann aber insbesondere bei egoistischem Verhalten der Standorte und in kleinen Netzwerken zu nicht-optimalen Resultaten führen. Zudem muss bedacht werden, dass die Grundlage des Verfahrens von Nie et al. einem zentra-

⁵⁰¹ Vgl. Rücker (2006), S. 13–16, Schlüter (2001), S. 75–92, Bloech et al. (1998), S. 287–306, Zäpfel (1998), S. 48–52, und Kouvelis/Gutierrez (1997).

⁵⁰² Vgl. Nie et al. (2008).

⁵⁰³ Vgl. Ertogral/Wu (2000), S. 936–939.

len Modell gleicht. Die vorgestellten Modelle eignen sich zum Einsatz in Organisationen mit starker Zentralinstanz, weil sie auf einem zentralen Modell basieren und zumindest von einer partiellen Bereitstellung korrekter Informationen ausgehen.

Keines der genannten Modelle, die sich explizit auf die gemeinsame Planung von Zentralstelle und dezentralen Einheiten beziehen, basiert auf der standortübergreifenden Losgrößenplanung nach Banerjee.⁵⁰⁴ In den beschriebenen Modellen für hybride Internal Supply Chains mit einer starken Zentralinstanz erstellt die Zentralinstanz optimale Pläne basierend auf Bedarfen und Kostensätzen, die nach Zeiteinheiten und Produktgruppen aggregiert werden. Die aggregierten Werte dienen für die dezentralen Einheiten als Zielvorgaben. Innerhalb der Kategorien können die Einheiten dezentral agieren. Übertragen auf die Losgrößenplanung bedeutet dies, dass eine Zentralinstanz die optimale Losgröße für einen aggregierten Zeitraum, für eine Produktgruppe und für aggregierte Kostensätze vorgibt. Allerdings ist hierbei das Problem der Aggregation zu lösen. Fraglich ist, inwieweit eine Losgröße für eine Produktgruppe optimal sein kann, wenn die Mengenanteile der einzelnen Produkte nicht bekannt sind. In der Problemsituation nach Banerjee entspricht das aggregierte Modell dem in Abschnitt 4.3.1 vorgestellten quantitativen Planungsmodell für zentral-hierarchische Organisationen.⁵⁰⁵ Die dezentralen Einheiten müssen dagegen im Vergleich zu den dezentralen Ansätzen aus Abschnitt 4.3.2 noch aggregierte zentrale Vorgaben berücksichtigen. Um die Wirkungsweise und Lösungsqualität von quantitativen Planungsmodellen in derartigen Planungsorganisationen nachvollziehbar zeigen zu können, ist die Betrachtung der Losgrößenplanung mit mehreren Produkten notwendig. Diese ist aber nicht Thema der Arbeit und würde deren Rahmen deutlich übersteigen. In Abschnitt 3.4.2 zeigte sich außerdem, dass Internal Supply Chains von einer Zunahme an dezentralen Organisationselementen geprägt sind und folglich die nachfolgenden hybriden Ansätze der zunehmenden Dezentralisierung von Internal Supply Chains eher gerecht werden. Demgegenüber steht der Mangel an derartigen Ansätzen in der Literatur.

An dieser Stelle verändert sich deshalb der Fokus dieser Abhandlung. Während bislang vor allem die Analyse, Kategorisierung und Evaluierung bereits vorhandener Konzepte im Vordergrund stand, wird im Folgenden nun die bisher bestehende Lücke im Bereich der Planungsmodelle für hybride Internal Supply Chains mit mittelstarker Zentralinstanz geschlossen.

4.3.4 Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit mittelstarker Zentralinstanz

Deshalb wird an dieser Stelle ein Losgrößenplanungsansatz für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz vorgeschlagen, bei dem weitgehende Entscheidungsbefugnisse bei

⁵⁰⁴ Vgl. Banerjee (1986).

⁵⁰⁵ Vgl. Banerjee (1986).

den Standorten belassen werden und die Zentralstelle das Ergebnisintervall einschränkt, ohne dass die Standorte private Informationen preisgeben müssen. Die Planungsaufgaben der zentralen Instanz bewegen sich im mittel- bis langfristigen Bereich. Kurzfristige Reaktionen obliegen den dezentralen Einheiten. Erst bei großen strukturellen Änderungen ist die Zentralstelle zum Handeln gezwungen.

4.3.4.1 Quantitatives Planungsverfahren

Auf den Kontext der Losgrößenplanung übertragen schließt die Zentralstelle global schlechte Lösungen aus dem Ergebnisintervall aus. Dieses wird so auf eine Domäne um das flache Optimum herum begrenzt. Innerhalb des Ergebnisintervalls ist die integrierte Losgröße frei von den Standorten verhandelbar.⁵⁰⁶ Bei der Festlegung der Intervallgrenzen, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit als Grenzlosgrößen bezeichnet werden, muss die Zentraleinheit zwischen möglichen schlechten Lösungen bei einem sehr weit gefassten Ergebnisintervall und der Demotivation der Standorte, die mittelfristig eine fehlende Akzeptanz der Grenzen zur Folge hat, bei sehr engen Grenzen abwägen. Die Losgrößengrenzen werden aus den Standortverhältnissen der entscheidungsrelevanten Parameter abgeleitet. Dadurch wird die Abschätzung oder Festlegung konkreter Kostenwerte vermieden und lediglich relative Werte verwendet. Dies vereinfacht die Schätzung der Losgrößenplanung. Zu Beginn des vorherigen Abschnitts zur dezentralen Planung wurde bereits die Bedeutung der Parameterverhältnisse für die globale Kostenfunktion erwähnt und angedeutet, dass auch die global kostenminimale Losgröße ausschließlich von den Parameterverhältnissen und damit nur mittelbar von den konkreten Kosten-, Bedarfs- und Produktionswerten abhängt. Um dieses zu verdeutlichen und um die nachfolgenden Ausführungen übersichtlicher zu gestalten, werden nachfolgende Parameterverhältnisse definiert:

$$\eta = \frac{ch_2}{ch_1} \quad (4.48)$$

$$\rho = \frac{cs_2}{cs_1} \quad (4.49)$$

$$\beta = \frac{d}{v^p} \quad (4.50)$$

Das Symbol β kennzeichnet das Verhältnis aus Nachfrage und Produktionsrate. Dieses Verhältnis muss gemäß den Annahmen des zu Grunde liegenden Modells immer kleiner als eins sein, weil sonst eine Kapazitätsunterdeckung besteht und Anpassungsmaßnahmen mit in die

⁵⁰⁶ Dem Ergebnisintervall werden im Folgenden je nach weiterer Spezifikation alle Losgrößen zwischen den beiden initialen Geboten einer Verhandlung, den lokalen Optima einer Verhandlung oder aber den Grenzlosgrößen zugerechnet.

Betrachtungen einbezogen werden müssen. Mithilfe der Gleichungen (4.48) bis (4.50) können die Nachfrage und die Kostenparameter des zweiten Standorts in Abhängigkeit der Produktionsrate und der Kostenparameter des ersten Standorts dargestellt werden:

$$ch_2 = \eta \cdot ch_1 \quad (4.51)$$

$$cs_2 = \rho \cdot cs_1 \quad (4.52)$$

$$d = \beta \cdot v^p \quad (4.53)$$

Werden die Werte des abnehmenden Standorts und die Nachfrage in die Gleichung zur Berechnung der global kostenminimalen Losgröße (vgl. Gleichung (4.20)) eingesetzt, führt dies zu Gleichung (4.54):

$$q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta \cdot v^p \cdot (cs_1 + \rho \cdot cs_1)}{ch_1 \cdot \beta + \eta \cdot ch_1}} \quad (4.54)$$

Aus dem Ausklammern von d , cs_1 und ch_1 resultiert nachfolgende Gleichung:

$$q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta \cdot v^p \cdot cs_1 \cdot (1 + \rho)}{ch_1 \cdot (\beta + \eta)}} = q_1^* \cdot \beta \cdot \sqrt{\frac{1 + \rho}{\beta + \eta}} \quad (4.55)$$

Wird der Ausdruck $\beta \cdot \sqrt{\frac{1 + \rho}{\beta + \eta}}$ durch V_1^* ersetzt, ergibt sich folgender Ausdruck:

$$q_{sc}^* = q_1^* \cdot V_1^* \quad (4.56)$$

Übertragen auf den zweiten Standort wird die global kostenminimale Losgröße auf gleiche Weise berechnet:

$$q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{\rho} \cdot cs_2 + cs_2\right)}{ch_2 \cdot \frac{\beta}{\eta} + ch_2}} \quad (4.57)$$

$$\Rightarrow q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2 \cdot \left(\frac{1}{\rho} + 1\right)}{ch_2 \cdot \left(\frac{\beta}{\eta} + 1\right)}} = q_2^* \cdot \sqrt{\frac{\eta \cdot (1 + \rho)}{\rho \cdot (\beta + \eta)}} \quad (4.58)$$

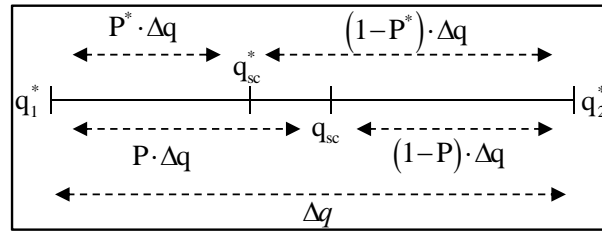
$$q_{sc}^* = q_2^* \cdot V_2^* \quad (4.59)$$

Nimmt der Faktor V_1^* einen Wert größer eins an, ist die kostenminimale Losgröße des zweiten Standorts und damit auch die global kostenminimale Losgröße größer als die des ersten Standorts. Der Faktor V_2^* ist dann kleiner als eins. Ist der Faktor V_1^* kleiner eins, bedeutet dies, dass die Losgröße q_1^* eine geringere Quantität umfasst als q_2^* . Zwar ist bereits dieser Faktor für das später vorgestellte Verfahren ausreichend; daraus kann aber nicht auf die Lage der global kostenminimalen Losgröße zwischen den Losgrößen des ersten und des zweiten Standorts geschlossen werden. Diese Information kann zum Beispiel als Argumentationshilfe oder zur Plausibilitätsprüfung der Grenzdeterminierung und des Verhandlungsergebnisses von Interesse sein. Zur Berechnung der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße wird deshalb zunächst die Differenz Δq der beiden lokal kostenminimalen Losgrößen unter Berücksichtigung der Gleichungen (4.22) und (4.34) festgelegt:

$$\Delta q = q_2^* - q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}} - \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}} \quad (4.60)$$

Für $q_2^* < q_1^*$ ist Δq negativ, sonst positiv oder null. Analog zur Differenz Δq wird $\Delta Q = [q_1^*; q_2^*]$ als Ergebnisintervall zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen definiert. Die relative Lage von q_{sc}^* zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen wird in Abhängigkeit der lokal kostenminimalen Losgröße des ersten oder des zweiten Standorts bestimmt. Im Folgenden wird beispielhaft die Bestimmung der relativen Lage bezogen auf Standort 1 durchgeführt. Die relative Lage in Abhängigkeit von Standort 2 kann ebenso ermittelt werden. Unter der relativen Lage P einer beliebigen integrierten Losgröße q_{sc} innerhalb einer Internal Supply Chain mit zwei Standorten wird die Lage dieser Losgröße in Relation zur Differenz der beiden lokal kostenminimalen Losgrößen verstanden (vgl. Abbildung 4.9). Das Symbol P^* steht für die relative Lage der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* (vgl. Abbildung 4.9). Die relative Lage nimmt einen Wert zwischen null und eins an, wenn die betrachtete integrierte Losgröße zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen liegt. Ein Wert größer eins oder kleiner als null deutet auf eine Lage außerhalb des Ergebnisintervalls hin. Die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* liegt zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen. P^* kann im Gegensatz zu P folglich nur Werte zwischen null und eins annehmen. Ein Wert von 0,5 zeigt an, dass die global kostenminimale Losgröße genau in der Mitte zwischen beiden Losgrößen liegt.⁵⁰⁷

⁵⁰⁷ Vgl. Banerjee (1986), S. 299.

Abbildung 4.9: Relative Lage P^* Linienskizze⁵⁰⁸

Die relative Lage P^* der global kostenminimalen Losgröße kann formal wie folgt definiert werden:

$$P^* = \frac{q_{sc}^* - q_1^*}{\Delta q} = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{ch_1 \cdot \frac{v^d}{v^p} + ch_2}} - \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}} - \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}} \quad \text{für } \Delta q \neq 0 \quad (4.61)$$

Dass dieser Ausdruck, wie zuvor festgestellt, stets positiv ist, kann darauf zurückgeführt werden, dass q_{sc}^* zwischen q_1^* und q_2^* liegen muss. Ist q_1^* größer als q_2^* , ergibt sich für den Nenner ein negativer Wert. Ebenso impliziert ein negatives Δq , dass q_{sc}^* einen Wert annimmt, der ebenfalls kleiner als q_1^* ist. Daraus resultiert ein negativer Zähler, so dass P^* als Ganzes positiv ist. Die Differenz Δq darf folglich jeden Wert aus der Menge $\mathfrak{R} \setminus 0$ der reellen Zahlen ohne null annehmen. Bei Δq gleich null ist P^* nicht definiert. Durch Ersetzen der Werte des Standorts 2 und der Nachfrage mit den Gleichungen (4.51) und (4.53) wird offensichtlich, dass die relative Lage P^* der global kostenminimalen Losgröße ausschließlich von den Parameterverhältnissen β , η und ρ abhängig ist.

$$P^* = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot \beta \cdot v^p \cdot (cs_1 + \rho \cdot cs_1)}{ch_1 \cdot \beta + \eta \cdot ch_1}} - \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot \beta \cdot v^p \cdot \rho \cdot cs_1}{\eta \cdot ch_1}} - \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}} \quad \text{für } \Delta q \neq 0 \quad (4.62)$$

$$\Rightarrow P^* = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot (1 + \rho)}{\beta + \eta}} - 1 \right)}{\sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1 \right)} \quad \text{für } \eta \neq \beta \cdot \rho \quad (4.63)$$

⁵⁰⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

Weil die Möglichkeit besteht, dass Δq gleich null oder η gleich $\beta \cdot \rho$ ist, muss diese nicht definierte Stelle gesondert betrachtet und ein zweiter Funktionsteil definiert werden. Gleiche Werte für η und $\beta \cdot \rho$ führen zu nachfolgendem unbestimmten Ausdruck:

$$\lim_{\beta \cdot \rho \rightarrow \eta} P^* = \frac{\sqrt{\frac{\beta + \eta}{\beta + \eta}} - 1}{\sqrt{\frac{\eta}{\eta}} - 1} = \frac{0}{0} \quad (4.64)$$

Aus der Anwendung des Satzes von l'Hospital auf Gleichung (4.63) folgt:

$$\lim_{\beta \cdot \rho \rightarrow \eta} P^* = \frac{\frac{2 \cdot \sqrt{\beta + \rho \cdot \beta}}{(\eta + \beta) \cdot \sqrt{\eta + \beta}}}{\frac{2 \cdot \sqrt{\rho \cdot \beta}}{\sqrt{\eta \cdot \eta}}} = \frac{\eta}{\eta + \beta} \quad (4.65)$$

Die Gesamtfunktion für die relative Lage P^* lautet folglich (vgl. Gleichungen (4.63) und (4.65)):

$$P^*(\beta, \eta, \rho) = \begin{cases} \frac{\sqrt{\frac{\beta \cdot (1 + \rho)}{\beta + \eta}} - 1}{\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1} & \text{für } \eta \neq \beta \cdot \rho \\ \frac{\eta}{\eta + \beta} & \text{für } \eta = \beta \cdot \rho \end{cases} \quad (4.66)$$

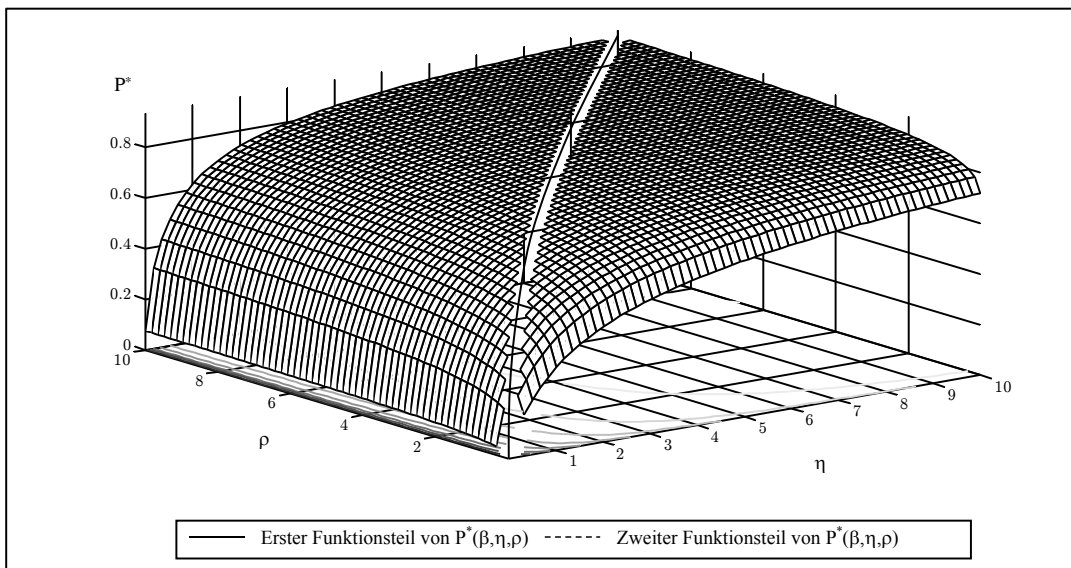


Abbildung 4.10: Relative Lage P^* in Abhängigkeit von η und ρ bei $\beta = 1$ ⁵⁰⁹

⁵⁰⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

In Abbildung 4.10 ist die Gesamtfunktion für $\beta = 1$ illustriert, wobei deutlich wird, dass der zweite Funktionsteil die stetige Fortsetzung des ersten Funktionsteils darstellt. Zudem kann zumindest für das ausgewählte Produktions-Bedarfsratenverhältnis β eine positive, monotone Abhängigkeit der Funktion von η und ρ konstatiert werden.⁵¹⁰ Bis hierhin basieren die Formeln auf den bekannten zentralen Modellen. Einzig die Einführung der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße wurde bislang zu den bekannten Modellen ergänzt. Die Erkenntnisse zur relativen Lage können mit folgendem Satz zusammengefasst werden:

Satz 5 *Die relative Lage $P^*(\beta, \eta, \rho)$ der global kostenminimalen Losgröße zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen der beiden Standorte hängt ausschließlich von den Verhältnissen der standortspezifischen Kostensätze η und ρ und dem Verhältnis β aus Bedarf und Produktionsrate ab.*

Dieser Zusammenhang ermöglicht die Vereinfachung der Bestimmung der Datensätze und eine transparente Festlegung von Grenzlosgrößen. Die organisatorischen Annahmen des Planungsverfahrens zur integrierten Losgrößenplanung in hybriden Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz wurden bereits in Abschnitt 3.3.4 und am Anfang dieses Kapitels in Abbildung 4.6 angedeutet. Das hybride Konzept zur Losgrößenplanung wird im Folgenden als Verfahren bezeichnet, weil es mehrere aufeinanderfolgende Aktivitäten enthält. Der Begriff hybrid leitet sich aus der Kombination zentraler und dezentraler Elemente ab. Die zentralen Elemente des Verfahrens werden von einer Zentralinstanz ausgeführt, die dezentralen Elemente sind den Standorten zugeordnet. Aufgabe der Zentralstelle ist die mittel- bis langfristige Schätzung der Grenzen für die Ergebnisse der Losgrößenverhandlungen zwischen den Standorten. Die Standorte stehen in einem internen Wettbewerb zueinander, so dass jeder Standort versucht, die lokalen Kosten zu minimieren. Die Preisgabe von Kosteninformationen schwächt die Verhandlungsposition eines Standorts und gefährdet damit das Ziel der lokalen Kostenminimierung. Gleichzeitig ist den Entscheidungsträgern der Standorte bewusst, dass sie den Erfolg des gesamten Unternehmens mitverantworten haben, um den eigenen Fortbestand zu gewährleisten. Deshalb akzeptieren die Entscheidungsträger der Standorte Grenzen, die ihnen von einer Zentralstelle des Unternehmens vorgegeben werden, solange ihnen ausreichend Entscheidungsautonomie verbleibt und die positive Auswirkung der Ergebniseinschränkung auf den Gesamterfolg des Unternehmens nachvollziehbar ist.⁵¹¹ Es müssen folglich zwei Anforderungen an ein Verfahren für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz besonders beachtet werden:

⁵¹⁰ Die Beziehung zwischen P^* und den Parameterverhältnissen wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit bei der Erläuterung der einzelnen Schritte des Planungsverfahrens für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz noch genauer untersucht.

⁵¹¹ Vgl. Abschnitt 3.2.4.

- Die Festlegung der Grenzen und Rahmenbedingungen darf nur auf unkritischen Daten, also auf keinen Kostendaten der Standorte, beruhen.
- Das Verfahren muss den Standorten die Hauptverantwortung der Planung belassen und nur Grenzen und Rahmenbedingungen setzen.

Die Entscheidungssituation ist in Abbildung 4.11 veranschaulicht.

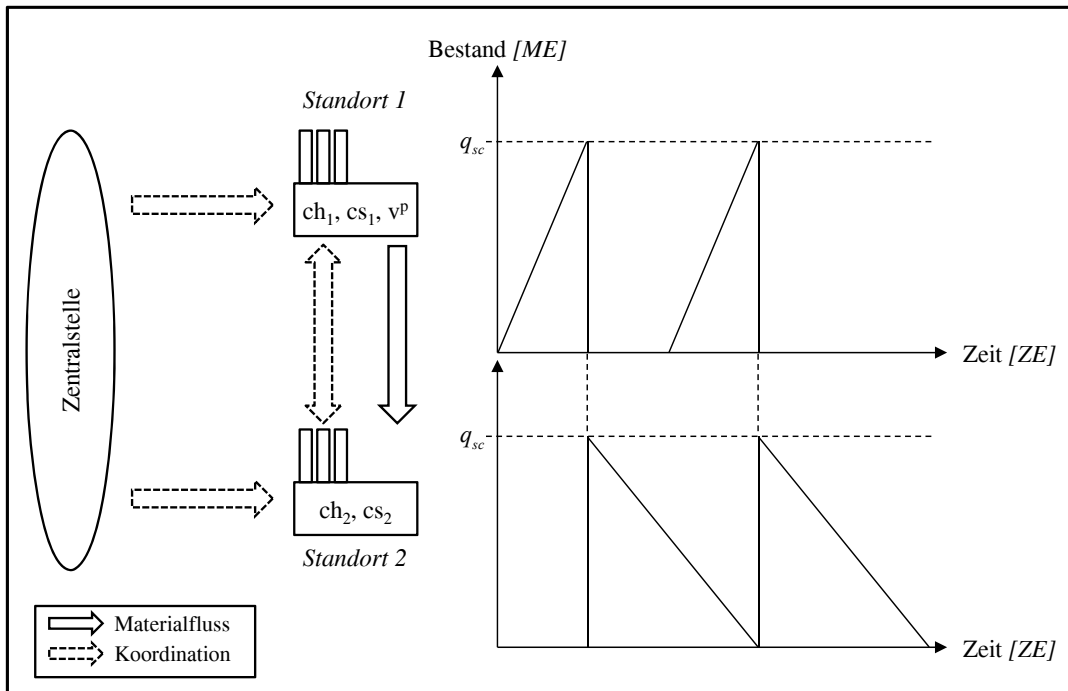


Abbildung 4.11: Hybride Entscheidungssituation⁵¹²

Das Losgrößenplanungsverfahren für Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz startet mit der Festlegung von Grenzen durch die Zentralstelle. Weil die Parameterverhältnisse β , η und ρ zwischen den Standorten leichter abzuschätzen sind und bei unternehmensweit einheitlichen Kostenschwankungen konstant bleiben, wird eine Abschätzung der Verhältnisse anstatt konkreter Kostenwerte empfohlen.⁵¹³ Die Zentralstelle eignet sich dafür die Kompetenz durch Analysen standortspezifischer Umweltfaktoren, Ergebnisanalysen der vergangenen Perioden und Gesprächen mit Standortverantwortlichen an. Daraufhin werden aus den abgeschätzten Verhältnissen entweder, falls diese Information für die Entscheidungsträger der zentralen Instanz interessant ist, die Grenzen \tilde{P}_1^* und \tilde{P}_2^* der relativen Lage P^* oder aber die Grenzfaktoren \tilde{V}_1^{min} , \tilde{V}_1^{max} , \tilde{V}_2^{min} und \tilde{V}_2^{max} , die als geschätzte Grenzen für die Werte des Faktors V aus den

⁵¹² Quelle: Eigene Darstellung.

⁵¹³ An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es ebenso möglich ist, konkrete Minimum- und Maximumwerte für cs , ch , d und v^p zu schätzen. Die Berechnung der Grenzlosgrößen erfolgt dann mit Gleichung (4.20). In dieser Arbeit erfolgt jedoch eine Konzentration auf die Abschätzung von Verhältnissen, weil angenommen wird, dass deren Schätzung leichter ist als die konkreter Werte.

Gleichungen (4.56) und (4.59) definiert sind, berechnet. Mit Start der Verhandlungen über die Losgröße geben die dezentralen Einheiten ihre lokal kostenminimalen Losgrößen bekannt, die wiederum die Grundlage für die Ableitung der Grenzlosgrößen aus den geschätzten Grenzen für P^* oder V^* bilden.⁵¹⁴ Mit den Grenzlosgrößen, die jeweils einer bestimmten Menge entsprechen, wird das Ergebnisintervall ΔQ zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen eingeschränkt. Innerhalb dieser Grenzen verhandeln dann die beiden Standorte über die zu realisierende integrierte Losgröße. Eine Übersicht über das hybride Verfahren bietet Abbildung 4.12. Die einzelnen Punkte dieses Vorgehens werden auf den folgenden Seiten näher beleuchtet.

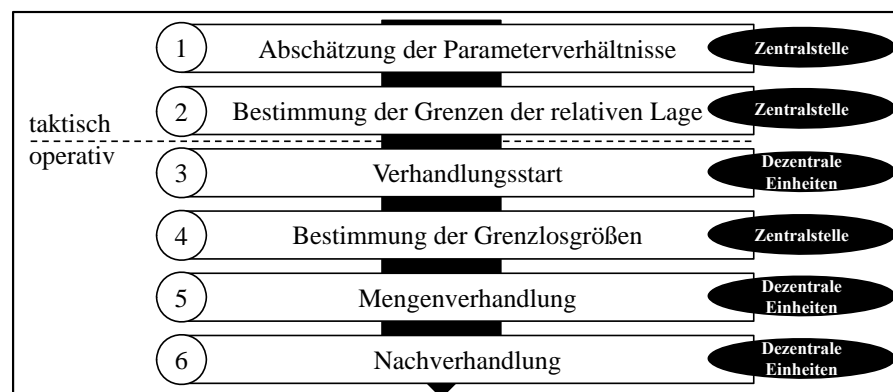


Abbildung 4.12: Hybrides Verfahren zur Losgrößenplanung⁵¹⁵

Abschätzung der Parameterverhältnisse $\tilde{\beta}$, $\tilde{\eta}$ und $\tilde{\rho}$

Der hybride Planungsprozess startet mit der Abschätzung der Parameterverhältnisse $\tilde{\beta}$, $\tilde{\eta}$ und $\tilde{\rho}$. Ziel der Abschätzung ist nicht die Bestimmung einzelner Werte, sondern je eines Wertebereichs, der durch einen Minimal- und einen Maximalwert begrenzt ist. Die geschätzten Minimalwerte der Parameterverhältnisse werden durch $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{min}$ dargestellt. Entsprechend repräsentieren $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\eta}^{max}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ die Maximalwerte. Im Verlauf der Erläuterungen der einzelnen Schritte wird sich zeigen, dass mit der Genauigkeit der Grenzabschätzung auch die Wahrscheinlichkeit auf ein global kostenminimales Verhandlungsergebnis steigt. Das *Lagerkostenverhältnis* η setzt sich aus den Lagerkostensätzen der beiden Standorte 1 und 2 zusammen. Der Lagerkostensatz kann in die vier Teilsätze, Kapital-, Gebäude-, Service- und Risikokostenanteil, untergliedert werden.⁵¹⁶ Die Kapitalkosten entsprechen den Opportunitätskosten des im Bestand gebundenen Kapitals und werden mit dem Zinssatz einer Alternativ-

⁵¹⁴ Vgl. Dudek (2009b), S. 59, und Pibernik/Sucky (2008).

⁵¹⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

⁵¹⁶ Vgl. Love (1979), S. 228–233. Diese Struktur wird auch in anderen Literaturquellen weitgehend bestätigt, wie zum Beispiel bei Bloech et al. (2008), S. 261–262, Hartmann (2002), S. 396–398, Silver et al. (1998), S. 45–46, Schmid (1998), S. 585, Kilger (1973), S. 388–389 und Hadley/Whitin (1963), S. 13–17. Strittig ist allein die Berücksichtigung von Personal- und Gebäudefixkosten. Allerdings scheint dieser Konflikt durch die Herausstellung des Planungshorizonts für die jeweilige Planungssituation lösbar (Vgl. zum Beispiel Hartmann (2002), S. 396–398).

anlage des gebundenen Kapitals quantifiziert. Die Gebäudekosten umfassen alle Kosten, die mit dem Unterhalt des Lagers zusammenhängen. Dazu zählen neben den Energiekosten auch Mieten, Versicherungen oder Abschreibungen. Bei der Abschätzung der Gebäudekosten ist darauf zu achten, dass diese kurzfristig nicht bestandsabhängig sind und deshalb kurzfristig keine Entscheidungsrelevanz für die Losgrößenplanung besitzen. Zielt die Losgrößenplanung auf den mittelfristigen Planungshorizont, ist eine Anpassung der Raumverhältnisse möglich und die Berücksichtigung der Raumkosten notwendig. Dafür wird aus den aggregierten Kosten ein Prozentsatz abhängig vom Bestandswert eines Stücks abgeleitet. Die Servicekosten als dritte Lagerkostenart beinhalten alle Kosten, die mit der Bestandspflege und dem Bestandshandling zusammenhängen. Unter diese Kostenkategorie fallen zum Beispiel bestandsbezogene Steuern und Versicherungen oder Prozesskosten für das Bestandshandling. Wie bei den Gebäudekosten ist auch bei den Servicekosten zwischen dem kurz- und dem mittelfristigen Planungshorizont zu unterscheiden. Kurzfristig ist eine Änderung der durch Handling induzierten Personalkosten unwahrscheinlich. Mittelfristig führt die Reduktion von Handlingtätigkeiten zu einer Minderung der Servicekosten. Diese Kosten werden analog zu den Gebäudekosten für die Losgrößenplanung operationalisiert. Neben Kapital-, Gebäude- und Servicekosten spielen die Risikokosten eine Rolle. Bereits die Bezeichnung zeigt, dass diese das Bestandsrisiko abbilden. Mit einer steigenden Quantität im Lager erhöht sich beispielsweise das Risiko obsoleter, also wertloser Bestände, ebenso wie das Risiko der Wertminderung, des Diebstahls oder des Verlusts.

Alle erläuterten Kostenarten werden in einem Prozentsatz zusammengefasst, der mit dem Bestandswert multipliziert wird. Zur Ermittlung der Bestandswerte können verschiedene Bewertungsgrundlagen herangezogen werden. Neben dem Beschaffungswert der gelagerten Ware kommen zum Beispiel auch der Zeitwert oder der Verkaufspreis in Frage. Als Grundlage für die Verhältnisabschätzung im Rahmen des hybriden Verfahrens dient für Standort 1 der interne Verrechnungspreis zwischen den beiden Standorten und für Standort 2 der Preis hin zum nächsten Knoten der Supply Chain. Beide Preise werden innerhalb der Internal Supply Chain oder sogar darüber hinaus den öffentlich verfügbaren Informationen zugerechnet. Damit wird auch die von Standort 2 hinzugefügte Wertschöpfung berücksichtigt, die bei sonst gleichen Kostensätzen zu einer Bevorzugung der Lagerung auf frühen Wertschöpfungsstufen führt. Zwar muss im Rahmen der Abschlussbilanz der Standorte und der Kapitalkonsolidierung für die Konzernbilanz der Vorratswert eines Standorts in der Standortbilanz offengelegt werden;⁵¹⁷ dies geschieht jedoch auf aggregierter Ebene und ist maximal nach Geschäftsbereichen und Fertigstellungsgrad aufgeteilt.⁵¹⁸ Die Zentrale kann diese Werte zwar zur Abschätzung verwenden, eine genaue Bestimmung der Bestandskosten ist damit allerdings nur selten möglich. Auch

⁵¹⁷ Vgl. Krimpmann/Lüdenbach (2009), S. 46–47.

⁵¹⁸ Vgl. Kagermann et al. (2008), S. 36–40, und Schildbach/Feldhoff (2008), S. 137–245. Auf Grund der häufig schlechten Informationslage werden zum Teil sogar Pauschalbuchungen vorgenommen (vgl. Dobler et al. (2008), S. 49).

die Maßgabe einer einheitlichen Bewertung bezieht sich nur auf den Bestandswert, nicht aber auf die Lagerhaltungskosten.⁵¹⁹ Die einzelnen Kostenkomponenten des Lagerkostensatzes sind für die Berechnung und Abschätzung des Lagerkostensatzes eines Standorts und damit des Lagerkostenverhältnisses zwischen den Standorten von unterschiedlicher Bedeutung. So herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass der größte Teil des Lagerkostensatzes auf die Kapitalkosten entfällt. Dieser wird in der Literatur auf den Bereich zwischen vier Prozent und zwölf Prozent festgelegt, wobei der Bereich meistens auf einen Wert zwischen sechs Prozent und zehn Prozent des Bestandswerts eingeschränkt wird.⁵²⁰ Der verwendete Zinssatz ist von den Möglichkeiten alternativer Geldanlagen, die einem Unternehmen zur Verfügung stehen, abhängig. Zu den alternativen Geldanlagen wird auch die Rückzahlung eines Kredites gezählt. Der Zinssatz entspricht dann dem für das Unternehmen gültigen Fremdkapitalzinssatz. Neben den Kapitalkosten sind Risiko- und Servicekosten von Bedeutung. In Erfahrungsberichten, Studien und theoretischen Abhandlungen werden Werte zwischen zwei Prozent und neun Prozent mit einem Schwerpunkt um die fünf Prozent genannt.⁵²¹ Die Gebäudekosten als vierte Kostenart werden in der Regel auf zwei Prozent bis drei Prozent geschätzt und verursachen daher nur einen geringen Teil der Bestandskosten. Nur in kleinen Lägern mit einer geringen Quantität pro Fläche können Gebäudekosten zu einem bedeutenden Lagerkostenfaktor werden, die mit einem deutlich größeren Prozentsatz des Bestandswerts in den Lagerkostensatz einfließen. Insgesamt bewegen sich die Lagerkostensätze in einem Bereich zwischen 10 Prozent und 33 Prozent. Die Extremwerte treten nur bei sehr speziellen Konfigurationen wie beispielsweise einem vollständig automatisierten Niedrigenergie-Hochregalmassenslager an einem günstigen Standort auf. Bevor die Lagerkostenverhältnisse geschätzt werden können, bedarf es einer Festlegung der verwendeten Lagerkostenstruktur. Auch hier kann mit einem Wertebereich gearbeitet werden und für jeden Kostenblock ein Anteil an dem Gesamtprozentsatz geschätzt werden. Zur Bestimmung der Lagerkostenverhältnisse η^{min} und η^{max} müssen die einzelnen Bereiche auf ihre Unterschiedlichkeit an den einzelnen Standorten geprüft und die Verhältnisse der Kostenkomponenten geschätzt werden. Dazu können einige allgemeine Aussagen getroffen werden:

- Als Bewertungsgrundlage für die Bestandsbewertung werden interne und externe Verrechnungspreise verwendet. Diese entsprechen öffentlichen Informationen, die an die Zentrale berichtet werden können. In der Regel nimmt der Bestandswert mit jeder Wertschöpfungsstufe zum Kunden hin zu.
- Auf Grund der Zugehörigkeit beider Standorte zu einem Unternehmen sind unterschiedliche Kapitalkosten zwischen den Standorten eher unwahrscheinlich, da die Kreditwür-

⁵¹⁹ Vgl. Schildbach/Feldhoff (2008), S. 56–60.

⁵²⁰ Vgl. zu diesen und den folgenden Zahlen Gudehus (2010), S. 343–345, Weber (2009), S. 291, Biedermann (2008), S. 43, Wannenwetsch (2005), S. 193, Hartmann (2002), S. 400, Love (1979), S. 231, und Nestler (1974), S. 47.

⁵²¹ Vgl. Gudehus (2010), S. 343–345, zu absoluten Servicewerten. Allerdings dienen diese in der genannten Veröffentlichung als Grundlage für eine sehr kurzfristige Planung.

digkeit von unternehmensspezifischen und nicht von standortspezifischen Aspekten abhängt.

- Die Risikokosten dürften am schwierigsten von allen Kostenarten ohne private Informationen der Standorte herzuleiten sein. Hinweise auf Unterschiede können zum Beispiel Änderungen der Verderblichkeit durch die Bearbeitungsschritte einer Wertschöpfungsstufe oder verschiedene Kriminalitätsraten und Lebensstandards an den jeweiligen Standorten sein.
- Einfacher gestaltet sich die Abschätzung der Servicekosten. Unterschiedliche Versicherungsbeiträge, zum Beispiel auf Grund unterschiedlicher Standortländer, können durch eine Anfrage bei Versicherungsgesellschaften aufgedeckt werden. Die Steuersätze auf das Umlaufvermögen in den einzelnen Standortländern sind allgemein öffentliches Wissen, so dass Steuerdifferenzen relativ leicht ausfindig zu machen sind. Die Bestandsverwaltungskosten korrelieren stark mit den Personalkosten. Sollten hier der zentralen Stelle keine Indikatoren für Gehaltsunterschiede vorliegen, besteht die Möglichkeiten aus allgemein zugänglichen Lohnstatistiken und Tarifverträgen Unterschiede in den Personalkosten abzuleiten.⁵²²
- Sollten die Gebäudekosten für die Abstimmung von großer Bedeutung sein, können entsprechende Informationen aus den örtlichen Mietspiegeln und Energiepreisvergleichen⁵²³ abgeleitet werden.
- Neben den genannten Quellen zur Schätzung des Lagerkostensatzes könnten auch die Vorräte in der Standortbilanz in Verbindung mit dem Bestand in Stück als Hinweis auf den Bestandswert dienen, allerdings nur für den Fall, dass die Produktion des Standorts auf ein Produkt konzentriert ist und der zu Grunde gelegte Bestand bekannt ist.⁵²⁴
- Statistiken zu Gehaltsunterschieden, Mieten und anderen relevanten Standortfaktoren werden von Organisationen wie der OECD, der Weltbank, dem Internationalen Währungsfonds oder dem Statistischen Bundesamt und von Verbänden, wie dem Bundesverband für Materialwirtschaft und Einkauf, der Industrie- und Handelskammer und diversen Fachverbänden vorgestellt. Daneben bieten Wirtschaftsforschungsinstitute, wie das Institut der Wirtschaft, Zahlen zu relevanten Standortunterschieden an.⁵²⁵

⁵²² Für einen internationalen Vergleich könnte zum Beispiel die dreijährlich erscheinende Studie „Preise und Löhne“ der UBS-Bank herangezogen werden.

⁵²³ Mietpreisvergleiche enthalten zum Beispiel die OECD-Veröffentlichung „Energy Prices and Taxes“ oder der Mietpreisspiegel für Gewerbeimmobilien der Immobilienberatung JonesLangLasalle (<http://www.joneslanglasalle.de>).

⁵²⁴ Ausführungen zur Bilanzierung von Vorräten enthält zum Beispiel Coenberg et al. (2012), S. 209–236.

⁵²⁵ Zum Beispiel enthält das jährlich erscheinende Heft „Deutschland in Zahlen“ des Instituts der deutschen Wirtschaft einen Überblick über volks- und betriebswirtschaftliche Kenngrößen. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Bericht des Weltwirtschaftsforums, der unter <http://www.weforum.org/> abgerufen werden kann.

Die Schätzwerte für die Unterschiede der einzelnen Kostenteile werden entsprechend der zuvor abgeschätzten Kostenstruktur gewichtet, mit dem Bestandswert eines Stückes multipliziert und zu einem Schätzbereich, der durch die Werte $\hat{\eta}^{min}$ und $\hat{\eta}^{max}$ begrenzt ist, aggregiert.

Im Gegensatz zum Lagerkostenverhältnis korreliert das *Rüstkostenverhältnis* $\tilde{\rho}$ deutlich stärker mit den Investitions- und Betriebskosten von Kapazitätsträgern, die die Hauptdeterminante der direkten Rüstkosten darstellen.⁵²⁶ Die indirekten Kosten entstehen durch den Produktionsausfall während der Rüstzeit. Wie bei den Lagerkosten ist bei den direkten Kosten zwischen einer kurzfristigen und mittelfristigen Betrachtungsweise zu unterscheiden.⁵²⁷ Bei Analysen auf der kurzfristigen Betrachtungsebene sind Personalstunden und damit -kosten unveränderbar. Aus mittelfristiger Perspektive sind die Personalkosten variabel, weil zum Beispiel Kontrakte mit Leiharbeitsfirmen oder die Fremdvergabe von Leistungen reduziert werden können. Analog zu den Lagerkosten wird auf Grund der Betrachtungen auf Netzwerkebene die mittelfristige Perspektive gewählt. Zusätzlich zu den Personalkosten beeinflussen die Maschinen- und die Materialkosten die direkten Kosten. Die Maschinen- und die Personalkosten werden mithilfe des Maschinenstundensatzes, also der Kosten, die durch eine Maschine bei einer Laufzeit von einer Stunde entstehen, abgeschätzt.⁵²⁸ Grundlage der Berechnung eines Maschinenstundensatzes ist die Laufzeit der Maschine pro Tag, pro Woche, pro Monat oder pro Jahr, durch die die direkt von der Quantität abhängigen Kosten geteilt werden. Der Personalkostenanteil entspricht dem Produkt aus Rüstzeit und Personalkosten pro Zeiteinheit. Der Maschinenkostenanteil errechnet sich aus der Summe der Raumkosten, der Abschreibungen, der Instandhaltungskosten und der Werkzeugkosten. Zu den Raumkosten zählen zusätzlich zu den Abschreibungen oder Mietzahlungen auch die Energiekosten. Der neben Maschinen und Personalkosten dritte große Kostenblock, die Materialkosten, enthält Kosten des Hilfsmittelverzehr und des Produktionsausfalls beim Hochlauf der Maschine. Unterschiede in der Instandhaltung sind entweder aus Herstellerinformationen oder Instandhaltungskostensätzen ableitbar. Ein allgemeiner Wertebereich für die Anteile der einzelne Kostenblöcke an den Rüstkosten kann auf Grund der hohen Diversität an Produktionsmaschinen nicht angegeben werden. Vielmehr entsteht durch jede Maschine ein spezifischer Rüstaufwand. Als Anhaltspunkt für die entstehenden Rüstkosten dienen die einzelnen Phasen des Rüstprozesses:⁵²⁹ In der Phase der Rüstvorbereitungen werden zum Beispiel die Werkzeugbereitstellung oder Werkzeugvoreinstellungen vorgenommen. Im Rahmen von Rüstzeitverbesserungen, insbesondere auf Basis der Single-Minute-Exchange-Of-Die-Methodik, erfolgen diese Tätigkeiten zunehmend maschinenextern, so dass die rüstbedingten Stillstandzeiten einer Maschine auf ein Minimum beschränkt werden. Nichtsdesto-

⁵²⁶ Vgl. Bloech et al. (2008), S. 260–261, Schmid (1998), S. 585, und Kilger (1973), S. 388, der allerdings keine indirekten Kosten in die Betrachtungen miteinbezieht.

⁵²⁷ Vgl. Silver et al. (1998).

⁵²⁸ Vgl. Scholz (2001), S. 117–119, und Wolfstetter (1998), S. 93–124.

⁵²⁹ Vgl. Frühwald (1990), S. 28. Ähnlich strukturiert Matyas (2010), S. 236–237, den Rüstprozess. Ein Praxisbeispiel zu dieser Thematik ist bei Trovinger/Bohn (2005) vorgestellt. Adam (2001), S. 476–479, unterscheidet zwischen Umrüst- und Anlaufphase oder -kosten.

trotz verursachen die vorbereitenden Tätigkeiten zumindest Personalkosten. Das Abrüsten des alten Werkzeugs und das Aufrüsten des neuen Werkzeugs entspricht dann dem eigentlichen Rüstvorgang. Ist das neue Werkzeug montiert, wird ein Probelauf mit Nachjustierungen und Feineinstellungen durchgeführt, bei dem vor allem Ausschussware produziert wird. Die nachbereitenden Tätigkeiten umfassen das Aufräumen der Hilfsmittel und die Dokumentation des Rüstvorgangs. Die Zeitanteile der einzelnen Schritte an der Gesamtrüstzeit lassen sich trotz der hohen Vielfalt an Rüstvorgängen relativ gut abschätzen.⁵³⁰ Fast die Hälfte der Rüstzeit wird durch Probelläufe, Justierungen und Zeiteinstellungen verbraucht. In ungefähr einem Drittel der Rüstzeit werden die Rüstungen vor- und nachbereitet. Nur circa ein Fünftel machen die eigentlichen Rüsttätigkeiten, also die Montage und Demontage der Werkzeuge einschließlich erster Einstellungen, aus. Die zunehmende Verlagerung interner Tätigkeiten hin zu externen Tätigkeiten lassen den Anteil der Vor- und Nachbereitungen steigen und den der Montage und Grundeinstellungen schmelzen. Maschinenexterne Rüsttätigkeiten, die noch während des Produktivbetriebes der Maschinen ausgeführt werden, können mithilfe des Maschinenstundensatzes nicht abgebildet werden. Diese können aber durch die Abschätzung des Personalaufwands gut angenähert werden, weil die Produktionsmaschinen per Definition während dieser Tätigkeiten ihre Produktionsaktivität fortsetzen können. Die Abschätzung der Rüstkosten erfolgt auf Basis diverser Quellen. Unterschiede im Personalkostenanteil können, wie bei den Lagerkosten, aus Lohnkostenvergleichen internationaler Institutionen wie der Weltbank, dem Internationalen Währungsfonds und Wirtschaftsinstituten oder den statistischen Ämtern des jeweiligen Landes und der Europäischen Union abgeleitet werden.⁵³¹ Rüstzeiten werden von Maschinenherstellern, aber auch in entsprechenden REFA-Tabellen veröffentlicht.⁵³² Zusätzlich können zur Abschätzung Erfahrungsberichte von Experten als Grundlage dienen. Ebenso helfen entsprechende Statistiken von Banken und Forschungsinstituten sowie Preisvergleiche von Energieanbietern und Informationen der Maschinenlieferanten zur Abschätzung von Raumkostenunterschieden. Die Opportunitätskosten des Rüstens müssen lediglich in Engpasssituationen berücksichtigt werden.⁵³³ Nachdem der Zentralstelle alle verfügbaren Nachfrageinformationen bekannt sind, stellt eine Einschätzung der aktuellen Nachfrage im Vergleich zum lang- und mittelfristigen Nachfrageverlauf kein Problem dar. Daraus kann auf Engpasssituationen geschlossen werden. Hinweise auf die Opportunitätskosten, also den Produktionsausfall auf Grund des Rüstvorgangs, liefert die Gesamtproduktionsleistung in Verbindung mit der Rüst-

⁵³⁰ Vgl. Matyas (2010), S. 236. Dort sind die konkreten Zahlen genannt. Nichtsdestotrotz sollten die Werte bei der Auswertung eines spezifischen Rüstvorgangs hinterfragt werden. Beispielsweise weisen die Werte von Frühwald (1990), S. 70, durchaus signifikante Abweichungen auf.

⁵³¹ Vgl. zum Beispiel <http://www.destatis.de> für einen Überblick über die Arbeitskosten und deren Entwicklung in Deutschland und der EU. Unter <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> werden außerdem europaweite Vergleiche der Bruttolöhne veröffentlicht.

⁵³² Rüstzeiten, aber auch Maschinenrestwerte sind zum Beispiel beim Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbauer in den entsprechenden Statistiken und dem Statistischen Handbuch für den Maschinenbau erhältlich.

⁵³³ Vgl. François (2000), S. 46.

zeit. Die Komplexität der netzwerkweiten Abschätzung der Rüstkosten steigt, sobald an einem standortübergreifenden Fertigungsprozess relativ viele, durch Puffer voneinander entkoppelte Einzelmaschinen beteiligt sind. Mit Fortschreiten der Fertigungsautomatisierung werden derartige Situationen seltener. Der Fertigungsprozess ist stattdessen geprägt von Transferstraßen und miteinander gekoppelten Industrierobotern. Ein Rüstvorgang betrifft die gesamte Fertigungslinie und nicht nur eine Maschine. An den einzelnen Standorten sind nur wenige Fertigungslinien platziert, so dass eine aggregierte Abschätzung möglich ist. Sollte dennoch ein Fertigungsprozess von entkoppelten Maschinen ausgeführt werden, erscheint die Beschränkung der Analysen auf ein Engpasssystem und ein System mit mittlerer Rüstzeit sinnvoll. Dabei muss darauf geachtet werden, dass das tatsächliche Rüstkostenverhältnis im Schätzbereich zwischen den Rüstkostenverhältnissen $\tilde{\rho}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ enthalten ist. Wie im Verlauf dieser Arbeit noch zu sehen ist, führt selbst ein sehr breit gewähltes Intervall zwischen diesen beiden Verhältnissen zu einer Verbesserung der Gesamtkostensituation in der Internal Supply Chain im Vergleich zur dezentralen Losgrößenabstimmung ohne zentrale Intervention.

Das dritte abzuschätzende Verhältnis ist das Produktions-Bedarfsratenverhältnis β , das über die aktuelle Kapazitätssituation Aufschluss gibt und die Bedarfsrate d zur Produktionsrate des liefernden Standorts v^p in Relation setzt. Aus der Modellannahme, dass ausreichend Kapazität zur Verfügung steht, folgt für β ein Wert kleiner als eins. Außerdem ist d bekannt. Die Produktionsrate wird mithilfe der Gesamtproduktionsleistung und den Investitionen eines Standorts, die in der Regel an die Zentralstelle weitergegeben werden oder abzuschätzen sind, bestimmt. Um den mittelfristigen Charakter der zentralen Intervention zu wahren, empfiehlt es sich für β trotzdem konkrete Werte zu vermeiden, sondern Schwankungsbreiten anzugeben, um Nachfrageschwankungen oder Schwankungen in der Produktionskapazität abzubilden. Trotzdem ist auf Grund der Struktur des zu Grunde liegenden Losgrößenmodells darauf zu achten, dass sowohl Nachfrageverlauf als auch die Produktionskapazität nur kleinen Schwankungen unterliegen und kurz- und mittelfristig annähernd konstant bleiben. Bei starken Schwankungen müssen dynamische oder stochastische Modelle zur hybriden Planung herangezogen werden.

Insgesamt können auf Basis der aufgeführten Quellen und Vorgehensweisen initiale Schätzungen erstellt werden. Diese müssen durch Experteninterviews, Werksführungen, Standortaudits und qualitative Methoden verifiziert werden. Auch eine einmalige Vollerhebung der Daten bei Einführung des hybriden Planungsverfahrens ist nicht ausgeschlossen. Darauf fundierend können dann Änderungen durch Neuinvestitionen, Tarifvertragsänderungen oder andere Ereignisse eingearbeitet werden, ohne auf standortspezifische Kostensätze zugreifen zu müssen. Letztendlich hängt eine solche Erhebung allerdings von der Bereitschaft der Standorte und der Ausprägung des kompetitiven Charakters des Netzwerks ab.

Bestimmung der Grenzen der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße

Mithilfe der geschätzten Grenzen der Parameterverhältnisse werden Grenzen zur Determinie-

zung der konkreten Losgrößen berechnet. Dazu können entweder die Faktoren V_1^* und V_2^* , die die global kostenminimale Losgröße in Relation zur Losgröße eines Standorts (vgl. Gleichungen (4.56) und (4.59)) setzen, oder die relative Lage $P^*(\beta, \eta, \rho)$ der global kostenminimalen Losgröße im Bereich zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen (vgl. Gleichung (4.66)) verwendet werden. Zunächst wird die erste Alternative, die Determinierung der Losgröße mithilfe des Faktors V_1^* untersucht. In den Gleichungen (4.56) und (4.59) ist zu sehen, dass die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* mit steigendem Produktions-Bedarfsratenverhältnis β und mit steigendem Rüstkostenverhältnis ρ anwächst, bei einem steigenden Lagerkostenverhältnis η aber sinkt.⁵³⁴ Daraus folgt, dass die Grenzlosgröße, die Standort 1 am nächsten ist, durch die geschätzten Untergrenzen des Produktions-Bedarfsraten- und des Rüstkostenverhältnisses, $\tilde{\beta}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{min}$ sowie das geschätzte Maximum des Lagerkostenverhältnisses $\tilde{\eta}^{max}$ erreicht wird. Die geschätzte Losgröße in der Nähe von Standort 2 ist bei den Verhältnissen $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\rho}^{max}$ und $\tilde{\eta}^{min}$ gegeben.

$$\tilde{q}_1^b = q_1^* \cdot \tilde{\beta}^{min} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tilde{\rho}^{min}}{\tilde{\beta}^{min} + \tilde{\eta}^{max}}} \quad (4.67)$$

$$\tilde{q}_2^b = q_1^* \cdot \tilde{\beta}^{max} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tilde{\rho}^{max}}{\tilde{\beta}^{max} + \tilde{\eta}^{min}}} \quad (4.68)$$

Zur Berechnung der Losgrößengrenzwerte bedarf es der lokal kostenminimalen Losgröße des ersten Standorts als Bezugspunkt. Diese ist der Zentralstelle allerdings erst mit Start der Verhandlungen bekannt. Davor berechnet die Zentralstelle lediglich den Faktor \tilde{V}^{535} , um den die global kostenminimale Losgröße der Internal Supply Chain größer oder kleiner als q_1^* ist. Der Faktor $\tilde{V}_1 = \tilde{\beta} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tilde{\rho}}{\tilde{\beta} + \tilde{\eta}}}$ kann ausschließlich positive Ergebnisse annehmen, da alle Parameterverhältnisse größer als null sein müssen. Nimmt \tilde{V}_1 einen Wert von eins oder größer als eins an, ist die global kostenminimale Losgröße gleich oder größer q_1^* , ansonsten kleiner. Eine theoretische Obergrenze für den möglichen Wertebereich dieses Faktors existiert nicht. Deshalb ist auch die Lage der global kostenminimalen Losgröße zwischen den beiden Losgrößen q_1^* und q_2^* nicht aus \tilde{V}_1 ableitbar. Die Gleichungen (4.67) und (4.68) zur Berechnung der Unter- und Obergrenze von \tilde{V}_1 sind nur dann gültig, wenn der Faktor mit $\tilde{\rho}$ und $\tilde{\beta}$ monoton steigend und

⁵³⁴ Grundlage dieser Aussage ist Gleichung (4.56), aus der der Einfluss von $\tilde{\rho}$ und $\tilde{\eta}$ direkt ersichtlich ist. Wird zudem aus dem Nenner β ausgeklammert, ergibt sich $V_1^* = \sqrt{\beta \cdot \frac{1 + \rho}{1 + \frac{\rho}{\beta}}}$. Daraus folgt eindeutig, dass die Losgröße mit steigendem β wächst.

⁵³⁵ Die Tilde anstatt des Sterns signalisiert, dass die Berechnungen auf Parameterschätzungen beruhen.

mit $\tilde{\eta}$ monoton fallend ist. Dies kann durch die partiellen Ableitungen des Faktors nach den Parametern nachgewiesen werden.

$$\frac{\partial V_1^*}{\partial \beta} = \left(1 - \frac{\beta}{2 \cdot (\beta + \eta)}\right) \cdot \sqrt{\frac{1 + \beta}{\beta + \eta}} \quad (4.69)$$

$$\frac{\partial V_1^*}{\partial \rho} = \frac{\beta \cdot \sqrt{1 + \beta}}{2 \cdot (\beta + \eta) \cdot \sqrt{\beta + \eta}} \quad (4.70)$$

$$\frac{\partial V_1^*}{\partial \eta} = -\frac{\beta}{2 \cdot \sqrt{(1 + \rho) \cdot (\beta + \eta)}} \quad (4.71)$$

V_1^* muss monoton mit β steigen, weil die Parameterverhältnisse ausschließlich positive Werte annehmen können und sich damit unter der Wurzel ausschließlich positive Terme befinden. Außerdem ist der Ausdruck $\frac{\beta}{2 \cdot (\beta + \eta)}$ kleiner als eins, weil der Nenner des Bruchs sogar dann doppelt so groß ist wie der Zähler, wenn η gleich null ist. Insgesamt muss also die partielle Ableitung von V_1^* nach dem Produktions-Bedarfsratenverhältnis β positiv sein.

Satz 6 Der Faktor V_1^* verhält sich monoton steigend mit steigendem Produktions-Bedarfsverhältnis β .

Auf Grund der positiven Parameterverhältnisse gestaltet sich die Feststellung der Monotonie von V_1^* bezüglich der Parameterverhältnisse ρ und η unter Zuhilfenahme der Gleichungen (4.70) und (4.71) einfach.

Satz 7 Der Faktor V_1^* verhält sich monoton steigend mit steigendem Rüstkostenverhältnis ρ .

Satz 8 Der Faktor V_1^* verhält sich monoton fallend mit steigendem Lagerkostenverhältnis η .

Der Faktor V_1^* lässt keine Aussage über die Lage der global kostenminimalen Losgröße zu. Für eine Plausibilitätsprüfung des späteren Verhandlungsergebnisses und zur Abschätzung, welcher Standort mengenmäßig bevorzugt wird, kann dies von Nachteil sein. Alternativ können die Losgrößengrenzen aus der relativen Lage P^* errechnet werden. Dazu werden die geschätzten Grenzen der relativen Lage \tilde{P}_1^* und \tilde{P}_2^* ermittelt. Um die Grenzwerte der relativen Lage berechnen zu können, muss der Zusammenhang zwischen den Parameterverhältnissen β , η und ρ und der relativen Lage \tilde{P}^* geklärt werden. Die Darstellung der relativen Lage in Abbildung 4.10 verleitet zu der Aussage, dass P^* mit den ansteigenden Kostenverhältnissen η

und ρ monoton wächst. Allerdings bezieht sich die Grafik auf einen konkreten Wert für das Produktions-Bedarfsratenverhältnis ($\beta = 1$). Folglich kann die Abbildung nur als Indiz, aber nicht als allgemeingültiger Beweis gewertet werden. Die notwendigen Erkenntnisse zur Monotonie können durch die partiellen Ableitungen der Funktion zur Berechnung der relativen Lage P^* (Gleichung (4.66)) nach den Parameterverhältnissen gewonnen werden. Zur partiellen Ableitung der Funktion $P^*(\beta, \eta, \rho)$ nach dem Rüstkostenverhältnis ρ wird im zweiten Funktionsteil η mit dem Produkt aus β und ρ ersetzt. Daraus folgt der Term $\frac{\rho}{\rho+1}$. Die partielle Ableitung der Gesamtfunktion nach dem Rüstkostenverhältnis ist in Gleichung (4.74) aufgeführt.

$$\frac{\partial P^*(\beta, \eta, \rho)}{\partial \beta} = \begin{cases} \frac{\frac{\sqrt{\rho+1}}{\sqrt{\beta+\eta}} - \frac{\beta \cdot \sqrt{\rho+1}}{\sqrt{\beta+\eta} \cdot (\beta+\eta)}}{2 \cdot \sqrt{\beta} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1\right)} - \frac{\sqrt{\rho} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot (\rho+1)}{\beta+\eta}} - 1\right)}{2 \cdot \sqrt{\beta \cdot \eta} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1\right)^2} & \text{für } \eta \neq \beta \cdot \rho \\ -\frac{\eta}{\beta + \eta^2} & \text{für } \eta = \beta \cdot \rho \end{cases} \quad (4.72)$$

$$\frac{\partial P^*(\beta, \eta, \rho)}{\partial \eta} = \begin{cases} -\frac{\frac{\sqrt{\beta \cdot (1+\rho)}}{2 \cdot (\beta+\eta) \cdot \sqrt{\beta+\eta}} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1\right)}{\left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1\right)^2} + \frac{\left(\sqrt{\frac{\beta \cdot (1+\rho)}{\beta+\eta}} - 1\right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\beta \cdot \rho}}{2 \cdot \eta \cdot \sqrt{\eta}}\right)}{\left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1\right)^2} & \text{für } \eta \neq \beta \cdot \rho \\ \frac{\beta}{(\beta + \eta)^2} & \text{für } \eta = \beta \cdot \rho \end{cases} \quad (4.73)$$

$$\frac{\partial P^*(\beta, \eta, \rho)}{\partial \rho} = \begin{cases} \frac{\sqrt{\beta}}{2 \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1 \right) \cdot \sqrt{(1 + \rho) \cdot (\beta + \eta)}} - \frac{\sqrt{\beta} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot (1 + \rho)}{\beta + \eta}} - 1 \right)}{2 \cdot \sqrt{\eta \cdot \rho} \cdot \left(\sqrt{\frac{\beta \cdot \rho}{\eta}} - 1 \right)^2} & \text{für } \eta \neq \beta \cdot \rho \\ \frac{1}{(\rho + 1)^2} & \text{für } \eta = \beta \cdot \rho \end{cases} \quad (4.74)$$

Eine analytische Auswertung des Wertebereichs der partiellen Ableitungen ist nur beim zweiten Funktionsteil zielführend. Weil die Monotonie des ersten Funktionsteils von P^* mit den Parametern β , η und ρ analytisch nicht nachzuweisen ist, bedarf es einer Monte-Carlo-Simulation. Unter Berücksichtigung der Semantik der Parameterverhältnisse werden die Wertebereiche der gleichverteilten Zufallsvariablen auf $]0; 1]$ für β , $]0; 10000]$ für ρ und $]0; 10000]$ für η festgelegt. Der kleinere Wertebereich des Lagerkostenverhältnisses ist durch das niedrigere Kostenniveau der Lagerkostensätze im Vergleich zu den Rüstkostensätzen verursacht. Der Wertebereich von β wird durch die Annahme, dass das Kapazitätsangebot nicht kleiner als die Kapazitätsnachfrage ist, auf den gewählten Bereich eingeschränkt. Nachdem die Ereignisse „Höhere Kosten bei Standort 1“ und „Höhere Kosten bei Standort 2“ über alle Simulationsläufe hinweg ungefähr gleich häufig auftreten sollen, wird zunächst für jedes Parameterverhältnis eine Zufallszahl ζ_1 zwischen eins und 10000 beziehungsweise 1000 erzeugt und dann mit einer weiteren Zufallszahl ζ_2 zwischen null und eins darüber entschieden⁵³⁶, welchem Standort die z-fach höheren Kosten zuzuordnen sind. Bei der Erzeugung der Zufallszahlzahlen für das Parameterverhältnis β wird auf den zweiten Schritt verzichtet und sofort ein Wert zwischen null und eins generiert. Für jede partielle Ableitung werden 100000 Kombinationen simuliert. Die partielle Ableitung des ersten Funktionsteils von P^* nach β ergibt ausschließlich negative Ergebnisse (vgl. Abbildung 4.13). Diese Aussage ist konsistent mit der partiellen Ableitung des zweiten Funktionsteils. Folglich besitzt Satz 9 Gültigkeit:

Satz 9 Die relative Lage P^* verhält sich monoton fallend mit steigendem β .

⁵³⁶ Falls ζ_2 einen Wert größer als 0,5 annimmt, werden die höheren Kosten durch Standort 2 verursacht, ansonsten durch Standort 1.

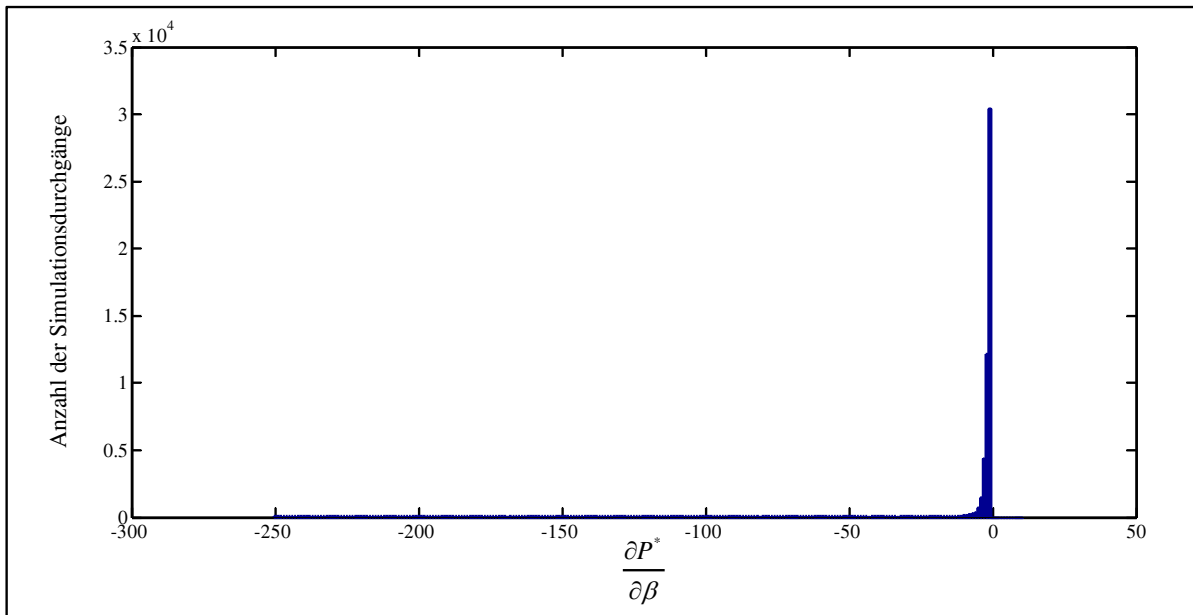
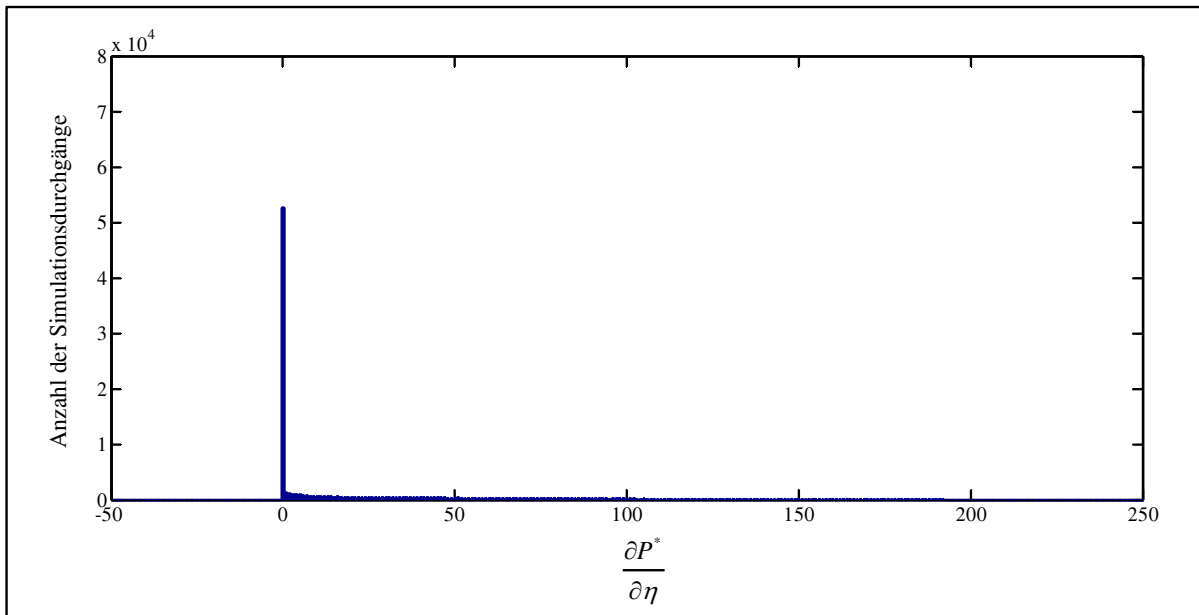


Abbildung 4.13: Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach β ⁵³⁷

Das Histogramm in Abbildung 4.13 fällt durch die im Vergleich zu den noch folgenden Histogrammen der anderen Parameter breite Streuung der Ergebnisse auf, die sich neben einer dünnen Linie entlang des negativen Bereichs der X-Achse auch in dem verhältnismäßig niedrigen Häufigkeitsmaximum zwischen 30 Prozent und 40 Prozent der simulierten Wertekombinationen ausdrückt. Das minimale Ergebnis der partiellen Ableitung ist im Histogramm aus Darstellungsgründen nicht zu sehen und liegt noch unter dem Wert von -250. Das Häufigkeitsmaximum nahe null signalisiert eine in vielen Fällen nur sehr kleine Veränderung der relativen Lage P^* bei sich änderndem β und ist damit ein Indiz für eine gewisse Robustheit gegenüber Fehlschätzungen. Im Gegensatz zu β ergibt sich bei jeder der 100000 Wertekombinationen für die partielle Ableitung von P^* nach η ein positives Ergebnis. Das Simulationsergebnis ist im Histogramm in Abbildung 4.14 dargestellt. Weil eine analytische Auswertung des zweiten Funktionsteils ebenfalls eine positive Steigung bei Parameterverhältnissen größer null ergibt, können die relevanten Erkenntnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach η mit nachfolgendem Satz zusammengefasst werden:

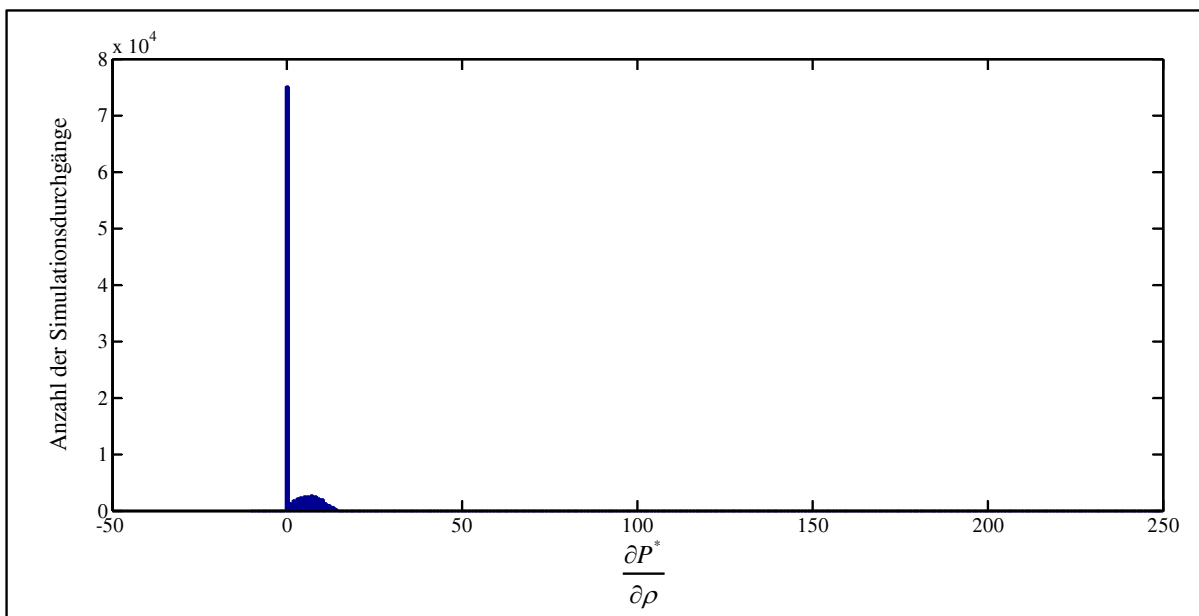
Satz 10 Die relative Lage P^* verhält sich monoton steigend mit steigendem η .

⁵³⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 4.14: Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach η ⁵³⁸

Ein ähnliches Ergebnis weist die Simulation der partiellen Ableitung des ersten Funktionsteils von P^* nach ρ und die Analyse der partiellen Ableitung des zweiten Funktionsteils nach ρ auf (vgl. Abbildung 4.15):

Satz 11 Die relative Lage P^* verhält sich monoton steigend mit steigendem ρ .

Abbildung 4.15: Simulationsergebnisse zur partiellen Ableitung von P^* nach ρ ⁵³⁹

⁵³⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

⁵³⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Berechnung der Grenzen von P^* auf Basis der geschätzten Parameterverhältnisse haben die Sätze 9 bis 11 zur Folge, dass bei $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{max}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ die Obergrenze der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße liegt und bei $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\eta}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{min}$ der Wert der relativen Lage im Schätzbereich minimal ist. Die Obergrenze von P^* korrespondiert mit dem Losgrößenwert, der im Schätzbereich dem zweiten Standort am nächsten ist. Aus der Untergrenze wird hingegen der Losgrößenwert abgeleitet, der Standort 1 am nächsten ist. Die Grenzen der relativen Lage, \tilde{P}_1^* und \tilde{P}_2^* , sind wie folgt definiert:

$$\tilde{P}_1^*(\tilde{\beta}^{max}, \tilde{\eta}^{min}, \tilde{\rho}^{min}) = \begin{cases} \frac{\sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{max} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{min})}{\tilde{\beta}^{max} + \tilde{\eta}^{min}}} - 1}{\sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{max} \cdot \tilde{\rho}^{min}}{\tilde{\eta}^{min}}} - 1} & \text{für } \tilde{\eta}^{min} \neq \tilde{\beta}^{max} \cdot \tilde{\rho}^{min} \\ \frac{\tilde{\eta}^{min}}{\tilde{\eta}^{min} + \tilde{\beta}^{max}} & \text{für } \tilde{\eta}^{min} = \tilde{\beta}^{max} \cdot \tilde{\rho}^{min} \end{cases} \quad (4.75)$$

$$\tilde{P}_2^*(\tilde{\beta}^{min}, \tilde{\eta}^{max}, \tilde{\rho}^{max}) = \begin{cases} \frac{\sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{min} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{max})}{\tilde{\beta}^{min} + \tilde{\eta}^{max}}} - 1}{\sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{min} \cdot \tilde{\rho}^{max}}{\tilde{\eta}^{max}}} - 1} & \text{für } \tilde{\eta}^{max} \neq \tilde{\beta}^{min} \cdot \tilde{\rho}^{max} \\ \frac{\tilde{\eta}^{max}}{\tilde{\eta}^{max} + \tilde{\beta}^{min}} & \text{für } \tilde{\eta}^{max} = \tilde{\beta}^{min} \cdot \tilde{\rho}^{max} \end{cases} \quad (4.76)$$

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sowohl die relative Lage \tilde{P}^* als auch der Faktor \tilde{V}_1 als Ausgangspunkt der Festlegung von Grenzlosgrößen geeignet sind. Beide Faktoren basieren auf den abgeschätzten Parameterverhältnissen, wobei die relative Lage zusätzlich die Bestimmung der mengenbezogenen Lage des Kostenminimums zwischen den beiden Standortlosgrößen ermöglicht.

Verhandlungsstart

Die beiden bisher erläuterten Schritte des hybriden Verfahrens werden mittel- bis langfristige durchgeführt und können unabhängig von der eigentlichen Losgrößendeterminierung verwirklicht werden. Die Festsetzung der Losgröße obliegt den dezentralen Einheiten und erfolgt im Rahmen einer bilateralen Verhandlung, deren Resultat vom Informationsaustausch und der Machtverteilung innerhalb der Internal Supply Chain abhängt.⁵⁴⁰ Die verhandelnden Parteien verfolgen eigene, lokale Ziele. Im vorliegenden Kontext der Losgrößenplanung streben die Standorte minimale entscheidungsrelevante Kosten an. Ein Verhandlungsergebnis ist aus der Perspektive eines Standorts dann optimal, wenn es die entscheidungsrelevanten Standortkosten minimiert. Um das Verhandlungsergebnis, aber auch die Gebote während der Verhandlung

⁵⁴⁰ Vgl. Abschnitt 4.3.2.

evaluieren zu können, müssen sich beide Akteure über ihre lokal kostenminimale Losgröße im Klaren sein. Diese wurden im Rahmen der Erläuterungen zu den dezentralen Losgrößenmodellen eingeführt (vgl. Gleichungen (4.22) und (4.34)). Bei asymmetrischer Machtverteilung zu Gunsten einer der beiden Standorte hat der mächtige Standort zunächst kein Interesse daran, von seiner kostenminimalen Losgröße abzuweichen. Gelingt es dem schwachen Standort nicht, den mächtigen Standort über Ausgleichszahlungen oder Preisanpassungen zu einer anderen Losgröße zu bewegen, wird die lokal kostenminimale Losgröße des mächtigen Standorts in der Supply Chain verwirklicht. Weil die kostenminimale Losgröße des anderen Supply-Chain-Akteurs nicht bekannt ist, starten risikoneutrale und individuell rationale Entscheidungsträger die Verhandlung mit dem lokalen Kostenminimum, das aus Sicht eines Entscheidungsträgers aufgrund der Informationslage der naheliegende Fokuspunkt ist, als initiales Gebot.⁵⁴¹ Auf diese Weise wird eine Konzession im Rahmen des initialen Gebots vermieden. Bei symmetrischer Machtverteilung kommt hinzu, dass eine vom lokalen Kostenminimum abweichende Losgröße als initiales Gebot durch eine ähnliche Strategie des anderen Supply-Chain-Akteurs egalisiert werden kann. Sobald ein periodischer oder ereignisorientierter Losgrößenplanungsbedarf besteht, eröffnen dementsprechend beide Parteien simultan die Verhandlung mit ihrer lokal kostenminimalen Losgröße.

Bestimmung der Grenzlosgrößen

Die initialen Gebote der beiden Verhandlungsparteien werden zusammen mit den geschätzten Grenzwerten der relativen Lage \tilde{P}_1^* und \tilde{P}_2^* von der zentralen Einheit dazu genutzt, konkrete Grenzquantitäten, die das Ergebnisintervall einschränken, zu ermitteln. Die Grenzlosgrößen müssen die Eigenschaft besitzen, dass die entscheidungsrelevanten Kosten der Internal Supply Chain für alle Losgrößen im durch die Grenzlosgrößen eingeschränkten Ergebnisintervall ΔQ^b aus der Perspektive der gesamten Internal Supply Chain niedriger ausfallen, als die Kosten, die bei der jeweils relevanten lokal kostenminimalen Losgröße entstehen. Die jeweils relevante lokal kostenminimale Losgröße ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dieser und der Grenzlosgröße nicht die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* liegen darf. Formal wird diese Anforderung an die Grenzlosgrößen \tilde{q}_1^b und \tilde{q}_2^b für $q_1^* \geq q_2^*$ wie folgt definiert:

$$q_{sc}^* \leq \tilde{q}_1^b \leq q_1^* \quad q_{sc}^* \geq \tilde{q}_2^b \geq q_2^* \quad (4.77)$$

Für $q_1^* < q_2^*$ lautet die Anforderung an die Grenzlosgröße:

$$q_{sc}^* > \tilde{q}_1^b > q_1^* \quad q_{sc}^* < \tilde{q}_2^b < q_2^* \quad (4.78)$$

⁵⁴¹ Vgl. Dudek (2009b), S. 59, Pibernik/Sucky (2008) und Schelling (1980), S. 70 und S. 111–115. In Abschnitt 5.4.6.5 wird genau dieses Verhalten empirisch untersucht, wobei sich zeigt, dass nur ein Teil der Experimentteilnehmer auch tatsächlich die lokal kostenminimale Losgröße als Startgebot wählt. Entsprechende Anpassungen am hybriden Verfahren werden deshalb in Abschnitt 5.5 vorgenommen.

Mit dieser Anforderung wird garantiert, dass das eingeschränkte Ergebnisintervall ΔQ^b eine Verbesserung zum ursprünglichen Ergebnisintervall ΔQ zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen darstellt. Aus der Perspektive eines zentralen rationalen Entscheiders sind die Grenzlosgrößen folglich im Vergleich zu den lokal kostenminimalen Losgrößen als Ergebnisintervallbegrenzung zu präferieren. Diese Anforderung wird durch die Grenzfestlegung auf Basis des Verhandlungsstarts und auf Basis der Grenzlosgröße festgelegt. Liegt, wie angenommen, die kostenminimale Losgröße der gesamten Supply Chain zwischen den beiden Losgrößengrenzen, können die Grenzlosgrößen mit den beiden Standortlosgrößen q_1^* und q_2^* berechnet werden. Im Rahmen der Anwendung des hybriden Verfahrens mit dem Faktor \tilde{V}_1^* ist zur Bestimmung der Grenzen allein das initiale Gebot von Standort 1 relevant. Zur Erlangung der Obergrenze des Losgrößenbereichs wird \tilde{q}_2^b gemäß Gleichung (4.68) berechnet. Für die Untergrenze des globalen Losgrößenbereichs wird Gleichung (4.67) angewendet. Erfolgt die Berechnung der Grenzen des Verhandlungsergebnisses mithilfe der geschätzten relative Lage \tilde{P}^* , wird die Losgrößengrenze \tilde{q}_1^b in der Nähe der kostenminimalen Losgröße von Standort 1 ermittelt, indem auf dessen initiales Gebot das Produkt aus Δq und P_1^* aufaddiert wird. Die Losgrößengrenze in der Nähe von q_2^* wird analog mit P_2^* ermittelt.

$$\tilde{q}_1^b = q_1^* + (q_2^* - q_1^*) \cdot \tilde{P}_1^* \quad (4.79)$$

$$\tilde{q}_2^b = q_1^* + (q_2^* - q_1^*) \cdot \tilde{P}_2^* \quad (4.80)$$

Die Ermittlung der Grenzlosgrößen auf Basis des Faktors \tilde{V}_1^* oder der relativen Lage \tilde{P}^* erfolgt auf Basis der Standortparameterverhältnisse β , η und ρ . Daraus ergeben sich insbesondere die folgenden beiden Vorteile:

- Da Verhältnisse anstatt konkreter Losgrößen geschätzt werden, ist es ausreichend, Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten zu kennen. Diese können durch Experten geschätzt werden. Eine Festlegung auf einen konkreten Betrag ist außerdem nicht notwendig. Stattdessen muss ein Intervall festgelegt werden.
- Die Verhältnisse haben zudem den Vorteil, dass sie sich trotz unternehmensweiter Trends nicht verändern. Steigen unternehmensweit beispielsweise die Löhne um einen gewissen Prozentsatz ändern sich die Parameterverhältnisse nicht. Die Schätzung der Parameterverhältnisse ist dementsprechend im Vergleich zur Losgrößenabstimmung eher langfristige orientiert.

Die Grenzlosgrößen werden von der Zentralstelle an die Verhandlungspartner kommuniziert. Die Verhandlungspartner setzen daraufhin ihre Verhandlung innerhalb der Grenzlosgrößen fort. Die ersten beiden Schritte des hybriden Verfahrens können zusammen mit der Kalkulation der

Grenzlosgröße durchgeführt werden. Durch die Entkoppelung der Prozessschritte, wie sie in diesem Abschnitt vorgenommen wurde, soll die unterschiedliche Fristigkeit der Teilschritte deutlich gemacht und das Automatisierungspotenzial der zentral ausgeführten Schritte aufgezeigt werden.

Durchführung der Mengenverhandlung

Das zweite Gebot der beiden Verhandlungspartner entspricht mit hoher Wahrscheinlichkeit den Grenzlosgrößen als kleinste mögliche Konzession. Der weitere Fortgang der Verhandlungen orientiert sich an den dezentralen Modellen. Hier wurde vor allem das Modell von Sucky vorgestellt, das auf Grund der entsprechenden Informationsverteilung für den vorgeschlagenen hybriden Ansatz geeignet zu sein scheint. Allerdings wurde bereits darauf hingewiesen, dass dieses Modell bei wiederholtem Einsatz entweder zu einem Modell mit vollständiger Information beim schwachen Partner konvertiert oder zu opportunistischem Verhalten beim mächtigen Partner führt. Sollte dieses Modell dennoch zur Verhandlung zwischen den Standorten eingesetzt werden, können die Grenzlosgrößen zumindest zur Abschätzung der Kostentypen und zur Beschränkung auf gültige Ergebnisse genutzt werden. Auf Grund der gezeigten Nachteile beim wiederholten Einsatz des Modells und vor allem der relativ aufwändigen Schätzungen an beiden Standorten wird für die Verhandlungen im Rahmen des hybriden Verfahrens ein einfacher Bargaining-Prozess unterstellt, der eine schrittweise Annäherung der beiden Partner bei symmetrischer Machtverteilung ermöglicht. Die beiden Akteure einigen sich auf eine Losgröße q_{sc}^i im eingeschränkten Ergebnisintervall $\Delta Q^b = [\tilde{q}_1^b; \tilde{q}_2^b]$. Die Differenz Δq^b der beiden Eckpunkte des eingeschränkten Ergebnisintervall wird formal wie folgt ausgedrückt:

$$\Delta q^b = \tilde{q}_2^b - \tilde{q}_1^b \quad (4.81)$$

Bei asymmetrischer Machtverteilung setzt sich der mächtige Standort $\bar{p}s$ mit der entsprechenden Grenzlosgröße durch.

$$q_{sc}^i = \tilde{q}_{\bar{p}s}^b \quad (4.82)$$

Fraglich ist, inwieweit Kompensationszahlungen als Ausgleich für die auf Grund des hybriden Verfahrens entstandenen zusätzlichen Kosten des mächtigen Akteurs in die Verhandlung zu integrieren sind. Weil beide Standorte Teil eines Unternehmens sind, ist ein Verzicht auf Kompensationszahlungen nachvollziehbar, führen diese doch zu einer Erhöhung des administrativen Aufwands ohne den Erfolg des Unternehmens direkt zu beeinflussen. Allerdings wurde als eine Annahme des hybriden Verfahrens die hohe Autonomie der Standorte hervorgehoben. Die konsequente Umsetzung dieser Annahme bedeutet vor allem eine kostenmäßige Autonomie, die nur dann gewährleistet ist, wenn jeder Standort selbst über seine Kosten verfügen kann.

Diese Sichtweise erfordert auch die Möglichkeit zu Ausgleichszahlungen.⁵⁴² Im Rahmen des hybriden Ansatzes sind Ausgleichszahlungen im sechsten Schritt, der Nachverhandlung, vorgesehen. Die Ausgestaltung der Nachverhandlung hängt von der Machtverteilung ab. Zunächst wird eine Verhandlungsstrategie zum Einsatz bei asymmetrischer Verhandlungsmacht vorgeschlagen. Im Anschluss daran erfolgt eine Analyse der Nachverhandlung in Entscheidungssituationen mit symmetrischer Machtverteilung.

Nachverhandlung bei asymmetrischer Verhandlungsmacht

Die Einigung auf eine Menge q_{sc}^i , mit der die Mengenverhandlung endet, induziert für jede der beiden Parteien Kosten. Gerade bei asymmetrischen Machtverhältnissen variieren die Kostenanteile und vor allem die Anteile an den Ersparnissen durch die Supply-Chain-Koordination stark. Während dem mächtigen Partner auf Grund des hybriden Verfahrens im Vergleich zu seiner lokal kostenminimalen Losgröße Kostennachteile entstehen, profitiert der schwache Standort von dem hybriden Verfahren, weil eine für ihn günstigere Losgröße als die des mächtigen Akteurs realisiert wird. Um einen Ausgleich zu schaffen und um den mächtigen Akteur zur Teilnahme am hybriden Verfahren zu motivieren, forciert die Zentralstelle Ausgleichszahlungen des schwachen Partners an den Mächtigen zur Kompensation von dessen Kostennachteilen. Durch eine Kombination von Losgröße und Ausgleichszahlung, einem sogenannten Kontrakt, können außerdem zusätzliche Kostenersparnisse für die gesamte Supply Chain erzielt werden (vgl. Satz 4), die sogar eine Überkompensation der Kostennachteile des mächtigen Partners ohne eine Schlechterstellung des schwachen Partners ermöglichen. Die Zahlung des schwachen Standorts an den Mächtigen sollte einen Wert kleiner als der Vorteil, den der schwache Standort durch die Losgrößenkoordination erlangt, und einen Wert größer als der Kostennachteil des mächtigen Standorts betragen. Nur so werden beide Akteure bei der Koordination der Losgrößen im Vergleich zu einer unkoordinierten Supply Chain besser gestellt. Das Wissen um Kostenvor- oder -nachteile des jeweils anderen Akteur ist aber beschränkt und privat. Folglich ist die Festlegung der Seitenzahlungen nicht trivial. In der Literatur werden dafür zum Beispiel Schätzungen und Self-Selection-Modelle vorgeschlagen. Wie in Abschnitt 4.3.2 gezeigt, führen diese Modelle jedoch zur Preisgabe privater Informationen.⁵⁴³ Eine wiederholte Anwendung dieser Modelle führt zur systematischen Benachteiligung von einem der beteiligten Akteure. Alle nachfolgend eingeführten Seitenzahlungsansätze wurden deshalb mit dem Ziel entwickelt, derartige Effekte zu vermeiden. Deshalb weist das nachfolgend eingeführte Sekantenverfahren im Vergleich zu den in der Literatur vorgestellten Konzepten folgende zusätzliche Eigenschaften auf:

⁵⁴² Selbst wenn eine zentral-hierarchische Organisation vorliegt, könnten sich Kompensationszahlungen als sinnvoll erweisen, weil der administrative Zusatzaufwand, den die Abwicklung von derartigen Zahlungen verursacht, durch die zusätzliche Motivation der Standorte kompensiert wird.

⁵⁴³ Vgl. zum Beispiel Sucky (2004a) oder Corbett/Groote (2000).

1. Die Festlegung eines Seitenzahlungsgebots beruht einzig auf für einen Akteur zugänglichen Informationen und nicht auf subjektiven Schätzungen der dezentralen Einheiten.
2. Die Teilnahme an dem Verfahren darf auch dann keine Rückschlüsse auf die Kostenfunktion eines Akteurs zulassen, wenn dieser die für ihn beste Verhandlungsentscheidung, das heißt Annahme des Gebots des anderen Akteurs, Ablehnung dieses Gebots oder Erstellung eines neuen Gebots, trifft.

Voraussetzung für eine Festlegung von Kompensationszahlungen ist das Wissen um die Machtverteilung innerhalb der Internal Supply Chain. Dieses kann zum Beispiel durch eine Ergebnisanalyse der vergangenen Verhandlungen festgestellt werden. Das wiederholte Auftreten einer Grenzlosgröße als Verhandlungsergebnis zeigt die starke Machtposition des Standorts, dessen Losgröße nahe an der verwirklichten Grenzlosgröße liegt, an. Hier kann die relative Lage $P^b(q_{sc}^i)$ des Ergebnisses der Mengenverhandlung im eingeschränkten Ergebnisintervall als Kennzahl dienen. Der Ausgleich, den der schwache Standort an den Mächtigen zu leisten hat, kann jeden Wert größer als null annehmen. Um eine für eine der beiden Seiten ruinöse Lieferbeziehung zu vermeiden, ist es jedem der beiden Akteure gestattet, ein Angebot abzulehnen. Daher kann die Nachverhandlung nur in Kontrakten, bestehend aus Kompensationszahlung und Losgröße, resultieren, die für beide Seiten vorteilhaft sind oder ohne Ergebnis bleiben. Für die Nachverhandlung werden folgende Annahmen getroffen:

- Die Nachverhandlung besteht aus einer Verhandlungsrunde, in der der aktive Akteur p_s eine Kombination aus Losgröße und Kompensationszahlung offeriert. Der passive Akteur \bar{p}_s lehnt das Angebot entweder ab oder stimmt dem zu. Mit der Entscheidung des passiven Akteurs endet die Nachverhandlung.
- Die Verhandlung basiert auf der im vorherigen Verfahrensschritt ausgehandelten Losgröße q_{sc}^i .
- Die Verhandlung endet mit der endgültigen Festlegung einer integrierten Losgröße q_{sc} , die entweder der in der Nachverhandlung angepassten Losgröße \hat{q}_{ps}^b und der dazugehörigen Kompensationszahlung $s_{\bar{p}_s p_s}$ oder dem Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i entspricht.
- Beide Akteure können die Nachverhandlung ohne Einigung beenden. In diesem Fall wird die Losgröße q_{sc}^i realisiert.
- Die Kostenfunktion des jeweils anderen Standorts ist beiden Standorten unbekannt.
- Die lokalen Kostenfunktionen beider Akteure sind konvex.
- Die gesetzten Losgrößengrenzen beinhalten die kostenminimale Losgröße der gesamten Supply Chain. Ein Überschreiten der Grenzen ist als Ergebnis der Nachverhandlung nicht möglich.

- Die Akteure handeln risikoneutral und rational.

Der aktive Akteur muss zu Beginn der Nachverhandlung eine Entscheidung bezüglich des Kontrakts treffen, den er dem passiven Akteur anbietet. Dabei ist sein Ziel, eine möglichst große, lokale Kostenverbesserung des Ergebnisses der Mengenverhandlung zu erreichen. Zur Lösung dieses Entscheidungsproblems wird das nachfolgende zweistufige, auf Sekantenwerten basierende Verfahren vorgeschlagen. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird dieses Verfahren als Sekantenverfahren bezeichnet.

1. Die Losgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ des Angebots des aktiven Standorts $\bar{p}s$ entspricht der Losgröße, bei der der Abstand zwischen der Kostendifferenzfunktion⁵⁴⁴ $\Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a$ des aktiven Akteurs und ihrer Sekante $\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ zwischen den Grenzlosgrößen maximal ist. Bezugspunkt der Kostendifferenzfunktion ist die lokal kostenminimale Losgröße $q_{\bar{p}s}^*$ des mächtigen Akteurs.
2. Die Seitenzahlung $s_{\bar{p}s\bar{p}s}$ des schwachen Akteurs $\bar{p}s$ an den mächtigen Akteur $\bar{p}s$ entspricht dem Sekantenwert $\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$.

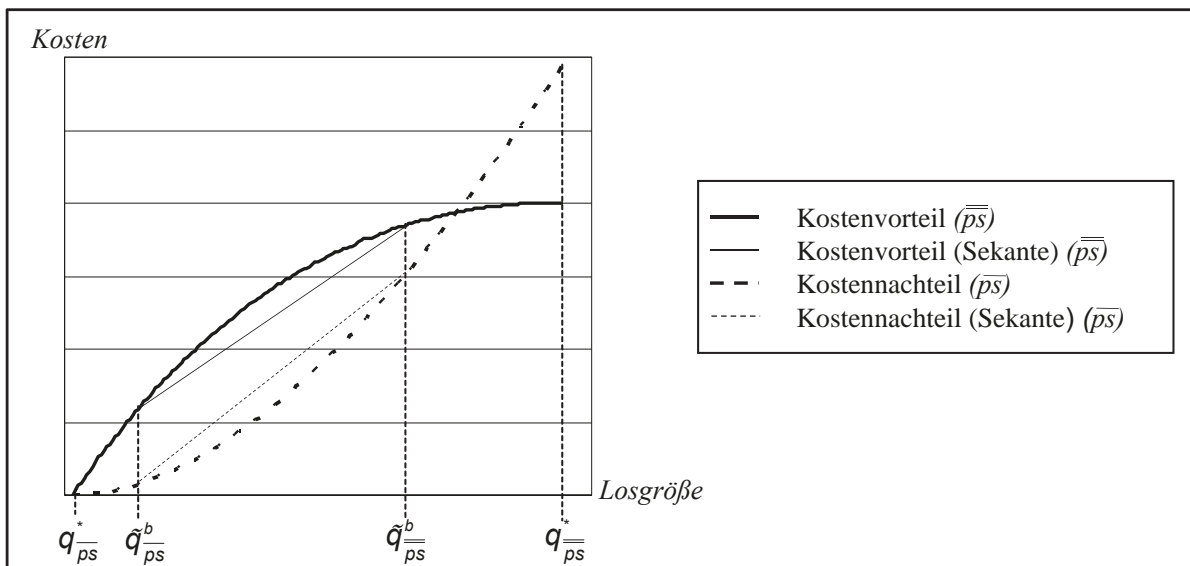


Abbildung 4.16: Kostendifferenzfunktionen mit Sekanten (Machtasymmetrie)⁵⁴⁵

Auf Grund der Determinierung der Seitenzahlung in Punkt 2 ist sichergestellt, dass der aktive Standort bei erfolgreichem Ausgang der Nachverhandlung eine Kostenverbesserung erzielt. Die relevanten Losgrößen sowie die möglichen Seitenzahlungen sind in Abbildung 4.16 veranschaulicht. Die grafische Darstellung bezieht sich auf eine Entscheidungssituation, in der

⁵⁴⁴ Der Begriff Kostendifferenzfunktion wird im Folgenden zusammenfassend für die Kostennachteilsfunktion des mächtigen Akteurs und die Kostenvorteilsfunktion des schwachen Akteurs verwendet.

⁵⁴⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

der mächtige Akteur eine kleinere Losgröße als der schwache Akteur etablieren möchte. Die Darstellung für den umgekehrten Fall gleicht dem gespiegelten Funktionsverlauf dieser Abbildung.⁵⁴⁶

Im weiteren Verlauf dieses Abschnitts ist zunächst die Berechnung der Losgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ und des Sekantenwerts $\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ zu klären, bevor dessen lokale und globale Wirkung auf das Ergebnis des hybriden Losgrößenplanungsansatzes beschrieben werden kann. Die Kostendifferenzfunktion eines Akteurs repräsentiert die Kostenabweichung, die dem jeweiligen Akteur bei Realisierung einer anderen Losgröße als der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts $\bar{p}s$ entsteht. Jede Abweichung der Losgröße von der lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}s}^*$ des mächtigen Standorts induziert eine Kostenverschlechterung $\Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a$ des mächtigen Standorts und eine Kostenverbesserung $\Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}$ des schwachen Standorts gegenüber der Ausgangslage nach der Mengenverhandlung. Nähert sich die verhandelte Losgröße an die global kostenminimale Losgröße der Internal Supply Chain an, übersteigt gemäß Satz 4⁵⁴⁷ der Kostenvorteil des schwachen Standorts den Kostennachteil des mächtigen Akteurs. Allgemein wird dieser Zusammenhang in Anlehnung an den spezifischen Fall in den Gleichungen (4.24) und (4.39) wie folgt quantifiziert:

$$\Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a = \left(\frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc})}{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*)} - 1 \right) \cdot C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) \quad (4.83)$$

$$\Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}} = \left(1 - \frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc})}{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*)} \right) \cdot C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) \quad (4.84)$$

Die grafische Skizze der beiden Funktionen in Abbildung 4.16 offenbart die streng konvexe Form des Kostennachteils und den streng konkaven Funktionsverlauf des Kostenvorteils. Die Funktionsformen sind auf die konvexe Funktion der lokalen Kostenfunktionen zurückzuführen. Beide Funktionen sind in dem hier unterstellten Fall $q_{\bar{p}s}^* < q_{\bar{p}s}^*$ auf das Ergebnisintervall ΔQ der globalen Losgrößenplanung beschränkt. Beide Funktionen starten bei der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts mit dem Wert null. Der Kostenvorteil nimmt zunächst schneller als der Kostennachteil zu. Rechts des Supply-Chain-Optimums steigt der Kostenvorteil langsamer als der Kostennachteil. Eine Lösung rechts des Schnittpunkts der beiden Kostendifferenzfunktionen führt zu einem für die Internal Supply Chain schlechteren Ergebnis als die lokal kostenminimale Losgröße des mächtigen Standorts. Die Eckpunkte der Sekanten entsprechen den Grenzlosgrößen $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$ und $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$. Im Rahmen der Mengenverhandlung wird der mächtige Akteur im Vergleich zur Realisierung seiner lokal kostenminimalen Losgröße, die er als mächtiger Akteur bei der unterstellten Informationsverteilung ohne zentrale Intervention

⁵⁴⁶ Für den Fall, dass die Grenzlosgrößen den beiden Schnittpunkten der Kostendifferenzfunktionen gleichen, überdecken sich beide Sekanten. Es existiert also nur eine Sekante. Das Verfahren funktioniert trotzdem.

⁵⁴⁷ Vgl. Satz 4 auf S. 131.

auch durchsetzen könnte, schlechter gestellt. Deshalb ist die Annahme sinnvoll, dass die Nachverhandlung mit der Perspektive zur Kostenverbesserung vom mächtigen Akteur $\bar{p}s$ initiiert wird.⁵⁴⁸ Der Sekantenwert $\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ von dessen Kostennachteilsfunktion kann mithilfe der relativen Lage $P^b(q_{sc})$ von q_{sc} zwischen den Grenzlosgrößen wie folgt berechnet werden:

$$\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b} = P^b(q_{sc}) \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) \right) + C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) \quad (4.85)$$

Die relative Lage $P^b(q_{sc})$ von q_{sc} zwischen den Grenzlosgrößen wird anhand von Gleichung (4.86) bestimmt:

$$P^b(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b} \quad (4.86)$$

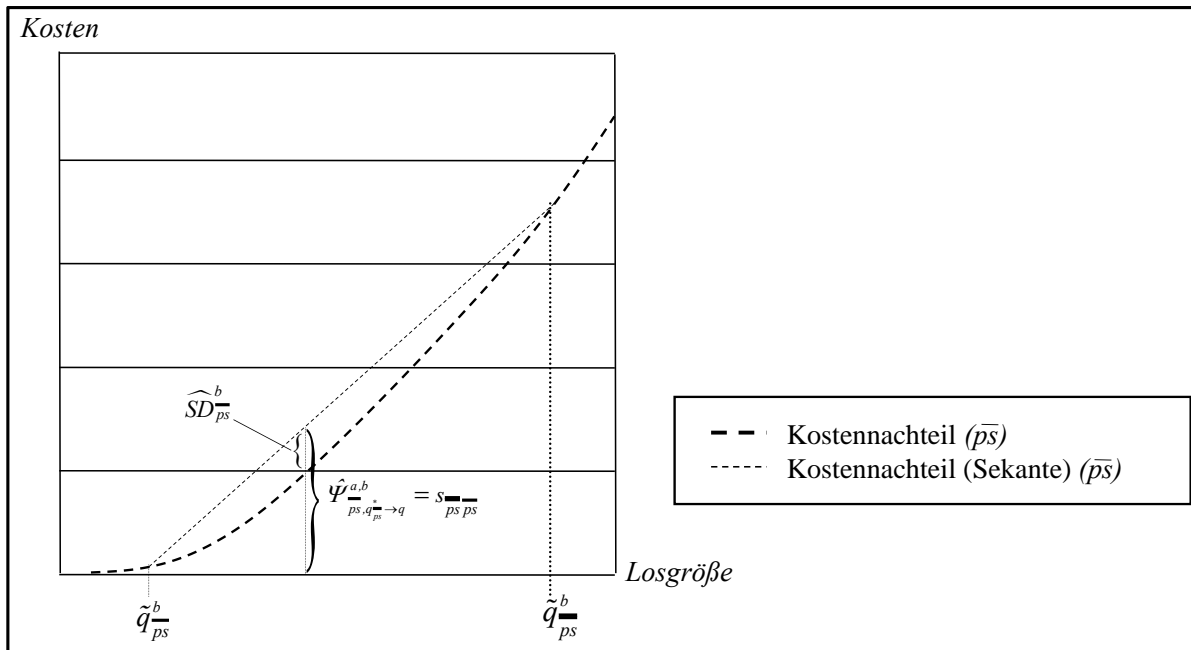


Abbildung 4.17: Kostennachteilssekante des aktiven mächtigen Standorts $p_s = \bar{p}s$ (Machtasymmetrie)⁵⁴⁹

Im Gegensatz zur relativen Lage der Supply-Chain-weit kostenminimalen Losgröße ist die Berechnung der relativen Lage zwischen den Losgrößengrenzen abhängig von der Macht-

⁵⁴⁸ Diese Situation wird in der Literatur in der Regel nicht betrachtet, weil ohne Integration von Grenzlosgrößen für den mächtigen Akteur zunächst kein Anlass besteht, von seiner lokal kostenminimalen Losgröße abzuweichen (vgl. Sucky (2004a) und Banerjee (1986)). Unabhängig davon ist das Sekantenverfahren im Rahmen der Nachverhandlung auch dann anwendbar, wenn der schwache Standort aktiv wird. Auf Grund der Festlegung und Durchsetzung von Grenzlosgrößen wird der Bezugspunkt für die Verhandlungen über Kompensationszahlungen von der lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}s}^*$ des mächtigen Standorts hin zu einer Losgröße verschoben, die sich näher am lokalen Kostenminimum des schwachen Standorts befindet. Deshalb wird an dieser Stelle von dem in der Literatur verbreiteten Vorgehen abgewichen.

⁵⁴⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

verteilung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kostennachteil und damit die Steigung der Sekante der Kostennachteilsfunktion abhängig von der Machtverteilung ist.⁵⁵⁰ Gleichung (4.86) verursacht eine positive Steigung von $\hat{\Psi}_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$, falls die Grenzlosgröße des mächtigen Standorts $\tilde{q}_{\bar{p}_s}^b$ kleiner als die des schwachen Standorts ist, und eine negative Steigung für den umgekehrten Fall. Die Konvexität der Kostennachteilsfunktion impliziert, dass jeder Wert der Sekante $\hat{\Psi}_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ größer oder gleich dem tatsächlichen Kostennachteil ist. In Abbildung 4.17 ist zu sehen, dass sich die Ergebnisse der Differenz $\hat{SD}_{\bar{p}_s}^b(q_{sc})$ aus Sekantenwert und Funktionswert ausschließlich im positiven Bereich bewegen.

Gleichung (4.87) definiert die Differenz zwischen Sekanten- und Funktionswert mathematisch.

$$\hat{SD}_{\bar{p}_s}^b(q_{sc}) = \hat{\Psi}_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b} - \Psi_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}}^a \quad (4.87)$$

Das Einsetzen der Gleichungen (4.83), (4.85) und (4.86) in Gleichung (4.87) führt zu folgendem Ausdruck:

$$\begin{aligned} \hat{SD}_{\bar{p}_s}^b(q_{sc}) = & \frac{q_{sc} - \tilde{q}_{\bar{p}_s}^b}{\tilde{q}_{\bar{p}_s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}_s}^b} \cdot \left(C_{\bar{p}_s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}_s}^b) - C_{\bar{p}_s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}_s}^b) \right) + C_{\bar{p}_s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}_s}^b) - C_{\bar{p}_s}^{LS}(q_{\bar{p}_s}^*) - \\ & - \left(\frac{C_{\bar{p}_s}^{LS}(q_{sc})}{C_{\bar{p}_s}^{LS}(q_{\bar{p}_s}^*)} - 1 \right) \cdot C_{\bar{p}_s}^{LS}(q_{\bar{p}_s}^*) \end{aligned} \quad (4.88)$$

Mit Gleichung (4.88) wird der Abstand zwischen der Sekante und dem Funktionswert der Kostennachteilsfunktion formal ausgedrückt. Bietet der mächtige Akteur im Rahmen der Nachverhandlung dem schwachen Standort eine Losgröße an, die näher an dessen lokal kostenminimaler Losgröße liegt als das ursprüngliche Verhandlungsergebnis, und verlangt im Gegenzug eine Kompensationszahlung, die auf der Kostennachteilssekante zwischen den beiden Grenzlosgrößen liegt, entsteht unter bestimmten Voraussetzungen eine Win-Win-Situation (vgl. Abbildung 4.18).

⁵⁵⁰ Dieser Bezug ist nur für die Berechnung der Sekanten bei asymmetrischer Machtverteilung notwendig. Bei der Darstellung der Ergebnisse der empirischen Datenerhebung zur Entscheidungssituation mit symmetrischer Machtverteilung in Abschnitt 5.4 wird die relative Lage zwischen den Grenzlosgrößen fix auf die beiden Standorte bezogen.

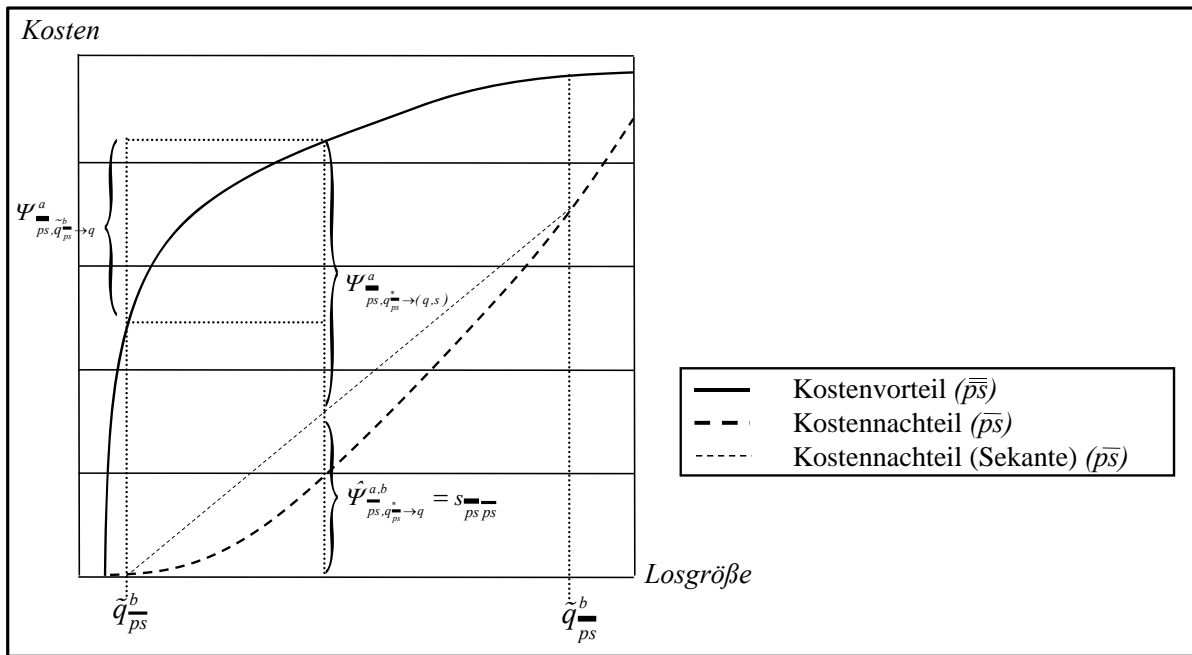


Abbildung 4.18: Kostendifferenzfunktionen bei Machtasymmetrie⁵⁵¹

Der mächtige Akteur wird für den durch die Verwirklichung der Grenzlosgröße und die neu ausgehandelte Losgröße erlittenen Kostennachteil kompensiert und erhält zusätzlich noch die Differenz aus Sekantenwert und Nachteilsfunktionswert vom schwachen Standort. Letzterer profitiert von dieser Lösung, weil er die Differenz aus dem Wert der eigenen Kostenvorteilsfunktion und dem Sekantenwert der Kostennachteilsfunktion des mächtigen Partners einbehalten kann.

Der maximale Abstand zwischen Kostennachteilssekante und Kostennachteilsfunktion repräsentiert die maximale zusätzliche Ersparnis des mächtigen Standorts im Rahmen des Sekantenverfahrens. Die Losgröße, bei der diese Differenz maximiert wird, entspricht der Losgröße, die der mächtige Standort dem schwachen Standort im Rahmen der Nachverhandlung anbietet. Die Kompensationszahlung gleicht dem Sekantenwert. Gesucht ist folglich das Maximum der Funktion $\hat{S}D_{\bar{p}s}^b(q_{sc})$ aus Gleichung (4.88) zur Bestimmung des für den mächtigen Partner besten Kontrakts aus Losgröße und Kompensationszahlung. Werden die von q_{sc} abhängige lokale Kostenfunktion $C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc})$ und die relative Lage $P^b(q_{sc})$ innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls mit den lokalen Kostenfunktionen beider Akteure (vgl. Gleichungen (4.21) und (4.33)) und Gleichung (4.86) substituiert, wird der Zusammenhang zwischen der integrierten Losgröße q_{sc} und $\hat{S}D_{\bar{p}s}^b(q_{sc})$ deutlich. Mithilfe der Ableitung der Gleichung nach q_{sc} und einer Umformung ist die Ermittlung der Losgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$, bei der die Differenz aus Funktionswert und Sekantenwert maximal ist, möglich (vgl. Gleichungen (4.89) bis (4.92)). Der Faktor CH kennzeichnet den Bestandskostenkoeffizient, der sich bei Standort 1 aus dem Produkt des

⁵⁵¹ Quelle: Eigene Darstellung.

Lagerkostensatzes und dem Produktions-Bedarfsratenverhältnis $ch_1 \cdot \beta$ und bei Standort 2 aus dem Lagerkostensatz ch_2 zusammensetzt.

$$\begin{aligned} \hat{SD}_{\bar{p}s}^b(q_{sc}) &= \frac{q_{sc} - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) \right) + C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) - \\ &\quad - \left(\frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{\bar{p}s} + \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{\bar{p}s} - C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) \right) \end{aligned} \quad (4.89)$$

$$\Rightarrow \frac{d\hat{SD}_{\bar{p}s}^b(q_{sc})}{dq_{sc}} = \frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b} - \left(-\frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{\bar{p}s} + \frac{1}{2} \cdot CH_{\bar{p}s} \right) \quad (4.90)$$

$$\Rightarrow \frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b} - \left(-\frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{\bar{p}s} + \frac{1}{2} \cdot CH_{\bar{p}s} \right) = 0 \quad (4.91)$$

$$\Rightarrow q_{sc} = \tilde{q}_{\bar{p}s}^b = \sqrt{\frac{d \cdot cs_{\bar{p}s}}{\frac{CH_{\bar{p}s}}{2} - \frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b}}} \quad (4.92)$$

Mit der Losgröße $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$ in Gleichung (4.92) kann der mächtige Akteur die zusätzliche Ersparnis maximieren.⁵⁵² Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist die Gültigkeit der Gleichung. Der Wurzelausdruck der Gleichung wird negativ und damit die gesamte Gleichung ungültig, wenn die Differenz $C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b)$ der Kosten, die bei der Verwirklichung der beiden Grenzlosgrößen am mächtigen Standort anfallen, um mehr als das $\frac{CH_{\bar{p}s}}{2}$ -fache größer ist als die Differenz $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b$ der Grenzlosgrößen. Es lässt sich leicht nachweisen, dass dieser Fall ausgeschlossen werden kann. Dazu wird nachfolgend der Nenner isoliert analysiert.

$$\frac{CH_{\bar{p}s}}{2} > \frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b - \tilde{q}_{\bar{p}s}^b} \quad (4.93)$$

⁵⁵² Der Sekantenwert der Seitenzahlung hängt von der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Akteurs ab. Diese kann gemäß den Annahmen des hybriden Verfahrens in dieser Arbeit aus dem Startgebot des mächtigen Akteurs abgeleitet werden. Ist das Anfangsgebot des Verhandlungspartners nicht bekannt, kann stattdessen ein Schätzwert oder aber die Verfahrensalternative aus Abbildung 4.20 auf Seite 179 gewählt werden, die nicht auf der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts basiert, sondern auf dessen Grenzlosgröße.

$$\Rightarrow \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} > \frac{\frac{\tilde{q}_{\bar{p}s}}{2} \cdot CH_{\bar{p}s} + \frac{d}{\tilde{q}_{\bar{p}s}} \cdot cs_{\bar{p}s} - \frac{\tilde{q}_{\bar{p}s}}{2} \cdot CH_{\bar{p}s} - \frac{d}{\tilde{q}_{\bar{p}s}} \cdot cs_{\bar{p}s}}{\Delta q^b} \quad (4.94)$$

$$\Rightarrow \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} > \frac{\frac{CH_{\bar{p}s}}{2} \cdot (\tilde{q}_{\bar{p}s} - \tilde{q}_{\bar{p}s})}{\Delta q^b} + \frac{d \cdot cs_{\bar{p}s} \cdot \left(\frac{1}{\tilde{q}_{\bar{p}s}} - \frac{1}{\tilde{q}_{\bar{p}s}} \right)}{\Delta q^b} \quad (4.95)$$

$$\Rightarrow \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} > \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} + \frac{d \cdot cs_{\bar{p}s} \cdot \left(\frac{\tilde{q}_{\bar{p}s} - \tilde{q}_{\bar{p}s}}{\tilde{q}_{\bar{p}s} \cdot \tilde{q}_{\bar{p}s}} \right)}{\Delta q^b} \quad (4.96)$$

$$\Rightarrow \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} > \frac{CH_{\bar{p}s}}{2} - \frac{d \cdot cs_{\bar{p}s}}{\tilde{q}_{\bar{p}s} \cdot \tilde{q}_{\bar{p}s}} \quad (4.97)$$

Weil der zweite Term der rechten Seite der Ungleichung (4.97) ausschließlich aus Werten größer als null besteht, muss der gesamte rechtsseitige Term einen Wert kleiner als $\frac{CH_{\bar{p}s}}{2}$ annehmen. Damit ist die Gültigkeit von $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ für den positiven Wertebereich des hybriden Verfahrens gegeben. Der mächtige Standort wählt die Losgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ in Verbindung mit dem entsprechenden Sekantenwert $\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow \hat{q}_{\bar{p}s}^b}^{a,b}$ als Ausgleichszahlung $s_{\bar{p}s\bar{p}s}$ als Angebot der Nachverhandlung.

Das Sekantenverfahren kann auch dann angewendet werden, wenn die Nachverhandlung über die Kompensationszahlung nicht vom mächtigen, sondern vom schwachen Standort mit dem Ziel initiiert wird, die eigene Kostensituation zu verbessern ($\bar{p}s = \bar{p}s$). Das Angebot des schwachen Standorts umfasst analog zur vorherigen Situation die Losgröße, bei der der Abstand aus Kostenvorteilsfunktion und der zugehörigen Sekante maximal ist. Mit Ausnahme der beiden Grenzwerte ist jeder Wert der Sekante kleiner als der tatsächliche Kostenvorteil bei Realisierung der jeweiligen Losgröße. Die Sekante wird gemäß folgender Gleichung berechnet:

$$\hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b} = P^b(q_{sc}) \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) \right) + C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) - C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s}^b) \quad (4.98)$$

Für die Differenz aus Kostenvorteilssekante und absoluter Kostenvorteilsfunktion ergibt sich durch Kombination der Gleichungen (4.84) und (4.98) Gleichung (4.99):

$$\hat{SD}_{\bar{p}s}^b(q_{sc}) = \Psi_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a - \hat{\Psi}_{\bar{p}s, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^{a,b} \quad (4.99)$$

Die Verknüpfung der Gleichungen (4.84), (4.86) und (4.98) offenbart die Abhängigkeit der Differenz aus Funktions- und Sekantenwert von den Parametern.

$$\begin{aligned} \hat{SD}_{\bar{p}\bar{s}}^b(q_{sc}) &= -\frac{q_{sc} - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b}{\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b} \cdot \left(C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) \right) + C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{\bar{p}\bar{s}}^*) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) + \\ &+ \left(1 - \frac{C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{sc})}{C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{\bar{p}\bar{s}}^*)} \right) \cdot C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{\bar{p}\bar{s}}^*) \end{aligned} \quad (4.100)$$

Die Differenz $\hat{SD}_{\bar{p}\bar{s}}^b(q_{sc})$ ist an der Stelle maximal, an der die Ableitung der Funktion den Wert null annimmt. In den Gleichungen (4.101) bis (4.104) wird die Losgrößengleichung aus der Differenzfunktion des Funktions- und Sekantenwerts (4.100) abgeleitet:

$$\begin{aligned} \hat{SD}_{\bar{p}\bar{s}}^b(q_{sc}) &= -\frac{q_{sc} - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b}{\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b} \cdot \left(C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) \right) + C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{\bar{p}\bar{s}}^*) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) + \\ &+ C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(q_{\bar{p}\bar{s}}^*) - \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{\bar{p}\bar{s}} - \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{\bar{p}\bar{s}} \end{aligned} \quad (4.101)$$

$$\Rightarrow \frac{d\hat{SD}_{\bar{p}\bar{s}}^b(q_{sc})}{dq_{sc}} = -\frac{C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b} + \frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{\bar{p}\bar{s}} - \frac{1}{2} \cdot CH_{\bar{p}\bar{s}} \quad (4.102)$$

$$\Rightarrow \frac{d\hat{SD}_{\bar{p}\bar{s}}^b(q_{sc})}{dq_{sc}} = -\frac{C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b} + \frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{\bar{p}\bar{s}} - \frac{1}{2} \cdot CH_{\bar{p}\bar{s}} = 0 \quad (4.103)$$

$$\Rightarrow q_{sc} = \hat{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b = \sqrt{\frac{d \cdot cs_{\bar{p}\bar{s}}}{\frac{CH_{\bar{p}\bar{s}}}{2} - \frac{C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b) - C_{\bar{p}\bar{s}}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b)}{\tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b - \tilde{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b}}}} \quad (4.104)$$

Zusammen mit $\hat{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b$ bietet der schwache Standort dem mächtigen Akteur eine Ausgleichszahlung $s_{\bar{p}\bar{s}\bar{p}\bar{s}}$ in Höhe des Sekantenwerts $\hat{\Psi}_{\bar{p}\bar{s}, q_{\bar{p}\bar{s}}^* \rightarrow \hat{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b}^{a,b}$ an. Der mächtige Standort lehnt dieses Angebot ab, wenn sein Kostennachteil mit Bezug zur Umsetzung von seiner eigenen lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}\bar{s}}^*$ durch das Angebot des schwachen Akteurs im Vergleich zum Ergebnis der Mengenverhandlung ($q_{sc}^i = \hat{q}_{\bar{p}\bar{s}}^b$) steigt. In diesem Fall endet die Nachverhandlung ohne Einigung. Es wird das Ergebnis q_{sc}^i der Mengenverhandlung ohne Seitenzahlung realisiert. Analog lässt sich der Ausgang der Nachverhandlung für eine Situation bestimmen, in der der mächtige Standort die Nachverhandlung initiiert.

Satz 12 Für $p_s = \bar{p}_s$ gilt: Falls die Bedingung $\Psi_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}^i}^a \geq \Psi_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow (\hat{q}_{\bar{p}_s}^b, s_{\bar{p}_s \bar{p}_s})}^a$ erfüllt ist, endet die Nachverhandlung mit einer Einigung.

Für $p_s = \bar{p}_s$ gilt: Falls die Bedingung $\Psi_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow q_{sc}^i}^a \leq \Psi_{\bar{p}_s, q_{\bar{p}_s}^* \rightarrow (\hat{q}_{\bar{p}_s}^b, s_{\bar{p}_s \bar{p}_s})}^a$ erfüllt ist, endet die Nachverhandlung mit einer Einigung.

Auffällig und nachvollziehbar ist, dass die Ableitungen der Differenzfunktionen und der jeweiligen Sekante (vgl. Gleichungen (4.90) und (4.102)) den gleichen Funktionsgrad aufweisen. Entsprechend muss die Form beider Funktionen gleich sein. Weil außerdem die Eckpunkte der beiden Sekanten übereinstimmen, ergeben sich nicht nur strukturgleiche Formeln für die Losgrößen $\hat{q}_{\bar{p}_s}^b$ und $\hat{q}_{\bar{p}_s}^b$, sondern sogar exakt die gleichen Werte (vgl. Gleichungen (4.104) und (4.92)). Daraus folgt, dass die Losgröße der Nachverhandlung stets dem Wert $\hat{q}_{\bar{p}_s}^b = \hat{q}_{\bar{p}_s}^b$ entspricht, unabhängig davon welcher Akteur mit der Verhandlung startet. Unterschiede existieren nur hinsichtlich der Kompensationszahlung.

Aus der Perspektive eines rationalen Entscheiders wird das Sekantenverfahren dann angewendet, wenn es den bisherigen Verfahren überlegen ist. Hierzu sind folgende Punkte anzumerken:

- Die bisherigen Verfahren⁵⁵³, die private Informationen berücksichtigen, basieren auf der Schätzung konkreter Kostenwerte durch die verhandelnden Akteure. Derartige Schätzungen sind zum einen aufwändig und zum anderen fehleranfällig. Im Rahmen des Sekantenverfahrens ist dagegen *keine Schätzung durch einen der dezentralen Standorte* notwendig.
- Die bekannten dezentralen Verfahren führen bei wiederholter Anwendung zu einer Preisgabe vertraulicher Informationen durch den passiven Standort. Das Sekantenverfahren zeichnet sich dagegen durch die *Vermeidung der Preisgabe privater Informationen* aus.
- Die Konkavität der Kostenvorteilsfunktion und die Konvexität der Kostennachteilsfunktion bedingt die Eigenschaft der beiden Funktionen, dass sich die Sekanten, die zwei Punkte zwischen den Funktionsschnittpunkten verbinden, nicht schneiden oder überdecken.⁵⁵⁴ Gleichzeitig befinden sich die Sekanten im Abstand zum jeweiligen Wert der zu Grunde liegenden Funktion. Zwar verzichtet damit der aktive Standort im Sekantenverfahren freiwillig auf einen Teil der zusätzlichen globalen Kostenersparnis; dafür ist unter bestimmten Umständen, die im Rahmen der noch folgenden Sensitivitäts- und Potenzialanalyse untersucht werden, die Annahme des Gebots durch einen rationalen Entscheider

⁵⁵³ Vgl. Sucky (2004a) und Corbett/Groote (2000).

⁵⁵⁴ Ausnahme: Eine Überdeckung ist nur dann gegeben, wenn die beiden Grenzlosgrößen den beiden Schnittpunkten der Kostenvor- mit der Kostennachteilsfunktion entsprechen. Das Sekantenverfahren würde in diesem Fall aber dennoch funktionieren.

auf Seiten des passiven Standorts garantiert.⁵⁵⁵ Damit ist dieses Verfahren auch zufallsbasierten Verfahren überlegen.⁵⁵⁶

- Im Falle einer erfolgreichen Nachverhandlung profitieren sowohl der mächtige als auch der schwache Standort. Wie in der Sensitivitätsanalyse⁵⁵⁷ noch gezeigt wird, verbessert sich im Einigungsfall außerdem die globale Kostensituation.

Auf Grund dieser Vorteile ist der Einsatz des Sekantenverfahrens als Teil des hybriden Planungsansatzes anderen Determinierungsansätzen überlegen. Eine ausführliche Analyse bezüglich des Einflusses auf die Ergebnisqualität des hybriden Ansatzes wird im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 4.3.4.3 vorgenommen. Alternativ zum vorgestellten Verfahren bieten sich verschiedene Verfahrensvarianten an:

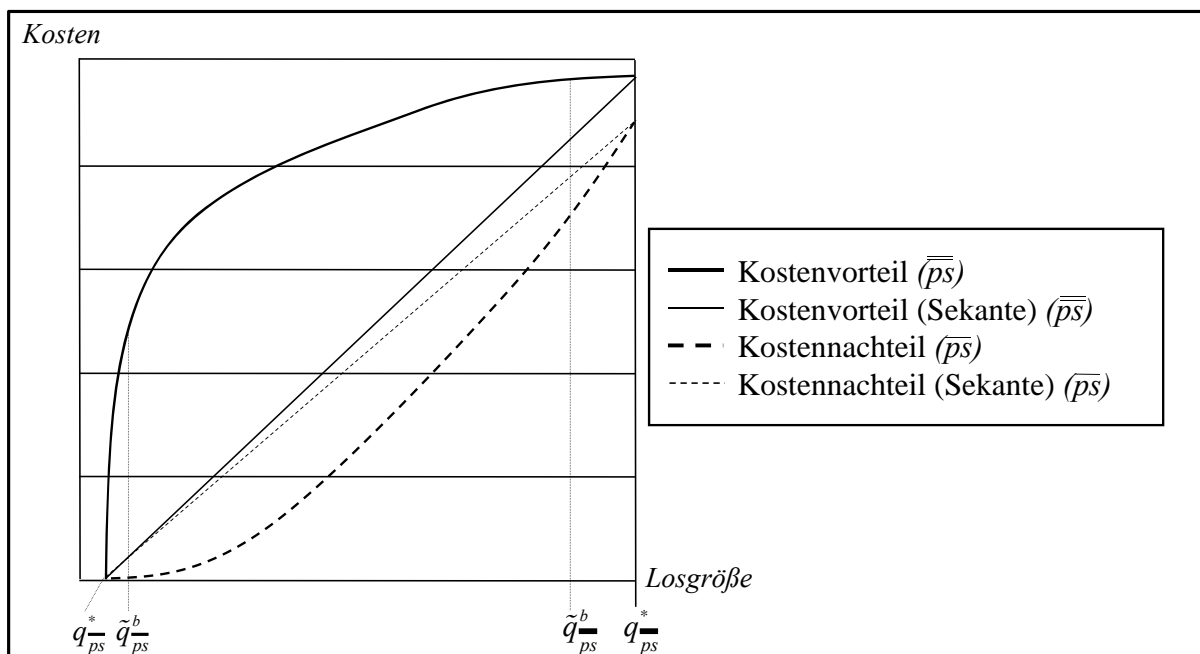


Abbildung 4.19: Erste Verfahrensvariante der Nachverhandlung (Lokal kostenminimale Losgrößen Sekanteneckpunkte)⁵⁵⁸

1. Anstatt der Sekante zwischen den Grenzlosgrößen kann die Sekante zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen als Grundlage der Nachverhandlung dienen (vgl. Abbildung

⁵⁵⁵ Vgl. die Abschnitte 4.3.4.3, 5.3 und 5.4.

⁵⁵⁶ Ein zufallsbasiertes Verfahren könnte zum Beispiel wie folgt ablaufen: Zufallsauswahl einer Losgröße im Ergebnisintervall (Schritt 1); Bestimmung der Kostendifferenz des aktiven Akteurs im Vergleich zur Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts (Schritt 2); Zufallsauf- oder -abschlag auf die Kostendifferenz (Schritt 3).

⁵⁵⁷ Vgl. Abschnitt 4.3.4.3.

⁵⁵⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

- 4.19). Diese Verfahrensvariante zeichnet sich durch den Vorteil aus, dass sie auch in dezentralen Planungsumgebungen eingesetzt werden kann. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Nachverhandlung geringer als in dem vorgestellten Verfahren, weil der Abstand zwischen Sekante und Kostendifferenzfunktion deutlich größer ausfällt als im vorliegenden Verfahren. Damit erhöhen sich auch die Seitenzahlungen und Satz 12 ist für weniger Losgrößen erfüllt. Im Erfolgsfall erzielt der aktive Standort im Vergleich zur Grundvariante eine höhere Kostenverbesserung
2. Eine andere Alternative besteht in der Änderung der Bezugspunkte der Kostendifferenzfunktionen. Anstatt des Ergebnisses bei Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Akteurs ist bei dieser Verfahrensalternative die Grenzlosgröße des mächtigen Akteurs relevant. Die Sekante ist, wie im Grundmodell, zwischen beiden Grenzlosgrößen definiert. Weil unter den gegebenen Annahmen die lokalen Kostendifferenzen zwischen den Kosten bei Realisierung einer Grenzlosgröße und einer beliebigen Losgröße zwischen den beiden Grenzlosgrößen kleiner als die Kostendifferenzen des Grundmodells sind, fallen auch die Seitenzahlungen geringer aus. Die durch die Losgrößenverschiebung $\tilde{q}_{ps}^b \rightarrow \hat{q}_{ps}^b$ induzierte Kostenersparnis muss für eine Einigung nicht, wie im Grundmodell, größer als die Differenz aus Sekantenwert und den Kosten bei lokal kostenminimaler Losgröße des mächtigen Standorts sein, sondern nur die Differenz zwischen Sekantenwert und den Kosten bei Realisierung der Grenzlosgröße \hat{q}_{ps}^b übersteigen. Dadurch nimmt zwar der Losgrößenbereich, der zu einer Einigung in der Nachverhandlung führt, im Vergleich zum Grundmodell zu. Der aktive Standort wird aber stärker benachteiligt. So sind Gebote des aktiven Standorts denkbar, mit denen der mächtige Standort im Grundmodell besser als bei Realisierung seiner lokal kostenminimalen Losgröße gestellt wird, aber in dieser Variante diesen Kostenwert nicht erreicht. In den Sekantengleichungen kann auf den Bezug zur lokal kostenminimalen Losgröße verzichtet werden. Gegen den Einsatz von diesem Verfahren spricht, dass der mächtige Standort, der auf Grund seines Kostennachteils im Vergleich zu einem dezentralen Verfahren häufig auch der aktive Standort sein könnte, weniger vom globalen Gewinn erhält als im Grundmodell. Dennoch ist diese Variante eine gleichwertige Variante zum Grundmodell (vgl. Abbildung 4.20).⁵⁵⁹

⁵⁵⁹ Diese Verfahrensvariante kann vor allem dann gewählt werden, wenn die lokal kostenminimale Losgröße des Verhandlungspartners nicht bekannt ist. Obwohl dieses Variante bei noch strikteren Informationsannahmen eingesetzt werden kann als das Grundmodell, wird im Folgenden das Grundmodell angewendet. Dieses wird auch den Annahmen privater Kosteninformation gerecht. Weil außerdem die Nachverhandlung in diesem Modell seltener zum Erfolg führt, wird mit der Anwendung des Grundmodells auch eine Überschätzung des Nachverhandlungserfolgs vermieden.

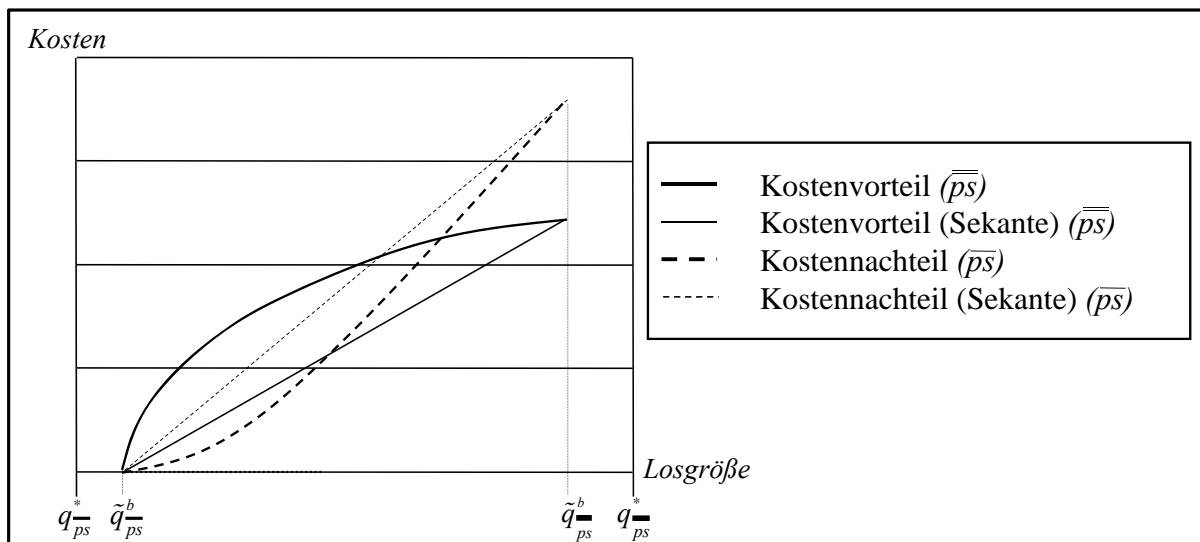


Abbildung 4.20: Zweite Verfahrensvariante der Nachverhandlung (Grenzlosgrößen als Bezugsgrößen der Kostendifferenzfunktionen)⁵⁶⁰

Bei einmaliger Anwendung sind alle drei Verfahren in der Reihenfolge „Variante 1, Grundmodell, Variante 2“ durch den aktiven Standort sukzessive anwendbar. Die Nachverhandlung würde je nach Kostenfunktion bis zu drei Runden andauern. Bei wiederholter Anwendung ist eine Kombination der Verfahren wenig sinnvoll, weil der passive Standort dann stets bis zu der für ihn besten, dritten Verhandlungsrunde mit einer Zusage wartet.

Nachverhandlung bei symmetrischer Verhandlungsmacht

Eine Grundannahme der bisherigen Erläuterungen zu den Kompensationszahlungen war die Existenz einer Machtasymmetrie innerhalb der Internal Supply Chain. Diese Machtverteilung wird übereinstimmend in der Literatur als Voraussetzung für Kompensationszahlungen genannt.⁵⁶¹ Mit dem vorgestellten Sekantenverfahren kann in bestimmten Entscheidungssituationen die Fairness der Lösung erhöht werden und für eine global gute Lösung gesorgt werden.⁵⁶² Die Fairness wird beim Sekantenverfahren im Rahmen der asymmetrischen Machtverteilung deshalb erhöht, weil die zusätzliche, durch die Koordination erzielte, globale Kostenersparnis der Supply Chain auf beide Standorte gleichmäßiger als bei der dezentralen Planung aufgeteilt wird und nicht einem mächtigen Standort oder einem informierten Akteur zugeteilt wird. Das Ziel von Kompensationszahlungen bei symmetrischer Machtverteilung besteht entsprechend in

⁵⁶⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

⁵⁶¹ Vgl. Sucky (2004a), Banerjee (1986) und Goyal (1976).

⁵⁶² Fairness wird in diesem Zusammenhang als „[...] self-centered inequity aversion [...]“ verstanden (Fehr/Schmidt (1999), S. 819). Aus dieser Ablehnung von ungleichen Lösungen lässt sich dann eine „tendency toward an equal split“ (Hoffman et al. (1994), S. 348) ableiten. Eine faire Lösung ist in dieser Arbeit dementsprechend durch eine gleiche Aufteilung der Bezugsgröße (zum Beispiel Kosten oder Gewinn) gekennzeichnet. Davon zu unterscheiden ist der Begriff Fairness im Kontext von Wettbewerbssituation. Hier wird das Leistungsprinzip der Ungleichheitsaversion gerecht. Alle Wettbewerbsteilnehmer besitzen demnach auf Grund der Wettbewerbsregeln die gleichen Chancen, die beste Leistung zu erbringen (vgl. Feess et al. (2008)).

einer Kostenminderung für mindestens einen Standort ohne Verschlechterung der Kosten des anderen Standorts. Ein Verfahren, das beide Ziele miteinander vereinbart, wird im folgenden Abschnitt auf Basis des Sekantenverfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung entwickelt. Bezugsgröße der Kostendifferenzfunktionen ist bei symmetrischer Machtverteilung nicht das lokale Kostenminimum des mächtigen Standorts, sondern das Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i . Eine Verschiebung des ursprünglichen Verhandlungsergebnisses q_{sc}^i hin zu einer Losgröße, die näher am aktiven Standort ps ist, induziert für den passiven Standort $\bar{p}s$ einen Kostennachteil $\Psi_{\bar{p}s, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^a$ im Vergleich zum ursprünglichen Ergebnis, der basierend auf Gleichung (4.83) wie folgt berechnet wird:

$$\Psi_{\bar{p}s, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^a = \left(\frac{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc})}{C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc}^i)} - 1 \right) \cdot C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{sc}^i) \quad (4.105)$$

Auf der anderen Seite verbessert sich die Kostensituation des Standorts ps im Vergleich zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i (vgl. Gleichungen (4.84) und (4.106)).

$$\Psi_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^a = \left(1 - \frac{C_{ps}^{LS}(q_{sc})}{C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)} \right) \cdot C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \quad (4.106)$$

Weil es jedem der beiden Akteure möglich ist, Angebote abzulehnen, muss zur Realisierung der Losgröße $q_{sc} \neq q_{sc}^i$ eine Kompensationszahlung von ps an $\bar{p}s$ fließen, die den Kostennachteil des Standorts $\bar{p}s$ mindestens ausgleicht. Wird den Berechnungen zur Kompensationszahlung das Sekantenverfahren zu Grunde gelegt, ist die Sekante zwischen dem ursprünglichen Ergebnis und einer der beiden Grenzlosgrößen zu betrachten. Weil an dieser Stelle zunächst davon ausgegangen wird, dass der aktive Standort die Losgröße zu seinen Gunsten verbessern will, entspricht die Grenzlosgröße in der Nähe der lokal kostenminimalen Losgröße des aktiven Standorts \tilde{q}_{ps}^b dem zweiten Eckpunkt der Sekante. Für den aktiven Standort ps ergibt sich folgende Sekantengleichung des Kostenvorteils:

$$\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b,i} = P^i(q_{sc}) \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) \quad (4.107)$$

Die relative Lage von q_{sc} zwischen der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b und q_{sc}^i , die mit dem Symbol $P^i(q_{sc})$ gekennzeichnet ist, wird mit Gleichung (4.108) bestimmt:

$$P^i(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \quad (4.108)$$

Die Differenz aus dem tatsächlichen Kostenvorteil auf Grund der Losgrößenänderung und der Sekante, die für die Höhe der Kompensationszahlung entscheidend ist, lässt sich folgendermaßen berechnen:

$$\hat{SD}_{ps}^{b,i}(q_{sc}) = \Psi_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^a - \hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b,i} \quad (4.109)$$

Aus der Substitution der Sekantenfunktion und des absoluten Kostenvorteils mit den beiden Gleichungen (4.106) und (4.107) folgt Gleichung (4.110) für die Differenz der beiden Funktionen $\hat{SD}_{ps}^{b,i}$:

$$\hat{SD}_{ps}^{b,i}(q_{sc}) = C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}) - \frac{q_{sc} - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) \quad (4.110)$$

Die Losgröße \hat{q}_{ps}^i wird an der Stelle, an der die Differenz aus Sekante und Kostenvorteilsfunktion maximal ist, durch Einsetzen der lokalen Kostenfunktion für $C_{ps}^{LS}(q_{sc})$ und mithilfe der Ableitung von $\hat{SD}_{ps}^{b,i}(q_{sc})$ nach q_{sc} mit $q_{sc} = \hat{q}_{ps}^i$ berechnet (vgl. Gleichungen (4.111) bis (4.114)).

$$\hat{SD}_{ps}^{b,i}(\hat{q}_{ps}^i) = C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - \frac{d}{\hat{q}_{ps}^i} \cdot cs_{ps} - \frac{\hat{q}_{ps}^i}{2} \cdot CH_{ps} - \frac{\hat{q}_{ps}^i - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) \quad (4.111)$$

$$\Rightarrow \frac{d\hat{SD}_{ps}^{b,i}(\hat{q}_{ps}^i)}{dq_{sc}} = \frac{d}{(\hat{q}_{ps}^i)^2} \cdot cs_{ps} - \frac{CH_{ps}}{2} - \frac{1}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) \quad (4.112)$$

$$\Rightarrow \frac{d}{(\hat{q}_{ps}^i)^2} \cdot cs_{ps} - \frac{CH_{ps}}{2} - \frac{1}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) = 0 \quad (4.113)$$

$$\Rightarrow \hat{q}_{ps}^i = \sqrt{\frac{d \cdot cs_{ps}}{\frac{CH_{ps}}{2} + \frac{C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b)}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i}}} \quad (4.114)$$

Der aktive Akteur wählt die Losgröße \hat{q}_{ps}^i als Teil seines Gebots mit dem dazugehörigen Sekantenwert als Kompensationszahlung. Der Akteur betrachtet bei dieser Lösung nicht den gesamten Lösungsraum, sondern einen Ausschnitt davon, weil alle Lösungen, die aus der Mengenerperspektive weiter als die Losgröße q_{sc}^i von der lokal kostenminimalen Losgröße q_{ps}^* entfernt sind, bei dieser Lösung nicht berücksichtigt werden. Auf Grund der Kombination von Losgröße und Kompensationszahlung können jedoch auch im ausgeschlossenen Bereich Kombinationen liegen, die am aktiven Standort ps geringere Kosten verursachen. Dazu muss die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* der Internal Supply Chain in dem ausgeschlossenen Bereich liegen. Zwar erleidet der aktive Standort ps bei einer Losgröße größer als die Losgröße q_{sc}^i einen Kostennachteil im Vergleich zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i , der aber durch die entsprechende Kompensationszahlung an ihn in Höhe des Sekantenwerts überkompensiert wird. Die Kostendifferenzfunktionen beider Standorte für eine Situation, in der die Losgröße des ak-

tiven Standorts kleiner als die des passiven Standorts ist, werden in Abbildung 4.21 illustriert. Der Wendepunkt der Funktion bei q_{sc}^i ist damit zu erklären, dass bei diesem Punkt der Wechsel von der Kostenvorteils- zur Kostennachteilsfunktion vollzogen wird. Zusammen mit der Konvexität der Kostenfunktion bewirkt das die Unterteilung der Funktion in einen konkaven und einen konvexen Abschnitt. Analog dazu verläuft die Vorteils- und Nachteilsfunktion des passiven Standorts.

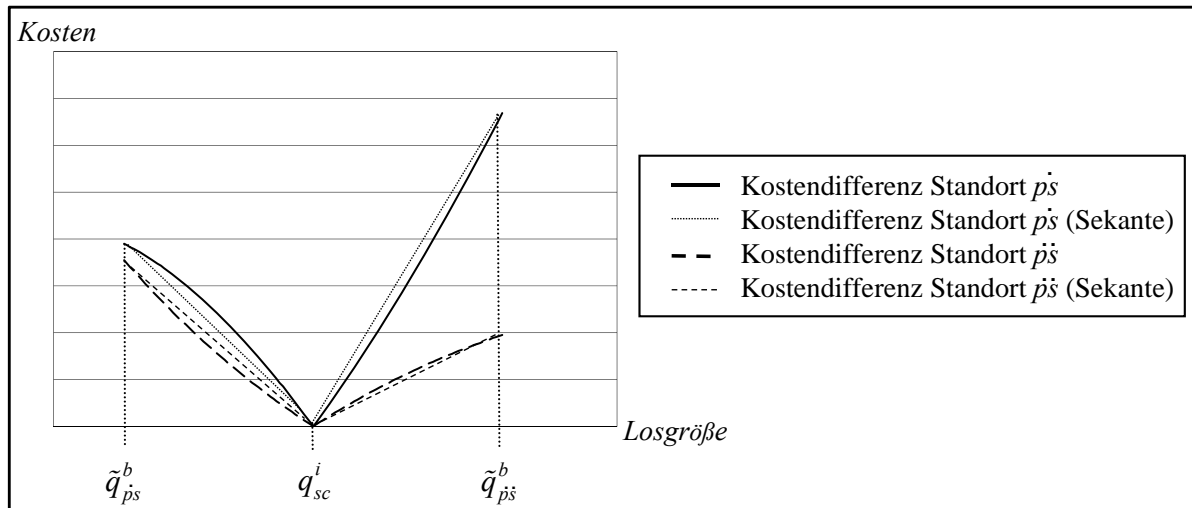


Abbildung 4.21: Kostendifferenzfunktionen mit Sekanten (Machtsymmetrie)⁵⁶³

Die Gleichung der Gesamtfunktion $\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ des aktiven Standorts ist, wie beschrieben, zweigeteilt:

$$\Psi_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^a = \begin{cases} \left(1 - \frac{C_{ps}^{LS}(q_{sc})}{C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)} \right) \cdot C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) & \text{für } q_{sc} \in [\tilde{q}_{ps}^b; q_{sc}^i] \\ \left(\frac{C_{ps}^{LS}(q_{sc})}{C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)} - 1 \right) \cdot C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) & \text{für } q_{sc} \in]q_{sc}^i; \tilde{q}_{ps}^b] \end{cases} \quad (4.115)$$

Übertragen auf die Sekantenfunktion $\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b}$ führt dies zu Gleichung (4.116).

$$\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b} = \begin{cases} P^i(q_{sc}) \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) & \text{für } q_{sc} \in [\tilde{q}_{ps}^b; q_{sc}^i] \\ P^{ii}(q_{sc}) \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \right) & \text{für } q_{sc} \in]q_{sc}^i; \tilde{q}_{ps}^b] \end{cases} \quad (4.116)$$

mit

$$P^{ii}(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \quad (4.117)$$

⁵⁶³ Quelle: Eigene Darstellung.

Die Differenzfunktion gestaltet sich unter Verwendung von Gleichung (4.111) wie folgt:

$$\hat{SD}_{ps}^{b,ii}(q_{sc}) = \begin{cases} C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{ps} - \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{ps} - \\ - \frac{q_{sc} - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) \right) & \text{für } q_{sc} \in [\tilde{q}_{ps}^b; q_{sc}^i] \\ \\ \frac{q_{sc} - q_{sc}^i}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \right) - \\ - \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{ps} - \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{ps} + C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) & \text{für } q_{sc} \in]q_{sc}^i; \tilde{q}_{ps}^b] \end{cases} \quad (4.118)$$

Ableiten, Nullsetzen und Auflösen des zweiten Funktionsteils ergibt die Losgröße \hat{q}_{sc}^{ii} des Maximums des zweiten Funktionsteils von $\hat{SD}_{ps}^{b,ii}(q_{sc})$.

$$\frac{d\hat{SD}_{ps}^{b,ii}(q_{sc})}{dq_{sc}} = \frac{1}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \right) + \frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{ps} - \frac{CH_{ps}}{2} \quad (4.119)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \right) + \frac{d}{q_{sc}^2} \cdot cs_{ps} - \frac{CH_{ps}}{2} = 0 \quad (4.120)$$

$$\Rightarrow \hat{q}_{ps}^{ii} = q_{sc} = \sqrt{\frac{d \cdot cs_{ps}}{\frac{CH_{ps}}{2} - \frac{C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)}{\tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i}}} \quad (4.121)$$

Die Losgrößen, die dem passiven Standort zusammen mit der jeweiligen Kompensationszahlung $\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_{sc}^i}^{a,b,i}$ und $\hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_{sc}^{ii}}^{a,b,ii}$ angeboten werden, entsprechen den maximalen Funktionswerten beider Funktionsteile $\hat{SD}_{ps}^{b,i}(\hat{q}_{ps}^i)$ und $\hat{SD}_{ps}^{b,ii}(\hat{q}_{ps}^{ii})$. Der passive Standort wählt den Kontrakt mit der für ihn besten Kostensituation aus. Sollte sich bei beiden Kontrakten die Kostensituation des passiven Standorts verschlechtern, endet die Nachverhandlung ergebnislos. Das Ergebnis des hybriden Verfahrens gleicht in diesem Fall dem Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i . Es erfolgt keine Kompensationszahlung zwischen den Standorten.

Wird zu Lasten der Effizienz des Verfahrens die Anzahl der Verhandlungsrunden erhöht, kann die Ergebnisqualität des Verfahrens und die Anreizkompatibilität verbessert werden. Die beiden in der Nachverhandlung angebotenen Kontrakte sind aus Sicht des aktiven Standorts nicht äquivalent. Jede der beiden könnte aber für den passiven Standort eine Verbesserung hervorrufen. Der passive Standort wählt dann den Kontrakt aus, der die eigene Kostensituation am meisten verbessert. Gleichzeitig könnte dieser Kontrakt die für den aktiven Standort schlechtere der beiden sein. Um die Entscheidungssituation zu verbessern, könnte der aktive Standort zunächst

nur den Kontrakt anbieten, der für ihn günstiger ist. Wird dieser vom schwachen Standort abgelehnt, kommuniziert er den zweiten Kontrakt. Dadurch stellt der aktive Standort sicher, dass die im Rahmen des Sekantenverfahrens bestmögliche Verbesserung der eigenen Kostensituation realisiert wird. Aus globaler Perspektive könnte die Kostensituation auch dadurch noch verbessert werden, dass auf die Ablehnung beider Angebote durch den passiven Standort eine weitere Verhandlungsrunde folgt, in der der aktive Standort dem passiven Standort ein Angebotsmenü aus Losgrößen zwischen den beiden Grenzlosgrößen mit den dazugehörigen Sekantenwerten als Kompensationszahlung anbietet. Dadurch wird das eingeschränkte Ergebnisintervall auf Verbesserungsmöglichkeiten für beide Seiten untersucht. Besteht das Angebotsmenü aus unendlich vielen Losgrößen, die in einem unendlich kleinen Abstand voneinander entfernt sind, entspricht das Ergebnis der Nachverhandlung dem globalen Kostenminimum. Allerdings widerspricht dieses Vorgehen dem Interesse des aktiven Standorts. Dieser wird vielmehr darauf drängen, ausgehend von der besseren der beiden Losgrößen \hat{q}_{sc}^i und \hat{q}_{sc}^{ii} die Angebotslosgröße in mehreren Runden sukzessive zu verändern, bis der Kontrakt erreicht ist, bei dem der schwache Standort eine minimale Verbesserung gegenüber der ursprünglichen Situation erfährt. Weil beide Anpassungen die Effizienz des Verfahrens mindern, leicht vom passiven Standort zu seinen Gunsten missbraucht werden können und damit zu global schlechten Ergebnissen führen, konzentriert sich der weitere Fortgang der Arbeit auf die ausführlich beschriebene Verfahrensvariante.⁵⁶⁴

4.3.4.2 Beispiel

Die Abhandlungen zum hybriden Verfahren besitzen allgemein theoretischen Charakter. Zur Illustration und zum Verständnis dient das numerische Beispiel in diesem Abschnitt.⁵⁶⁵ Die Zahlen und die Entscheidungssituation sind an das Beispiel von Banerjee angelehnt.⁵⁶⁶ Das hybride Verfahren startet mit der *Schätzung der Parameterverhältnisse* $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\eta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{max}$, $\tilde{\rho}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ durch die Zentralinstanz. Standort 1 fertigt mit wenig flexiblen Maschinen und muss daher einen höheren Rüstkostensatz als Standort 2 bei der Planung berücksichtigen. Gleichzeitig profitiert Standort 1 davon, dass er als liefernder Standort Waren mit geringerem Wert fertigt und damit einen geringeren Lagerkostensatz pro gelagertem Stück aufbringen muss. Die

⁵⁶⁴ Weiterführende spieltheoretische Analysen können an dieser Stelle Aufschluss darüber geben, welche Verfahrensvariante zumindest theoretisch die stabilsten und besten Ergebnisse liefert. Eine derartige Analyse übersteigt allerdings das Ziel und den Rahmen dieser Arbeit.

⁵⁶⁵ Während im Verlauf der Arbeit und auch in allen nachfolgenden Abschnitten die Zahlen in Abhängigkeit von der Semantik gerundet werden, erfolgt in diesem Beispiel eine konsequente Rundung aller Entscheidungsvariablen und Parameter auf zwei Stellen. Mit den gerundeten Ergebnissen werden weitere Berechnungen ausgeführt. Auf diese Weise wird die Nachvollziehbarkeit des Beispiels gewährleistet.

⁵⁶⁶ Vgl. Banerjee (1986), S. 306. Dieses Beispiel wird zum Beispiel auch von Hill/Omar (2006), Toporowski (1999) oder Goyal (1988) verwendet. Zur besseren Vergleichbarkeit wird deshalb auf dieses Beispiel zurückgegriffen, obwohl die Gleichheit der Kostenwerte bei Realisierung beider lokal kostenminimaler Losgrößen einen Spezialfall darstellt.

Zentralstelle schätzt, dass die Kostenrate des einen Standorts maximal fünf Mal so hoch ist wie die des anderen Akteurs (vgl. Tabelle 4.3).

Parameter	Wert	Parameter	Wert
<i>Schätzwerte der Zentralinstanz</i>			
Minimales Produktions-Bedarfsratenverhältnis $\tilde{\beta}^{min}$	0,20	Maximales Produktions-Bedarfsratenverhältnis $\tilde{\beta}^{max}$	0,99
Minimales Lagerkostenverhältnis $\tilde{\eta}^{min}$	1,10	Maximales Lagerkostenverhältnis $\tilde{\eta}^{max}$	5,00
Minimales Rüstkostenverhältnis $\tilde{\rho}^{min}$	0,20	Maximales Rüstkostenverhältnis $\tilde{\rho}^{max}$	0,99
<i>Tatsächliche Werte (Privatinformationen der Standorte)</i>			
Rüstkostensatz Standort 1 cs_1	400,00 EUR	Rüstkostensatz Standort 2 cs_2	100,00 EUR
Lagerkostensatz Standort 1 ch_1	4,00 EUR/Stück	Lagerkostensatz Standort 2 ch_2	5,00 EUR/Stück
Produktionsrate Standort 1 v^p	3200,00 Stück		
<i>Tatsächliche Werte (Öffentliche Information)</i>			
Bedarfsrate d	1000,00 Stück		

Tabelle 4.3: Daten Fallbeispiel

Die geschätzten Grenzen bilden die notwendige Grundlage für die *Bestimmung von Grenzen der relativen Lage* \tilde{P}^* . Diese werden mit den Gleichungen (4.67) und (4.68) berechnet. In diesem Beispiel berechnen sich die beiden Grenzen der relativen Lage wie folgt:

$$\tilde{P}_1^*(\tilde{\beta}^{max}, \tilde{\eta}^{min}, \tilde{\rho}^{min}) = \frac{\sqrt{\frac{0,99 \cdot (1 + 0,20)}{0,99 + 1,10}} - 1}{\sqrt{\frac{0,99 \cdot 0,20}{1,10}} - 1} = 0,43 \quad (4.122)$$

$$\tilde{P}_2^*(\tilde{\beta}^{min}, \tilde{\eta}^{max}, \tilde{\rho}^{max}) = \frac{\sqrt{\frac{0,20 \cdot (1 + 0,99)}{0,20 + 5,00}} - 1}{\sqrt{\frac{0,20 \cdot 0,99}{5,00}} - 1} = 0,90 \quad (4.123)$$

Die losgrößenunabhängigen Schätzungen und Berechnungen werden von der Zentralstelle oder der zentralen Planungssoftware mittelfristig und unabhängig von der tatsächlichen Losgrö-

bedeterminierung durchgeführt. Auf Basis dieser Ergebnisse werden während der operativen Losgrößenplanungsphase die Grenzlosgrößen determiniert. Die operative Planungsphase startet, sobald ein Losgrößenplanungsbedarf zum Beispiel auf Grund von Mengen- oder Kostenänderungen entsteht. Der *Start der Verhandlung* erfolgt mit dem jeweils ersten Gebot beider Standorte, das der lokal kostenminimalen Losgröße des jeweiligen Standorts entspricht (vgl. Gleichungen (4.22) und (4.34)). Im Beispiel ergeben sich für die lokal kostenminimalen Losgrößen q_1^* und q_2^* folgende Werte:

$$q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 3200,00 \cdot 400,00}{4,00}} = 800,00 \text{ Stück} \quad (4.124)$$

$$q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000,00 \cdot 100,00}{5,00}} = 200,00 \text{ Stück} \quad (4.125)$$

Auf die ersten Gebote werden die geschätzten Grenzen angewendet und somit die *Grenzlosgrößen festgelegt*. Dazu werden die beispielespezifischen Werte in die Gleichungen (4.79) und (4.80) eingesetzt:

$$\tilde{q}_1^b = 800,00 + (200,00 - 800,00) \cdot 0,43 = 542,00 \text{ Stück} \quad (4.126)$$

$$\tilde{q}_2^b = 200,00 + (800,00 - 200,00) \cdot 0,90 = 260,00 \text{ Stück} \quad (4.127)$$

Innerhalb dieser Grenzwerte wird die Mengenverhandlung mit q_{sc}^i als Ergebnis zu Ende geführt. Der Wert von q_{sc}^i ist abhängig von der in der Internal Supply Chain vorherrschenden Machtverteilung. An die Mengenverhandlung schließt sich die Nachverhandlung an, deren Verlauf abhängig vom Ergebnis der Mengenverhandlung ist und dementsprechend ebenfalls in Abhängigkeit von der Machtverteilung zu betrachten ist. Für die Bewertung der Ergebnisqualität des hybriden Verfahrens ist die global kostenminimale Losgröße in Höhe von 400,00 Stück relevant (vgl. Gleichung (4.20)). Einen Überblick über die von der Machtverteilung unabhängigen Mengen und über die daraus resultierenden Kosten, die auf Basis der Gleichungen (4.21) und (4.33) berechnet werden, beinhaltet Tabelle 4.4.

Losgröße	Stückzahl	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
q_1^*	800,00 Stück	1000,00 EUR	2125,00 EUR	3125,00 EUR
\hat{q}_1^b	542,00 Stück	1076,76 EUR	1539,50 EUR	2616,26 EUR
q_{sc}^*	400,00 Stück	1250,00 EUR	1250,00 EUR	2500,00 EUR
\hat{q}_2^b	260,00 Stück	1700,96 EUR	1034,62 EUR	2735,58 EUR
q_2^*	200,00 Stück	2125,00 EUR	1000,00 EUR	3125,00 EUR

Tabelle 4.4: Lokal kostenminimale Losgröße und Grenzlosgrößen mit den dazugehörigen Kosten

Asymmetrische Machtverteilung

Für den Fall einer *asymmetrische Machtverteilung zu Gunsten von Standort 1* endet die Mengenverhandlung bei der Grenzlosgröße $\hat{q}_1^b = 542,00$ Stück, bei der für Standort 1 die Kosten $C_1^{LS}(\hat{q}_1^b) = 1076,76$ EUR, für Standort 2 die Kosten $C_2^{LS}(\hat{q}_1^b) = 1539,50$ EUR und für die gesamte Internal Supply Chain die Kosten $C_{sc}^{LS}(\hat{q}_1^b) = 2616,26$ EUR entstehen (vgl. Tabelle 4.4). Im Vergleich zu einer rein dezentralen Situation, in der keine Zentralstelle an der Planung mitwirkt und deshalb keine zentralen Interventionen vorgenommen werden, muss Standort 1 76,76 Euro zusätzliche Kosten tragen. Weil er im Rahmen der Nachverhandlung dafür eine Ausgleichszahlung vom schwachen Standort erhalten kann, besteht eine Motivation zur Nachverhandlung. Im Rahmen der Nachverhandlung wird vom starken Standort, falls dieser die Nachverhandlung initiiert, die Losgröße \hat{q}_{ps}^b mit der dazugehörigen Seitenzahlung s_{21} des Standorts 2 an Standort 1 vorgeschlagen. Die Losgröße \hat{q}_{ps}^b wird mithilfe der Gleichung (4.92), die Seitenzahlung mithilfe der Gleichung (4.85) berechnet. Für beide Gleichungen gilt $CH_1 = ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} = 4,00 \cdot \frac{1000,00}{3200,00} = 1,25$ EUR:

$$\hat{q}_1^b = \sqrt{\frac{1000,00 \cdot 400,00}{1,25 - \frac{1700,96 - 1076,76}{260,00 - 542,00}}} = 375,39 \text{ Stück} \quad (4.128)$$

Für die relative Lage $P^b(\hat{q}_1^b)$ dieser Losgröße zwischen den Grenzlosgrößen ergibt sich analog zur Gleichung (4.86) folgender Ausdruck:

$$P^b(\hat{q}_1^b) = \frac{375,39 - 544,00}{260,00 - 542,00} = 0,59 \quad (4.129)$$

Darauf aufbauend wird Gleichung (4.85) für dieses Beispiel angewendet:

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{1,q_1^* \rightarrow \hat{q}_1^b}^{a,b} = 0,59 \cdot (1700,96 - 1076,76) + 1076,76 - 1000,00 = 445,04 \text{ EUR} \quad (4.130)$$

Initiiert der schwache Standort 2 die Nachverhandlung führt dies analog zu den Gleichungen (4.86), (4.98) und (4.104) zu folgenden Berechnungen, für die $CH_2 = ch_2 = 5,00$ EUR und $P^b(\hat{q}_1^b) = P^b(\hat{q}_2^b)$ gilt:

$$\hat{q}_2^b = \sqrt{\frac{1000,00 \cdot 100,00}{\frac{5,00}{2} - \frac{1034,62 - 1539,50}{260,00 - 542,00}}} = 375,39 \text{ Stück} \quad (4.131)$$

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{2, q_1^* \rightarrow \hat{q}_1^b}^{a,b} = 0,59 \cdot (1539,50 - 1034,62) + 2125,00 - 1539,50 = 883,38 \text{ EUR} \quad (4.132)$$

Losgröße	Stückzahl	s_{21}	Initiative	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
\hat{q}_1^b	375,39 Stück	445,04 EUR	Standort 1	855,14 EUR	1649,90 EUR	2505,04
\hat{q}_1^b	375,39 Stück	883,38 EUR	Standort 2	416,80 EUR	2088,24 EUR	2505,04

Tabelle 4.5: Ergebnis der Nachverhandlung bei Machtasymmetrie zu Gunsten von Standort 1

Die Zusammenfassung der Mengen, die sich aus der Anwendung des hybriden Verfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung zu Gunsten von Standort 1 ergibt, und deren Kostenwirkung (vgl. Gleichungen (4.21) und (4.33)) in Tabelle 4.5 zeigt, dass unabhängig davon, welcher Akteur die Nachverhandlung initiiert, eine Ergebnisverbesserung für beide Standorte und die gesamte Internal Supply Chain eintritt.

Bei asymmetrischer Machtverteilung zu Gunsten von Standort 1 resultiert im vorliegenden Beispiel aus dem hybriden Verfahren die Losgröße 375,39 Stück. Im Vergleich zur dezentralen Lösung verbessert sich die Gesamtsituation um 619,96 Euro. Durch die Nachverhandlung werden 111,22 Euro der Gesamtersparnis erzielt. Die Gesamtlösung des hybriden Verfahrens unterscheidet sich nur um 5,04 Euro von dem globalen Kostenminimum.

Dominiert Standort 2 die Internal Supply Chain fällt das Ergebnis der Mengenverhandlung schlechter aus als bei einem mächtigen Standort 1 (vgl. Tabelle 4.4). Dennoch wird auch hier allein durch die Grenzfestlegung eine Ergebnisverbesserung erzielt. Die Nachverhandlung endet mit derselben Losgröße, denselben Supply-Chain-Kosten und derselben globalen Kostenersparnis im Vergleich zur dezentralen Lösung wie bei einer asymmetrischen Machtverteilung

zu Gunsten von Standort 1.⁵⁶⁷ Allein die Sekantenwerte und damit die Seitenzahlungen sind unterschiedlich.⁵⁶⁸ Die Unterschiede hinsichtlich der Seitenzahlung sind auch darauf zurückzuführen, dass die relative Lage P^b zwischen den Grenzlosgrößen im Rahmen der Nachverhandlung in Abhängigkeit von der Machtverteilung definiert ist (vgl. Gleichung (4.86)):

$$P^b(\hat{q}_1^b) = P^b(\hat{q}_2^b) = \frac{375,39 - 260,00}{544,00 - 260,00} = 0,41 \quad (4.133)$$

Die Seitenzahlung wird, falls der mächtige Standort 2 die Nachverhandlung initiiert, wie folgt berechnet:

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{2, \hat{q}_2^* \rightarrow \hat{q}_2^b}^{a,b} = 0,41 \cdot (1539,50 - 1034,62) + 1034,62 - 1000,00 = 241,62 \text{ EUR} \quad (4.134)$$

Wird die Nachverhandlung vom schwachen Standort 1 angestoßen, ergibt sich für die Seitenzahlung folgende Rechnung:

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{1, \hat{q}_2^* \rightarrow \hat{q}_2^b}^{a,b} = 0,41 \cdot (1700,96 - 1076,76) + 2125,00 - 1700,96 = 679,96 \text{ EUR} \quad (4.135)$$

Die Übersicht in Tabelle 4.6 zeigt, dass im Falle eines mächtigen Standorts 2 der Nachverhandlung eine größere Bedeutung im Hinblick auf das Gesamtergebnis zukommt als in der Situation mit einer Machtverteilung zu Gunsten des Standorts 1.

q	Stückzahl	s_{12}	Initiative	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
\hat{q}_2^b	375,39 Stück	679,96 EUR	Standort 1	1980,14 EUR	524,90 EUR	2505,04 EUR
\hat{q}_2^b	375,39 Stück	241,62 EUR	Standort 2	1541,80 EUR	963,24 EUR	2505,04 EUR

Tabelle 4.6: Ergebnis der Nachverhandlung bei Machtasymmetrie zu Gunsten von Standort 2

Wird eine Machtverteilung zu Gunsten von Standort 2 unterstellt, führt das hybride Verfahren wie bei einer asymmetrischen Machtverteilung zu Gunsten von Standort 1 zur Losgröße 375,39 Stück. Dadurch wird eine Verbesserung der globalen Kostensituation in Höhe von 619,96 Euro erzielt. Der Anteil der Nachverhandlung an dieser Verbesserung beträgt 230,54 Euro und ist damit größer als der Anteil bei einer asymmetrischen Machtverteilung zu Gunsten von Standort 1.

⁵⁶⁷ Die Gleichheit der Losgrößen und damit der Supply-Chain-Kosten ist darauf zurückzuführen, dass sowohl für den schwachen Standort als auch für den starken Standort die gleiche allgemeine Formel zur Berechnung der Nachverhandlungslosgröße verwendet wird. Folglich ändert sich nur die Rolle des jeweiligen Standorts bei einer Veränderung der Machtverteilung, nicht aber die Werte und die Berechnungsformel.

⁵⁶⁸ Der Unterschied im Sekantenwert ist darauf zurückzuführen, dass es ausschlaggebend für das Seitenzahlungsergebnis ist, ob für den jeweiligen Standort eine Kostenvor- oder eine Kostennachteilsfunktion zu definieren ist. Mit der Änderung der Machtverteilung ändert sich auch die Funktion. Daraus resultieren unterschiedliche Ergebnisse.

In beiden betrachteten Entscheidungssituationen mit asymmetrischer Machtverteilung profitiert stets der passive Standort mehr von der Nachverhandlung als der aktive Standort. Generell lässt sich diese Aussage nicht bestätigen. Vielmehr hängt die Verteilung der zusätzlichen Kostensparnisse der Nachverhandlung von der Krümmung und dem Abstand zwischen der Kostenvor- und -nachteilsfunktion ab. Eine allgemein für einen Standort vorteilhafte Strategie kann nicht abgeleitet werden.

Symmetrische Machtverteilung

Wird für die Internal Supply Chain eine symmetrische Machtverteilung unterstellt, ist der Ausgang unklar. Dies hängt mit der Unsicherheit bezüglich des Ergebnisintervalls und des Verhandlungsausgangs zusammen. Als relevantes Ergebnisintervall können die beiden Akteure entweder den Bereich zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen oder den Bereich zwischen den Grenzlosgrößen ansehen. Diese Unsicherheit wird in den folgenden Ausführungen berücksichtigt, indem beide Alternativen betrachtet werden. Die Ungewissheit bezüglich des Verhandlungsausgangs kann hingegen nicht berücksichtigt werden. Stattdessen wird die Annahme getroffen, dass sich beide Akteure in der Mitte des mengenbezogenen Ergebnisintervalls zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen oder aber den Grenzlosgrößen treffen.⁵⁶⁹ Die Mengenperspektive wird gewählt, weil die lokalen Kosteninformationen privat sind und deshalb eine kostenorientierte Betrachtung möglicher Konzessionen nicht möglich ist. Es wird angenommen, dass bei symmetrischer Machtverteilung das Ergebnis der Mengenverhandlung entweder der Losgröße mit einer relativen Lage im Ergebnisintervall in Höhe von $P(q_{sc}^i) = 0,50$ oder aber der Losgröße mit einer relativen Lage im eingeschränkten Ergebnisintervall in Höhe von $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ entspricht. Damit ist auch gewährleistet, dass die maximale Mengendifferenz, die eine Losgröße zu beiden Grenzlosgrößen oder lokal kostenminimalen Losgrößen gleichzeitig haben kann, analysiert wird. Dadurch wird aus Mengenperspektive die größtmögliche Unterschiedlichkeit zu Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung gewährleistet.⁵⁷⁰ Eine Übersicht über die Ergebnislosgrößen und die dadurch induzierten Kosten (vgl. Gleichungen (4.21) und (4.33)) sind in Tabelle 4.7 für $P(q_{sc}^i) = 0,50$ und in Tabelle 4.8 für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ aufgeführt.

Losgröße	Stückzahl	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
q_{sc}^i	500,00 Stück	1112,50 EUR	1450,00 EUR	2562,50 EUR

Tabelle 4.7: Ergebnisse der Mengenverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung und $P(q_{sc}^i) = 0,50$

⁵⁶⁹ Vgl. zu dieser Annahme die Experimentergebnisse in den Abschnitten 5.4.6.7 bis 5.4.6.10.

⁵⁷⁰ Bei einer relativen Lage von 0,20 könnte bei der unterstellten Informationsverteilung eine Machtasymmetrie zu Gunsten des Standorts 1 vorliegen. Die Differenz zwischen der lokal kostenminimalen Losgröße von Standort 1 und dem Ergebnis der Mengenverhandlung ist in diesem Fall niedriger als bei einer relativen Lage von 0,50.

Losgröße	Stückzahl	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
q_{sc}^i	401,00 Stück	1248,13 EUR	1251,88 EUR	2500,01 EUR

Tabelle 4.8: Ergebnisse der Mengenverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung und $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$

Je nach Ergebnis und Entscheidungssituation initiiert einer der beiden Akteure oder beide Akteure eine *Nachverhandlung*. Der aktive Akteur bietet dem passiven Akteur zwei Kontrakte, jeweils bestehend aus einer Losgröße und einer Seitenzahlung, an. Zunächst wird der Fall $P(q_{sc}^i) = 0,50$ betrachtet. Die Losgrößen der Gebote der Nachverhandlung berechnen sich aus den Gleichungen (4.108), (4.114) und (4.116). Kontrakt (*i*) liegt zwischen dem Ergebnis der Mengenverhandlung und der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b des aktiven Standorts, Kontrakt (*ii*) zwischen dem Ergebnis der Mengenverhandlung und der Grenzlosgröße \tilde{q}_{ps}^b des passiven Standorts. Initiiert Standort 1 die Nachverhandlung, ergeben sich analog zu Gleichung (4.114) folgende Berechnungen für die Nachverhandlung, wobei wie bei asymmetrischer Machtverteilung $CH_1 = 1,25$ EUR gilt:⁵⁷¹

$$\hat{q}_1^i = \sqrt{\frac{1000,00 \cdot 400,00}{\frac{1,25}{2} + \frac{1112,50 - 1076,76}{542,00 - 500,00}}} = 520,59 \text{ Stück} \quad (4.136)$$

Zur Berechnung der dazugehörigen Seitenzahlung muss zunächst $P^i(\hat{q}_1^i)$ mit Gleichung (4.108) ermittelt werden:

$$P^i(\hat{q}_1^i) = \frac{520,59 - 500,00}{542,00 - 500,00} = 0,49 \quad (4.137)$$

Damit kann nun die Seitenzahlung des Kontrakts (*i*) bestimmt werden, indem Gleichung (4.114) angewendet wird:

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{1, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_1^i}^{a,b} = 0,49 \cdot (1112,50 - 1076,76) = 17,51 \text{ EUR} \quad (4.138)$$

Der Kontrakt (*ii*) als zweiter Teil des Gebots des aktiven Standorts 1 für den Fall $P(q_{sc}^i) = 0,50$ wird mit den Gleichungen (4.116), (4.117) und (4.121) berechnet:

$$\hat{q}_1^{ii} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 400}{\frac{1,25}{2} - \frac{1700,96 - 1112,50}{260,00 - 500,00}}} = 360,56 \text{ Stück} \quad (4.139)$$

$$P^{ii}(\hat{q}_1^{ii}) = \frac{360,56 - 500,00}{260,00 - 500,00} = 0,58 \quad (4.140)$$

⁵⁷¹ Die Kosten- und Mengenwerte aller nachfolgenden Gleichungen entstammen den Tabellen 4.4 und 4.7.

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{1, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_1^i}^{a,b} = 0,58 \cdot (1700,96 - 1112,50) = 343,31 \text{ EUR} \quad (4.141)$$

Ist Standort 2 der aktive Standort erfolgen die Berechnungen für Kontrakt (*i*) analog zu den Gleichungen (4.108), (4.114) und (4.116). Für $P(q_{sc}^i) = 0,50$ und $CH_2 = 5,00$ EUR ergibt sich:⁵⁷²

$$\hat{q}_2^i = \sqrt{\frac{1000 \cdot 100}{\frac{5,00}{2} + \frac{1450,00 - 1034,62}{260,00 - 500,00}}} = 360,55 \text{ Stück} \quad (4.142)$$

$$P^i(\hat{q}_2^i) = \frac{360,55 - 500,00}{260,00 - 500,00} = 0,58 \quad (4.143)$$

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{2, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_2^i}^{a,b} = 0,58 \cdot (1450,00 - 1034,62) = 240,92 \text{ EUR} \quad (4.144)$$

Der Kontrakt (*ii*) wird auch bei einem aktiven Standort 2 in Anlehnung an die Gleichungen (4.116), (4.117) und (4.121) ermittelt:

$$\hat{q}_2^{ii} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 100}{\frac{5,00}{2} - \frac{1539,50 - 1450,00}{542,00 - 500,00}}} = 520,55 \text{ Stück} \quad (4.145)$$

$$P^{ii}(\hat{q}_2^{ii}) = \frac{520,55 - 500,00}{542,00 - 500,00} = 0,49 \quad (4.146)$$

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{2, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_2^{ii}}^{a,b} = 0,49 \cdot (1539,50 - 1450,00) = 43,86 \text{ EUR} \quad (4.147)$$

Einen Überblick über die Mengen und die dazugehörigen Kosten (vgl. Gleichungen (4.21) und (4.33)) beinhaltet Tabelle 4.9.

⁵⁷² Die nachfolgenden Losgrößen gleichen bei Berechnungen mit mehr Nachkommastellen genau den Werten bei aktivem Standort 1. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurden trotzdem alle Berechnungen mit den angegebenen Nachkommastellen durchgeführt.

q	Stückzahl	$s_{psps'}$	$ps \rightarrow ps'$	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
\hat{q}_1^i	520,59 Stück	17,51 EUR	1 \rightarrow 2	1111,24 EUR	1476,08 EUR	2587,29 EUR
\hat{q}_1^{ii}	360,56 Stück	341,31 EUR	2 \rightarrow 1	993,43 EUR	1520,06 EUR	2513,49 EUR
\hat{q}_2^i	360,55 Stück	240,92 EUR	2 \rightarrow 1	1093,84 EUR	1419,65 EUR	2513,49 EUR
\hat{q}_2^{ii}	520,55 Stück	43,86 EUR	1 \rightarrow 2	1137,90 EUR	1449,62 EUR	2587,24 EUR

Tabelle 4.9: Ergebnis der Nachverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung für $P(q_{sc}^i) = 0,50$

Eine Verbesserung für beide Akteure der Supply Chain im Vergleich zum ursprünglichen Verhandlungsergebnis wird nur dann realisiert, wenn die Initiative zur Nachverhandlung von Standort 2 ausgeht. Von den beiden angebotenen Kontrakten, \hat{q}_2^i mit s_{21} und \hat{q}_2^{ii} mit s_{12} ist nur Kontrakt (i) für Standort 1 interessant. Bei diesem Kontrakt liegen die Kosten $C_1^{LS}(\hat{q}_2^i)$ um 18,66 EUR unter den Kosten der Mengenverhandlung. Alle anderen Gebote der Nachverhandlung führen zu einem Abbruch der Nachverhandlung, weil sich die Situation des jeweils passiven Akteurs im Vergleich zur Mengenverhandlung verschlechtert.

Das hybride Verfahren führt bei symmetrischer Verhandlungsmacht mit $P(q_{sc}^i) = 0,50$ und einer durch Standort 2 initiierten Nachverhandlung zu einer Losgröße von 360,55 Stück und zu einer Kompensationszahlung von Standort 2 an Standort 1 in Höhe von 240,92 Euro. Die Kostensituation der Supply Chain verbessert sich in der Nachverhandlung auf 2513,49 Euro im Vergleich zu 2562,50 Euro nach der Mengenverhandlung. Damit ist das Ergebnis nur noch 13,49 Euro von den Kosten bei der Realisierung der global kostenminimalen Losgröße entfernt. In allen anderen Situationen kann durch die Nachverhandlung keine Verbesserung erzielt werden.

Endet die ursprüngliche Mengenverhandlung mit einer Losgröße q_{sc}^i , für die $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ gilt, und initiiert Standort 1 die Nachverhandlung, ergeben sich auf Basis der Gleichungen (4.108), (4.114), (4.116), (4.117) und (4.121) die beiden Kontrakte (i) und (ii):⁵⁷³

$$\hat{q}_1^i = \sqrt{\frac{1000 \cdot 400}{\frac{1,25}{2} + \frac{1248,13 - 1076,76}{542,00 - 401,00}}} = 466,20 \text{ Stück} \quad (4.148)$$

$$P^i(\hat{q}_1^i) = \frac{466,20 - 401,00}{542,00 - 401,00} = 0,46 \quad (4.149)$$

⁵⁷³ Die Kosten- und Mengenwerte aller nachfolgenden Gleichungen entstammen den Tabellen 4.4 und 4.8.

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{1, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_1^{ii}}^{a,b} = 0,46 \cdot (1248,13 - 1076,76) = 78,83 \text{ EUR} \quad (4.150)$$

$$\hat{q}_1^{ii} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 400}{\frac{1,25}{2} - \frac{1700,96 - 1248,13}{260,00 - 401,00}}} = 322,89 \text{ Stück} \quad (4.151)$$

$$P^{ii}(\hat{q}_1^{ii}) = \frac{322,89 - 401,00}{260,00 - 401,00} = 0,55 \quad (4.152)$$

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{1, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_1^{ii}}^{a,b} = 0,55 \cdot (1700,96 - 1248,13) = 249,06 \text{ EUR} \quad (4.153)$$

Für den Fall, dass Standort 2 die Nachverhandlung anstößt, sind folgende Berechnungen zu beachten:

$$\hat{q}_2^i = \sqrt{\frac{1000 \cdot 100}{\frac{5,00}{2} + \frac{1251,88 - 1034,62}{260,00 - 401,00}}} = 322,89 \text{ Stück} \quad (4.154)$$

$$P^i(\hat{q}_2^i) = \frac{322,89 - 401,00}{260,00 - 401,00} = 0,55 \quad (4.155)$$

$$s_{21} = \hat{\Psi}_{2, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_2^i}^{a,b} = 0,55 \cdot (1251,88 - 1034,62) = 119,49 \text{ EUR} \quad (4.156)$$

$$\hat{q}_2^{ii} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 100}{\frac{5,00}{2} - \frac{1539,50 - 1251,88}{542,00 - 401,00}}} = 466,18 \text{ Stück} \quad (4.157)$$

$$P^{ii}(\hat{q}_2^{ii}) = \frac{466,18 - 401,00}{542,00 - 401,00} = 0,46 \quad (4.158)$$

$$s_{12} = \hat{\Psi}_{2, q_{sc}^i \rightarrow \hat{q}_2^{ii}}^{a,b} = 0,46 \cdot (1539,50 - 1251,88) = 132,31 \text{ EUR} \quad (4.159)$$

Für den Fall $P_{q_{sc}^i}^b = 0,50$ bleibt die Nachverhandlung in allen angenommenen Situationen dieses Beispiels auf Grund des hervorragenden Ergebnisses der Mengenverhandlung ohne Wirkung auf das Endergebnis. Im Vergleich zur Mengenverhandlung verschlechtert sich für jedes Gebot die Kostensituation des jeweils anderen Akteurs und auch der Supply Chain im Vergleich zu q_{sc}^i (vgl. Tabelle 4.10).

q	Stückzahl	$s_{psps'}$	$ps \rightarrow ps'$	C_1^{LS}	C_2^{LS}	C_{sc}^{LS}
\hat{q}_1^i	466,20 Stück	78,83 EUR	1 \rightarrow 2	1228,21 EUR	1301,17 EUR	2529,38 EUR
\hat{q}_1^{ii}	322,89 Stück	249,06 EUR	2 \rightarrow 1	1191,56 EUR	1365,99 EUR	2557,55 EUR
\hat{q}_2^i	322,89 Stück	119,49 EUR	2 \rightarrow 1	1321,13 EUR	1236,42 EUR	2557,55 EUR
\hat{q}_2^{ii}	466,18 Stück	132,31 EUR	1 \rightarrow 2	1281,71 EUR	1247,65 EUR	2529,36 EUR

Tabelle 4.10: Ergebnis der Nachverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$

Das hybride Verfahren führt bei symmetrischer Verhandlungsmacht mit $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ unabhängig von der Nachverhandlung zu einer Losgröße von 401 Stück. Kompensationszahlungen erfolgen keine. Die Situation der Supply Chain verbessert sich allein durch die Grenzsetzung im Rahmen des hybriden Verfahrens von 2562,50 Euro als Ergebnis einer rein dezentralen Planung auf 2500,01 Euro. Damit entstehen durch das Ergebnis der Mengenverhandlung und des gesamten hybriden Verfahrens nahezu die gleichen Kosten wie bei Realisierung der global kostenminimalen Losgröße.

4.3.4.3 Sensitivitätsanalyse

Bisher wurde das hybride Verfahren zur Losgrößenplanung im Rahmen des Internal Supply Chain Planning allgemein und exemplarisch vorgestellt. Dabei wurde auf die Bedeutung der Parameterschätzungen hingewiesen. Eine detaillierte Analyse des Einflusses von Fehlschätzungen blieb bislang aus. Deshalb wird in diesem Abschnitt eine allgemeine und eine exemplarische Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Auf Grund der Mehrstufigkeit des hybriden Ansatzes ist ein dreigeteiltes Vorgehen zur Sensitivitätsanalyse notwendig:

1. Der erste Teil der Sensitivitätsanalyse bezieht sich ausschließlich auf den fünften Schritt des hybriden Verfahrens, die Mengenverhandlung. Basierend auf einer Sensitivitätsanalyse zum Modell von Banerjee⁵⁷⁴ werden allgemeine Aussagen zum Einfluss von Fehlschätzungen auf das Ergebnis der Mengenverhandlung getroffen.
2. Der zweite Teil der Sensitivitätsanalyse umfasst modellbasierte Schlussfolgerungen hinsichtlich der lokalen und globalen Verbesserung der Ergebnisse der Mengenverhandlung im Rahmen der Nachverhandlung. Kann eine Ergebnisverbesserung nachgewiesen werden, steigert die Nachverhandlung die Lösungsqualität des gesamten hybriden Verfahrens.
3. Im letzten Teil der Sensitivitätsanalyse werden die allgemeinen Erkenntnisse zur Nachverhandlung exemplarisch untersucht. Als Grundlage dienen die in Abschnitt 4.3.4.2 verwendeten Zahlen.

Sensitivität des Ergebnisses der Mengenverhandlung

Grundsätzlich basiert das von Banerjee⁵⁷⁵ entwickelte Modell auf dem klassischen Losgrößenmodell, dessen Sensitivität gegenüber Parameteränderungen unabhängig von konkreten Kostenfunktionswerten bereits in zahlreichen Publikationen festgestellt wurde.⁵⁷⁶ Fraglich ist, inwieweit diese Erkenntnisse auf das hybride Verfahren übertragen und für eine Aussage über die Auswirkungen von Fehlschätzungen auf die Supply-Chain-Kosten genutzt werden können. Sollten sich die Ergebnisse zum Grundmodell der Losgrößenplanung für das Modell von Banerjee bestätigen, blieben Ergebnisse des hybriden Verfahrens, die auf Grund schlechter Schätzungen stark von der global kostenminimalen Losgröße abweichen, weitgehend folgenlos.⁵⁷⁷ Mit einer Sensitivitätsanalyse „[...] wird untersucht, wie sich das Rechenergebnis [...] bei Veränderungen einer oder mehrerer der zu grunde liegenden Parameter [...] verändert.“⁵⁷⁸ Sind die Veränderungen des Rechenergebnisses im Vergleich zu den Parameterveränderungen hoch, reagiert das untersuchte Modell sensitiv auf Parameteränderungen. Ausgangspunkt der Sensitivitätsanalyse ist die quantitative Betrachtung der relativen Losgröße a , die der Losgröße q_{sc} in Relation zu q_{sc}^* entspricht, und deren Auswirkung auf die globalen Kosten.

$$a = \frac{q_{sc}}{q_{sc}^*} \quad (4.160)$$

Verändern sich die globalen Kosten um einen Prozentsatz, dessen Betrag größer als $|a - 1|$ ist, verändern sich die Kosten prozentual stärker als die Menge. Hohe Mengenabweichungen

⁵⁷⁴ Vgl. Banerjee (1986).

⁵⁷⁵ Vgl. Banerjee (1986).

⁵⁷⁶ Vgl. Stadtler (2007), Dobson (1988) und Lowe/Schwarz (1983).

⁵⁷⁷ Vgl. Banerjee (1986).

⁵⁷⁸ Domschke/Scholl (2008), S. 259.

würden dann zu noch stärkeren Kostenabweichungen führen. Je geringer die Kostenänderung hingegen im Vergleich zum Betrag $|a - 1|$ ausgeprägt ist, desto weniger sensitiv ist das Kostenergebnis gegenüber Mengenabweichungen. Zur mathematischen Darstellung dieses Zusammenhangs werden die Kosten bei $a \cdot q_{sc}^*$ im Verhältnis zu den Supply-Chain-Kosten bei kostenminimaler Losgröße analysiert. Aus der Umformung und Auflösung der Anfangsgleichung resultiert eine Gleichung für die globale Kostensteigerung $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$, die ausschließlich von a abhängt (vgl. Gleichungen (4.161) bis (4.165)).

$$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{C_{sc}^{LS}(a \cdot q_{sc}^*)}{C_{sc}^{LS}(q_{sc}^*)} \quad (4.161)$$

Durch Substitution der Kosten mit der Kostenfunktion (4.17) und der Losgrößengleichung (4.20) kann der Zusammenhang zwischen den Kosten und der relativen Losgröße wie folgt ausgedrückt werden:

$$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{a \cdot \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right)}}}{2} \cdot \left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right) + \frac{d \cdot (cs_1 + cs_2)}{a \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right)}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right)}} \cdot \left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right) + \frac{d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\left(ch_1 \cdot \frac{d}{v^p} + ch_2\right)}}} \quad (4.162)$$

Nach dem Kürzen der Kostenparameter, der Nachfrage und der Produktionsrate verbleibt folgender, ausschließlich von der relativen Losgröße a abhängiger Zusammenhang:

$$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{a \cdot \frac{\sqrt{d \cdot (cs_1 + cs_2) \cdot \left(ch_1 + \frac{d}{v^p} \cdot ch_2\right)}}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{d \cdot (cs_1 + cs_2) \cdot \left(ch_1 + \frac{d}{v^p} \cdot ch_2\right)}}{a \cdot \sqrt{2}}}{\frac{\sqrt{d \cdot (cs_1 + cs_2) \cdot \left(ch_1 + \frac{d}{v^p} \cdot ch_2\right)}}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{d \cdot (cs_1 + cs_2) \cdot \left(ch_1 + \frac{d}{v^p} \cdot ch_2\right)}}{\sqrt{2}}} \quad (4.163)$$

$$\Rightarrow \Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{\frac{a}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2} \cdot a}}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}} \quad (4.164)$$

$$\Rightarrow \Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{1}{2} \cdot \left(a + \frac{1}{a} \right) \quad (4.165)$$

Das Ergebnis dieser Gleichung muss einem positiven Wert entsprechen, weil a per Definition den Wert null übersteigen muss. Zudem bedingt diese Definition, dass bei Werten größer als eins stets $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} \leq a$ gelten muss. Die Kosten verändern sich also um einen geringeren Prozentsatz, als die Menge abgewichen ist. Negative Losgrößenabweichungen haben nur bei einem Wert zwischen $a = 0, \bar{3}$ und $a = 1$ eine im Vergleich zur relativen Abweichung der Losgröße geringere Auswirkung auf die Gesamtkosten. Bei einem Wert für a kleiner als $0, \bar{3}$ verursacht jede Losgrößenänderung eine höhere relative Kostenänderung. Insgesamt ist die Kostenänderung im Bereich zwischen $0, \bar{3}$ und $+\infty$ prozentual geringer als die Mengenänderung, die der Auslöser der Kostenänderung war. Erst bei einer negativen, relativen Losgrößenabweichung von mehr als 66 Prozent übersteigt die relative Änderung der Losgröße die relative Änderung der Kosten.

Satz 13 Die prozentuale Abweichung der entscheidungsrelevanten Kosten der integrierten Losgrößenplanung nach Banerjee⁵⁷⁹ ist bei einer Losgrößenabweichung im Bereich von -67 Prozent bis $+\infty$ niedriger als die Losgrößenabweichung.

Diese Erkenntnis kann auf das hybride Verfahren übertragen werden. Das hybride Verfahren basiert auf Schätzwerten, aus denen Grenzen für die global kostenminimale Losgröße abgeleitet werden. Dadurch wird der Bereich für die maximale Abweichung von q_{sc}^* auf das eingeschränkte Ergebnisintervall begrenzt. Liegt in der jeweiligen Entscheidungssituation eine asymmetrische Machtverteilung zu Gunsten des Standorts $\bar{p}s$ vor und gleichen sich die global kostenminimale Losgröße q_{sc}^* und die Grenzlosgröße des schwachen Akteurs \tilde{q}_{sc}^b , ist die absolute Losgrößenabweichung gleich der Differenz Δq^b der Grenzlosgrößen und somit maximal. In diesem Fall entspricht außerdem die relative Lage der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall $P^b(q_{sc}^*)$ dem Wert eins. Dementsprechend setzt sich die absolute Abweichung im Rahmen der Mengenverhandlung (Schritt 5) des hybriden Verfahren aus dem Produkt der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße $P^b(q_{sc}^*)$ und der Dif-

⁵⁷⁹ Vgl. Banerjee (1986).

ferenz Δq^b der Grenzlosgrößen zusammen und bildet somit die beiden möglichen Schätzfehler ab. Ungenaue Schätzungen können entweder zu einer im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße sehr großen Differenz Δq^b der Grenzlosgrößen führen oder aber eine ungünstige Randlage ($P^b(q_{sc}^*) \approx 1$) der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall verursachen. Analytisch wird dieser Zusammenhang aus Gleichung (4.160) abgeleitet. In Anlehnung an die Gleichungen (4.67) und (4.68) kann die global kostenminimale Losgröße alternativ wie folgt definiert werden:

$$q_{sc}^* = \tilde{q}_{\bar{p}s}^b + P^b(q_{sc}^*) \cdot \Delta q^b \quad (4.166)$$

Für die Grenzlosgröße des mächtigen Akteurs folgt dann:

$$\tilde{q}_{\bar{p}s}^b = q_{sc}^* - P^b(q_{sc}^*) \cdot \Delta q^b \quad (4.167)$$

Bei einer Situation mit Machtasymmetrie entspricht das Ergebnis der ursprünglichen Mengenverhandlung der Grenzlosgröße des mächtigen Akteurs $\tilde{q}_{\bar{p}s}^b$. Für die Losgrößenabweichung a gilt entsprechend unter Anwendung der Gleichungen (4.160) und (4.167)

$$a = \frac{\tilde{q}_{\bar{p}s}^b}{q_{sc}^*} \quad (4.168)$$

$$\Rightarrow a = \frac{q_{sc}^* - P^b(q_{sc}^*) \cdot \Delta q^b}{q_{sc}^*} \quad (4.169)$$

$$\Rightarrow a = 1 - P^b(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b \quad (4.170)$$

mit

$$\Theta^b = \frac{\Delta q^b}{q_{sc}^*} \quad (4.171)$$

Der Faktor Θ^b verdeutlicht die inhaltliche Bedeutung von Gleichung (4.170). So kann eine Differenz der Grenzlosgrößen in Höhe von 10000 Stück bei einer global kostenminimalen Losgröße von fünf Stück als sehr ungenaue und gleichzeitig in Entscheidungssituationen mit einer global kostenminimalen Losgröße von 100000 Stück als hervorragende Schätzung gewertet werden. Eine absolute Betrachtung ist wenig sinnvoll. Vielmehr ist, wie gezeigt, Δq^b im Verhältnis zu q_{sc}^* zu analysieren und auf diese Weise situationsübergreifend vergleichbar zu machen.

Für $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ gilt bei Machtasymmetrie:

$$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - P^b(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b + \frac{1}{1 - P^b(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b} \right) \quad (4.172)$$

Der Wert der relativen Kosten nimmt mit steigendem $P^b(q_{sc}^*)$ und steigendem Δq^b zu. An der Stelle $P^b(q_{sc}^*) = 0$ oder $\Delta q^b = 0$ ist a mathematisch nicht definiert. Aus dem Kontext lässt sich jedoch ersehen, dass an dieser Stelle a gleich null sein muss, weil bei $P^b(q_{sc}^*) = 0$ die Grenzlosgröße des starken Akteurs gleich der global kostenminimalen Losgröße ist. Die grafische Sensitivitätsanalyse wird zweigeteilt durchgeführt.

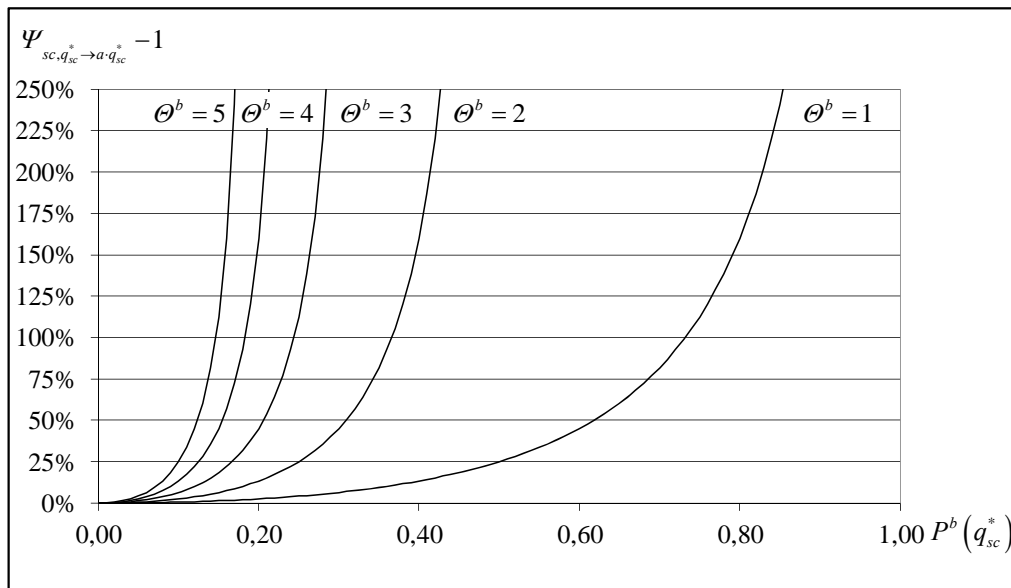


Abbildung 4.22: $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ in Abhängigkeit von Θ^b und $P^b(q_{sc}^*)$ für $\Theta^b > 0$ ⁵⁸⁰

In Abbildung 4.22 sind die relativen Kostenabweichungen $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} - 1$ der Internal Supply Chain in Abhängigkeit der relativen Lage $P^b(q_{sc}^*)$ für unterschiedliche, positive Θ^b dargestellt. Die Wertekombinationen dieser Abbildung repräsentieren ausschließlich relative Losgrößen a zwischen null und eins. Anhand der Grafik ist deutlich sichtbar, dass ein hohes Θ^b eine hohe Sensitivität bedingt, zumindest für den Fall, dass $P^b(q_{sc}^*)$ größer als 0,1 ist. Bei Werten von $P^b(q_{sc}^*)$ nahe null ist die Kostenabweichung sehr gering, weil die Differenz der global kostenminimalen Losgröße und der Grenzlosgröße des mächtigen Akteurs klein ist. Je kleiner das eingeschränkte Ergebnisintervall im Vergleich zur global kostenminimalen Losgröße ist, desto geringer sind die prozentualen Veränderungen der Kosten, die durch Fehlschätzungen der Parameterverhältnisse β , η und ρ und daraus resultierenden ungünstigen Werten für $P^b(q_{sc}^*)$ verursacht sind. Die relativen Kostenwerte steigen dann stark an, wenn sich das Produkt $P^b(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b$ dem Wert eins annähert. In diesem Fall nimmt die absolute Losgrößenabweichung einen Be-

⁵⁸⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

trag nahe q_{sc}^* an. Eine darüber hinausgehende negative Losgrößenabweichung liegt nicht im Wertebereich des hybriden Verfahrens, weil negative Losgrößen ausgeschlossen sind.

Eine deutlich geringere Sensitivität weist das Verfahren gegenüber positiven Losgrößenabweichungen ($a > 1$) auf. Für ein betrachtetes Θ^b von minus eins steigen die Kosten selbst dann nur auf 125 Prozent der Kosten der global kostenminimale Losgröße, wenn $P^b(q_{sc}^*)$ gleich eins ist. Ein Wert von $P^b(q_{sc}^*)$ gleich eins bedeutet die maximal mögliche Losgrößenabweichung für ein gegebenes Θ^b . Die global kostenminimale Losgröße entspricht in diesem Fall der lokal kostenminimalen Losgröße des schwachen Akteurs. Negative Werte für Θ^b resultieren daraus, dass die Losgröße des mächtigen Akteurs höher ist als die des schwachen Standorts. Für niedrigere Θ^b oder einen höheren Betrag von Θ^b steigt die Sensitivität der Kosten an. Im Vergleich zu den positiven Θ^b -Werten zeugt Abbildung 4.23 von einer geringeren Sensitivität des Kostenergebnisses gegenüber Mengenabweichungen bei negativen Θ^b -Werten.

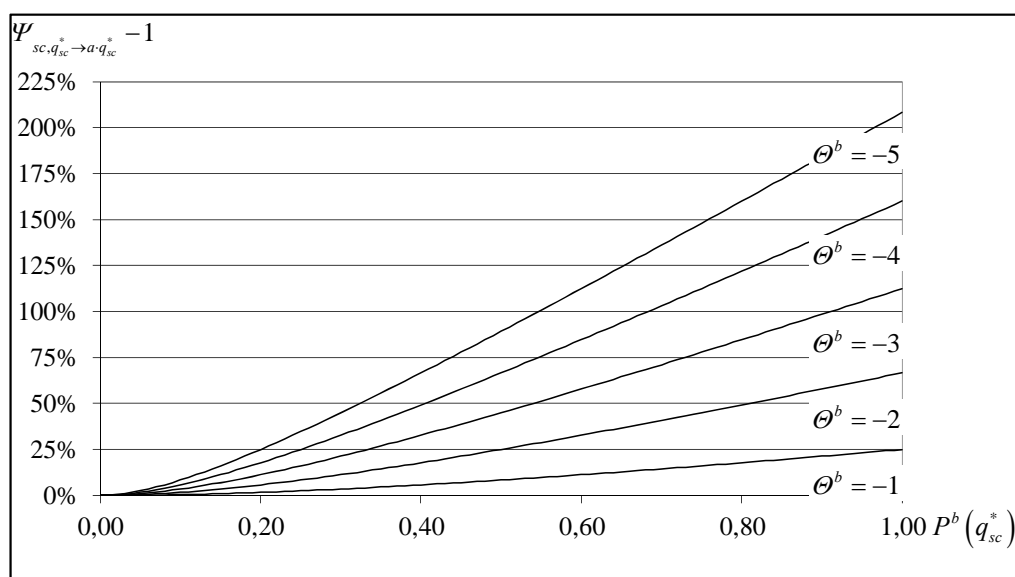


Abbildung 4.23: $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ in Abhängigkeit von Θ^b und $P^b(q_{sc}^*)$ für $\Theta^b < 0$ ⁵⁸¹

In Situationen mit Machtsymmetrie wird die Sensitivität mithilfe der relativen Lagen im Bezug auf das Ergebnis der Mengenverhandlung ermittelt. Für den Bereich $\Delta q^{b,i} = \tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i$ zwischen der Grenzlosgröße des aktiven Akteurs und dem Verhandlungsergebnis basieren die Berechnungen auf P_{sc}^i und für den Bereich $\Delta q^{b,ii} = \tilde{q}_{ps}^b - q_{sc}^i$ zwischen dem Ergebnis der Mengenver-

⁵⁸¹ Quelle: Eigene Darstellung.

handlung und der Grenzlosgröße des passiven Standorts auf P_{sc}^{ii} . Falls q_{sc}^* gleich q_{sc}^i ist, muss die relative Losgröße a den Wert eins betragen.

$$a = \begin{cases} P^i(q_{sc}^*) \cdot \Theta^{b,i} & \text{für } q_{sc}^* \in [\tilde{q}_{ps}^b; q_{sc}^i[\\ 1 & \text{für } q_{sc}^* = q_{sc}^i \\ P^{ii}(q_{sc}^*) \cdot \Theta^{b,ii} & \text{für } q_{sc}^* \in]q_{sc}^i; \tilde{q}_{ps}^b] \end{cases} \quad (4.173)$$

mit

$$\Theta^{b,i} = \frac{\Delta q^{b,i}}{q_{sc}^*} \quad (4.174)$$

und

$$\Theta^{b,ii} = \frac{\Delta q^{b,ii}}{q_{sc}^*} \quad (4.175)$$

Der mathematische Ausdruck für die Berechnung der relativen Kostenabweichung in Abhängigkeit der relativen Losgröße a lautet:

$$\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*} = \begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \left(P^i(q_{sc}^*) \cdot \Theta^{b,i} + \frac{1}{P^i(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b} \right) & \text{für } q_{sc}^* \in [\tilde{q}_{ps}^b; q_{sc}^i[\\ 0 & \text{für } q_{sc}^* = q_{sc}^i \\ \frac{1}{2} \cdot \left(P^{ii}(q_{sc}^*) \cdot \Theta^{b,ii} + \frac{1}{P^{ii}(q_{sc}^*) \cdot \Theta^b} \right) & \text{für } q_{sc}^* \in]q_{sc}^i; \tilde{q}_{ps}^b] \end{cases} \quad (4.176)$$

Bei symmetrischer Machtverteilung entspricht q_{sc}^i einer beliebigen Losgröße zwischen den Grenzlosgrößen. Die maximale Abweichung der relativen Losgröße ist dementsprechend bei Machtsymmetrie geringer. Deshalb sind die Ergebnisse des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung aus Kostensicht weniger sensitiv gegenüber falschen Parameterschätzungen als bei Machtasymmetrie.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen des Grundmodells von Banerjee⁵⁸² auf das hybride Verfahren übertragen werden kann. Bei niedrigen Werten für $P^b(q_{sc}^*)$ und einem Betrag von Θ^b ist die prozentuale Kostenveränderung geringer als die relative Mengenänderung, die die Kostenveränderung verursacht. Nur bei hohen Werten für $P^b(q_{sc}^*)$ und einem Betrag von Θ^b größer als eins, reagiert das Modell äußerst sensitiv. Dann übersteigen die Kostenänderungen die relativen Mengenänderung. Damit ist der erste Teil der Sensitivitätsanalyse für die Mengenverhandlung abgeschlossen. Im folgenden zweiten

⁵⁸² Vgl. Banerjee (1986).

Teil konzentriert sich die Analyse auf die Auswirkungen der Nachverhandlung auf die Sensitivität des Verfahrens.

Auswirkungen der Nachverhandlung auf die Sensitivität der Ergebnisse des hybriden Verfahrens

Zur lokalen und globalen Verbesserung der Ergebnisse schließt sich an die Mengenverhandlung die Nachverhandlung an, in der es dem aktiven Standort möglich ist, dem passiven Standort ein Angebot aus Losgröße und Kompensationszahlung zu unterbreiten, das seine eigene Kostensituation verbessert. Die Ergebnislosgröße der Nachverhandlung entspricht bei Machtasymmetrie⁵⁸³ unabhängig davon, welcher der beiden Akteure die Nachverhandlung initiiert, der Stückzahl \hat{q}_{ps}^b , bei der die Differenz aus Kostendifferenzfunktion und zugehöriger Sekante am höchsten ist. Nimmt der passive Standort das Gebot des aktiven Standorts an, endet die Nachverhandlung mit einer Einigung. Der passive Standort stimmt dem Gebot des aktiven Akteurs zu, wenn sich seine eigene Kostensituation im Vergleich zur Kostensituation nach der Mengenverhandlung verbessert. Gleichzeitig stellt das Sekantenverfahren bei einer Einigung im Rahmen der Nachverhandlung auch eine Kostenverbesserung des aktiven Standorts sicher. Es entsteht eine Win-Win-Situation.⁵⁸⁴ Folglich verbessert sich die globale Kostensituation, sobald die Nachverhandlung zu einer Einigung führt. Dies zeigt, dass sich durch die Integration der Nachverhandlung die Sensitivität des Ergebnisses des hybriden Verfahrens reduziert.

Satz 14 *Eine Einigung der Akteure im Rahmen der Nachverhandlung führt zu einer globalen Kostenverbesserung in der Supply Chain. Weil eine Einigung ausschließlich bei einer globalen Kostenverbesserung zustande kommt, bewirkt die Nachverhandlung eine Verringerung der Sensitivität des Ergebnisses des hybriden Verfahrens gegenüber Fehlschätzungen.*

Es ist jedoch fraglich, in welchen Situationen die Nachverhandlung zu einer Einigung führt. Die Nachverhandlung würde an Bedeutung verlieren, wenn sie ausschließlich Einfluss auf Lösungen in der Nähe der global kostenminimalen Losgröße besitzt, stark vom globalen Kostenminimum abweichende Lösungen aber nicht verbessert. Um die Situationen zu identifizieren, in denen die Nachverhandlung mit einer Einigung endet, wird das Verhalten des passiven Akteurs näher betrachtet. Gemäß Satz 12⁵⁸⁵ stimmt der passive Akteur dem Gebot des aktiven Standorts zu, wenn sich seine Kostensituation im Vergleich zum Ergebnis der Mengenverhandlung verbessert. Es ist offensichtlich, dass Situationen existieren, in denen eine derartige Verbesserung nicht möglich ist, weil entweder das Ergebnis der Mengenverhandlung der global

⁵⁸³ Wie bereits gezeigt wurde, ist die Abweichung des Ergebnisses des hybriden Verfahrens von der global kostenminimalen Losgröße bei sonst gleichen Bedingungen in Situationen mit Machtasymmetrie unter den gegebenen Bedingungen tendenziell höher als in Situationen mit Machtsymmetrie.

⁵⁸⁴ Vgl. Abschnitt 4.3.1.

⁵⁸⁵ Vgl. Satz 12 auf Seite 175.

kostenminimalen Losgröße entspricht oder die Kompensationszahlung die lokal erzielte Kostenverbesserung des passiven Akteurs übersteigt. Beide Fälle werden nachfolgend mit dem Ziel untersucht, einen Zusammenhang zwischen einer Einigung in der Nachverhandlung und der Lösungsqualität in der Mengenverhandlung herzustellen. Für die Analyse wird eine Entscheidungssituation mit Machtasymmetrie angenommen. Es wird außerdem unterstellt, dass der mächtige Standort die Nachverhandlung initiiert.

1. Entspricht das Ergebnis der Mengenverhandlung dem globalen Kostenminimum, ist keine Einigung in der Nachverhandlung möglich. Der aktive Akteur kommuniziert ein Angebot, bei dessen Realisierung seine Kostensituation verbessert würde. Weil aus globaler Perspektive aber keine Kostenverbesserung möglich ist, muss sich die Kostensituation des passiven Akteurs verschlechtern. Die Nachverhandlung scheitert.
2. Gleicht das Ergebnis der Mengenverhandlung nicht der global kostenminimalen Losgröße, muss die Analyse vertieft werden und potenzielle Ergebnisse der Mengenverhandlung voneinander unterschieden werden. Die global kostenminimale Losgröße zeichnet sich dadurch aus, dass die Differenz aus der Kostenvorteilsfunktion $\Psi_{\bar{p}s, q_{p}s}^a \rightarrow q_{sc}$ des schwachen Akteurs und der Kostennachteilsfunktion $\Psi_{\bar{p}s, q_{p}s}^a \rightarrow q_{sc}$ des mächtigen Standorts das Maximum erreicht. Zwischen der lokal kostenminimalen Losgröße $q_{p}s^*$ des mächtigen und der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* steigt der Kostenvorteil stärker an als der Kostennachteil. Im weiteren Verlauf zur lokal kostenminimalen Losgröße $q_{p}s^*$ des schwachen Standorts fällt die Steigung des Kostenvorteils geringer aus als die des Kostennachteils. Mit diesem Wissen lassen sich Rückschlüsse auf den Ausgang der Nachverhandlung ziehen. Weil das Ergebnis der Mengenverhandlung bei Machtasymmetrie der Grenzlosgröße des mächtigen Partners $\bar{q}_{p}s^b$ entspricht, haben die Grenzwerte direkten Einfluss auf das Ergebnis der Mengenverhandlung. Folgende Abgrenzungen können für die Ergebnisbewertung getroffen werden (vgl. Abbildung 4.24).
 - Ein gutes Ergebnis liegt dann vor, wenn die Grenzlosgröße des mächtigen Akteurs in der Nähe der global kostenminimalen Losgröße liegt. In der Kostenvor- und -nachteilsfunktion fällt auf, dass bei einer relativ steil ansteigenden Kostennachteilsfunktion der Sekantenwert den Kostenvorteilsfunktionswert übersteigt und deshalb keine Einigung in der Nachverhandlung möglich ist (vgl. Abbildung 4.24 – links oben). Liegt eine flache Kostennachteilsfunktion in Verbindung mit einer relativ flachen Kostenvorteilsfunktion vor, kann auch nur dann eine Verbesserung erzielt werden, wenn der Kostenvorteil, den der schwache Standort durch die Festlegung der Grenzen bereits erlangt hat, kleiner ist als der Kostenvorteil der Nachverhandlungslosgröße abzüglich der Seitenzahlung (vgl. Abbildung 4.24 – rechts oben und links oben). Das bedeutet, der in der Nachverhandlung zusätzlich erzeugte Vorteil muss größer sein als die Seitenzahlung. Unter Berücksichtigung, dass die Steigung des Kostenvorteils ausgehend von $q_{p}s^*$ in Richtung global kostenminimaler

Losgröße abnimmt und gleichzeitig die Steigung des Kostennachteils zunimmt, ist bei einer guten Lösung der Mengenverhandlung eine Verbesserung in der Nachverhandlung unwahrscheinlich, aber möglich. Ein solcher Fall liegt vor, wenn die Kostenvorteilsfunktion innerhalb der Grenzen sehr stark ansteigt und dann sehr schnell in den Sättigungsbereich übergeht und gleichzeitig die Kostennachteilsfunktion innerhalb der Grenzen relativ flach verläuft.

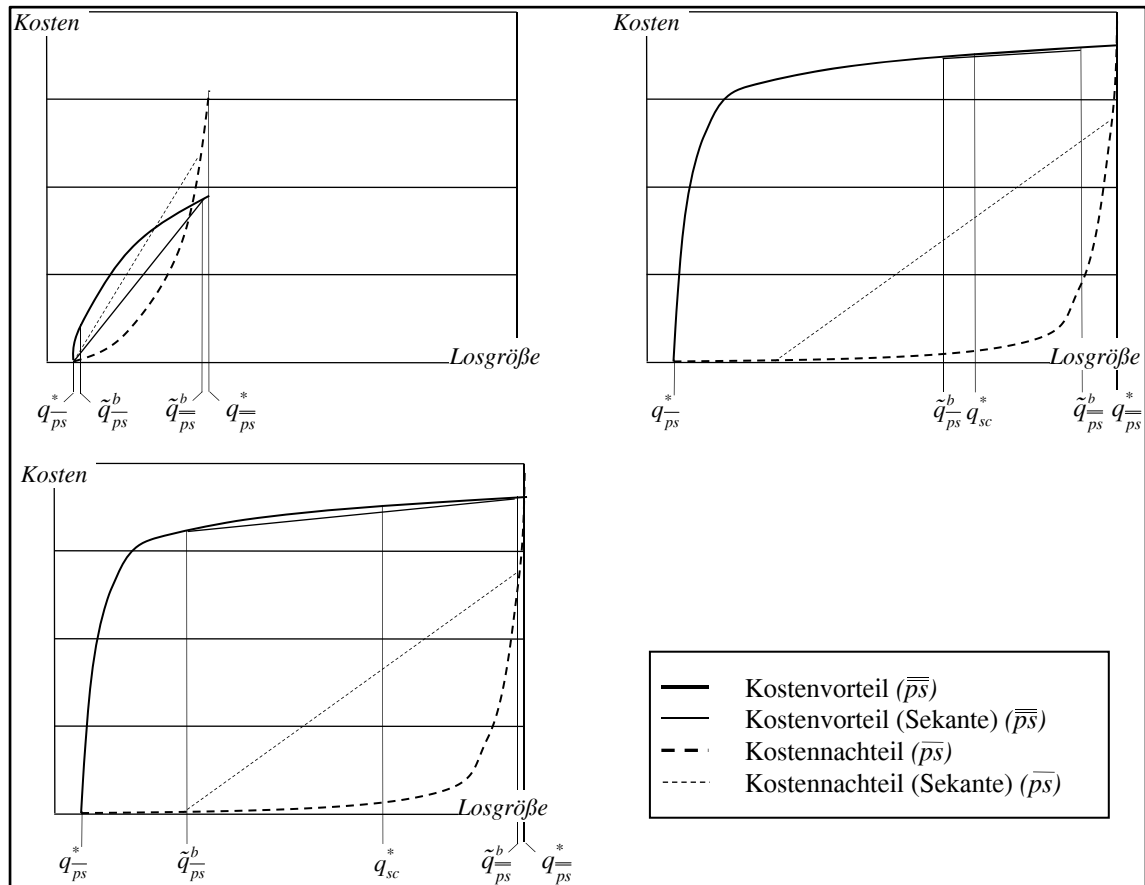


Abbildung 4.24: Kostendifferenzfunktionen bei aktivem mächtigem Standort $ps = \bar{ps}$ und Scheitern der Nachverhandlung⁵⁸⁶

- Schlechte Ergebnisse der Mengenverhandlung besitzen die Eigenschaft stark von der global kostenminimalen Losgröße abzuweichen. Die maximale Abweichung beträgt Δq^b für den Fall, dass die global kostenminimale Losgröße der Grenzlosgröße des schwachen Standorts gleicht. In diesem Fall steigt der Abstand der Kostendifferenzfunktionen bis zur Grenzlosgröße des schwachen Standorts an. Die beiden Sekanten schneiden sich nicht. Die Sekante übersteigt bei keiner Losgröße innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls die Kostenvorteilsfunktion. Weil gleichzeitig der Kostenvorteil über das gesamte eingeschränkte Ergebnisintervall stärker steigt als der Kostennachteil, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der durch die Verschiebung der Losgröße in der Nachverhandlung generierte Kostenvorteil

⁵⁸⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

größer ist als die zu leistende Seitenzahlung. Werden die Betrachtungen auf einen schlechten Bereich ausgeweitet, ist allerdings zu beachten, dass die Nachverhandlung nicht immer verbessernd wirkt. Wenn ein steiler Anstieg außerhalb und eine relativ flache Steigung der Kostenvorteilsfunktion innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls vorliegt und gleichzeitig die Kostennachteilsfunktion zwischen der global kostenminimalen Losgröße und der Grenzlosgröße des schwachen Standorts sehr stark ansteigt, kann eine Einigung im Rahmen der Nachverhandlung ausbleiben (vgl. Abbildung 4.24 – links unten). Auf Grund des flachen Verlaufs beider Funktionen innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls fällt der Kostenunterschied zwischen dem Ergebnis der Mengenverhandlung und der global kostenminimalen Losgröße eher gering aus.

Grundsätzlich ist eine Verbesserung des Ergebnisses der Mengenverhandlung bei schlechten Ergebnissen möglich. Die Definition der Ergebnisqualität bezieht sich dabei in erster Linie auf die relative Lage $P^b(q_{sc}^*)$ der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall. Unstrittig ist aber auch, dass die Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls auf den Erfolg der Nachverhandlung wirkt.

- Ist das eingeschränkte Ergebnisintervall sehr klein, sinkt die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Nachverhandlung, weil innerhalb des Ergebnisintervalls nur kleine Losgrößenverschiebungen zur Generierung von Kostenvorteilen möglich sind. Die Nachverhandlung endet nur bei sehr steilen Kostenfunktionen innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls mit einer Einigung. Ein kleines eingeschränktes Ergebnisintervall bewirkt aber wiederum sehr gute Resultate der Mengenverhandlung, solange die Kostenfunktion innerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls nicht steil ist. Bei einem kleinen Δq^b oder kleinem Θ^b endet die Nachverhandlung in wenigen Fällen mit einer Einigung, weil in der Mengenverhandlung bereits gute Ergebnisse erzielt werden. Wenn die Nachverhandlung aber erfolgreich endet, verbessert sie schlechte Ergebnisse der Mengenverhandlung.
- Füllt das eingeschränkte Ergebnisintervall das ursprüngliche Ergebnisintervall zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen nahezu aus, erreicht es seinen Maximalwert oder einen Wert in der Nähe. Für diesen Fall kann die Argumentation zum Einsatz der Verfahrensvariante 1 der Nachverhandlung in Abschnitt 4.3.4 übernommen werden. Durch die höhere Seitenzahlung, die das Gebot der Nachverhandlung enthält, sinkt die Wahrscheinlichkeit einer Einigung in der Nachverhandlung insbesondere dann, wenn sich die Kostendifferenzfunktionen zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen schneiden.

Satz 15 *Die Nachverhandlung verbessert das Ergebnis vor allem bei einer im Vergleich zur Differenz der lokal kostenminimalen mittleren Differenz der Grenzlosgrößen und einer ungüns-*

tigen Lage der global kostenminimalen Losgröße $P^b(q_{sc}^*) \approx 1$ im eingeschränkten Ergebnisintervall. Dadurch wird die Sensitivität des Ergebnisses des hybriden Verfahrens gegenüber Parameterfehlschätzungen verringert.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zur Nachverhandlung sind auch für Situationen gültig, in denen die Nachverhandlung durch den schwachen Standort angestoßen wird. Außerdem lassen sie sich auf Situationen mit symmetrischer Machtverteilung übertragen. Die gewonnenen Erkenntnisse zur Sensitivität des hybriden Verfahrens werden im folgenden Abschnitt exemplarisch aufbereitet und im weiteren Verlauf dieser Arbeit anhand einer Simulation vertieft.⁵⁸⁷

Exemplarische Darstellung der Sensitivität der Ergebnisse des hybriden Verfahrens

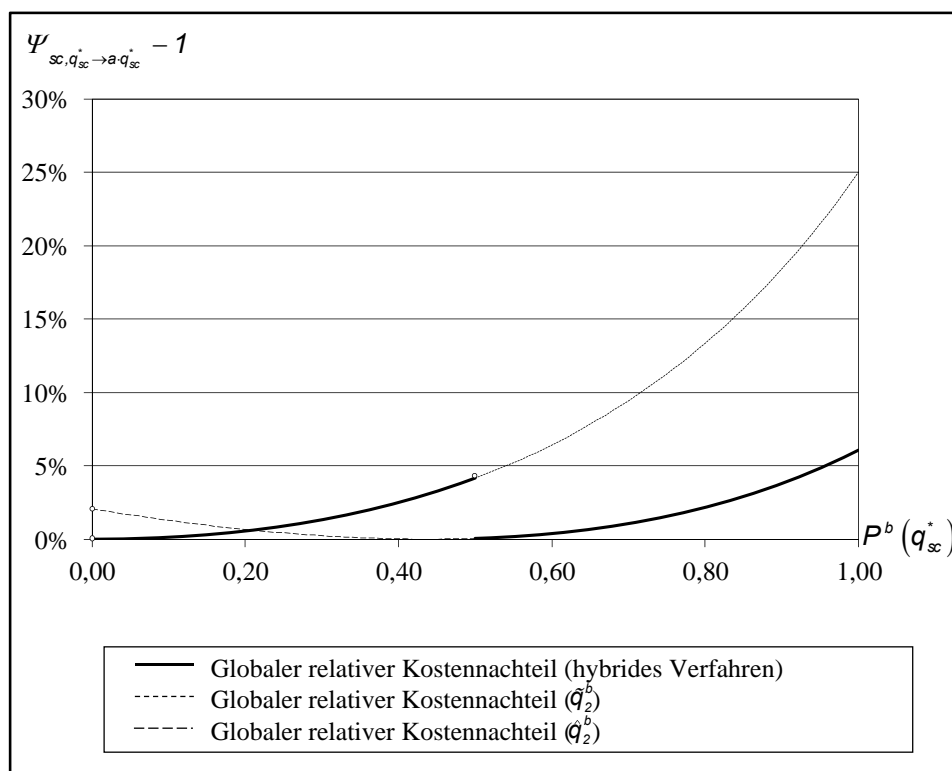


Abbildung 4.25: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens für $\Theta^b = 0,50$ ⁵⁸⁸

Grundlage der exemplarischen Betrachtung sind die in Abschnitt 4.3.4.2 eingeführten Daten. Zunächst wird eine Situation mit *asymmetrischer Machtverteilung* analysiert. Dabei wird das Verhalten der globalen Kostenfunktion sowohl in Abhängigkeit der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall $P^b(q_{sc}^*)$ als auch in Abhängigkeit der relativen Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls Θ^b untersucht. In Abbildung

⁵⁸⁷ Vgl. Abschnitt 5.3.

⁵⁸⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

4.25 sind die entscheidungsrelevanten Kosten des Beispiels in Abhängigkeit der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße $P^b(q_{sc}^*)$ unter Berücksichtigung von $\Theta^b = 0,50$ dargestellt. Der Θ^b -Wert ist so gewählt, dass der gesamte Wertebereich von $P^b(q_{sc}^*)$ zwischen null und eins für das numerische Beispiel berücksichtigt werden kann und dabei größtmöglich ist. Für die Grafik und die weiteren Analysen wird eine Machtverteilung zu Gunsten von Standort 2 angenommen. Außerdem wird unterstellt, dass der mächtige Standort die Nachverhandlung initiiert. Die Erkenntnisse lassen sich auch auf Situationen übertragen, in denen Standort 1 mächtig, aktiv oder beides ist. Die Abbildung zeigt, dass durch die Nachverhandlung die globale Kostensituation erheblich verbessert werden kann. Das maximal mögliche Kostenniveau sinkt auf Grund der Nachverhandlung von 125 Prozent des globalen Kostenminimums auf 106 Prozent bei $P^b(q_{sc}^* = 1,00)$. Bis zu einer relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall von 0,50 führt die Nachverhandlung zu keiner Verbesserung. Dies entspricht der Einschätzung im vorherigen Abschnitt, dass bei einem relativ kleinen eingeschränkten Ergebnisintervall und einer Lage der global kostenminimalen Losgröße in der Nähe der Grenzlosgröße des mächtigen Standorts die Nachverhandlung ohne Einigung endet. Der in der Nachverhandlung erzielte zusätzliche Kostenvorteil der Supply Chain reicht nicht aus, um den Sekantenwert des Kostennachteils zu übersteigen. Das erklärt auch den Verlauf bei Werten für $P^b(q_{sc}^*)$, die knapp niedriger als die Sprungstelle bei $P^b(q_{sc}^*) = 0,50$ sind. An dieser Stelle ist die Losgröße der Nachverhandlung aus Kostenperspektive zwar deutlich besser als die Losgröße der ursprünglichen Verhandlung, die Kostenvorteile übersteigen jedoch nicht den Sekantenwert der Kostennachteilsfunktion zwischen den Grenzlosgrößen. Deshalb wird die Grenzlosgröße des mächtigen Standorts 2 anstatt der Losgröße der Nachverhandlung verwirklicht, obwohl letztere aus globaler Perspektive kostengünstiger ist.

Bislang konnte gezeigt werden, dass bei Machtasymmetrie eine relative Lage $P^b(q_{sc}^*)$ von eins zu den aus Kostensicht schlechtesten Ergebnissen führt. Um die Betrachtung auf die schlechtest möglichen Szenarien konzentrieren zu können, muss der Einfluss der relativen Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls Θ^b auf die Kosten für $P^b(q_{sc}^*) = 1$ untersucht werden.⁵⁸⁹ Abbildung 4.26 dient der Darstellung des Zusammenhangs zwischen den globalen und lokalen Kosten auf der einen Seite und der relativen Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls auf der anderen Seite. Die Grafik basiert auf Daten des vorherigen numerischen Beispiels. Im Beispiel der Abbildung variieren lediglich die Grenzlosgrößen. So verbleibt \tilde{q}_1^b konstant auf dem Niveau 400, um einen Wert von $P^b(q_{sc}^*) = 1$ zu garantieren.

⁵⁸⁹ Alternativ wurde die Sensitivität der Kosten im Hinblick auf Θ^b auch für $P^b(q_{sc}^*) = \frac{1}{3}$ analysiert, weil dabei Θ^b den im verwendeten Beispiel maximalen Wert von 1,5 annehmen kann. Die Berechnungen ergaben jedoch als maximale Kosten nur 104 Prozent des globalen Kostenminimums. Deshalb ist der Kostenverlauf in Abhängigkeit von Θ^b für $P^b(q_{sc}^*) = 1$, einem maximalen Θ^b von 0,50 und einem Kostenmaximum von 106 Prozent ausführlich behandelt.

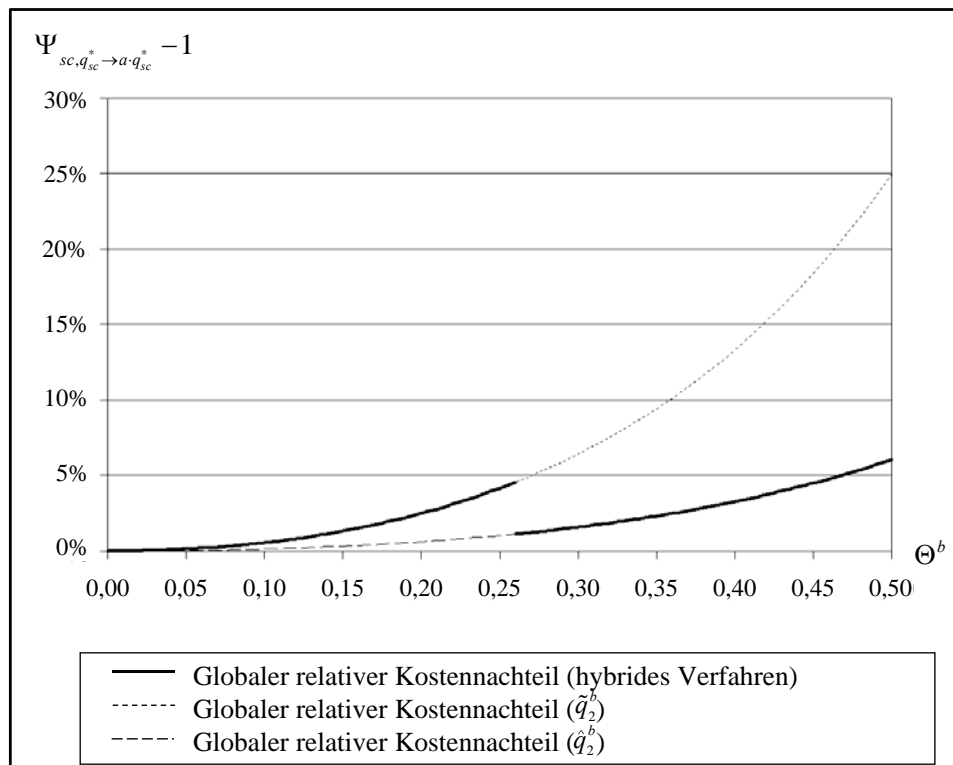


Abbildung 4.26: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von Θ^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens für $P^b(q_{sc}^*) = 1^{590}$

Die Grenzlosgröße des mächtigen Standorts 2 variiert hingegen zwischen 200 Stück und 400 Stück. Eine stärkere Variation würde zu Inkonsistenzen der Kostenfunktionen des Beispiels führen und eine isolierte Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Θ^b und den Kosten für das vorliegende Beispiel nicht mehr zulassen. Durch die Variation werden für die relative Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls Θ^b Werte zwischen null und 0,50 erzielt, wobei für Θ^b gleich null die Kostendifferenz $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow a \cdot q_{sc}^*}$ nicht definiert ist, weil an dieser Stelle die Losgrößenabweichung a den Wert null annimmt und damit keine Losgrößenabweichung mehr vorliegt. Die Sprungstelle bei $\Theta^b = 0,26$ kennzeichnet den Wechsel der Ergebnislosgröße von \tilde{q}_2^b zu \hat{q}_2^b . Die Tatsache, dass der Wechsel nicht beim Schnittpunkt der beiden Kostenfunktionen zu den beiden möglichen Losgrößen erfolgt, sondern erst bei einem Θ^b , bei dem die Kosten von \tilde{q}_2^b deutlich höher als die Kosten von \hat{q}_2^b sind, ist auf die Verwendung des Sekantenwerts als Grundlage der Kompensationszahlung anstatt der tatsächlichen Kostennachteilsfunktion von Standort 2 zurückzuführen.

Zusammenfassend wird auch im Hinblick auf die relative Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls Θ^b festgestellt, dass in der Nachverhandlung kostenwirksame Ergebnisse erzielt werden, wenn die Lösung der ursprünglichen Mengenverhandlung aus globaler Kostenperspektive weit vom Kostenminimum entfernt ist. Trotz der guten Ergebnisse hinsichtlich des verwendeten

⁵⁹⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

Beispiels von Banerjee⁵⁹¹, die auch dann bestätigt werden können, wenn der schwache Standort 1 die Nachverhandlung initiiert, ist zu beachten, dass bei einem sehr hohen Θ^b die Nachverhandlung verhältnismäßig schlechte Ergebnisse liefert. Diese Aussage wird jedoch dadurch relativiert, dass das Ergebnisintervall das Maximum beim Abstand der beiden lokal kostenminimalen Losgrößen erreicht und zudem von einer kompetenten Zentralstelle auszugehen ist, die diesen sowieso schon begrenzten Bereich noch weiter einschränken kann. Insofern ist ein im Vergleich zu q_{sc}^* sehr großes Ergebnisintervall wohl nur in Einzelfällen realistisch. Selbst dann liefert das hybride Verfahren auf Grund der gesetzten Grenzen im Vergleich zu einem dezentralen Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung aus Kostensicht bessere Lösungen.

Die in der Literatur vorgestellten dezentralen Verfahren mit integrierten Kompensationszahlungen basieren in der Regel auf der Annahme einer vorherrschenden Machtasymmetrie. In diesem Kapitel konnte gezeigt werden, dass Kompensationszahlungen auch bei *symmetrischer Macht* zur Sicherstellung einer guten Lösung dienen können. Unterstützt wird das Streben nach einer aus globaler Kostenperspektive guten Lösung durch die allgemein träge Reaktion der entscheidungsrelevanten Kosten auf Losgrößenabweichungen. Dieser Zusammenhang wurde bereits zu Beginn dieses Abschnitts herausgestellt und behält seine Gültigkeit auch für den Fall der symmetrischen Machtverteilung. Es ist davon auszugehen, dass sich die Sensitivität der Lösung gegenüber Fehlschätzungen im Vergleich zu Situationen mit asymmetrischer Macht sogar noch verringert. Bei symmetrischer Macht endet die Mengenverhandlung mit einer Losgröße zwischen den Grenzlosgrößen.⁵⁹² Wie im Rahmen der Losgrößenplanung wird im Weiteren die Annahme getroffen, dass sich beide Akteure im Rahmen der Mengenverhandlung auf die Losgröße in der Mitte des relevanten Ergebnisintervalls einigen.⁵⁹³ Der Maximalwert der Losgrößenabweichung $|a - 1|$ entspricht dann dem Wert $0,50 \cdot \Delta q^b$ anstatt Δq^b bei asymmetrischer Machtverteilung.⁵⁹⁴ Basiert das relevante Ergebnisintervall auf der Differenz Δq zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen, verliert diese Einschränkung ihre Gültigkeit. In diesem Fall gleicht die Sensitivität des Kostenergebnisses der Sensitivität bei asymmetrischer Machtverteilung, weil sich dann die in der Mengenverhandlung vereinbarte Losgröße nicht von einer Grenzlosgröße unterscheiden muss. Im Rahmen der allgemeinen Überlegungen wurde offensichtlich, dass die Kostenänderung entscheidend mit der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße $P^b(q_{sc}^*)$ im eingeschränkten Ergebnisintervall und dem Verhältnis Θ^b aus der Differenz der Grenzlosgrößen und der global kostenminimalen Losgröße korreliert ist. Beide Parameter werden mithilfe der geschätzten Parameterverhältnisse β , η und ρ berechnet. Ungenaue oder sehr breite Schätzungen haben direkten Einfluss auf $P^b(q_{sc}^*)$ und Θ^b . Je sensibler die Ergebnisse des hybriden Verfahrens auf Fehlschätzungen reagieren, desto genauer müssen die Schätzungen der Zentralinstanz sein. Grundlage aller nachfolgenden Analysen stellen

⁵⁹¹ Vgl. Banerjee (1986).

⁵⁹² Vgl. Dudek/Stadtler (2007), Sucky (2004a) und Banerjee (1986).

⁵⁹³ Vgl. hierzu die Ergebnisse in den Abschnitten 5.4.6.7 bis 5.4.6.10.

⁵⁹⁴ Es wird hier der minimale Maximalwert der Losgrößenabweichung angenommen.

die Zahlen des oben eingeführten Beispiels dar. Für die Sensitivitätsanalyse werden dem Ziel der Analyse entsprechend, lediglich die aus den Schätzwerten abgeleiteten Werte für $P^b(q_{sc}^*)$ und Θ^b variiert. Das Verhältnis Θ^b bleibt zunächst analog zum numerischen Beispiel aus Abschnitt 4.3.4.2 konstant bei 0,71. $P^b(q_{sc}^*)$ wird für Werte zwischen null bei Gleichheit der lokal kostenminimalen Losgröße von p_s mit der global kostenminimalen Losgröße und eins bei $q_{sc}^* = \hat{q}_{ps}^b$ untersucht. In diesem Kontext wird zwischen zwei möglichen Ergebnissen der Mengenverhandlung unterschieden: Einigen sich die Akteure auf die Losgröße bei $P = 0,50$ liegt der Verhandlung ΔQ als Ergebnisintervall zu Grunde. Bei einem Ergebnis von $P^b = 0,50$, ist dagegen ΔQ^b für die Verhandlung maßgeblich.

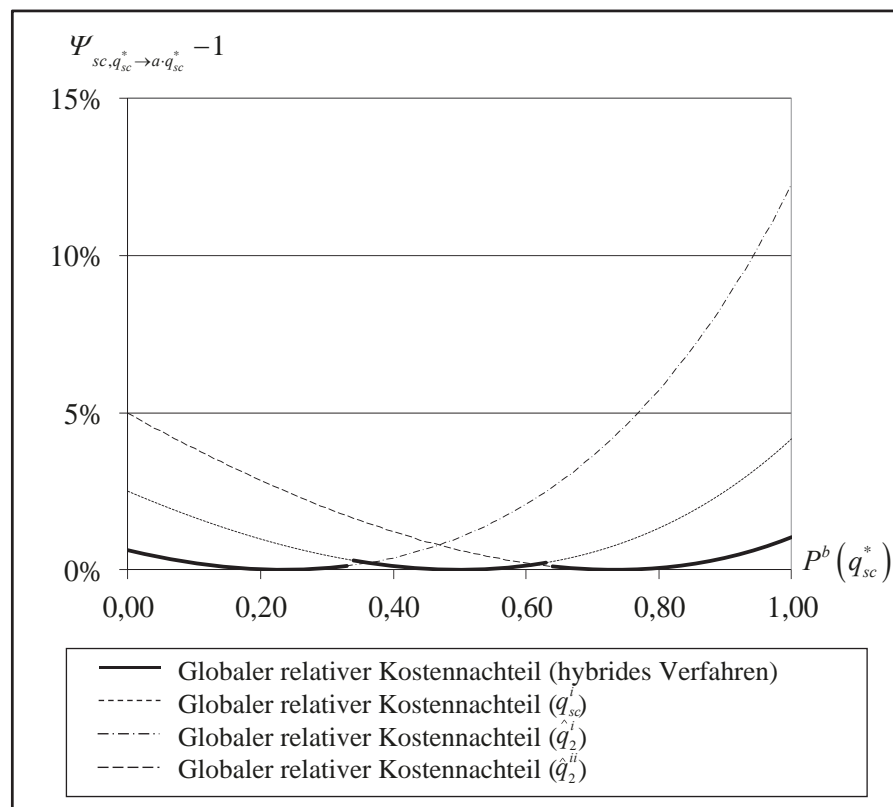


Abbildung 4.27: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ ⁵⁹⁵

Abbildung 4.27 offenbart für den Fall, dass die Nachverhandlung von Standort 2 initiiert wird, den Kostenverlauf der Internal-Supply-Chain bezogen auf $P^b(q_{sc}^*)$ und unter Verwendung der Beispielwerte. Bezugswert der relativen Kostenwerte ist das Kostenminimum von 2500 Euro. Die globale Kostenfunktion des hybriden Verfahrens unter Berücksichtigung der Nachverhandlung ist durch zwei Sprungstellen gekennzeichnet. Die erste Sprungstelle bei $P^b = 0,33$ repräsentiert den Wechsel der Ergebnislosgröße q_{sc} von \hat{q}_{ps}^i zum Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i . Ab $P^b(q_{sc}^*) = 0,64$ ist die Losgröße \hat{q}_{sc}^{ii} für das Ergebnis der Nachverhandlung maßgeblich. Insgesamt übersteigt die Kostenabweichung bei keinem Wert für $P^b(q_{sc}^*)$ einen Prozentpunkt

⁵⁹⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

der minimalen Kosten. Wie bei asymmetrischer Machtverteilung sind die Sprungstellen der Kostenfunktion auch hier auf den Abstand zwischen dem Sekantenwert und dem Funktionswert der Kostendifferenzfunktionen zurückzuführen. Dies erklärt auch die Nicht-Berücksichtigung der Schnittpunkte der drei Teilfunktionen für den Kostenverlauf (vgl. Abbildung 4.27).

Für die gleiche Verhandlungssituation mit q_{sc}^i bei $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ wird die Sensitivität der Lösung bei sich änderndem Θ^b untersucht. Dafür wird $P^b(q_{sc}^*)$ auf $0,3$ festgesetzt, weil damit der Maximalwert von 600 Stück für die Differenz Δq^b der Grenzlosgrößen erreicht wird (Abbildung 4.28).⁵⁹⁶

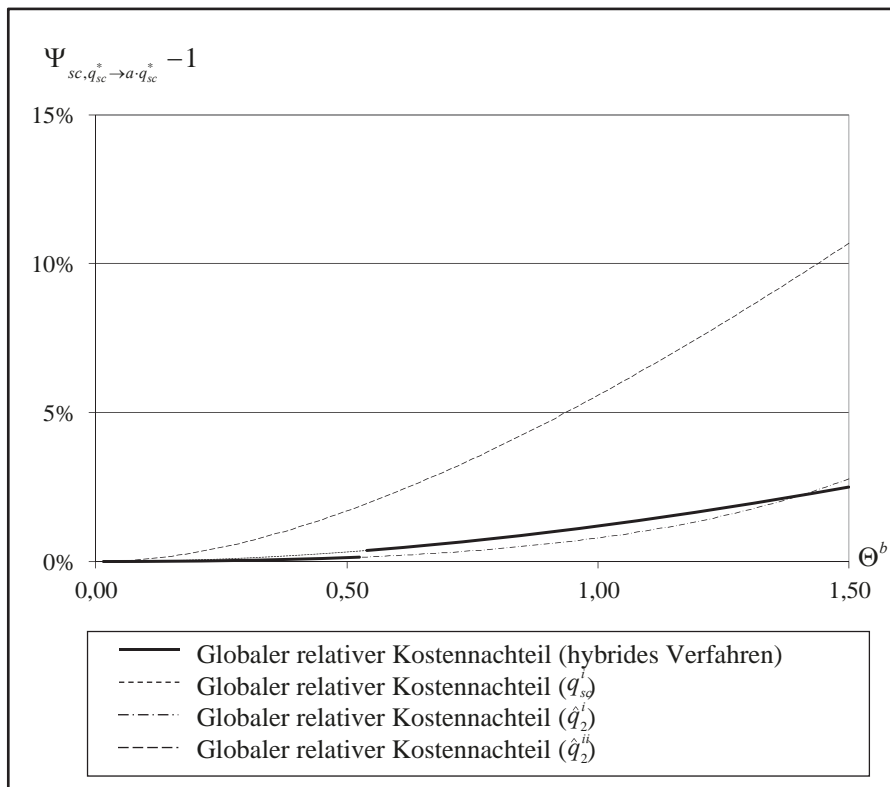


Abbildung 4.28: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von Θ^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P^b(q_{sc}^i) = 0,50$ und $P^b(q_{sc}^*) = 0,33$ ⁵⁹⁷

Θ^b ist für die Wertekombination aus Abbildung 4.28 gleich 1,5. Die minimale Losgrößendifferenz Δq^b ist null. Dann besteht das eingeschränkte Ergebnisintervall ausschließlich aus der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* . Das Ergebnis muss kostenminimal sein. $\Psi_{sc, q_{sc}^* \rightarrow q_{sc}^*}$ ist dann gleich 100 Prozent. Entsprechend wird für die Beispielzahlen Θ^b zwischen null und 1,50 bei konstantem $P^b(q_{sc}^*)$ variiert. Im Gegensatz zum Kostenverlauf in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ existiert bei der Variation von Θ^b lediglich eine Sprungstelle bei $\Theta^b = 0,53$. Kleinere Werte

⁵⁹⁶ Die maximale Kostenabweichung ist für diese Situation deutlich größer als bei $P^b(q_{sc}^*) = 1$. Dies signalisiert einen im Vergleich zur relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße höheren Einfluss der Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls.

⁵⁹⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

von Θ^b lassen die Losgröße \hat{q}_{ps}^i mit der dazugehörigen Kompensationszahlung von Standort 2 an Standort 1 für beide Standorte aus Kostensicht attraktiver erscheinen als das ursprüngliche Verhandlungsergebnis q_{sc}^i ohne Kompensationszahlung. Bei Werten für Θ^b größer als 0,53 führt die Nachverhandlung hingegen zu keiner Kostenverbesserung. Die Differenz aus Sekante und Kostennach- oder -vorteil kann nicht ausgeglichen werden. Das Kostenmaximum liegt bei 102,5 Prozent des Kostenminimums, obwohl die Ergebnislosgröße der ursprünglichen Verhandlung maximal 125 Prozent der lokal kostenminimalen Losgröße beträgt.

Unklar ist noch die Lage des ursprünglichen Verhandlungsergebnisses q_{sc}^i . Je nachdem, ob ΔQ^b oder ΔQ den Akteuren als Verhandlungsgrundlage dient, verändert sich die Lage. Bislang wurde zu Analyse Zwecken davon ausgegangen, dass sich die Standorte auf eine Losgröße genau in der Mitte des eingeschränkten Ergebnisintervalls einigen. Genauso berechtigt ist allerdings die Argumentation, dass die beiden ersten Gebote für den weiteren Verhandlungsverlauf maßgeblich sind (vgl. Abbildung 4.29).

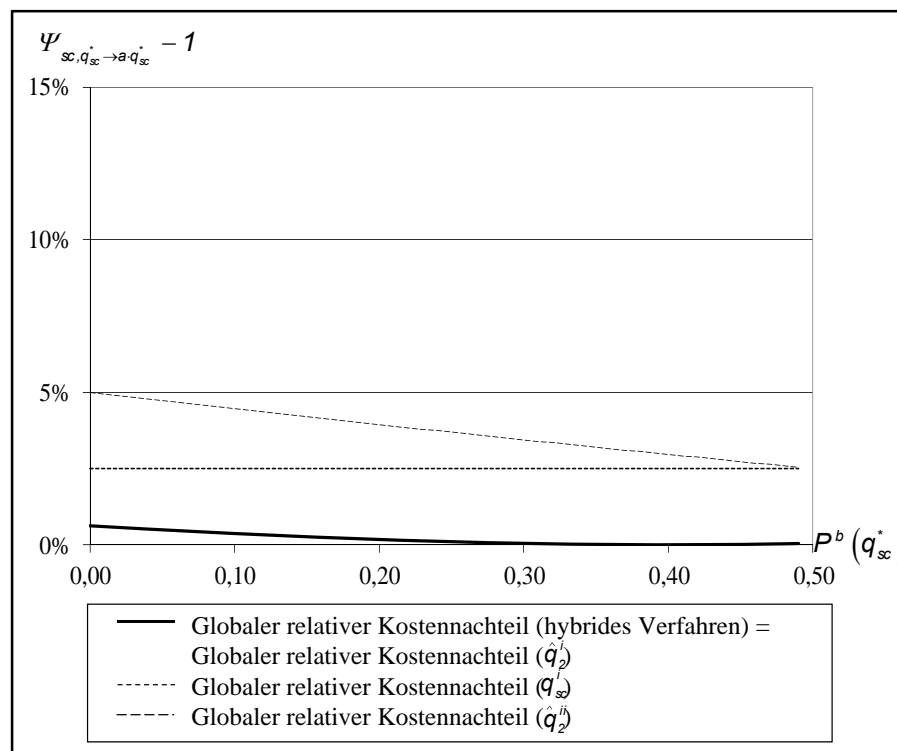


Abbildung 4.29: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von $P^b(q_{sc}^*)$ bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P(q_{sc}^i) = 0,50$ ⁵⁹⁸

Der Bezugsrahmen für diesen Fall ist ΔQ . Die Verhandlung endet dann unabhängig von den Grenzen bei $P(q_{sc}^i) = 0,50$. Im Beispiel entspricht das Ergebnis der ursprünglichen Verhandlung einer Losgröße in Höhe von 500 Stück. Nichtsdestotrotz muss das Verhandlungsergebnis innerhalb der gesetzten Losgrößengrenzen liegen. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse für die-

⁵⁹⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

se Verhandlungssituation werden deshalb Kombinationen, die zu einer Losgröße außerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls führen, ausgeklammert.⁵⁹⁹ Ansonsten erfolgt ein Vorgehen analog zur vorhergehenden Entscheidungssituation. Die Kostenveränderungen bei Variation von $P^b(q_{sc}^*)$ gestalten sich eindeutig. Das Verhandlungsergebnis basiert ausschließlich auf Ergebnissen der Nachverhandlung, wobei auf Grund der Lage von q_{sc}^* in der Nähe von \tilde{q}_1^b nur \tilde{q}_2^i für die Ergebnisfestsetzung wichtig ist. Bei einer unterstellten Differenz Δq^b von 200 und unter Nicht-Berücksichtigung von Werten für q_{sc}^i , die außerhalb der Grenzlosgrößen liegen, muss das Maximum von Θ^b beim Wert 0,50 liegen.⁶⁰⁰ Die Kosten des ursprünglichen Verhandlungsergebnisses sind für alle betrachteten Werte der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße im Ergebnisintervall ebenso höher wie die Losgröße der Nachverhandlung, die zwischen der Grenzlosgröße und dem ursprünglichen Verhandlungsergebnis liegen. Die Lösungen des hybriden Verfahrens kosten der gesamten Internal Supply Chain unter den gegebenen Annahmen bei keinem Wert für die betrachtete relative Lage im Ergebnisintervall mehr als 100,6 Prozent des Kostenminimums.

Trotz der Bedeutung der lokal kostenminimalen Losgrößen spielt das Ergebnisintervall ΔQ^b beim Einsatz des Sekantenverfahrens für die Nachverhandlung eine Rolle. Deshalb werden neben Kostensensitivität bezüglich der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall auch die Auswirkungen der Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls ΔQ^b und der relativen Größe Θ^b auf die Supply-Chain-Kosten untersucht. Auch für diese Analyse wird $P^b(q_{sc}^*)$ auf $0, \bar{3}$ festgelegt, um ein möglichst großes Θ^b zu ermöglichen. Weil die Losgröße \tilde{q}_2^b ebenso wie die Grenze \tilde{q}_1^b angepasst wird und neben dem globalen Kostenminimum auch das ursprüngliche Verhandlungsergebnis q_{sc}^i im Ergebnisintervall liegen muss, beginnt der Wertebereich der Beispieldatenfunktionen erst bei $\Theta^b = 0,38$. Die Kostenfunktion besitzt ihre einzige Sprungstelle bei $\Theta^b = 1,18$ und weist ihren maximalen Wert bei 102,5 Prozent auf. Das Ergebnis der ursprünglichen Verhandlung beträgt unabhängig von $P^b(q_{sc}^*)$ konstant 500 Stück und ist aus globaler Sicht sowie im Vergleich zur Nachverhandlung bei Θ^b -Werten größer als die Sprungstelle den Losgrößen der Nachverhandlung überlegen. Bei Θ^b -Werten kleiner als die Sprungstelle wählen beide Akteure hingegen die Losgröße q_{sc}^i aus. Der relativ große Ordinatenabstand zwischen den beiden Funktionsteilen ist ein Indiz für den großen Abstand zwischen der Sekante und der Kostennachteilsfunktion des aktiven Standorts. Insgesamt verbessern sich durch die Nachverhandlung zwar die maximalen Kosten nicht, aber gerade im mittleren Wertebereich für Θ^b bewirkt die Nachverhandlung eine deutliche Kostensenkung (vgl. Abbildung 4.30). Auch an dieser Stelle entsprechen die Ergebnisse der exemplarischen Sensitivitätsanalyse den Erkenntnissen der allgemeinen Sensitivitätsanalyse zur Nachverhandlung.

⁵⁹⁹ Die Reaktion der Standorte, falls die Verhandlung mit einer Losgröße außerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls endet, lässt sich nur schwer prognostizieren. Deshalb wird an dieser Stelle auf eine entsprechende Berücksichtigung verzichtet.

⁶⁰⁰ $\Delta q^b = 200$ wurde gewählt, weil bei einem größeren Wert für Δq^b der Wert P^b gleich null nicht mehr darstellbar ist und ein kleinerer Wert die Ergebnisse verbessern und damit verzerren würde.

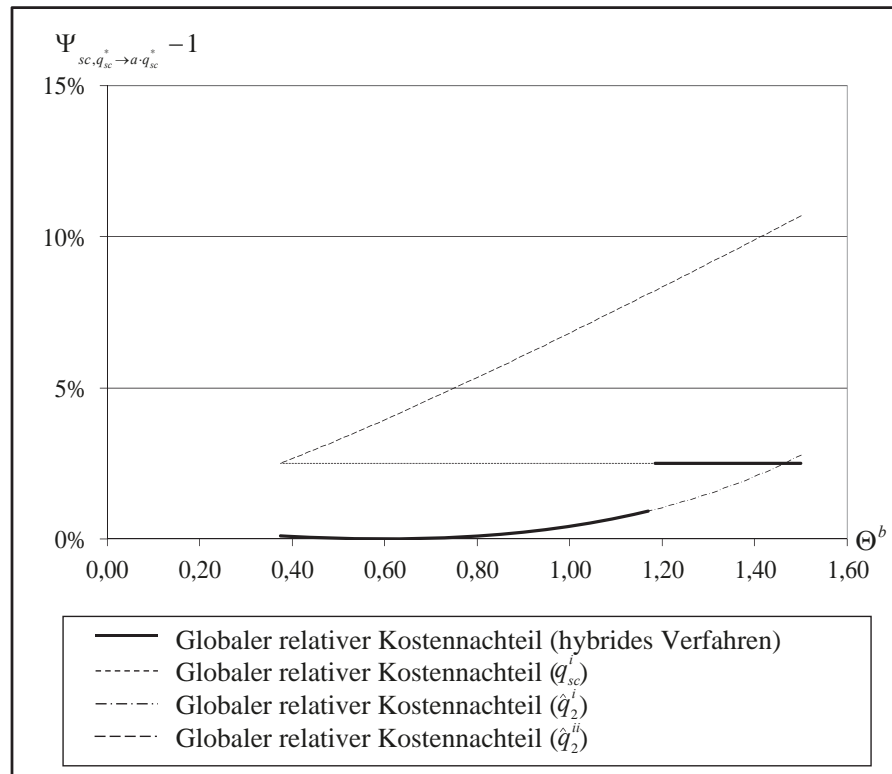


Abbildung 4.30: Globaler Kostennachteil der Internal Supply Chain in Abhängigkeit von Θ^b bei der Anwendung des hybriden Verfahrens in Situationen mit Machtsymmetrie für $P(q_{sc}^i) = 0,50$ und $P^b(q_{sc}^*) = 0,33$ ⁶⁰¹

Alle Ergebnisse lassen sich auch auf die Situation mit einem mächtigen oder aktiven Standort 1 übertragen. Insgesamt können die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse in folgenden drei Aussagen zusammengefasst werden:

1. Die Überlegungen in allen drei Teilen der Sensitivitätsanalyse beweisen, dass die Kostenänderung des hybriden Verfahrens nahezu durchgängig prozentual deutlich geringer ist, als die die Kostenänderung verursachende Fehlschätzung in Prozent.
2. Durch die Nachverhandlung sinkt die Sensitivität der Ergebnisse gegenüber ungeeigneten Parameterschätzungen, die zu einer ungünstigen Lage der global kostenminimalen Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall $P^b(q_{sc}^*)$ oder zu einer sehr großen relativen Grenzlosgrößendifferenz Θ^b führen.
3. Trotzdem offenbart die Sensitivitätsanalyse auch, dass eine im Verhältnis zur global kostenminimalen Losgröße große Differenz Δq^b der Grenzlosgrößen das Ergebnis des hybriden Verfahrens negativ beeinflusst.

⁶⁰¹ Quelle: Eigene Darstellung.

4.3.5 Losgrößenplanung in hybriden Internal Supply Chains mit schwacher Zentralinstanz

Das hybride Verfahren bei mittelstarker Zentralinstanz kann leicht auf Entscheidungssituationen in hybriden Organisationen mit schwacher Zentralinstanz übertragen werden, indem die von der Zentralinstanz vorgegebenen Grenzen nicht mehr als obligatorisch, sondern als Verhandlungsposition der Zentralinstanz angesehen werden. Die Informationsannahmen bleiben gleich. Die Zentralinstanz ist gleichberechtigt mit den dezentralen Einheiten. Je nach spezifischer Situation bedarf es einer Einigung der dezentralen Einheiten mit der Zentralinstanz oder nicht. Im letzteren Fall besitzt die Zentralinstanz lediglich beratenden Charakter. Das Planungsergebnis ist wie bei mittelstarker Zentralinstanz stark verhandlungsabhängig. Aussagen können nur mithilfe der Spieltheorie oder der experimentellen Forschung gewonnen werden. Weil diese Planungssituation grundsätzlich eher einer dezentralen Planungssituation gleicht und – falls die Zentralstelle dem Verhandlungsergebnis nicht zustimmen muss – der Einfluss der Zentralstelle eher indirekt über die Beeinflussung der Verhandlungspositionen der dezentralen Einheiten wirkt, wird diese Entscheidungssituation im weiteren Verlauf der Arbeit von den Betrachtungen ausgeschlossen. Die Ergebnisse zur Losgrößenplanung in der hybriden Organisation mit mittelstarker Zentralinstanz können dennoch Indizien für die Struktur der Prozesse und Ergebnisse der trilateralen Verhandlungen zur Losgrößenplanung in einer hybriden Internal Supply Chain mit schwacher Zentralinstanz liefern.

4.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel erfolgte schwerpunktmäßig die Vorstellung eines Losgrößenplanungsverfahrens für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz, das auf den grundlegenden zentralen und dezentralen Modellen der Losgrößenplanung in Internal Supply Chains aufbaut. Daneben wurden mögliche Losgrößenplanungsansätze für hybride Organisationen mit starker und schwacher Zentralinstanz kurz angerissen und der Stand der Forschung im Hinblick auf Losgrößenplanungsansätze für zentral-hierarchische und dezentral-heterarchische Internal Supply Chains erläutert. Die Analysen und Betrachtungen wurden auf eine statisch-deterministische Entscheidungssituation einer Internal Supply Chain konzentriert, in der die Standorte durch einen geschlossenen Materialfluss miteinander verbunden sind. Erst wenn ein Los komplett gefertigt ist, kann es an den nächsten Standort weitergegeben werden. Die Beziehung der beiden Akteure der betrachteten Internal Supply Chain mit zwei Standorten ist durch eine symmetrische oder asymmetrische Machtverteilung geprägt (vgl. Tabelle 4.11).

Merkmale	Merkmalsausprägung	
Parametervolatilität	statisch	dynamisch
Sicherheit der Parameter	deterministisch	stochastisch
Materialfluss	offen	geschlossen
Macht	symmetrisch	asymmetrisch

Tabelle 4.11: Abgrenzung der eingeführten Losgrößenplanungsmodelle

Die Struktur dieses Kapitels folgte der Entwicklungslinie in der Literatur. Alle Modelle dieses Kapitels zielen auf den Einsatz in einer Internal Supply Chain aus Lieferant und Abnehmer unter Berücksichtigung der Rüst- und Bestellkosten auf beiden Seiten sowie der lieferantenspezifischen Produktionsrate. Zunächst wurde das grundlegende Modell von Banerjee⁶⁰² eingeführt. Als Einsatzvoraussetzung dieses Modells wurde das Vorhandensein einer hierarchischen Organisationsstruktur genannt, in der alle Informationen für die zentrale Planungsstelle frei verfügbar sind. Davon abzugrenzen sind die dezentralen Modelle, die in der Regel für eine heterarchische Organisationsstruktur entwickelt wurden. Dabei ist zwischen Modellen ohne koordinierendes Element und solchen mit koordinierendem Element zu differenzieren. Das Ergebnis von Modellen ohne koordinierendes Element ist allein von der Machtverteilung innerhalb der Supply Chain abhängig. Das Supply-Chain-weite Ergebnis entspricht dem lokal kostenminimalen Ergebnis des mächtigen Akteurs, im Kontext der Losgrößenplanung der lokal kostenminimalen Losgröße. Mit der Einführung eines koordinierenden Elements, wie zum Beispiel Rabattmechanismen oder Kompensationszahlungen, kann das Ergebnis aus globaler Perspektive verbessert werden. Die meisten dezentralen Modelle zeichnen sich durch die besondere Berücksichtigung der Informationsverfügbarkeit aus. Als Beispiele hierfür wurde das Modell von Corbett/Groote genannt und das von Sucky ausführlich erläutert.⁶⁰³ Beide Modelle basieren auf dem Verhandlungsmechanismus der Self Selection, im Rahmen dessen vertrauliche Informationen eines Akteurs dem anderen Akteur durch die Wahl eines Angebots aus einem Angebotsmenü zugänglich gemacht werden. Während Corbett/Groote Rabatte als koordinierendes Element vorschlagen, verwendet Sucky Kompensationszahlungen. Um dem passiven Akteur anreizkompatible Angebote vorzuschlagen, bedarf es nach Sucky zunächst der Schätzung potenzieller Kostenfunktionen, aus denen dann ein für den passiven Akteur anreizkompatibles Angebotsmenü abgeleitet wird.⁶⁰⁴ Das heißt der passive Akteur wählt unter der Annahme rationaler Entscheidungsfindung das Menü aus, das für die geschätzte Kostenfunktion entwickelt wurde, die seiner tatsächlichen Kostenfunktion am nächsten kommt. Durch die Wahl des Angebots offenbart der passive Akteur seine Kostenfunktion. Bei wiederholter

⁶⁰² Vgl. Banerjee (1986).

⁶⁰³ Vgl. Sucky (2004a) und Corbett/Groote (2000).

⁶⁰⁴ Vgl. Sucky (2004a).

Anwendung der beiden dezentralen Modelle konvergiert die Entscheidungssituation von einer Situation mit unvollständiger Information hin zu einer Situation, in der mindestens ein Akteur alle Informationen besitzt. Weil der jeweils andere Akteur diese Situation zu vermeiden versucht, ist der wiederholte Einsatz beider Modelle fraglich.

Deshalb dient dem entwickelten hybriden Verfahren für Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz ein einfaches dezentrales Modell mit Seitenzahlungen als Grundlage. Weiterhin wird unterstellt, dass die Kosteninformationen ebenso wie Kapazitätsinformationen privater Natur sind und lediglich die Bedarfsrate in der gesamten Internal Supply Chain bekannt ist. Das hybride Verfahren verknüpft zentrale mit dezentralen Elementen und hilft dabei, Vorteile beider Ausprägungen der Planungsverteilung zu realisieren. Mit der Entwicklung eines derartigen Verfahrens wird zudem der zunehmenden Verbreitung des hybriden Organisationskonzepts in Theorie und Praxis Rechnung getragen. Das Verfahren besteht aus sechs Aktivitäten. Eher taktisch orientiert sind die Schätzung der Parameterverhältnisse und die Determinierung der Grenzen der relativen Lage der global kostenminimalen Losgröße im Ergebnisintervall. Kernbestandteil des operativen Verfahrensteils ist die Verhandlung innerhalb der gesetzten Grenzen. Durch die Nachverhandlung, bei der auch Kompensationszahlungen in das hybride Verfahren integriert werden, können global schlechte Losgrößen verbessert werden. Die Ergänzung des einfachen dezentralen Verfahrens um Losgrößengrenzen, die auf Schätzwerten basieren, und um eine auf dem Sekantenverfahren fundierende Kompensationszahlung als mögliches Ergebnis der Nachverhandlung sorgt für eine geringe Sensitivität der Ergebnisse des hybriden Verfahrens gegenüber möglichen Parameterabweichungen auf Grund von Fehlschätzungen. Zusätzlich zur Grundanforderung an ein Verfahren für hybride Organisationen, bessere Ergebnisse als dezentrale Modelle sicherzustellen, wurden in Abschnitt 4.3.4 folgende Anforderungen definiert:

- Die Festlegung der Grenzen und Rahmenbedingungen darf nur auf unkritischen Daten, also auf keinen Kostendaten der Standorte, beruhen.
Diese Anforderung erfüllt das hybride Verfahren. Kosten- und Kapazitätsinformationen benötigt ausschließlich der jeweilige Standort zu Kalkulation der lokal kostenminimalen Losgröße. Selbst exakte Nachfrageinformationen müssen der Zentralstelle nicht unbedingt bekannt sein.
- Das Verfahren muss für Organisationen geeignet sein, in denen die Hauptverantwortung der Planung bei den dezentralen Standorten liegt und die Zentralinstanz nur Grenzen und Rahmenbedingungen setzt.
Auch dieser Anforderung wird das Verfahren gerecht. Die Akteure verhandeln selbstständig und eigenverantwortlich innerhalb der vorgegebenen Grenzen.

In den Tabellen 4.12 bis 4.15 sind die wichtigsten Formeln der angesprochenen Verfahren und Modelle zusammengefasst. Bei den Modellen für dezentral-heterarchische und hybride Organisationen mit schwacher oder mittelstarker Zentralinstanz besitzt die Annahme unvollständiger Information Gültigkeit. Die Kosten- und Kapazitätsinformationen sind nur den jeweiligen Standorten zugänglich. Die Nachfrageinformation ist in der gesamten Internal Supply Chain öffentlich bekannt.

Zentrales Modell

Internal Supply Chain

$$C_{sc}^{LS}(q_{sc}) = \frac{d}{q_{sc}} \cdot (cs_1 + cs_2) + \frac{q_{sc}}{2} \cdot \left(\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + ch_2 \right)$$

$$q_{sc} = q_{sc}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_1 + cs_2)}{\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + ch_2}}$$

Seitenzahlung —

Dezentrales Verfahren ohne Seitenzahlung

Asymmetrische Machtverteilung

Mächtiger Standort

$$C_{ps}^{LS}(q_{sc}) = \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{ps} + \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{ps}$$

$$q_{ps}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_{ps}}{CH_{ps}}}$$

Ergebnislosgröße q_{sc}

$$q_{sc} = q_{ps}^*$$

Seitenzahlung s_{psps} —

Schwacher Standort

$$C_{ps}^{LS}(q_{sc}) = \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_{ps} + \frac{q_{sc}}{2} \cdot CH_{ps}$$

$$q_{ps}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_{ps}}{CH_{ps}}}$$

Symmetrische Machtverteilung

Standort 1

$$C_1^{LS}(q_{sc}) = \frac{q_{sc}}{2} \cdot \frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_1$$

$$q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}$$

$$C_2^{LS}(q_{sc}) = \frac{q_{sc}}{2} \cdot ch_2 + \frac{d}{q_{sc}} \cdot cs_2$$

$$q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}$$

Ergebnislosgröße q_{sc}

$$q_{sc} \in [q_1^*; q_2^*]$$

Seitenzahlung —

Standort 2

Tabelle 4.12: Übersicht über die Gleichungen des zentralen Modells und des dezentralen Verfahrens ohne Seitenzahlung

Dezentrales Verfahren mit Seitenzahlung

<i>Asymmetrische Machtverteilung</i>	Aktiver Standort	Passiver Standort
Kostenfunktion	$E \left[C_{ps}^{LS} \right] = \sum_{\xi=1}^{\bar{\xi}} \tilde{P}_{ps,\xi} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}) \pm \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi} \right)$	$C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}, \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi}) = \sum_{\xi=0}^{\bar{\xi}} l_{ps,\xi} \cdot \left(C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}) \pm \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi} \right)$
	Restriktionen:	Restriktionen:
Ergebnislosgröße q_{sc}	$\tilde{C}_{ps,\xi}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}) \pm \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi} \leq \tilde{C}_{ps,\xi}^{LS}(\tilde{q}_{ps,\xi}^*)$ $\tilde{C}_{ps,\xi}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}) \pm \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi} \leq \tilde{C}_{ps,\xi}^{LS}(\tilde{q}_{ps,\xi}^*) \pm \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi}'$ $\tilde{q}_{sc,\xi}, \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi}, \tilde{q}_{sc,\xi}', \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi}' \geq 0$	$\sum_{\xi=0}^{\bar{\xi}} l_{ps,\xi} = 1$ $l_{ps,\xi} \in \{0; 1\}$ $\forall \xi$ $\forall \xi, \xi'$
Seitenzahlung $s_{\tilde{ps}\tilde{ps}}$	$q_{sc} = \tilde{q}_{sc,\xi}$ mit minimalen Kosten $C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}, \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi})$ $s_{\tilde{ps}\tilde{ps}} = \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi}$ mit minimalen Kosten $C_{ps}^{LS}(\tilde{q}_{sc,\xi}, \tilde{s}_{\tilde{ps}\tilde{ps},\xi})$	

Symmetrische Machtverteilung Ein dezentrales Verfahren für Situationen mit symmetrischer Machtverteilung unter Berücksichtigung der angenommenen Informationssituation wurde bislang auf Grund der fehlenden Bezugsgröße für die Kostenvorteils- oder -nachteilsberechnung nicht entwickelt.

Tabelle 4.13: Übersicht über die Gleichungen des dezentralen Verfahrens mit Seitenzahlung nach Sucky

Verfahren für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz

	Minimum oder Standort 1	Maximum oder Standort 2
Relative Grenzen	$\tilde{V}_1^{\min} = \tilde{\beta}^{\min} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tilde{\rho}^{\min}}{\tilde{\beta}^{\max} + \tilde{\eta}^{\max}}}$ <p style="text-align: center;">oder</p> $\tilde{P}_1^* = \begin{cases} \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{\max} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{\min})}{\tilde{\beta}^{\max} + \tilde{\eta}^{\min}} - 1} \\ \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{\max} \cdot \tilde{\rho}^{\min}}{\tilde{\eta}^{\min}} - 1} \\ \frac{\tilde{\eta}^{\min}}{\tilde{\eta}^{\min} + \tilde{\beta}^{\max}} \end{cases}$ <p style="text-align: center;">für $\tilde{\eta}^{\min} \neq \tilde{\beta}^{\max} \cdot \tilde{\rho}^{\min}$</p> <p style="text-align: center;">für $\tilde{\eta}^{\min} = \tilde{\beta}^{\max} \cdot \tilde{\rho}^{\min}$</p>	$\tilde{V}_1^{\max} = \tilde{\beta}^{\max} \cdot \sqrt{\frac{1 + \tilde{\rho}^{\max}}{\tilde{\beta}^{\max} + \tilde{\eta}^{\min}}}$ <p style="text-align: center;">oder</p> $\tilde{P}_2^* = \begin{cases} \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{\min} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{\max})}{\tilde{\beta}^{\min} + \tilde{\eta}^{\max}} - 1} \\ \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{\min} \cdot \tilde{\rho}^{\max}}{\tilde{\eta}^{\max}} - 1} \\ \frac{\tilde{\eta}^{\max}}{\tilde{\eta}^{\max} + \tilde{\beta}^{\min}} \end{cases}$ <p style="text-align: center;">für $\tilde{\eta}^{\max} \neq \tilde{\beta}^{\min} \cdot \tilde{\rho}^{\max}$</p> <p style="text-align: center;">für $\tilde{\eta}^{\max} = \tilde{\beta}^{\min} \cdot \tilde{\rho}^{\max}$</p>
Kostenfunktion $C_{ps}^{LS}(q_{sc})$	$C_1^{LS}(q_{sc}) = \frac{q_{sc}}{2} \cdot \frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \frac{q_{sc}}{d} \cdot cs_1$	$C_2^{LS}(q_{sc}) = \frac{q_{sc}}{2} \cdot ch_2 + \frac{q_{sc}}{d} \cdot cs_2$
Initiales Gebot q_{ps}^*	$q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}}$	$q_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot cs_2}{ch_2}}$
Grenzlosgröße q^b	$q^b(\tilde{V}_1^{\min}) = q_1^* \cdot \tilde{V}_1^{\min} \quad \text{oder} \quad q_1^b = q_1^* + (q_2^* - q_1^*) \cdot \tilde{P}_1^*$	$q^b(\tilde{V}_1^{\max}) = q_1^* \cdot \tilde{V}_1^{\max} \quad \text{oder} \quad q_2^b = q_1^* + (q_2^* - q_1^*) \cdot \tilde{P}_2^*$

Tabelle 4.14: Übersicht über die Gleichungen des hybriden Verfahrens (Verfahrensschritte 1 bis 4)

Verfahren für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz (Fortsetzung)

Asymmetrische Machtverteilung

Internal Supply Chain

Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i

$$q_{sc}^i = \hat{q}_{ps}^b$$

Losgröße der Nachverhandlung \hat{q}_{ps}^b

$$\hat{q}_{ps}^b = \hat{q}_{ps}^b = \sqrt{\frac{d \cdot CS_{ps}}{CH_{ps} - \frac{C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(\bar{q}_{ps}^b)}{2}}}$$

Seitenzahlung der Nachverhandlung S_{ps, \hat{q}_{ps}^b}

$$S_{ps, \hat{q}_{ps}^b} = \hat{\Psi}_{ps, \hat{q}_{ps}^b}^{a,b} = \begin{cases} P^b(q_{sc}) \cdot (C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(\bar{q}_{ps}^b)) + C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{ps}^*), & \text{für } \bar{ps} = ps \\ P^b(q_{sc}) \cdot (C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(\bar{q}_{ps}^b)) + C_{ps}^{LS}(q_{ps}^*) - C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b), & \text{für } \bar{ps} = \bar{ps} \end{cases}$$

Gesamtergebnis q_{sc}

$$q_{sc} = \begin{cases} \hat{q}_{ps}^b \text{ mit } S_{ps, \bar{ps}}, & \text{für } C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b, S_{ps, \bar{ps}}) < C_{ps}^{LS}(\bar{q}_{ps}^b) \\ \bar{q}_{ps}^b, & \text{für } C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b, S_{ps, \bar{ps}}) \geq C_{ps}^{LS}(\bar{q}_{ps}^b) \end{cases}$$

Symmetrische Machtverteilung

Internal Supply Chain

Ergebnis der Mengenverhandlung q_{sc}^i

$$q_{sc}^i \in [\hat{q}_1^b, \hat{q}_2^b]$$

Losgrößen der Nachverhandlung \hat{q}_{ps}^i und \hat{q}_{ps}^{ii}

$$\hat{q}_{ps}^i = \hat{q}_{ps}^i = \sqrt{\frac{d \cdot CS_{ps}}{CH_{ps} + \frac{C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b)}{2}}}$$

und $\hat{q}_{ps}^{ii} = \hat{q}_{ps}^{ii} = \sqrt{\frac{d \cdot CS_{ps}}{CH_{ps} - \frac{C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)}{2}}}$

$$S = \hat{\Psi}_{ps, q_{sc}^i \rightarrow q_{sc}}^{a,b} = \begin{cases} P^i(q_{sc}) \cdot (C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) - C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b)) & \text{für } \hat{q}_{ps}^i \\ P^{ii}(q_{sc}) \cdot (C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^b) - C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i)) & \text{für } \hat{q}_{ps}^{ii} \end{cases}$$

Seitenzahlung der Nachverhandlung S

$$S = \begin{cases} \hat{q}_{ps}^i \text{ mit } S_{ps, \bar{ps}}, & \text{für } C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^i, S_{ps, \bar{ps}}) \leq C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \wedge C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^i, S_{ps, \bar{ps}}) \leq C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^{ii}, S_{ps, \bar{ps}}) \\ \hat{q}_{ps}^{ii} \text{ mit } S_{ps, \bar{ps}}, & \text{für } C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^{ii}, S_{ps, \bar{ps}}) \leq C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) \wedge C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^{ii}, S_{ps, \bar{ps}}) \leq C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^i, S_{ps, \bar{ps}}) \\ q_{sc}^i, & \text{für } C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) < C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^i, S_{ps, \bar{ps}}) \wedge C_{ps}^{LS}(q_{sc}^i) < C_{ps}^{LS}(\hat{q}_{ps}^{ii}, S_{ps, \bar{ps}}) \end{cases}$$

Gesamtergebnis q_{sc}

Tabelle 4.15: Übersicht über die Gleichungen des hybriden Verfahrens (Verfahrensschritte 5 und 6)

5 Potenziale des hybriden Verfahrens

Ziel dieses Kapitels ist die Gewinnung von Erkenntnissen zur Leistungsfähigkeit des hybriden Verfahrens im Vergleich zu zentralen und dezentralen Planungsansätzen in Situationen mit unvollständiger Information und symmetrischer oder asymmetrischer Machtverteilung. Der Anspruch besteht dabei in der Berücksichtigung des Entscheiderverhaltens und in einem zielgerichteten Methodeneinsatz zur Ermöglichung der Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf weitere relevante Problemstellungen.

5.1 Motivation

In der bisherigen Arbeit wurde das standortübergreifende Management innerhalb von Organisationen informal dargestellt und den besonderen organisatorischen Herausforderungen mithilfe des hybriden Verfahrens begegnet.⁶⁰⁵ Aus den Verfahrenscharakteristika lassen sich zunächst mögliche Stärken und Schwächen vor allem im Hinblick auf nachfolgende vier Aspekte herausarbeiten:

- *Dynamische Nachfrageverläufe*

Das hybride Verfahren wurde auf Basis eines statisch-deterministischen Modells entwickelt. Dies bedeutet, dass es zunächst nicht für schwankende Nachfragen ausgelegt ist. Trotzdem können leichte Nachfrageschwankungen auf dezentraler Ebene innerhalb der Grenzen ausgeglichen werden. Für starke deterministische oder stochastische Schwankungen müssen neue Modelle entwickelt werden. Hierfür ist das obige Modell beispielgebend. Anhaltspunkte für ein dynamisches Modell können die Modelle von Afentakis und Blackburn/Millen darstellen; ein hybrides Verfahren für stochastische Nachfrage schlagen Dobhan/Oberländer vor.⁶⁰⁶

- *Planungskomplexität*

Der Planungsablauf besitzt auf Grund der Beteiligung der Zentralstelle und der dezentralen Einheiten eine höhere Komplexität als bei zentraler oder dezentraler Planung. Vor allem die zentrale Beteiligung kann aber größtenteils automatisiert erfolgen. Liegen die geschätzten Parameterverhältnisse vor, kann die Ermittlung der relativen Grenzen und die Intervention im Verhandlungsablauf automatisiert durchgeführt werden.⁶⁰⁷ Zudem

⁶⁰⁵ Die Bezeichnung informal lehnt sich an den Formalitätsgrad aus der Wirtschaftsinformatik an und bedeutet, dass natürliche Sprache für die Beschreibung eines Zusammenhangs verwendet wird. Die restlichen Ausprägungen der Formalität lauten semi-formal und formal (vgl. Patig (2006), S. 142).

⁶⁰⁶ Vgl. Dobhan/Oberländer (2012), Afentakis (1987) und Blackburn/Millen (1982).

⁶⁰⁷ Vgl. Abschnitt 6.2.2.

existieren einige Ansätze zur Automatisierung von Verhandlungen, die die dezentralen Verhandlungen beschleunigen können.⁶⁰⁸

- *Möglichkeit zur Kompensation der Akteure*

Im Gegensatz zum zentralen Ansatz beinhaltet das hybride Verfahren einen Kompensationsmechanismus. Mithilfe der Nachverhandlung können sogar bei symmetrischer Machtverteilung und trotz der Annahme privater Kosteninformationen Win-Win-Entscheidungen bei gleichzeitig sehr guten Ergebnissen getroffen werden, die bei dezentraler Planung nicht denkbar sind. Allerdings werden mit dem vorgeschlagenen Verfahren diese Win-Win-Entscheidungen nur in bestimmten Situationen realisiert.

- *Berücksichtigung von Zentralstelle und dezentralen Einheiten unter Wahrung privater Informationen*

Im hybriden Verfahren werden die in einer Internal Supply Chain relevanten Akteure berücksichtigt. Allgemein verfügbar müssen dafür jedoch nur die Nachfrageinformationen sein. Die Informationsannahmen sind folglich in der betrieblichen Praxis leicht erfüllbar.

Trotz der aufgezeigten Punkte besitzt das vorgestellte hybride Losgrößenplanungsverfahren nur dann eine Berechtigung, wenn es dezentralen Verhandlungen aus der Kostenperspektive überlegen ist oder andere messbare Vorteile gegenüber den traditionellen Verfahren, wie zum Beispiel eine Verkürzung der Verhandlungsdauer, bietet. Die Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 4.3.4.3 zeigte, dass weder für den Fall asymmetrischer noch für den Fall symmetrischer Machtverteilung Erkenntnisse über die Robustheit und damit auch über die allgemeinen Kosteneinsparpotenziale des hybriden Verfahrens allgemein-analytisch nachzuweisen sind. Weil außerdem noch keine für eine empirische Befragung ausreichende Zahl an Anwendungsfällen für das hybride Verfahren vorliegt und Verhandlungen in der betrieblichen Praxis häufig unstrukturiert stattfinden, ist es ein geeigneter Weg, die Potenziale experimentell zu untersuchen.

Nach Kornmeier ist ein Experiment „[...] eine wiederholbare Untersuchung, die unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wird.“⁶⁰⁹ Bei einigen anderen Autoren wird neben der Kontrolle der Umweltbedingungen noch die genaue Beobachtung und die bewusste Veränderung eines Objekts hervorgehoben.⁶¹⁰ Die genaue Beobachtung ist eine Grundvoraussetzung der Forschung. Deshalb orientiert sich der Experimentbegriff im Rahmen dieser Arbeit an den beiden Alleinstellungsmerkmalen „bewusste Veränderung einer Variable“ und „kontrollierte Bedingungen“. Kontrollierte Bedingungen setzen die Eliminierung oder zumindest Kontrolle des Einflusses von Umweltfaktoren voraus. In einem Experiment wird überprüft, „[...] ob ein Kausalzusammenhang zwischen mindestens zwei Faktoren vorliegt.“⁶¹¹ Das Experiment-

⁶⁰⁸ Vgl. Baarslag et al. (2011), Lopes (2002) oder Faratin et al. (1998).

⁶⁰⁹ Kornmeier (2007), S. 187. Vgl. auch Bea et al. (2005), S. 380, und Meffert (1992), S. 207.

⁶¹⁰ Vgl. Kirk (1995), S. 6, Sarris (1998), S. 129–132, und Parthey/Wahl (1966), S. 17–37.

⁶¹¹ Weis/Steinmetz (2008), S. 209.

design enthält diese Faktoren in Form von abhängigen und unabhängigen Variablen.⁶¹² Ziel eines Experiments ist es, die Auswirkung einer Variation der unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen zu überprüfen.⁶¹³

Bevor jedoch die experimentellen Untersuchungen zu den Entscheidungssituationen mit symmetrischer und asymmetrischer Machtverteilung beschrieben werden, ist es notwendig, die bislang in der Literatur vorhandenen spieltheoretischen und damit verhaltensbezogenen Erkenntnisse zur dezentralen Planung auf die hybride Planung zu übertragen und daraus – soweit möglich – konkrete Verhaltensregeln abzuleiten.⁶¹⁴ Für Entscheidungssituationen mit asymmetrischer Machtverteilung und unvollständiger Information wurden derartige Regeln, die das Entscheiderverhalten vollständig beschreiben, für die zu Grunde liegende Entscheidungssituation bereits ausführlich von Sucky analysiert.⁶¹⁵ Deshalb wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Monte-Carlo-Simulationsexperiment durchgeführt. Hierdurch gelingt es, das hybride Verfahren auf eine große Anzahl an Fällen anzuwenden.⁶¹⁶ Die resultierenden hybriden Planungsergebnisse werden mit denen einer zentralen und einer dezentralen Planung verglichen und so Aussagen zu den Potenzialen des hybriden Verfahrens getroffen. Entscheidungssituationen mit symmetrischer Machtverteilung und unvollständiger Information im Kontext der Bestellmengenplanung können zwar spieltheoretisch dargestellt werden und teilweise auch mögliche Gleichgewichtslösungen für bestimmte Situationen definiert werden, an der Modellierung der relevanten beobachtbaren und nicht-beobachtbaren Merkmale sowie an der zumeist fehlenden Eindeutigkeit der Gleichgewichte scheitert aber eine Verhandlungsprozess- und -ergebnisprognose. Deshalb erfolgt im weiteren Verlauf des Kapitels die Beschreibung einer empirisch-experimentellen Datenerhebung zur Untersuchung des Entscheiderverhaltens bei symmetrischer Machtverteilung und unvollständiger Information.⁶¹⁷

5.2 Spieltheoretische Überlegungen zur hybriden Losgrößenplanung

5.2.1 Grundlagen der Spieltheorie

Die vorgestellten quantitativen Modelle der Losgrößenplanung zielen darauf, das Verhalten der beteiligten Standorte durch Vorgabe der entsprechenden Rahmenbedingungen seitens der Zentrale auf die Interessen des Gesamtunternehmens auszurichten. Die Entscheidungsträger der Zentralabteilung interagieren mit den Entscheidungsträgern der Standorte. Damit wird eine

⁶¹² Vgl. Koschate (2008).

⁶¹³ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 45–50, Ebster/Stalzer (2008), S. 207, und Lamberti (2001), S. 28–29.

⁶¹⁴ Vgl. die Abschnitte 5.2 und teilweise 5.3.

⁶¹⁵ Vgl. Sucky (2004b) und Kapitel 4.

⁶¹⁶ Vgl. Abschnitt 5.3.

⁶¹⁷ Vgl. Abschnitt 5.4.

Situation betrachtet, die mithilfe der Spieltheorie analysiert werden kann.⁶¹⁸ Zur Etablierung der Spieltheorie als wissenschaftliche Disziplin trugen maßgeblich die beiden Forscher John von Neumann und Oskar Morgenstern bei. Die Spieltheorie „[...] analyzes abstractly conflicts of interest.“⁶¹⁹ Aumann schreibt der Spieltheorie sowohl einen normativen als auch einen deskriptiven Charakter zu, weil spieltheoretische Modelle auf der einen Seite das Verhalten von Entscheidungsträgern beschreiben, auf der anderen Seite aber auch Lösungen von Konfliktsituationen anbieten können.⁶²⁰ Diese Dualität der Spieltheorie lässt sich in Verbindung mit einem Zielkonflikt zwischen den Akteuren am hybriden Losgrößenverfahren zeigen. Jeder der beiden Standorte propagiert eine andere lokal kostenminimale Losgröße. Zusätzlich ist das globale Interesse der Zentralinstanz zu berücksichtigen. Damit kann diese Entscheidungssituation deskriptiv als ein Drei-Personen-Spiel im Sinne der Spieltheorie betrachtet werden. Der normative Charakter der Spieltheorie zeigt sich bei der Analyse möglicher Lösungskonzepte für die vorliegende Situation. Weil die spieltheoretischen Betrachtungen in diesem Kapitel als Problemdefinition und -beschreibung für das Laborexperiment im weiteren Fortgang dieser Arbeit dienen, besitzen die spieltheoretischen Modelle dieser Arbeit deskriptiven Charakter. Generell werden Spielsituationen mithilfe des Dreiertupels $\Gamma = (I, (H_1, \dots, H_i), (u_1, \dots, u_i))$ repräsentiert.⁶²¹ Das Symbol I bezeichnet dabei die Menge aller teilnehmenden Akteure, H_i entspricht dem Strategieraum mit allen möglichen Strategien des Spielers i . Es wird zwischen reinen und gemischten Strategien unterschieden. Wählt ein Akteur eine einzelne Strategie aus einer Menge an Strategien aus, wird die ausgewählte Strategie als reine Strategie bezeichnet.⁶²² Treten Strategien dagegen nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit auf, dann wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung über diese Strategien als gemischte Strategie bezeichnet.⁶²³ Das Symbol u_i steht für die Nutzenfunktion des Spielers i , die sich auf seinen Strategieraum H_i bezieht. Bei einigen Autoren wird die Nutzenfunktion durch eine ordinale Präferenzrelation ersetzt.⁶²⁴ Weil aber im Kontext der Bestellmengenplanung der Nutzen einer Alternative aus den durch die Alternative entstehenden Kosten abgeleitet wird, ist eine kardinale Betrachtung möglich. Unabhängig davon ist entscheidend, dass das dritte Element des Spiels eine eindeutige Bewertung eines Strategienprofils, das die Strategien aller am jeweiligen Spiel beteiligten Akteure berücksichtigt, ermöglicht.⁶²⁵ Ergibt die Summe der Auszahlungen aller beteiligten Akteure stets

⁶¹⁸ Vgl. Osborne (2009), S. 1: „Game theory aims to help us understand situations in which decision-makers interact.“

⁶¹⁹ Kuhn (1997), S. xi.

⁶²⁰ Vgl. Aumann (1985).

⁶²¹ Vgl. Neumann/Morgenstern (1953), S. 49–50, und Gibbons (1992), S. 5.

⁶²² Vgl. Holler/Illing (2009), S. 34.

⁶²³ Vgl. Gibbons (1992), S. 30.

⁶²⁴ Vgl. Schlee (2004), S. 7.

⁶²⁵ Vgl. Berninghaus et al. (2010), S. 10, Osborne (2009), S. 13, und Holler/Illing (2009), S. 4.

einen bestimmten Wert, erfüllt das Spiel die Voraussetzungen eines Konstantsummenspiels.⁶²⁶ Ist dieser Wert gleich null, zählt das Spiel zur Gruppe der Nullsummenspiele.⁶²⁷

Grundsätzlich erfolgt eine Unterscheidung von Spielen in Normalform und solchen in extensiver Form. Die vorherige Darstellung bezieht sich auf ein Spiel in Normalform. Ursprünglich zielte der Unterschied zwischen den beiden Formen rein auf die Darstellungsweise.⁶²⁸ Während die Abbildung eines Spiels in Normalform Strategien, Akteure und eine Bewertung der möglichen Ergebnisse miteinbezieht, ermöglicht die Darstellung eines Spiels in extensiver Form zusätzlich auch die Darstellung von Entscheidungsalternativen, die im Verlaufe eines Spiels nicht gewählt wurden. Dementsprechend zählt Osborne neben den Komponenten eines Spiels in Normalform vor allem die Historie der einzelnen Spielschritte zu einem extensiven Spiel.⁶²⁹ Nach Selten sind diese Informationen für die Gleichgewichtsselektion notwendig. Diese Erkenntnis hatte eine Anpassung und Verfeinerung der bekannten Lösungskonzepte, wie zum Beispiel des Nash-Gleichgewichts, zur Folge.⁶³⁰ Damit erfolgte die Emanzipation des extensiven Spiels von einer Darstellungsweise hin zu einer eigenständigen Spielform.

Die Unterscheidung zwischen Normal- und Extensivform offenbart die Bedeutung der Information für die Darstellung und Einordnung von Spielen. Während in der Normalform Spielzüge nicht explizit dargestellt und bei der Spielmodellierung berücksichtigt werden, ist dies bei der extensiven Form der Fall. Sind allen Spielern alle bisher getätigten Spielzüge bekannt, handelt es sich bei der betrachteten Situation um ein Spiel mit perfekter Information.⁶³¹ Kennen die Spieler zusätzlich Auszahlungsfunktionen, Strategiemengen und alle anderen relevanten Daten der anderen Akteure, wird die Informationslage als vollständig bezeichnet.⁶³² Übertragen auf den Kontext des Internal Supply Chain Management erscheint die Annahme der vollständigen Information nur in zentral-hierarchischen Internal Supply Chains realistisch, in denen die Herausgabe von wettbewerbsrelevanten Informationen auf Grund der hierarchischen Verknüpfungen erzwungen werden kann. In Internal Supply Chains mit heterarchischen Elementen ist die Annahme privater und damit unvollständiger Information hingegen wirklichkeitsnäher.⁶³³ Da hybride und dezentrale Planungsansätze in Organisationen mit heterarchischen Elementen eingesetzt werden, ist für die spieltheoretische Darstellung des eingeführten hybriden Verfahrens insbesondere die Annahme unvollständiger Informationen relevant. Neben den den einzelnen

⁶²⁶ Vgl. Camerer (2003), S. 30.

⁶²⁷ Vgl. Neumann/Morgenstern (1953), S. 85.

⁶²⁸ Vgl. Luce/Raiffa (1958), S. 39–55.

⁶²⁹ Vgl. Osborne (2009), S. 153.

⁶³⁰ Vgl. Selten (1975) und Selten (1965). Neben der Extensiv- und Normalform führen Harsanyi/Selten (1992), S. 29–66, eine Standardform ein, die für diese Abhandlung von eher nachrangiger Bedeutung ist.

⁶³¹ Vgl. Neumann/Morgenstern (1953), S. 51 und S. 112.

⁶³² Vgl. Friedman (1990), S. 11–12.

⁶³³ Vgl. Kapitel 2 und 3.

Akteuren zur Verfügung stehenden Informationen spielen für den Ausgang eines Spiels auch die jeweiligen Machtpositionen eine Rolle. Je mächtiger ein Akteur ist, desto besser kann er seine Ziele durchsetzen. Bei Machtasymmetrie zu Gunsten eines Akteurs verringert sich der Abstand des globalen Ergebnisses zum Ergebnis des mächtigen Akteurs.⁶³⁴ Mögliche Machtpositionen in Internal Supply Chains und die Bedeutung der Macht in Organisationen wurde bereits innerhalb des Kapitels 3 abgehandelt. Insbesondere die Unterscheidung in Machtsymmetrie und Machtasymmetrie lässt sich auf spieltheoretische Situationen übertragen. Unabhängig von der Machtverteilung können die Spielteilnehmer kooperieren oder in Konkurrenz zueinander stehen. Den im Rahmen der Spieltheorie betrachteten Spielen können außerdem die Eigenschaften statisch und dynamisch zugeordnet werden. In statischen Spielen wählen die Spielakteure simultan eine Strategie und erhalten daraufhin eine Auszahlung.⁶³⁵ Ein interaktiver Verhandlungsprozess dagegen gleicht einem dynamischen Spiel, das von mehreren aufeinanderfolgenden Aktionen, wie zum Beispiel Geboten, gekennzeichnet ist.

Spiele ohne die Möglichkeit verbindlicher Vereinbarungen und Zusammenschlüsse zwischen den Akteuren (Koalitionen) werden der Kategorie der nicht-kooperativen Spiele zugeordnet.⁶³⁶ Situationen, in denen derartige Koalitionen möglich sind, werden im Rahmen der kooperativen Spieltheorie untersucht. Diese Differenzierung von Spielen lässt eine trennscharfe Kategorisierung häufig nicht zu.⁶³⁷ Zwischen beiden Kategorien befinden sich zum Beispiel als Spiel modellierte Verhandlungen, an deren Ende eine bindende Vereinbarung zwischen den Akteuren steht. Peters schlägt deshalb eine stärkere Berücksichtigung der Modellierungstechnik vor, die zu folgender eindeutiger Kategorisierung führt: Bei nicht-kooperativen Spielen besitzen die Spieler in der Regel explizite Strategien. Kooperative Spiele sind hingegen von den Spielergebnissen, also der Bildung oder Unterlassung von Koalitionen, und den damit verbundenen Auszahlungen gekennzeichnet.⁶³⁸ Im Gegensatz zu Peters ordnen Holler/Illing Verhandlungsspiele, an deren Ende eine bindende Vereinbarung steht, der Gruppe kooperativer Spiele an. Deren kompetitiver Charakter steht allerdings ebenso außer Frage. Deshalb sind diese auch am Übergang zwischen kooperativer und nicht-kooperativer Spieltheorie anzusiedeln.⁶³⁹ Harsanyi/Selten weisen zudem darauf hin, dass jedes kooperative Spiel in die Struktur eines nicht-

⁶³⁴ Diese Aussage basiert auf der Annahme, dass der mächtige Akteur seine Interessen weitgehend durchsetzt. Laborexperimente zu sogenannten Diktatorspielen, in denen ein Akteur über die Verteilung eines Geldbetrags auf sich selbst und einen anderen, unbekanntem Akteur vollkommen selbstständig entscheiden kann, deuten darauf hin, dass der mächtige Akteur seine Interessen zwar nicht immer aber doch häufiger durchsetzt als bei symmetrischer Machtverteilung (vgl. Eckel/Grossman (1996), Hoffman et al. (1994) und Forsythe et al. (1994)). Dieses Ergebnis bestätigt damit zumindest teilweise die Spieltheorie, die auch auf die vorliegende Situation angewendet wird.

⁶³⁵ Vgl. zum Beispiel Gibbons (1992), S. 1.

⁶³⁶ Vgl. Nash (1951), S. 286.

⁶³⁷ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 183, Peters (2008), S. 16, und Harsanyi/Selten (1992), S. 1–4.

⁶³⁸ Vgl. Peters (2008), S. 16.

⁶³⁹ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 181.

kooperativen Spiels überführt werden kann.⁶⁴⁰ Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf Grund ihrer Eindeutigkeit der Kategorisierung nach Peters gefolgt.⁶⁴¹

Die Darstellung und Charakterisierung der Spielsituation geschieht mit dem Ziel, den möglichen Spielausgang zu prognostizieren. Dazu bedarf es Lösungskonzepte, mit deren Hilfe auf Basis der Entscheidungssituationsdarstellung mögliche Lösungen ermittelt werden. Diverse Lösungskonzepte existieren sowohl für kooperative als auch für nicht-kooperative Spiele. Die konsequente Fortführung des Arguments, dass jedes kooperative Spiel in die Struktur eines nicht-kooperativen Spiels überführt werden kann, lässt in Verbindung mit der weiter unten noch vorzunehmenden Einordnung des Verfahrens der hybriden Losgrößenplanung und der Unterscheidung zwischen kooperativer und nicht-kooperativer Spieltheorie nach Peters eine Konzentration der noch folgenden Abhandlung auf nicht-kooperative Spiele sinnvoll erscheinen.⁶⁴² Nicht-kooperative Spiele besitzen die Eigenschaft, dass deren Akteure keine Koalitionen bilden können. Entsprechend unterscheiden sich die Lösungen der Spielsituationen von denen eines kooperativen Spiels. Das wohl bekannteste Lösungskonzept für nicht-kooperative Spiele ist das Nash-Gleichgewicht. Auf dessen Basis und zur Eliminierung von Schwachpunkten wurden weitere Konzepte, wie das teilspielperfekte Gleichgewicht, entwickelt. Die Gleichgewichtskonzepte können als Lösungskonzepte auf spezifische Spiele angewendet werden. Beispiele für Spiele, die auf Grund der bisher in der Literatur analysierten Planungs- und Verhandlungssituationen im Rahmen des Supply Chain Management relevant sind, stellen das Rubinstein-Spiel oder das Zeuthen-Harsanyi-Spiel dar. Beide sind für bilaterale Verhandlungssituationen mit vollständiger Information entwickelt worden. Diese Informationsannahme widerspricht jedoch den im bisherigen Verlauf dieser Arbeit betrachteten Entscheidungssituationen mit unvollständiger Information, insbesondere bezüglich der Kosten der beteiligten Akteure. Deshalb müssen darüber hinaus auch dynamische Spiele mit unvollständiger Information betrachtet werden. Als Gleichgewichtskonzept für derartige Spiele wird nachfolgend das Perfekte Bayesianische Gleichgewicht eingeführt.

5.2.2 Teilspielperfektes Gleichgewicht und dynamische Spiele bei vollständiger Information

5.2.2.1 Teilspielperfektes Gleichgewicht

Das teilspielperfekte Gleichgewicht basiert auf dem im Jahre 1951 von John Nash eingeführten Nash-Gleichgewicht. Ein Nash-Gleichgewicht liegt dann vor, wenn eine Lösung einem Gleichgewichtspunkt entspricht. Ein Gleichgewichtspunkt ist ein Element der Menge an

⁶⁴⁰ Vgl. Harsanyi/Selten (1992), S. 1.

⁶⁴¹ Vgl. Peters (2008), S. 16.

⁶⁴² Vgl. Peters (2008), S. 16.

Gleichgewichtspunkten, die als „[...] set of all pairs of opposing good strategies“⁶⁴³ definiert ist. Ein Nash-Gleichgewicht ist folglich dann erreicht, wenn jeder Spieler unter der Annahme fixer Strategien der anderen Spieler die optimale Strategie auswählt.⁶⁴⁴ Sei u_i der Nutzen einer Strategie $h \in H_i$ des Spielers i , dann gilt in einem Spiel mit zwei Akteuren für ein Nash-Gleichgewicht h^* :

$$u_i(h_i^*, h_{-i}^*) \geq u_i(h_i, h_{-i}^*) \quad \forall i, \forall h_i \in H_i \quad (5.1)$$

Lösungen im Nash-Gleichgewicht sind stabile Lösungen, das bedeutet, dass kein rational handelnder Akteur eine Motivation besitzt, von der ermittelten Lösung abzuweichen.

In dynamischen Verhandlungsprozessen vollziehen die Akteure mehrere Spielzüge in Form von Entscheidungen oder Geboten. Bei jedem Spielzug entscheidet sich der Verhandler für eine Gebotsalternative. Selten konnte mit dem Chain-Store-Paradox zeigen, dass das Nash-Gleichgewicht für die Bewertung eines Verhandlungsprozesses mit mehreren Verhandlungsschritten (Spielzügen) bei Spielen in extensiver Form zu kurz greift. So kann ein Nash-Gleichgewicht Ergebnis von Verhandlungsschritten sein, die während des Verhandlungsprozesses unrealistisch und wenig sinnvoll erscheinen, weil sie kurzfristig auf Grund der Informationslage von einem Akteur schlechter bewertet werden als Entscheidungen, die zu einer anderen Gesamtlösung führen.⁶⁴⁵ Deshalb müssen Gleichgewichte nicht nur Bedingungen hinsichtlich des Verhandlungsergebnisses erfüllen, sondern auch im Bezug auf das Verhandlungsverhalten der beteiligten Akteure. Eine Strategiekombination $h^* = (h_1^*, \dots, h_i^*)$ entspricht analog zum Nash-Gleichgewicht einem Gleichgewichtspunkt, wenn eine Strategiekombination eine „[...] best reply to itself“ ist.⁶⁴⁶ Daraus wird die Definition eines teilspielperfekten Gleichgewichts abgeleitet. Ein Teilspiel eines extensiven Spiels ist jeder Teil eines Spielbaums, der mit einem einzelnen Entscheidungsknoten startet und nicht durch eine gemeinsame Informationsmenge mit einem anderen Teilspiel verbunden ist.⁶⁴⁷ Entsprechend wird das teilspielperfekte Gleichgewicht von Selten wie folgt definiert: „A subgame perfect equilibrium point [...] of an extensive game Γ is an equilibrium point [...] which induces an equilibrium point on every subgame of Γ .“⁶⁴⁸ Aus dieser Definition folgt, dass ein teilspielperfektes Gleichgewicht nur dann gegeben ist, wenn an jedem Punkt des Verhandlungsprozesses und in jedem Teilspiel ein Nash-Gleichgewicht, also die jeweils beste Strategie eines Akteurs unter der Annahme fixer Strategien der jeweils anderen Akteure, vorliegt.⁶⁴⁹

⁶⁴³ Nash (1951), S. 286.

⁶⁴⁴ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 56, Gibbons (1992), S. 8–14, und Nash (1951).

⁶⁴⁵ Vgl. Selten (1975).

⁶⁴⁶ Selten (1975), S. 32.

⁶⁴⁷ Vgl. Peters (2008), S. 49.

⁶⁴⁸ Selten (1975), S. 33.

⁶⁴⁹ Vgl. Binmore (1994), S. 167–169.

Für beide Gleichgewichtskonzepte können für bestimmte Spiele Gleichgewichtslösungen ermittelt werden. Je nach Spiel werden verschiedene Verhandlungsprotokolle vorgeschlagen. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit besitzen im Besonderen das Rubinstein-Spiel, das Zeuthen-Harsanyi-Spiel und bilaterale Verhandlungen bei unvollständiger Information Bedeutung.⁶⁵⁰ Die betrachteten Spielsituationen sind grundsätzlich für einen infiniten Zeithorizont ausgelegt und unterscheiden sich damit von Spielen mit finitem Zeithorizont wie dem Ultimatum-Spiel. Bei einem finiten Zeithorizont ist die Anzahl der Gebote in der Regel vorgegeben. Für den betrachteten Entscheidungskontext der standortübergreifenden, unternehmensinternen Planung ist diese Annahme unrealistisch. Zwar ist der zeitliche Verhandlungsrahmen nicht unbegrenzt, doch kann davon ausgegangen werden, dass dieser zumindest in einem gewissen Rahmen flexibel ist und sich auch nach der Konzessionsbereitschaft der beteiligten Akteure richtet. Dementsprechend ist die Annahme eines finiten Zeithorizonts unpassend. Finite Verhandlungsspiele werden deshalb im Folgenden nicht betrachtet.⁶⁵¹

5.2.2.2 Rubinstein-Spiel

Das Rubinstein-Spiel wurde 1982 von Ariel Rubinstein entwickelt.⁶⁵² Diesem Spiel liegt eine Kuchenteilungssituation mit zwei Akteuren ($i = 1, 2$) zu Grunde, die beide vollständige Information besitzen. Jeder der beiden Akteure ist bestrebt, ein möglichst großes Stück des Kuchens in kurzer Zeit zu erhalten. Das bedeutet, dass der Nutzen eines Akteurs mit der Kuchengröße steigt, aber mit der Verhandlungsdauer sinkt. Die Spieler geben abwechselnd ihre Gebote ab. Die einzelnen Verhandlungsrunden sind als unabhängig zu betrachten. Das Angebot einer Verhandlungsrunde hängt folglich nicht von dem Angebot der vorhergehenden Verhandlungsrunde ab. Im Rubinstein-Spiel können die Präferenzen der Akteure durch zwei alternative Strukturen der Nutzenfunktionen abgebildet werden.⁶⁵³ In Struktur 1 in Gleichung (5.2) werden periodische Nutzenverluste durch den Faktor \bar{v} berücksichtigt. Mit steigender Periodenzahl nimmt folglich der Nutzen u_i des Akteurs i ab. Mit steigender Anteilsgröße des Akteurs z_i steigt der Nutzen dagegen.⁶⁵⁴

$$u_i = z_i - \bar{v}_i \cdot t \quad (5.2)$$

⁶⁵⁰ Die Beschränkung auf das Rubinstein-Spiel und das Zeuthen-Harsanyi-Spiel wird deshalb vorgenommen, weil das Rubinstein-Spiel vor allem im Hinblick auf die Laborexperimente bedeutsam ist und das Zeuthen-Harsanyi-Spiel als Basis der spieltheoretischen Betrachtungen von Sucky (2004b), S. 211–219, und Sucky (2003) im Bereich der standortübergreifenden Losgrößenplanung bei symmetrischer Machtverteilung dient, auf die in Abschnitt 5.2.4.2 Bezug genommen werden.

⁶⁵¹ Im weiteren Verlauf der Arbeit werden Rubinstein-Spiele mit unendlichem Zeithorizont betrachtet. Diese gleichen Spielen mit unsicherer Zeitdauer und sind damit für die betrachtete Verhandlungssituation ebenso relevant.

⁶⁵² Vgl. Rubinstein (1982).

⁶⁵³ Vgl. Osborne/Rubinstein (1994), S. 118–121.

⁶⁵⁴ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 247, und Osborne/Rubinstein (1994), S. 118.

Alternativ wird der Nutzen in Abhängigkeit von der Verhandlungsdauer abdiskontiert. Dazu wird der fixe Faktor v_i^t eingeführt, mit dem der Nutzen einer Aufteilung multipliziert wird. Der Wertebereich des Faktors liegt zwischen null und eins, wobei eins die vollständige Geduld darstellt. Das bedeutet, dass jedes Angebot über alle Perioden hinweg den gleichen Nutzen stiftet. Im Gegensatz dazu signalisiert der Wert null vollständige Ungeduld. Es kann also kein Gebot in der zweiten Periode existieren, das einen höheren Nutzen stiftet als ein Gebot der ersten Periode. Weil der Faktor mit dem Periodenindex potenziert wird, sinkt der Nutzen mit zunehmenden Perioden. Der Nutzen v_i eines Anteils des Akteurs i vom aktuellen Zeitpunkt aus betrachtet wird wie folgt ermittelt:⁶⁵⁵

$$v_i = v_i^t \cdot z_i \text{ mit } 0 \leq v_i^t \leq 1 \quad (5.3)$$

Ein Nash-Gleichgewicht liegt dann vor, wenn von der zu verteilenden Menge bzw. dem zu verteilenden Geldbetrag, kein Rest übrigbleibt. Im Folgenden wird angenommen, dass sich der aufzuteilende Nutzen auf einen Geldbetrag bezieht. Das Rubinstein-Spiel startet mit der Gebotsabgabe des ersten Spielers. Dieses Gebot umfasst den Geldbetrag z_{11} für Spieler 1 in Periode 1 und den Geldbetrag $1 - z_{11}$ für Spieler 2 in Periode 1.⁶⁵⁶ Der zweite Spieler kann dieses Angebot akzeptieren oder ablehnen. Akzeptiert der Spieler das Angebot, ist das Spiel beendet. Spieler 1 erhält z_{11} und Spieler 2 den Betrag $1 - z_{11}$. Lehnt Spieler 2 die von Akteur 1 vorgeschlagene Aufteilung ab, geht das Spiel in die nächste Runde, in der nun Spieler 2 einen Vorschlag für die Aufteilung des Geldbetrags macht. Dieser Vorschlag beinhaltet die Anteile z_{12} für Akteur 1 und $1 - z_{12}$ für Akteur 2. Nun hat Spieler 1 die Wahl zwischen Annahme und Ablehnung. Bei Annahme des Gebots wird die entsprechende Aufteilung realisiert. Bei Ablehnung geht das Spiel in die nächste Runde. Diese Struktur wiederholt sich, bis einer der Spieler eine Aufteilung annimmt. Nicht berücksichtigt wurde im Rahmen des Spielablaufs bislang die Zeitpräferenz als essenzieller Teil des Rubinstein-Spiels. Wird zum Beispiel von einem Drei-Runden-Spiel ausgegangen und befindet sich Spieler 1 in der zweiten Runde als aktuelle Spielrunde, erzeugt der Geldbetrag z_{13} , den Spieler 1 in der dritten Runde bietet, nur noch einen Nutzen $v_1 \cdot z_{13}$. Dementsprechend wird Spieler 1 das Angebot z_{12} von Spieler 2 in Periode 2 akzeptieren, wenn z_{12} größer oder gleich $v_1 \cdot z_{13}$ ist. Weil für dieses Spiel vollständige Information unterstellt wird, kennt der zweite Akteur dieses Entscheidungsproblem von Spieler 1. Er muss sich deshalb in Verhandlungsrunde 2 zwischen dem Betrag $1 - v_1 \cdot z_{13}$, der die Annahme des Gebots in Verhandlungsrunde 2 durch Spieler 1 sicherstellt, oder dem Betrag $v_2 \cdot (1 - z_{13})$, den das Gebot des zweiten Akteurs in Verhandlungsrunde 3 beinhaltet, entscheiden. Weil v_i Werte zwischen 0 und 1 annimmt, ist unmittelbar einsichtig, dass für den zweiten Akteur der Betrag $1 - v_1 \cdot z_{13}$ zu präferieren ist. Als rationaler Entscheider wird Akteur 2 folglich in Verhandlungsrunde 2 Spieler 1 den Geldbetrag $z_{12}^* = 1 - v_1 \cdot z_{13}$ anbieten, den dieser

⁶⁵⁵ Vgl. Peters (2008), S. 87–89.

⁶⁵⁶ Vgl. Gibbons (1992), S. 68–71. Die Notation aus Gleichung (5.3) wird um den Index t für die Verhandlungsrunde, in der das jeweilige Gebot abgegeben wird, ergänzt. Aus z_i wird folglich z_{it} .

auch annimmt. Analog wird Akteur 1 schließlich in Periode 1 folgendes Gebot an Spieler 2 übermitteln:

$$1 - z_{11}^* = 1 - v_2 \cdot (1 - z_{12}^*) = 1 - v_2 \cdot (1 - v_1 \cdot z_{13}) \quad (5.4)$$

Dieses Gebot akzeptiert der zweite Spieler, weil er, wie oben gezeigt, in allen weiteren Verhandlungsrunden keinen höheren Auszahlungsbetrag erhalten kann. Daraus folgt zumindest für das Drei-Runden-Spiel, dass dieses bei rationalen Entscheidern bereits nach der ersten Verhandlungsrunde endet. Rubinstein beweist dieses auch allgemein für infinite Spiele.⁶⁵⁷ Aus Gleichung (5.4) ist außerdem ersichtlich, dass sich eine hohe Geduld eines Spielers i (v_i nahe 1) positiv auf das Ergebnis des jeweiligen Spielers und negativ auf das Ergebnis des jeweils anderen Akteurs auswirkt. Für den infiniten Fall startet und endet das Spiel mit dem Betrag $z_{11} = \frac{1 - v_2}{(1 - v_1 \cdot v_2)}$ für Spieler 1 und dem Betrag $z_{21} = 1 - \frac{1 - v_2}{(1 - v_1 \cdot v_2)}$ für Spieler 2.⁶⁵⁸

5.2.2.3 Zeuthen-Harsanyi-Spiel

Im Gegensatz zum Rubinstein-Spiel wird im Zeuthen-Harsanyi-Spiel die Zeitpräferenz der beiden Akteure nicht berücksichtigt.⁶⁵⁹ Die beiden Akteure geben ihre Gebote außerdem simultan ab und mindestens einer der Akteure macht eine Konzession.⁶⁶⁰ In jeder Verhandlungsrunde (außer der initialen) muss sich jeder Spieler zwischen drei Handlungsalternativen entscheiden.⁶⁶¹

⁶⁵⁷ Vgl. Rubinstein (1982), S. 107.

⁶⁵⁸ Vgl. Fudenberg/Tirole (1991), S. 128–130. Vgl. zum Rubinstein-Spiel allgemein Berninghaus et al. (2010), S. 206–218, Gibbons (1992), S. 70–71, und Rubinstein (1982), S. 108–109.

⁶⁵⁹ Die Zuordnung dieses Spiels zu einem Teilbereich der Spieltheorie erweist sich als schwierig. Weil die Verhandlungen mit bindenden Vereinbarungen enden können, ist eine Zuordnung dieses Spiels zur kooperativen Spieltheorie nachvollziehbar (vgl. zum Beispiel Friedman (1990), S. 205–217). Gleichzeitig ist aber auch dessen kompetitiver Charakter nicht abzustreiten. Schließlich versucht jeder Akteur die eigenen Ziele in der bindenden Vereinbarung zu verwirklichen (vgl. zum Beispiel Berninghaus et al. (2010), S. 203–206). Der kompetitive Charakter wird zudem an Zeuthens Erläuterungen deutlich. Bei der Einführung des Verhandlungsmodells verwendet er martialische Wörter wie „[...] fight [...]“ oder „[...] warfare [...]“, die den nicht-kooperativen Charakter des Spiels betonen. Weil diese Unklarheit im Hinblick auf alle Verhandlungsspiele besteht, schlagen Holler/Illing (2009), S. 181–256, die Kategorie der individualistisch-kooperativen Spiele vor, die sich zwischen kooperativen und nicht-kooperativen Spielen ansiedeln lassen. Um den kompetitiven Charakter des Spiels hervorzuheben, wird der Argumentation nach Peters (2008), S. 16, folgend in dieser Arbeit das Zeuthen-Harsanyi-Spiel als Konzept der nicht-kooperativen Spieltheorie angesehen. Diese Argumentation steht im Widerspruch zur Auffassung von Sucky (2004b), S. 182–219, der das Argument der Koalitionsbildung strikt anwendet und dementsprechend die vorliegende Situation und alle Verhandlungsspiele, die mit einer bindenden Vereinbarung enden, der Gruppe der kooperativen Spiele zuordnet. Diese Argumentation ist zwar nachvollziehbar, besitzt den Vorteil der Einfachheit und ist ebenso einsetzbar, es wird jedoch dabei die in dieser Arbeit geführte Argumentation außen vor gelassen.

⁶⁶⁰ Vgl. Zlotkin/Rosenschein (1989), Harsanyi (1956), S. 149–150, und Zeuthen (1930), S. 115–117.

⁶⁶¹ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 231–234, Rosenschein/Zlotkin (1998), S. 41–49, und Zeuthen (1930), S. 104–121.

1. Ein Spieler wiederholt sein vorheriges Gebot. Wiederholt auch der andere Spieler das Gebot, endet die Verhandlung ohne Einigung.
2. Ein Spieler macht eine volle Konzession; das bedeutet, er übernimmt das Angebot des anderen Akteurs. Die Verhandlung endet nach dieser Runde mit einer Einigung.
3. Ein Spieler macht eine partielle Konzession. In diesem Fall schlägt er eine Lösung zwischen seiner lokal optimalen Lösung und der lokal optimalen Lösung des anderen Akteurs vor.

Das Spiel endet, wenn ein Spieler eine volle Konzession gewährt oder wenn beide Spieler nacheinander keine Konzession machen. Bei einer partiellen Konzession folgen weitere Verhandlungsrunden. Ob ein Spieler eine Konzession macht, hängt von der Konfliktbereitschaft beider Akteure ab, wobei ein Konflikt mit dem Verhandlungsabbruch gleichzusetzen ist. Im Rahmen der folgenden formalen Darstellung der Konfliktbereitschaft symbolisiert $x_{i,g}$ den Nutzenwert des Gebots von Spieler 1 für den Spieler i in der Spielrunde g . Analog repräsentiert $y_{i,g}$ den Nutzenwert des Gebots von Spieler 2 für den Spieler i in der Spielrunde g . Bei Verhandlungsabbruch erfolgt die Realisierung einer Alternative. Der Nutzen des Alternativangebots wird auch als Drohpunkt r bezeichnet. Die Konfliktbereitschaft κ_1 und die Konfliktbereitschaft κ_2 werden dann wie folgt berechnet:⁶⁶²

$$\kappa_{1,g} = \frac{x_{1,g} - y_{1,g}}{x_{1,g} - r_1} \quad (5.5)$$

Die Konfliktbereitschaft des zweiten Akteurs berechnet sich analog (vgl. Gleichung (5.6)).

$$\kappa_{2,g} = \frac{y_{2,g} - x_{2,g}}{y_{2,g} - r_2} \quad (5.6)$$

Der Spieler, dessen Konfliktbereitschaft κ_i niedriger ist, macht eine Konzession. Gilt $\kappa_1 > \kappa_2$ macht Spieler 2 eine Konzession, bei $\kappa_2 > \kappa_1$ Spieler 1. Besitzen beide Spieler die gleiche Konfliktbereitschaft, machen beide Spieler Konzessionen.⁶⁶³ Eine Konzession ist so hoch, dass im nächsten Zug eine Konzession des Verhandlungspartners sichergestellt ist.⁶⁶⁴ Es kann gezeigt werden, dass jedes Gebot (bis auf das letzte bei gleicher Konfliktbereitschaft) eines derartigen Verhandlungsprozesses einer Nash-Lösung entspricht.⁶⁶⁵ Das Nash-Produkt für einen Vorschlag von Spieler 1 lautet $(x_1 - d_1) \cdot (x_2 - d_2)$, das für ein Gebot von Spieler 2 wird mit $(y_1 - d_1)(y_2 - d_2)$ beschrieben. Ist das Nash-Produkt zum Vorschlag eines Spielers kleiner als das Nash-Produkt zum Gebot des anderen Spielers, macht der Spieler mit dem geringen

⁶⁶² Vgl. Holler/Illing (2009), S. 233, Rosenschein/Zlotkin (1998), S. 41–49, und Harsanyi (1956), S. 147–148.

⁶⁶³ Vgl. Berninghaus et al. (2010), S. 204, Harsanyi (1956), S. 147–149, und Zeuthen (1930), S. 103–120.

⁶⁶⁴ Vgl. Berninghaus et al. (2010).

⁶⁶⁵ Vgl. Harsanyi (1956), S. 149.

Nash-Produkt eine Konzession. Schlagen beide Spieler das gleiche Gebot vor, sind beide Nash-Produkte gleich und keine Konzessionen mehr möglich, die zu einem höheren Nash-Produkt für die entsprechende Situation führen. Die Verhandlung endet.⁶⁶⁶ Neben spielspezifischen Schwächen wie die Determinierung des letzten Verhandlungsschritts bei gleicher Konfliktbereitschaft, der teilweise sehr langen Verhandlungsdauer oder der fehlenden Berücksichtigung der Zeitpräferenz der Verhandler, ist als Hauptnachteil hinsichtlich der in dieser Arbeit betrachteten Entscheidungssituationen die Voraussetzung der vollständigen Information zu nennen.⁶⁶⁷ Auf Basis der vollständigen Information können die Akteure in der betrieblichen Praxis nur selten eine Verhandlung führen. Deshalb werden im Folgenden bilaterale Verhandlungsspiele bei beidseitig unvollständiger Information und ein Gleichgewicht für derartige Spiele eingeführt.

5.2.3 Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht und dynamische Spiele bei unvollständiger Information

5.2.3.1 Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht

Das bereits eingeführte teilspielperfekte Gleichgewicht ist nur in Situationen mit vollständiger Information anwendbar. Für Situationen mit unvollständiger Information ist es deshalb notwendig, auf andere Gleichgewichtskonzepte wie zum Beispiel das Perfekte Bayesianische Gleichgewicht zurückzugreifen.⁶⁶⁸ Wie das teilspielperfekte Gleichgewicht baut auch das Perfekte Bayesianische Gleichgewicht auf dem Nash-Gleichgewicht auf. Im Gegensatz zum teilspielperfekten Gleichgewicht wurde das Perfekte Bayesianische Gleichgewicht für dynamische Spiele mit unvollständiger Information entwickelt. Die im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Spielsi-

⁶⁶⁶ Vgl. Berninghaus et al. (2010), S. 204–205, und Holler/Illing (2009), S. 231–234.

⁶⁶⁷ Vgl. Rosenschein/Zlotkin (1998), S. 46–47, und Harsanyi (1977), S. 162, zu den Nachteilen bezüglich des letzten Verhandlungsschritts und der Zeitdauer. Beiden Nachteilen wird in der Literatur mit Erweiterungen des Zeuthen-Harsanyi-Spiels begegnet. Zlotkin/Rosenschein schlagen eine Erweiterung des Zeuthen-Harsanyi-Spiels um die „[...] last step equilibrium strategy [...]“ (Zlotkin/Rosenschein (1989)) vor. Diese Strategie beinhaltet eine Mischstrategie aus den beiden reinen Strategien (Konzession oder Wiederholung), die zu einem Nash-Gleichgewicht führt. Allerdings bezieht sich diese Erweiterung ausschließlich auf den kritischen Fall gleicher Konfliktbereitschaft vor dem letzten Schritt und kann deshalb, und weil eine Abgrenzung des letzten Verhandlungsschritts eindeutig erst ex post möglich ist, in der weiteren Abhandlung vernachlässigt werden. Zur Beschleunigung des Verhandlungsprozesses entwickelte Harsanyi das komprimierte Zeuthen-Spiel, das im Wesentlichen aus nur zwei Verhandlungsrunden mit jeweils einem Verhandlungsschritt pro Spieler besteht (Harsanyi (1977), S. 162–164). Die beschriebenen Schwächen des Zeuthen-Harsanyi-Spiels sind vor allem der Tatsache geschuldet, dass das Zeuthen-Harsanyi-Spiel nicht mit dem Ziel entwickelt wurde, einen möglichst realistischen Verhandlungsprozess abzubilden, sondern mit dem Ziel, einen Verhandlungsprozess zu schaffen, der mit der Nash-Lösung verknüpft ist. Berninghaus et al. (2010), S. 203, beschreibt diese Intention wie folgt: „Die Bedeutung dieses Ansatzes liegt in erster Linie in seiner Originalität und in der Tatsache, dass er in gewissem Sinne auch als nicht-kooperative Implementierung der kooperativen Nash-Lösung betrachtet werden kann.“

⁶⁶⁸ Vgl. zum Beispiel Peters (2008), S. 51–53, Osborne/Rubinstein (1994), S. 232–233, Gibbons (1992), S. 177–180, und Fudenberg/Tirole (1991), S. 326.

tuationen bei unvollständiger Information basieren unter anderem auf der Annahme, dass jeder Spieler zwar seine eigene Nutzen- bzw. Kostenfunktion kennt, die der anderen Spieler aber nicht. Im Hinblick auf die Kosten- und Nutzenfunktionen der anderen Akteure besitzt jeder Spieler Überzeugungen (Beliefs), die durch diskrete Wahrscheinlichkeiten oder eine kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgedrückt werden können. Ein Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht gleicht nach Osborne/Rubinstein einer spielerspezifischen Kombination aus Strategie und Überzeugungen, die folgende vier Bedingungen erfüllt:⁶⁶⁹

- Jeder Zug, den der Spieler im Rahmen der Strategie ausführt, muss unter Berücksichtigung der eigenen Überzeugungen und der möglichen Strategien der anderen Akteure optimal sein (*Sequenzielle Rationalität*).
- Bezüglich der möglichen Strategien eines Spielers besitzen die Akteure *A-Priori-Überzeugungen*, die mithilfe von Wahrscheinlichkeiten dargestellt werden können.⁶⁷⁰
- Die Aktionen eines Spielers führen zum Update der A-Priori-Überzeugungen bezüglich der Kosten- bzw. Nutzenfunktionen (Typ) des Spielers. Die Aktionen anderer Spieler oder Umweltereignisse haben keinen Einfluss auf die Überzeugungen (*Aktionsabhängige Posterior-Überzeugungen*).
- Die Anpassung der Überzeugungen nach einem Spielzug erfolgt bei allen Spielern unter Anwendung der *Bayesianischen Regel*.⁶⁷¹ Mit der Bayesianischen Regel kann die Posterior-Wahrscheinlichkeit für den Typ eines Akteurs unter Berücksichtigung des getätigten Spielzugs des Akteurs auf Basis der A-Priori-Wahrscheinlichkeiten des Spielzugs und des Typs ermittelt werden.

Diese Anforderungen beziehen sich auf dynamische Spiele mit einseitig oder beidseitig unvollständiger Information. In den Abschnitten 3.4.2 und 4.3 wurde deutlich, dass im Rahmen dieser Arbeit vor allem die bilateralen Verhandlungssituationen relevant sind, in denen die Kosteninformationen beider Verhandlungspartner privat sind. Dementsprechend werden im nachfolgenden Abschnitt nicht-kooperative Verhandlungsspiele mit beidseitig unvollständiger

⁶⁶⁹ Vgl. Osborne/Rubinstein (1994), S. 232–233. Die Bedingungen für ein Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht sind auch in Gibbons (1992), S. 177–180, allerdings in leicht von Osborne/Rubinstein (1994) abweichender Form zu finden. Auch er verweist aber auf die große Bedeutung der Überzeugungen, die sequenzielle Rationalität und die Bayesianische Regel als Grundlage für die Ermittlungen der Posterior-Wahrscheinlichkeiten. Ähnlich formuliert auch Peters (2008), S. 51–53, die Anforderungen an ein Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht.

⁶⁷⁰ Unter A-Priori-Wahrscheinlichkeiten bzw. -Überzeugungen werden die Überzeugungen bzw. Wahrscheinlichkeiten bezüglich den möglichen Strategien eines Spielers vor einem Spielzug dieses Spielers unter Berücksichtigung der beobachtbaren Aktionen und Strategien des Spielers bezeichnet. Posterior-Wahrscheinlichkeiten bzw. -Überzeugungen beziehen sich dementsprechend auf die Überzeugungen und Wahrscheinlichkeiten nach einem Spielzug.

⁶⁷¹ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 50–52.

Information eingeführt, um zu überprüfen, ob auf Basis dieser Spiele und mithilfe des Perfekten Bayesianischen Gleichgewichts ein Rückschluss auf den Spielausgang und damit das Verhandlungsergebnis bzw. das Ergebnis des hybriden Verfahrens möglich ist.

5.2.3.2 Bilaterale Verhandlung bei beidseitig unvollständiger Information

Im Hinblick auf die bilateralen Verhandlungen können die relevanten Spiele je nach Art der abgegebenen Gebote in Spiele mit einseitiger Gebotsabgabe und Spiele mit beidseitiger Gebotsabgabe unterschieden werden.⁶⁷²

Spiele mit einseitiger Gebotsabgabe und beidseitig unvollständiger Information wurden unter anderem für Verhandlungen über einen Gütertransfer zwischen einem Käufer und einem Verkäufer, die jeweils eine Zeitpräferenz besitzen, entwickelt. Dem Verkäufer entstehen Kosten für die Beschaffung oder Produktion des Produkts. Der Käufer besitzt dagegen eine Zahlungsbereitschaft, die sich aus der Wertschätzung für das zu transferierende Produkt ergibt. Es wird angenommen, dass die Gebotsabgabe einseitig durch den Verkäufer erfolgt und der Käufer ein Gebot lediglich annehmen oder ablehnen kann, aber kein eigenes Gebot erstellen kann. Cramton stellt für diese Spielsituation ein Gleichgewicht für den Fall fest, dass der Verkäufer seine Kosten preisgibt. Als Verhandlungsergebnis ergibt sich dann eine Transferzahlung, die nur knapp über den Kosten des Verkäufers liegt.⁶⁷³ Zu einem ähnlichen Schluss kommt Cho. Er ermittelt ein Perfektes Bayesianisches Gleichgewicht für den Fall, dass der Käufer im Verlauf des Spiels die geringstmöglichen Kosten für den Verkäufer annimmt. Eine Einigung ist deshalb nur möglich, wenn der Verkäufer tatsächlich die geringstmöglichen Kosten besitzt. Selbst in diesem Fall kann der Verkäufer nur einen Gewinn nahe null realisieren. Sind die Kosten des Verkäufers dagegen höher als beim niedrigsten Kostentyp, hat der Verkäufer kein Interesse an einer Einigung. Im Perfekten Bayesianischen Gleichgewicht geht dementsprechend für die unterstellte Situation und für eine äußerst geringe Gebotsabgabezeit die Wahrscheinlichkeit für eine Einigung gegen null.⁶⁷⁴ Weil dieses Ergebnis für eine anwendungsorientierte Verhandlungsforschung, die geprägt ist von Einigungen und Kompromissen, unbrauchbar ist, wird zusätzlich der Ansatz von Ausubel/Deneckere berücksichtigt.⁶⁷⁵ Diese leiten für das beschriebene bilaterale Verhandlungsspiel bei beidseitig unvollständiger Information und einseitiger Gebotsabgabe formal ab, dass eine Einigung nur dann zustande kommt, wenn die Zahlungsbereitschaft des Käufers höher ist als die Kosten des Verkäufers. Die Gleichgewichtsstrategie des Verkäufers drückt sich durch abnehmende Preisgebote aus. Letztendlich realisiert der Verkäufer im

⁶⁷² Einen Überblick über Spiele mit beidseitig unvollständiger Information enthalten Li et al. (2003), S. 8–11, und Fudenberg/Tirole (1991), S. 397–434.

⁶⁷³ Vgl. Cramton (1984).

⁶⁷⁴ Vgl. Ausubel/Deneckere (1992), S. 801–803.

⁶⁷⁵ Vgl. Ausubel/Deneckere (1992), S. 803–806.

Gleichgewicht den Monopolgewinn. Allerdings weicht das verwendete Gleichgewichtskonzept dahingehend vom Perfekten Bayesianischen Gleichgewicht in anderen Spielen ab, dass alle Informationen, die der Käufer aus dem Gebotsverhalten des Verkäufers gewinnen kann, bereits nach der ersten Runde bekannt sind. Insgesamt kann für Spiele mit unvollständiger Information und einseitiger Gebotsabgabe festgehalten werden, dass mögliche Win-Win-Resultate und damit effiziente Ergebnisse häufig nicht realisiert werden.⁶⁷⁶

Spiele mit beidseitiger Gebotsabgabe und beidseitig unvollständiger Information orientieren sich in ihrem Ablauf und der dargestellten Entscheidungssituation an den Spielen mit einseitiger Gebotsabgabe, allerdings mit dem Unterschied, dass beide Akteure Gebote abgeben können. Chatterjee/Samuelson stellen für eine bilaterale Verhandlungssituation mit beidseitig unvollständiger Information und beidseitiger Gebotsabgabe fest, dass das Verhandlungsergebnis von Parametern, die die Verhandlungsmacht eines Akteurs charakterisieren, wie zum Beispiel der Geduld und der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Spieler als starker Verhandlungspartner eingeschätzt wird, abhängt.⁶⁷⁷ Ein eindeutiges Gleichgewicht finden die Autoren allerdings nur für sehr restriktive Annahmen bezüglich der Strategieauswahl der Akteure. Werden diese Annahmen gelockert, existieren für diese Entscheidungssituationen mehrere Gleichgewichte.⁶⁷⁸ Cramton fokussiert seine Betrachtungen auf die Verzögerungen zwischen den einzelnen Geboten.⁶⁷⁹ In seinem Spiel ist die Gebotsabgabezeit Ausdruck der Verhandlungsmacht eines Spielers. Das Spiel beginnt mit dem initialen Gebot des ungeduldigen Akteurs. Der geduldige Akteur reagiert auf das initiale Gebot mit einer Annahme oder einer Ablehnung samt Gegengebot. Auf Grund der Zeitdiskontfaktoren, die die Geduld eines Spielers repräsentieren, muss das Spiel nach der zweiten Runde enden. Für die beschriebene Entscheidungssituation ermittelt Cramton ein Kontinuum an Gleichgewichten, so dass wie bei der Situation nach Chatterjee/Samuelson keine eindeutige Gleichgewichtslösung festgestellt werden kann.⁶⁸⁰

Bei allen beschriebenen Verhandlungen spielt der Kontext der Verhandlungen eine untergeordnete Rolle und ist eher allgemein gehalten. Mit der Dezentralisierung von Planungsaufgaben zur Steigerung der Flexibilität und Beherrschung der Komplexität bei gleichzeitig gestiegenem Bewusstsein, dass Koordination in heterarchischen und dezentralen Organisationsumgebungen erfolgssteigernd sein kann, werden Verhandlungen auch für betriebswirtschaftliche und vor allem produktionswirtschaftliche Planungsmethoden relevant. Weil auch das in Abschnitt 4.3.4

⁶⁷⁶ Vgl. Myerson/Satterthwaite (1983). Die Spiele mit einseitiger Gebotsabgabe sind Auktionen, auf die an dieser Stelle nicht eingegangen wird, ähnlich. Einen Überblick über spieltheoretische Betrachtungen zu Auktionen beinhalten Krishna (2010), Berninghaus et al. (2010), S. 231–278, und Fudenberg/Tirole (1991), S. 219–225 und S. 284–288.

⁶⁷⁷ Vgl. Chatterjee/Samuelson (1987). Hinsichtlich des Zusammenhangs aus Geduld und Macht nehmen die Autoren an, dass die Macht mit zunehmender Geduld steigt.

⁶⁷⁸ Vgl. Chatterjee/Samuelson (1988) und Chatterjee/Samuelson (1987).

⁶⁷⁹ Vgl. Cramton (1992).

⁶⁸⁰ Vgl. Cramton (1992) und Chatterjee/Samuelson (1988).

eingeführte hybride Planungsmodell auf Verhandlungen zwischen Akteuren basiert, werden nachfolgend bestehende Arbeiten zur Spieltheorie im Produktionskontext vorgestellt.

5.2.4 Spieltheorie und Produktionsmengenplanung

5.2.4.1 Spieltheoretische Ansätze zum Internal Supply Chain Management

Spieltheoretische Ansätze unterstützen die Analyse und Erstellung dezentraler Planungsmethoden des Supply Chain Management. Der Einsatz der Spieltheorie erfolgt über alle Aufgaben des Internal Supply Chain Management hinweg. Inderfurth/Minner gewähren einen Überblick über mögliche Einsatzbereiche der Spieltheorie.⁶⁸¹ Neben langfristigen Aufgaben, wie zum Beispiel der Standortplanung oder der Technologiewahl, zählen sie mittel- bis kurzfristige Bereiche, wie das Preis-, Bestands- und Vertragsmanagement zu möglichen Anwendungsbereichen der Spieltheorie. Explizit werden auch innerbetriebliche Koordinationsaufgaben genannt. Dieser Aufgabengruppe gehören zum Beispiel die Abstimmung zwischen den funktionalen Bereichen und der dezentralen Produktionsplanung an. Cachon/Netessine stellen fest, dass sich nur ein Teil des methodischen Instrumentariums der Spieltheorie zur Anwendung im Supply Chain Management eignet.⁶⁸² Beispielsweise widerspricht eine Strategieauswahl, die ausschließlich vom Eintreten einzelner Zufallsereignisse abhängt, wie sie das Konzept gemischter Strategien beinhaltet, dem Planungs- und Steuerungsgedanken des Supply Chain Management.⁶⁸³ Folglich ist für spieltheoretische Überlegungen im Internal Supply Chain Management vorrangig eine Strategieauswahl durch Entscheidungsträger relevant, auch wenn gemischte Strategien zur Darstellung von Entscheidungssituationen und der Definition von Gleichgewichten nützlich sein können. Weil aber die Anwendung der Spieltheorie im Bereich des Supply Chain Management in erster Linie dem Ziel dient, mögliche Handlungsempfehlungen oder -regeln für Entscheider abzuleiten oder aber Verhandlungsergebnisse zu prognostizieren, sind Gleichgewichte in gemischten Strategien als Ergebnis einer spieltheoretischen Analyse wenig befriedigend. Zu der Vielzahl an Bereichen im Internal Supply Chain Management, für die bereits spieltheoretische Modelle existieren, zählt unter anderem die Produktionsmengenabstimmung oder Losgrößenplanung, die in Kapitel 4 ausführlich erläutert wurde. Die Verknüpfung zwischen Produktionsmengenabstimmung und Spieltheorie ist in der Literatur sowohl für die Planung mit deterministischer als auch stochastischer Nachfrage zu finden. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird die Fokussierung auf die deterministische Nachfrage konsequent fortgesetzt.⁶⁸⁴

⁶⁸¹ Vgl. Inderfurth/Minner (2001).

⁶⁸² Vgl. Cachon/Netessine (2004), S. 13–14.

⁶⁸³ Dieser Argumentation kann bis auf eine Ausnahme vorbehaltlos gefolgt werden: Sucky (2004a) integriert in sein Verhandlungsmodell zur Losgrößenplanung bei asymmetrischer Machtverteilung gemischte Strategien, indem er die Zuordnung einer Kostenfunktion zu einem Akteur als von der Natur gegeben annimmt und nur das Wissen um die Eintrittswahrscheinlichkeiten dieser Strategien als gegeben voraussetzt.

⁶⁸⁴ Eine Übersicht über die Bestell- oder Produktionsmengenplanung enthält Cachon/Netessine (2004).

5.2.4.2 Spieltheoretische Ansätze zur deterministischen Losgrößenplanung in Supply Chains

Die spieltheoretischen Ansätze zur deterministischen Losgrößenplanung in Supply Chains zielen auf zwei Fragestellungen ab: Zum einen wird die Stabilität der in quantitativen Modellen vorausgesetzten Kooperationen vor dem Hintergrund möglicher Interessenkonflikte überprüft und zum anderen interessiert die prozessorientierte Analyse der Verhandlungen zur Verhaltens- und Ergebnisprognose. Ansätze zur Analyse der Kooperationsstabilität fundieren im Wesentlichen auf den Gleichgewichten der kooperativen Spieltheorie. Es wird ausschließlich das Spielergebnis, nicht aber der Spielprozess auf Stabilität überprüft. Die erste Verknüpfung aus kooperativer Spieltheorie und Produktionskontext nahm Owen vor.⁶⁸⁵ Im Mittelpunkt seiner Analysen stand jedoch nicht die Produktionsmengenplanung, sondern das Kapazitätsmanagement. Er untersuchte den Nutzen eines gemeinsamen Kapazitätsmanagement von Organisationen einer Wertschöpfungsstufe aus spieltheoretischer Perspektive. Ein Koalitionsspiel, also ein Spiel, das von der Kooperation verschiedener Akteure geprägt ist, veröffentlichten erstmals Kohli/Park im Kontext der Produktionsmengenplanung.⁶⁸⁶ Sie überprüfen das Ergebnis eines zweistufigen statisch-deterministischen Losgrößenmodells mit Mengenrabatten auf seine Pareto-Effizienz und untersuchen mögliche Ergebnisse auf Nash-Gleichgewichte hin. Meca et al. greifen das Koalitionsspiel von Owen auf und entwickeln es zur Analyse einer Bestandszentralisierung weiter.⁶⁸⁷ Ein zentrales Lösungskonzept für Koalitionsspiele ist der sogenannte Kern des Spiels. Alle Koalitionen, die Teil des Kerns sind, besitzen die Eigenschaft, dass keine andere Koalition existiert, durch die ein Akteur besser gestellt wird, ohne dass ein anderer Akteur schlechter gestellt wird.⁶⁸⁸ Dieses Konzept wird auch von Chen/Zhang⁶⁸⁹, van den Heuvel et al.⁶⁹⁰ und Kimms/Drechsel⁶⁹¹ angewendet, die jeweils ein Modell zur dynamischen Losgrößenplanung in Netzwerken betrachten und mögliche Koalitionen zwischen Organisationen mit horizontaler Beziehung analysieren. Darüber hinaus wendet Zelewski den Shapley-Wert, aber vor allem auch den τ -Wert an.⁶⁹² Mehrere Abwandlungen des Losgrößenproblems analysiert Drechsel aus der Perspektive der kooperativen Spieltheorie.⁶⁹³ Im Rahmen der kooperativen Spieltheorie werden stets nur die Stabilität von Zuständen betrachtet, nicht aber der Verhandlungsprozess an sich. Um diese Stabilität festzustellen, sind Situationen mit vollständiger In-

⁶⁸⁵ Vgl. Owen (1975).

⁶⁸⁶ Vgl. Kohli/Park (1989).

⁶⁸⁷ Vgl. Meca et al. (2004).

⁶⁸⁸ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 269–277, und Cachon/Netessine (2004), S. 49–50.

⁶⁸⁹ Vgl. Chen/Zhang (2006).

⁶⁹⁰ Vgl. van den Heuvel et al. (2007).

⁶⁹¹ Vgl. Kimms/Drechsel (2009).

⁶⁹² Vgl. Zelewski (2009).

⁶⁹³ Vgl. Drechsel (2010).

formation notwendig. Wie in den Kapiteln 3 und 4 bereits erläutert wurde, ist diese Annahme wenig anwendungsorientiert.

Die Untersuchung des Verhandlungsprozesses basiert auf Verhandlungsspielen, die im vorherigen Abschnitt der nicht-kooperativen Spieltheorie zugeordnet wurden. Im Rahmen der nicht-kooperativen Spieltheorie ist es möglich, unterschiedliche Machtpositionen und Informationsstände abzubilden. Weil dadurch eine realistische Abbildung eines Verhandlungsprozesses möglich wird, eignen sich die Methoden der nicht-kooperativen Spieltheorie auch für die Betrachtung des Verhandlungsprozesses, der zwischen den Akteuren im Rahmen der dezentralen Produktionsmengenabstimmung stattfindet. Zur Handhabung von unterschiedlichen und unvollständigen Informationsständen können vier grundsätzliche Herangehensweisen unterschieden werden: Die einfachste Lösung ist die ausschließliche und unveränderte Berücksichtigung der ungewichteten Nachfrage und der ungewichteten Kosten. Mögliche Zusatzinformationen, die die Kosten der anderen Akteure in der Internal Supply Chain betreffen, werden bei Entscheidungen nicht mitberücksichtigt. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in der Einfachheit des Vorgehens. Allerdings widerspricht diese Art der Berücksichtigung von Informationen ganz offensichtlich dem Charakter von Verhandlungen. Die noch folgenden drei Möglichkeiten der Informationsberücksichtigung orientieren sich an den Spielen mit unvollständiger Information in Abschnitt 5.2.3.2. Eine zweite Möglichkeit im Umgang mit unvollständiger Information besteht in der Annahme von Wahrscheinlichkeiten im Hinblick auf die Kosten oder die Nachfrage der anderen Akteure.⁶⁹⁴ Können keine unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten geschätzt werden, wird davon ausgegangen, dass alle Eintrittswahrscheinlichkeiten gleich hoch sind. Im Gegensatz zu den beiden noch folgenden Ansätzen zielen die ersten beiden Ansätze nicht auf die Erlangung der vollständigen Information ab. Beim Signalling, dem dritten Ansatz, besitzen alle Akteure unvollständige Information. Durch die bewusste Festsetzung und Kommunikation bestimmter Entscheidungsmerkmale können die Akteure Informationen austauschen ohne einen expliziten Informationstausch zu vereinbaren. Die vierte Alternative, das sogenannten Screening, bezieht sich auf einen sukzessiven Verhandlungsprozess. Der Akteur, der zunächst ein Gebot abgibt, erstellt ein Menü mit Entscheidungsalternativen, die so gestaltet sind, dass der wählende Akteur durch die Wahl einer Alternative Informationen über seine eigene Kosten- und Nachfragestruktur preisgibt. Das dezentrale Losgrößenmodell nach Sucky⁶⁹⁵ ist ein Beispiel für ein derartiges Verfahren. Grundsätzlich sind spieltheoretische Analysen der nicht-kooperativen Spieltheorie nach der zu Grunde liegenden Machtverteilung zu unterscheiden. Suckys spieltheoretische Analyse der dezentralen Losgrößenplanung bei asymmetrischer Machtverteilung zeigt zunächst, wie der Verhandlungsprozess in Form eines Take-It-Or-Leave-It-Angebots bei vollständiger Information verlaufen kann. Außerdem wird im Rahmen einer derartigen Analyse deutlich, dass Seitenzahlungen zwischen den Akteuren, das Ergebnis aus

⁶⁹⁴ Vgl. Cachon/Netessine (2004), S. 52–58, für diesen und alle noch folgende Ansätze zum Umgang mit unvollständigen Informationen.

⁶⁹⁵ Vgl. Sucky (2004a).

globaler Perspektive deutlich verbessern können.⁶⁹⁶ Aus spieltheoretischer Sicht unumstritten ist die Feststellung, dass ohne die Integration von Seitenzahlungen der mächtige Akteur kein Interesse daran hat, von der eigenen kostenminimalen Losgröße abzuweichen. Er setzt deshalb sein Kostenminimum durch. Für eine Situation mit unvollständiger Information und asymmetrischer Machtverteilung schlägt Sucky das in Abschnitt 4.3.2 eingeführte Screening-Modell vor, bei dem der schwache Akteur dem mächtigen Akteur private Kosteninformationen mithilfe eines anreizkompatiblen Angebotsmenüs entlockt. Die Nachfrage ist beiden Akteuren bekannt. Durch den Einsatz des Screening-Modells und die Verwendung von Ausgleichszahlungen des schwachen Akteurs an den starken Akteur wird eine Verbesserung der Lösung im Vergleich zur dezentralen Planung ohne Seitenzahlung erzielt, weil der mächtige Akteur von seiner lokal kostenminimalen Losgröße abrückt.⁶⁹⁷ Eine Ergebnisverschlechterung ergibt sich nur dann, wenn das globale Losgrößenoptimum nahe am lokalen Losgrößenoptimum des mächtigen Akteurs liegt. Grundlage des Modells von Sucky ist das eingeführte Modell von Banerjee.⁶⁹⁸ Für dieses Modell stellte Sucky auch eine spieltheoretische Analyse auf Basis nicht-kooperativer Modelle bei symmetrischer Machtverteilung vor.⁶⁹⁹ Die Analyse beruht auf der Strukturähnlichkeit zwischen dem Verhandlungsprozess ohne Seitenzahlung für zwei Personen mit dem bereits eingeführten Zeuthen-Harsanyi-Spiel. Das Verhandlungsobjekt ist die Losgröße. Die Kosten, die den Akteuren bei Realisierung der einzelnen Gebote entstehen, stellen die Zielfunktionswerte dar. Sie berechnen sich über die lokalen Kostenfunktionen aus Rüst- und Bestandskosten für die Losgröße. Im Rahmen der spieltheoretischen Analyse wird von der Annahme der vollständigen Information beider Akteure abgewichen und eine simultane Gebotsabgabe durch die Akteure angenommen.⁷⁰⁰ In dieser Spielsituation wird außerdem das Argument von Felsenthal und Diskin integriert, dass jede mögliche Verhandlungslösung für beide Akteure höher zu bewerten ist als der Drohpunkt r_i .⁷⁰¹ Diese Tatsache kann durch einen entsprechend hohen Kostenwert für den Drohpunkt r_i bei der Berechnung der Konfliktbereitschaft $\kappa_{i,g}$ berücksichtigt werden.

⁶⁹⁶ Vgl. Sucky (2001).

⁶⁹⁷ Vgl. Sucky (2004a).

⁶⁹⁸ Vgl. Banerjee (1986) und Abschnitt 4.3.1.

⁶⁹⁹ Vgl. Sucky (2004b), S. 211–219, und Sucky (2003). Sucky modelliert den Verhandlungsprozess auf Basis des Zeuthen-Harsanyi-Spiels. Er ordnet das Zeuthen-Harsanyi-Spiel den kooperativen Spielen zu und begründet dies mit der Argumentation, dass jedes Spiel mit einer bindenden Vereinbarung, die von einem unabhängigen Dritten überwacht werden kann, ein kooperatives Spiel ist. Wird dieses Abgrenzungskriterium zu Grunde gelegt, ist dem Autor zuzustimmen. Allerdings wurde bereits zuvor der kompetitive Charakter der Verhandlungsspiele aufgezeigt. Die bindende Vereinbarung findet erst am Ende des Spiels statt. Klassische Koalitionsspiele der kooperativen Spieltheorie, wie zum Beispiel bei Owen (1975) und Kimms/Drechsel (2009), zeichnen sich dadurch aus, dass die bewusste Auswahl einer Kooperation Gegenstand des Spiels ist. In den Verhandlungsspielen dieser Arbeit ist aber weniger die Auswahl einer Koalition als vielmehr die Ausgestaltung der Koalitionsvereinbarung von Bedeutung. Auf Grund des kompetitiven Charakters werden die Verhandlungsspiele und damit auch das Zeuthen-Harsanyi-Spiel analog zur Begriffsabgrenzung von Peters (2008), wie bereits oben erwähnt, den nicht-kooperativen Spielen zugeordnet.

⁷⁰⁰ Vgl. Sucky (2004a).

⁷⁰¹ Vgl. Felsenthal/Diskin (1982).

Um der strikten Informationsannahme unvollständiger Information gerecht zu werden, besteht ein Gebot nicht aus Kostenwerten, sondern aus der Losgrößenstückzahl. Eine Konzession stellt somit eine Annäherung des Losgrößengebots durch einen Akteur an die Losgröße des anderen Akteurs dar. Ein Akteur macht dann eine Konzession, wenn er davon ausgeht, dass seine Konfliktbereitschaft κ kleiner ist als die des anderen Akteurs. Mithilfe der Konfliktbereitschaft kann auch die Machtverteilung modelliert werden. Bei symmetrischer Machtverteilung ist davon auszugehen, dass die Konfliktbereitschaft beider Akteure entweder gleich hoch ist oder im Verlauf des Verhandlungsprozesses häufig wechselt, so dass beide Akteure mehrfach Konzessionen anbieten. Das initiale Gebot beider Akteure entspricht gemäß Pibernik/Sucky in der unterstellten Verhandlungssituation der lokal kostenminimalen Losgröße.⁷⁰² Wird die Machtverteilung anhand der Zeitpräferenz der Akteure analog zum Rubinstein-Spiel abgebildet, wird der Akteur mit der höheren Geduld eine geringere Konzession gewähren als der Spieler mit einer geringeren Geduld.⁷⁰³ Die Höhe der jeweiligen Konzession kann bei unvollständiger Information für beide Fälle nicht prognostiziert werden und ist von der Verhandlungsstrategie der Akteure abhängig. Pibernik/Sucky schlagen für die dynamische Losgrößenplanung vor, stets die Konzession zu machen, die die geringsten mengen- und kostenbezogene Änderung hervorruft.⁷⁰⁴ Dudek/Stadtler verwenden zur Gebotserstellung und damit zur Festlegung einer Konzession ein Abweichungsmaß zur Abbildung der Mengenverschiebungen im Rahmen des Verhandlungsprozesses.⁷⁰⁵ Beide Vorschläge lassen sich nur schwer auf den statischen Fall übertragen, weil sie ein Verhandlungsergebnis nach endlicher Zeit verhindern würden. Der Wertebereich für mögliche Konzessionen wird durch das aktuelle Gebot und durch die lokal kostenminimale Losgröße des anderen Akteurs bestimmt. Entsprechend können Verhandlungsprozesse für das angenommene Modell unter den gegebenen Voraussetzungen nur exemplarisch dargestellt werden. Auf Grund der mangelnden Informationen über den Verhandlungsprozess kann gemäß Pibernik/Sucky auf Basis der Spieltheorie bei symmetrischer Machtverteilung keine eindeutige Verhandlungslösung berechnet werden.⁷⁰⁶

Die Erläuterungen zur Spieltheorie im betriebswirtschaftliche Kontext allgemein und in der Losgrößenplanung im Speziellen lassen zwei Rückschlüsse zu:

⁷⁰² Vgl. Pibernik/Sucky (2008) und Sucky (2004a).

⁷⁰³ Vgl. Chatterjee/Samuelson (1987).

⁷⁰⁴ Vgl. Pibernik/Sucky (2008).

⁷⁰⁵ Vgl. Dudek/Stadtler (2005).

⁷⁰⁶ Vgl. Pibernik/Sucky (2008), S. 101. Zu einem ähnlichen Schluss gelangt Sucky (2004b), S. 215.

1. Bislang wurden nur Prozesse und Verhandlungen der dezentralen Planung und bei asymmetrischer Machtverteilung formal dargestellt sowie das Verhandlungsergebnis berechnet.⁷⁰⁷
2. Bei symmetrischer Machtverteilung wurde in diesem Kontext der Verhandlungsprozess dargestellt, die eindeutige Ermittlung eines Verhandlungsergebnisses auf Basis spieltheoretischer Methoden, das mit empirischen Ergebnissen und Beobachtungen konsistent ist, war bislang nicht möglich.⁷⁰⁸ Dies ist unter anderem auch auf die Komplexität der betrachteten Verhandlungssituationen, die eine Abbildung aller relevanten (beobachtbarer und nicht-beobachtbarer) Situationsmerkmale in einem Spiel schwierig macht, zurückzuführen. Die spieltheoretischen Überlegungen aus Abschnitt 5.2.3.2 bestätigen diese Einschätzung bezüglich der Eindeutigkeit einer Verhandlungslösung für Verhandlungssituationen im Kontext der Losgrößenplanung. Fudenberg/Tirole fassen diese Erkenntnis wie folgt zusammen: „[...] we should point out that the noncooperative approach has so far been unsuccessful in „solving the bargaining problem.“[...] It was soon realized [...] that games in which a bargainer with private information can propose agreements can have a great many perfect Bayesian equilibria.“⁷⁰⁹

5.2.5 Spieltheoretische Perspektive des hybriden Verfahrens

Die Erkenntnisse des Spieltheoriekapitels werden auf das in Abschnitt 4.3.4 erläuterte, hybride Verfahren angewendet. Dazu werden zunächst die Schritte des hybriden Ansatzes auf Basis der spieltheoretischen Überlegungen der vorherigen Kapitel beschrieben, im Anschluss daran Aussagen über einen möglichen Verhandlungsverlauf getroffen und abschließend einige Ansatzpunkte zur Ergebnisprognose und Ergebnisbewertung dargelegt.

5.2.5.1 Spielbeschreibung

Der hybride Ansatz zur Losgrößenplanung entspricht einem Drei-Personen-Nicht-Konstantsummenspiel. Die drei Akteure des Spiels – Zentralstelle, Standort 1 und Standort 2 – verfolgen unterschiedliche Interessen. Die zentrale Instanz strebt die Realisierung der global kostenminimalen Losgröße an, ohne diese jedoch wegen der privaten Kostendaten zu kennen. Sie besitzt die Macht, Rahmenbedingungen durchzusetzen. Die beiden Standorte, die jeweils nur Kennt-

⁷⁰⁷ Experimentell bestätigen sich zumindest teilweise die spieltheoretischen Berechnungen. So untersuchen beispielsweise van den Abbeele et al. (2009) den Einfluss der Macht- und der Informationsverteilung auf das Verhandlungsergebnis. Sie stellten fest, dass sich der mächtige Akteur mit einer Lösung nahe seiner besten Lösung vor allem auch dann durchsetzt, wenn beide Akteure keine Informationen und keine Ausstiegsmöglichkeiten besitzen, also eine eindeutig asymmetrische Machtverteilung vorliegt.

⁷⁰⁸ Vgl. Pibernik/Sucky (2008), S. 101, und Sucky (2004b), S. 215.

⁷⁰⁹ Fudenberg/Tirole (1991), S. 398–399.

nis über die eigenen Kostendaten und die in der gesamten Internal Supply Chain bekannte Nachfrage haben, beabsichtigen, ihre eigene kostenminimale Produktionsmenge netzwerkweit zu etablieren. Der Ansatz lässt sich durch drei voneinander abhängige Spiele abbilden (vgl. Abbildung 5.1).⁷¹⁰

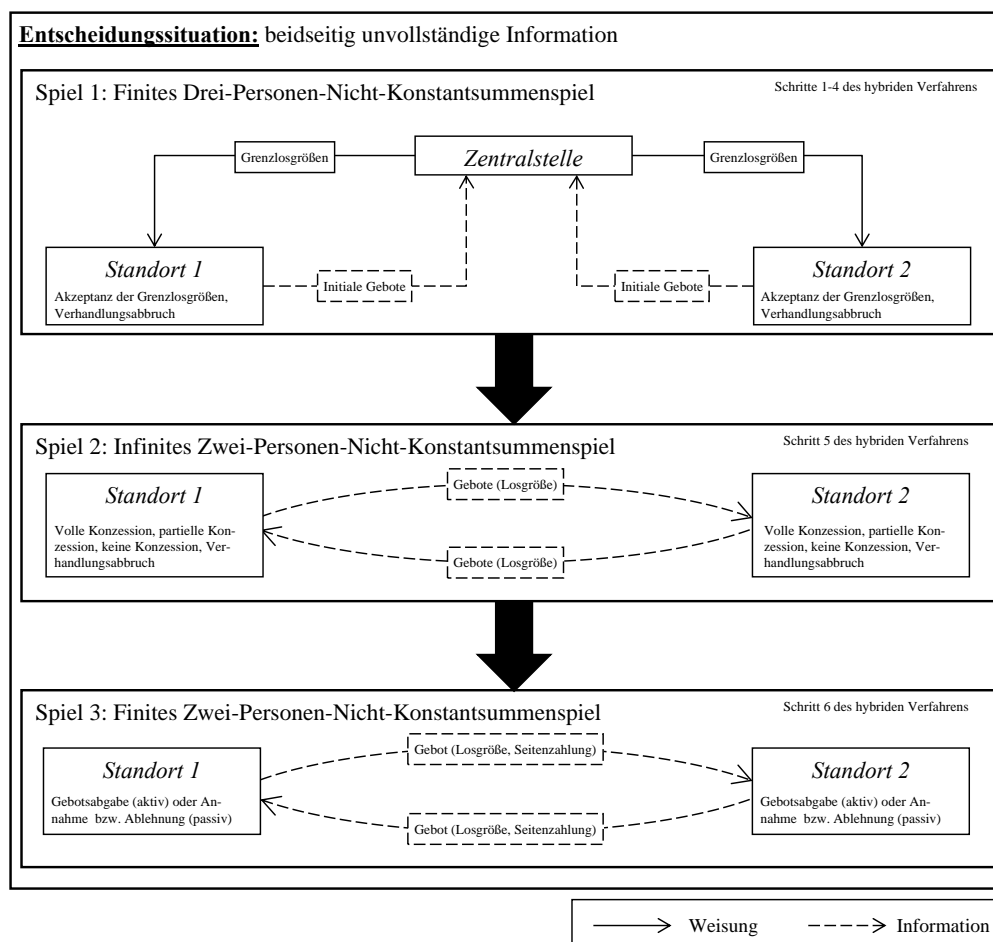


Abbildung 5.1: Struktur des hybriden Verfahrens⁷¹¹

Spiel 1 beinhaltet die Festlegung und Durchsetzung der Losgrößengrenzen \bar{q}_1^b und \bar{q}_2^b , also die ersten vier Schritte des hybriden Planungsverfahrens von der Schätzung der Parameter bis hin zur Festlegung der absoluten Grenzen. Die beiden Produktionsstandorte streben in dieser Verhandlung Losgrößengrenzen an, die ein Verhandlungsergebnis in der Nähe der eigenen lokal kostenminimalen Losgröße garantieren. Die Zentralinstanz versucht, Grenzen in der Nähe des global kostenminimalen Ergebnisses zu etablieren. *Spiel 2* umfasst die reine Mengenverhandlung zwischen den Losgrößengrenzen. Das Spiel gleicht einem bilateralen Verhandlungsspiel und damit auf den ersten Blick dem Rubinstein- oder dem Zeuthen-Harsanyi-Spiel. Weil aber beidseitig unvollständige Information herrscht, kommen die in Abschnitt 5.2.3.2 vorgestell-

⁷¹⁰ Der Begriff Teilspiel wird in diesem Zusammenhang bewusst vermieden, um keinen Widerspruch zur gängigen Bedeutung des Teilspiels, wie sie zum Beispiel Peters (2008), S. 49, verwendet, herbeizuführen.

⁷¹¹ Quelle: Eigene Darstellung.

ten Spiele der betrachteten Verhandlungssituation am nächsten. Es liegt ein Zwei-Personen-Nicht-Konstantsummen-Spiel vor. Machtverhältnisse werden über die Konfliktbereitschaft, die Zeitpräferenz oder die Einschätzung der anderen Akteure dargestellt. Die Machtverhältnisse sind ausschlaggebend für die Gewährung von Konzessionen und damit für den Verlauf des Verhandlungsprozesses. Der Spielverlauf variiert in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Informationen zur Machtverteilung zwischen den beiden Akteuren. In *Spiel 3*, dem sechsten Schritt des hybriden Verfahrens, wird das Ergebnis der Mengenverhandlung nachverhandelt und mögliche Seitenzahlungen mit in die Verhandlung aufgenommen. Auch bei diesem Spiel handelt es sich um ein Zwei-Personen-Nicht-Konstantsummen-Spiel. Der die Nachverhandlung initiiierende Akteur offeriert dem anderen Standort ein Take-It-Or-Leave-It-Angebot. Verbessert das Angebot die Kostenlage des passiven Akteurs im Vergleich zum Ergebnis der Mengenverhandlung, wird der passive Akteur das Angebot annehmen, ansonsten ablehnen. Mit *Spiel 3* endet auch das hybride Verfahren. Im Rahmen der Spielsituation ist gerade der Verhandlungsprozess von enormer Bedeutung, um Rückschlüsse auf Wirklichkeitsnähe und Stabilität eines verhandlungsbasierten Modells ziehen zu können.

5.2.5.2 Verhandlungsprozess

Der Verhandlungsprozess ist von den drei Spielen geprägt. *Spiel 1* beinhaltet die Festlegung der relativen Losgrößengrenzen durch die zentrale Instanz. Grundlage der Festlegung sind die geschätzten Parameterverhältnisse. Werden bewusst engere relative Grenzen gewählt, um möglichen Falschgeboten der dezentralen Standorte entgegenzuwirken, besteht das Risiko, dass die global kostenminimale Losgröße außerhalb des eingeschränkten Bereichs liegt und deshalb das erreichbare globale Ergebnis durch die Grenzfestsetzung verschlechtert anstatt verbessert wird. Die Kommunikation der festgesetzten relativen Grenzen an die dezentralen Standorte bleibt zunächst aus. Die beiden Standorte partizipieren mit der simultanen Abgabe ihrer beiden initialen Gebote an *Spiel 1*. Es wird davon ausgegangen, dass diese, solange beidseitig unvollständige Information vorherrscht, der lokal kostenminimalen Losgröße entspricht. Mit jeder Abweichung von der kostenminimalen Losgröße gehen die dezentralen Instanzen das Risiko einer Konzession ein. Auf Grund dieser Annahme wird implizit davon ausgegangen, dass die Lage des Losgrößenoptimums des anderen Akteurs mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent größer und mit der gleichen Wahrscheinlichkeit kleiner als die eigene Losgröße ist. Diese Annahme könnte zwar leicht aufgelöst werden und andere Wahrscheinlichkeiten angenommen werden, so dass eine andere als die lokal kostenminimale Losgröße als erstes Gebot sinnvoll ist, allerdings stellt sich dann die nicht-triviale Frage der Höhe des ersten Gebots. Deshalb wird hier die lokal kostenminimale Losgröße als einzig sinnvoller Fokuspunkt ausgewählt.⁷¹² Es sei

⁷¹² Vgl. zu Fokuspunkten Schelling (1980), S. 70 und S. 111–115. Krause et al. (2006) stellen in einem Laborexperiment die Bedeutung von Referenzpunkten, die Fokuspunkten ähnlich sind, fest. Ebenfalls mit dem Einfluss von Referenzpunkten auf Verhandlungen beschäftigen sich White et al. (1994). Die lokal kostenminimale Losgröße als Startgebot untersuchen Pibernik/Sucky (2008) und Sucky (2004a).

aber darauf hingewiesen, dass vor allem bei sich häufig wiederholenden Spielen die Annahme, dass das initiale Gebot der lokal kostenminimalen Losgröße entspricht, überdacht werden muss.⁷¹³ In diesem Fall lernt ein Akteur mit jeder Verhandlung mehr über die Kosten des anderen Akteurs. Entsprechend weicht sein initiales Gebot sukzessive von seinem lokal kostenminimalen Gebot ab bis seine lokal kostenminimale Losgröße im Schätzbereich liegt. Eine derartige Anpassung kann aber wiederum auch von der Zentralstelle beobachtet werden, so dass die Losgrößengrenzen entsprechend angepasst werden. Außerdem dürfte ein Teil der Abweichungen durch ein ähnliches Verhalten des anderen Akteurs egalisiert werden. Diese Tatsache bietet Ansatzpunkte für eine Erweiterung des bisherigen Modells. Dennoch liefert die Gleichsetzung der lokal kostenminimalen Losgröße mit dem initialen Gebot eine ausreichende Basis zur Einführung des hybriden Modells, nicht zuletzt auch deshalb, weil die meisten bislang eingeführten dezentralen Modelle auf dieser Annahme aufbauen.⁷¹⁴ Die zentrale Instanz wendet die bislang nicht kommunizierten relativen Losgrößen auf das durch die lokal kostenminimalen Losgrößen begrenzte Ergebnisintervall an. Die dezentralen Standorte akzeptieren die Grenzen, weil bei einem Verstoß gegen die Grenzen die Zentralinstanz Sanktionen durchsetzt, die für den verstoßenden Standort deutlich höhere Kosten verursachen als der Kostennachteil, der einem Standort aus der Beachtung der Grenzen entsteht.

Bereits im vorhergehenden Abschnitt wurde die Ähnlichkeit von *Spiel 2* mit einem Zeuthen-Harsanyi-Spiel oder einem Rubinstein-Spiel und vor allem bilateralen Verhandlungsspielen bei unvollständiger Information festgestellt.⁷¹⁵ Die Machtverhältnisse innerhalb der Internal Supply Chain werden mithilfe der Konfliktbereitschaft, der Zeitpräferenz oder der Einschätzung der Verhandlungsmacht durch den anderen Akteur modelliert. Im Zeuthen-Harsanyi-Spiel entspricht im Fall von Machtasymmetrie und vollständiger Information der Drohpunkt des mächtigen Standorts dessen Kosten bei seiner lokal kostenminimalen Losgröße. Die Konfliktbereitschaft geht ebenso wie das Verhältnis der beiden Zeitpräferenzen (mächtig zu schwach) gegen unendlich. Konzessionen werden ausschließlich vom schwachen Standort gemacht. Wird dem Ansatz von Felsenthal/Diskin gefolgt, dass der Drohpunkt dem schlechtest möglichen Verhandlungsergebnis entspricht, nimmt der Drohpunkt den Kostenwert bei Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße des anderen Standorts an. Dieser Ansatz wird für den schwachen Standort übernommen.⁷¹⁶ Voraussetzung für einen zielgerichteten Verhandlungsprozess ist die Annahme, dass die Machtverteilung beider Produktionsstandorten bekannt ist. In der Unternehmenspraxis äußert sich die Macht eines Standorts im Auftreten der Verhandlungsführer, aber auch im Wissen eines Entscheidungsträgers um die eigene Bedeutung für den anderen Akteur. So können beispielsweise die Entscheidungsträger eines kleinen Standorts, dessen Hauptvolumen ein Standardteil ohne Produktionsengpass für einen sehr großen Produktionsstandort

⁷¹³ Vgl. dazu auch die Ergebnisse in den Abschnitten 5.4.6.5 und 5.4.6.6.

⁷¹⁴ Vgl. Dudek (2009a) und Sucky (2004a).

⁷¹⁵ Vgl. die Abschnitte 5.2.2 und 5.2.3.

⁷¹⁶ Vgl. Felsenthal/Diskin (1982).

als Abnehmer ist, ohne Probleme die eigene, relativ starke Abhängigkeit vom anderen Standort erkennen. Umgekehrt offenbart sich die relativ geringe Macht des anderen Standorts dem großen Standort in der Verfügbarkeit zahlreicher Alternativen zum kleinen Standort. Schwieriger gestaltet sich die Analyse der Mengenverhandlung für eine Verhandlungssituation mit symmetrischer Machtverteilung. Hier kann das Felsenthal/Diskin-Argument für beide Standorte übernommen werden, dass auf beiden Seiten ein starker Wille zur Einigung vorherrscht.⁷¹⁷ Folgt der Verhandlungsprozess einem Rubinstein-Spiel, endet er bereits nach der ersten Runde.⁷¹⁸ Die hohe Macht eines Akteurs äußert sich in einem im Vergleich zum Verhandlungspartner hohen Zeitdiskontfaktor.⁷¹⁹ Sowohl das Rubinstein-Spiel als auch das Zeuthen-Harsanyi-Spiel basieren auf der unrealistischen Annahme beidseitig vollständiger Information. Stattdessen liegt aber im Spiel 2 des hybriden Verfahrens eine Entscheidungssituation mit beidseitig unvollständiger Information vor. Derartige Spielsituationen sind geprägt von Überzeugungen und Informationen, die aus dem Verhandlungsverhalten des Verhandlungspartners generiert werden. Wird das in Cramton vorgeschlagene Spiel auf die Entscheidungssituation angewendet, endet die Entscheidungssituation bereits nach spätestens zwei Verhandlungsrunden. Die Machtverteilung wird mithilfe der Gebotsabgabezeit dargestellt. Der weniger mächtige Akteur startet die Verhandlung mit einem Gebot. Das Spiel endet spätestens mit der Annahme oder Ablehnung des Gegengebots des mächtigen Akteurs. Die Gebotserstellung und die Annahmemeentscheidung basiert auf den Überzeugungen, die ein Akteur bezüglich der Kosten- bzw. Nutzenfunktion des anderen Akteurs besitzt. Diese Überzeugungen werden durch Wahrscheinlichkeiten in das Modell integriert.⁷²⁰

Das Ergebnis der Mengenverhandlung bildet die Grundlage für eine mögliche Ergebnisverbesserung im Rahmen der Nachverhandlung in *Spiel 3*. Mit der Verknüpfung von Mengenverhandlung und Nachverhandlung wird die Idee der Nash-Lösung optimaler Drohstrategien⁷²¹ auf die hybride Losgrößenplanung übertragen. Hierbei wird im ersten Teil der Verhandlung der Drohpunkt für den zweiten Teil der Verhandlung festgelegt. Die Drohpunkte der Nachverhandlung gleichen den Kosten, die beiden Akteuren bei Realisierung des Ergebnisses der Mengenverhandlung entstehen. Weil beide Akteure in der Nachverhandlung ihre Kostensituation ausschließlich verbessern, aber nicht verschlechtern können, partizipieren beide Seiten an der Nachverhandlung. Der Akteur, der die Nachverhandlung initiiert, schlägt eine Losgrößen-Seitenzahlungskombination vor. Aus der Perspektive des aktiven Akteurs sollte die Kombination zum einen die eigene zusätzliche Kostenersparnis maximieren und auf der

⁷¹⁷ Vgl. Felsenthal/Diskin (1982).

⁷¹⁸ Vgl. Abschnitt 5.2.2.2.

⁷¹⁹ Vgl. Chatterjee/Samuelson (1987).

⁷²⁰ In der Unternehmenspraxis muss das Verhalten der beiden Akteure nicht unbedingt dem Verhalten in einem der dargestellten Spiele folgen. Vielmehr sind auch andere Verhandlungsstrategien, wie sie zum Beispiel Baarslag et al. (2011), Lopes (2002) oder Faratin et al. (1998) beschreiben, möglich.

⁷²¹ Vgl. Holler/Illing (2009), S. 227–229, und Nash (1953).

anderen Seite eine hohe Wahrscheinlichkeit sicherstellen, dass der andere Produktionsstandort das Angebot annimmt, so dass die zusätzliche Kostenersparnis realisiert werden kann. Für diesen Fall kann mit dem in Abschnitt 4.3.4 eingeführten Sekantenverfahren eine Losgrößen-Seitenzahlungskombination ermittelt werden, die vom passiven Akteur akzeptiert wird und gleichzeitig die Kostensituation des aktiven Akteurs verbessert.⁷²² Die Kostenverbesserung ist für den Bereich zwischen Sekante und Kostendifferenzfunktion maximal. Eine darüber hinausgehende Kostenverbesserung ist mit einem erhöhten Risiko der Ablehnung durch den passiven Akteur verbunden. Sollten zusätzliche Informationen über die Kostenfunktion des passiven Akteurs vorliegen, könnten darauf basierend Alternativen zur Sekantenlösung mit in die Betrachtung aufgenommen werden und die aus Sicht des aktiven Standorts beste Kombination dem passiven Standort angeboten werden. Verbessert sich durch die angebotene Kombination aus Seitenzahlung und Losgröße die Kostensituation des passiven Standorts, nimmt dieser das Angebot an. Andernfalls erfolgt eine Ablehnung des Angebots, weil die Kosten des Gebots die lokalen Kosten des passiven Standorts im Konfliktfall (Realisierung des Ergebnisses der Mengenverhandlung) überschreiten.

5.2.5.3 Verhandlungsergebnis

Die spieltheoretischen Modelle der vorherigen Abschnitte dienen dazu, einen Rückschluss auf Verhandlungsergebnisse zu ermöglichen. Im Rubinstein-Spiel ist der Verhandlungsausgang unter anderem abhängig von den Zeitdiskontfaktoren. Bei starker Machtasymmetrie betragen die Zeitdiskontfaktoren v im Extremfall 0 für den schwachen Standort und 1 für den starken Akteur. Der starke Akteur kann seine lokal kostenminimale Lösung durchsetzen. Bei symmetrischer Machtverteilung kann der Verhandlungsausgang mithilfe der im Abschnitt 5.2.2.2 definierten Gleichungen berechnet werden. Im Zeuthen-Harsanyi-Spiel werden Machtasymmetrien über die Konfliktbereitschaft dargestellt. Eine hohe Konfliktbereitschaft ist ein Indiz dafür, dass ein Akteur eine hervorragende Alternative zur betrachteten Verhandlung besitzt. Dieser Akteur besitzt dementsprechend eine höhere Verhandlungsmacht als ein Akteur mit niedriger Konfliktbereitschaft, für den die relevante Verhandlung von großer Bedeutung ist. Eine stark asymmetrische Konfliktbereitschaft führt nach der Logik des Zeuthen-Harsanyi-Spiels zu einer Lösung in der Nähe des lokalen Kostenminimums des mächtigen Akteurs. Für den symmetrischen Fall kann eine Verhandlungslösung ebenfalls eindeutig bestimmt werden, wenn die notwendigen Informationen, allen voran die Konfliktbereitschaft der Akteure, vorliegt. Sowohl die Lösung des Rubinstein-Spiels als auch die des Zeuthen-Harsanyi-Spiels kann allerdings auf Grund der Informationsannahme höchstens Indizien auf den Verhandlungsausgang liefern, aber nicht als

⁷²² In dieser Arbeit wurde die Nachverhandlung auf eine Take-It-Or-Leave-It-Verhandlung reduziert. Mehrere Verhandlungsrunden könnten das Verhandlungsergebnis bei entsprechendem Verhalten der Akteure noch verbessern. Die Analyse des Verhaltens könnte durch spieltheoretische Betrachtung erfolgen. Allerdings zeigt sich in der noch folgenden Simulationsanalyse, dass bereits das gewählte Verfahren sehr gute Ergebnisse erzielt und deshalb auf eine weitergehende spieltheoretische Analyse der Verfahrensalternativen verzichtet werden kann.

Grundlage einer fundierten Lösungsermittlung dienen. Dennoch sind Analogien auch bei den Spielen mit beidseitiger Gebotsabgabe und beidseitig unvollständiger Information festzustellen. Sowohl die Analyse von Cramton als auch die Untersuchung von Chatterjee/Samuelson kommt zu dem Schluss, dass die Verhandlungsmacht, die die Forscher über die Gebotsabgabezeit oder die Einschätzung der anderen Akteure messen, das Verhandlungsergebnis beeinflusst. Je länger die Gebotsabgabezeit und damit die Geduld eines Akteurs ist oder je stärker ein Akteur eingeschätzt wird, desto näher ist das Verhandlungsergebnis an der lokal optimalen Lösung des mächtigen Akteurs.⁷²³ Trotzdem ist insbesondere bei symmetrischer Machtverteilung festzustellen, dass kein eindeutiges Gleichgewicht und damit keine eindeutige Verhandlungslösung ermittelt werden kann. Vielmehr erhalten sowohl Chatterjee/Samuelson als auch Cramton als Ergebnis der Untersuchung eine Menge an Gleichgewichten.

Die spieltheoretischen Überlegungen zum hybriden Planungsansatz bestätigen die beiden bereits am Ende des Abschnitts 5.2.4.2 aufgeführten Erkenntnisse, dass bei Machtasymmetrie das Verhandlungsergebnis dem optimalen Ergebnis des mächtigen Partners gleich sein oder zumindest nahe kommen muss und bei symmetrischer Machtverteilung keine eindeutige Ergebnisermittlung möglich ist. Vielmehr kann hier nur eine Menge möglicher Gleichgewichte ermittelt werden. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Beobachtung und Modellierung wichtiger relevanter Merkmale der Entscheidungssituation nur schwer möglich ist.

5.3 Potenziale des hybriden Verfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung

5.3.1 Grundlagen und Vorgehen der Monte-Carlo-Simulation

Die Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 4.3.4.3 hat gezeigt, dass eine abschließende Ableitung von allgemeinen Aussagen über das realisierte Kostenersparnispotenzial des hybriden Verfahrens und über die Wirkung und Bedeutung der Nachverhandlung nicht analytisch vollzogen werden kann, obwohl bei asymmetrischer Machtverteilung für jeden numerischen Fall auf der Basis spieltheoretischer Annahmen Verhandlungsergebnisse bestimmt werden können. Um allgemeine Aussagen zu Problemen zu treffen, die zwar numerisch, aber nicht allgemeinanalytisch gelöst werden können, wird das entsprechende Problem für eine große Zahl an zufällig generierten Fällen mithilfe sogenannter Monte-Carlo-Simulationen gelöst.⁷²⁴ Diese Simulationsart kann entsprechend für das hybride Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung angewendet werden.⁷²⁵ Law definiert die Monte-Carlo-Simulation als „[...] a scheme employ-

⁷²³ Vgl. Cramton (1992) und Chatterjee/Samuelson (1988).

⁷²⁴ Vgl. Law (2007), S. 73–74.

⁷²⁵ Vgl. Filzmoser (2010), S. 16, Mooney (1997), S. 2, und Smith (1973), S. 4.

ing random numbers, [...] which is used for solving certain stochastic or deterministic problems.“⁷²⁶ Die Monte-Carlo-Simulation wurde während der Entwicklung der Atombombe im zweiten Weltkrieg systematisch angewendet und deren Anwendung auf andere mathematische Entscheidungsprobleme in den Nachkriegsjahren von Fermi, Neumann und Ulam maßgeblich forciert und publiziert.⁷²⁷ Mit der Entwicklung und Verbreitung der Computer wurde die Durchführung der Monte-Carlo-Simulation deutlich erleichtert. Insbesondere die Fallzahl der Stichprobengröße konnte damit ohne Probleme bei einfachen und mittelschweren Problemen erhöht werden. Entsprechend häufig wird die Simulationstechnik allgemein und die Monte-Carlo-Simulation im Speziellen angewendet.⁷²⁸

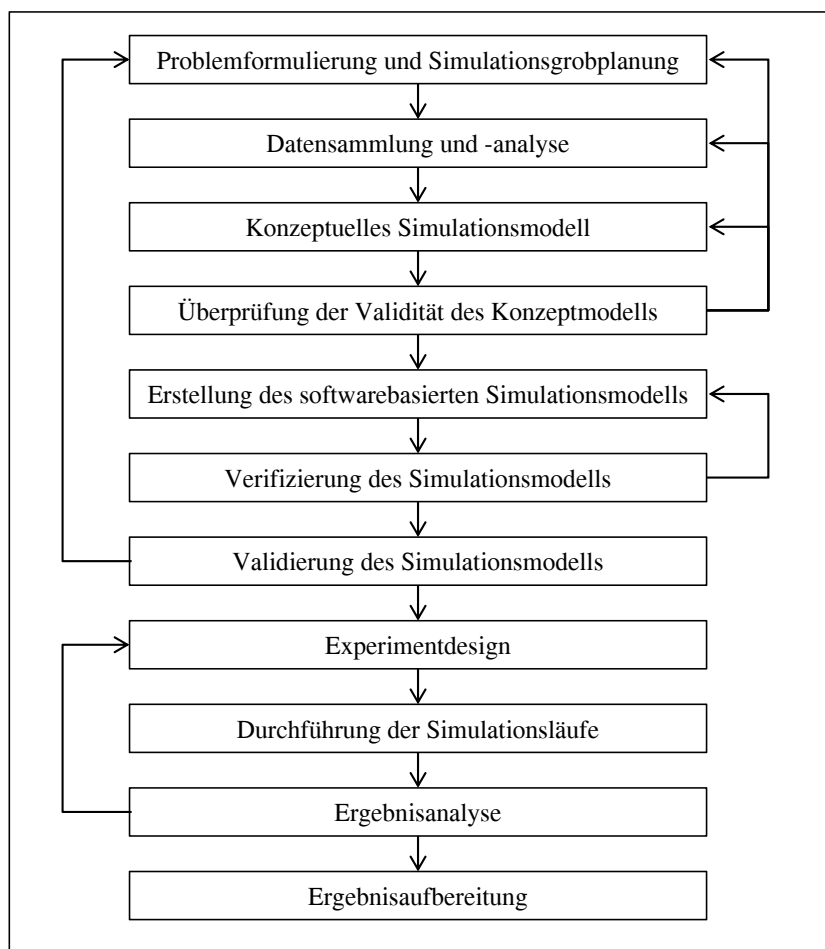


Abbildung 5.2: Vorgehen zur Durchführung einer Simulationsstudie⁷²⁹

⁷²⁶ Law (2007), S. 73. Vgl. außerdem zum Beispiel Lemieux (2009), S. 2, Kleijnen (1975), S. 6, Smith (1973), S. 1, und Hammersley/Handscorn (1964), S. 2, zu Monte-Carlo-Methoden allgemein sowie Rose/März (2011), S. 13, und Filzmoser (2010), S. 15, zur Definition von Simulation allgemein.

⁷²⁷ Vgl. Oakshott (1997), S. 126, und Hammersley/Handscorn (1964), S. 6.

⁷²⁸ Vgl. zum Beispiel das Sammelwerk Krug (2011), die Veröffentlichungen zur Winter Simulation Conference <http://www.wintersim.org/pastprog.htm> oder zahlreiche Dissertationen wie zum Beispiel Labitzke (2011), Glock (2009) oder Völkl (2006).

⁷²⁹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Oakshott (1997), S. 135.

Ausgangspunkt einer Simulation ist stets ein Entscheidungsproblem, das untersucht werden soll (vgl. Abbildung 5.2).⁷³⁰ Für das Entscheidungsproblem dieser Arbeit wird eine grobe Studienplanung erstellt, die das studienspezifische Vorgehen enthält. Ist der Plan erstellt, startet der eigentliche Studienverlauf mit der Sammlung von Daten als Input für das Simulationsmodell. Im Anschluss daran wird unter Berücksichtigung bekannter Studien aus der Literatur ein Konzeptmodell entwickelt. Dieses bildet die Logik des Entscheidungsmodells, auf dem die Simulation basiert, semi-formal ab. Dazu können grafische Modellierungsansätze wie das Flow Chart oder die ereignisorientierte Prozesskette verwendet werden. Ist dieses Modell verifiziert und validiert, wird es in ein softwarespezifisches PC-Modell umgesetzt. Um die Zielgerichtetheit und Validität der Simulation zu gewährleisten, empfiehlt sich zunächst das Experiment und damit die diversen Simulationsläufe an den Zielen ausgerichtet zu planen. Nach der Verifizierung und Validierung des Plans werden das Experiment durchgeführt, die Experimentergebnisse analysiert, aufbereitet und interpretiert.

5.3.2 Monte-Carlo-Simulation zu den Potenzialen des hybriden Losgrößenplanungsverfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung

Ziel der Monte-Carlo-Simulation ist die Überprüfung der Potenziale der hybriden Losgrößenplanung.⁷³¹ Valide Aussagen sind mithilfe einer Simulation nur dann möglich, wenn feste Regeln zur Ergebnisdeterminierung existieren. Diese sind nur bei asymmetrischer Machtverteilung gegeben, weil hier davon auszugehen ist, dass der mächtige Akteur seine eigene kostenminimale Losgröße durchsetzt. Deshalb wird analog zum oben beschriebenen Vorgehen das Simulationsexperiment dieses Abschnitts vorgestellt. Aus dem Ziel der Potenzialidentifizierung des hybriden Verfahrens insgesamt, aber auch der Nachverhandlung im Speziellen ergeben sich vier Forschungshypothesen. Die erste Hypothese adressiert das durch das hybride Verfahren realisierte Kostenersparnispotenzial $\Psi_{sc, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a$ im Vergleich zum theoretisch möglichen Ersparnispotenzial $\Psi_{sc, q_{\bar{p}s}^* \rightarrow q_{sc}}^a$. Das theoretisch mögliche Ersparnispotenzial ergibt sich für die gesamte Supply Chain aus der Differenz der Supply-Chain-Kosten $C_{sc}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*)$ bei der Realisierung der lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}s}^*$ des mächtigen Akteurs $\bar{p}s$ und den Supply-Chain-Kosten $C_{sc}^{LS}(q_{sc}^*)$ bei der Realisierung der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^* .

Hypothese SI1: *Mit dem hybriden Verfahren zur standortübergreifenden Losgrößenplanung wird in Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung ein hoher Anteil des Kostenersparnispotenzials durch Koordination realisiert.*

⁷³⁰ Zum nachfolgend erläuterten Vorgehen siehe Oakshott (1997), S. 130–136.

⁷³¹ Die Zielformulierung und Hypothesenerläuterung entspricht dem ersten Schritt des allgemeinen Vorgehens zur Monte-Carlo-Simulation.

Zu der Bedeutung der Nachverhandlung an der Realisierung von Kostenersparnissen konnten im Rahmen der Sensitivitätsanalyse nur exemplarische Indizien präsentiert werden. Allgemeine Aussagen oder zumindest Aussagen, die zahlreiche numerische Ausprägungen der Kostenfunktionen betreffen, konnten keine getroffen werden. Um die Bedeutung der Nachverhandlung für das Ergebnis des hybriden Verfahrens abschätzen zu können, ist die relative Häufigkeit erfolgreicher Nachverhandlungen im Vergleich zur Anzahl erfolgloser Nachverhandlungen von Interesse. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach dem realisierten Anteil der Nachverhandlungen am möglichen Gesamtersparnispotenzial der Supply Chain und nach der Veränderung der Variablen bei einer Variation der Grenzlosgrößen. Auf den Anteil erfolgreicher Nachverhandlungen an der Gesamtfallzahl zielt Hypothese SI2, die Realisierung von Kostenersparnispotenzialen adressiert Hypothese SI3 und auf den Zusammenhang zwischen dem Nachverhandlungserfolg und der Größe des eingeschränkten Ergebnisintervalls zielt Hypothese SI4.

Hypothese SI2: Die Nachverhandlung im Rahmen des hybriden Verfahrens zur Losgrößenplanung endet in Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung bei einem bedeutenden Anteil der Fälle mit einer Einigung und damit Verbesserung der Kostensituation.

Hypothese SI3: Die Nachverhandlung im Rahmen des hybriden Verfahrens zur Losgrößenplanung trägt in Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung einen bedeutenden Anteil zur Realisierung von Kostenersparnispotenzialen bei.

Hypothese SI4: Je größer das eingeschränkte Ergebnisintervall von der Zentralstelle geschätzt wird, desto häufiger führt in Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung die Nachverhandlung zum Erfolg und desto höher ist der Anteil der Nachverhandlung an den durch das hybride Verfahren realisierten Kosteneinsparungen.

Die relevante unabhängige Variable zu Hypothese 1 stellt die Planungsverteilung dar; die unabhängigen Variablen der anderen drei Hypothesen sind die Kostensätze der lokalen Kostenfunktionen. Die abhängigen Variablen gleichen dem durch das hybride Verfahren insgesamt (Hypothesen SI1 und SI4) oder dem durch die Nachverhandlung (Hypothese SI3) realisierten Anteil des Kostenersparnispotenzials sowie dem relativen Anteil der Fälle, in denen die Nachverhandlung erfolgreich ist (Hypothese SI2).

Zur Untersuchung der Hypothesen werden für die Parameter ch_{ps} , cs_{ps} , v^p und d sowie die Schätzwerte $\tilde{\eta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{max}$, $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\rho}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ des hybriden Verfahrens per Zufallsauswahl aus einer gleichverteilten Grundgesamtheit Werte generiert.⁷³² Entscheidenden Einfluss auf die Validität der Studie, also die Gültigkeit der Erkenntnisse über die betrachteten Fälle hinaus, besitzt die Fallzahl und die Parametrisierung der Gleichverteilung für die Zufallsaus-

⁷³² Die Determinierung der Gleichverteilungsparameter bezieht sich auf den zweiten Schritt „Datensammlung“ des allgemeinen Vorgehens.

wahl. Eine adäquate Fallzahl pro Simulationslauf wird im weiteren Verlauf noch experimentell bestimmt. Zur Parametrisierung der Gleichverteilung wird das Design ähnlicher Simulationsstudien betrachtet. So untersucht Glock in seiner Simulationsstudie die Qualität unterschiedlicher Koordinationsmechanismen und verfolgt damit ein ähnliches Ziel wie die Studie in der vorliegenden Arbeit. Hierfür legt er die Grenzen der Gleichverteilung zur Zufallsauswahl der Rüstkostensätze cs_{ps} auf die Werte 50 und 500 oder im Bestellkontext auf die Grenzen 100 und 10000 fest.⁷³³ Die Lagerkostensätze ch_{ps} bestimmen sich auf Basis des Intervalls zwischen 0,1 und zehn. Die Gesamtnachfrage d über den betrachteten Zeitraum beträgt einen beliebigen Wert zwischen 100 und 100000. Weil Glock mehrperiodische Modelle in die Betrachtungen miteinbezieht, unterscheidet er zwischen dem Gesamtbedarf und einer Bedarfsrate v^d zwischen 60 und 400. Mit dem Intervall für die Produktionsrate v^p , das durch die Werte 51 und $v^d - 1$ begrenzt wird, stellt er zudem sicher, dass mindestens zwei Lieferanten für die Bedarfsdeckung notwendig sind. Insgesamt betrachtet Glock 500 Fälle. Auch Völkl beabsichtigt mit seiner Simulationsstudie die Untersuchung der Mengenkoordination in Supply Chains.⁷³⁴ Die von ihm unterstellten Parameterintervalle sind im Vergleich zum Wertebereich nach Glock zumindest standortintern deutlich weiter gefasst. Das Verhältnis der Kostensätze eines Standorts $\frac{cs_{ps}}{ch_{ps}}$ liegt

zwischen eins und 15000, das der Kostenverhältnisse $\frac{cs_{ps}}{cs_{ps'}}$ und $\frac{ch_{ps}}{ch_{ps'}}$ zwischen 0,1 und zehn. Abdul-Jalbara et al. vergleichen in ihrem Simulationsexperiment die Kosten einer zentralen Bestandsplanung im Vergleich zu den Kosten bei dezentraler Bestandsplanung in Netzwerken mit mehr als einem Knoten.⁷³⁵ Dabei bewegen sich alle Bestands- und Bestellkostensätze im Bereich zwischen eins und 101.⁷³⁶ Choi et al. konzentrieren sich mit ihrer Monte-Carlo-Simulation auf einen Vergleich zwischen verschiedenen mehrstufigen Losgrößenplanungsansätze für mehrere Produkte.⁷³⁷ Dabei bleiben die Kostenverhältnisse der einzelnen Stufen und Produkte in allen 10341 Simulationsfällen gleich. Einzig die Nachfrage variiert auf Basis einer normal- oder gleichverteilten Zufallsauswahl. Alternativ wird zudem ein Nachfragewert vorgegeben oder aus verschiedenen anderen Nachfrageverlaufsmustern ausgewählt.

Die Werte der Monte-Carlo-Simulation in dieser Arbeit orientieren sich an den Simulationen von Völkl und Glock. Weil das Simulationsmodell zudem sowohl im Produktionskontext als auch im Lagerkontext angewendet werden kann, werden die relativ weiten Grenzen von Völkl als Grundlage verwendet.⁷³⁸ Im Gegensatz zu dieser Studie beziehen sich die Wertegrenzen aber nicht auf Kostenverhältnisse, sondern wie bei Glock auf konkrete Kostenwerte.⁷³⁹ Für

⁷³³ Vgl. Glock (2009), S. 206–207.

⁷³⁴ Vgl. Völkl (2006), S. 139–169.

⁷³⁵ Vgl. Abdul-Jalbara et al. (2003).

⁷³⁶ Vgl. Abdul-Jalbara et al. (2003), S. 290.

⁷³⁷ Vgl. Choi et al. (1988).

⁷³⁸ Vgl. Völkl (2006), S. 139–169.

⁷³⁹ Vgl. Glock (2009), S. 206–207.

den Rüst- und Bestellkostensatz cs_{ps} wird ein gleichverteilter Zufallsbereich zwischen zehn und 10000 definiert. Die Lagerkostensätze ch_{ps} werden per Zufallsauswahl aus dem Intervall zwischen 0,1 und 1000 determiniert, die Produktionsrate liegt zwischen 100 und 100000 und die Bedarfsrate zwischen einem Prozent der Produktionsrate und dem Wert der Produktionsrate. Aus diesen Zufallszahlen werden die Schätzwerte für die Grenzberechnung der Losgrößenplanung ermittelt. Die Untergrenzen $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{min}$ und $\tilde{\rho}^{min}$ werden zufällig und gleichverteilt aus dem Intervall, das zwischen dem Wert bei einem Prozent des tatsächlichen Parameterverhältnisses β , η oder ρ und dem tatsächlichen Parameterverhältnis an sich liegt, ausgewählt. Für die Obergrenzen wird zufällig ein Wert aus dem Wertebereich zwischen dem tatsächlichen Parameterverhältnis und dem zehnfachen Wert des tatsächlichen Parameterverhältnisses bestimmt. Weil das Verhältnis β aus Bedarf und Produktionsrate den Wert eins nicht überschreiten darf, ist die Obergrenze für die Erzeugung der Werte für $\tilde{\beta}^{max}$ das Minimum aus dem zehnfachen β -Wert und eins. Eine Übersicht über die Wertebereiche der beschriebenen Studien und der Studie dieser Arbeit ist in Tabelle 5.1 zu finden.

Autor	Rüstkostensatz cs_{ps}	Lagerkostensatz ch_{ps}	Nachfrage d	Produktionsrate v^p
Choi et al. (1988)	Jedem Teil ist für das Verhältnis aus Lager- und Rüstkosten ein fester Wert zwischen 1 und 19 zugeordnet		Zufallszahlen verschiedener Wahrscheinlichkeitsverteilungen ohne Ober- und Untergrenze	keine Angabe
Abdul-Jalbara et al. (2003)	[0 : 100]	[0 : 100]	[0 : 100]	keine Angabe
Vökl (2006)	$\frac{cs_{ps}}{ch_{ps}} \in [1; 15000]$ $\frac{cs_{ps}}{cs_{ps'}} \in [0, 1; 10]$	$\frac{cs_{ps}}{ch_{ps}} \in [1; 15000]$ $\frac{cs_{ps}}{cs_{ps'}} \in [0, 1; 10]$	keine Angabe	keine Angabe
Glock (2009)	[50; 10000] in Abhängigkeit vom Kontext	[0, 1; 10]	[100; 10000]	nicht vergleichbar
Studie dieses Kapitels	[10; 10000]	[0, 1; 1000]	[0, 01 · v^p ; v^p]	[100; 100000]

Tabelle 5.1: Zufallsbereiche von Simulationsstudien zur Losgrößenplanung

Die Zufallszahlenerzeugung ist im Simulationsmodell zwischen Simulationskonfiguration und der Determinierung der Startgebote eingebettet. Im Rahmen der Simulationskonfiguration wird die Zufallszahlenerzeugung initialisiert, um zu gewährleisten, dass verschiedene Simulations-

läufe auf unterschiedlichen Zufallszahlenlisten basieren. Dies ist notwendig, weil in den meisten Simulationsprogrammen mit Pseudo-Zufallszahlen und nicht mit echten Zufallszahlen gearbeitet wird.⁷⁴⁰ Während die Simulationskonfiguration nicht zur Abbildung der Planungsmodelle, sondern zur Realisierung des Experimentdesigns dient, beziehen sich die Zufallszahlen-erzeugung und die initialen Gebote bereits auf die Modellierung der abzubildenden Sachlogik. In Kapitel 4 wurde angenommen, dass die Startgebote unter der Annahme rational handelnder Akteure und unvollständiger Information den lokal kostenminimalen Losgrößen als herausragenden Fokuspunkten gleichen.⁷⁴¹ Entsprechend werden aus den erzeugten Zufallszahlen die Werte für die kostenminimalen Losgrößen der beiden Verhandlungspartner bestimmt. Per Zufallsauswahl wird die Rolle eines Akteurs in der Supply Chain festgelegt. Die lokal kostenminimale Losgröße des mächtigen Akteurs wird analog zu den Ausführungen in Abschnitt 4.3.2 als Ergebnis der dezentralen Planung definiert. Im Anschluss daran werden die Grenzlosgrößen $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ und $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ des mächtigen und des schwachen Akteurs bestimmt. Das Resultat der Mengenverhandlung und damit der Ausgangspunkt der Nachverhandlung entspricht der Grenzlosgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ des mächtigen Akteurs.⁷⁴² Für die Simulation wird angenommen, dass stets der mächtige Standort eine Nachverhandlung initiiert, weil dieser durch die Festlegung der Grenzen benachteiligt wird. Deshalb werden für den mächtigen Standort die Nachverhandlungslosgröße $\hat{q}_{\bar{p}s}^b$ und die Seitenzahlung $s_{\bar{p}s\bar{p}s}$ berechnet und deren Kostenwirkung für den schwachen Standort überprüft. Entstehen dem schwachen Standort bei der Realisierung des Nachverhandlungsangebots weniger Kosten als bei der Realisierung der Grenzlosgröße des starken Standorts, entspricht das Ergebnis des hybriden Verfahrens der Kombination aus Nachverhandlungslosgröße und -seitenzahlung, ansonsten der Grenzlosgröße. Die globale Kostenwirkung der Planungsergebnisse bei hybrider und dezentraler Planung und die Aufbereitung der in der Simulation generierten Daten schließen den Simulationsprozess ab.⁷⁴³ Das Konzeptmodell der Simulation ist in Abbildung 5.3 als Flussdiagramm dargestellt. Mit der schrittweisen Überprüfung und der Anlehnung an den hybriden Prozess wurde das Modell auch verifiziert. Das Simulationsmodell wurde in die Software Matlab 7.11.0 der Firma Mathworks umgesetzt. Der dazugehörige Programmcode ist im Anhang A2 aufgeführt.⁷⁴⁴ Die Modellumsetzung ist abgeschlossen, wenn das implementierte Modell verifiziert wurde und damit lauffähig ist sowie nachvollziehbare Ergebnisse liefert.⁷⁴⁵ Dies bedeutet noch nicht, dass das Modell auch valide, also auf andere Simulationskonfigurationen oder die Realität übertragbar ist. Deshalb wird die Fallzahl und die

⁷⁴⁰ Vgl. Schweizer (2009), S. 176–179.

⁷⁴¹ Vgl. zu dieser Thematik auch die Abschnitte 5.4.6.5 und 5.4.6.6.

⁷⁴² Auch wenn fraglich ist, ob überhaupt mehr als ein Gebot während der Mengenverhandlung abgegeben wird, erfüllt die grundsätzliche Möglichkeit zu einem Gebot die Voraussetzungen für eine Verhandlung im Sinne von Pruitt (1981), S. 1, wonach die gemeinsame Entscheidung das konstituierende Merkmal einer Verhandlung ist (vgl. auch Wall (1985), S. 4).

⁷⁴³ Vgl. zum Prozess einer Simulationsstudie die allgemeinen Ausführungen in den Abschnitten zuvor und Abbildung 5.2.

⁷⁴⁴ Die Funktionen von Matlab sind in Schweizer (2009) oder Grupp/Grupp (2009) dokumentiert.

⁷⁴⁵ Vgl. Chisman (1992), S. 137.

Zufallszahlenkonfiguration (Seed) so variiert, dass die Validität des Modells überprüft werden kann (Abbildung 5.2).

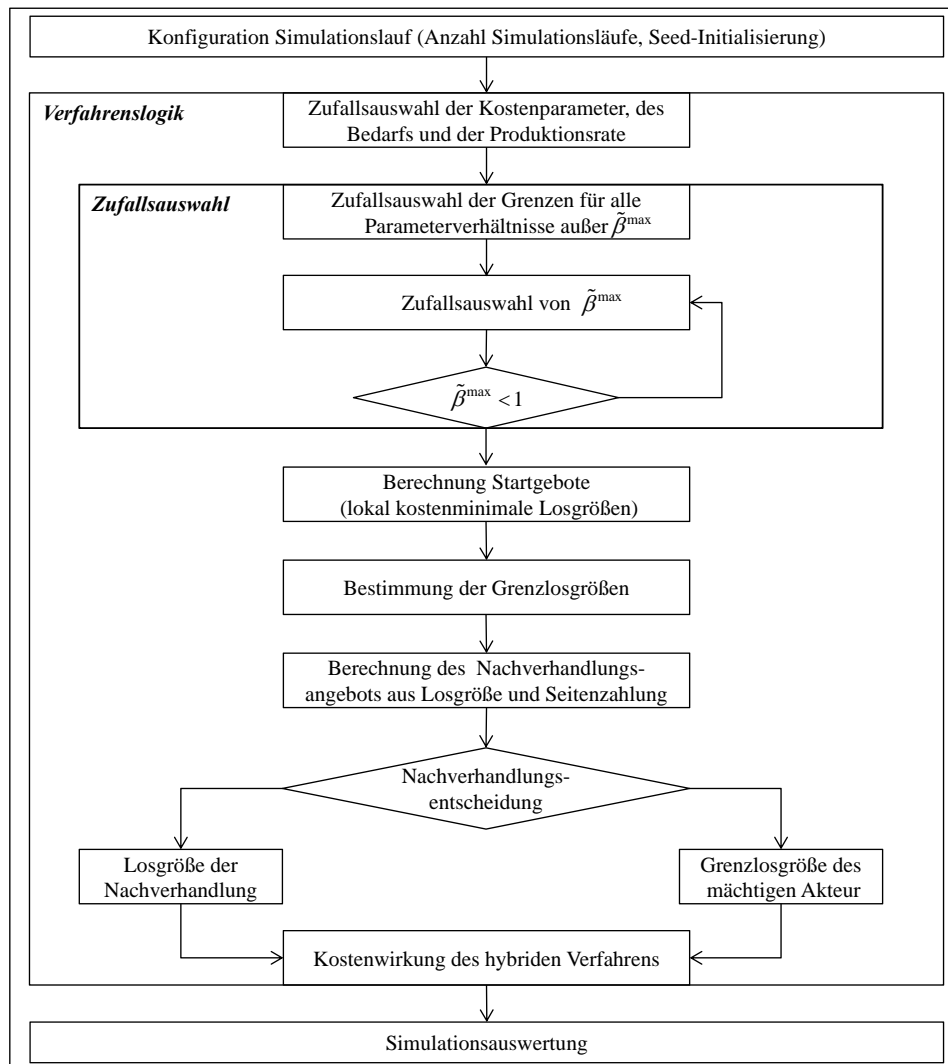


Abbildung 5.3: Konzeptmodell der Simulation⁷⁴⁶

Tabelle 5.2 enthält die Ergebnisse für die vier Kennzahlen zu den vier Hypothesen. Grundsätzlich steigt die Qualität und die Übertragbarkeit von Simulationsergebnissen mit der Fallzahl.⁷⁴⁷ Im Vergleich zum Simulationslauf mit 100000 Fällen steigt die Rechenzeit bei 1 Millionen Simulationsdurchgängen stark an, ohne einen deutlichen Ergebnisunterschied zu den anderen Simulationsläufen aufzuweisen. Deshalb wird die Zahl der Durchgänge für einen Simulationslauf für alle folgenden Simulationen auf 100000 festgelegt.⁷⁴⁸

⁷⁴⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

⁷⁴⁷ Vgl. Rose/März (2011), S. 18.

⁷⁴⁸ Die Zeitangaben in Tabelle 5.2 wurden für ein Simulationsmodell ohne Häufigkeitsauswertung festgestellt. Durch die Auswertung von Häufigkeiten verlängert sich die Simulationsdauer deutlich. In der Tabelle wird der Begriff Standardabweichung mit Std.abw. abgekürzt.

Fallzahl	Realisiertes Kostenersparnispotenzial		Erfolgreiche Nachverhandlung	Dauer
	Insgesamt	Nachverhandlung		
1000	Mittelwert: 79,71% Std.abw.: 23,69% Median: 89,46%	Mittelwert: 46,93% Std.abw.: 26,28% Median: 53,06%	84,40%	2 Sekunden
10000	Mittelwert: 78,80 % Std.abw.: 24,68% Median: 89,36%	Mittelwert: 46,05 % Std.abw.: 26,05% Median: 51,37%	85,13%	15 Sekunden
100000	Mittelwert: 78,47% Std.abw.: 24,86% Median: 89,24%	Mittelwert: 45,72% Std.abw.: 26,18% Median: 50,91%	84,59%	1 Minute 50 Sekunden
1000000	Mittelwert: 78,71 % Std.abw.: 24,75% Median: 89,45%	Mittelwert: 45,84% Std.abw.: 26,08% Median: 51,03%	84,92 %	14 Stunden 55 Minuten 52 Sekunden

Tabelle 5.2: Simulationsergebnis in Abhängigkeit von der Fallzahl

Um sicherzustellen, dass die Ergebnisse der Simulationsstudie keine laufspezifischen Besonderheiten aufweisen, wurden drei Simulationsläufe mit unterschiedlichen Startpunkten für die Generierung der Pseudo-Zufallszahlen gewählt. Die Ergebnisse der drei Läufe beinhaltet Tabelle 5.3.

Laufid	Realisiertes Kostenersparnispotenzial		Erfolgreiche Nachverhandlung
	Insgesamt	Nachverhandlung	
1	Mittelwert: 78,78% Std.abw.: 24,73% Median: 89,53%	Mittelwert: 45,96% Std.abw.: 26,06% Median: 51,21%	84,88%
2	Mittelwert: 78,81% Std.abw.: 24,69% Median: 89,53%	Mittelwert: 45,99 % Std.abw.: 26,04% Median: 51,15%	85,06%
3	Mittelwert: 78,65% Std.abw.: 24,81% Median: 89,41%	Mittelwert: 45,83% Std.abw.: 26,13% Median: 50,99%	84,91%

Tabelle 5.3: Ergebnisse von drei Simulationsläufen mit 100000 Durchgängen

Die Werte und Ergebnisse in den Tabellen 5.2 und 5.3 zu den Simulationsläufen sind Beleg für die Robustheit der Simulationsergebnisse und der ausgewählten Fallzahl. Die maximale Abweichung zwischen zwei Simulationsläufen mit 100000 Durchgängen beträgt vernachlässig-

bare 0,34 Prozentpunkte. Die vier Simulationsläufe mit 100000 Durchgängen aus den Tabellen 5.2 und 5.3 bilden auch die Basis zur Ergebnisanalyse und -auswertung. Diese orientiert sich an den Hypothesen SI1 bis SI4.

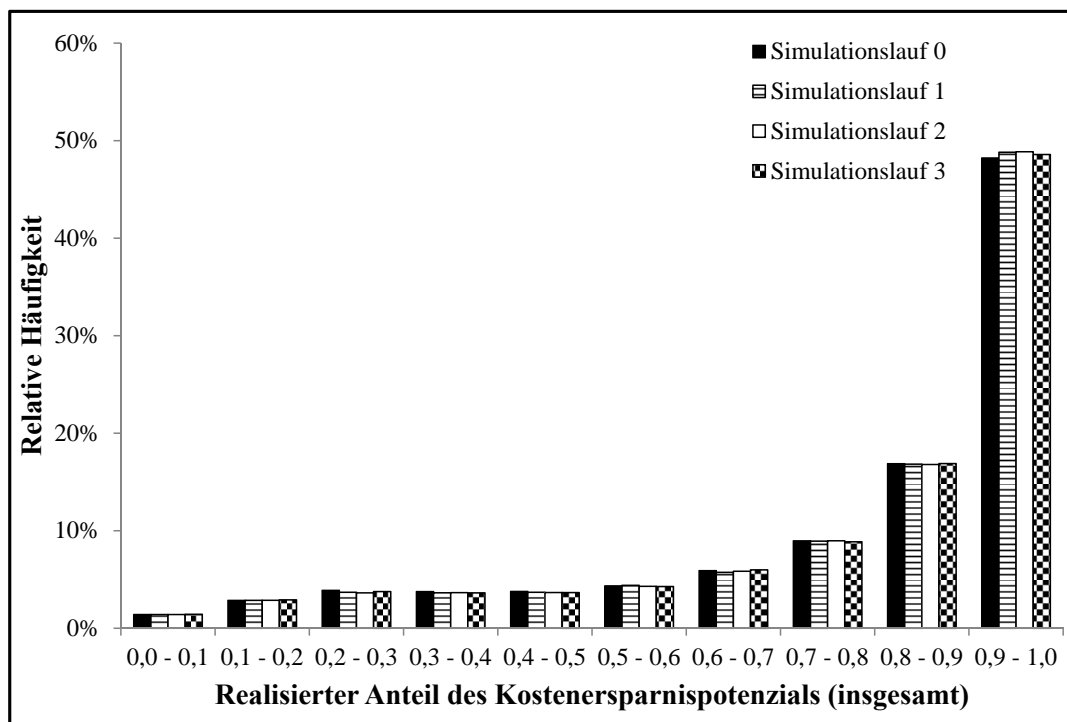


Abbildung 5.4: Relative Häufigkeit des realisierten Kostenersparnispotenzials des hybriden Verfahrens⁷⁴⁹

Die erste Hypothese (SI1) bezieht sich wie Abbildung 5.4 auf die Realisierung des Kostenersparnispotenzials. Das Kostenersparnispotenzial besteht aus dem Kostenunterschied zwischen dem Ergebnis bei zentraler Planung, welche zu einem global kostenminimalen Ergebnis führt, und dem Ergebnis bei dezentraler Planung, das der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Akteurs entspricht. Wird dieses Kostenersparnispotenzial komplett realisiert, nimmt es den Wert 100 Prozent an. Das Verhandlungsergebnis gleicht dem Ergebnis der zentralen Planung. Wird dagegen das Kostenersparnispotenzial nicht realisiert, ist das verwirklichte Kostenersparnispotenzial gleich null. Die zweiten Spalten der Tabellen 5.2 und 5.3 sowie Abbildung 5.4 zeigen, dass mithilfe des hybriden Verfahrens mit der Mengen- und Nachverhandlung zusammen im Durchschnitt über alle 100000 Fälle zwischen 78,47 Prozent und 78,81 Prozent des möglichen Kostenersparnispotenzials bei einer Standardabweichung um die 26 Prozentpunkte verwirklicht werden (vgl. Abbildung 5.4). Die im Vergleich zum Mittelwert relativ geringe Standardabweichung ist ein Indiz für die Stabilität der Werte. Der durchweg höhere Median von ungefähr 89 Prozent lässt darauf schließen, dass in mindestens 50 Prozent der Fälle mehr als 89 Prozent der möglichen Einsparungen durch das hybride Verfahren erzielt werden. Nur in weniger als zwei Prozent der Fälle werden weniger als zehn Prozent des Kostenersparnispo-

⁷⁴⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

tenzials realisiert. Damit wird mithilfe des hybriden Verfahrens ohne Zweifel ein bedeutender Teil des möglichen Kostenersparnispotenzials verwirklicht. Hypothese SI1 kann somit bestätigt werden.

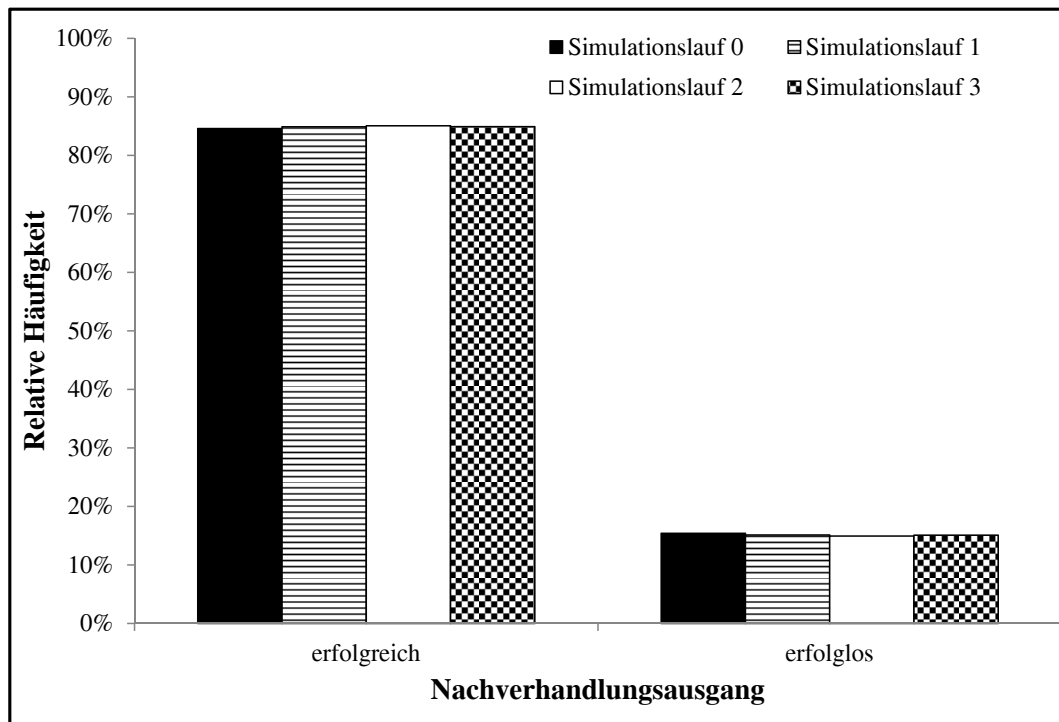


Abbildung 5.5: Relative Häufigkeit des Nachverhandlungsergebnisses⁷⁵⁰

Zur Realisierung des Kostenersparnispotenzials trägt auch die Nachverhandlung, auf die sich Abbildung 5.5 bezieht, bei. In Kapitel 4.3 konnte gezeigt werden, dass die Nachverhandlung nur dann zum Erfolg führt, wenn dadurch eine Win-Win-Situation für beide Akteure geschaffen und damit eine Verbesserung der globalen Kosten erzielt wird. Der Anteil der Fälle, in denen die Nachverhandlung zu einer Einigung führt, erlaubt deshalb eine Aussage dazu, wie häufig die Nachverhandlung an der Realisierung von Ersparnispotenzialen beteiligt ist. Die letzte Spalte der Tabellen 5.2 und 5.3 sowie Abbildung 5.5 offenbaren, dass die Nachverhandlungen in den vier relevanten Simulationsläufen in 85 Prozent der Fälle zum Erfolg führt. Dies bedeutet, dass die Nachverhandlung nur in 15 Prozent der Fälle nicht zur globalen Ergebnisverbesserung beiträgt. Deshalb kann auch Hypothese SI2 bestätigt werden.

Fraglich ist, wie groß der Anteil an der globalen Kostenersparnis ist, der auf Grund der erfolgreichen Nachverhandlungen erzielt wird (vgl. Hypothese SI3). Die Ergebnisse in der dritten Spalte der Tabellen 5.2 und 5.3 zeigen, dass im Mittel zwischen 45,72 Prozent und 45,99 Prozent des globalen Kostenersparnispotenzials in der Nachverhandlung verwirklicht werden. Die Nachverhandlung verursacht damit durchschnittlich mehr als die Hälfte der auf Grund des hy-

⁷⁵⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

briden Verfahrens erreichten Kostenersparnisse.⁷⁵¹ Aus der Abbildung 5.6 und den Ergebnissen in den Tabellen 5.2 und 5.3 geht außerdem hervor, dass in mindestens 50 Prozent der Fälle mehr als 50 Prozent des globalen Kostenersparnispotenzials durch die Nachverhandlung abgeschöpft wird. Ursache des lokalen Maximums bei der Klasse zwischen null Prozent und zehn Prozent sind die Fälle, in denen die Nachverhandlung erfolglos bleibt und somit keine Kostenersparnis verwirklicht wird. Insgesamt kann ein bedeutender Anteil der global möglichen Kostenersparnis und der Kostenersparnis des hybriden Verfahrens auf die Nachverhandlung zurückgeführt werden. Auf Grund dieses Ergebnisses wird auch Hypothese SI3 bestätigt.

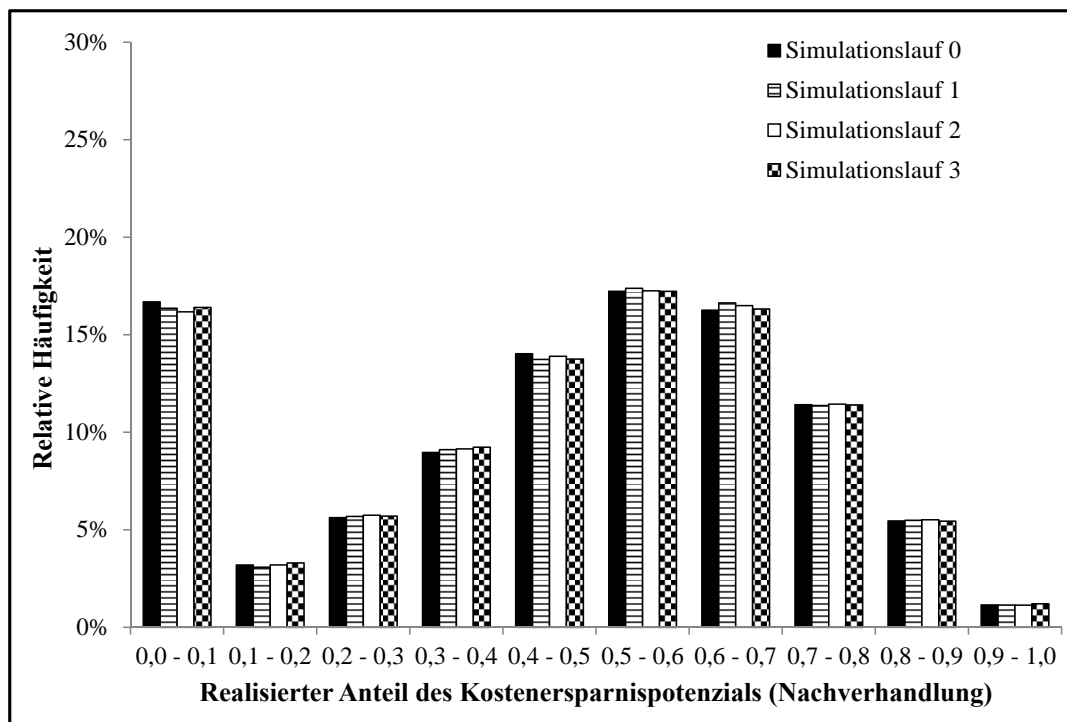


Abbildung 5.6: Relative Häufigkeit des realisierten Kostenersparnispotenzials der Nachverhandlung⁷⁵²

In der Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 4.3.4.3 konnten bereits Indizien für die Robustheit des Modells gegenüber schlechten Abschätzungen der Parameterverhältnisse durch die zentrale Instanz festgestellt werden. Diese besaßen jedoch überwiegend exemplarischen Charakter. Auch die im Vergleich zum Mittelwert relativ geringen Standardabweichungen in den aufgeführten Ergebnissen sind ein Hinweis auf die Robustheit des Verfahrens. Mit Hypothese SI4 wird diese Vermutung explizit überprüft. Dazu werden die Zufallsbereiche für die Bestimmung der Schätzwerte $\tilde{\beta}^{min}$, $\tilde{\eta}^{min}$, $\tilde{\rho}^{min}$, $\tilde{\beta}^{max}$, $\tilde{\eta}^{max}$ und $\tilde{\rho}^{max}$ sukzessive und für jedes Parameterverhältnis einzeln variiert.

⁷⁵¹ Vgl. die Ergebnisse zu Hypothese SI1 mit einem Mittelwert von 79 Prozent des globalen Kostenersparnispotenzials.

⁷⁵² Quelle: Eigene Darstellung.

Variation	Realisiertes Kostenersparnispotenzial		Nach- verhandlung
	Insgesamt	Nachverhandlung	
<i>Verschlechterung der Abschätzung</i>			
$\tilde{\beta}^{min} \in [0, 001 \cdot \beta; \beta]$ $\tilde{\beta}^{max} \in [\beta; \max(1000 \cdot \beta; 1)]$	Mittelwert: 78,77% Std.abw.: 24,17% Median: 89,05%	Mittelwert: 46,19% Std.abw.: 26,16% Median: 51,42%	84,45%
$\tilde{\eta}^{min} \in [0, 001 \cdot \eta; \eta]$ $\tilde{\eta}^{max} \in [\eta; 1000 \cdot \eta]$	Mittelwert: 74,64% Std.abw.: 28,34% Median: 84,58%	Mittelwert: 70,52% Std.abw.: 27,89% Median: 79,38%	91,05%
$\tilde{\rho}^{min} \in [0, 001 \cdot \rho; \rho]$ $\tilde{\rho}^{max} \in [\rho; 1000 \cdot \rho]$	Mittelwert: 76,73% Std.abw.: 27,04% Median: 87,69%	Mittelwert: 58,97% Std.abw.: 27,33% Median: 65,87%	89,46%
Jede vorherige Erweiterung	Mittelwert: 74,11% Std.abw.: 28,49% Median: 83,71%	Mittelwert: 72,96% Std.abw.: 28,35% Median: 82,08%	90,63%
<i>Verbesserung der Abschätzung</i>			
$\tilde{\beta}^{min} \in [0, 5 \cdot \beta; \beta]$ $\tilde{\beta}^{max} \in [\beta; \max(2 \cdot \beta; 1)]$	Mittelwert: 79,65% Std.abw.: 24,58% Median: 91,38%	Mittelwert: 38,17% Std.abw.: 23,15% Median: 41,98%	84,33%
$\tilde{\eta}^{min} \in [0, 5 \cdot \eta; \eta]$ $\tilde{\eta}^{max} \in [\eta; 2 \cdot \eta]$	Mittelwert: 80,47% Std.abw.: 20,37% Median: 87,51%	Mittelwert: 27,51% Std.abw.: 22,39% Median: 28,57%	71,80%
$\tilde{\rho}^{min} \in [0, 5 \cdot \rho; \rho]$ $\tilde{\rho}^{max} \in [\rho; 2 \cdot \rho]$	Mittelwert: 79,58% Std.abw.: 22,83% Median: 89,10%	Mittelwert: 38,83% Std.abw.: 24,48% Median: 42,51%	82,07%
Jede vorherige Einschränkung	Mittelwert: 81,05% Std.abw.: 20,61% Median: 88,03%	Mittelwert: 6,80% Std.abw.: 10,14% Median: 0%	37,06%

Tabelle 5.4: Simulationsergebnisse bei veränderten Zufallsbereichen

Tabelle 5.4 zeigt, dass die Bedeutung der Nachverhandlung für den Ergebnisausgang mit einer schlechten Abschätzung steigt, insgesamt aber die Ergebnisqualität im Vergleich zu einer guten Abschätzung der Parameterverhältnisse sinkt. Auffällig ist dabei, dass bei einer sehr guten Schätzung mit kleinem eingeschränkten Ergebnisintervall die Nachverhandlung nur im Mittel sieben Prozent des globalen Kostenersparnispotenzials verursacht und der Rest der im Mittel 81 Prozent über die Mengenverhandlung realisiert wird. Der Median von null Prozent bei guten Abschätzungen bestätigt den mit 37,06 Prozent der Fälle kleineren Anteil erfolgreicher Nachverhandlungen. Gleichzeitig offenbaren die Ergebnisse aber auch, dass die Nachverhandlung bei schlechten Schätzungen die fehlende Wirkung der Mengenverhandlung zwar nicht vollständig, aber doch teilweise kompensieren kann. Dafür spricht der im Vergleich zur Aus-

gangssituation hohe Anteil von 90,63 Prozent bei sehr schlechten Schätzungen. Dann werden über die Nachverhandlung im Mittel 70,52 Prozent des globalen Einsparpotenzials abgerufen und nahezu die gesamten durch das hybride Verfahren erzielten Einsparungen verursacht. Der Einsatz des Sekantenverfahrens in der Nachverhandlung garantiert somit, dass schlechte Schätzungen durch die Zentralinstanz nur geringe Auswirkungen auf das Gesamtergebnis besitzen. Beim Vergleich der Auswirkungen der einzelnen Parameterverhältnisse zeigt sich, dass sich die Schätzungen des Lagerkostenverhältnisses η am stärksten auf das Planungsergebnis auswirken und die des Produktions-Bedarfsratenverhältnisses β am schwächsten. Letzteres lässt sich auf die modelltheoretische Beschränkung zurückführen, dass für β -Werte größer als eins nicht berücksichtigt werden können.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle vier Hypothesen zur Simulationsstudie, die sich auf die Realisierung von Kostenersparnissen in Relation zum Kostenunterschied zwischen zentraler und dezentraler Planung beziehen, bestätigt werden können. Die Auswertungen zeigen, dass mit dem hybriden Planungsansatz bei asymmetrischer Machtverteilung knapp 80 Prozent der durch Koordination möglichen Kostenersparnisse erschlossen werden. Dieser hohe Wert basiert auch auf der Nachverhandlung, die schlechte Schätzungen der Zentralstelle ausgleicht. Bei guten Schätzungen der Parameterverhältnisse und einem daraus resultierenden engen eingeschränkten Ergebnisintervall spielt die Nachverhandlung dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Die Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation sind ein Beleg für die Effektivität des hybriden Verfahrens bei asymmetrischer Machtverteilung. Aussagen zu den Potenzialen bei symmetrischer Machtverteilung können daraus jedoch zunächst nicht abgeleitet werden, weil die Planungsergebnisse bei symmetrischer Machtverteilung nicht eindeutig determiniert werden können.

5.4 Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung

5.4.1 Grundlagen des Laborexperiments

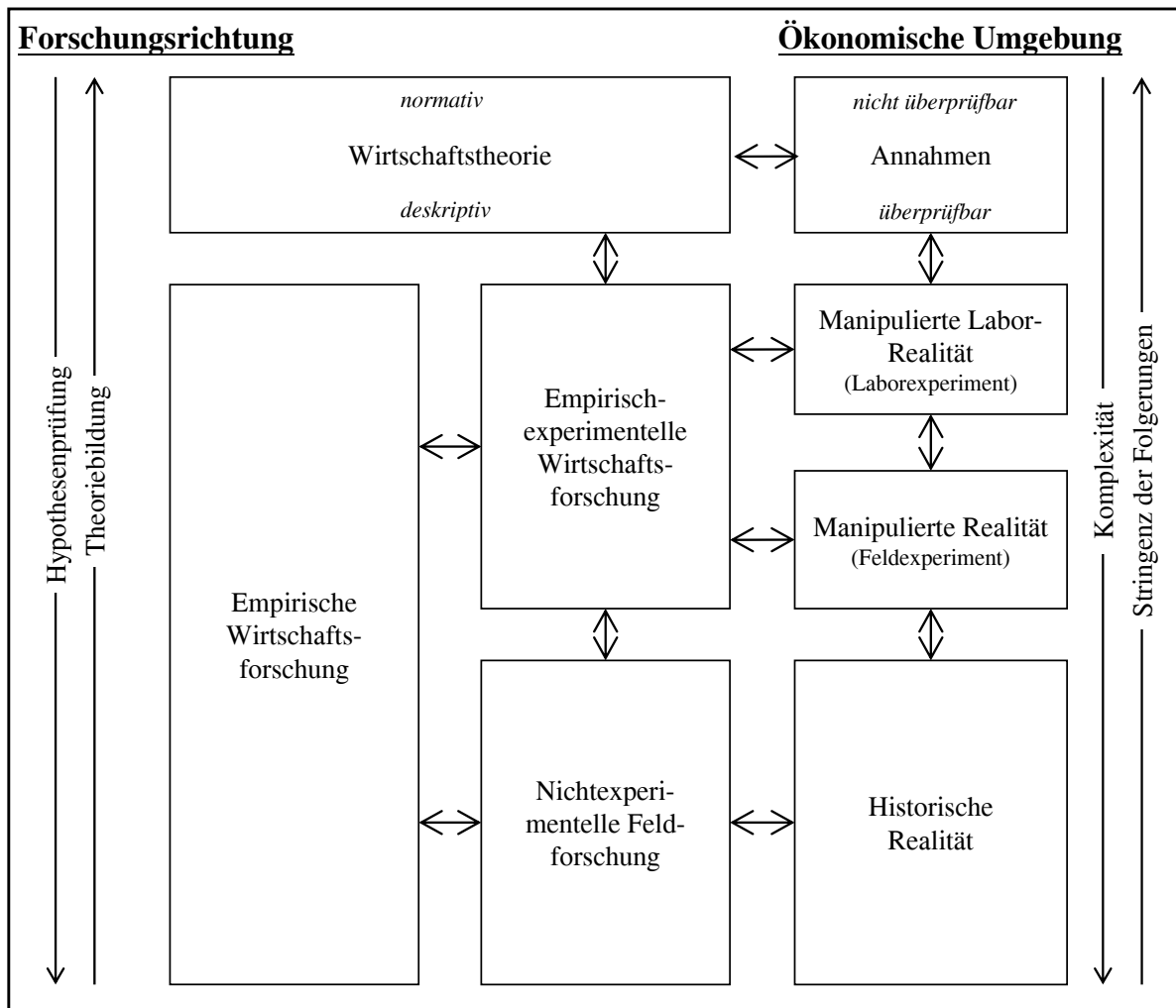
Aus spieltheoretischer Perspektive lassen sich die Ergebnisse des hybriden Modells bei symmetrischer Machtverteilung nicht eindeutig ableiten. Symmetrische Machtverteilung wird im Zeuthen-Harsanyi-Spiel durch eine gleiche oder häufig wechselnde Konfliktbereitschaft der Verhandlungspartner abgebildet. Im Rubinstein-Spiel besitzen zwei Akteure mit symmetrischer Machtverteilung die gleiche Zeitpräferenzfunktion. Voraussetzung für die Gebotserstellung ist die Kenntnis des Drohpunkts und der Kosten des jeweils anderen Verhandlungspartners. Auf Grund der Informationsannahmen besitzt im eingeführten Modell keiner der beiden Akteure eine genaue Kenntnis über die Kosten, den Drohpunkt oder die Zeitpräferenz des jeweils anderen. Diese Annahme lässt die Ausgestaltung eines Angebots offen. Hier können be-

liebige Verhandlungsstrategien eingesetzt werden.⁷⁵³ Weil der Verhandlungsausgang und die Verhandlungsdauer von den Verhandlungsstrategien der beiden Akteure abhängen, können auf beide Verhandlungseigenschaften und damit auch auf das Potenzial des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung keine analytischen oder spieltheoretischen Rückschlüsse gezogen werden. Anhaltspunkte für das Verhandlungsverhalten der Akteure kann jedoch die empirische Forschung liefern.

An erster Stelle sind die in der Betriebswirtschaftslehre weit verbreiteten Befragungen und Datenerhebungen in der Unternehmenspraxis zu nennen. Eine Befragung der verantwortlichen Planer kann Aufschluss über die Darstellung der Planungssituation in der Unternehmenspraxis gewähren. Der Nachteil einer solchen Befragung ist jedoch die Subjektivität der Bewertung des Verhandlungsausgangs oder des -prozesses. So könnte ein unerfahrener Planer einen Verhandlungsausgang, den ein erfahrener Planer eher als hohe Konzession einordnen würde, als guten Kompromiss werten. Eine Befragung scheidet deshalb als Methodik zur empirischen Datenerfassung aus. Stattdessen könnte ein gemeinsames Forschungsprojekt mit wenigen miteinander interagierenden Standorten eine objektive Bewertung des Verhandlungsausgangs erlauben. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, dass bilaterale Verhandlungen über den Mengenaustausch häufig informal durchgeführt werden und deshalb einzelne Verhandlungsschritte nur schwer nachvollziehbar sind. Gegen beide Formen der Datenerhebung spricht die Neuheit des hybriden Modells, so dass dieses zunächst in der Unternehmenspraxis implementiert werden müsste. Außerdem ist eine bewusste Kontrolle von unabhängigen Variablen und Störfaktoren bei beiden Erhebungsformen nicht möglich. Insbesondere Störvariablen, wie persönliche Beziehungen zwischen den Verhandlungspartnern oder vorab getroffene Versprechungen, beeinflussen den Verhandlungsausgang neben dem eingesetzten Verfahren. Eine Kontrolle dieser Variablen ist aber für eine fundierte Aussage zum Verhandlungsprozess und der Verhandlungsdauer unerlässlich. Deshalb wird zur empirischen Datenerhebung das Forschungsdesign des empirischen Experiments ausgewählt. Im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgt eine Spezifizierung des Experiments als Laborexperiment, das im Gegensatz zum Feldexperiment nicht im zu untersuchenden betrieblichen Kontext stattfindet, sondern in eigens dafür präparierten Räumlichkeiten, weil nur auf diese Weise die Isolation aller notwendigen Störvariablen gewährleistet werden kann.⁷⁵⁴ Zur genauen Abgrenzung der Forschungsmethode „Laborexperiment“ werden zunächst das Forschungsdesign allgemein erläutert und der Bezug zu relevanten, bisher durchgeführten Experimenten hergestellt. Im weiteren Verlauf erfolgt eine Beschreibung des Experimentdesigns zur Durchführung eines Experiments mit dem Ziel der Erforschung der Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung. Der Abschnitt zu der experimentellen Evidenz des hybriden Modells schließt mit der Darstellung der Ergebnisse.

⁷⁵³ Eine Übersicht über mögliche Verhandlungsstrategien enthalten Lewicki et al. (2011), S. 27–88, Baarslag et al. (2011), Voeth/Herbst (2009), S. 122–149, Lopes (2002) oder Faratin et al. (1998). Die Elemente einer Verhandlungsstrategie und deren Zusammenhang betrachtet Vetschera (2007).

⁷⁵⁴ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 45–50, Ebster/Stalzer (2008), S. 207, Weis/Steinmetz (2008), S. 209–210, Kornmeier (2007), S. 188, und Lamberti (2001), S. 28–29.

Abbildung 5.7: Einordnung der experimentellen Wirtschaftsforschung⁷⁵⁵

Um unverfälschte Rückschlüsse aus den im Laborexperiment erfassten Daten zu ziehen, ist die Kontrolle der Störfaktoren entscheidend.⁷⁵⁶ Darauf ist bei der Gestaltung der Experimentumgebung zu achten. Die Möglichkeit zur isolierten Erforschung eines Kausalzusammenhangs unterscheidet das Laborexperiment von den traditionellen Datenerhebungsinstrumenten.⁷⁵⁷ Laborexperimente können zur Bestätigung von Theorien oder zum Erfassen von Entscheidungsverhalten angewendet werden.⁷⁵⁸ Die Stärke des Laborexperiments liegt genau in dieser

⁷⁵⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Tietz (1996), S. 121.

⁷⁵⁶ Vgl. zum Beispiel Langer (2007), Friedman/Sunder (1994), S. 21–34, und Siegel/Fouraker (1960).

⁷⁵⁷ Vgl. zu diesen Vorteilen des Laborexperiments LaLonde (1986), der eine Problemstellung sowohl experimentell als auch nicht-experimentell untersucht. Deutlich wird dieser Vorteil auch bei Croson/Donohue (2003) und Croson/Donohue (2002), die mithilfe eines Laborexperiments zeigen, dass trotz Berücksichtigung der gängigen Maßnahmen gegen den Bullwhip-Effekt (vor allem Informationsaustausch) ein Rest an Schwankungen in der Supply Chain vorhanden ist, der auf Eigenschaften menschlichen Verhaltens zurückzuführen ist.

⁷⁵⁸ Vgl. Friedman/Sunder (1994), S. 7–9 und S. 15, Plott (1987) und Plott (1982).

dualen Ausrichtung. Laborexperimente verbinden folglich, wie in Abbildung 5.7 illustriert, die modelltheoretische Forschung mit der anwendungsorientierten Empirie.⁷⁵⁹

Die ersten wirtschaftswissenschaftlichen Laborexperimente wurden Mitte des 20. Jahrhunderts durchgeführt und hatten vor allem konfirmatorischen Charakter. Chamberlin wies, inspiriert von Laborexperimenten in der Psychologie, experimentell nach, dass bei Märkten mit mehr als zwei Akteuren das Verhandlungsverhalten der Akteure nicht dem Verhalten eines rationalen Entscheiders folgt.⁷⁶⁰ Der volkswirtschaftliche Charakter des ersten Laborexperiments war wegweisend für die experimentelle Forschung der nächsten dreißig Jahre. Im Jahr 1959 veröffentlichten unabhängig voneinander Hoggatt und Sauermann/Selten experimentelle Ergebnisse, die das Cournot-Modell auf Oligopolmärkten bestätigten.⁷⁶¹ Die Erkenntnisse des Laborexperiments von Siegel/Fouraker, in dem das Hauptaugenmerk auf die Zielkongruenz der experimentellen Umgebung mit der adaptierten Situation der Marktrealität gelegt wurde, bilden die Grundlage für das Experimentdesign der heutigen Zeit.⁷⁶² Die Autoren konnten nachweisen, dass sich in Abhängigkeit von der monetären Entlohnung der Teilnehmer die experimentellen Ergebnisse deutlich verändern. Damit wurde die Bedeutung der Experimentumgebung bewiesen. Zur gleichen Zeit verbreitete sich das experimentelle Untersuchungsdesign in einem anderen wirtschaftswissenschaftlichen Teilbereich: der Marktforschung.⁷⁶³ Die experimentelle Erforschung des Verhandlungsverhaltens auf der Basis mikroökonomischer Modelle erreichte währenddessen angetrieben von den Forschergruppen um Sauermann und Selten in Deutschland sowie um Campbell, Smith, Siegel und Fouraker im englischsprachigen Raum in den 1960er und 1970er Jahren einen Höhepunkt. Außerdem wurde sie neben der Marktforschung mit der Finanzwirtschaft in einem zweiten betriebswirtschaftlichen Bereich eingeführt.⁷⁶⁴ Weitere zehn Jahre später wurde von Sterman das erste Laborexperiment, das – zumindest retrospektiv – dem Bereich des Supply Chain Management zuordenbar ist, durchgeführt.⁷⁶⁵ Sterman analysierte das Bestellverhalten von Studenten der Wirtschaftswissenschaften in einer mehrstufigen Supply Chain. Danach wurde die experimentelle Methode erst in den letzten zehn Jahren

⁷⁵⁹ Vgl. Güth/Kliemt (2003) und Davis/Holt (1993), S. 14–18 und S. 31–38. Die Nützlichkeit von Laborexperimenten im Supply Chain Management wird in Siemsen (2011) diskutiert.

⁷⁶⁰ Vgl. Chamberlin (1948).

⁷⁶¹ Vgl. Hoggatt (1959) und Sauermann/Selten (1959).

⁷⁶² Vgl. Siegel/Fouraker (1960).

⁷⁶³ Vgl. Sander (2011), S. 179–184, Bradley (2010), S. 267–296, der auch Tests, die sich nicht unbedingt auf einen Kausalzusammenhang zwischen zwei Variablen beziehen, zu den Experimenten, zählt, Homburg/Krohmer (2009), S. 267–282, Kotler et al. (2007), S. 172–193, Zikmund/Babin (2007), S. 256–281, und Meffert (1992), S. 206–212.

⁷⁶⁴ Vgl. Smith (2004), S. xi, und Friedman/Sunder (1994), S. 123–132. Vgl. auch die zahlreichen Veröffentlichungen dieser Zeit, zum Beispiel Campbell/Stanley (1963), Fouraker/Siegel (1963), Smith (1962), Siegel/Fouraker (1960), Siegel (1960) und Sauermann/Selten (1959). Experimentellen Forschungsansatz in der Finanzwissenschaft beschreiben Kahneman/Tversky (1979).

⁷⁶⁵ Vgl. Sterman (1989).

wieder im Kontext der Supply-Chain-Management-Forschung aufgegriffen und zeichnet sich immer stärker als Forschungstrend im Kontext des Supply Chain Management ab.⁷⁶⁶

Die qualitativen Anforderungen an ein Experiment leiten sich aus den allgemeinen Anforderungen an eine wissenschaftliche Datenerhebung ab. Kühl konkretisiert die von Popper im Jahr 1935 in seinem Werk „Logik der Forschung“ definierten, allgemein gültigen Anforderungen an die Forschung in vier Gütekriterien wissenschaftlicher Untersuchungen:⁷⁶⁷

- Das Kriterium der *Wissenschaftlichkeit* bezieht sich auf die Verortung der getätigten Forschung im vorhandenen Forschungskontext. Das bedingt eine theoretische Ausarbeitung und Einordnung innovativer Erkenntnisse.
- Die Ergebnisse der Forschung dürfen nicht auf Zufall beruhen. Vielmehr ist die *Reproduzierbarkeit* der Forschung notwendig, um weiterführende wissenschaftliche Aktivitäten zu ermöglichen.
- Die *Messbarkeit* der Erkenntnisse reduziert den Einfluss subjektiver Einschätzungen hinsichtlich der Erkenntnis- und Ergebnisqualität. Die Messbarkeit geht häufig mit einer Formalisierung des Erkenntnisgewinns einher.
- Die *Standardisierbarkeit* garantiert die Gültigkeit der Forschungsergebnisse über die betrachteten Forschungsfälle hinaus.

Die Anforderungen müssen im Besonderen bei der experimentellen Forschung berücksichtigt werden. Auf Grund der großen Bedeutung der Experimentumgebung sind die unbeeinflussbaren Umweltbedingungen ebenso auf ihren Einfluss im Hinblick auf die Forschungsergebnisse zu prüfen wie das Experimentdesign an sich. Ebster/Stalzer analysieren und definieren die nachfolgenden Gütekriterien der experimentellen Forschung, die sich stark an die allgemeinen Forschungsanforderungen anlehnen.⁷⁶⁸ Das Kriterium Gültigkeit (Validität) der Forschung unterteilen Rosenthal/Rosnow in die statistische Validität, die interne Validität, die Konstruktvalidität und die externe Validität.⁷⁶⁹ Die statistische Validität des erforschten Kausalzusammenhangs ist gegeben, wenn eine statistische Korrelation zwischen der unabhängigen

⁷⁶⁶ Vgl. zum Beispiel Bachrach/Benoly (2011), Ho et al. (2010), Katok/Wu (2009), Bolton/Katok (2008), Machuca/Barajas (2004), Croson/Donohue (2003) oder Croson/Donohue (2002).

⁷⁶⁷ Vgl. Kühl (2009), S. 535.

⁷⁶⁸ Vgl. Ebster/Stalzer (2008), S. 155–156, und Popper (1935). Auf die Gütekriterien von Experimenten beziehen sich auch Bryman/Bell (2011), S. 41–50, und Lienert/Raatz (1998), S. 13.

⁷⁶⁹ Vgl. Rosenthal/Rosnow (1991), S. 46–65. Westermann (2000), S. 293–296, verzichtet auf die Konstruktvalidität, nimmt sonst aber genau die gleiche Einteilung vor. Campbell (1957) bezieht sich in erster Linie auf die interne und externe Validität. Um die Bedeutung der methodisch korrekten, statistischen Auswertung hervorzuheben, wird dennoch als vierte Validitätsart in dieser Arbeit die statistische Validität berücksichtigt.

und abhängigen Variable existiert. Inhaltsvalide Forschung wird dann geleistet, wenn der Kausalzusammenhang auch inhaltlich nachweisbar ist und keine Konfundierung, das heißt eine andere, offensichtliche Ursache für das Verhalten der abhängigen Variablen, gegeben ist.⁷⁷⁰ Die Anforderung der Konstruktvalidität ist erfüllt, sobald die Kriterien, die zur Messung des Kausalzusammenhangs ausgewählt wurden, geeignet und zielführend sind. Das bedeutet, dass die Kriterien die zu untersuchende Charakteristik des Zusammenhangs messen und sich deutlich von der Messung anderer Charakteristika unterscheiden. Externe Validität der Forschung erfordert die Möglichkeit zur Verallgemeinerung des erforschten Kausalzusammenhangs und dessen Transfer in die Unternehmenspraxis.⁷⁷¹ Weil ein Großteil der Umweltbedingungen ausgeschaltet werden kann, reduziert sich bei der Anwendung des Forschungsdesigns „Experiment“ die Gefahr unpassender Kriterien oder falscher Zusammenhänge. Die interne Validität bei diesem Forschungsdesign ist verglichen mit anderen Forschungsdesigns und Erhebungsmethoden hoch.⁷⁷² Die Schwachstelle des Experiments stellt die externe Validität dar. Auf Grund der isolierten Betrachtung einzelner Zusammenhänge kann die Anwendbarkeit auf praktische Zusammenhänge fast immer in Frage gestellt werden. Der Kritik kann mit der Verhaltensorientierung von Experimenten und einer sorgfältig gestalteten Experimentumgebung begegnet werden. Die Reliabilität von Experimenten garantiert eine mehrfache, sequenzielle oder parallele Durchführung des Experiments in verschiedenen Gruppen.⁷⁷³ Die Objektivität eines Experiments bezieht sich auf die Unabhängigkeit der Experimentdurchführung, -auswertung und -interpretation von den Untersuchungsleitern. Zur Sicherstellung der Objektivität ist bei der Durchführung auf ein neutrales Verhalten der Untersuchungsleiter zu achten. Die Auswertungsobjektivität kann durch einen hohen Formalisierungs- und Automatisierungsgrad bereits bei der Datenerfassung sichergestellt werden. Die Interpretationsobjektivität ist dann gegeben, wenn mehrere Forscher auf Basis der Experimentdaten zu den gleichen Schlussfolgerungen gelangen.

Die Objektivität ist die Grundlage der beiden anderen Kriterien. Die Auswertungs- und Durchführungsobjektivität stellt die Reliabilität sicher. Die Interpretationsobjektivität beeinflusst die Validität der Ergebnisse. Liegt eine hohe Reliabilität vor, muss notwendiger Weise auch die Objektivität auf hohem Niveau sein.⁷⁷⁴ Eine hohe Reliabilität kann sich wiederum positiv auf eine hohe Validität, insbesondere auf die interne Validität, auswirken. In Abbildung 5.8 ist der Zusammenhang zwischen den drei Gütekriterien veranschaulicht.

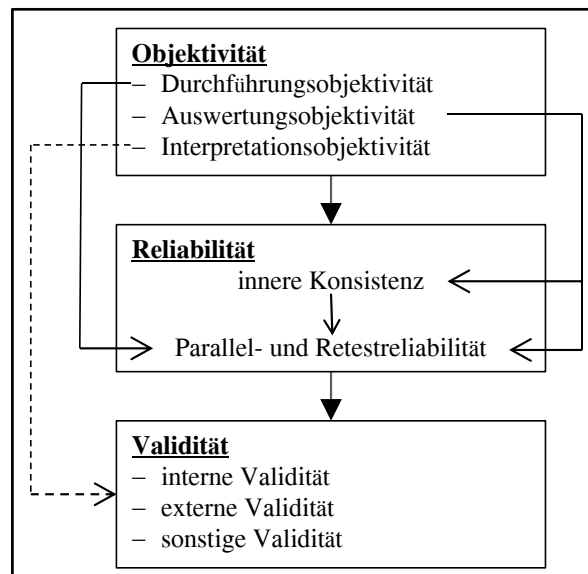
⁷⁷⁰ Vgl. Sarris (1998), S. 163–166.

⁷⁷¹ Eine ausführliche Abhandlung zur Wichtigkeit der externen Validität bei Experimenten veröffentlichte Winer (1999). Zu den Anforderungen an die experimentelle Forschung und im Speziellen an die Validität siehe auch Bryman/Bell (2011), S. 41–50, die die interne Validität als Oberbegriff für alle Validitätsarten außer der externen Validität verwenden, und Ebster/Stalzer (2008), S. 155–156.

⁷⁷² Vgl. Friedman/Sunder (1994), S. 7–9.

⁷⁷³ Vgl. Lamberti (2001), S. 31.

⁷⁷⁴ Vgl. Lienert/Raatz (1998), S. 13.

Abbildung 5.8: Zusammenhang zwischen den Gütekriterien empirischer Forschung⁷⁷⁵

5.4.2 Ausgestaltung von Laborexperimenten

5.4.2.1 Experimentkategorien und -design

Der Erfüllungsgrad der Anforderungen hängt entscheidend von der Ausgestaltung des Laborexperiments ab. Die Struktur des Experiments ist grob durch die Experimentart und detailliert durch das Experimentdesign determiniert. Das Laborexperiment ist im Gegensatz zu einem Feldexperiment in einem vom Arbeitsplatz unabhängigen Raum außerhalb des Wirkungsbereichs der Experimentteilnehmer angesiedelt.⁷⁷⁶ Im Laborexperiment ist die Kontrolle von Störfaktoren und damit die Konstruktvalidität und die interne Validität des Experiments leichter möglich als beim Feldexperiment, das direkt im natürlichen Umfeld des zu untersuchenden Kausalzusammenhangs stattfindet.⁷⁷⁷

Bei der Auswahl der zu eliminierenden und kontrollierenden Umwelteinflüsse ist zwischen dem die Konstrukt- und interne Validität steigernden strengen Ausschluss der Störvariablen und einer die externe Validität steigernden offenen Umgebung abzuwägen. Die Gestaltungsentscheidungen sollten maßgeblich auf die Experimentabsicht ausgerichtet sein. Eher theoretisch orientierte Laborexperimente erfordern einen strengen Ausschluss von Störvariablen, um die Konstrukt- und die inhaltliche Validität zu steigern. Anwendungsorientierte Fragestellungen

⁷⁷⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Lienert/Raatz (1998), S. 13.

⁷⁷⁶ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 45–50, Ebster/Stalzer (2008), S. 207, Weis/Steinmetz (2008), S. 209–210, Kornmeier (2007), S. 188, und Lamberti (2001), S. 28–29. Einen übersichtlichen Vergleich des Forschungsdesigns Laborexperiment mit dem Feldexperiment bieten Homburg/Krohmer (2009), S. 267–275.

⁷⁷⁷ Vgl. Ebster/Stalzer (2008), S. 205, und Weis/Steinmetz (2008), S. 209–210. Eine Experimentabwandlung ist das Quasi-Experiment, das sich durch eine bewusste Auswahl der Teilnehmer vom Experiment unterscheidet (vgl. dazu Zikmund/Babin (2007), S. 276, und Rosenthal/Rosnow (1991), S. 92–110).

sollten hingegen in einer möglichst offenen Umgebung bei einem annehmbaren Maß interner Validität durchgeführt werden. Trotzdem ist bei beiden darauf zu achten, dass ein ausreichendes Maß an externer Validität durch anwendungsorientierte Elemente im Experimentdesign und an interner Validität durch die Kontrolle von Störfaktoren geschaffen wird. Die anwendungsorientierten Elemente beziehen sich vor allem auf die Interessenkongruenz zwischen den Akteuren im Laborexperiment und den Entscheidern der Unternehmenspraxis sowie die Informationsverteilung in der betrachteten Situation.⁷⁷⁸ Das Gütekriterium Validität kann als das am schwierigsten zu erreichende Gütekriterium des Experimentierens bezeichnet werden, weil dessen Einhaltung die größte Herausforderung bei der Konzeption und Durchführung von Laborexperimenten darstellt.⁷⁷⁹ Dennoch dürfen die anderen Gütekriterien nicht vernachlässigt werden. Nachfolgend werden mögliche Gefahren für die Einhaltung der Gütekriterien aufgezeigt, bevor Maßnahmen zur Steigerung der Forschungsqualität vorgeschlagen werden.⁷⁸⁰

5.4.2.2 Potenzielle Störfaktoren

Die *Validität* eines Laborexperiments kann auf Grund der Stichprobenauswahl und der Stichprobengröße⁷⁸¹ angezweifelt werden. So ist fraglich, ob die Erkenntnisse eines Laborexperiments mit einer relativ geringen Anzahl an Teilnehmern auf alle möglichen Anwendungsfälle übertragen werden können oder doch nur für den im Laborexperiment betrachteten Spezialfall Gültigkeit besitzen. Auch die Auswahl der Stichprobe kann Zweifel an der Übertragbarkeit der experimentellen Ergebnisse in die Praxis nähren.⁷⁸² Beispielsweise muss bei einem Laborexperiment mit deutschen Studenten hinterfragt werden, ob Planer aus anderen Kulturen tatsächlich die gleichen oder zumindest ähnliche Methoden anwenden wie deutsche Studenten. Eng mit der Stichprobenauswahl verknüpft ist der Umgang mit Informationen im Laborexperiment. In jedem Fall muss darauf geachtet werden, dass die Verfügbarkeit der Informationen realistisch abgebildet wird.⁷⁸³ Findet zum Beispiel in der betrieblichen Praxis kein Austausch von Kostendaten statt, so ist sicherzustellen, dass dieser Austausch auch im Laborexperiment nicht erfolgen kann. Daneben können aber auch Kompetenzunterschiede und Lerneffekte eine

⁷⁷⁸ Vgl. dazu den Abschnitt „Kontext“ in Langer (2007), S. 427.

⁷⁷⁹ Ohne Zweifel ist diese Aussage auf die meisten empirischen Untersuchungen zu übertragen. Die Bedeutung der Validität zeigt sich auch in Abbildung 5.8 auf Seite 271, in der deutlich wird, dass zunächst Objektivität und Reliabilität gewährleistet sein müssen, bevor überhaupt die Möglichkeit zu einer validen, empirischen Forschung besteht.

⁷⁸⁰ Vgl. zu den Störfaktoren auch Westermann (2000), S. 301–320.

⁷⁸¹ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 46–48, und Siegel/Fouraker (1960). In diesem Zusammenhang interessant sind auch die Begriffe „Auswahl- und Ausfalleffekte“. Der Auswahl Effekt wird im Folgenden noch erläutert, der Ausfalleffekt bezieht sich auf mögliche Störungen durch den Ausfall von vorher eingeplanten Experimentteilnehmern (vgl. Koschate (2008), S. 110).

⁷⁸² Vgl. Zikmund/Babin (2007), S. 276–279, Kornmeier (2007), S. 190, und Campbell (1957).

⁷⁸³ Vgl. Langer (2007), S. 427.

Rolle spielen. Die Lerneffekte sind entweder experiment- oder fachspezifisch.⁷⁸⁴ Beide Arten an Lerneffekten können zu Ergebnissen führen, die nicht auf die betriebliche Praxis übertragbar sind.⁷⁸⁵ Neben der Stichprobenauswahl und dem Informationsstand ist zur Erzielung von externer Validität vor allem auf die Darstellung der verschiedenen Interessen der abgebildeten Entscheidungssituation im Laborexperiment zu achten. Um eine Interessenkongruenz zwischen den Akteuren der Realität und den Experimentteilnehmern zu schaffen, fordert Smith in seiner Induced Value Theory eine aktionsabhängige Bezahlung der Teilnehmer, die drei Eigenschaften zu erfüllen hat:⁷⁸⁶

- Die Eigenschaft „Monotonie der Teilnehmerbelohnung“ muss sicherstellen, dass jeder Teilnehmer eine höhere Auszahlung oder anderweitige Belohnung einer niedrigeren vorzieht. Diese Eigenschaft ist leicht durch eine monetäre Auszahlung zu erreichen.
- Die Auszahlungen sollten erfolgsabhängig sein, so dass jeder Akteur analog zu den Entscheidungsträgern der betrieblichen Praxis mit dem Ziel agiert, den Erfolg der Unternehmenseinheit oder des Unternehmens zu maximieren.
- Die Auszahlung sollte alle anderen subjektiven Interessen im Laborexperiment überlagern, um den Einfluss möglicher Störfaktoren wie zum Beispiel Freundschaften unter den Experimentteilnehmern gering zu halten.

Die einzeln aufgeführten Aspekte zu den Störfaktoren der Validität können damit zusammengefasst werden, dass eine Hauptgefahr für die Validität in der falschen Abbildung der tatsächlichen Entscheidungssituation liegt. Ähnlich negative Auswirkungen auf die Validität können falsche Rahmenbedingungen und falsche Auswertungsmethoden verursachen: Verstehen die Experimentteilnehmer ihren Arbeitsauftrag nicht, dauert das Experiment zu lange, so dass die Teilnehmer aus Langeweile ihr Verhalten ändern und Durchschauen die Teilnehmer die Experimentabsicht, ist davon auszugehen, dass ein verfälschtes Verhalten an den Tag gelegt wird und im Experiment der untersuchte Zusammenhang nicht mehr gemessen werden kann.⁷⁸⁷ Ebenso würde ein falscher Einsatz statistischer Methoden zu falschen Rückschlüssen führen.

Die *Objektivität* eines Laborexperiments ist gefährdet, wenn der subjektive Einfluss einzelner Personen sehr hoch ist. Diese Gefahr besteht vor allem bei der Untersuchungsdurchführung, in

⁷⁸⁴ Ein klassischer experimenteller Lerneffekt besteht darin, die Experimentabsicht zu durchschauen und entsprechend der Experimentabsicht zu handeln. Ein fachlicher Lerneffekt ist zum Beispiel das Erlernen von Lösungsverfahren, die vor dem Laborexperiment noch unbekannt waren. Um genau diese Lerneffekte bei Studierenden zu erzielen, setzen Kaminsky/Simchi-Levi (1998) das Beer Game in einer experimentähnlichen Umgebung ein.

⁷⁸⁵ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 45–50, Binmore (1999), S. F17, und Davis/Holt (1993), S. 28–31.

⁷⁸⁶ Vgl. Smith (1976). Zur induced value theory und Auszahlungen allgemein siehe auch Binmore (1999), S. F17, Friedman/Sunder (1994), S. 12–14, Davis/Holt (1993), S. 24, Smith/Walker (1993) und Plott (1987).

⁷⁸⁷ Vgl. Bryman/Bell (2011), S. 46–48, Westermann (2000), S. 301, und Campbell (1957).

deren Rahmen die durchführenden Untersuchungsleiter durch die Präsentation der Inhalte und das Setzen der Rahmenbedingungen vor Ort oder durch persönliche Beziehungen zu den Experimentteilnehmern die Ergebnisse stark verfälschen können.⁷⁸⁸ Die Objektivität der Ergebnisinterpretation ist durch subjektive Einschätzungen gefährdet. Mangelnde Dokumentation und die fehlende Ausschaltung möglicher, äußerer Störeinflüsse, die zu zufälligen Ergebnissen führen, mindern die *Reliabilität* der experimentellen Forschung.⁷⁸⁹

Das Forschungsdesign ist so zu gestalten, dass die Gefahren und Störvariablen, die die Einhaltung der Gütekriterien erschweren oder verhindern, aus der Untersuchungsumgebung verbannt werden. Ist dies aus organisatorischen oder anderweitigen Gründen nicht möglich, so müssen sie zumindest kontrolliert werden, um eine möglichst hohe Qualität der experimentellen Forschung sicherzustellen. Als Methoden zur Beherrschung von Störfaktoren können die Randomisierung und die Parallelisierung dienen.⁷⁹⁰ Die Randomisierung entspricht der zufälligen, die Parallelisierung der gezielten Auswahl von Teilnehmern oder Datensätzen. Mithilfe einer Wiederholungsmessung können einmalige Zufallsereignisse als Störeinflüsse auf die Experimentergebnisse kontrolliert werden. Um einen Zusammenhang isoliert analysieren zu können, werden in der Literatur vier unterschiedliche Experimentdesigns vorgeschlagen:⁷⁹¹

- Im Rahmen der *One Shot Case Study* wird nur eine Messung nach der Manipulation der unabhängigen Variable vorgenommen. Weil keine Vergleichsmessung vor der Manipulation der Variablen durchgeführt werden, ist die Unterscheidung von Störeinflüssen und bewusster Manipulation als Ursachen für Änderungen der abhängigen Variable nur schwer möglich.
- Deshalb wird beim *One Group Pretest Posttest Design* eine Messung vor der Manipulation hinzugefügt. Bei diesem ist nicht ausgeschlossen, dass Veränderungen im Untersu-

⁷⁸⁸ Vgl. Kirk (1995), S. 16–17, Davis/Holt (1993), S. 26–28, und Rosenthal/Rosnow (1991), S. 110–134.

⁷⁸⁹ Vgl. Ebster/Stalzer (2008), S. 207.

⁷⁹⁰ Vgl. Sarris (1998).

⁷⁹¹ Die Bezeichnungen für die Experimentdesigns orientieren sich an denen in Homburg/Krohmer (2009), S. 270–274. Ähnliche Bezeichnungen verwenden auch Campbell/Stanley (1963), S. 13–31, die allerdings nur das Pretest Posttest Control Group Design als experimentelles Design bezeichnen. Alle anderen Strukturen sind ihrer Meinung nach Pre-experimental Designs. Die wissenschaftliche Forschung in den letzten Jahrzehnten ist von dieser Auffassung allerdings weitgehend abgerückt, wie die restlichen aufgeführten Veröffentlichungen zeigen. Für den nachfolgenden Abschnitt sind neben den bereits aufgeführten Quellen außerdem Bryman/Bell (2011), S. 45–50, Zikmund/Babin (2007), S. 276–279, und Kornmeier (2007), S. 190, relevant. Rosenthal/Rosnow (1991), S. 80–91, analysieren den Einfluss der Designs auf die Validität des Experiments.

chungskontext oder Lerneffekte die Ursache von Werteänderungen sind, weil lediglich eine Experimentgruppe betrachtet wird.⁷⁹²

- Lerneffekte werden durch die Anwendung der *Static Group Comparison* offensichtlich. Dieses Design impliziert den Vergleich einer Gruppe mit Manipulation und einer Gruppe ohne Manipulation. Probleme in der Ergebnisqualität können bei diesem Design dann auftreten, wenn die Teilnehmer der beiden Gruppen systematische Unterschiede bezüglich für die Forschungsfragestellungen relevanter Eigenschaften aufweisen.⁷⁹³
- Dieser Problematik wird mit dem *Pretest Posttest Control Group Design* begegnet. Auch im Rahmen von diesem Design existieren mindestens eine Kontroll- und eine Experimentalgruppe. In beiden Gruppen werden Messungen vor dem Zeitpunkt der Manipulation und nach dem Zeitpunkt der Manipulation durchgeführt. Vor und nach der Manipulation wird das Verhalten der gleichen Experimentteilnehmer betrachtet (Within Subject Design).

Neben den vorgestellten Experimentdesigns existieren weitere Strukturen für komplexe Experimente, wie zum Beispiel das Solomon-Viergruppensdesign, das aber für die vorliegende Arbeit von nur geringer Relevanz ist.

Die wirtschaftswissenschaftlichen Laborexperimente sind dominiert vom Pretest Posttest Control Group Design⁷⁹⁴ und, weil in vielen Situationen starke Lerneffekte zu berücksichtigen sind, von der Static Group Comparison.⁷⁹⁵

5.4.2.3 Experimentablauf

Der gesamte, empirische Forschungsprozess eines Laborexperiments lässt sich auf drei grobe Prozessschritte reduzieren (vgl. Abbildung 5.9 am Ende dieses Abschnitts). Am Anfang des Prozesses steht eine *Problemstellung*, die nicht unbedingt in Form konkreter Hypothesen vorliegen muss, sondern bei explorativen Studien auch einer relativ weitgefassten Abgrenzung

⁷⁹² Soll in einem Laborexperiment zum Beispiel der Einfluss einer Manipulation auf die geistigen Fähigkeiten untersucht werden, führt eine solche Experimentstruktur dazu, dass durch die Erfahrungen vor der Manipulation die Messungen nach der Manipulation auch ohne die vorgenommenen Veränderungen zu Ergebnissen führen, die als ein Erfolg der Manipulation gedeutet werden können.

⁷⁹³ Im Hinblick auf das verwendete Beispiel zur Steigerung der geistigen Fähigkeiten, birgt die *Static Group Comparison* die Gefahr, dass bereits vor der Manipulation ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich der geistigen Fähigkeiten besteht.

⁷⁹⁴ Vgl. Abschnitt 5.4.3.

⁷⁹⁵ Im Beispiel „geistige Fähigkeiten“ würden diese Lerneffekte zum Beispiel dann auftreten, wenn vor und nach der Manipulation genau die gleichen Aufgabenstellungen zur Überprüfung der geistigen Fähigkeiten verwendet werden.

des Problemkontexts gleichen kann.⁷⁹⁶ Im Rahmen der *Informationsgewinnung* werden Daten zu dieser Problemstellung erhoben, die darauffolgend im Teilprozess *Informationsauswertung* qualitativ und quantitativ analysiert und interpretiert werden.⁷⁹⁷ Alle drei Schritte abstrahieren stark von den jeweiligen Einzelaktivitäten. Die Problemstellung des Laborexperiments dieser Arbeit wurde im vorangegangenen Abschnitt beschrieben und wird im weiteren Verlauf mithilfe von Forschungshypothesen konkretisiert.

Zu Beginn der *Informationsgewinnung* steht die konzeptionelle Planung der Experimentdurchführung. Diese umfasst neben einer Operationalisierung des Forschungsproblems auch die genaue Festlegung der Datenerhebungsmethodik sowie das detaillierte Untersuchungsdesign und die Festlegung des in die Untersuchung involvierten Personals.⁷⁹⁸ Sobald das Untersuchungsdesign definiert und ausgestaltet ist, wird die Experimentdurchführbarkeit und auch ein Teil der Zielgerichtetheit im Rahmen von einem oder mehreren Pre-Tests überprüft. Sind die bei den Pre-Tests aufgetretenen Schwächen behoben, kann das eigentliche Experiment durchgeführt werden. Je nachdem, ob Anschlussexperimente zur Erreichung des Forschungsziels notwendig sind, können diese auf das eigentliche Experiment folgen.

Die Experimentdurchführung folgt dabei einem weitgehend standardisierten Prozess aus notwendigen Teilschritten, um die Vollständigkeit, die Objektivität, die Validität und die Reliabilität der Datenerhebung zu gewährleisten.⁷⁹⁹ Im Rahmen der kurzfristigen Experimentvorbereitung werden die räumlichen und ablauforganisatorischen Rahmenbedingungen des Experiments determiniert. Im Anschluss daran findet eine zufällige Auswahl und Zuordnung der Teilnehmer zu einem Arbeitsplatz statt. Sobald die Teilnehmer ihren Platz eingenommen haben, werden ihnen schriftliche Instruktionen zur Verfügung gestellt, die zudem noch vorgelesen werden, um so eine möglichst hohe Aufmerksamkeit der Teilnehmer sicherzustellen.⁸⁰⁰ Der Förderung des richtigen Verständnisses von der Problemsituation dienen außerdem ein Quiz oder Fragebogen vor Experimentstart sowie – falls möglich – die Durchführung von Testrunden.⁸⁰¹ Während des Experiments ist außerdem ein Experimentprotokoll zu führen, in dem mögliche Zwischenfälle erfasst werden. Bei der Beendigung des Experiments ist auf die Ver-

⁷⁹⁶ Vgl. Zikmund/Babin (2007) und Campbell/Stanley (1963).

⁷⁹⁷ Vgl. Zikmund/Babin (2007) und Meffert (1992), S. 182. Letzterer geht vom Vorliegen einer Problemstellung aus und nennt deshalb explizit nur die beiden Prozessschritte Informationsgewinnung und Informationsauswertung.

⁷⁹⁸ Vgl. Montgomery (2009), S. 14–19, Homburg/Krohmer (2009), S. 243–245, Friedman/Cassar (2004), S. 75–78, und Lamberti (2001), S. 38–53.

⁷⁹⁹ Der nachfolgend vorgestellte Experimentablauf folgt im Wesentlichen dem in Friedman/Cassar (2004), S. 70–74, vorgeschlagenen Ablauf. Er findet aber auch in zahlreichen Veröffentlichungen zu Experimenten zum Beispiel in Inderfurth et al. (2008), S. 9–11, Weg et al. (1996), S. 267–268, Selten/Ockenfels (1998), S. 518–519, Hoggatt et al. (1978), S. 128–134, Güth et al. (1982), 370–371, oder Siegel/Fouraker (1960), S. 17–23, Bestätigung.

⁸⁰⁰ Auf die Bedeutung der Instruktion für die Validität geht Langer (2007), S. 427, ein.

⁸⁰¹ Vgl. Langer (2007), S. 428–429.

meidung möglicher Mitnahmeeffekte in der letzten Runde des Experiments zu achten. Diesen kann mit einer Verheimlichung der Experimentrundenzahl oder einer entsprechenden Gestaltung der Auszahlung begegnet werden. Sind alle Experimentrunden absolviert, werden die Teilnehmer unverzüglich ausbezahlt und die Rohdaten gesichert.⁸⁰² Mit der Datensicherung ist der Teilprozess der Informationsgewinnung abgeschlossen.

Die *Informationsauswertung* als dritter Hauptprozess neben der Problemstellung und der Informationsgewinnung bezieht sich auf die im Experiment gewonnenen Daten und vollzieht sich in mehreren Schritten. Der Grob Ablauf besteht aus einer qualitativen Phase, einer quantitativen Phase und einer Phase der Ergebnisveröffentlichung.⁸⁰³ Hauptbestandteile der qualitativen Phase sind die Verifizierung und Bereinigung der Daten. Hierfür ist es sinnvoll, einzelne Datensätze auf Konsistenz und – soweit möglich und orientiert am Experimentprotokoll – auf Richtigkeit zu überprüfen, um die korrekte Erhebung der Daten sicherzustellen.⁸⁰⁴

Das Ergebnis der qualitativen Phase ist eine um Dateninkonsistenzen und Störfälle bereinigte Datenbasis als Grundlage der Auswertungen im Rahmen der quantitativen Phase.⁸⁰⁵ Deskriptive, statistische Kennzahlen wie der Mittelwert, die Standardabweichung oder auch der Median dienen der Beschreibung der Ergebnisverteilungen bezüglich der Forschungshypothesen (vgl. Tabelle 5.5). Inferenzstatistische Auswertungen, wie zum Beispiel Hypothesentests, geben Aufschluss über die Ähnlichkeit und das Verhalten zweier oder mehrerer Häufigkeitsverteilungen, die die zuvor vermuteten logischen Zusammenhänge und Theorien aus statistischer Perspektive bestärken oder abschwächen können. Ein entscheidender Punkt im Hinblick auf statistische Auswertungen ist die Fokussierung auf Verfahren und Kennzahlen, die der Überprüfung der Forschungshypothesen dienen. Eine ziellose und zu weit gefasste statistische Analyse führt zu einer verwirrenden Vielzahl an Ergebnissen und lässt gezielte Aussagen unmöglich werden. Ein Überblick über die für diese Arbeit relevanten Kennzahlen und Tests beinhaltet

⁸⁰² Trotz der Wichtigkeit eines strukturierten Ablaufplans für das Gelingen des Experiments weist Guala darauf hin, dass ein Grundmaß an Flexibilität und Improvisationsvermögen zur Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse eine maßgebliche Komponente der Experimentdurchführung ist (vgl. Guala (2005), S. 33). Unabhängig vom konkreten Ablauf ist außerdem darauf zu achten, dass alle unvorhergesehenen Ereignisse dokumentiert werden, um vor der quantitativen Auswertung der Daten einen möglichen Einfluss der Ereignisse auf das Experimentergebnis zu überprüfen.

⁸⁰³ Vgl. Homburg/Krohmer (2009), S. 243–245, und Friedman/Cassar (2004), S. 38–64.

⁸⁰⁴ Vgl. Bachrach/Benoly (2011), S. 7, und Zikmund/Babin (2007), S. 479. Friedman/Cassar (2004), S. 39–46, zählen sogar deskriptive Statistiken zur qualitativen Phase. Weil aber allein der Begriff „Statistik“ schon vom quantitativen Charakter der Auswertung zeugt und die Grenzen zwischen deskriptiver und inferentieller Statistik fließend sind, werden in dieser Arbeit auch deskriptive Auswertungen der quantitativen Phase zugeordnet.

⁸⁰⁵ Vgl. zu den deskriptiven Statistiken zum Beispiel Bourrier (2011), Zikmund/Babin (2007), S. 501–544, oder Rosenthal/Rosnow (1991), S. 263–275.

tet Tabelle 5.5.⁸⁰⁶ Bei der sich anschließenden Publikation der Ergebnisse ist dementsprechend eine Fokussierung auf die Forschungshypothesen vorzunehmen.⁸⁰⁷

Trotz der Einbettung in die qualitative Phase und die Phase der Veröffentlichung ist unbestritten, dass die quantitative Phase grundlegend für die Ergebnisauswertung ist. Deshalb wird diese im Folgenden eingehend anhand eines Detailprozesses erläutert. Zu Beginn der quantitativen Auswertung können die deskriptiven Kennzahlen aus Tabelle 5.5 helfen, einen Überblick über die Daten zu erlangen.⁸⁰⁸ Nach der deskriptiven Auswertung ist eine inferentielle Auswertung dann sinnvoll, wenn die Überprüfung der Forschungshypothesen auf die Beziehung zwischen zwei Stichproben zielt oder aber verschiedene Stichproben gepoolt ausgewertet werden. Die Auswertung der Unabhängigkeit erfolgt in Abhängigkeit von der Skalierung der betrachteten Merkmale. Wenn bereits die deskriptive Statistik für mehrere Merkmalsausprägungen einer unabhängigen Variable erfolgen soll, ist die Durchführung der Unabhängigkeitsprüfung mithilfe der Korrelationskoeffizienten bei metrischen oder ordinalen Merkmalen oder des η -Koeffizienten bei der Kombination eines metrischen mit einem nominalen Merkmal noch vor den deskriptiven Auswertungen sinnvoll.⁸⁰⁹ Zu beachten ist, dass Signifikanzaussagen zum Korrelationskoeffizient nach Pearson nur bei einer unterstellten Normalverteilung getroffen werden können, weshalb auch für metrische Merkmale der Rangkorrelationskoeffizient interessant ist.⁸¹⁰

Korrelationen um den Wert null deuten auf einen geringen Zusammenhang zwischen beiden Merkmalen und damit auf eine geringe Abhängigkeit der beiden Merkmale voneinander hin. Bevor mögliche Unterschiede zwischen den Stichproben überprüft werden, ist ein Verteilungstest durchzuführen. Die relevanten Stichproben werden mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests oder des Shapiro-Wilk-Tests überprüft.⁸¹¹ Kann die Nullhypothese, dass keine Normalverteilung hinsichtlich des betrachteten Merkmals in der Grundgesamtheit existiert, verworfen

⁸⁰⁶ Die Definitionen lehnen sich an die Ausführungen von Bourrier (2011), Bortz/Schuster (2010), Montgomery (2009), Benninghaus (2007), Cohen (1988), Gini (1921) und Lorenz (1905) an.

⁸⁰⁷ Hierbei besteht die Schwierigkeit darin, auf der einen Seite das Experiment möglichst ganzheitlich und komplett darzustellen, auf der anderen Seite aber auch die in der Regel große Anzahl an Erkenntnissen und Ideen vor allem auch in Kombination mit Folgeexperimenten einzuschränken und auf das Wesentliche zu konzentrieren. Um die Wissenschaftlichkeit der Publikation zu garantieren, ist es zudem sinnvoll, den experimentellen Ergebnissen einen kurzen Abriss über die theoretischen Vorüberlegungen und das experimentelle Design voranzustellen.

⁸⁰⁸ Vgl. zum Beispiel Montgomery (2009), S. 27–28, und Zikmund/Babin (2007), S. 501–522. Hilfreiche Übersichten über die verschiedenen deskriptiven und inferentiellen statistischen Verfahren der Forschung bieten Weis/Steinmetz (2008), S. 249–382, Lamberti (2001), S. 62–209, oder Meffert (1992), S. 243–332.

⁸⁰⁹ Vgl. Schäfer (2011), S. 78–79 und S. 145–147, Benninghaus (2007), S. 177–184 und 214–250, Zikmund/Babin (2007), S. 575–595, Sauerbier (2003), S. 73–76, Rosenthal/Rosnow (1991), S. 276–286, Pearson (1912) und Spearman (1904).

⁸¹⁰ Vgl. Martens (2003), S. 185–189, und Lamberti (2001), S. 123–127.

⁸¹¹ Vgl. Shapiro/Wilk (1965) und Massey (1951) sowie Lehrbücher wie zum Beispiel Hartung et al. (2005), S. 183–191, und Büning/Trenkler (1994), S. 68.

Kennzahl/Test	Beschreibung
<i>Relevante deskriptive Kennzahlen</i>	
Mittelwert (arithmetisches Mittel)	Merkmalwert bei gleicher Verteilung der Summe aller Merkmalsausprägungen auf alle Merkmalsträger
Median	Merkmalwert des Merkmalsträgers, der bei 50 Prozent aller Merkmalsträger, geordnet nach ihren Rangwerten, liegt
Modus	Häufigster Wert und damit Maximum der Häufigkeitsverteilung
Standardabweichung	Merkmalwert bei gleicher Verteilung der Quadratwurzel aus der Summe der quadrierten Abweichungen vom Mittelwert auf alle Merkmalsträger
Interquartilbereich	Differenz der Merkmalswerte, die den beiden Merkmalsträgern bei 25 Prozent und 75 Prozent aller Merkmalsträger, geordnet nach ihren Rangwerten, zugeordnet sind
Wölbung	Steilheit einer Verteilung
Gini-Koeffizient	Normierte Fläche zwischen der verteilungsspezifischen Lorenz-Kurve und einer gleichverteilten Lorenzkurve, die Werte zwischen null und eins annehmen kann
Lorenz-Kurve	Nach den Häufigkeiten absteigend geordnete Darstellung des kumulierten Anteils des Merkmalswerts in Abhängigkeit der kumulierten relativen Häufigkeiten
η -Koeffizient	Beziehungsmaß zur Messung des statistischen Einflusses eines nominalen Merkmals auf die Variabilität eines metrischen Merkmals
Korrelationskoeffizient nach Pearson	Maß mit Werten zwischen minus eins und eins, das einen linearen, statistischen Zusammenhang zwischen zwei metrischen Merkmalen anzeigt
Rangkorrelation nach Spearman	Maß mit Werten zwischen minus eins und eins, das einen statistischen Zusammenhang zwischen zwei mindestens ordinal-skalierten Merkmalen anzeigt
<i>Relevante Hypothesentests und Effektstärke</i>	
Kolmogorov-Smirnov-Test	Test zur Überprüfung einer Stichprobe auf eine bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilung auf der Basis eines Einzelwertvergleichs zwischen der Stichproben- und der Wahrscheinlichkeitsverteilung
Shapiro-Wilk-Test	Test zur Überprüfung einer Stichprobe auf die Normalverteilung auf der Basis einer Varianzanalyse
T-Test bei verbundenen Stichproben	Test zur Überprüfung zweier durch ein identifizierendes Merkmal verbundener Stichproben auf systematische Unterschiede anhand der Wertepaarunterschiede bei Normalverteilung der Stichprobendifferenzen
Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test	Nicht-parametrischer Test zur Überprüfung zweier Stichproben auf systematische Unterschiede unter Anwendung der Rangordnung der Differenzen zwischen zwei verbundenen Wertepaaren
Effektstärke	Maß für die Bedeutung eines Effekts

Tabelle 5.5: Relevante statistische Kennzahlen und Hypothesentests

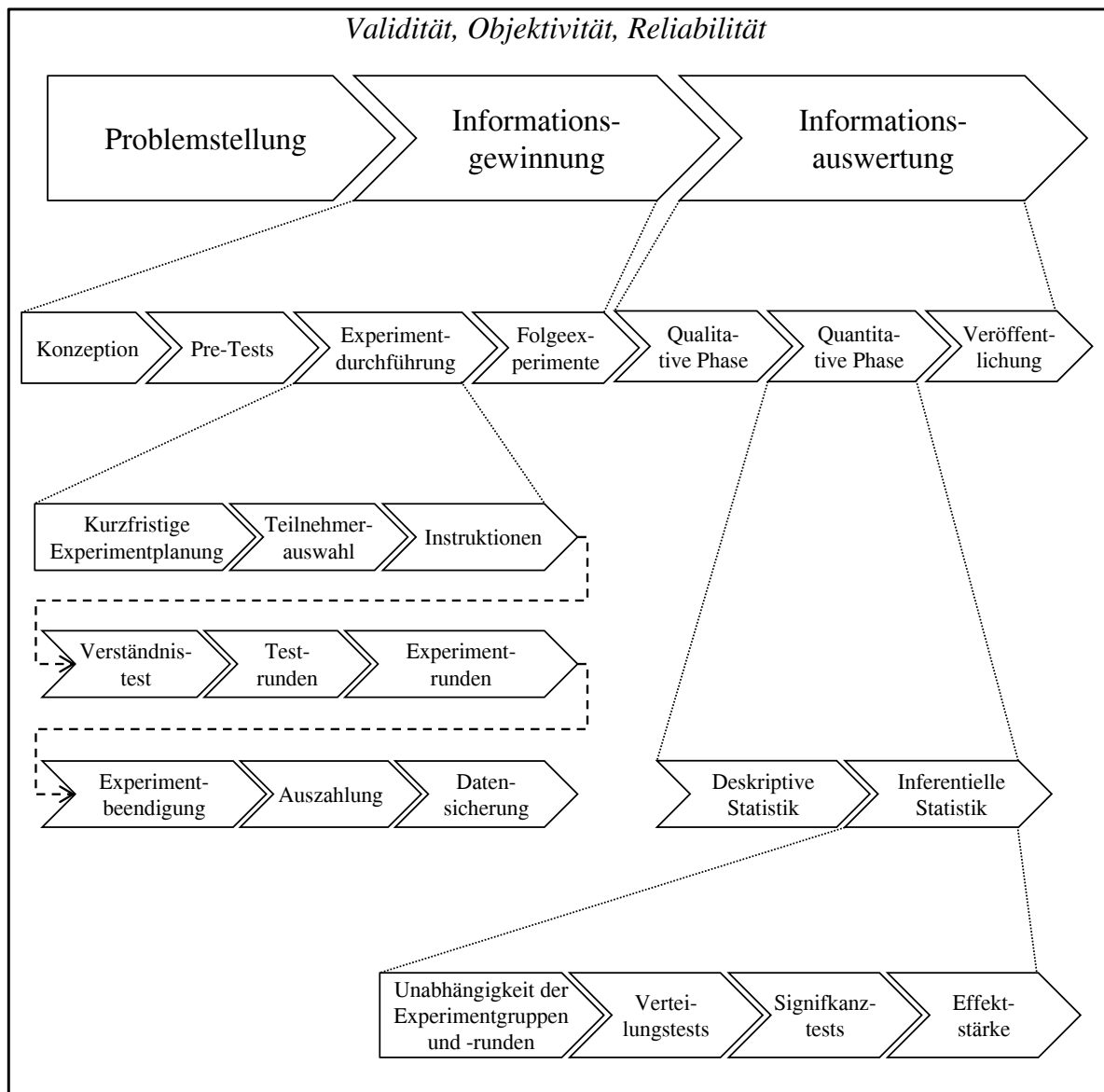
werden, muss der t-Test zum Vergleich zweier unabhängiger oder abhängiger Stichproben verwendet werden.⁸¹² Existieren keine Hinweise auf die Normalverteilung bezüglich des betrachteten Merkmals werden nicht-parametrische Tests, wie der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für abhängige Stichproben oder aber der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben, eingesetzt.⁸¹³ Ist die Signifikanz eines Unterschieds zwischen den Stichproben nachgewiesen, bleibt nur noch die Stärke des Effekts eines Merkmals offen.⁸¹⁴ Zusammenfassend lässt sich die quantitative, inferentielle Analyse in vier Teilschritte aufteilen. In den ersten beiden Teilprozessen werden Unabhängigkeit und Normalverteilung überprüft. Damit werden die Voraussetzungen für den dritten und den vierten Schritt der quantitativen Analyse, einem Hypothesentest und der dazugehörigen Analyse der Effektstärke, geschaffen. Der quantitativen, inferentiellen Datenanalyse geht außerdem eine quantitative, deskriptive Auswertung voraus. Die Ergebnisse der quantitativen Analyse werden im Veröffentlichungsprozess aufbereitet und der wissenschaftlichen Allgemeinheit zur Verfügung gestellt.

Abbildung 5.9 ermöglicht einen abschließenden Überblick über den Gesamt Ablauf eines Experiments.

⁸¹² Vgl. Gosset (1908) und Lehrbücher wie zum Beispiel Schäfer (2011), S. 103–114, Montgomery (2009), S. 28–120, und Rosenthal/Rosnow (1991), S. 301.

⁸¹³ Vgl. Wilcoxon (1945) und Mann/Whitney (1947) sowie zahlreiche Lehrbücher wie zum Beispiel Larsen/Marx (2012), S. 662–677, Schäfer (2011), S. 143–145, Hartung et al. (2005), S. 242–250, Tiede/Voß (2000), S. 195–204, und Büning/Trenkler (1994), S. 96–102 und S. 171–174. Es existieren durchaus Autoren (zum Beispiel Montgomery (2009), S. 38–40 und Westermann (2000), S. 333), die argumentieren, dass der t-Test auch dann eingesetzt werden kann, wenn zwar keine Normalverteilung nachgewiesen wird, aber die Stichprobenverteilung nicht zu stark von einer Normalverteilung abweicht. Dagegen vertritt Siegel (2001), S. 72–80, die Meinung, dass gerade der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test unabhängig von der Stichprobenverteilung relativ nahe an die Leistungsfähigkeit des t-Tests heranreicht. Weil im Hinblick auf diese Arbeit davon auszugehen ist, dass starke Abweichungen von der Normalverteilung existieren, werden nicht-parametrische Tests mit eingeführt. Eine ausführliche Abhandlung zu nicht-parametrischen Verfahren enthält Siegel (2001).

⁸¹⁴ Vgl. Field (2009), S. 558, Westermann (2000), S. 355–356 und S. 397, sowie Rosenthal/Rosnow (1991), S. 440–451.

Abbildung 5.9: Überblick über den gesamten experimentellen Prozessablauf⁸¹⁵

5.4.3 Wirtschaftswissenschaftliche Laborexperimente in der Literatur

Die aufgeführten Anforderungen und Möglichkeiten des Experimentdesigns im Bereich der Wirtschaftswissenschaften basieren auf zahlreichen Veröffentlichungen zu Laborexperimenten mit volks- und betriebswirtschaftlichem Hintergrund. Ein ausführlicher Überblick über einen Großteil der durchgeführten Laborexperimente würde das Ziel dieser Arbeit verfehlen.⁸¹⁶ Vielmehr werden Laborexperimente in den für das hybride Verfahren relevanten Experimentkontexten „Supply Chain Management“ und „bilaterale Verhandlungen“ vorgestellt.

⁸¹⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

⁸¹⁶ Einen sehr kompakten, volkswirtschaftlich orientierten und informativen Überblick zu wirtschaftswissenschaftlichen Laborexperimenten enthält Güth/Selten (2009).

5.4.3.1 Laborexperimente zum Supply Chain Management

Bereits in Abschnitt 5.1 wurde darauf hingewiesen, dass sich die Verbreitung der experimentellen Forschung im Kontext des Supply Chain Management auf eine vergleichsweise geringe Anzahl an Veröffentlichungen beschränkt. Den älteren Veröffentlichungen zur experimentellen Supply-Chain-Management-Forschung ist der Bezug zum Laborexperiment von Serman gemein.⁸¹⁷ Dieser untersuchte das Entscheiderverhalten als Ursache von Bestandsschwankungen zwischen verschiedenen Supply-Chain-Stufen und verglich das Verhalten der Experimentteilnehmer mit den Ergebnissen einer Simulation auf Basis von Entscheidungsregeln. Im Rahmen dieses Laborexperiments wurde damit noch vor der Veröffentlichung von Lee et al. im Jahr 1997 der Bullwhip-Effekt nachgewiesen.⁸¹⁸ Das Laborexperiment basierte auf dem sogenannten Beer Game, bei dem ein Spieler eine Supply-Chain-Stufe repräsentiert. Aufgabe der Teilnehmer war es, für die jeweilige Supply-Chain-Stufe eine kostenminimale Beschaffungspolitik festzulegen. Insgesamt wertete Spearman die Daten von elf Supply Chains mit insgesamt 44 Teilnehmern aus. Teilnehmer waren Manager, Studenten und Planer. Die Experimentdurchführung erfolgte papier- und nicht computerbasiert. Allerdings wurden die Ergebnisse des Laborexperiments mit denen eines zuvor durchgeführten computerbasierten Simulationsexperiments verglichen. Die Teilnehmer zahlten als Spieleinsatz einen Euro. Das Gruppenmitglied einer aus vier Teilnehmern bestehenden Supply Chain, das nach den durchgeführten 36 Planungsperioden die wenigsten Bestände erzielt hatte, erhielt vier Euro. Zur Experimentauswertung wandte Serman einfache deskriptive Kennzahlen, vor allem Mittelwerte zu Supply-Chain-Kosten, Bestand und Bestellzeitpunkten, an. Die Ergebnisse eines einseitigen t-Tests deuteten zudem die Verbesserung der betrachteten Größen durch Anwendung der vorgeschlagenen Entscheidungsregel zur Festlegung der Bestellungen an. Außerdem offenbarten die Experimentergebnisse keinerlei Unterschiede zwischen den einzelnen Berufsgruppen. Das Verhalten von Studenten erwies sich als ähnlich zum Verhalten der Manager und Planer.

Die Untersuchung der Auswirkung konkreter Maßnahmen des Supply Chain Management war das Ziel des Laborexperiments von Croson/Donohue.⁸¹⁹ Aus der Vielzahl an möglichen Supply-Chain-Management-Methoden wählten die Autoren die Weitergabe von POS-Daten als Untersuchungsgegenstand aus. Die Forschungshypothesen dieser Laborexperimente zielten auf die Senkung der Bestellmengenschwankungen auf den einzelnen Stufen und die Schwankungsverringerung über alle Stufen hinweg. Die Autoren überprüften mit dem Laborexperiment außerdem eine mögliche Zunahme der Auswirkung des POS-Datenaustauschs auf die Bestellmengenschwankungen je weiter die betrachtete Supply-Chain-Stufe flussaufwärts liegt. Insgesamt 84 Teilnehmer repräsentierten in dem Laborexperiment elf Supply Chains ohne die Weitergabe von POS-Informationen und zehn Supply Chains, in denen jeder Supply-Chain-

⁸¹⁷ Vgl. Serman (1989).

⁸¹⁸ Vgl. Lee et al. (1997).

⁸¹⁹ Vgl. Croson et al. (2005) und Croson/Donohue (2003).

Stufe die POS-Daten bekannt waren. Jeder Teilnehmer erhielt fünf Dollar Teilnahmeprämie und einen Bonus von bis zu 20 Dollar in Abhängigkeit der eigenen globalen Supply-Chain-Kosten in Relation zu den globalen Supply-Chain-Kosten der anderen Supply Chains. Experimentteilnehmer waren ausschließlich Studenten in wirtschaftswissenschaftlichen Bachelorstudiengängen. Außerdem wurde das Laborexperiment mit einer etwas abgeänderten Auszahlungsmethodik mit einigen Entscheidern aus der Wirtschaft wiederholt. Das Verhalten der beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant voneinander. Die Kostenfunktionen aller Supply-Chain-Stufen war über alle Teilnehmer hinweg gleich. Auswertungsgrundlage waren wie bei Serman deskriptive Kennzahlen. So verglichen Croson/Donohue die Varianzen der Bestellungen der Kontroll- mit der Treatmentgruppe.⁸²⁰ Um die Indizien dieses Vergleichs zu belegen, wandten die Autoren einen zweiseitigen Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben an. Der gleiche Test diente zur Überprüfung der Hypothese, dass die Schwankungen zum Rohstofflieferanten hin zunehmen. Grundsätzlich zeigt das Laborexperiment, dass die Höhe der Bestellmengenausschläge durch den Austausch von POS-Daten zwar abnimmt, aber die Ausschläge nicht komplett verschwinden. Die unterschiedliche Ausschlagshöhe der einzelnen Supply-Chain-Stufen bleiben teilweise bestehen, auch wenn die größte Veränderung des Bestellmengenverlaufs beim Rohstofflieferant festzustellen ist. Zusätzlich überprüften die Autoren die in Serman (1989) aufgestellten Modelle zum Bestellverhalten in Supply Chains und stellten weitgehend ein ähnliches Verhalten wie dieser fest.⁸²¹

Ebenfalls auf den Austausch von POS-Daten und darüber hinaus die Verkürzung der Durchlaufzeiten zielt das Experiment von Steckel et al.⁸²² Bei diesem repräsentierten Master-Studierende die Entscheider in der Supply Chain. Die Forscher fanden in ihrem Experiment, das ebenfalls auf dem Beer Game basiert, heraus, dass Lieferzeiten einen sehr großen Einfluss auf die Bestandsschwankungen besitzen, die Wirkung des Austauschs von POS-Informationen aber nur bei spezifischen Nachfrageverläufen, zum Beispiel einer Nachfrage, wie sie bei Serman (1989) unterstellt wird, wirksam ist.

Neben der Informationsart und der Lieferzeit beeinflusst die Informationsverzögerung die Bestellmenschwankung zwischen den einzelnen Stufen. Die Informationsverzögerung wird zum Beispiel durch den elektronischen Datenaustausch via Electronic Data Interchange (EDI) reduziert. Genau diese Situation nahmen Machuca/Barajas an und überprüften sie auf Veränderungen bezüglich des Bullwhip-Effekts im Vergleich zu einer Supply Chain ohne EDI.⁸²³ An ihrem Laborexperiment nahmen über mehrere Jahre hinweg insgesamt 54 Studenten teil, die jeweils in zwei unterschiedlichen Umgebungen mehrere Runden des Beer Games spielten.

⁸²⁰ Der Begriff „Treatmentgruppe“ ist nach Bryman (2008), S. 36, als Teilnehmergruppe, “[...which] receives the experimental treatment [...]“, definiert.

⁸²¹ Vgl. Serman (1989).

⁸²² Vgl. Steckel et al. (2004).

⁸²³ Vgl. Machuca/Barajas (2004).

Insgesamt ergaben sich brauchbare Ergebnisse für 15 Supply Chains ohne EDI und 13 Supply Chains mit EDI. Um Lerneffekte zu vermeiden, wurden die Supply-Chain-bezogenen Teilnehmergruppen nach der ersten Durchführung des Experiments (ohne EDI) aufgelöst und nach dem Zufallsprinzip neu eingeteilt. Die Abflachung der Bestellmengenschwankungen beschrieben die Autoren zunächst mithilfe einfacher deskriptiver statistischer Kennzahlen. Zum statistischen Beweis der Differenz zwischen den Supply-Chain-Kosten mit und ohne EDI wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben eingesetzt. Weil zwar nachgewiesen werden konnte, dass die nachfrageunabhängigen Bestellschwankungen deutlich reduziert, aber auf den ersten Blick nicht eliminiert werden konnten, musste zusätzlich die Signifikanz der Differenzen der Bestellschwankungen zwischen den einzelnen Stufen überprüft werden. Weil hier nicht von unabhängigen Stichproben ausgegangen werden konnte – die Schwankungen der Großhandelsbestellungen beeinflussen die Bestellschwankungen des Produzenten – und außerdem bereits zuvor eine Normalverteilung der Grundgesamtheit für die beiden betrachteten Stichproben mit und ohne EDI nicht nachgewiesen werden konnte, griffen die Autoren auf den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben zurück. Damit wurde für jede betrachtete Supply Chain zunächst einzeln der Unterschied zwischen den einzelnen Supply-Chain-Stufen berechnet und dann über alle Supply Chains aggregiert. Machuca/Barajas konnten mit diesem Vorgehen signifikante Verbesserungen der Supply-Chain-Kosten durch den Einsatz von EDI nachweisen. Außerdem offenbarte dieses Laborexperiment, dass allein der Einsatz von EDI die Bestellmengenschwankungen nicht völlig eliminiert. Stattdessen verblieben zwischen fast allen Supply-Chain-Stufen signifikante Differenzen im Bestellverhalten, allerdings auf einem niedrigeren Kostenniveau als ohne EDI-Einsatz.

Özer et al. erforschten in ihrem Experiment den Einfluss des Vertrauens zwischen den Supply-Chain-Akteuren auf den Austausch von Nachfrageinformationen.⁸²⁴ Die Experimentteilnehmer verhandelten computerbasiert in einer Kunden-Lieferanten-Situation über die Belegung von Lieferantenkapazitäten. Sie konnten dabei Nachfrageinformationen austauschen. Mit diesem Experiment, an dem insgesamt jeweils acht Teilnehmer in vier Experimentumgebungen mit unterschiedlichen Kapazitätskosten und Nachfrageunsicherheiten teilnahmen und jeder Teilnehmer 100 Runden spielte, konnten Özer et al. Hinweise darauf feststellen, dass der Informationsaustausch umso wirkungsvoller ist, je mehr Vertrauen die beteiligten Akteure zueinander besitzen.⁸²⁵

Eine andere experimentelle Studie zielte auf den Nachweis des Bullwhip-Effekts im Service-Bereich ab: Anderson/Morrice analysierten in ihrem Laborexperiment mit 40 Studenten die Nachfrageschwankungen über verschiedene im Kreditwesen involvierte Parteien. Die Studen-

⁸²⁴ Vgl. Özer et al. (2011).

⁸²⁵ Vgl. Özer et al. (2011). Ein Teilnehmer erhielt im Durchschnitt 81,74 Dollar.

ten, die zwei unterschiedlichen Universitätskursen angehörten,⁸²⁶ spielten gemeinsam in Zweier- oder Dreier-Teams, wobei alle Teams Entscheidungen auf derselben Stufe der Dienstleistungskette zu treffen hatten.⁸²⁷ Die Entscheidungen auf den restlichen Stufen wurden bei allen betrachteten Service Chains computerbasiert vorgegeben. Insgesamt wurden die Daten von 17 Teams und damit von 17 Service Chains ausgewertet. Ziel des Laborexperiments war es, die stufenübergreifende Dynamik im Kreditwesen in Abhängigkeit der Informationstransparenz, insbesondere im Hinblick auf die Nachfragedaten innerhalb der Service Chain, zu untersuchen. Im Rahmen der Datenauswertung konnten nur schwache Indikatoren für eine Normalverteilung festgestellt werden. Dennoch wurde eine Normalverteilung unterstellt und ein t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt, mit dessen Hilfe eine signifikante Differenz zwischen den entstehenden Supply-Chain-Kosten ohne und mit Weitergabe der Endkundennachfrageinformationen gefunden werden konnte.

Weniger experimentellen als illustrativen Charakter besitzen die von Chen/Samroengraja und Kaminsky/Simchi-Levi beschriebenen Anwendungen einer computerbasierten Form des Beer Games in der universitären Lehre.⁸²⁸ Die Autoren beschreiben mithilfe einfacher deskriptiver Kennzahlen wie der Bestellmengenvarianz oder Mittelwerten von Kosten- und Mengenparametern das typische Verhalten der Teilnehmer oder Studenten in Lehrveranstaltungen und die aus ihrer Perspektive typischen Veränderungen bei Verkürzung von Liefer- und Informationszeiten oder einer erhöhten Informationstransparenz. Auf Grund der fehlenden Kontrolle von Störvariablen sind diese Beispiele im Bereich der experimentellen Supply-Chain-Management-Forschung im Vergleich zu den Veröffentlichungen von Croson/Donohue oder Serman von eher nachrangiger Bedeutung.⁸²⁹

Mit Ausnahme von Schweitzer/Cachon im Jahr 2000 griffen mehrere Forscher die Methodik der experimentellen Forschung im Rahmen des Supply Chain Management erst in den letzten Jahren wieder auf.⁸³⁰ Diese Laborexperimente knüpfen an die Laborexperimente auf Basis des Beer Games an, indem sie das Bestellverhalten innerhalb von Supply Chains betrachten. Im Gegensatz zu den Experimenten von Croson/Donohue und Serman integrieren die Forscher eine für die Akteure bekannte stochastische Nachfrageverteilung und konzentrieren ihre Analyse stärker auf die bilateralen Beziehungen in einer Supply Chain. Zusätzlich wird eine saisonale Nachfrage angenommen, wobei die Saisondauer so kurz ist, dass keine Nachproduk-

⁸²⁶ Beide Kurse wurden nicht getrennt voneinander, sondern gemeinsam ausgewertet. Die Grundlage davon bildete der Nachweis der statistischen Unabhängigkeit der beiden Gruppen mithilfe eines F- und eines t-Tests.

⁸²⁷ Vgl. Anderson/Morrice (2000).

⁸²⁸ Vgl. Chen/Samroengraja (2000) und Kaminsky/Simchi-Levi (1998).

⁸²⁹ Vgl. Croson/Donohue (2003) und Serman (1989).

⁸³⁰ Vgl. Schweitzer/Cachon (2000).

tion möglich ist. Diesem Experiment liegt folglich eine klassische Newsvendor-Situation zu Grunde.

Schweitzer/Cachon führten zwei Laborexperimente im Kontext des Bestellverhaltens in Newsvendor-Situationen durch.⁸³¹ Am ersten Experiment nahmen 33 Studierende teil, von denen je 15 Bestellmengenentscheidungen pro Entscheidungssituation bei zwei möglichen Entscheidungssituationen in die Auswertung einfließen. Insgesamt konnten so 495 Mengenentscheidungen pro Entscheidungssituation analysiert werden. Für das zweite Laborexperiment wurden 44 Studierende akquiriert, die jeweils 30 Verhandlungsrunden spielten. Die Zuordnung zu einer von zwei Entscheidungssituationen erfolgte im zweiten Experiment zufällig. Die Entscheidungssituationen unterschieden sich jeweils durch den mit einem Produkt erzielbaren Stückdeckungsbeitrag und damit durch den maximal erzielbaren Gewinn. Die Auswertung erfolgte auf der Basis deskriptiver Kennzahlen. Im Bereich der inferentiellen Statistik wurde vor allem der t-Test angewendet. Beide Laborexperimente ergaben, dass die Studierenden systematisch mehr bestellten, wenn eine im Vergleich zum Nachfragemittelwert geringere Bestellmenge kostenminimal war, und systematisch weniger orderten, wenn die optimale Menge größer als der Nachfragemittelwert war. Die Autoren überprüften die Erklärbarkeit dieses Verhaltens mit Theorien zu den Risikoeinstellungen und der Prospect Theory. Das Verhalten erweist sich jedoch aus theoretischer Sicht als nicht erklärbar. Die Forschergruppe konnte im Besonderen auch keine ergebnisverbessernde Lerneffekte über die insgesamt 30 Runden hinweg feststellen.

Benzion et al. beziehen sich auf dieses Experiment und bestätigen in ihrem Laborexperiment die Ergebnisse von Schweitzer/Cachon weitgehend.⁸³² An dem von ihnen durchgeführten Laborexperiment nahmen 60 Studierende in insgesamt vier Gruppen teil, die Bestellentscheidungen trafen. Pro Experimentgruppe ergaben sich so 1500 Datensätze.⁸³³ Die Forschergruppe stellte starke Abweichungen des Bestellverhaltens von den theoretischen Modellen fest. Zusätzlich zu den schon bekannten Ergebnissen von Schweitzer/Cachon fanden Benzion et al. heraus, dass sich die Abweichung vom Optimum sogar mit zunehmender Rundenzahl vergrößerte. Zudem nimmt mit zunehmender Rundenzahl die Berücksichtigung und damit der Einfluss der vergangenen Ergebnisse ab. Auffällig ist, wie bei Schweitzer/Cachon (2000), der sogenannte Pull-To-Center-Fehler: Die gewählten Bestellmengen lagen häufig zwischen der optimalen Menge und dem Nachfragemittelwert.

Den Pull-To-Center-Fehler können Bloomfield et al. für eine ähnliche Entscheidungssituation allerdings mit Beständen nur teilweise bestätigen.⁸³⁴ In ihren beiden Experimenten mit 67

⁸³¹ Vgl. Schweitzer/Cachon (2000).

⁸³² Vgl. Benzion et al. (2008).

⁸³³ Trotz der hohen Zahl betrug die Experimentdauer nur eine Stunde, weil keine Wartezeiten, wie in bilateralen Verhandlungen üblich, existierten und eine Bestellentscheidung relativ schnell getroffen werden musste.

⁸³⁴ Vgl. Bloomfield et al. (2007).

bzw. 82 Teilnehmern, die jeweils 25 Runden in vier unterschiedlichen Entscheidungssituationen spielten, bestellten die Teilnehmer bei niedrigem Bestand mehr und bei hohem Bestand weniger als die optimale Menge. Dieser Fehler wurde durch die Haltbarkeit der Güter und durch mögliche Verzögerungen bei der Informationsbereitstellung und der Warenlieferung verschärft.

Auf der von Schweitzer/Cachon beschriebenen Entscheidungssituation ohne Anfangsbestände basiert die aus drei eigenständigen Laborexperimenten bestehende Experimentreihe von Bolton/Katok mit insgesamt 234 Studierenden, die jeweils 100 Entscheidungen zu 100 unterschiedlichen Kostenfunktionen durchführen mussten.⁸³⁵ Die Teilnehmer verdienten im Durchschnitt 17 Dollar. Ziel der Experimente war die Erforschung von Maßnahmen zur Reduzierung der Abweichung von der kostenminimalen Bestellmenge. Zur Auswertung verwendeten die Autoren deskriptive Statistiken, nicht-parametrische Verfahren als Hypothesentests und Regressionsanalysen. Auch in diesem Laborexperiment konnten die Ergebnisse von Schweitzer/Cachon bestätigt werden. Zusätzlich wurden leichte Lerneffekte bezüglich der optimalen Menge festgestellt. Vor allem in den späteren Runden (>30) verringerte sich der Abstand zwischen der optimalen Menge und der tatsächlich gewählten Menge. Keinen signifikanten Einfluss auf die Optimalität der Bestellmengen besaß offenbar die Anzahl der Entscheidungsalternativen.⁸³⁶ Auch für einen positiven Einfluss von Feedback über die gewählten und die nicht-gewählten Optionen auf das Folgeverhalten fanden die Forscher nur wenig Anhaltspunkte. Als Maßnahme, die das Bestellverhalten der Teilnehmer verbesserte, identifizierten die Autoren die Festschreibung von Bestellmengen für zehn Perioden. Dadurch konnte im Vergleich zu den anderen Interventionen und Entscheidungssituationen das gesamte Ergebnis signifikant verbessert werden. Die Autoren führten diese Erkenntnis auf das Gesetz der kleinen Zahlen zurück, das bedeutet, dass die geringe Anzahl an Nachfrageperioden, die die Entscheider zur Festlegung der Bestellmenge berücksichtigen, der Grund für die massiven Fehlschätzungen sind. Behoben wurde dieser Fehler dadurch, dass die Experimentteilnehmer dazu gezwungen wurden, bei ihrer Entscheidung zehn Perioden auf einmal zu betrachten. Außerdem stellten die Forscher mit diesem Experiment fest, dass durch die Sammlung persönlicher Erfahrungen eine Verbesserung der Verhandlungsergebnisse stattfindet.

Wie Benzion et al. erhalten auch Rudi/Drake Ergebnisse, die auf den Pull-To-Center-Fehler schließen lassen.⁸³⁷ Rudi/Drake untersuchten in ihrem Experiment mit 269 Studenten, die jeweils an 50 Runden teilnahmen und sich auf vier unterschiedliche Entscheidungssituationen aufteilten, drei Fehler als Ursache nicht-optimaler Bestellmengen in Newsvendor-Situationen: Der Niveaufehler bezieht sich auf die Tendenz der Bestellmengen hin zum Mittelwert und

⁸³⁵ Vgl. Bolton/Katok (2008).

⁸³⁶ Dieses Ergebnis erhalten die Autoren bei einem Vergleich des Bestellverhaltens bei drei Mengenoptionen, neun Mengenoptionen oder 100 Mengenoptionen (vgl. Bolton/Katok (2008)).

⁸³⁷ Vgl. Rudi/Drake (2008) und Benzion et al. (2008).

damit auf den Pull-To-Center-Fehler, der Anpassungsfehler entspricht der Anpassung des Bestellverhaltens auf Grund eines Zufallsereignisses trotz gleichbleibender Nachfrageverteilung und der Beobachtungsfehler wird auf die eingeschränkte Verfügbarkeit von Nachfrageinformationen zurückgeführt. Entscheidend für die Fehlerausprägungen ist die Beobachtbarkeit der Nachfrage. Bei einer eingeschränkten Beobachtbarkeit steigt die Ausprägung des Beobachtungsfehlers sogar so stark, dass der Pull-To-Center-Effekt nicht mehr beobachtbar ist. Darüber hinaus konnten Rudi/Drake analog zu Benzion et al. Erfahrungseffekte hinsichtlich des Anpassungsfehlers feststellen.⁸³⁸

Das Experiment von Bolton et al. zielt weniger auf die allgemeinen Ergebnisse zur Mengenbestimmung in Newsvendor-Situationen als vielmehr auf Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen an Experimententeilnehmern.⁸³⁹ Im Rahmen dieses Laborexperiments sollten die Teilnehmer Bestellmengen in Newsvendor-Situationen festlegen. Als Teilnehmer wurden Studierende ohne Operations-Management-Ausbildung, Studierende, die bereits Kurse in Operations Management besucht haben und Manager aus der betrieblichen Praxis ausgewählt. Ein Vergleich der Ergebnisse der drei Gruppen zeigt, dass für alle drei Gruppen der Pull-To-Center-Effekt festgestellt werden kann. Zudem unterschieden sich die Ergebnisse der drei Gruppen voneinander nicht signifikant. Die Art und Weise, wie die Entscheidungen getroffen wurden, divergierten dagegen zwischen den einzelnen Gruppen. Während die Manager ihre Entscheidungen weniger auf Basis der Informationen als vielmehr aus der Erfahrung heraus und nach Gefühl trafen, integrierten die Studierenden neue Informationen in ihren Entscheidungsprozess. Beide Vorgehen führten jedoch offensichtlich zu ähnlichen Ergebnissen.

Eher verhaltens- als ergebnisbezogen ist das Newsvendor-Experiment von Gavirneni/Xia, in dem 210 Studierende teilweise alleine und teilweise gemeinsam in Dreiergruppen Bestellmengen in einer Newsvendor-Situation festlegten.⁸⁴⁰ Neben den Kosten und der Nachfrageverteilung standen den Teilnehmern Informationen zu den vergangenen Entscheidungen, eine Beraterempfehlung und Informationen zum Verhalten der Konkurrenz zur Verfügung. Die Forscher stellten neben dem Pull-To-Center-Effekt auch fest, dass Gruppenentscheidungen näher an der optimalen Menge als die Entscheidungen einzelner liegen. Die Teilnehmer entschieden sich außerdem relativ häufig für einen der vorgeschlagenen Werte oder den Mittelwert der Nachfrage, auch wenn keiner dieser Werte dem Optimum entsprach.

Im Gegensatz zu den bisher erläuterten Experimenten analysierten Gavirneni/Isen mithilfe von Gedankenprotokollen die Entscheidungsfindung bei der Determinierung einer Bestellmenge.⁸⁴¹ Im Forschungsfokus stand dabei die Art der zu verarbeitenden Informationen und das

⁸³⁸ Vgl. Rudi/Drake (2008) und Benzion et al. (2008).

⁸³⁹ Vgl. Bolton et al. (2010).

⁸⁴⁰ Vgl. Gavirneni/Xia (2009).

⁸⁴¹ Vgl. Gavirneni/Isen (2010).

Vorgehen zur Informationsverarbeitung. Die 21 Experimentteilnehmer erhielten pauschal 15 Dollar. Die Ergebnisse lassen die Erkenntnis zu, dass die Teilnehmer zwar durchaus Unter- und Überbestandskosten identifizieren konnten, diese aber nicht mit der Menge in Verbindung brachten. Die Teilnehmer bestellten eine größere Menge, wenn das Überbestandsrisiko als erstes identifiziert wurde und eine geringere für den Fall, dass das Unterbestandsrisiko als erstes erkannt wurde. Insgesamt verarbeiteten die Teilnehmer nur grundlegende Informationen. Weiterführende Nachfragedaten wurden hingegen nicht in den Entscheidungsprozess mit einbezogen.

Ebenfalls den verhaltensorientierten Experimenten zuzuordnen ist die Untersuchung von Moritz et al. mit 319 Managern.⁸⁴² Dieses Laborexperiment bezieht sich wie die anderen zuvor auch auf die Newsvendor-Situation. Die Ergebnisse beinhalten Indizien dafür, dass reflektierendes Verhalten der Manager zu besseren Ergebnissen führt als intuitives Verhalten. Für beide Verhaltensweisen konnte aber der Pull-To-Center-Effekt festgestellt werden.⁸⁴³

Schultz et al. untersuchten mit ihrem Experiment den Einfluss von Framing, das heißt der Ausrichtung der Problemstellung auf die Kosten oder den Gewinn, auf die Bestellmenge und damit auf die Risikoeinstellung.⁸⁴⁴ Der erwartete Effekt, dass Kostenorientierung zu risikoaverssem Verhalten führt und Gewinnorientierung zu Risikofreude, blieb in dem Experiment mit 209 Studierenden, die im Durchschnitt eine erfolgsabhängige Bezahlung von 11,86 Dollar erhielten, aus. Daran änderte auch eine Variation des Bestellkontexts nichts. Die Ergebnisse dieses Experiments weisen ebenfalls auf den Pull-To-Center-Effekt hin.

Bostian et al. analysierten den Pull-To-Center-Effekt in Newsvendor-Situationen, wie er in den Ergebnissen der zuvor beschriebenen Studien festgestellt wurde.⁸⁴⁵ Die Forscher führten das Laborexperiment mit 82 Studierenden, die jeweils 30 Entscheidungen trafen und sechs Dollar Antrittsprämie sowie erfolgsabhängige Auszahlungen erhielten, in drei unterschiedlichen Umgebungen durch und fanden heraus, dass vergangene Ergebnisse bis zu einem bestimmten Sättigungsgrad eine Rolle spielen. Diese Erkenntnis entspricht dem Ergebnis des bereits vorgestellten Experiments von Rudi/Drake.⁸⁴⁶

Ebenfalls mit den Gründen des Pull-To-Center-Effekts beschäftigten sich Ho et al. im Rahmen ihres Laborexperiments.⁸⁴⁷ An dem Laborexperiment nahmen insgesamt 160 Studierende teil, die jeweils 40 Bestellentscheidungen trafen. Die Aufteilung in vier unterschiedliche Treatment-

⁸⁴² Vgl. Moritz et al. (2009).

⁸⁴³ In diesem Experiment erhalten die Teilnehmer keine Bezahlung.

⁸⁴⁴ Vgl. Schultz et al. (2007).

⁸⁴⁵ Vgl. Bostian et al. (2008).

⁸⁴⁶ Vgl. Rudi/Drake (2008).

⁸⁴⁷ Vgl. Ho et al. (2010).

und Kontrollgruppen ergab pro Gruppe 1600 Datensätze. Die Experimentergebnisse (deskriptive Statistiken und t-Test) zeigen, dass analog zur Prospect Theory der Referenzpunkt, zu dem die Entscheidungen in Beziehung gesetzt werden, für das Verhalten mitentscheidend ist. Weil gleichzeitig die Teilnehmer Überbestand als subjektiv deutlich größeren Verlust ansahen als Unterbestand, ist zudem im Falle einer im Vergleich zur Nachfrage hohen optimalen Menge die Abweichung größer.

Die erste experimentelle Analyse einer Newsvendor-Situation, die explizit nicht nur das Bestellverhalten von einzelnen Akteuren berücksichtigt, sondern die akteursübergreifende Supply-Chain-Koordination untersuchte, war die Untersuchung von Katok/Wu.⁸⁴⁸ Ziel war die Analyse von Gründen für das bereits in den früheren Laborexperimenten festgestellte Abweichen der Akteure vom lokal kostenminimalen Verhalten und die Untersuchung der Verbesserung des Gesamtergebnisses durch die Einführung von koordinierenden Elementen, wie die Aufteilung von Gewinnen unter den Akteuren und die Einführung einer Rückkaufoption durch den Lieferanten. Untersucht wurden ausschließlich zweistufige Supply Chains und damit bilaterale Verhandlungen, wobei weniger der Verhandlungsprozess als das Verhandlungsergebnis eine Rolle spielte. An diesem Experiment nahmen 200 Studierende teil, die in insgesamt 200 Runden mit einem Softwareprogramm verhandelten. Auf Grund der hohen Zahl an Variablen ergaben sich trotz der sehr hohen Zahl an Verhandlungsrunden und Teilnehmern pro Treatment maximal 200 Datensätze. Die in den bisher aufgeführten Laborexperimenten festgestellten Abweichungen vom optimalen Verhalten in Richtung des Nachfragemittelwerts bestätigten sich auch in diesem Laborexperiment. Dadurch wurde bereits das unkoordinierte Ergebnis im Vergleich zur Theorie verfälscht. Auch durch die Einführung koordinierender Elemente konnte entgegen der theoretischen Vorhersagen keine Verbesserung erzielt werden. Unterschiede zwischen den beiden mathematisch äquivalenten Koordinationsmechanismen „Rückkaufoption“ und „Gewinnaufteilung“ glichen sich mit zunehmender Experimentdauer aneinander an, so dass über einen längeren Zeitraum beide Mechanismen auch auf Basis experimenteller Forschungsergebnisse als äquivalent bezeichnet werden können.

Auch die Experimentergebnisse von Davis widersprechen der Theorie.⁸⁴⁹ In dessen Laborexperiment verhandelten die Teilnehmer über einen Großhandelspreis und zwei koordinierende Vertragsformen für Vendor-Managed-Inventory-Situationen. Die koordinierenden Vertragsformen waren den Ergebnissen mit Großhandelspreis, anders als auf Basis von Theorien vorhergesagt, nur minimal überlegen. Auf Grund des erhöhten Implementierungs- und Administrationsaufwands für koordinierende Verträge und der sehr geringen Ergebnisunterschiede zum Großhandelspreis, raten die Autoren vom Einsatz der koordinierenden Verträge ab.⁸⁵⁰

⁸⁴⁸ Vgl. Katok/Wu (2009).

⁸⁴⁹ Vgl. Davis (2011).

⁸⁵⁰ An diesem Experiment nahmen 178 Studierende teil, die im Durchschnitt 22 Dollar erhielten und sich auf sechs unterschiedliche Untersuchungssituationen aufteilten.

Keine Newsvendor-Situation, sondern eine deterministische Mengenplanungssituation, die den dezentralen und hybriden Planungssituationen in dieser Arbeit sehr nahe kommt, unterstellten Inderfurth et al.⁸⁵¹ Ziel dieses Laborexperiments war die Überprüfung der bei der Gestaltung von Screening- und Signalling-Modellen getroffenen Annahmen, dass zusätzliche Informationen zu den Kostenfunktionen des Verhandlungspartners bei der Gebotserstellung berücksichtigt werden und aus einem Kontraktmenü immer der für den jeweiligen Akteur günstigste Kontrakt ausgewählt wird. Als Grundlage diente ein statisches, deterministisches Modell zur Losgrößenplanung bei unvollständiger Information. Dazu verhandelten 48 Studierende in 20 Runden miteinander. Als Datenbasis ergaben sich damit 480 Verhandlungsrunden, wovon allerdings nur jeweils 20 unabhängig voneinander sind. Zur Auswertung verwendeten die Autoren Regressionsanalysen und Vorzeichentests. Als Ergebnis stellten die Autoren fest, dass in mehr als 80 Prozent der Fälle vorteilhafte Kontrakte ausgewählt werden. Allerdings wurden die auf diese Weise versendeten Signale zum Teil falsch interpretiert. Das Experiment unterscheidet sich von den anderen bisher beschriebenen Experimenten durch die Ähnlichkeit der unterstellten Entscheidungssituation zum Entscheidungskontext dieser Arbeit. Wie im Experiment von Gavirneni/Isen wurde zudem in diesem Laborexperiment die Gebotserstellung explizit analysiert.⁸⁵² Die in diesem Experiment angewendeten Modelle wurden allerdings für Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung entwickelt.

5.4.3.2 Laborexperimente zu infiniten bilateralen Verhandlungen

Die bislang aufgeführten Laborexperimente in den Wirtschaftswissenschaften besitzen zwar einen starken kontextuellen Bezug zur integrierten Mengenabstimmung in (Internal) Supply Chains, aus spieltheoretischer Sicht weisen sie jedoch wenig Gemeinsamkeiten mit der im hybriden Verfahren beschriebenen Entscheidungssituation auf. Insbesondere im Hinblick auf die symmetrische Machtverteilung zwischen den Akteuren erscheint ein Transfer der Ergebnisse der Supply-Chain-Management-Experimente schwierig. Dies trifft auch auf das Laborexperiment von Inderfurth et al. zu, dessen Entscheidungssituation zwar der zu untersuchenden Situation sehr ähnlich ist, aber keine infiniten Verhandlungen und symmetrische Machtverteilung unterstellt. Die strukturelle Ähnlichkeit der betrachteten Entscheidungssituation mit dem Zeuthen-Harsanyi-Spiel, dem Rubinstein-Spiel und vor allem den Verhandlungsspielen bei beidseitig unvollständiger Information wurde bereits im Abschnitt 5.2.5 festgestellt. Trotz der Unterschiede im Spielkontext erscheint es deshalb sinnvoll, volkswirtschaftlich orientierte Laborexperimente in diesem Bereich näher zu analysieren und daraus Rückschlüsse auf das Experimentdesign zur Untersuchung der Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer

⁸⁵¹ Vgl. Inderfurth et al. (2008).

⁸⁵² Vgl. Gavirneni/Isen (2010).

Machtverteilung zu ziehen.⁸⁵³ Damit gleicht die Entscheidungssituation einer typischen Entscheidungssituation im Ultimatum-Spiel, zu dem bereits zahlreiche Laborexperimente durchgeführt wurden.⁸⁵⁴ Kennzeichnend für das Ultimatum-Spiel ist eine begrenzte Anzahl an Runden.⁸⁵⁵ In seiner ursprünglichen Form besteht das Ultimatum-Spiel sogar nur aus einem Gebotspaar. Mit dem ersten Gebot bietet ein Akteur einem anderen Akteur die Aufteilung einer Nutzen stiftenden Menge an. Der andere Akteur nimmt das Gebot an oder lehnt es ab. Erfolgt die Annahme, wird die Aufteilung realisiert, ansonsten gehen beide Akteure leer aus. In den Experimenten zum Ultimatum-Spiel und auch in vielen anderen Experimenten wird im Gegensatz zur Entscheidungssituation des hybriden Verfahrens von viele Autoren ein finiter Verhandlungshorizont angenommen. Die Verhandlungen werden folglich nach einer bestimmten Anzahl an Gebotspaaren abgebrochen.⁸⁵⁶ Für das durchgeführte Laborexperiment ist jedoch die geringe Anzahl an Experimenten, die wie in der dem hybriden Verfahren zu Grunde liegenden Entscheidungssituation einen infiniten Zeitraum für das Verhandlungsspiel aufweisen und die nachfolgend aufgeführt sind, relevant.

Häufig als Ursprung der heutigen Laborexperimente werden die von Siegel/Fouraker im Jahr 1960 durchgeführten Verhandlungsexperimente angesehen.⁸⁵⁷ Diese dienten dem Ziel, die Hypothese zu überprüfen, dass bilaterale Verhandlungen in Abhängigkeit von der unterstellten Informationssituation zu einem pareto-optimalen Verhandlungsergebnis führen. Als Entscheidungsproblem diente eine Mengenverhandlung in Verbindung mit der Preisfestsetzung zwischen zwei Unternehmen. Zwar wurde von den Experimentleitern ein maximaler Zeitraum von

⁸⁵³ Ein Ansatz zur Kategorisierung von volkswirtschaftlich geprägten Laborexperimenten findet sich bei Roth (1995), S. 23–85. Einen Überblick über die frühen bilateralen Verhandlungsexperimente im volkswirtschaftlichen und psychologischen Kontext enthält Chertkoff/Esser (1976).

⁸⁵⁴ Vgl. zum Ultimatum-Spiel Ståhl (1972) und zu den Laborxperimenten Lee et al. (2005), Oosterbeek et al. (2004), Tietz (1996), S. 131–140, Harrison/McCabe (1996), Güth (1995), Forsythe et al. (1991), Güth/Tietz (1990), Ochs/Roth (1989), Neelin et al. (1988), Binmore et al. (1985) und Güth et al. (1982). Sopher (1994) überprüfte ein komprimiertes Zeuthen-Harsanyi-Spiel, das wegen seiner begrenzten Anzahl an Runden und der Aufteilung eines bestimmten Geldbetrags einem Ultimatum-Spiel ähnlich ist. Hoggatt et al. (1978) führten Laborexperimente zu einem Drei-Runden-Spiel mit unvollständiger Information durch und verglichen die Ergebnisse mit Prognosen zum Spielausgang auf der Basis theoretischer Modelle. Insofern liegt diesem Laborexperiment nicht das Ultimatum-Spiel im klassischen Sinne zu Grunde. Das Spiel ist aber dennoch finit und deshalb für den weiteren Verlauf der Arbeit nicht relevant. Den Einfluss von einer begrenzten Verhandlungszeit zeigt Coursey (1982) auf.

⁸⁵⁵ Vgl. zum Ultimatum-Spiel Ståhl (1972).

⁸⁵⁶ In der Unternehmenspraxis ist ein vollständig infiniten Verhandlungszeitraum zwar unrealistisch, weil die Entscheidungen in der Regel bis zu einem vorgegebenen Termin getroffen sein müssen. Es wird aber davon ausgegangen, dass genügend Zeit verbleibt, um die Verhandlung ohne vorgegebenen Abbruchtermin zu Ende verhandeln zu können. Auf Grund dieser unterstellten Zeitflexibilität bildet die Annahme eines infiniten Horizonts die Unternehmenspraxis eher ab, als die Annahme eines finiten Zeithorizonts, die häufig mit einer beschränkten Gebotszahl verbunden ist. Dem finiten Zeithorizont werden in dieser Arbeit auch Laborexperimente zugeordnet, die nur eine stochastische Abbruchoption berücksichtigen (vgl. zum Beispiel Kahn/Murnighan (1993) und Pruitt/Drews (1969)). Es werden folglich alle Experimente den finiten Labor-experimenten zugeordnet, in denen ein gebotszahlbedingter oder zeitdauerbedingter Verhandlungsabbruch vom Untersuchungsleiter initiiert wird.

⁸⁵⁷ Vgl. Siegel/Fouraker (1960).

zwei Stunden für eine Verhandlung festgesetzt, der allerdings keine Restriktion für eine bilaterale Verhandlung darstellen dürfte. Die Hypothesen dieses Experiments wurden in drei unterschiedlichen Gruppen mit elf, 15 und acht Verhandlungspaaren (insgesamt 68 Studierende) getestet. Die maximale Auszahlung betrug dabei um die zehn Dollar. Die Auswertung der Daten mithilfe des Jonckheere-Tests indiziert folgenden Einfluss der Information auf das Ergebnis: Die Differenz zwischen Pareto-Optimum und Verhandlungsergebnis ist dann am niedrigsten, wenn beide Partner alle Kosteninformationen kennen und am höchsten, wenn den Akteuren nur die eigenen Kosteninformationen bekannt sind. In einem weiteren Laborexperiment untersuchten Siegel/Fouraker den Einfluss der Auszahlung zur Erreichung eines Pareto-Optimums. In dem Folgeexperiment mit elf Verhandlungspaaren wurde die Auszahlung bei unvollständiger Information so gestaltet, dass sich das Pareto-Optimum deutlich von den anderen Lösungen hinsichtlich der Auszahlung unterscheidet. Der Einfluss der Auszahlung wurde durch einen einfachen Vergleich der relativen Häufigkeiten deutlich bestätigt. In weiteren, den bereits vorgestellten Untersuchungen in Umfang und Aufbau sehr ähnlichen Laborexperimenten analysierten die Autoren außerdem Verhandlungsergebnisse bei variablen Mengen und Preisen. Aus den Ergebnissen zu diesen Laborexperimenten lassen sich vor allem folgende Schlussfolgerungen ableiten: Haupteinflussfaktoren auf die Verhandlungsergebnisse scheinen persönliche Eigenschaften der verhandelnden Akteure und die unterstellte Informationssituation zu sein. Außerdem existieren Hinweise darauf, dass die Verhandlungsakteure die Erfüllung eines bestimmten Aspirationsniveaus anstreben, das von den persönlichen Eigenschaften und dem Verhandlungskontext und -umfeld abhängt. Die Ergebnisse von Siegel/Fouraker bestätigten sich auch bei einer Replikation eines Teils der Experimente durch Coursey.⁸⁵⁸

Im Experiment von Chertkoff/Conley verhandelten 232 Studierende über den Verkauf eines gebrauchten Autos.⁸⁵⁹ Dabei wurde von den Experimentleitern als Verhandlungspartner jeweils eine bestimmte Verhandlungsstrategie angewendet. Die Verhandlungen waren ohne Gebotsbegrenzung. Die Länge der Verhandlung konnte jedoch durch den Experimentleiter und die Abgabe der Gebote kontrolliert werden. Ziel dieses Laborexperiments war es, Erkenntnisse über die Verhandlungseröffnung und das Konzessionsverhalten zu gewinnen. In der Experimentanleitung wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass eine Konzession, die vorherigen Konzessionen entgegenwirkt, nicht sinnvoll ist. Signifikante Ergebnisse konnten vor allem im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Ergebnis und der Verhandlungseröffnung festgestellt werden. Wurde beim initialen Gebot extrem spekuliert, führte dies zu besseren Ergebnissen als moderate Spekulation. Zudem erzielten die Verkäufer signifikant bessere Ergebnisse als die Käufer, was aber ebenfalls auf die initialen Gebote zurückgeführt werden kann, die bei den Verkäufern durchgängig durch deutlich stärkere Spekulationen gekennzeichnet waren als bei den Käufern.

⁸⁵⁸ Vgl. Coursey (1982) und Siegel/Fouraker (1960).

⁸⁵⁹ Vgl. Chertkoff/Conley (1967).

Ebenfalls auf die Untersuchung des Konzessionsverhaltens ausgerichtet war das Laborexperiment von Pruitt/Drews.⁸⁶⁰ In diesem Experiment wurde der Zusammenhang zwischen Verhandlungsausstieg, Zeitdruck sowie dem Konzessions- und Spekulationsverhalten der Teilnehmer untersucht. An dem Experiment nahmen 80 Studierende, die Auszahlungen bis zu 15 Dollar erzielen konnten, teil. Mit diesem Experiment konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Konzessionsraten der beiden Verhandlungspartner festgestellt werden. Vielmehr zeigte sich, dass sich die Teilnehmer in allen Verhandlungen an ein individuelles divergierendes Konzessionsschema hielten. In einem Fragebogen zum Experiment gaben jedoch eine Vielzahl an Teilnehmern an, dass sich das eigene Konzessionsverhalten durchaus am Konzessionsverhalten des anderen Verhandlungspartners orientierte. Auffällig war auch der Zusammenhang zwischen den eigenen Zielen und den geschätzten Zielen des Verhandlungspartners. Die Teilnehmer gingen von einer Spiegelung ihrer eigenen Zielsetzung beim Verhandlungspartner aus. Darüber hinaus konnten die Autoren Indizien dafür finden, dass Spekulationen, definiert als Unterschied zwischen dem Zielwert und dem Gebot eines Verhandlungsführers, in Verhandlungsumgebungen ohne Zeitdruck stärker ausgeprägt angewendet werden als in Situationen mit Zeitdruck.

Nydegger/Owen sammelten in ihrem Laborexperiment Indizien dafür, dass sich die verschiedenen Nash-Axiome tatsächlich im menschlichen Verhalten widerspiegeln.⁸⁶¹ An dem Verhandlungsexperiment nahmen 60 männliche Universitätsstudenten teil, die einen Dollar Antrittsprämie erhielten. Die Aufgabe der Teilnehmer bestand darin, in bilateralen Verhandlungen um die Aufteilung eines Dollars zu verhandeln. Das Verhandlungsergebnis wurde realisiert, das heißt zusätzlich zur Antrittsprämie konnten die Studenten in einer Verhandlung bis zu einem Dollar verdienen. Es durften dabei alle möglichen Informationen ausgetauscht werden. Die insgesamt 30 Verhandlungspaare verhandelten in drei unterschiedlichen Verhandlungsumgebungen: Zehn Verhandlungspaare konnten sich auf eine freie Aufteilung des zusätzlichen Dollars einigen, wohingegen weitere zehn Verhandlungspaare beachten mussten, dass Spieler 1 nicht mehr als 60 Cent erhielt. Der Anteil von Spieler 2 an dem zusätzlichen Dollar konnte hingegen beliebig hoch sein. In der dritten Verhandlungsumgebung verhandelten die Studenten um Chips, die am Ende gegen Geld eingetauscht werden konnten. Während in einer Verhandlung dieses Experiments Spieler 1 mit allen Chips maximal 60 Cent verdienen konnte, war für Spieler 2 ein Betrag von 1,20 Dollar das Zusatzverdienstmaximum bei gleicher Chipzahl. Der Auszahlungsbetrag pro Chip war dementsprechend für beide Spieler unterschiedlich. Alle Verhandlungen endeten mit einer symmetrischen Aufteilung. Unter den beiden ersten Verhandlungsbedingungen erhielt folglich jeder Teilnehmer 50 Cent. Im dritten Verhandlungskontext 40 Cent. Die Auswertung des Laborexperiments basierte ausschließlich auf einer Analyse der Häufigkeiten. Mithilfe dieses Laborexperiments konnten die Nash-Axiome weitgehend bestätigt werden. Lediglich die Dominanz der Gleichheit der Auszahlungen (40 Cent für jeden der beiden Ver-

⁸⁶⁰ Vgl. Pruitt/Drews (1969).

⁸⁶¹ Vgl. Nydegger/Owen (1975).

handlungsteilnehmer) über die Gleichheit der Chip-Anzahl in der dritten Experimentumgebung widerspricht der Nash-Theorie, nach der als Verhandlungsergebnis eine gleiche Aufteilung der Chips und nicht der Auszahlung zu erwarten ist. Unterschiedliche Nutzenfunktionen haben gemäß dieser experimentellen Studie nur einen geringen Einfluss auf das Verhandlungsergebnis und führen zum gleichen Ergebnis wie Verhandlungen zwischen Verhandlungspartnern mit gleichen Nutzenfunktionen.

Noch stärker als bei dem Experiment von Nydegger/Owen spielt die Informationsverteilung in den Experimenten von Roth, Malouf und Murnighan eine Rolle.⁸⁶² In diesen Studien wurden die Informationsverteilungen variiert. In den Laborexperimenten wurden zwischen 76 und 260 Verhandlungsrunden simuliert. Die Teilnehmer verhandelten um Lose einer Lotterie. In diesen Experimenten wurde zwar die Gebotszahl nicht eingeschränkt, die Verhandlungen wurden aber nach zehn Minuten abgebrochen. Die Teilnehmer tauschten unverbindliche Informationen und verbindliche Gebote miteinander aus. Die experimentellen Ergebnisse offenbarten, dass mit zunehmender Vollständigkeit der Information die Wahrscheinlichkeit einer fairen Aufteilung steigt.⁸⁶³ Bei unvollständiger Information erfolgt dagegen die faire Aufteilung eines Ersatzkriteriums, welches in diesem Fall durch Chips repräsentiert wird. Unvollständige Information fördert außerdem Verhandlungsabbrüche. Roth/Murnighan argumentieren, dass in allen drei Studien der festgestellte Einfluss der Information als rational im Sinne der Nutzenmaximierung gewertet werden kann, weil zusätzliche Informationen bei der Verhandlung offensichtlich mitberücksichtigt werden.

Wie bei Chertkoff/Conley spiegelt sich auch in den Ergebnissen von Min et al. die Bedeutung des Anfangsgebots wider.⁸⁶⁴ In insgesamt 94 Verhandlungen, an denen sowohl Studierende als auch Praktiker partizipierten, lag eine symmetrische Verkaufs- und damit Verhandlungssituation vor. Obwohl auch der Einfluss des Geschlechts der Verhandlungspartner, der Zeitdauer und der Teamgröße getestet wurde, konnte nur für das Anfangsgebot ein Einfluss auf das Verhandlungsergebnis festgestellt werden. Dabei bestätigte sich das Ergebnis von Chertkoff/Conley, dass die Distanz zum Zielwert mit dem Verhandlungserfolg korreliert.

Aufbauend auf der infiniten Version des Rubinstein-Spiels⁸⁶⁵ führten Rapoport et al. Laborexperimente mit 18 Studenten durch, die im Durchschnitt ungefähr 14 Dollar verdienten, wobei jeder Spieler an 18 Verhandlungsrunden teilnahm.⁸⁶⁶ Pro Runde sollten ungefähr neun Dollar

⁸⁶² Vgl. Roth/Malouf (1979), Roth et al. (1981) und Roth/Murnighan (1982).

⁸⁶³ Der Fairnessbegriff in dem beschriebenen Experiment ist dem Fairnessbegriff dieser Arbeit, der Fehr/Schmidt (1999), S. 819, und Hoffman et al. (1994), S. 348, folgt und von einem „equal split“ der Bezugsgröße gekennzeichnet ist, ähnlich.

⁸⁶⁴ Vgl. Min et al. (1995) und Chertkoff/Conley (1967).

⁸⁶⁵ Vgl. Rubinstein (1982).

⁸⁶⁶ Vgl. Rapoport et al. (1990).

aufgeteilt werden. Aus diesen 18 Runden wurden drei für die Auszahlung relevante Verhandlungsrunden zufällig nach Experimentende ausgewählt. Jeder Teilnehmer repräsentierte in neun Runden Spieler 1 und in neun weiteren Runden Spieler 2 und verhandelte jeweils mit unterschiedlichen Verhandlungspartnern. Insgesamt wurden drei unterschiedliche Verhandlungsumgebungen eingesetzt. In Verhandlungsumgebung 1 war die induzierte Zeitpräferenz von Spieler 1 größer als die von Spieler 2, in Kontext 2 wurde Spieler 2 zu einer größeren Geduld motiviert und in Umgebung 3 war die Zeitpräferenzfunktion beider Spieler gleich.⁸⁶⁷ Mithilfe dieser Laborexperimente konnten Hinweise auf mögliche Lerneffekte bei asymmetrischer und symmetrischer Zeitpräferenz nach Rubinstein gewonnen werden. Je mehr Verhandlungen der Spieler mit der höheren Geduld führte, desto näher lagen Verhandlungsergebnis und erstes Gebot an dessen Maximum. Bei symmetrischer Zeitpräferenz war ein derartiger Erfahrungseffekt nicht festzustellen. Die Signifikanz des Lerneffekts bei asymmetrischer Zeitpräferenz ermittelten die Autoren mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse für normalverteilte Stichproben.⁸⁶⁸ In einem zweiten Experiment überprüften Rapoport et al. diese Erkenntnisse für einen kleineren Unterschied in der Zeitpräferenz. In diesem zweiten Experiment bestätigten sich die Ergebnisse des ersten Experiments. Die in diesem Experiment angenommene Informationsverteilung bleibt unklar. Auf Grund der ausführlichen Beschreibung des Rubinstein-Spiels, dem vollständige Information zwischen den Akteuren zu Grunde liegt, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass allen Akteuren die Zeitpräferenz des jeweils anderen Akteurs bekannt war. Außerdem wusste jeder der beiden Verhandlungspartner um den maximal erzielbaren Gewinn des Anderen.

In einer weiteren Experimentreihe der gleichen Forschergruppe wurden bei einem ähnlichen Experimentaufbau mit jeweils 36 Studenten und 24 Verhandlungsrunden, davon sechs Runden zur Übung, zwei Laborexperimente durchgeführt.⁸⁶⁹ Die beiden Laborexperimente unterschieden sich lediglich bezüglich der Zeitdiskontwerte. Insgesamt waren die Unterschiede zwischen den Zeitdiskontfaktoren der beiden Verhandlungspartner einer Verhandlung deutlich geringer als beim zuvor beschriebenen Experiment. Im Gegensatz zu diesem konnte in dieser Experimentreihe mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse kein signifikanter Lerneffekt festgestellt werden.⁸⁷⁰ Einzige Auffälligkeit bezüglich der Verhandlungsergebnisse bei unterschiedlichen Zeitdiskontfaktoren ist die Schlechterstellung des Akteurs, der die Verhandlung beginnt. Bei gleichen Diskontfaktoren taucht dieser Effekt nur leicht und zu Gunsten des Erstbieters auf. Das im Vergleich zum vorhergehenden Laborexperiment unterschiedliche Ergebnis ist auf den geringeren Unterschied und das niedrigere Niveau der Zeitdiskontfaktoren zurückzuführen.

⁸⁶⁷ Pro Umgebung ergeben sich also 54 Verhandlungsrunden, insgesamt über alle Umgebungen hinweg 162 Verhandlungsrunden.

⁸⁶⁸ Die Autoren geben keinen Aufschluss über die Ergebnisse von Tests auf Normalverteilung.

⁸⁶⁹ Vgl. Weg et al. (1990). Insgesamt wurden je Experiment 324 Verhandlungsrunden betrachtet, wovon auf jede Diskontfaktorkombination 108 Verhandlungsrunden entfallen.

⁸⁷⁰ Die Autoren geben keinen Aufschluss über die Ergebnisse von Tests auf Normalverteilung.

Beide Eigenschaften der Diskontfaktoren begründen auch die im Vergleich zur vorherigen Experimentreihe lange Verhandlungsdauer. Zusätzlich untersuchten die Autoren die Rationalität von Gegengeboten, falls ein Gebot abgelehnt wurde.⁸⁷¹ Diese konnte in ungefähr 60 Prozent der Fälle festgestellt werden. Außerdem testeten die Forscher, welches der drei Modelle – teilspielperfektes Gleichgewicht, gleiche Teile oder gleiche Auszahlung – das Verhandlungsergebnis am besten prognostiziert. Das teilspielperfekte Gleichgewicht konnte demnach nicht bestätigt werden. Das Verhandlungsergebnis tendierte stattdessen zu einer gleichen Aufteilung des zu verteilenden Geldbetrags. Auch die Vorhersage einer gleichen Auszahlung konnte als gute Prognose bestätigt werden, allerdings nur dann, wenn sich die Diskontfaktoren der Akteure glichen und dementsprechend ein gleicher Geldbetragsanteil mit einer gleichen Auszahlung einherging.

Ein zweiter Schwerpunkt der Forschergruppe um Weg, Zwick, Rapoport und Felsenthal kristallisierte sich Mitte der 1990er Jahre heraus: Die Untersuchung des Einflusses von Ausstiegsmöglichkeiten auf das erste und letzte Gebot einer bilateralen Verhandlung.⁸⁷² In einem Laborexperiment, in dem 36 Studenten in insgesamt zwölf Verhandlungsrunden verhandelten, wobei eine Verhandlungsrunde nach 14 Gebotspaaren abgebrochen wurde, stellten Weg/Zwick fest, dass in Verhandlungsspielen ohne Ausstiegsklausel das Verhandlungsergebnis und auch das erste Gebot an den starken Verhandlungsakteur deutlich näher an dessen Optimalergebnis liegt als in Spielen mit Ausstiegsklausel.⁸⁷³ Obwohl die maximale Gebotszahl auf 28 Gebote oder 14 Gebotspaare festgelegt wurde, zeigten die Verhandlungen, dass auf Grund der Zeitpräferenz diese Beschränkung nur sehr selten direkt wirksam war. Deshalb wird dieses Laborexperiment auch zu den infiniten Experimenten gezählt, obwohl eigentlich ein finiter Horizont vorgegeben ist. Grundlage der experimentellen Verhandlungssituation war wie in den Laborexperimenten zuvor das Rubinstein-Spiel. Den Begriff „starker Akteur“ verwenden die Autoren in diesem Zusammenhang für den Akteur, der einen niedrigeren Diskontfaktor besaß und dem Verhandlungspartner damit hinsichtlich der Geduld überlegen war. Daraus lässt sich folgern, dass durch die Integration von Ausstiegsklauseln in Verhandlungen Machtunterschiede ausgeglichen wurden.⁸⁷⁴

Auf Basis dieser Laborexperimente initiierten Weg et al. ein Experiment, dessen Teilnehmer in einer deutlich komplexeren Verhandlungsumgebung verhandelten.⁸⁷⁵ Jeder Teilnehmer nahm an zwölf Verhandlungsrunden und zwei Testrunden teil. Dabei waren die Entscheidungs-

⁸⁷¹ Rationalität bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das aktuelle Gebot den Bieter besser stellt als das zuvor abgelehnte Gebot des Verhandlungspartners.

⁸⁷² Vgl. Weg/Zwick (1994).

⁸⁷³ Insgesamt bestand die Gesamtheit der Daten aus 216 Verhandlungsrunden, die sich gleichmäßig auf Verhandlungsrunden mit und ohne Ausstiegsklausel verteilen.

⁸⁷⁴ Statistisch wurde dieser Unterschied mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse für die ersten und letzten Gebote einer Verhandlung mit und ohne Ausstiegsklausel belegt.

⁸⁷⁵ Vgl. Weg et al. (1996).

tuationen von jeweils drei Verhandlungsrunden gleich. Ein Teilnehmer verhandelte folglich drei Mal in vier verschiedenen Situationen, die sich durch die Freiwilligkeit, die Wahrscheinlichkeit und die Folgen eines Verhandlungsausstiegs unterschieden. Ein Verhandlungsausstieg musste von einem der beiden Spieler entweder mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 Prozent oder 80 Prozent vollzogen werden. Je nach Entscheidungssituation musste oder konnte ein Teilnehmer die Ausstiegsoption wahrnehmen oder nicht. Bei einem Ausstieg erhielt ein Teilnehmer entweder drei, zwölf oder 24 Dollar. Bei einem erzwungenen Ausstieg lag kein infinites Bargaining-Spiel mehr vor. Dementsprechend sind die bisher vorgestellten Laborexperimente deutlich bedeutender für den Verlauf dieser Arbeit als dieses. Weg/Zwick belegten mit den Experimentergebnissen, dass die Höhe der ersten Gebote abhängig von der Höhe der Auszahlung bei einem Ausstieg ist und dass der Ausstiegszwang zu einem höheren ersten Gebot führt als ein optionaler Ausstieg. Außerdem wurden in diesem Laborexperiment Lerneffekte der Teilnehmer in Abhängigkeit des vorherigen Verhandlungsausgangs und eine Tendenz zu einem transformierten teilspielperfekten Gleichgewicht in komplexen Verhandlungsumgebungen vor allem im Vergleich zu den bislang beschriebenen einfachen bilateralen Verhandlungssituationen nachgewiesen.⁸⁷⁶

5.4.3.3 Bewertung und Zusammenfassung der experimentellen Forschung

Allein die Darstellung der bisher im Kontext des Supply Chain Management vorgestellte oder zur Struktur der Verhandlung im Rahmen des hybriden Verfahrens ähnlichen Laborexperimente besitzt keinen Nutzen, solange keine Schlüsse für das folgende Laborexperiment zur bilateralen Verhandlung gezogen werden oder zumindest ein Transfer der Ergebnisse auf das hybride Verfahren getätigt wird. Die Laborexperimente zum Supply Chain Management auf Basis des Beer Games kennzeichnet gerade im Vergleich zu den bilateralen Verhandlungsexperimenten eine relativ geringe Anzahl an zu Grunde liegenden Datensätzen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in allen vorgestellten Laborexperimenten ein Datensatz aus vier Supply-Chain-Stufen besteht. Wird jede Stufe von einem Teilnehmer repräsentiert, ist eine hohe Anzahl an Teilnehmern für eine große Menge an vergleichbaren Datensätzen notwendig. Einzige Ausnahme stellt hier das Laborexperiment von Anderson/Morrice dar, in dem die Teilnehmer nur eine Supply-Chain-Stufe repräsentierten und das Verhalten auf den anderen Stufen computergestützt simuliert wird. In allen Laborexperimenten wird Machtasymmetrie unterstellt, weil jede Supply-Chain-Stufe ohne Abstimmung mit dem Lieferanten die eigene Bestellmenge abgeben kann und diese dann entsprechend vom Lieferanten umgesetzt wird. Im Gegensatz dazu sind aus der Perspektive des hybriden Verfahrens vor allem Verhandlungen mit symmetrischer Machtverteilung interessant. Deshalb stellen die erläuterten Laborexperimente zwar den Status Quo

⁸⁷⁶ Neuere Veröffentlichungen zu bilateralen Verhandlungen existieren nicht oder sind von geringer Relevanz für diese Abhandlung (vgl. zum Beispiel Zwick et al. (2000)). Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass in der experimentellen Volkswirtschaftslehre in den letzten Jahren eine Tendenz hin zur Analyse von Auktionen und individuellem (Konsumenten-)Verhalten zu erkennen ist.

der experimentellen Forschung im Supply Chain Management auf Basis des Beer Games dar, helfen aber lediglich aus methodischer Perspektive (Umfang, Entlohnung, etc.) bei der Gestaltung des Laborexperiments zum hybriden Verfahren. Die Laborexperimente im Supply Chain Management, die sich auf das Newsvendor-Modell beziehen, stellen in der Regel auf das Bestellverhalten der einzelnen Akteure ab. Dabei wird zumeist die Prognosegenauigkeit der in der Theorie existierenden Modelle überprüft und mögliche Anpassungen getestet, die das Bestellverhalten der Akteure aus theoretischer Sicht verbessern. Die Stichproben sind auf Grund der kurzen Entscheidungszeit der Teilnehmer und der von anderen Akteuren unabhängigen Durchführung vor allem im Vergleich zu den infiniten, bilateralen Verhandlungsexperimenten relativ hoch, obwohl eine Experimentrunde nur zwischen 60 und 90 Minuten andauert. Eine Haupteigentum dieser Laborexperimente ist die Identifizierung des Pull-To-Center-Fehlers: Die von den Teilnehmern festgelegten Bestellmengen liegen zumeist zwischen den Optimalmengen und dem Nachfrageerwartungswert, bei dem die Über- und Unterdeckungsmenge gleich ist. Auch wenn die Entscheidungssituation eine grundlegend andere als in dieser Arbeit ist, lässt sich daraus doch ein Trend zur Mitte von Entscheidungsräumen feststellen. Trotzdem muss auch im Hinblick auf die Newsvendor-Experimente attestiert werden, dass sich die Entscheidungssituation derartig fundamental von der in dieser Arbeit analysierten Situation unterscheidet, dass außer die Tendenz zur Mitte wenig auf die experimentelle Forschung in dieser Arbeit transferiert werden kann. Unter allen Supply-Chain-Management-Experimenten hervorzuheben ist das Experiment von Inderfurth et al., das nicht im Kontext des Newsvendor-Problems durchgeführt wird, sondern wie diese Arbeit auf einer statisch-deterministischen Mengenplanungsumgebung basiert.⁸⁷⁷ Ziel ist auch bei diesem Laborexperiment die Betrachtung eines Verhandlungsprozesses. Folglich kann diese Forschungsarbeit als methodische Vergleichsarbeit dienen. Weil aber eine asymmetrische Machtverteilung und eine finite Verhandlungsdauer unterstellt werden, sowie für das hybride Verfahren wenig relevante Screening- und Signalling-Effekte untersucht werden, können die Ergebnisse nicht in dem für die noch zu definierenden Forschungshypothesen notwendigen Rahmen auf das hybride Verfahren übertragen werden.

Da die Verhandlungssituation des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung einer typischen bilateralen Verhandlungssituation, wie sie in der Volkswirtschaftslehre untersucht wird, gleicht, werden bei der Experimentgestaltung vor allem mit experimentellen Forschungsdesigns im Kontext der bilateralen Verhandlungstheorie Parallelen gezogen. Das Laborexperiment von Siegel/Fouraker bezieht sich zwar auf zwei Verhandlungsobjekte (Nachfrage und Preis) lässt aber erste Rückschlüsse auf den notwendigen Experimentaufbau zu.⁸⁷⁸ Außerdem wird in diesem Laborexperiment die Bedeutung der Abbildung der Informationsverteilung bei bilateralen Verhandlungen deutlich. Erste Indizien für mögliche Ergebnisse und Verhandlungsprozesse einer bilateralen Verhandlung bei symmetrischer Machtverteilung lie-

⁸⁷⁷ Vgl. Inderfurth et al. (2008).

⁸⁷⁸ Vgl. Siegel/Fouraker (1960).

fern die Laborexperimente von Chertkoff/Conley und Nydegger/Owen.⁸⁷⁹ Die Autoren stellen eine klare Tendenz zur Mitte des Ergebnisintervalls fest, allerdings bei vollständiger Information der Teilnehmer. Die Experimentergebnisse von Roth et al. und Roth/Murnighan zeigen, dass die Informationsverteilung für das Verhandlungsergebnis ebenso bedeutsam ist, wie Ersatzkriterien bei unvollständiger Information. Aus den Laborexperimenten der Forschergruppe um Weg, Zwick und Rapoport lassen sich folgende Schlussfolgerungen für das Laborexperiment zum hybriden Verfahren ziehen:⁸⁸⁰

1. Über die Darstellung der Zeitpräferenz ist die Implementierung unterschiedlicher Macht-situationen möglich. Bei gleicher Zeitpräferenz liegt bei sonst kontrollierten und gleichen Bedingungen eine symmetrische Machtverteilung zwischen den Verhandlungsakteuren vor. In diesem Fall ist die Mitte des Ergebnisintervalls eine vernünftige Prognose des Verhandlungsergebnisses.
2. Bei der Aufteilung eines festen Betrags mit Zeitpräferenz der Akteure ist weniger die tatsächliche Auszahlung, die abhängig von der Einigungsperiode ist, als vielmehr der Anteil am Betrag für das Verhandlungsergebnis entscheidend.
3. Ausstiegsoptionen können unterschiedliche Machtpositionen, die durch variierende Zeitpräferenzen entstehen, zumindest teilweise ausgleichen. Entsprechend kann eine Ausstiegsoption bei der experimentellen Implementierung einer symmetrischen Machtverteilung helfen.
4. Je niedriger die vorgegebene Zeitdiskontierung ist, desto höher ist die Gebotszahl pro Verhandlungsrunde. Daraus folgt, dass die persönlichen, nicht künstlich induzierten Zeitpräferenzen der Experimentteilnehmer eine deutlich längere Verhandlungsdauer verursachen als in den Laborexperimenten der Forschergruppe um Weg, Zwick und Rapoport.
5. Die Anfangsgebote sind von Spekulationen geprägt und haben Einfluss auf das Verhandlungsergebnis.
6. Die Informationsverteilung in einer Verhandlungssituation ist bedeutsam für den Ausgang der Verhandlungssituation. Bei unvollständiger Information erlangen Ersatzkriterien eine gewisse Bedeutung.

Trotz dieser Erkenntnisse reichen die bisherigen bilateralen Verhandlungsergebnisse nicht aus, um daraus Erkenntnisse zum hybriden Verfahren abzuleiten. Insbesondere unterscheiden sich die Verhandlungssituationen der aufgeführten Laborexperimente von der Situation der bilateralen Verhandlung im hybriden Verfahren in folgenden Punkten:

⁸⁷⁹ Vgl. Chertkoff/Conley (1967) und Nydegger/Owen (1975).

⁸⁸⁰ Vgl. Weg et al. (1996), Weg/Zwick (1994), Rapoport et al. (1990) und Weg et al. (1990).

1. In allen aufgeführten Experimenten sind mindestens die lokalen Optima der Akteure bekannt, weil der aufzuteilende Betrag bekannt ist. Damit stehen in diesen Experimenten den Akteuren mehr Informationen zur Verfügung als bei der Anwendung des hybriden Verfahrens. Die spieltheoretischen Überlegungen in Abschnitt 5.2 lassen außerdem den Schluss zu, dass unterschiedliche Informationsverteilungen zu unterschiedlichen Verhandlungsergebnissen führen. Zudem stellt diese Situation in der Unternehmenspraxis nicht die Regel dar, weil zur Bestimmung eines lokalen Optimums zum Beispiel bezüglich der Produktionsmenge oder des Preises in der Regel vertrauliche Kosteninformationen notwendig sind.
2. In einigen der zuvor erläuterten Verhandlungsexperimenten wird nicht nur vollständige Information hinsichtlich der lokalen Optima, sondern sogar hinsichtlich aller wichtigen Daten wie zum Beispiel der Zeitpräferenz aller Akteure vorausgesetzt.
3. Wenn Ausstiegsoptionen bei den Verhandlungen mit infinitem Zeithorizont existieren, dann immer in Verbindung mit Anreizen, die eine bestimmte Zeitpräferenz der Teilnehmer fördern sollen. Ausstiegsoptionen sind bei der Abbildung einer symmetrischen Verhandlungssituation jedoch hilfreich, um eine Verhandlungssituation mit symmetrischer Machtverteilung zu implementieren.⁸⁸¹ Gleichzeitig soll keine Zeitpräferenz von außen gefördert werden, um auf Basis des Laborexperiments zum hybriden Verfahren realistische Schlussfolgerungen zur Verhandlungsdauer ziehen zu können.
4. In allen Laborexperimenten wird bei einer sehr hohen Gebotszahl die jeweilige Verhandlungsrunde abgebrochen. Zwar kommt es in den betrachteten Laborexperimenten tatsächlich nur zu sehr wenigen Verhandlungsabbrüchen, aber der Einfluss des möglichen Abbruchs auf das Bieterverhalten ist ungeklärt. In Internal Supply Chains ist ein derartiger, endgültiger Verhandlungsabbruch unrealistisch und widerspricht dem eher infiniten Charakter der Verhandlungssituation.

Einen abschließenden Überblick über die Einordnung der experimentellen Forschung dieser Arbeit in den Forschungskontext liefert Abbildung 5.10. Der schwarze Kreis in der Abbildung kennzeichnet die Position des in den folgenden Abschnitten beschriebenen Experiments. Sowohl die grafische Übersicht als auch die Erläuterung zeigen die Notwendigkeit der Durchführung eines Laborexperiments auf, das die spezifische Verhandlungssituation der Mengenverhandlung im Rahmen des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung berücksichtigt. Damit wird im Folgenden die in der Betriebswirtschaftslehre innovative Methode des Laborexperiments genutzt, um neue Erkenntnisse zur verhandlungsbasierten Losgrößenplanung zu schaffen. Die Literaturlanalyse zeigt, dass die Kombination aus symmetrischer Machtverteilung

⁸⁸¹ Zusätzlich sollte die Machtsymmetrie natürlich durch eine entsprechende Gestaltung der Auszahlungsfunktion geschaffen werden.

lung und unvollständiger Information im Bezug auf Laborexperimente im Kontext des Supply Chain Management in der bisherigen Forschungsarbeit nahezu nicht berücksichtigt wurde.

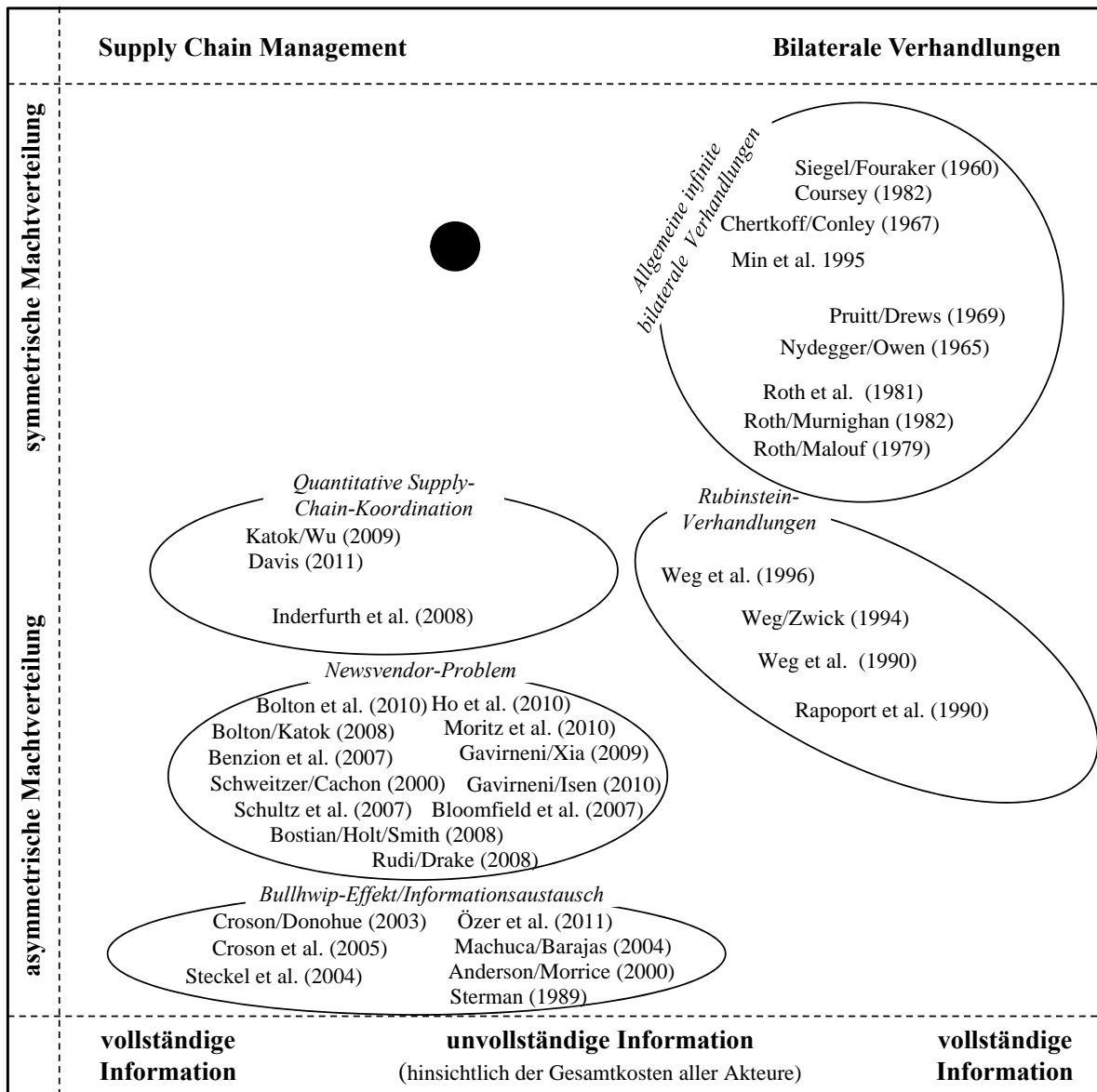


Abbildung 5.10: Literaturüberblick zur experimentellen Forschung in den Bereichen Supply Chain Management und bilaterale Verhandlungen⁸⁸²

5.4.4 Problemkontext und Forschungshypothesen eines Laborexperiments zur Erforschung der Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung

Wie im vorhergehenden Kapitel zur hybriden Losgrößenplanung und auch am Anfang dieses Kapitels deutlich wurde, ist der Verhandlungsprozess und das Verhandlungsergebnis im

⁸⁸² Quelle: Eigene Darstellung.

Rahmen der hybriden Losgrößenplanung bei asymmetrischer Machtverteilung zu Gunsten eines Standorts ableitbar und nachvollziehbar. Unklar stellt sich die Situation bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen der Standorte dar. Um Erkenntnisse zu dieser Situation zu gewinnen, dient ein Laborexperiment, dessen Ablauf dem Ablauf experimenteller Untersuchungen aus Abschnitt 5.4.2.3 folgt. Dementsprechend wird dazu die Problemstellung des Laborexperiments dargestellt, bevor auf das Vorgehen zur Informationsgewinnung eingegangen und schließlich die Informationsauswertung durchgeführt wird. Ziel des Laborexperiments ist es, Erkenntnisse zu Prozess und Ergebnis zwischen dezentralen Standorten zu sammeln. Weil zudem eine Erkenntnis darüber interessant ist, wie sich Verhandlungsprozess und -ergebnis im Rahmen des hybriden Verfahrens im Vergleich zur dezentralen Planung verändern, ist der Anspruch dieses Abschnitts, ein experimentelles Design zu implementieren, das einen einfachen dezentralen Planungsansatz mit den Verhandlungen zwischen den Standorten im Rahmen der hybriden Planung vergleicht. Die Möglichkeit zu Seitenzahlungen werden im Experiment außen vorgelassen, um eine vollständige Fokussierung auf die Mengenverhandlung, den Schritt des Verfahrens, bezüglich dessen die größte Unsicherheit besteht, zu erreichen.⁸⁸³

Das Laborexperiment, auf das sich die nachfolgende Abhandlung bezieht, dient der Überprüfung folgender drei übergeordneter Hypothesen zum Verhandlungsprozess und -ergebnis in bilateralen Verhandlungen bei symmetrischer Machtverteilung.⁸⁸⁴

Hypothese L1: *Die Dauer der bilateralen Verhandlungen zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen hängt positiv mit der Größe des mengenorientierten Ergebnisintervalls zusammen. Das bedeutet: Je größer das mengenorientierte Ergebnisintervall ist, desto länger dauert die Verhandlung.*

Hypothese L2: *Die initialen Gebote einer bilateralen Verhandlung zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen entsprechen den lokal kostenminimalen Losgrößen der Akteure.*

Hypothese L3: *Die Ergebnisse bilateralen Verhandlungen zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen weisen bezüglich ihrer Lage eine Tendenz zur Mitte des relevanten, mengenorientierten Ergebnisintervalls auf.*

⁸⁸³ Nachdem die Seitenzahlungen im sechsten Schritt des hybriden Verfahrens, der Nachverhandlung, nachgelagert zur Mengenverhandlung stattfindet, der Verhandlungsverlauf der Nachverhandlung relativ eingängig ist und die Integration der Nachverhandlung die Komplexität des Experimentsettings erhöht, wird auf die Integration der Nachverhandlung in das Experiment verzichtet.

⁸⁸⁴ Vgl. zur Hypothesenformulierung Lamberti (2001), S. 22, der vor allem die Bedeutung der Vollständigkeit der Hypothesen hervorhebt. Neben dem Untersuchungsgegenstand und dem theoretischen Hintergrund gehört seiner Meinung nach auch das Zielobjekt des Experiments zu den Hypothesen. Die Hypothesen dieser Arbeit wurden entsprechend gestaltet. Weiterhin interessant zu diesem Thema sind die Quellen Ebster/Stalzer (2008), Kornmeier (2007), S. 76–78, und Camerer (2003), S. 34–42.

Die ersten beiden Hypothesen beziehen sich auf den Verhandlungsprozess, wohingegen die dritte Hypothese auf das Verhandlungsergebnis abzielt. Die erste Hypothese dient der Erforschung von Effizienzvorteilen durch die Einschränkung des Ergebnisintervalls. Entsprechend gliedert sich die übergeordnete Hypothese in zwei Hypothesen auf:

Hypothese L1.1: *Die Dauer bilateraler Verhandlungen zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen ist bei dezentralen Verhandlungen positiv mit der Größe des mengenorientierten Ergebnisintervalls korreliert.*

Hypothese L1.2: *Die Dauer bilateraler Verhandlungen zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen kann durch Interventionen, die das mengenorientierte Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten einschränken, verkürzt werden (hybrides Verfahren).*

Hypothese L2 überprüft die sowohl beim hybriden Modell als auch bei zahlreichen dezentralen Modellen unterstellte Annahme, dass die initialen Gebote den lokal kostenminimalen Losgrößen entsprechen, solange eine Situation angenommen wird, in der nur die Bedarfe und die eigene Kostenfunktion bekannt sind.⁸⁸⁵ Mit der experimentellen Analyse von Hypothese L3 werden die Verhandlungsergebnisse untersucht. Um die Ergebnisse situationsübergreifend vergleichbar zu machen, werden sie auf einen bestimmten Bereich normiert. Dazu dient das Konstrukt der relativen Lage einer Losgröße im mengenorientierten Ergebnisintervall aus Abschnitt 4.3.4. Die relative Lage eines Verhandlungsergebnisses q_{sc} kann dabei auf folgende drei unterschiedliche Arten ermittelt werden:

- Die relative Lage $P(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - q_1^*}{q_2^* - q_1^*}$ zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen q_1^* und q_2^* .
- Die relative Lage $P^s(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - q_1^s}{q_2^s - q_1^s}$ zwischen den initialen Geboten der Verhandlung.⁸⁸⁶
- Die relative Lage $P^b(q_{sc}) = \frac{q_{sc} - \tilde{q}_1^b}{\tilde{q}_2^b - \tilde{q}_1^b}$ zwischen den durch eine zentrale Intervention vorgegebenen Grenzlosgrößen.⁸⁸⁷

⁸⁸⁵ Pibernik/Sucky (2008) stellten die nachvollziehbare Annahme auf, dass die lokal kostenminimale Losgröße bei beidseitig unvollständiger Information als Startgebot gewählt wird. Weil bei dieser Informationsverteilung diese Losgröße der einzige herausragende Fokuspunkt ist, wurde diese Annahme auch im Rahmen der Entwicklung des hybriden Verfahrens in Abschnitt 4.3.4 übernommen. Einen Abschnitt zum Anfangsgebot allgemein enthält Lewicki et al. (2011), S. 41–42.

⁸⁸⁶ Hiermit wird dem Fall Rechnung getragen, dass die Teilnehmer die Verhandlung mit einer anderen Menge als der lokal kostenminimalen Losgröße beginnen.

⁸⁸⁷ Vgl. zur relativen Lage zwischen den Grenzlosgrößen die Erläuterung zur Nachverhandlung im Abschnitt 4.3.4.1. Dort wird die Lage zwischen den Grenzlosgrößen in Abhängigkeit von der Machtverteilung definiert.

Naheliegender ist, dass für die Verhandlungsakteure auf Grund der fehlenden Informationen bei Verhandlungen ohne Intervention das Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten für beide Akteure dem relevanten Ergebnisintervall entspricht. Bei Verhandlungen mit zentraler Intervention ist das Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen interessant. Unbestritten besitzt das Ergebnisintervall zwischen den Anfangslosgrößen auch bei Verhandlungen mit zentraler Intervention eine gewisse Bedeutung. Trotzdem wird zunächst bei hybrider Planung die Lage $P^b(q_{sc})$ zwischen den Grenzlosgrößen untersucht. Existieren starke Abweichungen von der zentralen Tendenz, wird in einem nächsten Schritt auch bei hybrider Planung die Lage $P^s(q_{sc})$ zwischen den Anfangslosgrößen analysiert. Ansonsten ist dieser Schritt nicht notwendig, weil dann bereits die Analyse der relativen Lage $P^b(q_{sc})$ eindeutig auf das Ergebnisintervall ΔQ^b zwischen den Grenzlosgrößen hinweist. Durch die Präzisierung der relevanten Ergebnisintervalle ergeben sich folgende beiden Hypothesen aus Hypothese L3.

Hypothese L3.1: *Die Ergebnisse dezentraler, bilateraler Verhandlungen zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen weisen bezüglich ihrer Lage eine Tendenz zur Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls zwischen den initialen Geboten auf.*

Hypothese L3.2: *Die Ergebnisse bilateraler Verhandlungen mit einer einschränkenden zentralen Intervention zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen weisen bezüglich ihrer Lage eine Tendenz zur Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls zwischen den aus der Intervention abgeleiteten Grenzlosgrößen auf.*

Lassen sich die beiden Hypothesen L3.1 und L3.2 bestätigen, dann folgt daraus, dass sich das Ergebnis der Mengenverhandlung bei Verhandlungen mit zentraler Intervention in Richtung der zentralen Intervention verschiebt. Diese Aussage beinhaltet Hypothese L3.3.

Hypothese L3.3: *Die Ergebnisse bilateraler Verhandlungen mit einer einschränkenden zentralen Intervention zur Mengenabstimmung bei symmetrischer Machtverteilung und privaten Kosteninformationen sind im Vergleich zu Verhandlungen ohne zentrale Intervention in die Richtung der zentralen Intervention verschoben.*

Die Forschungshypothesen dienen als Grundlage für die Gestaltung des experimentellen Designs. Zu ihrer Überprüfung ist ihre Operationalisierung notwendig.⁸⁸⁸ Dafür werden aus den Hypothesen abhängige und unabhängige Variablen abgeleitet. Die beiden Hypothesen L1.1 und L1.2 haben die Analyse der Verhandlungsdauer zum Ziel. Die Dauer wird durch eine konkrete Zeitangabe einerseits, die der Zeitdifferenz zwischen der Abgabe der initialen Gebote und der Einigungsvereinbarung entspricht, und der Gebotsanzahl einer Verhandlung andererseits gemessen. Die unabhängige Variable entspricht bei Hypothese L1.1 der Größe des Ergebnis-

⁸⁸⁸ Vgl. Montgomery (2009), S. 14–17.

intervalls zwischen den Startlosgrößen und bei Hypothese L1.2 der Planungsverteilung mit ihren Ausprägungen „hybrid“ und „dezentral“. Mit Hypothese L2 wird die Beziehung zwischen der lokal kostenminimalen Loggröße eines Akteurs und dem initialen Gebot untersucht. Die abhängige Variable hinsichtlich dieser Hypothese ist die mengenorientierte Abweichung der initialen Gebote von der lokal kostenminimalen Losgröße. Bewusst variiert werden die lokal kostenminimalen Losgrößen. Die abhängigen Variablen der Hypothesen L3.1, L3.2 und L3.3 werden bereits aus der Hypothesenformulierung leicht ersichtlich: Die abhängige Variable der Hypothese L3.1 entspricht der relativen Lage P^s des Verhandlungsergebnisses q_{sc} im Ergebnisintervall zwischen den Startlosgrößen. Die relative Lage P^b einer Losgröße im eingeschränkten Ergebnisintervall zeigt als abhängige Variable der Hypothese L3.2 die Position einer Losgröße zwischen den Grenzlosgrößen an. Aus Forschungshypothese L3.3 folgt als abhängige Variable erneut die relative Lage zwischen den Startlosgrößen. Als unabhängige Variablen werden im Hinblick auf die beiden Hypothesen L3.1 und L3.2 die lokalen Kostenfunktionsparameter variiert und im Hinblick auf die dritte Hypothese sowohl die Planungsverteilung als auch die Kostenfunktionsparameter bewusst geändert. Das Verhalten der abhängigen Variable bei einer Veränderung der unabhängigen Variablen ermöglicht Rückschlüsse auf die in der Hypothese dargestellten Zusammenhänge. Die drei Hypothesen zur übergeordneten Hypothese L3 implizieren für die unterstellte Entscheidungssituation bei symmetrischer Machtverteilung, dass die relative Lage des Verhandlungsergebnisses nur davon abhängt, ob eine hybride oder eine dezentrale Planungsverteilung vorliegt. Relativ unabhängig ist die relative Lage der Verhandlungsergebnisse dagegen von konkreten Ausprägungen der Kostenfunktionsparameter wie dem Rüstkostensatz cs_{ps} oder dem Lagerkostensatz ch_{ps} .

Die Überprüfung der Zusammenhänge zwischen Verhandlungsdauer und Ergebnisintervallgröße, Verhandlungsdauer und Planungsverteilung, Verhandlungsergebnis und Kostensituation, sowie zwischen Verhandlungsergebnis und Planungsverteilung kann nur dann zielgerichtet erfolgen, wenn Störvariablen ausgeschaltet oder zumindest neutralisiert werden können. Mögliche Störvariablen wurden bereits zuvor im Abschnitt 5.4.2.2 zu den Gefahren der Forschungsqualität eingeführt. Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Laborexperiment sind fünf entscheidende Störfaktoren hervorzuheben:

1. Nicht-zufällige Einteilung der Experimentteilnehmer in Kontroll- und Treatmentgruppen, die unterschiedliche, für die Hypothesen relevante Ergebnisse auch ohne Variation der unabhängigen Variablen verursachen (Validität).
2. Nicht-zufällig ausgewählte Kostenfunktionsparameter, die das hybride Verfahren gezielt bevorzugen oder benachteiligen (Validität).
3. Fehlende Interessenkongruenz zwischen den Experimentteilnehmern und der unterstellten Entscheidungssituation in der Realität (Validität).

4. Fehlende Objektivität durch einen starken Einfluss der Untersuchungsleiter während der Experimentdurchführung und durch eine subjektive Herangehensweise bei der Auswahl der Experimentteilnehmer und der Experimentauswertung.
5. Fehlende Reliabilität auf Grund einer geringen Teilnehmerzahl und einer geringen Anzahl unterschiedlicher Kostensituationen.

Vor allem diesen fünf Gefahren muss mit dem Experimentdesign begegnet werden.

5.4.5 Informationsgewinnung im Rahmen des Laborexperiments

5.4.5.1 Konzeption

Die Gestaltung des Experimentdesigns muss darauf zielen, eine Experimentsituation zu schaffen, die eine valide, reliable und objektive Untersuchung der Forschungshypothesen sicherstellt. Die Gefahr, dass Kontroll- und Treatmentgruppen jeweils homogen im Hinblick auf ein anderes experimentell relevantes Merkmal sind (*Hauptgefahr 1*), sich in diesem Merkmal aber stark voneinander unterscheiden, wird durch die Randomisierung der Gruppenzuordnung der Experimentteilnehmer und durch das Within Subject Design, bei dem eine Person sowohl der Kontroll- als auch der Treatmentgruppe angehört, gebannt.⁸⁸⁹ Im vorliegenden Laborexperiment könnte diese Gefahr zum Beispiel hinsichtlich der Risikoeinstellung der Teilnehmer bestehen. Vorstellbar ist, dass risikofreudige Teilnehmer im Vergleich zu eher risikoscheuen Studierenden zögerlich Konzessionen gewähren. Dies könnte zu einer Verlängerung des Verhandlungsprozesses führen. Eine Kontrollgruppe, die aus ausschließlich risikofreudigen Teilnehmern besteht, könnte dann bei einer Treatmentgruppe mit ausschließlich risikoaversen Personen jegliche Zeiteffekte der hybriden Planung egalisieren. Dem wird im vorliegenden Laborexperiment mit einem Within Subject Design begegnet. Darüber hinaus werden durch das Within Subject Design bei gleicher Teilnehmerzahl Lern- und Wiederholungseffekte reduziert.⁸⁹⁰ Jeder Experimentteilnehmer verhandelt sowohl in dezentralen als auch in hybriden Planungsumgebungen. Um den Effekt realistisch messen zu können, müssen beide Verhandlungen unter genau den gleichen Bedingungen stattfinden. Genau das ist aber nicht möglich. Gleiche Kostenwerte bei beiden Verhandlungen führen zu hohen Erfahrungseffekten. Das kann an einem Beispiel deutlich gemacht werden: In einer Verhandlung zwischen zwei Akteuren tritt

⁸⁸⁹ Vgl. Koschate (2008), S. 118, und Friedman/Sunder (1994), S. 25. Ausführungen zur Randomisierung sind bei Westermann (2000), S. 310–318, und Sarris (1998), S. 188, zu finden.

⁸⁹⁰ Dies kann anhand eines Beispiels deutlich gemacht werden: Bei 100 Teilnehmern und vier Verhandlungsrunden pro Teilnehmer würde bei einem Between Subject Design jeder Teilnehmer vier Verhandlungsrunden im gleichen (Kontroll- oder Experimental-)Setting nacheinander spielen. Beim Within Subject Design würden die Settings dagegen abgewechselt werden. Der Lerneffekt ist im Within Subject Design zum einen wegen der Kombination der Settings und zum zweiten wegen der geringen Rundenzahl pro Settings über das gesamte Experiment hinweg niedriger.

Akteur 1 für die Losgröße 100 Stück ein und Akteur 2 für die Losgröße 200 Stück. Nach langer Verhandlung einigen sich die Akteure auf eine Losgröße von 150 Stück und verhandeln anschließend mit genau den gleichen Losgrößen in einer hybriden Umgebung. Unzweifelhaft beeinflusst dabei der ursprüngliche Verhandlungsprozess das Verhandlungsergebnis der zweiten, jetzt hybriden Verhandlung. Ein Experimentdesign, das ausschließlich auf einem Within Subject Design basiert, ist deshalb nicht zielführend. Für die vorliegende Untersuchung wird eine Kombination aus Within Subject Design und Between Subject Design gewählt: Mithilfe des Within Subject Designs werden alle Störfaktoren, die durch den Wechsel des Experiment-subjekts bedingt sind, eliminiert. Dafür wird ein Wechsel der Kostenfunktionsparameter zwischen Kontroll- und Treatmentverhandlung in Kauf genommen. Mithilfe des Between Subject Designs werden mögliche Einflüsse wechselnder Kostenfunktionsparameter auf das Ergebnis kontrolliert, weil zu jeder Kostenfunktion sowohl hybrid als auch dezentral verhandelt wird. Mögliche systematische Unterschiede zwischen Kontroll- und Treatmentgruppe können nicht komplett ausgeschlossen werden. Allerdings erlaubt das Within Subject Design, dass jeder Teilnehmer sowohl eine dezentrale als auch eine hybride Verhandlung durchführt. Auch das Between Subject Design ist so gestaltet, dass für eine Kostenfunktion ein Teilnehmer dezentral verhandelt und damit bezüglich dieser Kostenfunktion der Kontrollgruppe angehört. In einer anderen Kostensituation agiert er hingegen in einer hybriden Umgebung. Die Lerneffekte sollen bei diesem Experiment eliminiert werden, indem zum einen der Stand an verhandlungsrelevantem Wissen der Teilnehmer durch die schriftliche Einführung homogenisiert wird und zum anderen durch eine entsprechende Randomisierung der Kostensituationen für ein Verhandlungspaar der Wissensaufbau bezüglich der Kostensituation des Verhandlungspartners unmöglich wird. Zusätzlich kann die Reihenfolge der Entscheidungssituationen für einen Teilnehmer Erfahrungseffekte verursachen. Um diese zu vermeiden, wurde sichergestellt, dass im gesamten Experiment jeder Verhandlungsübergang gleich häufig vorkommt.⁸⁹¹ Aus der Perspektive eines Teilnehmers gleicht das Experimentdesign auf Grund der Variation der Kostenfunktionen einer Static Group Comparison.⁸⁹²

Mithilfe der Randomisierung der Kostenfunktionen wird ein weiterer bedeutender Störfaktor kontrolliert: Die systematische Verzerrung des Verhandlungsergebnisses durch eine für die hybride Planung günstige oder ungünstige Auswahl von Kostenfunktionen. Die Kostenfunktionen bestimmen die Auszahlung und die Losgröße und stellen damit den Haupteinflussfaktor auf die Gebote der Teilnehmer dar. Jeder Teilnehmer repräsentiert in jeder Verhandlung einen Standort

⁸⁹¹ Zur Schaffung einer gleichen Anzahl pro Übergangsart wurde ein gemischt-ganzzahliges Optimierungsmodell mit der Software Lingo 11.0 gelöst (vgl. Anhang A3). Als Übergangsart wurden die Planungsverteilungskombinationen hybrid-hybrid, dezentral-dezentral, dezentral-hybrid und hybrid-dezentral definiert.

⁸⁹² Dieses Design ist notwendig, weil ein Pretest Posttest Control Group Design die Verhandlung eines Teilnehmers zur gleichen Kostenfunktion mit dem gleichen Verhandlungspartner einmal bei hybrider und einmal bei dezentraler Planungsverteilung erfordern würde. Für diesen Fall können aber sehr starke Erfahrungseffekte angenommen werden. Um die damit verbundene Verzerrung von Ergebnissen zu vermeiden, wurde das beschriebene Design ausgewählt (vgl. Homburg/Krohmer (2009), S. 267–274, oder Campbell/Stanley (1963), S. 13–31).

und damit eine Kostenfunktion. Die Kostenfunktionen orientieren sich an den lokalen Kostenfunktionen des oben eingeführten Modells und damit an der globalen Kostenfunktion von Banerjee.⁸⁹³ Für eine vollständige Randomisierung der Kostenfunktion werden alle Parameter der Kostenfunktion zufällig ausgewählt.⁸⁹⁴ Zur Definition der Rüstkostenparameter der Kostenfunktion wird eine Zufallszahl zwischen zehn und 10000 erzeugt. Die Produktionsrate ist für den Bereich zwischen 100 und 100000 definiert. Die Nachfrage nimmt Werte zwischen einem Prozent und 99 Prozent der Produktionsrate an. Der Lagerkostensatz wird zufällig zwischen 1000 als Maximalwert und dem Minimum 0,1 ausgewählt.⁸⁹⁵ Ebenfalls zufällig zugewiesen wird die Rolle eines Akteurs in der Supply Chain. Je nachdem, ob ein Teilnehmer die Rolle eines Lieferanten oder Abnehmers vertritt, ändert sich die Kostenstruktur.⁸⁹⁶ Die Zuweisung der Kostenfunktionen zu einer Verhandlung und damit zu zwei Experimentteilnehmer-IDs wird im Vorfeld der Experimentdurchführung ebenfalls zufällig vollzogen. Jedem Teilnehmer wird per Zufallsauswahl die Teilnehmer-ID zugeordnet. Die Kombination aus Experimentteilnehmer und zufällig generierter Kostenfunktion ist dementsprechend komplett randomisiert. Dadurch werden alle potenziellen Störeinflüsse, die in einer systematischen Auswahl der Kostenfunktionen begründet sind, eliminiert.

Von großer Bedeutung für das hybride Verfahren sind die Grenzlosgrößen. Diese hängen von der Kompetenz der Zentralstelle ab. Grundsätzlich können drei Arten von durch Grenzlosgrößen eingeschränkten Ergebnisintervallen unterschieden werden:

- Sehr weit gefasste eingeschränkte Ergebnisintervalle, die nur einen kleinen Teil des ursprünglichen Ergebnisintervalls zwischen den initialen Geboten ausschließen.
- Sehr eng gefasste eingeschränkte Ergebnisintervalle, die auf einer guten Einschätzung der Zentralstelle fundieren und das Intervall der Verhandlungsergebnisse stark einschränken.
- Eingeschränkte Ergebnisintervalle, die das ursprüngliche Ergebnisintervall mittelstark einschränken.

Das größte eingeschränkte Ergebnisintervall umfasst trivialerweise das komplette ursprüngliche Ergebnisintervall zwischen den beiden initialen Geboten und gleicht damit einer dezentralen Verhandlungsumgebung. Eher wenig Auswirkungen auf die Lage ist ebenso bei einer

⁸⁹³ Vgl. Banerjee (1986).

⁸⁹⁴ Zur Generierung von Zufallszahlen wurde der Zufallszahlengenerator von <http://www.random.org> eingesetzt.

⁸⁹⁵ Wertegrenzen für die Parameter des integrierten Losgrößenplanungsmodells sind in der Literatur in Zusammenhang mit Simulationsstudien bereits festgelegt worden. Die hier gewählten Losgrößen lehnen sich an die Wertebereiche in Glock (2009), S. 206–207, und Völkl (2006), S. 141–143, an oder übersteigen diese sogar. Sie gleichen den Wertebereichen der Simulationsstudie in Abschnitt 5.3.

⁸⁹⁶ Vgl. Abschnitt 4.3.2.

Bereichseinschränkung zu erwarten, die an beiden Grenzen eine symmetrische Einschränkung vornimmt. Die Lage des Verhandlungsergebnisses bei einem eingeschränkten Ergebnisintervall zwischen 120 Stück und 280 Stück dürfte kaum von einem ursprünglichen Ergebnisintervall zwischen 100 Stück und 300 Stück abweichen. Interessant ist ein solcher Fall zwar für die Überprüfung der ersten beiden übergeordneten Hypothesen zur Verhandlungsdauer und dem initialen Gebotsverhalten, aber nicht für die Überprüfung der dritten übergeordneten Hypothese zur Lage der Ergebnislosgröße. Deshalb werden stattdessen Fälle erzeugt, bei denen der Unterschied zwischen der dezentralen Verhandlung und dem hybriden Verfahren größtmöglich ist. Der eingeschränkte Bereich liegt dann nicht zentral im ursprünglichen Ergebnisintervall, sondern an einem Ende des ursprünglichen Intervalls. Eine weite Einschränkung wird durch den Bereich zwischen der Losgröße bei null Prozent des ursprünglichen Ergebnisintervalls, also dem initialen Gebot von Standort 1, und 75 Prozent repräsentiert. Eine mittlere Einschränkung ist bei einem eingeschränkten Ergebnisintervall zwischen den Losgrößen bei null Prozent und 50 Prozent des ursprünglichen Intervalls gegeben. Das ursprüngliche Ergebnisintervall wird schließlich sehr stark eingeschränkt, wenn die Grenzlosgrößen der Anfangslosgröße von Standort 1 und der Losgröße bei 25 Prozent des ursprünglichen Ergebnisintervalls gleichen. Mit dieser Vorgabe wird eine Einschränkung der Randomisierung vorgenommen (vgl. Abbildung 5.11).

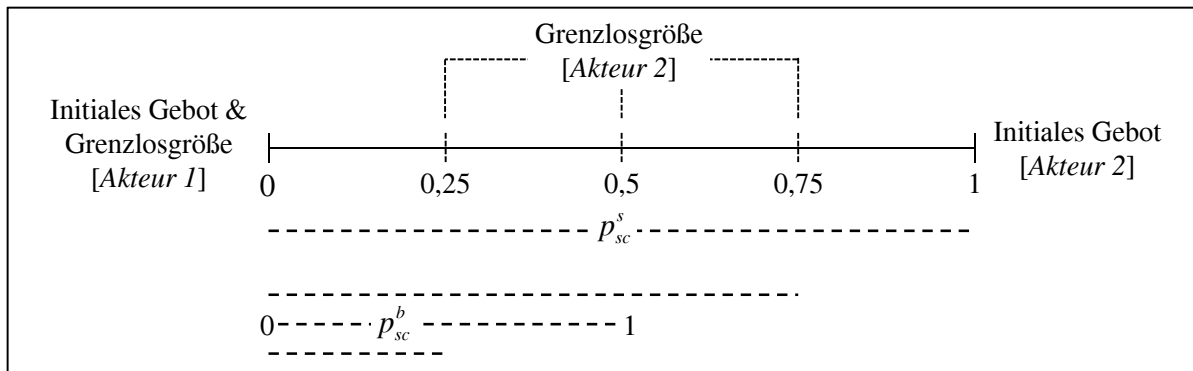


Abbildung 5.11: Einschränkung des Ergebnisintervalls durch zentrale Intervention⁸⁹⁷

Ohne diese Einschränkung ist Hypothese L3.3 jedoch nicht überprüfbar. Diese Hypothese bezieht sich auf die Veränderung des Bezugsbereichs der Verhandlung. Das heißt, es wird mit dieser Hypothese und teilweise auch schon mit Hypothese L3.2 im Vergleich zu Hypothese L3.1 überprüft, ob das eingeschränkte Ergebnisintervall als neues Ergebnisintervall unabhängig von den initialen Geboten akzeptiert wird oder das ursprüngliche Ergebnisintervall im hybriden Verfahren Einfluss auf den Verhandlungsprozess und vor allem auf die Lage des Verhandlungsergebnisses besitzt. Zur Analyse dieser Fragestellung ist es notwendig, dass sich das eingeschränkte Ergebnisintervall möglichst stark von dem ursprünglichen Ergebnisintervall unterscheidet und dabei mögliche Größenvariationen berücksichtigt werden. Die Unter-

⁸⁹⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

suchung der Hypothesen L3.1 und L3.2 kann von der Lage des eingeschränkten Ergebnisintervalls unabhängig erfolgen. Die größtmögliche Differenz wird zwischen eingeschränktem und ursprünglichem Ergebnisintervall mithilfe der asymmetrischen Lage des eingeschränkten Ergebnisintervalls erzielt. Um inter-personelle Unterschiede zu kontrollieren, führt jeder Teilnehmer jede der drei hybriden Verhandlungsarten durch. Damit gleichzeitig sichergestellt ist, dass jede Kostenfunktion einmal in einer dezentralen Umgebung und einmal in einer hybriden Umgebung angewendet wird, verhandelt jeder Verhandlungsteilnehmer dreimal in einer dezentralen Umgebung. Dementsprechend partizipiert jeder Experimentteilnehmer an insgesamt sechs Verhandlungen. Die Zuordnung der Kostenfunktionen zu einem Experimentteilnehmer innerhalb einer Gruppe – dezentral, hybrid 25 Prozent, hybrid 50 Prozent und hybrid 75 Prozent – ist ebenso zufällig wie die Zuordnung der lokal kostenminimalen Losgröße, die nicht vom Ergebnisintervall ausgeschlossen wird (vgl. Abbildung 5.12).

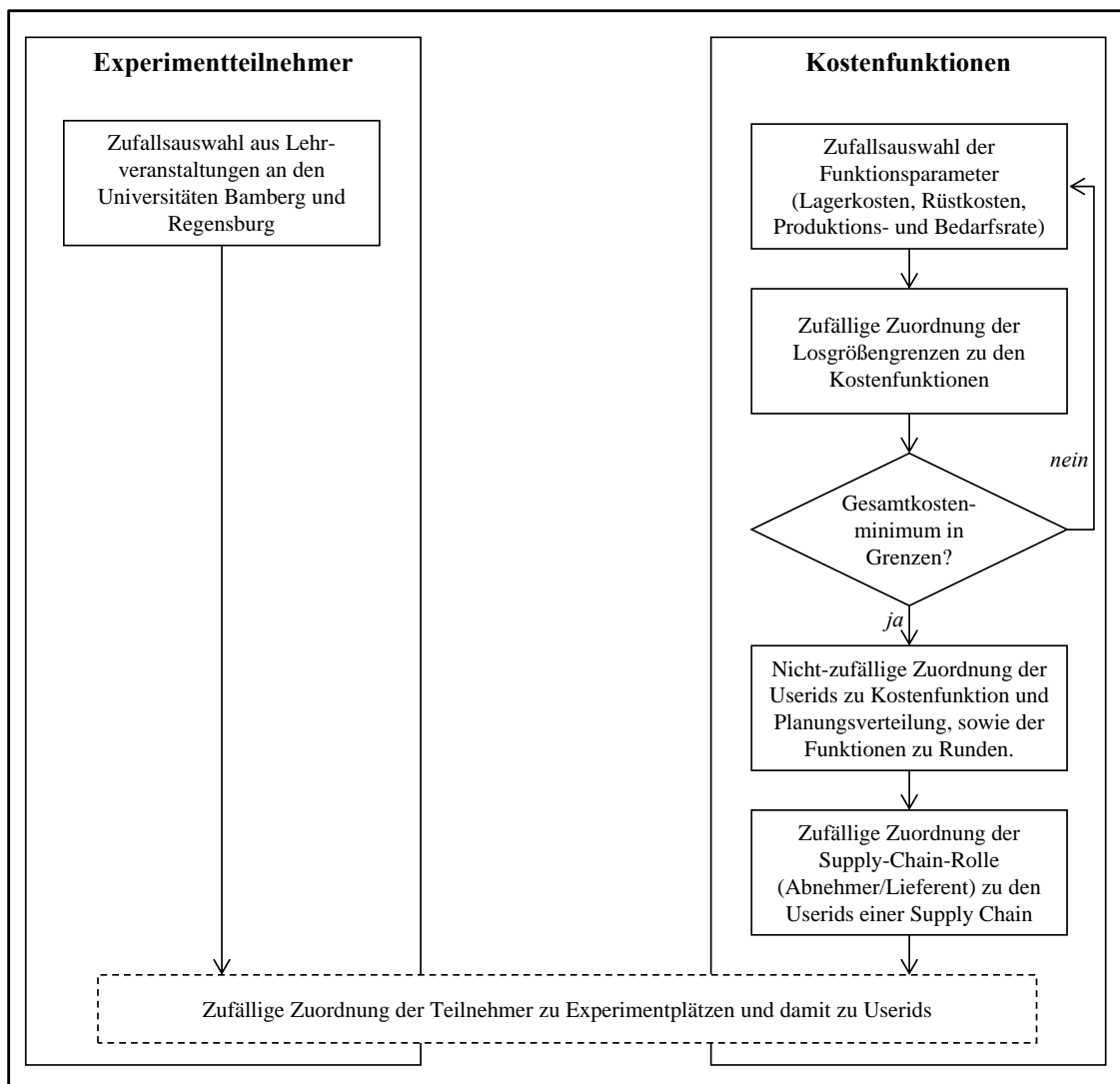


Abbildung 5.12: Randomisierung der Kostenfunktionsgenerierung und der Teilnehmerauswahl zur Kontrolle von Störvariablen⁸⁹⁸

⁸⁹⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

Bei sechs Verhandlungsrunden ist anzunehmen, dass sich – trotz Testrunden vor den relevanten Verhandlungsrunden – das Verhandlungsverhalten der Teilnehmer in den ersten Verhandlungen von dem in den letzten Verhandlungen auf Grund von Erfahrungseffekten oder Ermüdungserscheinungen unterscheidet. Außerdem könnte ein gewisser Einfluss der Umgebungsübergänge eine Rolle spielen. Um diesen, das Ergebnis verzerrenden Einfluss zu eliminieren, wird für jedes Verhandlungspaar die Reihenfolge der verschiedenen Verhandlungsumgebungen so bestimmt, dass die Anzahl der Verhandlungsübergänge für jede Übergangsfolge gleich ist.⁸⁹⁹ Nachdem die Verhandlungsdauer eine abhängige Untersuchungsvariable darstellt, ist zudem darauf zu achten, dass für die Verhandlung ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Deshalb wird auf eine Zeitvorgabe für jede Verhandlung und damit auf eine Taktung aller Verhandlungen verzichtet. Grundsätzlich wird den ersten beiden Hauptgefahren für die Güte der Untersuchung vor allem mit Randomisierung begegnet. Die Randomisierung beinhaltet die Zufallsauswahl der Kosten-, Nachfrage- und Produktionsparameter sowie die zufällige Zuordnung von Kostensituationen, Supply-Chain-Rolle und Kostennachteilen auf Grund der zentralen Intervention zu den Experimentteilnehmern.⁹⁰⁰

Bislang wurden Maßnahmen zur Steigerung der internen und der Konstruktvalidität im Untersuchungsdesign berücksichtigt. Auf die externe Validität, also die Abbildung einer realen Entscheidungssituation, wurde bisher wenig geachtet. Dies ändert sich mit der Integration der dritten Hauptgefahr in die Betrachtungen.⁹⁰¹ Die Ergebnisse des Laborexperiments besitzen nur dann eine Berechtigung, wenn sie eine zwar isolierte und deshalb vereinfachte, aber dennoch in der betrieblichen Praxis existierende Verhandlungssituation abbilden. Im vorliegenden Fall ist das Experiment im Kontext der Mengenverhandlung zwischen zwei Standorten anzusiedeln, die innerhalb eines Unternehmens in Lieferbeziehungen miteinander stehen. Die Praxisrelevanz des Themas wurde bereits in den Kapiteln 1 bis 3 gezeigt. Um derartige Situationen realitätsgetreu abzubilden und vor allem eine Interessenkongruenz zwischen den Entscheidern der Realität und den Experimentteilnehmern zu schaffen, müssen Anreize implementiert werden, die die Experimentteilnehmer dazu bewegen, als Verhandlungsziel die Durchsetzung kostenminimaler Mengen anzunehmen. Wie in Kapitel 4 erläutert, kann die Optimalität der Losgröße von diversen qualitativen und quantitativen Faktoren abhängen. Das hybride Verfahren fundiert auf der in der Theorie weit verbreiteten Annahme, dass sich Optimalität in niedrigen Kosten äußert. Je nach angenommener Kosten- und Materialflussstruktur verändert sich die

⁸⁹⁹ Als Übergangsfolgen werden alle vier möglichen Kombinationen aus der Planungsverteilung von zwei Verhandlungsrunden berücksichtigt. Die daraus resultierende Rundenreihenfolge für einen Akteur wurden mithilfe des Lingo-Modells aus Anhang A3 ermittelt. Dies führt dazu, dass hinsichtlich der Verhandlungspaar-kombination 14 Akteure gemeinsam betrachtet werden und deshalb eine Untergruppe in der Grundgesamtheit bilden. Insgesamt wurden acht derartige Untergruppen betrachtet.

⁹⁰⁰ Die Parallelisierung als zweite häufig genannte Methode entspricht der bewussten Zuordnung von Individuen zu Gruppen. Diese Methodik eignet sich vor allem bei sehr kleinen Stichproben und ist deshalb für das vorliegende Laborexperiment nicht relevant (vgl. Ebster/Stalzer (2008), S. 207, Westermann (2000), S. 310–318, Friedman/Sunder (1994), S. 21–23, und Sarris (1998), S. 189).

⁹⁰¹ Vgl. Abschnitt 5.4.4.

kostenminimale Menge. Um die Konsistenz zu wahren, wird für das Laborexperiment wie für das hybride Verfahren die Kostenstruktur für eine Supply Chain von Banerjee übernommen.⁹⁰² Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass grundsätzlich der Verhandlungsablauf auf alle möglichen Situationen übertragen werden kann, in denen eine Zentralstelle das Ergebnisintervall einschränkt und in denen eine reine Mengenverhandlung ohne Ausgleichszahlung vorliegt. Auf Basis dieser Kostenstruktur wird die Teilnehmersauszahlung festgesetzt. Mit der Gestaltung der Auszahlungsfunktion muss erreicht werden, dass jeder Experimentteilnehmer die eigene kostenminimale Losgröße zu etablieren versucht. Zwar ist in der Unternehmenspraxis der Zusammenhang aus kostenminimaler Losgröße und Belohnung in der Regel kurzfristig nicht gegeben, weil Gehaltsauszahlungen eher an mittelfristige Ziele gebunden sind. Dennoch ist das Interesse eines Planers an lokal kostenminimalen Plänen unbestritten, um mittel- bis langfristig monetäre und nicht-monetäre Belohnung für die Aufgabenerfüllung zu erlangen. Diese Anforderung wird über die Verknüpfung aus den durch die Losgröße induzierten Kosten und der Auszahlung über eine kostenabhängige Auszahlungsfunktion realisiert. An jede Auszahlungsgeldeinheit wird ein Kostenbetrag geknüpft. Dadurch spiegelt sich der lokale Kostenverlauf direkt in der Auszahlung wider. Verbunden wird diese Anforderung mit der Schlussfolgerung, dass ein negativer variabler Auszahlungsbestandteil im Ergebnisintervall zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen vermieden werden sollte. Das schlechteste berücksichtigte Ergebnis liegt bei der lokal kostenminimalen Losgröße des Verhandlungspartners. Der Kostenbetrag pro Auszahlungsgeldeinheit $ca_{k,n}$ eines Experimentteilnehmers k und damit eines Standorts in einer Verhandlungsrunde n wird deshalb aus der Differenz des lokalen Kostenmaximums, das im Experiment bei der kostenminimalen Losgröße des Verhandlungspartners liegt und bei dem der Auszahlungsanteil null beträgt, und des lokalen Kostenminimums berechnet. Die Division der Differenz durch die in einer Verhandlungsrunde n maximal von einem Teilnehmer erzielbare variable Auszahlung $\pi_{k,n}^{max}$ resultiert in Gleichung (5.7):

$$ca_{k,n} = \frac{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{ps,k}^*)}{\pi_{k,n}^{max}} \quad (5.7)$$

Die maximale Auszahlung ist an einen Gesamtauszahlungsreferenzwert gekoppelt, mit dem das grobe Auszahlungsniveau vorgegeben wird. Als Referenzpunkt wird das Supply-Chain-Optimum gewählt. Der Referenzwert beträgt 15 Euro. Dies bedeutet, dass die Summe der Auszahlungen $(\pi_1 + \pi_2)^r$ beim globalen Kostenminimum q_{sc}^* zwischen den beiden lokal kostenminimalen Losgrößen den Wert 15 Euro erreicht. Damit kann der variable Auszahlungsanteil $\pi_{k,n}^{max}$ eines Experimentteilnehmers in Verhandlungsrunde n , falls er seine eigene lokal kostenminimale Losgröße durchsetzt, abgeleitet werden. $ca_{k,n}^{max}$ entspricht dem Quotienten aus der maximalen variablen Gesamtauszahlung an beide Teilnehmer und der Summe aus den relati-

⁹⁰² Vgl. Banerjee (1986).

ven lokalen Kosten $\check{C}_{ps,k}$ des Standorts ps von Teilnehmer k bei der global kostenminimalen Losgröße.⁹⁰³

$$\pi_{k,n}^{max} = \frac{(\pi_1 + \pi_2)^r}{\check{C}_{1,k}^{LS}(q_{sc}^*) + \check{C}_{2,k}^{LS}(q_{sc}^*)} \quad (5.8)$$

mit

$$\check{C}_{ps,k}^{LS}(q_{sc}) = \frac{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc}^*)}{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{ps,k}^*)} \quad (5.9)$$

Mithilfe der Gleichungen (5.7) bis (5.9) ist die Bestimmung der Auszahlung für jede beliebige Losgröße im Ergebnisintervall zwischen den lokal kostenminimalen Losgrößen möglich. Dazu wird die lokale Kostenersparnis eines Verhandlungsteilnehmers beim Verhandlungsergebnis im Vergleich zu den lokalen Kosten bei der lokal kostenminimalen Losgröße des Verhandlungspartners berechnet und durch den Kostenbetrag pro Auszahlungsgeldeinheit dividiert. Die Differenz im Zähler entspricht der Verhandlungsleistung des Experimentteilnehmers, weil sie die kostenbasierte Distanz zwischen Verhandlungsergebnis und dem für den Verhandlungspartner bestem Ergebnis darstellt. Gleichzeitig wird so sichergestellt, dass der Anteil der variablen Auszahlung bei jedem Verhandlungspartner genau dann null ist, wenn der Verhandlungspartner sein aus lokaler Kostenperspektive bestes Ergebnis erzielt und damit die Verhandlungsleistung nur dem Beitrag zur Erzielung einer Einigung entspricht. Außerdem gleicht die Wölbung der Kostenfunktion der Wölbung der Auszahlungsfunktion. Durch die Normierung des Supply-Chain-Kostenminimums wird zusätzlich sichergestellt, dass mögliche Machtasymmetrien durch unterschiedliche Kostenlevel ausgeglichen werden. Um alle diese Eigenschaften zu erreichen, muss die Auszahlung pro Experimentteilnehmer und Verhandlungsrunde für eine Losgröße q_{sc} mathematisch wie folgt ausgedrückt werden:

$$\Pi_{k,n} = \frac{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc})}{ca_{k,n}} \quad (5.10)$$

Weil außerdem negative Auszahlungen vermieden werden, um kein Anreizproblem zu schaffen, lautet die gesamte Auszahlungsfunktion eines Teilnehmers für eine Verhandlungsrunde:

$$\Pi_{k,n} = \begin{cases} \frac{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc})}{ca_{k,n}}, & \text{für } C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc}) \geq 0 \\ 0, & \text{für } C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc}) < 0 \end{cases} \quad (5.11)$$

⁹⁰³ Nach dem Experiment wurden allen Teilnehmern mindestens fünf Euro ausbezahlt, um einen Anreiz zur Teilnahme an weiteren Experimenten zu schaffen. Von dieser Mindestauszahlung wussten die Teilnehmer vor und während des Experiments nichts. Außerdem wurde analog zu dem in der Experimentanleitung beschriebenen Vorgehen (vgl. Anhang A4) eine für die Auszahlung relevante Runde per Zufall aus den sechs Verhandlungsrunden ausgewählt.

Damit sind die notwendigen Gleichungen für die Berechnung der Auszahlungen im Rahmen von Verhandlungen in dezentraler Planungsumgebung festgelegt. Das Auszahlungssummenmaximum ist in dem Punkt gegeben, bei dem beide Akteure die gleiche Auszahlung erhalten. Die relative Lage der Auszahlungssummenmaxima ist im Experiment wie auch die Lage der globalen Kostenminima deutlich kleiner als 0,5. Im hybriden Verfahren müssen zusätzlich Anreize zur Einhaltung der Grenzen gesetzt werden. Im Rahmen von experimentellen Verhandlungen in einer hybriden Planungsumgebung werden Auszahlungen an die Experimentteilnehmer nur dann geleistet, wenn das Verhandlungsergebnis q_{sc} zwischen den beiden Grenzlosgrößen \tilde{q}_1^b und \tilde{q}_2^b liegt. Bezugspunkte der Auszahlungsberechnung bleiben dennoch die global und lokal kostenminimalen Losgrößen, weil die Auszahlungen die tatsächlichen Kosten des modellierten Unternehmens abbilden und keinen Anreizmechanismus für eine aggressive Verhandlungstaktik beinhalten sollen. Die vollständige Auszahlungsfunktion bei hybrider Umgebung lautet demnach wie folgt:

$$\Pi_{k,n} = \begin{cases} \frac{C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc})}{ca_{k,n}}, & \text{für } (q_{sc} \in [\tilde{q}_1^b; \tilde{q}_2^b]) \wedge (C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc}) \geq 0) \\ 0, & \text{für } (q_{sc} \notin [\tilde{q}_1^b; \tilde{q}_2^b]) \vee (C_{ps,k}^{LS}(q_{ps',k'}^*) - C_{ps,k}^{LS}(q_{sc}) < 0) \end{cases} \quad (5.12)$$

Zur Veranschaulichung der Auszahlungsberechnung ist in Tabelle 5.6 eine beispielhafte Auszahlungsberechnung, die einem tatsächlichen Experimentfall entspricht, aufgeführt. Aus den Kostenparametern, der Nachfrage und der Produktionsrate werden die lokal kostenminimalen Losgrößen der beiden Akteure und damit der beiden Standorte ermittelt. Zwischen den beiden Losgrößen liegt die global kostenminimale Losgröße in diesem Fall mit einer relativen Lage $P(q_{sc})$ von 0,07 nahe an der lokal kostenminimalen Losgröße von Akteur 1.⁹⁰⁴ Zwischen der Mitte $P = 0,5$ des Ergebnisintervalls und der global kostenminimalen Losgröße liegt bei $P = 0,26$ wiederum die faire Losgröße q_{sc}^{fair} , bei der die Auszahlungen für beide Akteure gleich sind. Bei dieser Losgröße ist auch die Summe der Auszahlungen maximal.⁹⁰⁵ Für diesen Fall erfolgte im Experiment die Einigung auf eine Losgröße in der Mitte des Ergebnisintervalls mit einer Lage $P(q_{sc})$ in Höhe von 0,51.

Die Auszahlung erfüllt die Anforderungen zur Schaffung von externer Validität. Die Auszahlungshöhe ist an die Standortkosten gekoppelt und garantiert, dass ein Experimentteilnehmer die Standortinteressen vertritt. Darüber hinaus wurden bereits die drei allgemein notwendigen Merkmale für zielgerichtete Auszahlungen im Rahmen von ökonomischen Experimenten

⁹⁰⁴ In diesem Beispiel eröffnen beide Akteure die Verhandlung mit ihrem lokal kostenminimalen Gebot. Die relative Lage zwischen den initialen Geboten P^s entspricht demnach der relativen Lage P zwischen den lokalen Kostenminima.

⁹⁰⁵ Der Fairnessbegriff folgt in dieser Arbeit dem Fairnessbegriff nach Fehr/Schmidt (1999), S. 819, und Hoffman et al. (1994), S. 348, der von einem „equal split“ der Bezugsgröße, in diesem Fall der Auszahlung, gekennzeichnet ist.

Parameter und Variable	Standort 1	Standort 2
<i>Parameter</i>		
Produktionsrate v^p	42330 Stück	
Nachfrage d	37250 Stück	
Lagerkostensatz ch_k	664,60 EUR	14,70 EUR
Rüstkostensatz ch_k	6659 EUR	8379 EUR
Rolle	Abnehmer	Lieferant
<i>Losgrößen</i>		
Lokal kostenminimale Losgröße q_k^*	864 Stück ($P(q_1^*) = 0$)	6947 Stück ($P(q_2^*) = 1$)
Global kostenminimale Losgröße q_{sc}^*	1286 Stück ($P(q_{sc}^*) = 0,07$)	
Faire Lösung q_{sc}^{fair} mit ($\Pi_1 = \Pi_2$)	2450 Stück ($P(q_{sc}^{fair}) = 0,26$)	
Einigung q_{sc}	3950 Stück ($P(q_{sc}^{sc}) = 0,51$)	
<i>Kosten</i>		
Kosten der lokal kostenminimalen Losgröße q_1^*	574200 EUR	366845 EUR
Kosten der lokal kostenminimalen Losgröße q_2^*	2344194 EUR	89861 EUR
Kosten der global kostenminimalen Losgröße q_{sc}^*	620221 EUR	251022 EUR
Kosten der fairen Losgröße q_{sc}^{fair}	915379 EUR	143241 EUR
Kosten der Einigung q_{sc}	1375382 EUR	104565 EUR
<i>Auszahlung</i>		
Referenzwert der Auszahlungssumme $(\pi_1 + \pi_2)^r$	15 EUR	
Kostenbetrag pro Auszahlungsgeldeinheit ca_k	164257 EUR	25706 EUR
Maximale Auszahlung pro Akteur π^{max}	10,77 EUR	
Auszahlung beim globalen Kostenminimum $\Pi_k(q_{sc}^*)$	10,49 EUR	4,50 EUR
Auszahlung bei fairer Losgröße $\Pi_k(q_{sc}^{fair})$	8,69 EUR	8,69 EUR
Einigungsauszahlung $\Pi_k(q_{sc})$	5,89 EUR	10,20 EUR

Tabelle 5.6: Beispielhafte Auszahlungsberechnung

eingeführt.⁹⁰⁶ Die Monotonie wird dadurch sichergestellt, dass eine rein monetäre Auszahlungsform gewählt wird und damit eine eindeutige Reihenfolge der Auszahlungen gewährleistet ist. Jeder Experimentteilnehmer bewertet zum Beispiel fünf Euro höher als 4,50 Euro. Die Erfolgsabhängigkeit der Auszahlung ist wegen der Kopplung der Auszahlung an die Kosten des abgebildeten Standorts garantiert. Subjektive Interessen können auf Grund der restriktiven Informationsverfügbarkeit und der Anonymisierung der Teilnehmer nur geringfügig in die Verhandlung eingebracht werden. Die Auszahlung bleibt einziger Anreiz des Verhandlungsverhaltens im Hinblick auf die Beziehung zum Verhandlungspartner. Weitere subjektive Interessen können gegenüber dem Untersuchungsleiter oder Dritten (zum Beispiel schneller Verhandlungsabbruch, um einen Termin einzuhalten) bestehen, werden aber durch das Experimentsetting ausgeschlossen.

Ohne Zweifel stellt die Schaffung von Interessenskongruenz zwischen Experimentteilnehmern und Unternehmensplanern die größte Herausforderung im Rahmen des Experimentdesigns dar. Dennoch sind auch andere Experimentbedingungen zu beachten, die die externe Validität der experimentellen Forschung beeinflussen. Das hybride Verfahren wurde für Entscheidungssituationen entwickelt, in denen Standorte eines Unternehmens auf einem internen Markt agieren. Eine einseitige Preisgabe von Kosteninformationen würde die Wettbewerbssituation eines Standorts nachhaltig schwächen, weil der andere Standort das zusätzliche Wissen zu einer eigenen Gewinnsteigerung durch Abschöpfung aller möglichen Supply-Chain-Gewinne nutzt. Ein beidseitiger Informationsaustausch ist zwar grundsätzlich möglich, allerdings bedarf es hierfür der ehrlichen Preisgabe der Informationen durch beide Standorte. Da die Richtigkeit der Kosteninformationen nur schwer überprüfbar ist, besteht keine Sicherheit gegenüber Falschinformationen und kein Anreiz korrekte Daten zu veröffentlichen. Deshalb ist von privaten Kosteninformationen auszugehen. Die Privatheit der Kosteninformation kann im Laborexperiment nur durch die Kontrolle der Kommunikation zwischen den Experimentteilnehmern sichergestellt werden. Weil langfristige Folgen für die Experimentteilnehmer nur schwer in kurzfristigen Auszahlungen berücksichtigt werden können, wird deshalb die Kommunikation zwischen den Experimentteilnehmern durch die Aufteilung der Teilnehmer auf verschiedene Räume und durch die Anonymisierung der Teilnehmer auf den Austausch der Losgrößengebote reduziert. Den Experimentteilnehmern sind zudem weder die Kostenstruktur ihres Standorts noch die einzelnen Kostensätze bekannt. Stattdessen werden sie über ihre lokal kostenminimale Losgröße informiert. Zusätzlich haben sie die Möglichkeit für jede beliebige Losgröße Informationen über die an die Standortkosten gekoppelte Auszahlung bei einer Einigung auf diese Losgröße zu erhalten und so die Folgen des Gebots abzuschätzen. Außerdem steht jedem Teilnehmer eine Verhandlungshistorie zur Verfügung, allerdings erst nach Abgabe des ersten Gebots, um Falschgebote weit jenseits der lokal kostenminimalen Losgröße zu verhindern. Die Abgabe der initialen Gebote erfolgt simultan. Anschließend werden die Gebote sukzessive und ab-

⁹⁰⁶ Vgl. Smith (1976). Zur induced value theory siehe auch Binmore (1999), S. F 17, Friedman/Sunder (1994), S. 12–14, Davis/Holt (1993), S. 24, und Smith/Walker (1993).

wechselnd von beiden Akteuren abgegeben und kommuniziert. In der Unternehmenspraxis ist eine derartige Kommunikationskontrolle nicht notwendig, weil langfristige Folgen, die durch die Preisgabe von Informationen zu tragen sind, der verhandelnde Akteur selbst in Form einer ungünstigen zukünftigen Verhandlungsposition zu tragen hat.⁹⁰⁷ Auf Grund des geringen Umfangs an Informationen, der den Experimentteilnehmern zur Verfügung steht, spielen mögliche Kompetenzunterschiede im Hinblick auf die Losgrößenplanung keine Rolle. Die Kontrolle der persönlichkeitspezifischen Unterschiede wird zudem dadurch sichergestellt, dass es sich bei den Experimentteilnehmern durchweg um Teilnehmer von wirtschaftswissenschaftlichen Bachelorveranstaltungen handelt und außerdem grundlegende und relevante Informationen zur Losgrößenplanung in die Experimenteinführung integriert sind. Auf diese Art und Weise wird auch ein Machtzuwachs durch unterschiedliche Kompetenzen oder das bewusste Vortäuschen von zusätzlicher Macht durch einen Teilnehmer vermieden. Ebenso wird in der schriftlichen Experimenteinführung explizit auf die symmetrische Machtverteilung verwiesen, wie sie in diesem Laborexperiment vorausgesetzt wird.⁹⁰⁸ Damit wird das Wissen um die eigene Machtposition, wie es Planer in der Unternehmenspraxis aus Informationen über Unternehmensgröße, Bedeutung der Einigung für das eigene Unternehmen, Wettbewerbssituation etc. erwerben können, auf die Teilnehmer übertragen.⁹⁰⁹ Die Anforderungen zur Abbildung einer anwendungsbezogenen Experimentsituation werden im vorliegenden Experiment mithilfe der php-basierten Plattform LoNe implementiert. Nach dem Login und dem einmaligen Ausfüllen eines Fragebogens zum Experiment steht den Experimentteilnehmern die Eingabemaske aus Abbildung 5.13 zur Verfügung.

Neben einem Feld zur verbindlichen Abgabe eines Losgrößengebots und der Möglichkeit, eine Auszahlung für jede beliebige Losgröße zu kalkulieren, bietet die Plattform eine Übersicht über die bisherige Verhandlungshistorie zwischen den beiden verhandelnden Akteuren. Die Historie steht beiden Akteuren erst nach den initialen Geboten zur Verfügung, um den simultanen Charakter von diesen zu gewährleisten. Ein gültiges Gebot kann im weiteren Verhandlungsverlauf von einem Akteur zudem nur dann abgegeben werden, wenn das letzte Gebot vom Verhandlungspartner stammt. Dadurch wird der sukzessive Charakter der Verhandlung ab dem dritten Gebot der Verhandlung gewahrt (vgl. Abbildung 5.13).⁹¹¹

⁹⁰⁷ Bei einem sich wiederholenden Verhandlungsspiel könnten langfristige Effekte unter Umständen aufgedeckt werden. Die Modellierung ist dennoch schwierig, weil Änderungen im Verhandlungsverhalten der Teilnehmer eindeutig auf die Informationspreisgabe zurückgeführt werden müssten, was eine zusätzliche Herausforderung darstellt. Deshalb wird in diesem Laborexperiment von einmaligen Verhandlungsspielen ausgegangen und mit jeder Verhandlung die Verhandlungssituation durch die Veränderung der Kostensituationen geändert.

⁹⁰⁸ Vgl. Anhang A4.

⁹⁰⁹ Vgl. Anhang A4. Zur Bedeutung der Einfachheit der Instruktion siehe Binmore (1999), S. F17.

⁹¹⁰ Quelle: <http://www.lone-planning.org>.

⁹¹¹ Vgl. Anhang A4.

Mengenverhandlung

Sie sind als Benutzer Hans angemeldet! Bitte geben Sie ein verbindliches ganzzahliges Mengengebot ab!

Ihr Mengengebot:

Erläuterung zu diesem Button!

Erläuterung zu diesem Button!

Ihre optimale Menge beträgt in dieser Verhandlungsrunde **437 Stück**. Bei einer Einigung auf diese Menge erhalten Sie - falls kein eingeschränktes Ergebnisintervall definiert ist und diese Runde zufällig als Auszahlungsbasis ausgewählt wird - für diese Verhandlungsrunde die maximale Auszahlung in Höhe von **9.99 Euro**. Erfolgt keine Einigung oder eine Einigung außerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls, erhalten Sie für diese Verhandlungsrunde **keine Auszahlung**.

ACHTUNG: Das Verhandlungsergebnis muss in dieser Verhandlungsrunde zwischen den Mengen 437 Stück und 505 Stück liegen, sonst erhalten Sie keine Auszahlung.

Kalkulieren Sie hier Ihre Auszahlungen bei einer Einigung auf eine beliebige Losgröße!

Verhandlungsverlauf

Gebotsnummer	Verhandlungsrunde	Gebot	Zeit	User	Eigene Auszahlung
3	1	505	15:21:17	Kunz	4,24

Abbildung 5.13: Screenshot der Hauptmaske auf <http://www.lone-planning.org> zur Experimentdurchführung⁹¹⁰

Auf den ersten Blick könnte der Einsatz von Studierenden anstatt der bereits in der Mengenabstimmung tätigen Planer die externe Validität gefährden. Dass sich Studierende jedoch ähnlich verhalten wie Fachleute der Unternehmenspraxis, zeigen die Ergebnisse der Laborexperimente von Siegel/Harnett.⁹¹² Weil außerdem Studierende während ihres Studiums den Umgang mit neuen Informationen üben, dürften Studenten bei der Erfassung der Experimentsituation einen entscheidenden Vorteil gegenüber Fachleuten aus der Unternehmenspraxis, die ausschließlich die Situation in ihrem Unternehmen kennen, besitzen. Dieser Vorteil hilft bei der Abbildung realer Situationen in einem Laborexperiment. Da eine Gruppe an Fachleuten in der Regel deutlich heterogener (Unternehmenskulturen, Ausbildung, etc.) ist als studentische Gruppen, ist der Ausschluss von Faktoren zur isolierten Betrachtung eines Zusammenhangs zudem deutlich schwieriger. Aus der Perspektive von interner und externer Validität dürfte der Einsatz von studentischen Gruppen die Validität des Laborexperiments deshalb sogar eher steigern als vermindern.⁹¹³

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die externe Validität und vor allem die Interessenskongruenz zwischen Experimentteilnehmern und Planern im vorliegenden Experiment durch eine adäquate Auszahlung, die die von Smith definierten Anforderungen erfüllt, und eine Verhandlungsplattform, die im Besonderen die Informationsannahmen der betrieblichen Praxis abbildet, sichergestellt wird.⁹¹⁴ Außerdem gewährleistet die einfache schriftliche Experimenteinführung mit dem sich anschließenden Fragebogen einen Kompetenzausgleich unter den

⁹¹² Vgl. Siegel/Harnett (1964). Für die Diskussion um Experimentteilnehmer sind auch die in Bolton et al. (2010) und Sterman (1989) veröffentlichten experimentellen Ergebnisse interessant.

⁹¹³ Die Auswahl von Studierenden als Experimentteilnehmer diskutiert Stevens (2011).

⁹¹⁴ Vgl. zur Auszahlung Smith (1976).

Teilnehmern, so dass die symmetrische Machtverteilung nicht durch Kompetenzunterschiede gefährdet wird.⁹¹⁵

Die zahlreichen Maßnahmen zur Erzielung der Validität des Experiments belegen ihre Bedeutung, aber auch die Schwierigkeiten ein zufriedenstellendes Maß an Validität zu erreichen. Daneben sind die beiden anderen Gütekriterien Reliabilität und Objektivität nicht zu vernachlässigen. Objektivität bedeutet, dass die Erkenntnisse vom Untersuchungsleiter unabhängig sind. Darauf zielt die in Abschnitt 5.4.4 beschriebene Hauptgefahr vier ab. Der Einfluss des Untersuchungsleiters ist in zwei Phasen des Laborexperiments bedeutsam: Bei der Durchführung kann – falls den Experimentteilnehmern die Absicht des Experiments bekannt ist – ein mögliches Abhängigkeitsverhältnis der Experimentteilnehmer vom Untersuchungsleiter ein Verhalten der Teilnehmer hervorrufen, das nicht die höchstmögliche monetäre Auszahlung anstrebt, sondern das Wohlwollen des Untersuchungsleiters. Die zweite Phase, in der die Objektivität auf Grund subjektiver Einflussmöglichkeiten des Untersuchungsleiters gefährdet ist, stellt die Phase der Ergebnisauswertung und -interpretation dar. Subjektivität beeinflusst die Ergebnisse im Speziellen dann, wenn einzelne Aussagen der Experimentteilnehmer bewertet werden müssen und dann quantitativ ausgewertet werden (wie zum Beispiel bei sozialwissenschaftlichen Experimenten). Die Gefahr subjektiven Einflusses während der Experimentdurchführung wird durch den Einsatz von Experimentleitern, die sich vom Untersuchungsleiter unterscheiden, verringert. Der subjektive Bewertungsspielraum bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse ist auf Grund der direkten, schriftlichen und elektronischen Erfassung der einzelnen Gebote und der Reduzierung des Verhandlungsprozesses auf diese Gebote stark eingeschränkt. Dieser hohe Formalisierungsgrad garantiert unverfälschte Daten als Grundlage statistischer Auswertungen. Die subjektiven Einflussmöglichkeiten sind deshalb begrenzt. Objektive und valide Experimentergebnisse können nur dann überprüft und anerkannt werden, wenn sie reliabel und damit auch replizierbar, das heißt von anderen Forschern reproduzierbar sind. Deshalb wird die ausführliche Dokumentation der Experimentkonzeption und des Experimentablaufs nachfolgend fortgesetzt.

5.4.5.2 Ablauf

Die bisherigen Ausführungen zur Konzeption entsprechen dem ersten Schritt der Informationsgewinnung. Der gesamte Experimentablauf wird im Folgenden erläutert und ist in Abbildung 5.14 am Ende dieses Abschnitts enthalten. Die Konzeption des Laborexperiments wurde am 26. Oktober 2010 im Rahmen eines *Pre-Tests* mit acht Tutoren und studentischen Hilfskräften getestet. Die Teilnehmer hatten die Aufgabe neben der normalen Verhandlungsdurchführung Unregelmäßigkeiten im Ablauf zu protokollieren. Unter anderem wurde auf einen Hinweis der Teilnehmer hin die Experimentanleitung um den Satz, dass beliebig viele Gebote abgegeben

⁹¹⁵ Vgl. Anhang A4.

werden können, ergänzt. Außerdem wurden kleinere Fehler in der Verhandlungsplattform reklamiert, die entsprechend geändert wurden. Die Ergebnisse des Pre-Tests bestätigten die Hypothesen zu den initialen Geboten und der Ergebnislage. Lediglich im Hinblick auf die Zeitdauer und die Gebotszahl konnten keine eindeutigen Aussagen getroffen werden. Die Hypothesen wurden dennoch zur Überprüfung als Forschungshypothesen für das Experiment beibehalten.

Die *Durchführung des eigentlichen Experiments* folgte nach der Einarbeitung der Änderungen. Am 16. November 2010 wurde das Experiment mit Bachelorstudierenden der Universität Bamberg und am 13. Dezember 2010 mit Bachelorstudierenden der Universität Regensburg durchgeführt. Als *Folgeexperimente* bieten sich Untersuchungen zu weitergehenden Fragestellungen, wie zum Beispiel die Analyse der Verhandlungsergebnisse in bilateralen Verhandlungen bei unvollständiger Information unter Berücksichtigung von Lerneffekten, an. Die sich an das Experiment anschließende, im weiteren Verlauf dieser Arbeit folgende Auswertung zeigt, dass bereits bei kleineren Abwandlungen in der Experimentumgebung weitere Forschungshypothesen überprüft werden können. Da aber allein auf Basis des durchgeführten Experiments bereits eine Vielzahl an Auswertungen zu Forschungshypothesen über die in dieser Arbeit relevanten hinaus möglich sind und eine inflationäre Experimentdarstellung und -auswertung einer tiefgreifenden und gründlichen Ergebnisdarstellung und -interpretation entgegenstehen, werden Folgeexperimente erst durchgeführt, wenn eine erschöpfende Auswertung des betrachteten Experiments vollzogen ist. Dies bringt zudem den Vorteil mit sich, dass ein potenzielles Folgeexperiment auf der Gesamtheit aller Ergebnisse zu diesem Experiment und nicht nur auf Teilergebnissen beruht. Zur detaillierten Darstellung des Laborexperiments gehört auch eine spezifische, prozessorientierte Erläuterung der Experimentdurchführung. Wie der Prozess zur Informationsgewinnung orientiert sich auch der detaillierte Durchführungsprozess an dem zuvor allgemein eingeführten Ablauf.⁹¹⁶ Die *kurzfristige Experimentvorplanung* umfasste im konkreten Experiment die Reservierung von jeweils zwei CIP-Pools an den Universitäten Bamberg und Regensburg mit jeweils mindestens 28 Rechnerplätzen.⁹¹⁷ Dazu gehörte auch die Einrichtung temporärer Nutzerkennungen sowie die Absprache mit den Dozenten der Veranstaltung, in deren Rahmen das Experiment durchgeführt werden sollte. Außerdem wurden im Rahmen der kurzfristigen Experimentplanung ein konkreter Zeitablauf erstellt, die benötigten Dokumente vorbereitet, die generierten Daten in die Verhandlungsplattform integriert und – zur Vermeidung von Untersuchungsleiterereffekten – studentische Hilfskräfte ausgewählt, die das Experiment durchführen sollten. Der Zeitraum der kurzfristigen Experimentvorplanung entsprach jeweils der Woche vor den beiden Durchführungsterminen.

An den Tagen der Durchführung selbst wurden ungefähr 90 Minuten vor Experimentstart die *Räume, in denen die Experimente stattfanden, präpariert*. Dazu wurden die Rechner gestar-

⁹¹⁶ Vgl. Abschnitt 5.4.2.3.

⁹¹⁷ Weil an der Universität Regensburg nur ein CIP-Pool mit 28 oder mehr Rechnerplätzen existiert, wurde hier das Experiment in drei mit Rechnern ausgestatteten Räumen durchgeführt.

tet und bereits die Experimentnutzer angemeldet, um Zeit zu sparen und den Zugriff auf private Dateien der Teilnehmer zu vermeiden. Außerdem wurden die Experimentanleitung und die Benutzerdokumentation an den einzelnen Arbeitsplätzen ausgelegt. Die Anmeldung der Teilnehmer auf der Verhandlungsplattform war jedoch noch nicht möglich, um einen Verhandlungsstart vor der Instruktion zu vermeiden.

Im Anschluss daran begann die Zufallsauswahl der Studierenden. Weil die Teilnehmer sowohl in Regensburg als auch in Bamberg aus einer wirtschaftswissenschaftlichen Massenveranstaltung ausgewählt wurden, erfolgte die *Zufallsauswahl der Teilnehmer* mithilfe eines Losverfahrens. Vor oder mit Beginn der jeweiligen Veranstaltung wurden an alle Teilnehmer der Veranstaltung Lose mit den Ziffern Null und Eins verteilt. Die Ziffer Eins signalisierte die Teilnahmeberechtigung am Experiment, die Ziffer Null bedeutete keine Teilnahme am Experiment. Während und nach der Losverteilung erfolgte eine kurze und sehr allgemeine Instruktion zur Zufallsauswahl und zum Experiment von einem der Experimentleiter.⁹¹⁸

Nach dem Transfer der Teilnehmer vom Vorlesungssaal zu dem Gebäude der Experimenträume⁹¹⁹ wurde mithilfe einer erneuten Zufallsauswahl die *Raum- und Sitzplatzzuteilung* vorgenommen. Die Unterscheidung zwischen der Teilnahme und der Platzauswahl vermied einen möglichen Platztausch unter den Teilnehmern und damit eine Beeinträchtigung der zufälligen Zuordnung der Teilnehmer zu den Räumen und Experimentierplätzen.

Sobald die Teilnehmer ihre Experimentierplätze eingenommen hatten, erfolgte die *Instruktion der Teilnehmer* sowohl schriftlich als auch mündlich. Darin wurde das Laborexperiment und der Experimentablauf kurz vorgestellt ohne die spezifische Experimentabsicht zu verraten. Hervorgehoben wurde dabei die Bedeutung der absoluten Fokussierung auf das Experiment. Internetsurfen oder anderweitige Beschäftigungen während des Laborexperiments wurden untersagt. Auch Kommunikation über den Gebotsaustausch zwischen den Experimentteilnehmern hinaus wurde verboten. Letzteres wurde mit der Aufteilung der Verhandlungsakteure auf verschiedene Räume sichergestellt.⁹²⁰ Zusätzlich zur Experimentanleitung erhielten die Teilnehmer eine Benutzerdokumentation für die Verhandlungsplattform. Gegen Ende der Instruktionsphase erhielten die Teilnehmer Zugangsdaten für die Verhandlungsplattform.

Von der Anmeldemaske des Systems gelangten die Teilnehmer direkt auf einen *Fragebogen*, der zwei persönliche Fragen zu Einkommen und Geschlecht und insgesamt fünf Fragen zum Experimentaufbau, im Speziellen zur Anzahl und der Dauer der Verhandlungsrunden und den

⁹¹⁸ Vgl. Anhang A4.

⁹¹⁹ Die Experimentplatzauswahl fand an der Universität Regensburg auf Grund der örtlichen Gegebenheiten bereits vor dem Transfer statt.

⁹²⁰ Vgl. Anhang A4.

Auszahlungsmodalitäten, enthielt.⁹²¹ Sobald ein Teilnehmer den Fragebogen ausgefüllt hatte, erhielt er sofort Rückmeldung darüber, welche Antworten richtig und welche falsch waren und wie die richtigen Antworten hätten lauten müssen. Der sehr große Prozentsatz an richtigen Antworten ist ein Indiz dafür, dass mit Beginn der Testrunden nahezu alle Teilnehmer den Experimentaufbau verstanden hatten.

Im nächsten Schritt absolvierten die Teilnehmer zwei *Testrunden*, die für die Auszahlung und die Auswertung ohne Belang waren. Die Testrunden dienten zur Vermeidung von Experimentanfangseffekten, wie zum Beispiel die Beeinflussung des Verhandlungsergebnisses durch die fehlende Ablaufkenntnis oder fehlerhafte Bedienung der Verhandlungsplattform. Die Akteure, die während der Testrunden miteinander verhandelten, trafen nach den Testrunden nicht mehr aufeinander.

Mit dem Start der sechs für die Auszahlung und Auswertung bedeutenden *Verhandlungsrunden* verhandelten die Teilnehmer mit wechselnden Partnern und neuen Kostenfunktionen in jeder Verhandlungsrunde. Der Gebotsaustausch, die zentrale Intervention und die Historiendarstellung wurden anhand der Verhandlungsplattform durchgeführt. Die Teilnehmer besaßen zudem die Möglichkeit, über einen Kalkulator die Auswirkung einer Einigung bei jeder beliebigen Menge auf die Auszahlung zu analysieren. Jede Verhandlungsrunde startete mit der simultanen Abgabe der initialen Gebote der Teilnehmer und mündete in die sich anschließende sukzessive Gebotsabgabe.⁹²² Besondere Ereignisse wurden von den neutralen Experimentleitern im entsprechenden Experimentprotokoll vermerkt und im Rahmen der Informationsauswertung berücksichtigt.

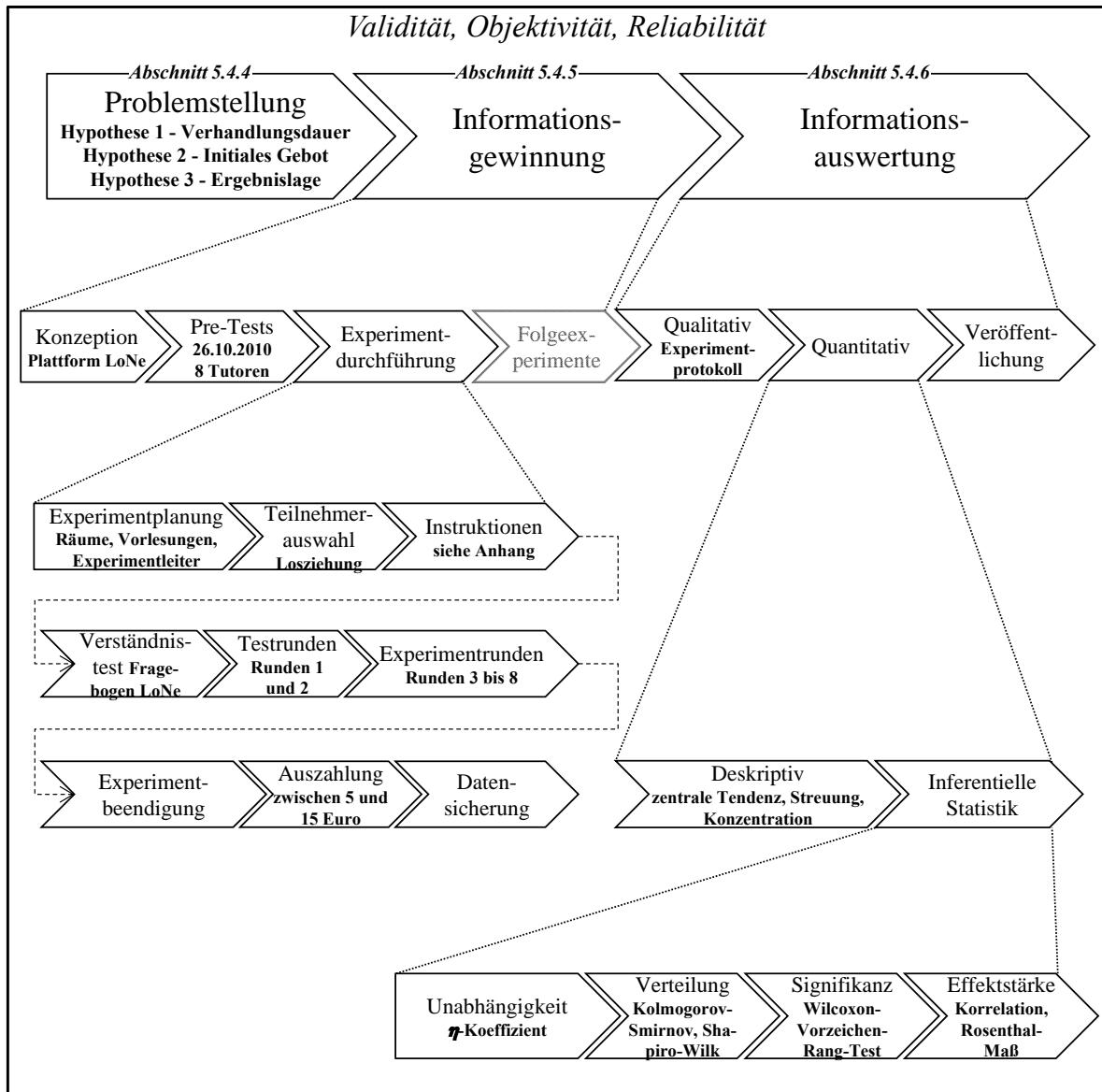
Das Experimentende wurde auf dem Bildschirm eines Experimentteilnehmers zusammen mit der Aufforderung angezeigt, unverzüglich die *Auszahlung* in dem dafür vorgesehenen Raum abzuholen. Mögliche Experimentendeffekte wurden durch die Gestaltung der Auszahlungen und der Zufallsauswahl einer relevanten Runde aus den sechs Verhandlungsrunden pro Teilnehmer vermieden.⁹²³

Die Informationsgewinnungsphase endete mit der mehrfachen *Sicherung der Experimentdaten*. Einen Überblick über den Ablauf dieses Experiments ist in Abbildung 5.14 dargestellt.

⁹²¹ Die Verhandlungsplattform ist unter <http://www.lone-planning.org> einzusehen.

⁹²² Vgl. Abschnitt 5.4.5.1. Der genaue Verhandlungsablauf ist in den Abschnitten 4.3.4 und 5.2.5 beschrieben.

⁹²³ Vgl. Abschnitt 5.4.5.1.

Abbildung 5.14: Spezifischer Experimentablauf⁹²⁴

5.4.6 Informationsauswertung zum Laborexperiment

5.4.6.1 Qualitative Phase

Die gewonnenen Rohdaten dienen als Grundlage für die Auswertung der Forschungshypothesen des Experiments. Insgesamt wurden zu 448 Verhandlungsrunden Datensätze aufgezeichnet. Noch vor der Eliminierung der 112 Testrundendatensätze wurde anhand einer stichprobenartigen Einzelfallanalyse die Konsistenz und Richtigkeit der Datensätze und damit die korrekte Funktionsweise des Systems überprüft. Danach wurden die Daten auf Basis der Verhandlungsprotokolle analysiert und drei Datensätze, die auf Grund des vorzeitigen Experimentabbruchs

⁹²⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Abbildung 5.9.

eines Teilnehmers keine verwertbaren Aussagen mehr enthielten, zusammen mit den Testdatensätzen aus der Datenbasis eliminiert.⁹²⁵ Ansonsten stellte sich heraus, dass die meisten möglichen Unregelmäßigkeiten und Hinweise im Protokoll in Verhandlungsabbrüchen endeten und damit für einen Großteil der nachfolgenden Auswertung irrelevant sind. Nach der qualitativen Datenanalyse verbleiben noch 333 Verhandlungsrunden einschließlich der Verhandlungsabbrüche und 288 Runden ohne Verhandlungsabbrüche in der Datenbasis. Davon sind 150 Datensätze dem dezentralen Planungskontext und 138 Datensätze dem hybriden Planungskontext zuzuordnen. Auf diesen Daten basierend werden die nachfolgenden, hypothesenbezogenen Auswertungen analog zu der in Abschnitt 5.4.2.3 eingeführten Vorgehensweise durchgeführt.⁹²⁶ Die Darstellung deskriptiver und inferentieller statistischer Auswertungen orientiert sich dabei an den Teilhypothesen. Um trotzdem die Übersichtlichkeit der Auswertung und den Zusammenhang zwischen den Einzelergebnissen zu einer Haupthypothese zu berücksichtigen, erfolgt die Ergebnisdiskussion auf der Ebene der drei Haupthypothesen. Alle Auswertungen wurden mithilfe der Software SPSS Statistics 19 der Firma IBM durchgeführt.

5.4.6.2 Quantitative Phase – Positive Korrelation zwischen Verhandlungsdauer und Größe des Ergebnisintervalls bei dezentraler Planung (Hypothese L1.1)

Die Hypothese L1.1 bezieht sich auf den Zusammenhang zwischen Verhandlungsdauer und Ergebnisintervallgröße. Die Verhandlungsdauer kann mit der Zeitdauer und der Gebotszahl operationalisiert werden. Eine Prüfung des Zusammenhangs zwischen jeder der beiden Kennzahlen und dem Ort der Experimentdurchführung – also Regensburg und Bamberg – oder der Rundenzahl (Runde 3–8) gibt Aufschluss darüber, ob die Auswertung der Zeitdauer und der Gebotszahl getrennt nach Rundenzahl und Ort zu erfolgen hat, oder ob eine gemeinsame Auswertung aller Daten möglich ist. Während der Ort nominalen Charakter besitzt, lässt sich die Rundenzahl gerade im Kontext von Erfahrungseffekten in eine Reihenfolge bringen und ist deshalb ein ordinales Merkmal. Die Gebotszahl und die Zeitdauer besitzen dagegen metrischen Charakter. Dies bedeutet, dass Maßzahlen notwendig sind, die den Zusammenhang zwischen einem nominalen und einem metrischen oder einem ordinalen und einem metrischen Merkmal

⁹²⁵ Nachdem der Teilnehmer nur drei von sechs Runden spielen konnte, brach der Experimentleiter die folgenden drei Verhandlungsrunden des Teilnehmers ab und sorgte so dafür, dass alle anderen Verhandlungen weitergeführt werden konnte und Folgeeffekte für andere Teilnehmer ausblieben. Die drei vom Experimentleiter abgebrochenen Verhandlungsrunden wurden eliminiert. Zudem werden die Testdatensätze nicht berücksichtigt, weil aus Effizienzgründen die beiden Testverhandlungen pro Teilnehmer stets mit dem gleichen Verhandlungspartner stattfanden und für alle Teilnehmer die gleichen Testdaten verwendet wurden. Dadurch ist die Randomisierung und damit der Ausschluss von Störfaktoren eingeschränkt.

⁹²⁶ Werden teilnehmerspezifische Beobachtungen vorgenommen, wie zum Beispiel das initiale Gebot, existieren analog zur Teilnehmerzahl maximal 112 unabhängige Datensätze. Werden verhandlungsrundenbezogene Erkenntnisse, wie zum Beispiel die Verhandlungsdauer oder aber das Verhandlungsergebnis betrachtet, ergeben sich 56 unabhängige Datensätze bei Zugrundelegung der Teilnehmerzahl. Weil aber kein Teilnehmer mit einem anderen Teilnehmer zwei Mal verhandelt, liegen im Bezug auf Teilnehmerkombinationen 333 unabhängige Datensätze vor.

messen. Diese Eigenschaft erfüllt der η -Koeffizient für die Beziehung zwischen einem nominalen und einem metrischen Merkmal und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman ρ_S für ordinale Merkmale.⁹²⁷

Variable	Ort [η (η^2)]	Runden [ρ_S (Signifikanz)]
Zeitdauer	0,155 (0,024)	-0,043 (0,464)
Gebotszahl	0,104 (0,010)	0,094 (0,113)
Häufigkeit	Bamberg: 150 Runden Regensburg: 138 Runden	Runden 3, 6 und 8: 46 Runden Runden 4, 5 und 7: 50 Runden

Tabelle 5.7: Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_S (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen Verhandlungsdauer und Verhandlungsort sowie Verhandlungsdauer und Verhandlungsrunden

Die Ergebnisse zum η -Koeffizienten, zu η^2 und zur Rangkorrelation im Bezug auf die Beziehung zwischen dem Ort und der Verhandlungsrunde auf der einen Seite und den beiden Kennzahlen Gebotszahl und Zeitdauer auf der anderen Seite sind in Tabelle 5.7 aufgeführt. Die Werte für η und η^2 aus Tabelle 5.7 sowie die fehlende Signifikanz und die niedrigen Werte der Rangkorrelation lassen den Rückschluss zu, dass die Ergebnisse bezüglich der Verhandlungsdauer sowohl im Hinblick auf den Experimentort als auch hinsichtlich der Verhandlungsrunden gemeinsam ausgewertet werden können, weil Werte für η kleiner als 0,24 auf eine geringe Abhängigkeit zwischen den betrachteten Größen hindeuten.⁹²⁸

Die Punktdiagramme in den Abbildungen 5.15 und 5.16 ermöglichen als deskriptive Statistiken eine Übersicht über die Zeitdauer und die Gebotszahl in Abhängigkeit vom Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten und damit einen ersten Überblick über den Zusammenhang zwischen den beiden Größen. Zu beachten ist, dass ausschließlich Verhandlungen ohne Abbruch und ohne zentrale Intervention berücksichtigt wurden. Auf den Ordinaten der beiden Punktdiagramme sind die Kennzahlen der Verhandlungsdauer abgetragen, die Abszissen beinhalten die Größe des Ergebnisintervalls zwischen den initialen Geboten.

⁹²⁷ Vgl. Abschnitt 5.4.2.3.

⁹²⁸ Vgl. Cohen (1988), S. 283–288. Ähnliche Ergebnisse sind auch für die hybride und die dezentrale Stichprobe einzeln zu beobachten.

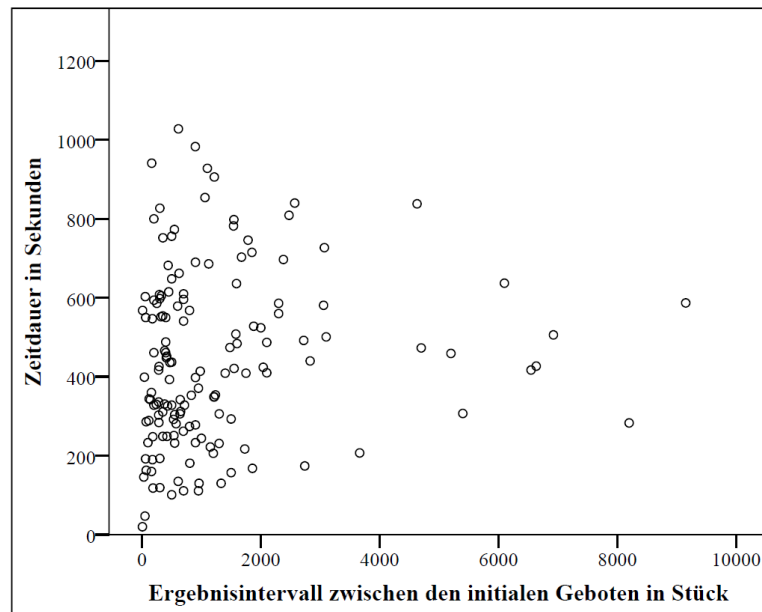


Abbildung 5.15: Punktdiagramm zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Zeitdauer bei dezentraler Planung (N=149)⁹²⁹

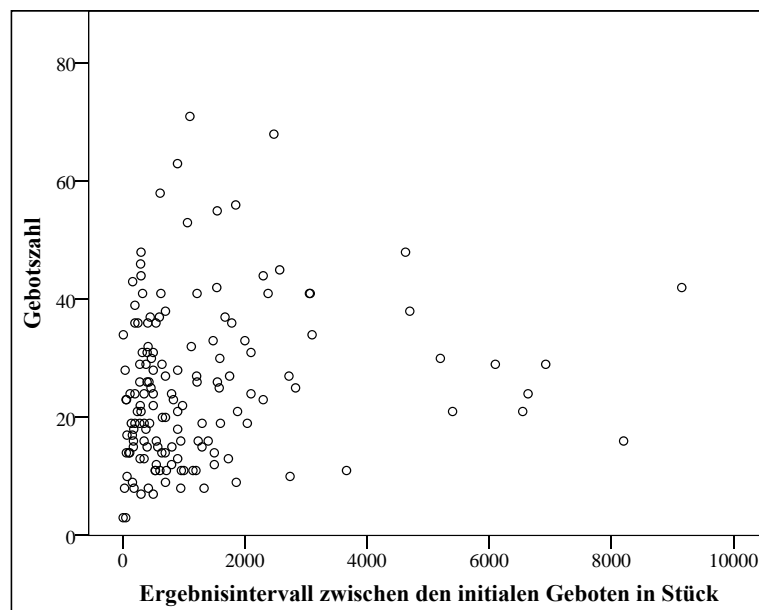


Abbildung 5.16: Punktdiagramm zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Gebotszahl bei dezentraler Planung (N=149)⁹³⁰

Alle betrachteten Größen – Zeitdauer, Gebotszahl und Ergebnisintervallgröße – sind metrische Merkmale. Um im Rahmen einer inferentiellen Analyse den Zusammenhang zwischen den Größen zu untersuchen, eignet sich folglich ein Zusammenhangsmaß für die Beziehung zwischen metrischen Größen. Hierfür kommt der Korrelationskoeffizient nach Pearson in Fra-

⁹²⁹ Quelle: Eigene Darstellung. In dieser Darstellung wurde eine Verhandlungsrunde eliminiert, weil hier das Ergebnisintervall größer als 10000 Stück ist.

⁹³⁰ Quelle: Eigene Darstellung. In dieser Darstellung wurde eine Verhandlungsrunde eliminiert, weil hier das Ergebnisintervall größer als 10000 Stück ist.

ge.⁹³¹ Um eine Signifikanzaussage der ermittelten Werte zur Pearson-Korrelation tätigen zu können, muss eine Normalverteilung der zu Grunde liegenden Stichproben vorliegen.⁹³² Deshalb werden sowohl für die beiden abhängigen Variablen Gebotszahl und Zeitdauer als auch für den Wert des Ergebnisintervalls ein Kolmogorov-Smirnov-Test und ein Shapiro-Wilk-Test durchgeführt (vgl. Tabelle 5.8).

Mit beiden Tests aus Tabelle 5.8 wird die Nullhypothese überprüft, dass die betrachtete Stichprobe normalverteilt ist. Ist der p -Wert, also die Irrtumswahrscheinlichkeit, kleiner oder gleich 0,05 wird diese Hypothese auf dem betrachteten Signifikanzniveau abgelehnt, andernfalls beibehalten. Bei Ablehnung der Nullhypothese kann keine Normalverteilung angenommen werden.

Variable	Kolmogorov-Smirnov-Test	Shapiro-Wilk-Test
Zeitdauer	0,010	0,005
Gebotszahl	0,004	0,000
Ergebnisintervallgröße (initiale Gebote)	0,000	0,000

Tabelle 5.8: Signifikanz der Normalverteilungstests zur Verhandlungsdauer und der Ergebnisintervallgröße bei dezentraler Planungsverteilung (N=150 Verhandlungsrunden)

Für alle drei Variablen wird die Normalverteilungshypothese auf einem Signifikanzniveau von 0,01 verworfen. Dies bedeutet, dass keine Normalverteilung vorliegt. Ein Signifikanzniveau für die Pearson-Korrelation kann dementsprechend nicht bestimmt werden. Um dennoch Aussagen darüber treffen zu können, wie hoch die Irrtumswahrscheinlichkeiten für die gemessenen Korrelationen sind, wird zusätzlich zur Pearson-Korrelation noch die Spearmansche Rangkorrelation berechnet. Diese dient zwar in erster Linie zur Messung des Zusammenhangs zwischen ordinalen Zahlen, ermöglicht aber deshalb auch Aussagen zur Irrtumswahrscheinlichkeit von Zusammenhängen bei nicht-normalverteilten metrischen Werten.⁹³³ Tabelle 5.9 enthält die Ergebnisse der Korrelationsanalyse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen der Verhandlungsdauer und der Größe des Ergebnisintervalls. Zu den Werten der Korrelation nach Pearson können keine Signifikanzaussagen getroffen werden, die Signifikanz der Korrelation nach Spearman sind in der dritten Spalte der Tabelle aufgeführt.

⁹³¹ Vgl. Abschnitt 5.4.2.3.

⁹³² Vgl. Martens (2003), S. 185–189.

⁹³³ Vgl. Abschnitt 5.4.2.3.

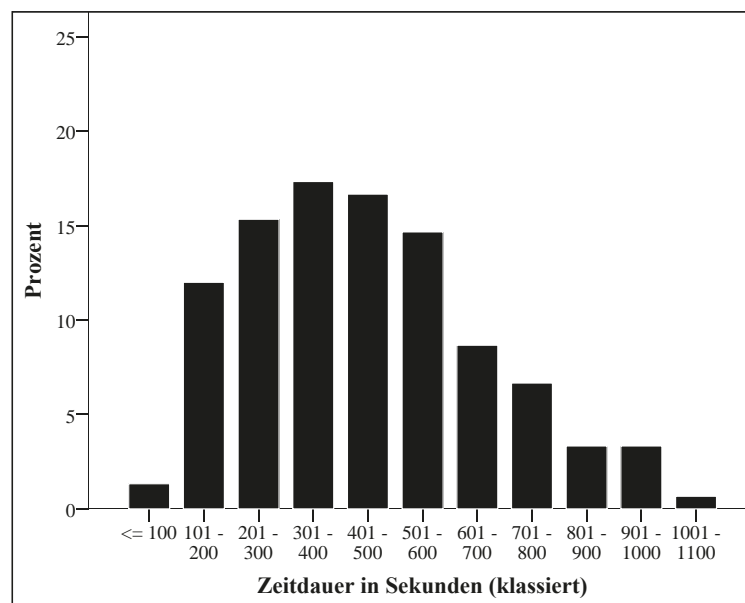
Korrelation	Pearson-Korrelation	Spearman's ρ_s	Signifikanz
Zeitdauer \leftrightarrow Ergebnisintervall	0,210	0,217	0,008
Gebotszahl \leftrightarrow Ergebnisintervall	0,282	0,238	0,003

Tabelle 5.9: Korrelationen zwischen Verhandlungsdauer und der Ergebnisintervallgröße

Die Korrelationsmaße lassen gleichzeitig auch Aussagen zur Effektstärke zu. Eine explizite Erfassung der Effektstärke ist folglich nicht notwendig. Bevor die beschriebenen Ergebnisse interpretiert werden, ist eine Betrachtung der Hypothese L1.2 sinnvoll, weil auch diese indirekt den Zusammenhang zwischen dem Ergebnisintervall und der Verhandlungsdauer betrifft.

5.4.6.3 Quantitative Phase – Verkürzung der Verhandlungsdauer durch zentrale Intervention (Hypothese L1.2)

Im Gegensatz zur vorhergehenden Hypothese wird mit der Hypothese L1.2 nicht das Ergebnisintervall explizit betrachtet, sondern die Verhandlungsdauer in Abhängigkeit der Planungsverteilung. Wenn analog zu Hypothese L1.1 eine Abhängigkeit der Verhandlungsdauer vom Ergebnisintervall vorliegt, dauern die hybriden Verhandlungen mit zentralen Interventionen, die das Ergebnis einschränken, bei sonst gleichen Bedingungen kürzer als Verhandlungen ohne einschränkende zentrale Intervention. Folglich werden in Hypothese L1.2 die Verhandlungen im Rahmen der dezentralen Planung mit denen bei hybrider Planung im Bezug auf die Verhandlungsdauer miteinander verglichen.

Abbildung 5.17: Häufigkeitsdiagramm zur Zeitdauer bei dezentraler Planung (N=150)⁹³⁴

⁹³⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

Die Unabhängigkeit der beiden abhängigen Variablen Gebotszahl und Zeitdauer vom Verhandlungsort und der Verhandlungsrunde wurde bereits im vorherigen Abschnitt überprüft. Die Daten können dementsprechend gemeinsam über alle Runden und Orte ausgewertet werden. Die relativen Häufigkeiten der Zeitdauer der Verhandlung bei unterschiedlicher Planungsverteilung geben einen ersten Einblick zu einem möglichen Einfluss der Planungsverteilung auf die Zeitdauer. Dazu wird die Zeitdauer in Sekunden in Hunderter-Klassen aufgeteilt. In den Abbildungen 5.17 und 5.18 sind Unterschiede vor allem im Hinblick auf die Klassen zwischen 200 und 600 Sekunden festzustellen.

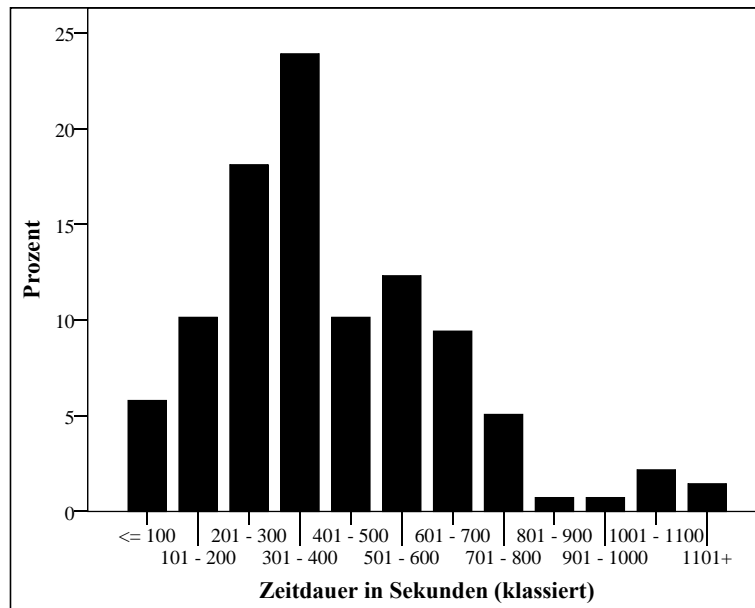
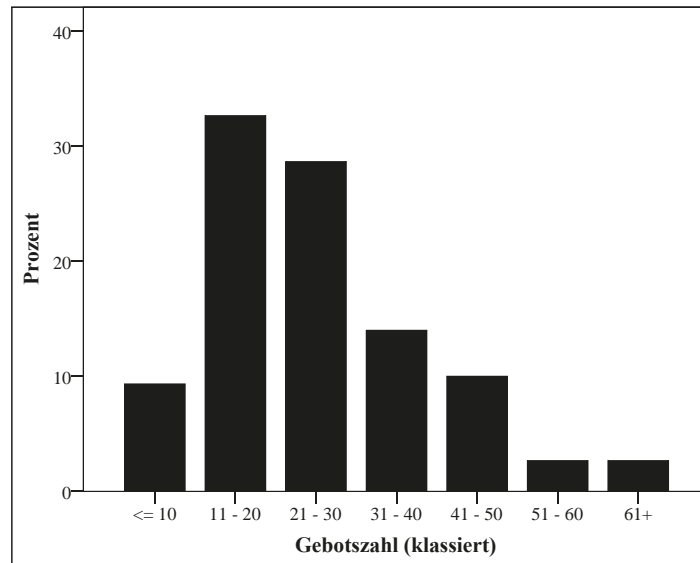
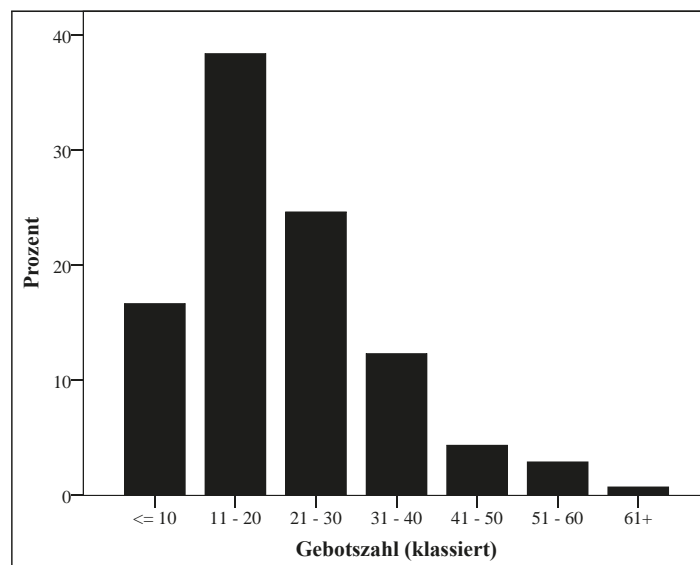


Abbildung 5.18: Häufigkeitsdiagramm zur Zeitdauer bei hybrider Planung (N=138)⁹³⁵

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Vergleich der beiden relativen Häufigkeiten zur Gebotszahl in den Abbildungen 5.19 und 5.20. Die Klassierung der Gebotszahl erfolgt in Zehner-Schritten, wobei die obere Sammelklasse jede Gebotszahl größer 61 umfasst. Große Unterschiede zwischen den Wahrscheinlichkeitsverteilungen fallen vor allem bei den Klassen zwischen elf und 30 Geboten und zwischen 41 und 50 Geboten auf. Auch die Maße der zentralen Tendenz und die Streuungsmaße in Tabelle 5.10 unterscheiden sich für beide Planungsverteilungen.

⁹³⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 5.19: Häufigkeitsdiagramm zur Gebotszahl bei dezentraler Planung (N=150)⁹³⁶Abbildung 5.20: Häufigkeitsdiagramm zur Gebotszahl bei hybrider Planung (N=138)⁹³⁷

Maßzahl	Zeitdauer in Sekunden		Gebotszahl	
	dezentral	hybrid	dezentral	hybrid
Stichprobengröße in Runden	150	138	150	138
Mittelwert	444	414	25,32	21,59
Median	419	354	23,00	19,00
Standardabweichung	220	235	13,73	12,82

Tabelle 5.10: Deskriptive Kennzahlen zur Verhandlungsdauer

⁹³⁶ Quelle: Eigene Darstellung.⁹³⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

Die deskriptive Statistik deutet auf Unterschiede bezüglich der Planungsdauer zwischen den beiden Planungsverteilungen hin. Die Signifikanz dieser Unterschiede muss jedoch im Rahmen einer inferentiellen statistischen Analyse nachgewiesen werden. Dazu bedarf es eines Hypothesentests. Die Auswahl des Hypothesentests hängt entscheidend von der Stichprobenverteilung ab. Weil sich die Auswertung auf zwei über die Kostendaten verbundene Stichproben bezieht, ist die Verteilungsfunktion der Wertepaar-Differenzen zwischen den beiden Stichproben relevant.⁹³⁸ Tabelle 5.11 enthält die Ergebnisse der Normalverteilungstests zu den Wertepaaren.

Variable	Kolmogorov-Smirnov-Test	Shapiro-Wilk-Test
Zeitdauer	0,058	0,092
Gebotszahl	0,028	0,061

Tabelle 5.11: Signifikanz der Normalverteilungstests der Wertepaar-Differenz der hybriden und dezentralen Stichproben

Die Testergebnisse sind vor allem im Hinblick auf die Gebotszahl nicht eindeutig. Während das Ergebnis zum Kolmogorov-Smirnov-Test anzeigt, dass keine Normalverteilung der Wertepaar-Differenzen vorliegt, deutet der Shapiro-Wilk-Test auf eine Normalverteilung hin. Entsprechend werden als Hypothesentests zum Mittelwertvergleich sowohl der nicht-parametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test als auch der parametrische t-Test für den paarweisen Vergleich eingesetzt. Als Verbindung der beiden Stichproben dienen die Kostenfunktionen, die jeweils die Basis einer dezentralen und einer hybriden Verhandlung bilden.⁹³⁹ Beide Tests betrachten die Differenzen zwischen den beiden Stichproben unter Berücksichtigung zusammengehöriger Verhandlungspaare. Die Nullhypothese des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bezieht sich auf den Medianwert der Differenzen zwischen den Stichproben hinsichtlich der abhängigen Variable. Die Teststatistik berechnet sich aus den Rangsummen der positiven und negativen Differenzen und bildet die Grundlage für die Berechnung der Effektstärke. Der t-Test bei verbundenen Stichproben basiert dagegen auf den Mittelwerten der beiden Stichproben. Die Nullhypothese gleicht der Feststellung, dass die Differenz der Stichprobenmittelwerte gleich null ist. Für die Zeitdauer ist nur das Ergebnis des t-Tests relevant, weil beide Tests auf eine Normalverteilung der Wertepaar-Differenzen bezüglich der Zeitdauer hinweisen. Weil zur Durchführung des Tests eine gleiche Anzahl an Werten in beiden Stichproben notwendig ist, werden aus beiden Stichproben die Werte zu denjenigen Kostenfunktionen eliminiert, zu denen lediglich in einer Stichprobe ein Verhandlungsergebnis existiert. Dies reduziert die Gesamt-

⁹³⁸ Vgl. Abschnitt 5.4.2.3.

⁹³⁹ Vgl. Abschnitt 5.4.5.1.

stichprobengröße auf 252 Verhandlungsrunden und 126 Rundenpaare.⁹⁴⁰ Die Testergebnisse zu den Stichprobenunterschieden im Hinblick auf die Verhandlungsdauer bei hybrider und dezentraler Planung beinhaltet Tabelle 5.12.

Nullhypothese	Teststatistik	Signifikanz	Differenzrichtung (hybrid-dezentral)
Die Differenz der beiden Stichprobenmittelwerte bezüglich der Zeitdauer bei hybrider und dezentraler Planungsverteilung ist gleich 0.	0,627	0,532	-30 Sekunden
Die Differenz der beiden Stichprobenmittelwerte bezüglich der Gebotszahl bei hybrider und dezentraler Planungsverteilung ist gleich 0.	1,712	0,089	-3,73 Gebote
Der Medianwert der Differenzen zwischen der Gebotszahl bei hybrider und dezentraler Planungsverteilung ist gleich 0.	-2,022	0,043	+ : 46 Rundenpaare - : 73 Rundenpaare 0 : 7 Rundenpaare

Tabelle 5.12: Ergebnisse der Hypothesentests zur Überprüfung der Signifikanz des Mittelwertunterschieds zwischen der Verhandlungsdauer bei hybrider und bei dezentraler Planung.

Mithilfe des Hypothesentests können Aussagen über das Vorhandensein von Differenzen zwischen den beiden Stichproben getroffen werden. Damit ist jedoch keine Aussage zur Stärke des Effekts, den die Planungsverteilung auf die Verhandlungsdauer ausübt, möglich. Hierfür ist die Effektstärke in die Analyse mitaufzunehmen. Die Effektstärke bei nicht-parametrischen Tests berechnet sich aus dem Quotienten des Betrags der Teststatistik und der Wurzel der Stichprobengröße. Nachdem ein signifikanter statistischer Effekt nur durch einen nicht-parametrischen Test im Hinblick auf die Gebotszahl nachgewiesen werden konnte, wird auch nur hierfür die Effektstärke betrachtet. Diese beträgt für den Einfluss der Planungsverteilung auf die Gebotszahl den Wert 0,13.

5.4.6.4 Quantitative Phase – Ergebnisdiskussion zur Abhängigkeit der Verhandlungsdauer vom Ergebnisintervall (Hypothese L1)

Die Ergebnisse zur Hypothese L1 zeigen, dass die übergeordnete Hypothese zur Abhängigkeit der Verhandlungsdauer von der Ergebnisintervallgröße nur teilweise bestätigt werden kann. Die

⁹⁴⁰ Der Mittelwert der dezentralen Zeitdauer beträgt für die betrachteten 126 Fälle 442 Sekunden (Standardabweichung σ : 218 Sekunden, Median: 416 Sekunden), der Mittelwert der hybriden Zeitdauer 423 Sekunden (Standardabweichung σ : 241 Sekunden, Median: 371 Sekunden). Im Hinblick auf die Gebotszahl ändert sich die durchschnittliche Gebotszahl auf 25,05 Gebote (Standardabweichung σ : 13,66 Gebote, Median: 23 Gebote) im dezentralen Fall und 22,08 Gebote (Standardabweichung σ : 13,10 Gebote, Median: 20 Gebote) im hybriden Fall.

Ergebnisse zur Beziehung zwischen dem Ort der Experimentdurchführung und den Kennzahlen der Verhandlungsdauer signalisieren einen geringen oder nicht-signifikanten Zusammenhang zwischen diesen Größen.⁹⁴¹ Dies spricht für die Replizierbarkeit und für die Reliabilität der Experimentdurchführung, da die Unterschiedlichkeit der Teilnehmer und Räume offensichtlich nicht ausschlaggebend für die Ergebnisse ist. Der geringe Einfluss der Verhandlungsrundennummer auf die betrachteten Kennzahlen ist ein Indiz dafür, dass auf der einen Seite in den letzten Verhandlungen keine Ermüdungserscheinungen und auf der anderen Seite keine Lerneffekte im Experiment auftraten.

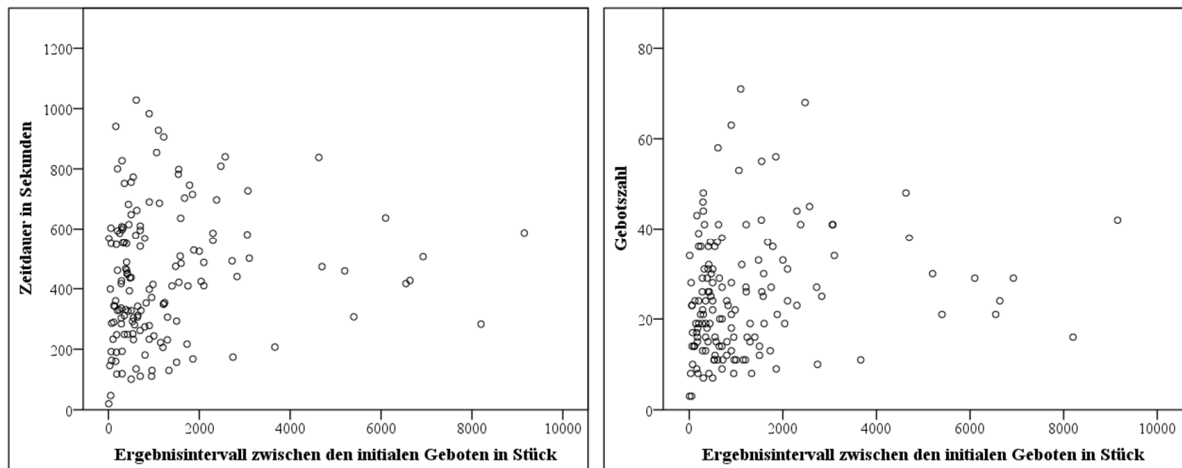


Abbildung 5.21: Punktdiagramme zur Beziehung zwischen Ergebnisintervall und Verhandlungsdauer⁹⁴²

Die Punktdiagramme in Abbildung 5.21 zum Zusammenhang zwischen Verhandlungsdauer und Ergebnisintervall bei dezentraler Planung lassen, wenn überhaupt, nur einen schwachen positiven Zusammenhang zwischen der Verhandlungsdauer und der Größe des Ergebnisintervalls zwischen den Startlosgrößen erkennen (vgl. Abbildungen 5.15, 5.16 und 5.21).⁹⁴³ Vor allem bei der Gebotszahl könnte ein zwar schwacher, aber signifikanter Zusammenhang bestehen. Sowohl der Korrelationskoeffizient nach Pearson als auch die Rangkorrelation nach Spearman bestätigen diese Einschätzung. Die Signifikanz der Rangkorrelation von Spearman ist sowohl für die Zeitdauer als auch für die Gebotszahl auf einem Niveau von 0,01 gegeben. Hinsichtlich der Effektstärke sind beide Werte für die Gebotszahl und die Zeitdauer zwar deutlich über dem allgemein anerkannten Wert von 0,1 für die Existenz eines Zusammenhangs, sie erreichen jedoch nicht die Höhe des Werts für einen mittleren Zusammenhang (0,3).⁹⁴⁴ Da der statistische Zusammenhang eindeutig ist, kann Hypothese L1.1 dennoch bestätigt werden. Mit Kenntnis der Ergebnisse zur Hypothese L1.1 und der Resultate zur Abhängigkeit der Verhand-

⁹⁴¹ Vgl. zu Grenzwerten für η Cohen (1988), S. 283–288.

⁹⁴² Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁴³ Ein stärkerer Zusammenhang könnte unter Umständen im Rahmen eines Experimentdesigns festgestellt werden, in dem zu den großen Ergebnisintervallen mehr Datensätze als im vorhandenen Experiment vorliegen.

⁹⁴⁴ Vgl. Westermann (2000), S. 366.

lungsdauer von der Planungsverteilung (Hypothese L1.2) kann eine leichte Überlegenheit der hybriden Planung im Hinblick auf die Gebotszahl angenommen werden.

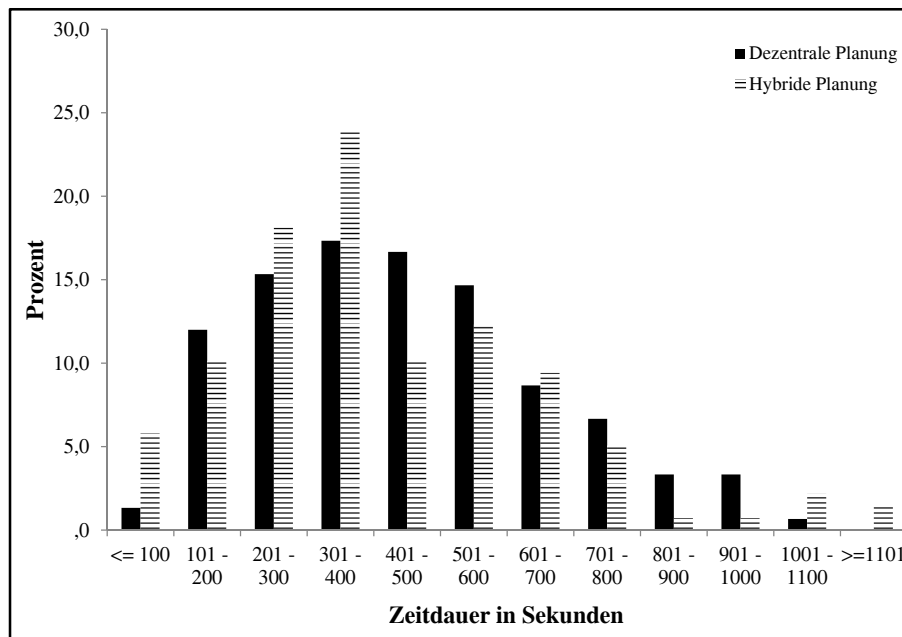


Abbildung 5.22: Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der Zeitdauer bei dezentraler und hybrider Planung⁹⁴⁵

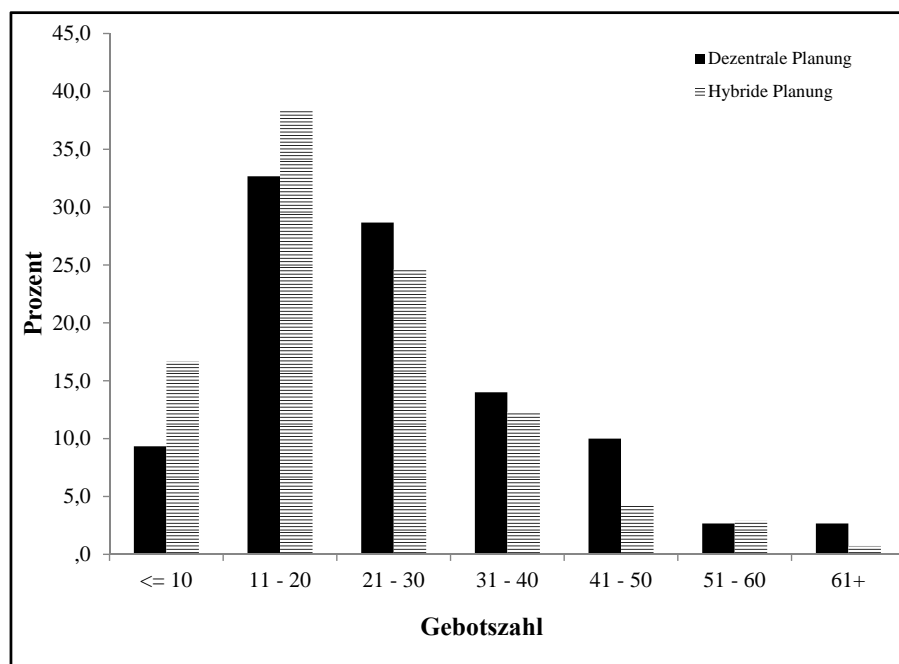


Abbildung 5.23: Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der Gebotszahl bei dezentraler und hybrider Planung⁹⁴⁶

Die vergleichenden Darstellungen der relativen Häufigkeit zur Gebotszahl und zur Zeitdauer bei hybrider und dezentraler Verhandlung in den Abbildungen 5.22 und 5.23 können als Indizien für einen Zusammenhang zwischen Planungsverteilung und Verhandlungsdauer gewertet

⁹⁴⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁴⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

werden.⁹⁴⁷ Während bei hybrider Planung die Zeitdauer von knapp einem Viertel der Verhandlungen der Klasse 301 bis 400 Sekunden zugeordnet ist, besitzt bei dezentraler Planung diese Klasse lediglich eine relative Häufigkeit von knapp über 15 Prozent. Stattdessen sind den höheren Klassen zwischen 401 und 500 oder 501 und 600 mit insgesamt um die 30 Prozent deutlich mehr Fälle zugeordnet als bei hybrider Planung (ungefähr 22 Prozent). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch beim Blick auf die Gebotszahl in den Abbildungen 5.19 und 5.20. Auch hier zeichnet sich bei den niedrigen Klassen zwischen null und zehn, sowie zehn und 20 Geboten eine höhere Häufigkeit bei hybrider als bei dezentraler Planung ab. Dieser Eindruck bestätigt sich beim Vergleich der Mittelwerte. Während bei hybrider Planung eine Verhandlung im Durchschnitt sieben Minuten und 24 Sekunden dauert und 25,32 Gebote umfasst, ist diese bei hybrider Planung mit einer Dauer von sechs Minuten 54 Sekunden und einer Gebotszahl von 21,59 Geboten deutlich kürzer. Die Standardabweichungen betragen 220 Sekunden oder 13,73 Gebote bei Verhandlungen ohne Intervention und 235 Sekunden oder 12,82 Gebote bei Verhandlungen mit Intervention. Die Mittelwerte lassen auf einen durchschnittlichen Unterschied von sieben Prozent hinsichtlich der Zeitdauer und einen Unterschied von 15 Prozent hinsichtlich der Gebotszahl zwischen den beiden Ausprägungen der Planungsverteilung schließen. Dieser Unterschied wird bei einer Signifikanzanalyse jedoch nur für die Gebotszahl durch einen nicht-parametrischen Test als signifikant bestätigt, wobei auf Grund der Effektstärke zu dem Hypothesentest schlussgefolgert werden kann, dass der nachgewiesene Effekt einer Änderung der Planungsverteilung auf die Gebotszahl zwar vorhanden, aber nur gering ist.⁹⁴⁸

Die grafischen Auswertungen und die Effektstärke lassen die Annahme zu, dass neben der Größe des mengenorientierten Ergebnisintervalls auch andere Einflussfaktoren Bedeutung für die Verhandlungsdauer besitzen. Könnte zum Beispiel in weiteren Auswertungen eine teilnehmerspezifische Zeitpräferenz festgestellt werden, führt dies zur Bestätigung der Annahme von Zeitdiskontfaktoren, wie sie im Rubinstein-Spiel oder den erläuterten Spielen bei beidseitig unvollständiger Information getroffen wird.⁹⁴⁹ Gleichzeitig spricht aber die Dauer der meisten Spiele von mehr als zwei Gebotspaaren dagegen, dass die Verhandlungen dem Rubinstein-Spiel oder dem Spiel bei beidseitig unvollständiger Information nach Cramton folgen.⁹⁵⁰ Die mäßige Stärke des Zusammenhangs zwischen Ergebnisintervall und Verhandlungsdauer steht außerdem im Widerspruch zum Zeuthen-Harsanyi-Spiel, das auf einer rein mengenorientierten Nutzenfunktion unabhängig vom Einflussfaktor Verhandlungsdauer basiert.⁹⁵¹ Die Einordnung der Ergebnisse in die Gesamtheit der bisherigen Veröffentlichungen zu den Laborexperimenten

⁹⁴⁷ Siehe auch die Abbildungen 5.17 bis 5.20.

⁹⁴⁸ Die Grenze zwischen einem geringen Effekt und keinem Effekt liegt nach Cohen (1988), S. 283–288, bei 0,1, die Grenze zwischen einem geringen und einem mittleren Effekt liegt bei 0,3 und die Grenze zu einem großen Effekt bei 0,5.

⁹⁴⁹ Vgl. Abschnitt 5.2. Zeitpräferenzen könnten zum Beispiel über eine Umfrage getestet werden. Ein Indikator für die Geduld könnte auch die Gebotsabgabezeit eines Spielers sein (vgl. Cramton (1992)).

⁹⁵⁰ Vgl. Cramton (1992).

⁹⁵¹ Vgl. Harsanyi (1956) und Zeuthen (1930).

lässt einen Vergleich mit den infiniten bilateralen Verhandlungsexperimenten zu.⁹⁵² Vor allem die Experimente der Forschergruppe um Rapoport, Weg und Zwick führten Laborexperimente durch, die eine Zeitpräferenz induzierten. Die Anzahl der Gebote in deren Experimenten unterscheidet sich deutlich von der Gebotszahl im vorliegenden Experiment. Die in Rapoport et al. vorgestellten Laborexperimente erreichen nur in knapp zehn Prozent aller Fälle das siebte Gebotspaar.⁹⁵³ Im Laborexperiment der vorliegenden Arbeit liegt der Mittelwert der Gebotszahl bei dezentraler Planungsverteilung bei 25,32 Geboten, der Median bei 23 Geboten. Das ergibt 12,16 oder 11,50 Gebotspaare. Dies kann zum einen auf die Wirkung der bei Rapoport et al. induzierten Zeitpräferenz, zum anderen aber auch auf die Informationsannahmen zurückgeführt werden. So wussten die Teilnehmer im Laborexperiment von Rapoport et al. grob um den monetären Effekt eines Gebots beim anderen Akteur und kannten gegenseitig das lokale Optimum. Eine bewusste Täuschung eines Teilnehmers zur Verbesserung der eigenen Verhandlungssituation war deshalb unmöglich. Mit steigender Sicherheit dürfte sich auch die Verhandlungszeit verkürzen, weil die Bewertung der Gebote einfacher fällt. In diesem Fall besitzen die Informationsannahmen Einfluss auf die Dauer der Verhandlung.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass Hypothese L1 nur für die Gebotszahl vollständig bestätigt werden kann: Zwar zeigen die Einordnung der Ergebnisse in die bisherige, experimentelle Forschung, sowie die geringe Effektstärke der Zusammenhänge und Unterschiede, dass neben der Größe des mengenorientierten Ergebnisintervalls auch noch andere Faktoren die Verhandlungsdauer beeinflussen; dennoch liefern die Signifikanz der Mittelwertunterschiede zur Gebotszahl und die Korrelationen Hinweise auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Größe des mengenorientierten Ergebnisintervalls und der Verhandlungsdauer und damit auf positive Effekte der hybriden Planung auf die Verhandlungsdauer in Form der Gebotszahl.

5.4.6.5 Quantitative Phase – Gleichheit der initialen Gebote mit den lokal kostenminimalen Losgrößen (Hypothese L2)

Das hybride Verfahren fußt auf der Annahme, dass die initialen Gebote der Verhandlungsparteien den lokal kostenminimalen Losgrößen entsprechen. Die experimentelle Überprüfung dieser Annahme ist das Ziel der Erforschung von Hypothese L2. Die abhängige Variable ist der Betrag der Abweichung von der lokal kostenminimalen Losgröße in Relation zu dieser. Zur Überprüfung, ob eine gemeinsame Auswertung der Experimentgruppen und -runden möglich ist, wird zunächst die Beziehung zwischen dem Experimentort oder der Verhandlungsrunde und der relativen Abweichung betrachtet (vgl. Tabelle 5.13).

⁹⁵² Vgl. Abschnitt 5.4.3.2.

⁹⁵³ Vgl. Rapoport et al. (1990), S. 58.

Variable	Ort [η (η^2)]	Runden [ρ_S (Signifikanz)]
Relative Abweichung	0,061 (0,004)	-0,005 (0,892)
Häufigkeit	Bamberg: 330 Gebote Regensburg: 336 Gebote	Runden 3–6: 112 Gebote Runde 7: 110 Gebote Runde 8: 108 Gebote

Tabelle 5.13: Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_S (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen der Abweichung des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum und dem Verhandlungsort sowie der Abweichung und der Verhandlungsrunde

Zur Überprüfung der Hypothese zur Gleichheit der initialen Gebote mit den lokalen Kostenminima ist bereits eine einfache deskriptive relative Häufigkeitsverteilung der Abweichung von der Anfangslosgröße ausreichend. Da es das Ziel der Überprüfung dieser Hypothese ist, ein mögliches bewusst spekulatives Verhandlungsverhalten aufzudecken und Rundungsabweichungen nicht als eine bewusste Verhandlungsstrategie im Sinne eines geplanten Handelns verstanden werden, sind die relativen Abweichungen in Klassen von fünf Prozent unterteilt.⁹⁵⁴

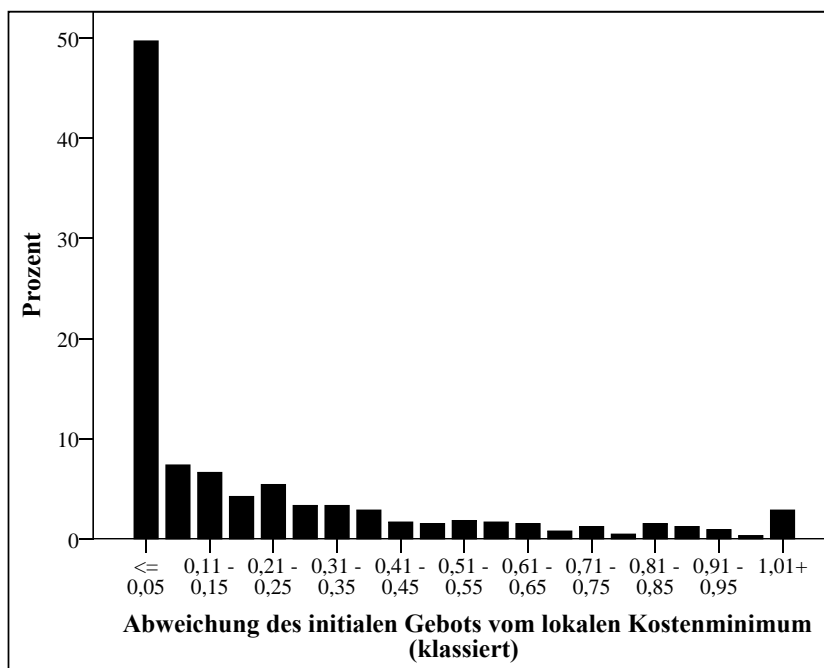


Abbildung 5.24: Häufigkeitsdiagramm zur relativen Abweichung des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum (N=666 Gebote)⁹⁵⁵

Nachdem zum Zeitpunkt der Abgabe der initialen Gebote der Verhandlungsausgang für beide Akteure noch ungewiss ist, werden die initialen Gebote von Verhandlungen, die in einem Abbruch enden, mit in die Analyse aufgenommen. Die grafische Analyse der relativen Häufigkeit

⁹⁵⁴ Unter Rundungsabweichungen wird in diesem Fall zum Beispiel verstanden, dass ein Akteur anstatt der lokal kostenminimalen Losgröße 288 Stück die Menge 280 Stück als erstes Gebot abgibt. Weil die Bedeutung einer Abweichung nur in Relation zur kostenminimalen Menge zu beurteilen ist, werden die relativen Abweichungen analysiert.

⁹⁵⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

figkeiten der Abweichung von der lokal kostenminimalen Losgröße ist in Abbildung 5.24 zu sehen.

5.4.6.6 Quantitative Phase – Diskussion der Ergebnisse zur Gleichheit der initialen Gebote mit den lokal kostenminimalen Losgrößen (Hypothese L2)

Weil weder der Experimentort noch die Verhandlungsrunde Einfluss auf die relative Abweichung der initialen Gebote von der lokal kostenminimalen Losgröße besitzen, ist eine Auswertung der relativen Abweichung an beiden Experimentorten zusammen und über alle Runden hinweg möglich. Die relativen Häufigkeiten der Abweichung offenbaren, dass die Klasse der Abweichungen kleiner als oder gleich fünf Prozent den Modus der relativen Häufigkeiten darstellt. In 50 Prozent der betrachteten Fälle eröffneten die Akteure die Verhandlung mit ihrer lokal kostenminimalen Losgröße oder einer Losgröße in der Nähe der lokal kostenminimalen Losgröße. Die andere Hälfte der initialen Gebote ist dadurch gekennzeichnet, dass das initiale Gebot um mehr als fünf Prozent vom lokalen Losgrößenoptimum abweicht.

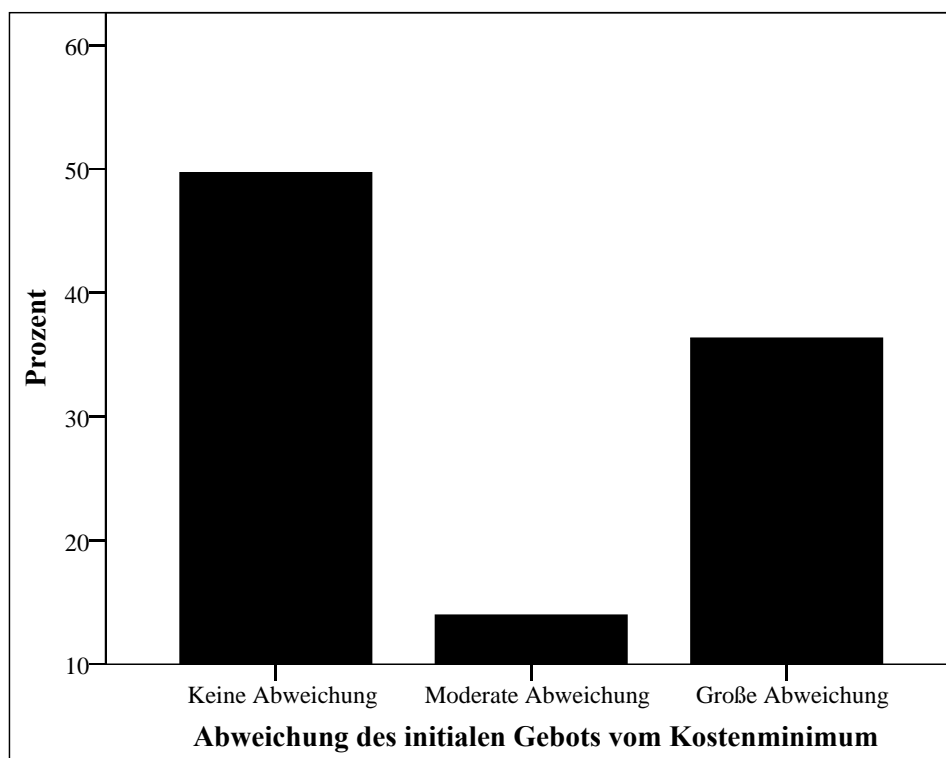


Abbildung 5.25: Abweichungsklassen des initialen Gebots vom lokalen Kostenminimum⁹⁵⁶

Die Zweiteilung bestätigt sich auch, wenn, wie in Abbildung 5.25, drei Klassen über die Abweichung gebildet werden. Nur in relativ wenigen Verhandlungen (14 Prozent) weichen die initialen Gebote um bis zu 15 Prozent von der kostenminimalen Losgröße ab. Die meisten

⁹⁵⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

nennenswerten (moderaten und großen) Abweichungen – insgesamt über 36 Prozent der Fälle – liegen über 15 Prozent. Auf Grund der vergleichsweise hohen relativen Häufigkeit ist von bewusster Spekulation auszugehen. Das bewusste Spekulieren als Verhaltensalternative ist deshalb auch bei der hier unterstellten Perfect-Stranger-Situation zu berücksichtigen und passt zu den Ergebnissen von Weg et al., die bei einem bedeutenden Anteil der Teilnehmer Verhandlungsverhalten feststellten, das nicht den aus der Theorie abgeleiteten Erwartungen entspricht.⁹⁵⁷ Auch in den Experimenten von Min et al., Pruitt/Drews und Chertkoff/Conley zeigte sich unerwartetes Teilnehmerverhalten, das zum Teil aber sogar zu einem im Vergleich zum erwarteten Verhalten verbessertem Verhandlungsergebnis führt.⁹⁵⁸ Weitere experimentelle Ergebnisse, insbesondere zu dieser spezifischen Problemstellung an der Schnittstelle zwischen Losgrößenplanung und Spieltheorie, existieren noch nicht. Die Annahme der Gleichheit initialer Gebote mit den lokalen Optima ist in der Theorie nur in Situationen haltbar, bei denen unvollständige Information bezüglich aller Verhandlungsparameter außer der Nachfrage und der eigenen Kostenfunktion herrscht. Diese Annahmen greifen Pibernik/Sucky und Dudek/Stadtler für ihre spieltheoretisch fundierten, dezentralen Modelle auf.⁹⁵⁹ Bei beiden Modellen ist die Verhandlungseröffnung mit dem initialen Gebot von fundamentaler Bedeutung. Die experimentelle Analyse zeigt nun, dass diese Annahme nicht grundsätzlich falsch ist. Vielmehr entspricht ein initiales Gebot dem lokalen Optimum oder einem Gebot in der Nähe des Optimums sogar der wahrscheinlichsten Alternative. Allerdings muss auch beachtet werden, dass ein ebenso großer Teil der initialen Gebote von der lokal kostenminimalen Losgröße abweicht. Dieses Verhalten muss bei derartigen Modellen ebenso mitberücksichtigt werden. Diese Erkenntnisse können auf zwei unterschiedliche Arten in theoretische Modelle aufgenommen werden: Zum einen könnten die Modelle für zwei verschiedene Verhaltenstypen (spekulativer Typ bei Abweichung vom lokalen Optimum und fokuspunktorientierter Typ bei Gleichheit des Anfangsgebots mit dem lokalen Optimum) definiert werden; zum anderen könnten Mechanismen zur Gleichheitsüberprüfung der ersten Gebote mit den lokalen Optima vorgestellt werden.⁹⁶⁰

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Verhandlungseröffnung in 50 Prozent der Fälle mit einem Gebot erfolgt, dass sich deutlich (größer als fünf Prozent) von der lokal kostenminimalen Losgröße des jeweiligen Akteurs unterscheidet. Die Hypothese L2 kann folglich nur partiell bestätigt werden. Dieses Ergebnis widerspricht der als Basis theoretischer Modelle getroffenen Annahme, dass die Akteure in Situationen mit unvollständiger Information stets mit dem lokal kostenminimalen Gebot starten.⁹⁶¹ Deshalb wird das in Abschnitt

⁹⁵⁷ Vgl. Weg et al. (1990).

⁹⁵⁸ Vgl. Min et al. (1995), Pruitt/Drews (1969) und Chertkoff/Conley (1967). Kirchsteiger (1994) nennt den Neid der Akteure als Handlungsmotivation für unerwartete Verhaltensweisen.

⁹⁵⁹ Vgl. Pibernik/Sucky (2008), Dudek/Stadtler (2005) und Sucky (2004a).

⁹⁶⁰ Vgl. Abschnitt 5.5.

⁹⁶¹ Vgl. Pibernik/Sucky (2008), Dudek/Stadtler (2005) und Sucky (2004a).

4.3.4 vorgestellte hybride Verfahren, in Abschnitt 5.5 um einen Schritt zur Überprüfung der Optimalität der initialen Gebote ergänzt. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass die Hälfte der Teilnehmer diesem fokuspunktorientiertem Verhalten folgt und damit zumindest für eine bestimmte Akteursgruppe die bisher vorgestellten theoretischen Modelle auch unter Berücksichtigung des menschlichen Verhaltens ohne Anpassung ihre Gültigkeit behalten.

5.4.6.7 Quantitative Phase – Lage der Verhandlungsergebnisse im mengenorientierten Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (Hypothese L3.1)

Die bislang betrachteten Hypothesen bezogen sich auf den Verhandlungsprozess. Aussagen über das Verhandlungsergebnis wurden nicht getroffen. Dies ändert sich mit der Betrachtung der Ergebnisse zu Hypothese L3.1. Die Ergebnislage wird in dieser Arbeit unter anderem anhand der relativen Ergebnislagen P^s und P^b zwischen den initialen Geboten und zwischen den Grenzlosgrößen betrachtet. Die initialen Gebote sind ausschlaggebend für die Ergebnisdarstellung bei Verhandlungen ohne zentrale Intervention, die Grenzlosgrößen sind bedeutsam für die Ergebnisdarstellung bei Verhandlungen mit zentraler Intervention. Um für beide Kennzahlen die Ergebnisse beider Experimentgruppen und aller Verhandlungsrunden gemeinsam auswerten zu können, ist die Beziehung zwischen den Merkmalen Ort und Lage im Ergebnisintervall zwischen den Start- oder den Grenzlosgrößen ebenso zu betrachten wie die Beziehung der beiden relativen Lagen zur Verhandlungsrunde. Dazu wird wie bei den Hypothesen zuvor auch das Beziehungsmaß η und die Rangkorrelation ρ_S nach Spearman verwendet.

Alle Beziehungskennzahlen aus Tabelle 5.14 indizieren einen schwachen oder keinen signifikanten Zusammenhang.⁹⁶² Vor diesem Hintergrund ist auch im Bezug auf das Verhandlungsergebnis eine gemeinsame Auswertung über aller Verhandlungsrunden möglich. Im Hinblick auf die Hypothese L3.1 zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten beträgt der Mittelwert der relativen Lage 0,314, die Standardabweichung 0,97.⁹⁶³

⁹⁶² Dieses Ergebnis bestätigt sich auch bei einer gemeinsamen Auswertung über die hybride und dezentrale Planungsverteilung.

⁹⁶³ Die Basis dieser Auswertung sind die 150 dezentralen Verhandlungsrunden ohne Verhandlungsabbrüche.

Variable	Ort [η (η^2)]	Runden [ρ_s Signifikanz]
Relative Ergebnislage zwischen den initialen Geboten (N=150)	0,046 (0,002)	-0,070 (0,395)
Relative Ergebnislage zwischen den Grenzlosgrößen (N=138)	0,111 (0,012)	-0,124 (0,147)
Häufigkeit	Bamberg: 77 (dezentral), 73 (hybrid)	Runde 3: 34 (dezentral), 12 (hybrid) Runde 4: 22 (dezentral), 28 (hybrid) Runde 5: 24 (dezentral), 26 (hybrid)
	Regensburg: 73 (dezentral), 65 (hybrid)	Runde 6: 21 (dezentral), 25 (hybrid) Runde 7: 29 (dezentral), 21 (hybrid) Runde 8: 20 (dezentral), 26 (hybrid)

Tabelle 5.14: Beziehungsmaß η (η^2) und Rangkorrelation ρ_s (zweiseitige Signifikanz) für die Beziehung zwischen der relativen Ergebnislage und dem Verhandlungsort sowie der relativen Ergebnislage und der Verhandlungsrunde

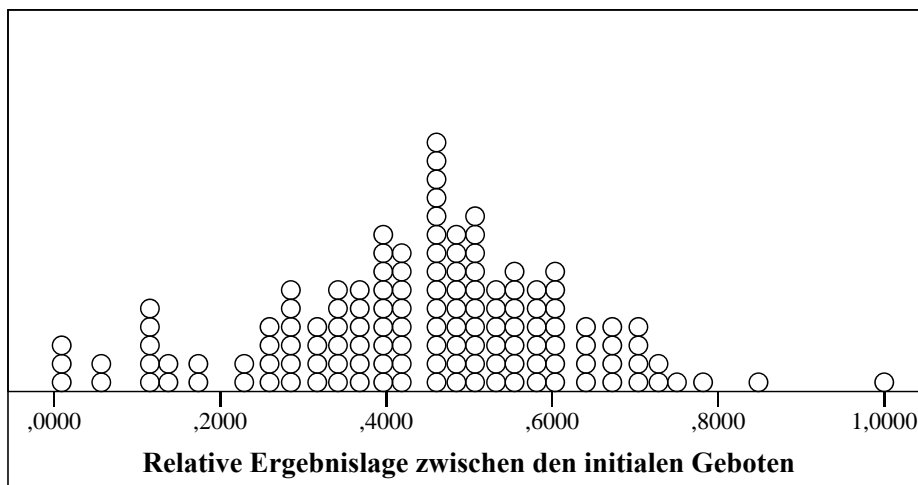


Abbildung 5.26: Punktdiagramm zur relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (N=136 Verhandlungsrunden)⁹⁶⁴

In der Mittelwertberechnung sind anders als in Abbildung 5.26 Extremwerte größer als zwei und kleiner als minus eins mitberücksichtigt. Diese Werte kommen entweder durch bewusste Spekulation oder aber, was die wahrscheinlichere Alternative ist, durch ungewollte Abweichungen von der lokal optimalen Losgröße zustande. Ohne diese Extremwerte betragen der Mittelwert 0,44 und die Standardabweichung 0,17. Der Median gleicht in beiden Fällen dem Wert 0,461. Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse einschließlich der Extremwerte betrachtet. Diese Kennzahlen (einschließlich der Extremwerte) bestätigen sich bei einem Blick auf das Punktdiagramm in Abbildung 5.26 und die relative Häufigkeitstabelle 5.15 der relativen Lage zwischen den initialen Losgrößen. Auf den zentralen Bereich der Lage zwischen 40 Prozent

⁹⁶⁴ Quelle: Eigene Darstellung. 14 Fälle von ursprünglich 150 Verhandlungsrunden werden nicht abgebildet, weil sie zum Teil deutlich kleiner als null oder zum Teil deutlich größer als eins sind und dementsprechend eine übersichtliche Darstellung in einem Punktdiagramm nicht möglich wäre. Die noch folgenden Auswertungen basieren auf der Gesamtdatenbasis, also inklusive dieser 14 Fälle.

und 60 Prozent entfallen 43,4 Prozent der Verhandlungen, auf den Bereich zwischen 30 Prozent und 70 Prozent insgesamt 67,4 Prozent. Neben den Indizien, die im Hinblick auf eine mögliche Konzentration der relativen Lage um die Mitte des Verhandlungsergebnisses zwischen den initialen Geboten aus der relativen Häufigkeitsverteilung abgeleitet werden können, ermöglichen der Interquartilbereich, die Lorenzkurve und der Gini-Koeffizient eine Aussage zur Konzentration der relativen Lage. Der Interquartilbereich umfasst einen 24,6 Prozentpunkte großen Bereich der relativen Lage. Der Gini-Koeffizient beträgt 39,4 Prozent. Die Lorenzkurve ist in Abbildung 5.27 dargestellt.

Klasse	Häufigkeit	
	absolut	relativ
<0,1001	16 Runden	10,6%
0,1001 – 0,2000	9 Runden	6,0%
0,2001 – 0,3000	12 Runden	8,0%
0,3001 – 0,4000	23 Runden	15,3%
0,4001 – 0,5000	37 Runden	24,6%
0,5001 – 0,6000	28 Runden	18,7%
0,6001 – 0,7000	13 Runden	8,7%
0,7001 – 0,8000	7 Runden	4,7%
0,8001 – 0,9000	1 Runden	0,7%
>0,9000	4 Runden	2,7%
Summe	150 Runden	100%

Tabelle 5.15: Häufigkeitstabelle zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung

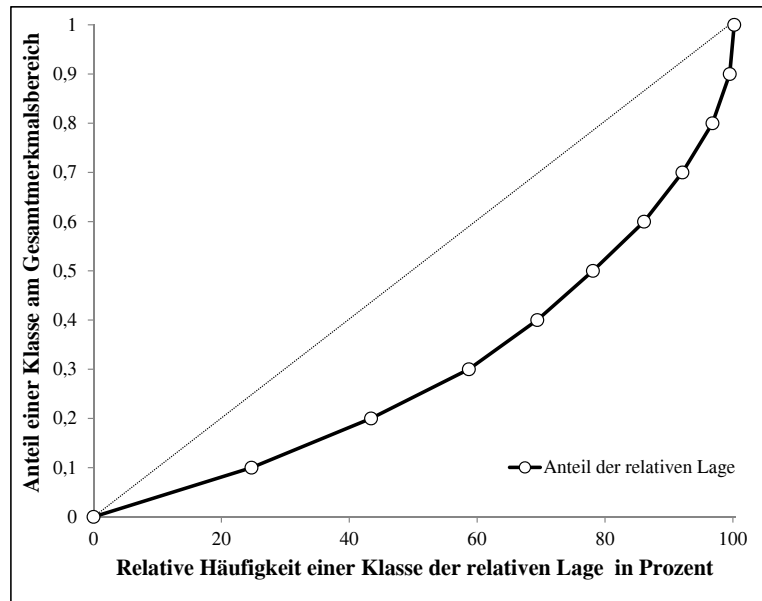


Abbildung 5.27: Lorenzkurve zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei dezentraler Planung (N=150 Verhandlungsrunden)⁹⁶⁵

5.4.6.8 Quantitative Phase – Lage der Verhandlungsergebnisse im mengenorientierten Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (Hypothese L3.2)

Wird anstatt einer dezentralen Planungsverteilung eine hybride Planungsverteilung betrachtet, ändert sich das relevante mengenorientierte Ergebnisintervall auf den Bereich zwischen den Grenzlosgrößen.⁹⁶⁶

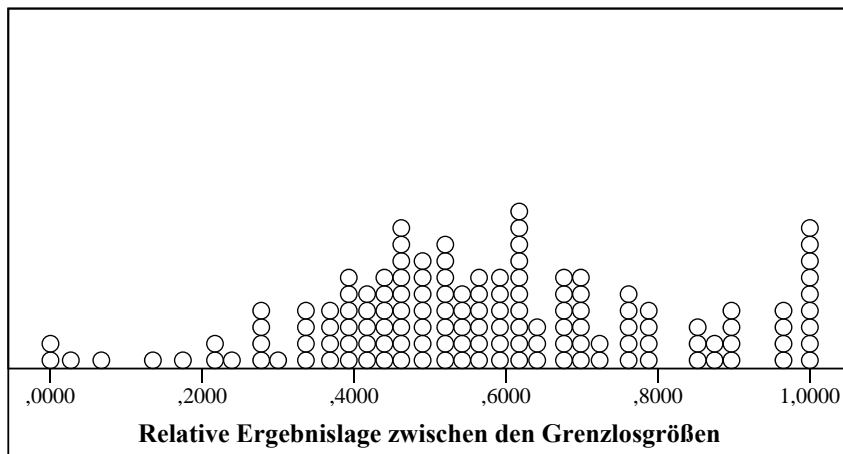


Abbildung 5.28: Punktdiagramm zur relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (N=138 Verhandlungsrunden)⁹⁶⁷

⁹⁶⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁶⁶ Die Grundlage der nachfolgenden Auswertungen sind 138 hybride Verhandlungen ohne Verhandlungsabbrüche.

In Abbildung 5.28 zeigt sich ein nur leicht verändertes Bild im Vergleich zu den zuvor bezüglich der relativen Lage zwischen den Startlosgrößen bei dezentraler Planung durchgeführten Auswertungen. Der Mittelwert beträgt 0,574, der Median 0,556 und die Standardabweichung 0,227. Im Gegensatz zur dezentralen Planung wirken im Rahmen der hybriden Planung keine Extremwerte auf die Lage von erfolgreichen Verhandlungen ein. Ein Ergebnis außerhalb der Grenzlosgrößen ist nicht erlaubt. Entsprechend enthält das Punktdiagramm die Ergebnisse aller im Experiment erfolgreichen Verhandlungen mit dezentraler Intervention. Die prozentuale Aufteilung der Häufigkeiten auf die verschiedenen Klassen enthält Tabelle 5.16.

Klasse	Häufigkeit	
	absolut	relativ
<0,1001	4 Runden	2,9%
0,1001 – 0,2000	2 Runden	1,4%
0,2001 – 0,3000	8 Runden	5,8%
0,3001 – 0,4000	12 Runden	8,8%
0,4001 – 0,5000	29 Runden	21,0%
0,5001 – 0,6000	24 Runden	17,4%
0,6001 – 0,7000	26 Runden	18,8%
0,7001 – 0,8000	11 Runden	8,0%
0,8001 – 0,9000	0 Runden	0%
0,9001 – 1,0000	22 Runden	15,9%
Summe	138 Runden	100%

Tabelle 5.16: Häufigkeitstabelle zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei hybrider Planung

38,4 Prozent der hybriden Verhandlungen enden in einem Bereich zwischen 40 Prozent und 60 Prozent des eingeschränkten Ergebnisintervalls. 65,9 Prozent sind dem zentralen Bereich zuordenbar, wenn dieser auf 30 Prozent bis 70 Prozent ausgeweitet wird. Der Interquartilbereich beträgt 0,2685. Der Gini-Koeffizient liegt bei 41,5 Prozent. Abbildung 5.29 beinhaltet die entsprechende Lorenzkurve.

⁹⁶⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

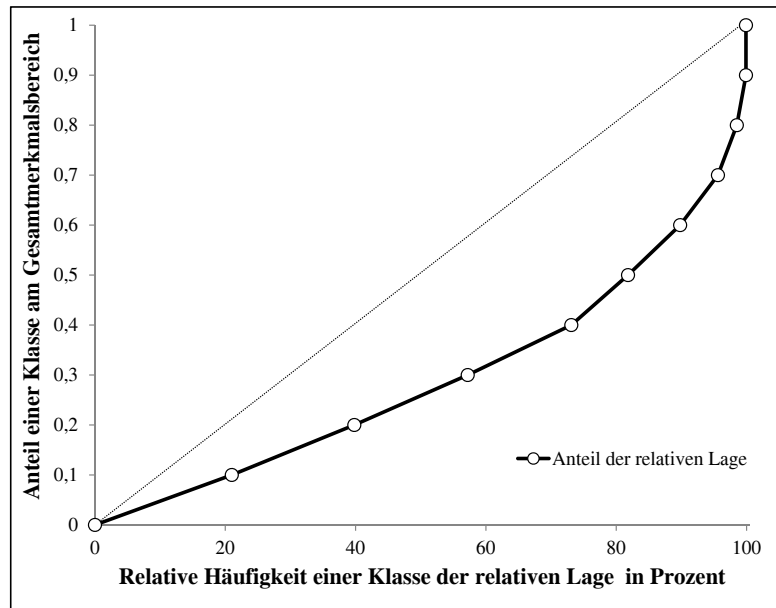


Abbildung 5.29: Lorenzkurve zur relativen Ergebnislage zwischen den Grenzlosgrößen bei hybrider Planung (N=138 Verhandlungsrunden)⁹⁶⁸

5.4.6.9 Quantitative Phase – Einflussrichtung der zentralen Intervention (Hypothese L3.3)

Aus den Hypothesen L3.1 und L3.2 kann in Verbindung mit dem Design der Kostenfunktionen⁹⁶⁹ geschlossen werden, dass die Verhandlungsergebnisse durch die zentrale Intervention in deren Richtung beeinflusst wird. Das Laborexperiment ist so gestaltet, dass die zentrale Intervention das Ergebnisintervall stets in Richtung der Losgröße mit der relativen Lage null, also in Richtung von Standort 1, verschiebt. Zur Überprüfung der Beeinflussung der zentralen Intervention wird als Kennzahl die relative Lage zwischen den initialen Geboten gewählt. Diese wird als Kennzahl verwendet, weil die zentrale Intervention von den initialen Geboten abhängt. Die relativen Häufigkeitsverteilungen in Abbildung 5.30 für die Lage zwischen den Losgrößen bei beiden Planungsverteilungen zeigen eine deutliche Verschiebung des Modus in Richtung einer Lage von null bei hybrider Verteilung. Der Eindruck der Grafik bestätigt sich durch die Mittelwerte. Ohne die Extremwerte kleiner minus eins und größer zwei bei dezentraler Planung betragen der Mittelwert der relativen Lage zwischen lokal kostenminimalen Losgrößen 0,44, die Standardabweichung 0,17 und der Median 0,461. Der Median bleibt auch bei der Berücksichtigung der Extremwerte gleich. Der Mittelwert der hybriden Planungsumgebung liegt dagegen bei 0,29 mit einer Standardabweichung von 0,156 und damit noch niedriger als der Mittelwert im dezentralen Fall unter Berücksichtigung aller Werte (0,31).

⁹⁶⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁶⁹ Vgl. Abschnitt 5.4.5.1 und Abschnitt 5.4.5.2.

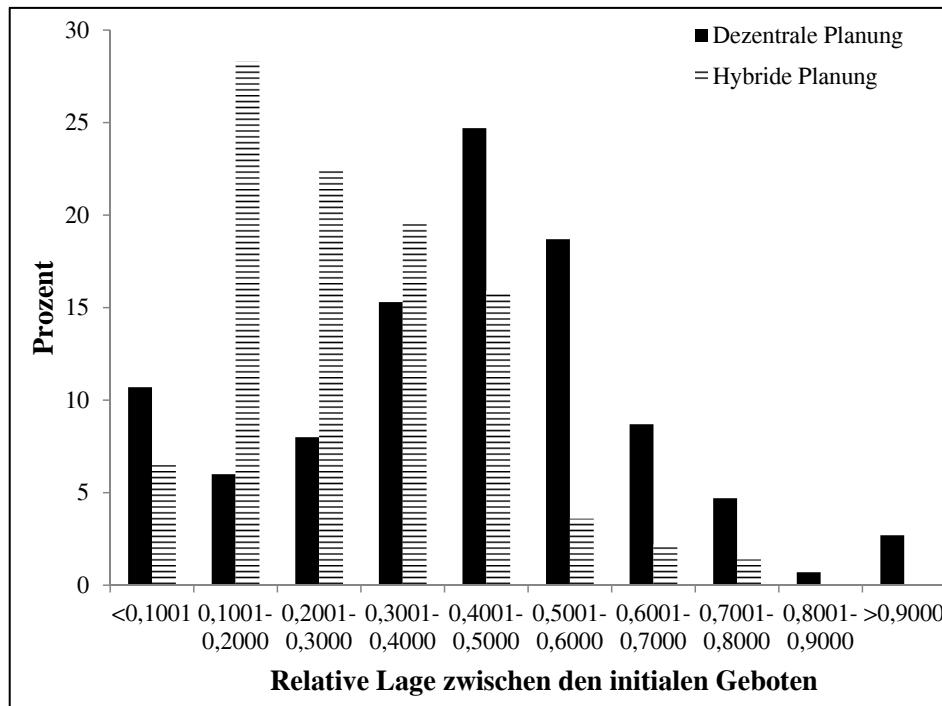


Abbildung 5.30: Häufigkeitsdiagramm zum Vergleich der relativen Lage des Verhandlungsergebnisses zwischen den initialen Geboten bei dezentraler und hybrider Planung (150 dezentrale und 138 hybride Verhandlungsrunden)⁹⁷⁰

Deutlich wird der Unterschied zwischen den beiden Verteilungen auch bei der Betrachtung des Medians, der im hybriden Fall den Wert 0,277 annimmt. Der Unterschied zwischen den beiden Stichproben muss auf Signifikanz hin überprüft werden. Zur Auswahl des Hypothesentests ist zunächst die zu Grunde liegende Verteilungsfunktion der Wertepaarendifferenzen zu analysieren. Die Ergebnisse der Verteilungstests sind in Tabelle 5.17 aufgeführt.

Variable	Kolmogorov-Smirnov-Test	Shapiro-Wilk-Test
Relative Ergebnislage zwischen den initialen Geboten	0,000	0,000

Tabelle 5.17: Signifikanz der Normalverteilungstests zur relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten (dezentral: 150 Verhandlungsrunden; hybrid: 138 Verhandlungsrunden)

Nullhypothese	Teststatistik	Signifikanz	Differenzrichtung (hybrid-dezentral)
Der Medianwert der Differenzen zwischen der relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei hybrider und dezentraler Planungsverteilung ist gleich null.	-4,135	0,000	+ : 34 Rundenpaare - : 92 Rundenpaare

Tabelle 5.18: Ergebnisse des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zur Überprüfung der Signifikanz des Mittelwertunterschieds zwischen der relativen Ergebnislage zwischen den initialen Geboten bei hybrider und bei dezentraler Planung

⁹⁷⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Normalverteilung sind im Bezug auf beide Stichproben eindeutig. Bei der hybriden Stichprobe liegt in beiden Tests auf einem Signifikanzniveau von 0,05 keine Normalverteilung vor. Im Hinblick auf die dezentrale Stichprobe kann eine Normalverteilung sogar auf einem Niveau von 0,001 abgelehnt werden. Deshalb wird auch hier der nicht-parametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test eingesetzt. Dazu wird die Datenbasis auf die 126 vollständigen Rundenpaare reduziert.⁹⁷¹ Der Unterschied kann gemäß Tabelle 5.18 auf einem Signifikanzniveau von 0,001 bestätigt werden. Insgesamt ist bei 92 von 126 Kostenfunktionen die relative Lage im Rahmen der hybriden Verhandlung kleiner als die relative Lage bei dezentraler Planung. Die Effektstärke liegt bei 0,281.

5.4.6.10 Quantitative Phase – Diskussion zur Lage der Verhandlungsergebnisse im Ergebnisintervall (Hypothese L3)

Wie bei den beiden Haupthypothesen zuvor zeigt die Auswertung zum Einfluss des Experimentorts und der Experimentrunde auf das Verhandlungsergebnis, dass eine gemeinsame Auswertung über die beiden Orte – Bamberg und Regensburg – und über alle Runden hinweg sinnvoll ist. Die Ergebnisse zur relevanten Lage in Abbildung 5.31 signalisieren ohne Zweifel eine Tendenz der Verhandlungsergebnisse hin zur Mitte des relevanten Ergebnisintervalls zwischen den initialen Geboten.⁹⁷² Bei dezentraler Planung enden insgesamt zwei Drittel der Verhandlungsrunden im zentralen Bereich des Ergebnisintervalls zwischen 30 Prozent und 70 Prozent. Der Interquartilbereich entspricht dem Wert 0,246. Dies bedeutet, dass die mittleren 50 Prozent der Fälle auf einen Bereich von 24,6 Prozent des Ergebnisintervalls entfallen. Der Gini-Koeffizient und die Lorenzkurve aus Abbildung 5.27 verdeutlichen die Konzentration der Ergebnisse auf wenige Klassen. Je größer die Wölbung der Lorenzkurve ist, desto höher ist die Konzentration. In diesem Fall weist die Kurve eine mittlere Wölbung auf. Entsprechend kann von einer mittleren Konzentration auf die zentralen Klassen der relativen Lage geschlossen werden. Dies bestätigt sich auch bei der Betrachtung des Gini-Koeffizienten. Auffällig ist die leichte Linksgipfligkeit der Verteilung, die sich im Median, im Mittelwert und der Verteilung der relativen Häufigkeiten widerspiegelt. Diese könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Durchschnitt der relativen Lage der globalen Optima und der fairen Lösung deutlich kleiner als 0,5 ist. Dies führt dazu, dass der Akteur, dessen lokal kostenminimale Losgröße bei eins liegt,

⁹⁷¹ Der Mittelwert bei hybrider Planung beträgt für die 126 betrachteten Fälle 0,29 im Vergleich zu 0,27 für die 126 dezentralen Fälle. Die Standardabweichungen lauten 0,16 (hybrid) und 1,04 (dezentral). Die Mediane entsprechen den Werten 0,27 im hybriden Fall und 0,46 im dezentralen Fall. Dieses überraschende Ergebnis ist allerdings auf die Extremwerte zurückzuführen. Werden nur die Werte im Verhandlungsintervall zwischen null und eins mit in die Analyse einbezogen, ergibt sich ein Mittelwert von dann nur noch 113 Fällen in Höhe von 0,44 bei dezentraler und 0,29 bei hybrider Planung. Die Standardabweichungen entsprechen den Werten 0,19 (dezentral) und 0,16 (hybrid).

⁹⁷² Vgl. die Abbildungen 5.26 und 5.28.

mit einer deutlich flacheren Kostenfunktion aus Mengensicht größere Konzessionen gewähren kann als der Akteur, dessen lokal kostenminimale Losgröße bei null liegt.

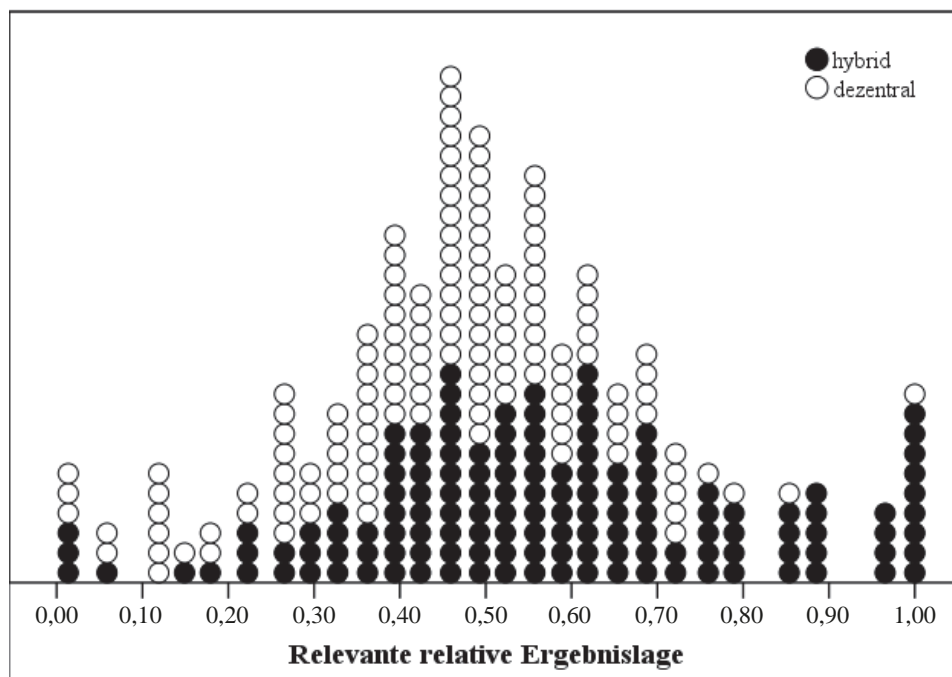


Abbildung 5.31: Punktdiagramm zur relevanten relativen Ergebnislage⁹⁷³

Die Tendenz zur Mitte in Abbildung 5.31 ist wenig überraschend, weil auch die gesamtauszahlungsmaximale Menge im Mittel in einem zentralen Bereich liegt. Fraglich ist allerdings, inwieweit die Ursache der Tendenz zur Mitte in der Gestaltung der Auszahlungsfunktion zu suchen ist, oder auf eine grundsätzliche Tendenz der Akteure hin zur Mitte zurückzuführen ist. Die eindeutige Auflösung dieser Unklarheit lässt sich durch die gemeinsame Betrachtung der Ergebnisse bei hybrider und dezentraler Planung erreichen. Die Interpretation erfolgt im weiteren Verlauf dieses Abschnitts. Insgesamt bestätigen sich damit die bereits in der Literatur zum Beispiel von Nydegger/Owen festgestellten Tendenzen zu Lösungen in der Mitte des Ergebnisintervalls und damit auch Hypothese L3.1.⁹⁷⁴ Hinweise darauf, dass diese Tendenz auf eine angenommene Ähnlichkeit des Aspirationsniveaus zurückzuführen ist, liefern die Ergebnisse von Mitzkewitz/Nagel zu einem finiten Bargaining-Experiment.⁹⁷⁵ Dazu passt auch der sogenannte Pull-To-Center-Fehler, der in allen Laborexperimenten zum Newsvendor-Modell auftritt. Dieser entsteht, weil sich die Akteure nicht für die Optimalmenge, sondern für eine

⁹⁷³ Quelle: Eigene Darstellung. 14 Fälle von ursprünglich 150 Verhandlungsrunden werden nicht abgebildet, weil sie zum Teil deutlich kleiner als null oder zum Teil deutlich größer als eins sind und dementsprechend eine übersichtliche Darstellung in einem Punktdiagramm nicht möglich wäre. Die noch folgenden Auswertungen basieren auf der Gesamtdatenbasis, also inklusive dieser 14 Fälle.

⁹⁷⁴ Vgl. Nydegger/Owen (1975).

⁹⁷⁵ Vgl. Mitzkewitz/Nagel (1993).

Menge, die zwischen der Optimalmenge und dem Erwartungswert liegt, entscheiden.⁹⁷⁶ Zusätzlich stellt die Mitte des Ergebnisintervalls ein Fokuspunkt dar, der sich durch seine Lage aus dem Kontinuum an möglichen Verhandlungsergebnissen hervorhebt und allein deswegen stärker als mögliches Verhandlungsergebnis wahrgenommen wird als andere potenzielle Ergebnisse.⁹⁷⁷ In diesem Zusammenhang interessant sind auch die Laborexperimente, die altruistisches Verhalten und den grundsätzlichen Willen zu fairen Lösungen feststellen.⁹⁷⁸ Die Experimentergebnisse zur dritten Hypothese stehen scheinbar im Widerspruch zu den Ergebnissen von Nydegger/Owen, die das Nash-Axiom zur Bedeutung des relevanten Aufteilungskriteriums widerlegen.⁹⁷⁹ Nachdem dieses Experiment allerdings auf einer Situation mit vollständiger Information beruht und damit den Teilnehmern neben dem Ersatzkriterium „Chips“ auch das eigentlich Nutzen stiftende Kriterium „Auszahlung“ bekannt war, ist es mit dem vorliegenden Experiment nicht vergleichbar. Die Ergebnisse des Experiments dieser Arbeit bestätigen aber die Ergebnisse von Roth/Murnighan und Roth et al., die bei unvollständiger Information auf die Bedeutung eines derartigen Ersatzkriteriums hinweisen.⁹⁸⁰

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den hybriden Verhandlungen im Hinblick auf die Verhandlungsergebnislage zwischen den Grenzlosgrößen. Auch hier können gut zwei Drittel der Fälle dem zentralen Bereich zwischen 30 Prozent und 70 Prozent des relevanten Ergebnisintervalls zugeordnet werden. Gini-Koeffizient, Lorenzkurve und Interquartilbereiche bezüglich der mengenorientierten Ergebnislage zwischen den Grenzlosgrößen sind ebenfalls dem dezentralen Fall ähnlich. Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei Verhandlungen ohne zentrale Intervention ist im Bezug auf die Ergebnisse zur relativen Lage mit zentraler Intervention die Rechtsgipfligkeit und eine relativ hohe Häufigkeit des Werts eins der relativen Lage im Bezug auf die relative Häufigkeitsverteilung hervorzuheben. Beides kann auf die Gestaltung der zentralen Intervention zurückgeführt werden. Um einen möglichst großen Unterschied zur dezentralen Planung sicherzustellen, wurden im Rahmen des Experiments die zentralen Interventionen so determiniert, dass eine einseitige Einschränkung auf Seiten des Akteurs stattfindet, dessen lokal kos-

⁹⁷⁶ Vgl. dazu zum Beispiel Ho et al. (2010), Bolton/Katok (2008) oder Schweitzer/Cachon (2000).

⁹⁷⁷ Vgl. Krause et al. (2006), White et al. (1994) und Schelling (1980), S. 70 und S. 111–115.

⁹⁷⁸ Dazu gehört zum Beispiel das in Deutsch/Kotik (1978) beschriebene Laborexperiment. Dies scheint im Widerspruch zu den Ergebnissen von Bartos (1978) zu stehen, der mithilfe eines Laborexperiments nachweisen kann, dass ein Akteur durch ein für sich vorteilhaftes Gebot eine hohe Konzession des anderen Akteurs provoziert. Der Widerspruch löst sich jedoch auf, wenn die Perspektiven der beiden Experimente miteinander verglichen werden. Während Bartos (1978) nur das Konzessionsverhalten einer Runde isoliert betrachtet, fokussiert das Experiment von Deutsch/Kotik (1978) auf die Verhandlungsergebnisse. Trotz eines vermeintlich gegensätzlichen Konzessionsverhaltens bei einem isolierten Gebotspaar kann in der gesamten Verhandlungsrunde immer noch ein Ergebnis in der Mitte erzielt werden. Folgen zwei kleine Konzessionen eines Akteurs hintereinander, so kann dies trotz einer zunächst hohen Konzession eine entsprechende Reaktion beim Verhandlungspartner hervorrufen. Trotzdem bietet dieser vermeintliche Widerspruch einen interessanten Ansatzpunkt für weitere Datenauswertungen zum durchgeführten Experiment. Außerdem bestätigt sich damit auch die von Mehta et al. (1992) festgestellte Präferenz von Experimententeilnehmern für faire Lösungen.

⁹⁷⁹ Vgl. Nydegger/Owen (1975).

⁹⁸⁰ Vgl. Roth/Murnighan (1982) und Roth et al. (1981).

tenminimale Losgröße bei eins liegt. Diese einseitige Benachteiligung erklärt dementsprechend die Rechtsgipfligkeit der Häufigkeitsverteilung hinsichtlich der relativen Lage zwischen den Grenzlosgrößen. Gleichzeitig zeigt aber die dennoch ausgeprägte Tendenz zur Mitte, dass in den meisten Verhandlungen die Benachteiligung eines Akteurs einen eher kleinen Einfluss auf die Ergebnislage besitzt. Dies ist umso überraschender, weil die globale Auszahlung im Durchschnitt in der Mitte des ursprünglichen Ergebnisintervalls maximal ist.⁹⁸¹ Trotzdem scheinen beide Akteure die vorgegebenen Grenzen als neues, relevantes Ergebnisintervall zu akzeptieren. Dies ist für die Grenzsetzung im Rahmen des hybriden Verfahrens von hoher Relevanz. Überlegungen vor der zentralen Intervention oder die gesamtmaximale Auszahlung spielen offenbar nur eine untergeordnete Rolle. Dafür spricht auch, dass die Rangkorrelation zwischen der Menge bei gesamtmaximaler Auszahlung und der Einigungsmenge mit 0,27 für dezentrale Planung zwar signifikant, aber schwach ist. Der Korrelationskoeffizient zur Beziehung zwischen der Mitte im relevanten relativen Ergebnisintervall und dem Verhandlungsergebnis beträgt dagegen 0,44. Alle Ergebnisse zur relativen Lage deuten darauf hin, dass es Ziel der Zentralstelle sein muss, die Grenzen so festzulegen, dass die Wahrscheinlichkeit für die global kostenminimale Losgröße im Bereich um die 50 Prozent mit einer leichten Tendenz zu Werten größer als 50 Prozent im relevanten Ergebnisintervall am höchsten ist. Die Ergebnisse zeigen, dass dann die Wahrscheinlichkeit für eine Verhandlungslösung im Rahmen des hybriden Verfahrens in der Nähe des globalen Kostenminimums sehr hoch ist.

Auf die Wirkung der zentralen Intervention zielt die dritte Hypothese. Anhand der Hypothesen L3.1 und L3.2 lässt sich bereits erkennen, dass die zentralen Interventionen wirkungsvoll sind und die ursprünglich dezentrale Verhandlungssituation nur einen geringen Einfluss auf das Ergebnis besitzt. Diese Erkenntnis wird mit Hypothese L3.3 bestätigt. Sowohl der Vergleich der deskriptiven Kennzahlen Mittelwert, Median und Standardabweichung zwischen den beiden Planungsverteilungen zentral und hybrid als auch der Hypothesentest im Hinblick auf die Differenz der Stichproben stellen starke Indizien für die Wirkung der zentralen Intervention auf die relative Lage der Verhandlungsergebnisse im Ergebnisintervall zwischen den initialen Geboten dar. Trotzdem ist auch die Effektstärke des Zusammenhangs in Betracht zu ziehen. Diese deutet auf einen geringen bis mittleren Zusammenhang hin.⁹⁸² Werden die Fälle außerhalb des Wertebereichs für die Lage zwischen den Anfangsgeboten eliminiert, steigt die Effektstärke auf 0,41 an. Dieses Resultat lässt den Rückschluss zu, dass zwar ohne Zweifel ein Einfluss der Planungsverteilung besteht, aber offensichtlich daneben noch andere Merkmale auf das Verhandlungsergebnis wirken. Auf Grund der Isolation der meisten anderen Faktoren sind hier vor allem persönlichkeitspezifische Merkmale der beiden Verhandlungsakteure zu nennen.⁹⁸³ Die

⁹⁸¹ Ineffiziente Lösungen treten auch bei dezentralen Verhandlungen auf. Darauf deuten schon die Verhandlungsabbrüche hin. Jede Entscheidungssituation ist so gestaltet, dass beide Parteien eine Auszahlung erhalten können. Trotzdem kommen die Verhandlungspartner zu keiner Einigung. Derartige Ineffizienzen in Situationen mit unvollständiger Information leiteten Myerson/Satterthwaite (1983) spieltheoretisch ab.

⁹⁸² Vgl. Field (2009), S. 558, und Rosenthal (1991), S. 19.

⁹⁸³ Vgl. Siegel/Fouraker (1960).

hybride Verhandlung zu der jeweiligen Kostenfunktion wird von anderen Akteuren durchgeführt als die dezentrale Verhandlung. Dies ist zur Vermeidung von Lerneffekten notwendig. Dennoch könnte dieses Between Subject Design ein Grund für die Effektstärke bezüglich der Planungsverteilung sein.⁹⁸⁴ Trotz dieser zusätzlich bestehenden Einflüsse kann auch Hypothese L3.3 bestätigt werden und damit festgestellt werden, dass zentrale Interventionen die Verhandlungen in die vorgegebene Richtung beeinflussen.

5.5 Zusammenfassung und Implikationen

Ziel dieses Kapitels war die Feststellung des Kostenersparnispotenzials und einer Effizienzsteigerung gegenüber dezentralen Verfahren unter Beachtung privater Informationsannahmen und autonomer dezentraler Einheiten. Diese Annahmen stehen dem Einsatz eines zentralen Planungsmodells entgegen. Ausgangspunkt der Potenzialanalyse des hybriden Verfahrens war eine *auf spieltheoretischen Überlegungen basierende Charakterisierung*. Diese war notwendig, weil sich die bisher veröffentlichten Forschungsarbeiten zur spieltheoretischen Betrachtung der Koordination von Supply Chains nahezu ausschließlich auf Situationen mit asymmetrischer Machtverteilung konzentrieren und zentrale Interventionen vernachlässigt werden.⁹⁸⁵ Eine Anwendung bisheriger Modelle ist auf Grund der fehlenden Betrachtung zentraler Interventionen nicht möglich. Die relevante Verhandlung des hybriden Verfahrens entspricht einem Drei-Personen-Nicht-Konstantsummen-Spiel, das auf ein Zwei-Personen-Spiel reduziert werden kann. Die beiden miteinander verhandelnden Akteure besitzen gleiche oder unterschiedliche Macht und kennen neben der Supply-Chain-weiten Nachfrage nur ihre eigene Kostenfunktion. Während der Verhandlung zwischen den beiden Akteuren erfolgt eine zentrale, das Ergebnisintervall einschränkende Intervention einer Zentralstelle, die den dritten Akteur in diesem Spiel darstellt. Diese Intervention muss von den dezentralen Einheiten anerkannt werden. Insofern existiert eine Machtasymmetrie bezüglich der Interventionen. Weil die Anerkennung der Intervention alternativlos ist, kann der dritte Akteur bei den Analysen auf die Intervention reduziert und damit nahezu ausschließlich die Interaktion zwischen den beiden dezentralen Akteuren betrachtet werden. Für diese Verhandlungsinteraktion ist die Anwendung spieltheoretischer Konzepte zu prüfen. Dabei erweist sich sowohl das Rubinstein-Spiel als auch das Zeuthen-Harsanyi-Spiel auf Grund der Annahme vollständiger Information als nur begrenzt geeignet. Die bestehenden Spiele bei beidseitig unvollständigen Informationen bilden zwar die Informationsannahmen des hybriden Verfahrens ab, können aber nicht mit einem eindeutigen Gleichgewicht gelöst werden.

⁹⁸⁴ Die Heterogenität der Nutzer als Einflussgröße auf die Ergebnisse stellen zum Beispiel auch Inderfurth et al. (2008), S. 24, fest.

⁹⁸⁵ Eine Ausnahme bilden hier die Veröffentlichungen von Dudek (2009a), Pibernik/Sucky (2008), Dudek/Stadtler (2005), Sucky (2004b) und Sucky (2003), in denen auch die symmetrische Machtverteilung betrachtet wird.

Die Reduktion des Drei-Personen-Spiels auf ein Zwei-Personen-Spiel mit zentraler Intervention eröffnet die Möglichkeit, klare Regeln zum Verhandlungsausgang zu definieren. Der mächtige Akteur setzt, solange ihm keine Ausgleichszahlung angeboten wird, bei hybrider Planung die Grenzlosgröße durch, die seiner eigenen lokal kostenminimalen Lösung am nächsten ist. Eine andere Verhandlungslösung ergibt sich nur, wenn er im Rahmen der Nachverhandlung eine Seitenzahlung erhält, die ihn trotz einer aus seiner lokalen Kostenperspektive schlechten Losgröße besser stellt als bei der Realisierung seiner eigenen lokal kostenminimalen Losgröße. Weil die Kostenersparnispotenziale des hybriden Verfahrens insgesamt und der Nachverhandlung im Speziellen auch bei asymmetrischer Machtverteilung analytisch nicht abzuschätzen sind, wurde ein Monte-Carlo-Simulationsexperiment initiiert, das zu folgenden Erkenntnissen führt:⁹⁸⁶

- Insgesamt können relativ robust, also auch bei sehr breiten Grenzen, im Mittel über alle Fälle zwischen 70 Prozent und 80 Prozent der globalen Mehrkosten der dezentralen Planung im Vergleich zur zentralen Planung eingespart werden.
- In allen Simulationskonfigurationen werden durch das hybride Verfahren in 50 Prozent der Fälle mehr als 80 Prozent der möglichen Einsparungen erzielt.
- Sind die Parameterverhältnisgrenzen sehr gut abgeschätzt, führt die Nachverhandlung nur in sehr wenigen Fällen zu globalen Kostenverbesserungen.
- Bei schlechten Abschätzungen sorgt die Nachverhandlung dagegen für den größten Teil der Einsparungen.

Abbildung 5.32 fasst die Ergebnisse der spieltheoretischen Überlegungen und des Simulationsexperiments zusammen. Trotz dieser klaren Ergebnisse für Entscheidungssituationen mit asymmetrischer Machtverteilung lassen sich aus dieser Monte-Carlo-Simulation zunächst keine Rückschlüsse auf Entscheidungssituationen mit symmetrischer Machtverteilung ziehen. Die spieltheoretischen Überlegungen in diesem Kapitel führen ebenfalls zu keinen hinreichenden Erkenntnissen bezüglich des Verhandlungsergebnisses und des Verhandlungsprozesses und damit der Potenziale des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung. Deshalb wurden in einem weiteren Schritt bisherige empirische Erkenntnisse zu einem derartigen Verhandlungsproblem untersucht. Aus empirischer Sicht relevant waren ausschließlich *bisher durchgeführte laborexperimentelle Erhebungen*.

⁹⁸⁶ Vgl. Abschnitt 5.3.

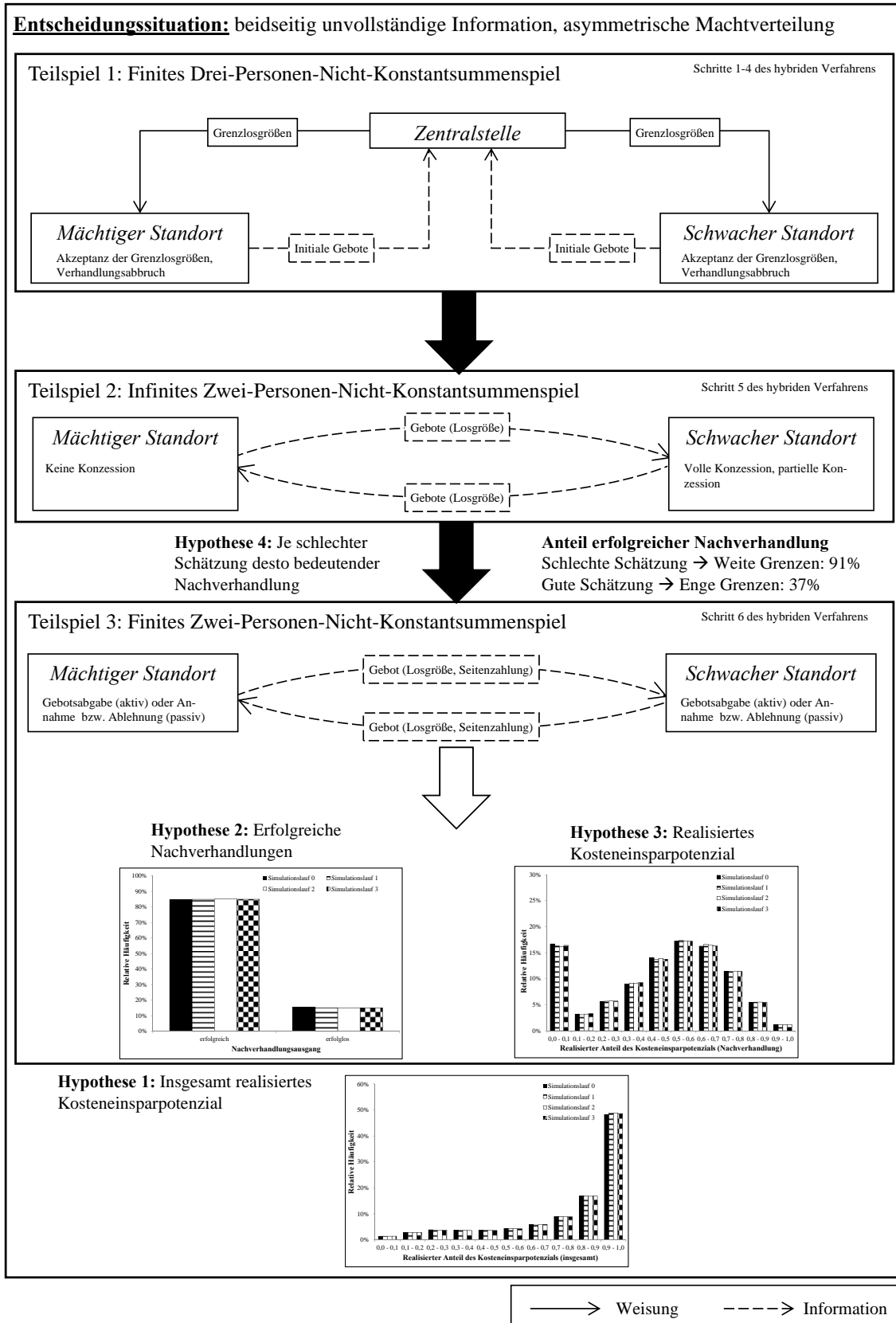


Abbildung 5.32: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und dem Simulationsexperiment zum hybriden Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung⁹⁸⁷

⁹⁸⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

Befragungen oder anderweitige Datenerhebungen können nur schwer Lösungen für ein derartiges Verhandlungsproblem liefern. Im Bereich des Supply Chain Management wurden einige Laborexperimente mit dem Ziel initiiert, den Bullwhip-Effekt nachzuweisen und Maßnahmen dagegen auf ihre Wirksamkeit zu analysieren. Dazu wurden analog zum Beer Game Supply Chains über mehrere Stufen betrachtet, wobei zwar die Informationsannahmen durchaus zu dem zu analysierenden Verhandlungsspiel des hybriden Verfahrens passen, aber in den bilateralen Beziehungen der Supply Chain grundsätzlich asymmetrische Machtverteilung zu Gunsten des Kunden unterstellt wurde. Ein zweiter Schwerpunkt der Laborexperimente zum Supply Chain Management ist die Analyse von Newsvendor-Situationen und das Bestellverhalten der Akteure in derartigen Situationen. Neben dem Pull-To-Center-Effekt und dessen Ursachen wird der Forschungsschwerpunkt in wenigen Laborexperimenten auch auf die Wirkung von sogenannten koordinierenden Elementen, wie zum Beispiel Rückkaufoptionen oder Gewinnteilungsmechanismen, gelegt. Nicht diesen Gruppen zuzuordnen ist das Experiment von Inderfurth et al., in dem eine Verhandlungssituation unterstellt wird, die der Entscheidungssituation dieser Arbeit weitgehend gleicht und in der die Wirkung von Screening- und Signalling-Modellen untersucht wird.⁹⁸⁸ Weil aber auch dieses Laborexperiment in erster Linie Verhandlungssituationen bei asymmetrischer Machtverteilung betrachtet und zentrale Interventionen vernachlässigt, müssen neben den Experimenten zum Supply Chain Management auch die Laborexperimente im eher volkswirtschaftlichen Kontext zum infiniten, bilateralen Bargaining betrachtet werden. Diese Laborexperimente zielen zwar darauf ab, Erkenntnisse zu Verhandlungsergebnis und -prozess zu gewinnen, sie basieren aber zumeist auf der Verteilung eines festen, allen Teilnehmern bekannten Geldbetrags. Damit erfüllen sie weder die Eigenschaft eines Nicht-Konstantsummenspiels noch die Eigenschaft unvollständiger Information bezüglich der Kosten- oder Gewinnfunktion des anderen Verhandlungsakteurs. Deshalb lassen sich die Ergebnisse dieser Laborexperimente nicht für das hybride Verfahren nutzen.

Mithilfe der Literaturanalyse konnte festgestellt werden, dass ein Bedarf für eine *experimentelle Datenerhebung* existiert. Empirische Datenerhebungen gliedern sich in die drei Prozessschritte Problemstellung, Informationsgewinnung und Informationsauswertung. Die Problemstellung wurde in Form von Forschungshypothesen umrissen. Die drei übergeordneten Hypothesen beziehen sich auf den Zusammenhang zwischen Ergebnisintervallgröße und Verhandlungsdauer, initialem Gebot und lokalem Kostenminimum und auf die Lage der Verhandlungsergebnisse bei Verhandlungen mit und ohne zentrale Intervention. Zur Informationsgewinnung wurde ein Experiment durchgeführt, dessen Design auf die Erfüllung der drei Gütekriterien Validität, Objektivität und Reliabilität ausgerichtet war. Kernelement des experimentellen Designs war die Plattform <http://www.lone-planning.org> zur Verhandlung zwischen zwei Teilnehmern. Insgesamt wurden über das Experiment ohne Testrunden 336 Verhandlungsrunden generiert, von denen in den meisten Auswertungen 288 berücksichtigt wurden. Neben der strikten Informationskontrolle diente vor allem eine zielgerichtet gestaltete Auszahlung an die

⁹⁸⁸ Vgl. Inderfurth et al. (2008) und Abschnitt 5.2.4.2.

Teilnehmer der Validität. Die Objektivität wurde unter anderem durch die Delegation der Experimentleitung an neutrale Personen berücksichtigt und der Reliabilität auf Grund der hohen Formalisierung der Datenerfassung sowie der Anwendung standardisierter statistischer Methoden unter Berücksichtigung der spezifischen Anwendungsvoraussetzungen Rechnung getragen. Nach der Konzeption des Experiments erfolgte die Durchführung eines Pre-Tests und schließlich die Durchführung der Laborexperimente an den Universitäten Bamberg und Regensburg. Die Informationsauswertung zum Experiment orientierte sich an den Forschungshypothesen. Im Rahmen der Datenauswertung stellte sich heraus, dass die relevanten Kennzahlen zur Lage der Verhandlungsergebnisse, zur Abweichung der Startlosgröße vom lokalen Kostenminimum und zur Verhandlungsdauer nur in geringem Maße mit dem Experimentort oder der Verhandlungsrunde zusammenhängen. Diese Ergebnisse können als Beleg für die Reliabilität der experimentellen Erhebung und für die Vernachlässigbarkeit von Lerneffekten gewertet werden. Bezüglich der Forschungshypothesen lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Die Auswertungen zur *Verhandlungsdauer* liefern Indizien dafür, dass hybride Verhandlungen im Hinblick auf die Gebotszahl kürzer als Verhandlungen ohne zentrale Intervention sind.
- Die Analyse zur *Abweichung der initialen Gebote von der lokal kostenminimalen Losgröße* lässt den Schluss zu, dass ungefähr die Hälfte der Teilnehmer die lokal kostenminimale Losgröße als Erstgebot einer Verhandlung wählt. Dieses Verhalten entspricht in der unterstellten Perfect-Stranger-Situation dem in der Theorie angenommenen Verhalten. Die andere Hälfte der Teilnehmer versucht dagegen durch bewusst gewählte Abweichungen von der eigenen lokal kostenminimalen Losgröße das Verhandlungsergebnis positiv im Hinblick auf die eigene Zielerreichung zu beeinflussen.
- Die *Lage der Verhandlungsergebnisse im relevanten mengenorientierten Ergebnisintervall* weist eine Tendenz zur Mitte des Ergebnisintervalls auf. Im Rahmen der dezentralen Planung führt dies erwartungsgemäß zu Ergebnissen in der Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls zwischen den initialen Geboten. Als relevantes Ergebnisintervall bei hybrider Planung erweist sich das eingeschränkte Ergebnisintervall zwischen den Grenzlosgrößen. Überraschender Weise wird auch hier weitgehend unabhängig von der Auszahlungsfunktion eine Tendenz zur Mitte festgestellt. Während die Häufigkeitsverteilung der relativen Lage bei dezentraler Planung auf Grund der Gestaltung der zu Grunde liegenden Kostenfunktion eher linksgipflig ist, spielt bei der hybriden Verhandlung offensichtlich die einseitige Benachteiligung des Akteurs, dessen Startlosgröße im dezentralen Ergebnisintervall bei eins liegt, eine Rolle. Deshalb ist hier eine rechtsgipflige Häufigkeitsverteilung mit einem lokalen Höhepunkt bei der relativen Lage mit dem Wert eins im eingeschränkten Ergebnisintervall zu beobachten.
- Zu den Erkenntnissen zur relativen Ergebnislage passt auch, dass die zentrale Intervention offensichtlich einen Einfluss auf die Lage des Ergebnisses besitzt. Diese Erkenntnis

bestätigt sich bei der expliziten Auswertung dieser Fragestellung auf signifikantem Niveau.

- Zu allen Forschungshypothesen konnten Aussagen auf einem Signifikanzniveau von mindestens 0,05 zum Teil sogar auf einem Signifikanzniveau von 0,01 oder 0,001 getroffen werden. Die geringen bis mittleren Effektstärken sind zudem Indiz dafür, dass ein auf Basis der Ergebnisse angepasstes Agieren tatsächlich eine gewisse Wirkung erzielt. Trotzdem zeigt die Effektstärke auch, dass neben den betrachteten Umgebungsvariablen weitere Einflussfaktoren auf die hybride und dezentrale Planung in Betracht gezogen werden müssen. An erster Stelle sind hier die Verhandlungsteilnehmer und ihre persönlichkeitspezifischen Merkmale zu nennen.⁹⁸⁹

Das Laborexperiment wurde zur Einschätzung der Potenziale hybrider Verhandlungen bei symmetrischer Verhandlungsmacht entwickelt. Das Experiment bezieht sich vor allem auf den fünften Schritt des hybriden Verfahrens, die Mengenverhandlung. Die Nachverhandlung wurde im Rahmen der Analyse bei symmetrischer Machtverteilung nicht berücksichtigt. Die Simulationsstudie zum hybriden Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung zeigt, dass die Nachverhandlung schlechte Ergebnisse der Mengenverhandlungen ausgleichen kann. Schlechte Mengenverhandlungsergebnisse sind weit von der global kostenminimalen Losgröße entfernt. Die aus mengenorientierter Perspektive maximale sinnvolle Entfernung gleicht der Differenz der beiden Grenzlosgrößen. Diese Differenz tritt dann auf, wenn sich beide Verhandlungspartner auf eine Losgröße am Rand des eingeschränkten Ergebnisintervalls einigen, die global kostenminimale Losgröße aber am anderen Ende des Intervalls liegt. Schlechte Ergebnisse sind vor allem bei asymmetrischer Machtverteilung realistisch. Gerade in derartigen Situationen wirkt die Nachverhandlung. Die Ergebnisse des Laborexperiments zeigen, dass derartige extreme Ergebnisse bei symmetrischer Machtverteilung eher selten vorkommen. Insgesamt lassen die Ergebnisse der Simulationsstudie in Verbindung mit den Ergebnissen des Laborexperiments trotzdem den Rückschluss zu, dass die Nachverhandlung die Ergebnisse der hybriden Verhandlung vor allem dann verbessert, wenn die Ergebnisse der Mengenverhandlung aus globaler Perspektive schlecht sind. Auf Grund der Tendenz der Verhandlungsergebnisse zur Mitte des eingeschränkten Ergebnisintervalls kommen schlechte Ergebnisse nach der Mengenverhandlung und damit eine Ergebnisverbesserung durch die Nachverhandlung bei symmetrischer Machtverteilung seltener vor als bei asymmetrischer Machtverteilung. Einen Überblick über die spieltheoretischen Überlegungen und die experimentelle Analyse zum hybriden Verfahren bei symmetrischer Machtverteilung gewährt die Abbildung 5.33.

⁹⁸⁹ Ansatzpunkte für die Untersuchung des Einflusses persönlichkeitspezifischer Merkmale liefern Loch/Wu (2008).

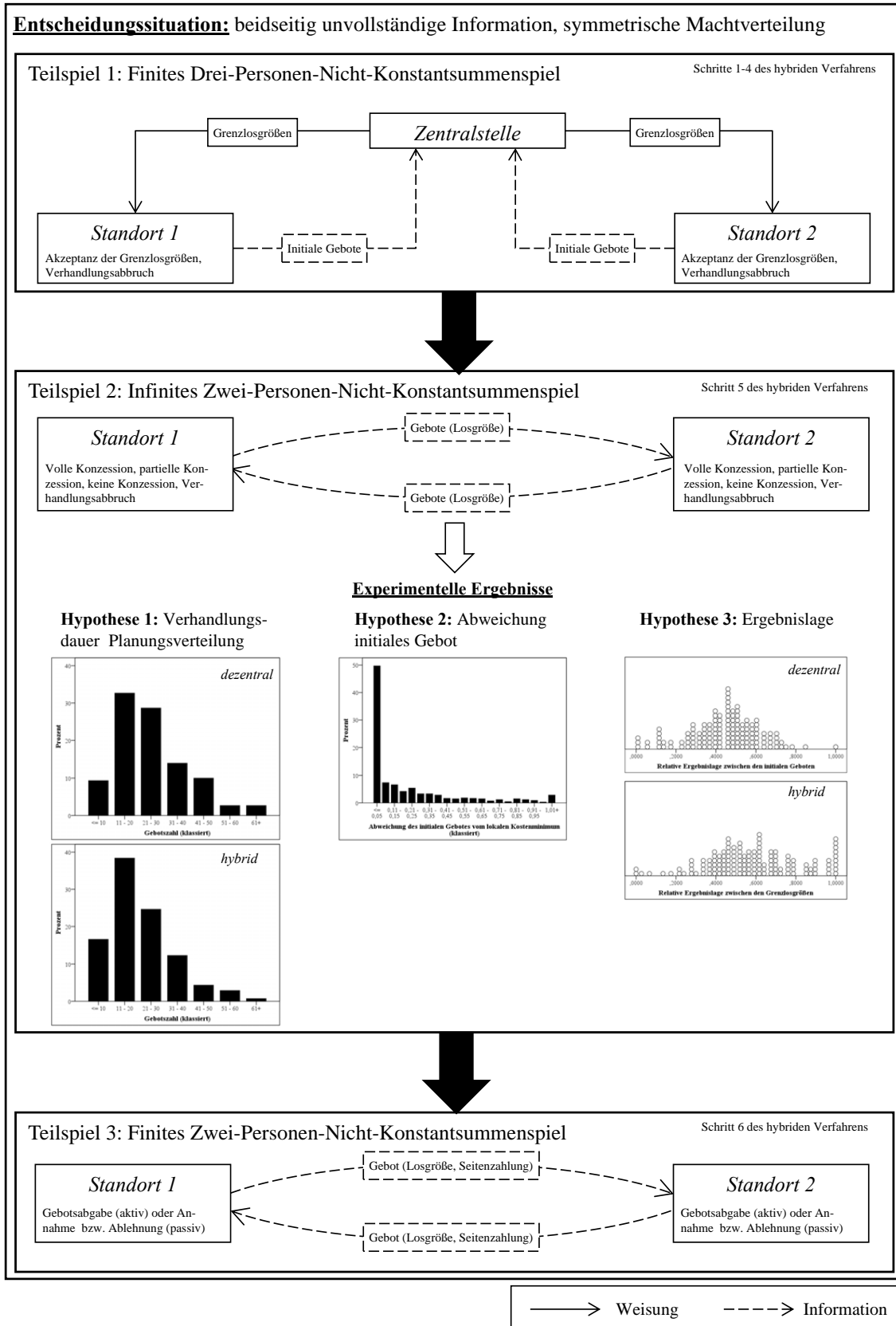


Abbildung 5.33: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Laborexperiment hinsichtlich des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung⁹⁹⁰

⁹⁹⁰ Quelle: Eigene Darstellung.

Nach der Darstellung der Ergebnisse muss die Frage nach möglichen Implikationen für das entwickelte Verfahren, die theoretische Forschung allgemein und die praktische Anwendung gestellt werden. Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Implikationen ableiten:

- Grundsätzlich kann für das hybride Verfahren festgestellt werden, dass das hybride Verfahren dem dezentralen Verfahren hinsichtlich der Verhandlungsdauer in Geboten bei symmetrischer Machtverteilung nur schwach überlegen ist. Es konnten außerdem Hinweise für die Abhängigkeit der Dauer von der Ergebnisintervallgröße gesammelt werden.
- Für die betriebliche Praxis bedeuten die Ergebnisse bezüglich der Verhandlungsdauer, dass eine Homogenisierung der Kosten zwischen verschiedenen Akteuren, wie zum Beispiel Standorten einer Internal Supply Chain, den Koordinationsaufwand der Mengenabstimmung leicht reduzieren.
- Die Ergebnisse zum initialen Gebot widersprechen zumindest teilweise der in der Theorie verbreiteten Auffassung eines fokuspunktorientierten Verhaltens zu Beginn einer Verhandlung mit unvollständiger Information. Die Ergebnisse schränken damit den Geltungsbereich der bisher auf Basis dieser Annahme veröffentlichten Theorien auf eine bestimmte Personengruppe ein. Unzweifelhaft besteht neben dieser fokuspunktorientierten Anwendergruppe ein weiterer Personenkreis, der mit dem Ziel einer positiven Gestaltung des Ergebnisintervalls von diesem fokuspunktorientierten Verhalten abweicht. Dieses Verhalten ist bei der Gestaltung von Methoden zu berücksichtigen. Für das hybride Verfahren wird im weiteren Verlauf dieses Abschnitts auf Basis dieses Ergebnisses eine entsprechende Anpassung vorgenommen.
- Für die betriebliche Praxis bedeutet dieses Verhalten, dass in Verhandlungen nicht unbedingt davon ausgegangen werden kann, dass trotz unvollständiger Information alle Beteiligten mit einem Gebot in der Nähe des lokalen Kostenminimums beginnen. Hierzu ist von Seiten des Verhandlungsakteurs eine bewusste Entscheidung zu treffen. Die Chancen und Risiken von derartigem Verhalten können im Rahmen einer weiterführenden Verhandlungsergebnisanalyse in Abhängigkeit der Verhandlungseröffnung untersucht werden.
- Die Lage der Verhandlungsergebnisse orientiert sich an der Mitte des relevanten, mengenorientierten Ergebnisintervalls. Auf dieser Erkenntnis können theoretische Modelle aufbauen. Für das hybride Verfahren kann zum Beispiel davon ausgegangen werden, dass sich die meisten Nachverhandlungen im sechsten Schritt des hybriden Verfahrens auf ein Ergebnis der Mengenverhandlung (Schritt 5) in der Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls stützen. Ergebnisse von dezentralen Verhandlungen können entsprechend antizipiert werden.

- In der betrieblichen Praxis sollten zentrale Verhandlungsinterventionen so gestaltet werden, dass die Wahrscheinlichkeit für das globale Kostenminimum in der Mitte des eingeschränkten Ergebnisintervalls mit einer leichten Tendenz zum durch die Intervention benachteiligten Akteur am höchsten ist.
- Die Ergebnisse zur Lage des Verhandlungsergebnisses in Verbindung mit der Konzeption der Kostenfunktionen lassen außerdem darauf schließen, dass sich die Verhandlungsteilnehmer bei unvollständiger Information Ersatzkriterien suchen, die sich deutlich von den eigentlich relevanten Kriterien unterscheiden. In diesem Fall sind die Kosten das für die Auszahlung und damit für den persönlichen Nutzen relevante Merkmal. Tatsächlich deutet aber die Einigung auf eine Menge in der Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls darauf hin, dass nicht die Kosten, sondern die Menge den Haupteinfluss auf das Verhandlungsverhalten ausübt. Auf Grund der Gestaltung der Kostenfunktionen liegt das globale Kostenminimum im Schnitt bei einem Wert von 0,30 und der Median bei 0,24. Dieser Abweichung der Verhandlung von dem eigentlichen Verhandlungsziel, der Minimierung der Kosten, könnte mit einer entsprechenden Aufklärung der Verhandlungsakteure begegnet werden.
- Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass neben den aufgeführten und untersuchten Merkmalen der Verhandlungssituation auch weitere Faktoren, insbesondere persönlichkeitspezifische Merkmale der Verhandlungsführer, mit einzukalkulieren sind.

Eine Erkenntnis der experimentellen Untersuchung war die Abweichung des initialen Gebots von der lokal kostenminimalen Losgröße. Weil im Hinblick auf das in Abschnitt 4.3.4 eingeführte hybride Verfahren genau diese Annahme getroffen wird, ist eine entsprechende Anpassung des Verfahrens notwendig. Der dritte Schritt des hybriden Verfahrens beinhaltet den Verhandlungsstart durch die Abgabe der initialen Gebote der Verhandlungsteilnehmer. Im Anschluss daran wird als Erweiterung zu dem vorgestellten Verfahren eine Prüfung der Optimalität der initialen Gebote vorgenommen. Hierfür werden neben den Grenzlosgrößen \tilde{q}_1^b und \tilde{q}_2^b , die sich aus den Grenzen der relativen Lage \tilde{P}^{min} und \tilde{P}^{max} ableiten, zwei weitere Grenzlosgrößen \tilde{q}_1^{bb} und \tilde{q}_2^{bb} definiert. Diese Grenzlosgrößen sind als Komplementärgrenzlosgrößen zu \tilde{q}_1^b und \tilde{q}_2^b definiert. Sie berechnen sich auf Basis des ebenfalls in Abschnitt 4.3.4 eingeführten Faktors V (vgl. Gleichungen (4.56) und (4.59)). Dieser bildet das Verhältnis einer lokal kostenminimalen Losgröße zur global kostenminimalen Losgröße ab. Im Folgenden wird zwischen den Faktoren V_1^* und V_2^* unterschieden. V_1^* bezieht sich auf die lokal kostenminimale

Losgröße von Standort 1 und V_2^* auf die entsprechende Produktionsmenge an Standort 2.⁹⁹¹
Die Grenzlosgrößen lassen sich im Bezug auf Standort 1 wie folgt ermitteln:

$$\tilde{q}_1^b = \begin{cases} \tilde{V}_1^{min} \cdot q_1^* & \text{für } q_1^* \leq q_2^* \\ \tilde{V}_1^{max} \cdot q_1^* & \text{für } q_1^* > q_2^* \end{cases} \quad (5.13)$$

$$\tilde{q}_2^b = \begin{cases} \tilde{V}_1^{max} \cdot q_1^* & \text{für } q_1^* \leq q_2^* \\ \tilde{V}_1^{min} \cdot q_1^* & \text{für } q_1^* > q_2^* \end{cases} \quad (5.14)$$

Die Determinierung der Grenzlosgrößen im Bezug auf Standort 2 findet analog dazu statt:

$$\tilde{q}_1^{bb} = \begin{cases} \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* & \text{für } q_1^* \leq q_2^* \\ \tilde{V}_2^{max} \cdot q_2^* & \text{für } q_1^* > q_2^* \end{cases} \quad (5.15)$$

$$\tilde{q}_2^{bb} = \begin{cases} \tilde{V}_2^{max} \cdot q_2^* & \text{für } q_1^* \leq q_2^* \\ \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* & \text{für } q_1^* > q_2^* \end{cases} \quad (5.16)$$

Die Aufteilung der Funktion in zwei Teile ist notwendig, weil im Gegensatz zur relativen Lage P keine Normierung auf das Ergebnisintervall stattfindet und sich der Wertebereich von V_{ps} von null bis unendlich erstreckt. Beide Faktoren lassen sich in Abhängigkeit der Parameterverhältnisse β , η und ρ darstellen. Dazu werden jeweils die lokal kostenminimalen Losgrößen und die global kostenminimale Losgröße mit den Gleichungen 4.4, 4.16 und 4.20, sowie den drei Parameterverhältnissen ersetzt.

$$V_1^* = \sqrt{\frac{\beta \cdot (1 + \rho)}{\beta + \eta}} \quad (5.17)$$

$$V_2^* = \sqrt{\frac{\eta \cdot (1 + \rho)}{\rho \cdot (\beta + \eta)}} \quad (5.18)$$

Die Gleichungen für die vier Grenzen \tilde{V}_1^{min} , \tilde{V}_1^{max} , \tilde{V}_2^{min} und \tilde{V}_2^{max} werden mithilfe einiger einfacher Umformungen abgeleitet.

$$\tilde{V}_1^{min} = \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{min} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{min})}{\tilde{\beta}^{min} + \tilde{\eta}^{max}}} \quad (5.19)$$

⁹⁹¹ Folglich wird V_1 mit dem Term $\frac{q_{sc}^*}{q_1^*}$ und V_2 mit dem Term $\frac{q_{sc}^*}{q_2^*}$ definiert.

$$\tilde{V}_1^{max} = \sqrt{\frac{\tilde{\beta}^{max} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{max})}{\tilde{\beta}^{max} + \tilde{\eta}^{min}}} \quad (5.20)$$

$$\tilde{V}_2^{min} = \sqrt{\frac{\tilde{\eta}^{min} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{max})}{\tilde{\rho}^{max} \cdot (\tilde{\beta}^{max} + \tilde{\eta}^{min})}} \quad (5.21)$$

$$\tilde{V}_2^{max} = \sqrt{\frac{\tilde{\eta}^{max} \cdot (1 + \tilde{\rho}^{min})}{\tilde{\rho}^{min} \cdot (\tilde{\beta}^{min} + \tilde{\eta}^{max})}} \quad (5.22)$$

Mit diesen definierten Grenzen ist es möglich, die Gleichheit zwischen initialem Gebot und lokal kostenminimaler Losgröße zu überprüfen. Es kann gezeigt werden, dass \tilde{q}_1^b gleich \tilde{q}_1^{bb} und \tilde{q}_2^b gleich \tilde{q}_2^{bb} sein muss, wenn die Berechnungsgrundlage für die Grenzlosgrößen das jeweilige Optimum ist.

Satz 16 Wenn beide Verhandlungsakteure die Verhandlung mit ihrem jeweils lokal kostenminimalen Gebot eröffnen, muss $\tilde{q}_1^b = \tilde{q}_1^{bb}$ gelten.

Satz 16 wird wie folgt für den Fall $q_1^* \leq q_2^*$ bewiesen:

$$\tilde{q}_1^{bb} = \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* \quad (5.23)$$

\tilde{q}_1^{bb} repräsentiert eine untere Schätzung für die global kostenminimale Losgröße. Es kann folglich mithilfe der Gleichung für die lokal kostenminimale Losgröße und den Parameterverhältnissen berechnet werden:

$$\sqrt{\frac{2 \cdot \tilde{\beta}^{min} \cdot v^p \cdot (\tilde{\rho}^{min} \cdot cs_1 + cs_1)}{\tilde{\beta}^{min} \cdot ch_1 + \tilde{\eta}^{max} \cdot ch_1}} = \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* \quad (5.24)$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{2 \cdot v^p \cdot cs_1}{ch_1}} \cdot \sqrt{\frac{\beta^{min} \cdot (\rho^{min} + 1)}{\beta^{min} + \eta^{max}}} = \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* \quad (5.25)$$

$$\Rightarrow \tilde{V}_1^{min} \cdot q_1^* = \tilde{V}_2^{min} \cdot q_2^* \quad (5.26)$$

$$\Rightarrow \tilde{q}_1^b = \tilde{q}_1^{bb} \quad \text{q.e.d.} \quad (5.27)$$

Gleichung (5.26) ist auch dann erfüllt, wenn beide Losgrößen um einen gleichen Faktor abweichen. Aus der Perspektive des hybriden Verfahrens ist dieser Fall jedoch unrealistisch, weil die Abweichung der beiden Akteure – gerade bei wiederholten Verhandlungen – in unterschiedliche Richtungen tendieren, um das eigene Optimum vom Rand des Ergebnisintervalls in das Zentrum zu verschieben. Eine Abweichung im gleichen Verhältnis ist zudem unrealistisch. Die Ergebnisse lassen sich außerdem auf die Losgröße \tilde{q}_2^b und die beiden Grenzlosgrößen bei $q_1^* > q_2^*$ übertragen.

Für das hybride Verfahren bedeutet Satz 16, dass nach der erstmaligen Abgabe der initialen Gebote die Gleichheit von \tilde{q}_1^b und \tilde{q}_1^{bb} von der Zentralstelle überprüft wird und erst, wenn diese hergestellt ist, ein Fortgang der Verhandlungen erlaubt ist.⁹⁹² Bei Gleichheit geben beide Akteure ihre optimale Losgröße an, bei Ungleichheit nicht. Auf diese Weise können die Erkenntnisse der Experimentergebnisse zur Hypothese L2 hinsichtlich der initialen Gebote für das hybride Verfahren berücksichtigt werden.

Sowohl die deskriptive zusammenfassende Darstellung der Experimentergebnisse als auch die Implikationen für Forschung, insbesondere für das hybride Verfahren, und Praxis führen zu nachfolgenden weiteren Fragestellungen, die in weiterer Forschungsarbeit mit den vorhandenen Daten untersucht werden können.

- Die Charakterisierung der Verhandlungsakteure verbunden mit einer Typisierung persönlichkeitspezifischer Merkmale können einen noch stärkeren Einblick in das Zusammenspiel aus Teilnehmer und Verhandlungskontext ermöglichen.
- Die kostenorientierte Auswertung der Experimente und ein Vergleich mit Lösungskonzepten der kooperativen Spieltheorie kann auf die Unabhängigkeit des Verhandlungsausgangs von den Kosten abzielen.
- Eine tiefere Analyse der Verhandlungsergebnisse in Abhängigkeit von der Verhandlungseröffnung lässt weiterführende Rückschlüsse zum Einfluss der Verhandlungseröffnung auf den Verhandlungsprozess und das Verhandlungsergebnis zu.⁹⁹³

⁹⁹² Zusätzlich können bei Ungleichheit Strafzahlungen integriert werden, die beide Akteure im Falle der Ungleichheit leisten müssen, weil eine genaue Zuordnung der Abweichung zu einem Akteur nicht möglich ist.

⁹⁹³ An dieser Stelle sei auf Vetschera (2007) verwiesen, der den Zusammenhang zwischen der persönlichen Präferenzrelation, dem Konzessionsverhalten und dem initialen Gebot vor dem Hintergrund der Darstellung von Verhandlungen in Anwendungssystemen untersucht.

- Außerdem können die bereits vorhandenen Daten dazu genutzt werden, das Konzessionsverhalten der Teilnehmer zu analysieren und entsprechend der benutzerspezifischen Auswertung Verhandlungstypen zu bilden.
- Die Erhebung von geschlechtsspezifischen Daten und Informationen zum Einkommen ermöglichen zudem eher sozialwissenschaftlich orientierte Auswertungen zum Zusammenhang zwischen Geschlecht oder Einkommen und Verhandlungsverhalten.

Zusammenfassend wird dem hybriden Verfahren die Realisierung von Kostenersparnispotenzialen nicht nur bei asymmetrischer Machtverteilung, sondern auch bei symmetrischer Machtverteilung bescheinigt. Die zentralen Interventionen im Rahmen des hybriden Verfahrens können leicht verkürzend auf die Verhandlungsdauer wirken und beeinflussen das Verhandlungsergebnis in Abhängigkeit von den geschätzten Grenzen.

6 Einordnung der Modelle und Ergebnisse in den Kontext des Internal Supply Chain Planning

Ziel dieses Kapitels ist es, die Anwendbarkeit und die Allgemeingültigkeit der Grundgedanken quantitativer, hybrider Planungsmodelle des Internal Supply Chain Planning zu zeigen. Der Anspruch dieses Kapitels ist die Orientierung an bisher vorhandenen, in der betrieblichen Praxis verwendeten Softwarelösungen und ein Transfer der hybriden Planungsrichtung auf die in Abschnitt 2.4 abgegrenzten Bereiche des produktionsorientierten Internal Supply Chain Planning.

6.1 Motivation

Die in Kapitel 4 eingeführten und in Kapitel 5 analysierten Modelle beziehen sich auf einige wenige spezifische Fälle. Sie verdeutlichen dennoch den Grundgedanken hybrider, quantitativer Modelle des Internal Supply Chain Planning. Zur weiteren Konkretisierung und Überprüfung der Anwendbarkeit der eingeführten Modelle wird deren Umsetzbarkeit in ein betriebliches Softwaresystem unter Berücksichtigung bislang vorhandener Lösungen geprüft. Zur Analyse der Übertragbarkeit der entwickelten Grundgedanken werden Vorschläge zur hybriden Anpassung bestehender Planungsmodelle in den Bereichen der standortübergreifenden Bedarfsplanung und -allokation, Kapazitätsplanung sowie der standortübergreifenden Termin- und Ablaufplanung gemacht.⁹⁹⁴

6.2 Software des Internal Supply Chain Planning

6.2.1 Advanced-Planning-and-Scheduling- und Multi-Agenten-Systeme

Zahlreiche Softwarehäuser bieten APS-Systeme zur standortübergreifenden Planung in Unternehmen an. Diese Systeme zeichnen sich durch ihre Optimierungsfunktionalitäten und ein Modul zur standort- und häufig auch unternehmensübergreifenden Planung aus. Allgemein lässt sich der Aufbau eines APS-Systems mithilfe der Supply-Chain-Planning-Matrix und des Aufgabenmodells des Fraunhofer-Instituts beschreiben.⁹⁹⁵ Demnach werden die mit APS-Systemen abgedeckten Planungsprozesse in einen strategischen, taktischen und operativen Bereich

⁹⁹⁴ Diese Aufteilung entsteht durch eine Aggregation der Materialbedarfsplanung und der Programmplanung zur allgemeinen Bedarfsplanung (vgl. Abschnitt 2.4). Weil diese Aufgaben auf standortübergreifender Ebene aus methodischer Perspektive den standortinternen Aufgaben gleichen, ist diese Zusammenfassung sinnvoll und vereinfachend.

⁹⁹⁵ Vgl. Abschnitte 2.3.2.3 und 2.3.2.4 sowie Kaczmarek (2006), S. 69–71, Jehle/Kaczmarek (2003), S. 5–6, Gehr et al. (2003) und Kuhn/Hellingrath (2002), S. 142–156.

eingeorndet. Für diese Arbeit ist der taktische Bereich von Bedeutung. Dieser ist geprägt von der Bedarfs- und der Netzwerkplanung, die sich weiter in die Beschaffungsplanung, die Produktionsplanung und die Distributionsplanung untergliedern lässt. Zusätzlich beinhalten APS-Systeme auf taktischer Planungsebene häufig eine Verfügbarkeits- und Machbarkeitsprüfung. Die Betrachtungsperspektive dieser Arbeit wurde bereits in Kapitel 2 auf die taktische, standortübergreifende Produktionsplanung verengt. Analog zur Supply-Chain-Planning-Matrix sind daher die Softwaremodule zur Netzwerkplanung von Bedeutung.⁹⁹⁶ Im Bereich der Netzwerkplanung sind die Softwareanbieter SAP, Oracle und JDA die drei Marktführer (vgl. Abbildung 6.1).⁹⁹⁷

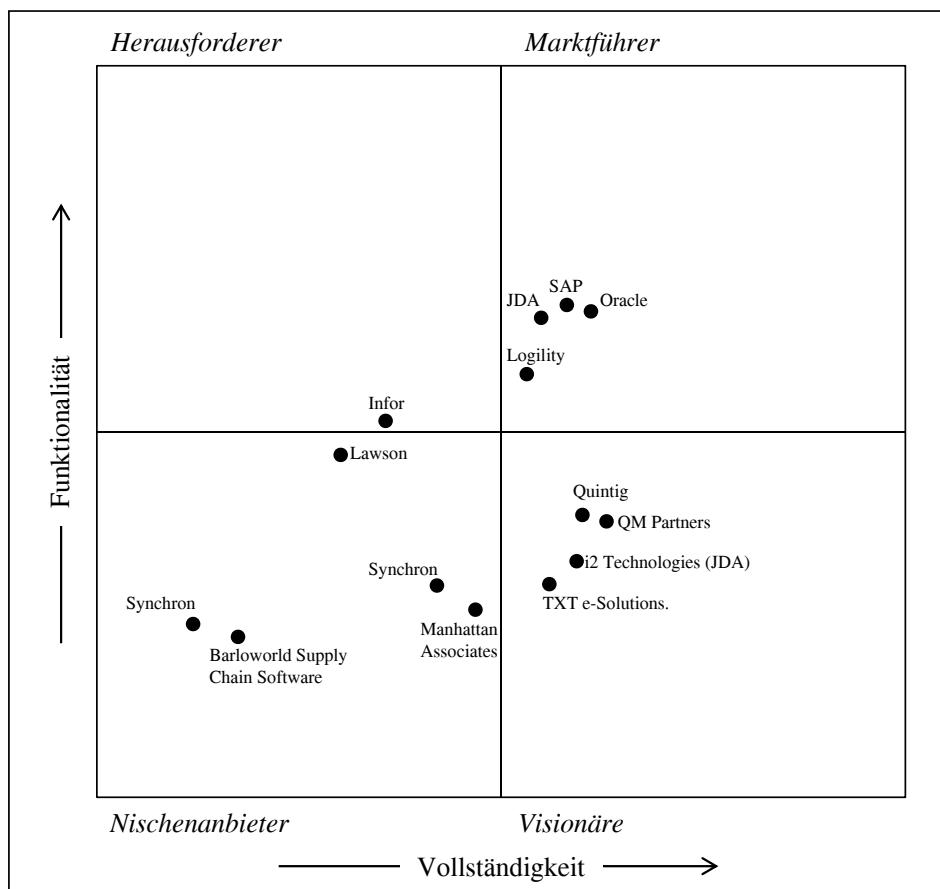


Abbildung 6.1: Gartner Magic Quadrant der Softwareanbieter für Supply-Chain-Management-Systeme⁹⁹⁸

SAP bietet die Software SAP SCM APO an. Die Komponente Supply Network Planning, das neben der Verfügbarkeitsprüfung, der Bedarfsplanung, der Produktionsfeinplanung und der Transportplanung Bestandteil dieser Software ist, beinhaltet heuristische und optimierende Verfahren zur standortübergreifenden Koordination von Produktions- und Transportmengen.

⁹⁹⁶ Vgl. Rohde/Wagner (2008) und Ferber (2005), S. 60–66, zur Netzwerkplanung mit APS-Systemen.

⁹⁹⁷ Vgl. Payne (2010), S. 2–3. Nachdem i2 Technologies mittlerweile von JDA übernommen wurde, dürfte der Abstand der drei Marktführer zu den restlichen Firmen noch gewachsen sein.

⁹⁹⁸ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Payne (2010).

Als Alternative zu SAP SCM APO ist im Oracle Softwarepaket Supply Chain Management die Netzwerkplanung im Modul Advanced Supply Chain Planning realisiert. Von JDA ist zur unternehmensinternen Netzwerkplanung das Softwaremodul Master Planning erhältlich. Alle drei beschriebenen Softwaremodule beinhalten vor allem zentral ausgerichtete Planungsmodelle und -methoden.⁹⁹⁹ Diese werden auf Kosten- und Kapazitätsdaten der dezentralen Standorte, die zumeist redundant vor Ort und zentral gespeichert sind, angewendet. Verhandlungsbasierte Lösungsverfahren sind für das Internal Supply Chain Planning nicht vorgesehen. Allerdings können die Softwaresysteme ein Kollaborationsmodul für das External Supply Chain Planning enthalten.¹⁰⁰⁰ Vor allem SAP und Oracle stellen derartige Funktionalitäten in einem eigenständigen oder einem der bereits beschriebenen Module zur Verfügung. Diese Module dienen jedoch eher dem Informationsaustausch und der Realisierung von Vendor Managed Inventory denn einer verhandlungsbasierten Planung. Plattformen zur bilateralen Verhandlung mit der Möglichkeit zentraler Interventionen wurden bislang in diesen Softwaremodulen nicht implementiert.

6.2.2 Softwarekonzept zur Anwendung des hybriden Verfahrens

Die identifizierte Angebotslücke ist durch die Konzeption der APS-Systeme verursacht, die als Systeme für eine große Organisationseinheit mit integrierten Enterprise-Resource-Planning-Systemen ausgelegt sind.¹⁰⁰¹ Dem steht der Charakter dezentraler oder hybrider Verhandlungen entgegen, die auf der Interaktion zwischen möglicherweise konkurrierenden, autonomen Einheiten basieren. Ein Informationsaustausch, wie er für die zentralen Modelle der obigen Softwaresysteme notwendig ist, wird auf Grund der kompetitiven und autonomen Situation der dezentralen Organisationseinheiten nahezu unmöglich. Derartige Situationen entsprechen dem Einsatzbereich von Multi-Agenten-Systemen.¹⁰⁰² Agenten sind nach Wooldridge/Jennings Softwaresysteme, die sich durch ihre Autonomie, ihre sozialen Fähigkeiten, ihre Reaktivität und ihre Proaktivität auszeichnen.¹⁰⁰³ Agenten können folglich miteinander interagieren, auf Umwelteinflüsse reagieren und auf Basis ihrer Ziele eigene Handlungen konzipieren.¹⁰⁰⁴ Multi-Agenten-Systeme bestehen aus mehreren Agenten, die miteinander interagieren.

⁹⁹⁹ Vgl. Betge (2006), S. 25–32. Informationen der Softwarehersteller können unter <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/scm/index.epx>, <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/scm/index.html> und <http://www.jda.com/solutions/master-planning/> abgerufen werden (Stand: 17.05.2011).

¹⁰⁰⁰ Vgl. Knolmayer et al. (2009) und Gehr et al. (2003).

¹⁰⁰¹ Vgl. Luczak et al. (2004), S. 65–80, zur Integration von Enterprise-Resource-Planning-Systemen. Eine Abgrenzung der Agentensystemen nehmen Dangelmeier et al. (2004), S. 29–30, und Eymann (2003), S. 53–55 vor.

¹⁰⁰² Vgl. Zäpfel/Strack (2006), Frayret et al. (2004) und Eymann (2003), S. 78–107.

¹⁰⁰³ Vgl. Wooldridge/Jennings (1995). Dangelmaier et al. (2004), S. 31, führen zahlreiche Eigenschaften von Agenten auf.

¹⁰⁰⁴ Vgl. Eymann (2003), S. 21–22.

Die Interaktion kann dabei kooperations- oder konkurrenzorientiert sein. Die Unterscheidung zwischen den beiden Interaktionsarten erfolgt gemäß der Zielorientierung: Verfolgen die einzelnen Parteien unterschiedliche, miteinander konkurrierende Ziele, ist die Interaktion konkurrenzorientiert.¹⁰⁰⁵ Arbeiten die verhandelnden Agenten dagegen auf ein gemeinsames Ziel hin und erfüllen komplementäre Aufgaben, wird die Interaktion als kooperationsorientiert bezeichnet. Die Interaktion innerhalb eines Multi-Agenten-Systems ist durch die Struktur der Kommunikation zwischen den Agenten und die Architektur des Multi-Agenten-Systems bestimmt.¹⁰⁰⁶

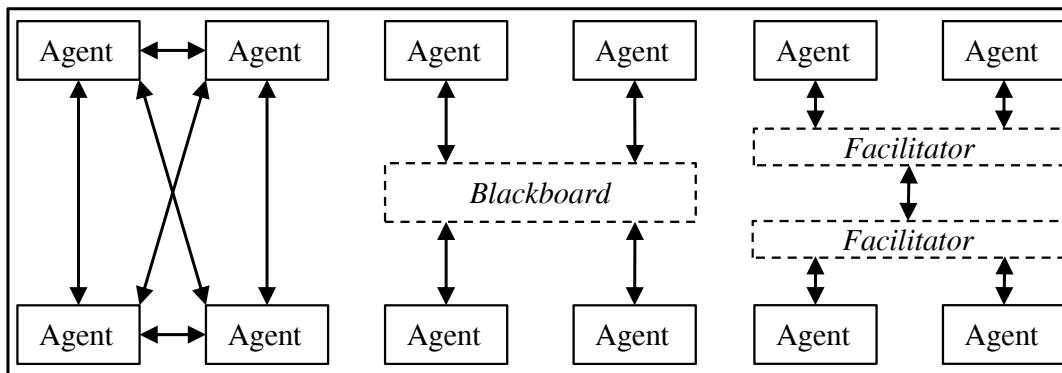


Abbildung 6.2: Kommunikationsstrukturen in Multi-Agenten-Systemen (links: Broadcast-Kommunikation; Mitte: Blackboard-Kommunikation; rechts: Facilitator-Kommunikation)¹⁰⁰⁷

Im Rahmen einer Broadcast-Kommunikation werden alle Informationen eines Agenten an alle anderen Agenten des Multi-Agenten-Systems übertragen. Die Blackboard-Kommunikation erfordert dagegen die Aktivität des Empfängers. Informationen werden zentral gespeichert. Mögliche Informationsempfänger besitzen Zugriff auf diese Information, die vom Empfänger aber nicht unbedingt abgerufen werden. Agenten, die in direkter Kommunikation miteinander stehen, können Informationen austauschen, die nicht an alle Teilnehmer des Multi-Agenten-Systems übertragen werden. Um in großen Multi-Agenten-Systemen den Kommunikationsaufwand zu reduzieren, werden häufig Untergruppen bestehend aus mehreren Einzelagenten gebildet. Diese kommunizieren über Facilitatoren, die die Kommunikation einer Gruppe bündeln, miteinander. Abbildung 6.2 illustriert die unterschiedlichen Kommunikationsarchitekturen.¹⁰⁰⁸ Die Kommunikationsstruktur zwischen den Agenten wird durch die Systemarchitektur eines Agent Management Systems realisiert. Die Systemarchitektur kann unabhängig von der

¹⁰⁰⁵ Vgl. Eymann (2003), S. 27.

¹⁰⁰⁶ Ein ausführlicher Überblick über diverse Multi-Agenten-System-Architekturen ist bei Ferber (1999), S. 125–142, zu finden. Die Architektur eines einzelnen Agenten, wie sie zum Beispiel in Fischer (2005), S. 548–549, beschrieben wird, ist in dieser Arbeit nicht relevant.

¹⁰⁰⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Genesereth/Ketchpel (1994).

¹⁰⁰⁸ Vgl. Genesereth/Ketchpel (1994).

Spezifizierung eines Agentensystems mit dem Referenzmodell der Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) modelliert werden.¹⁰⁰⁹

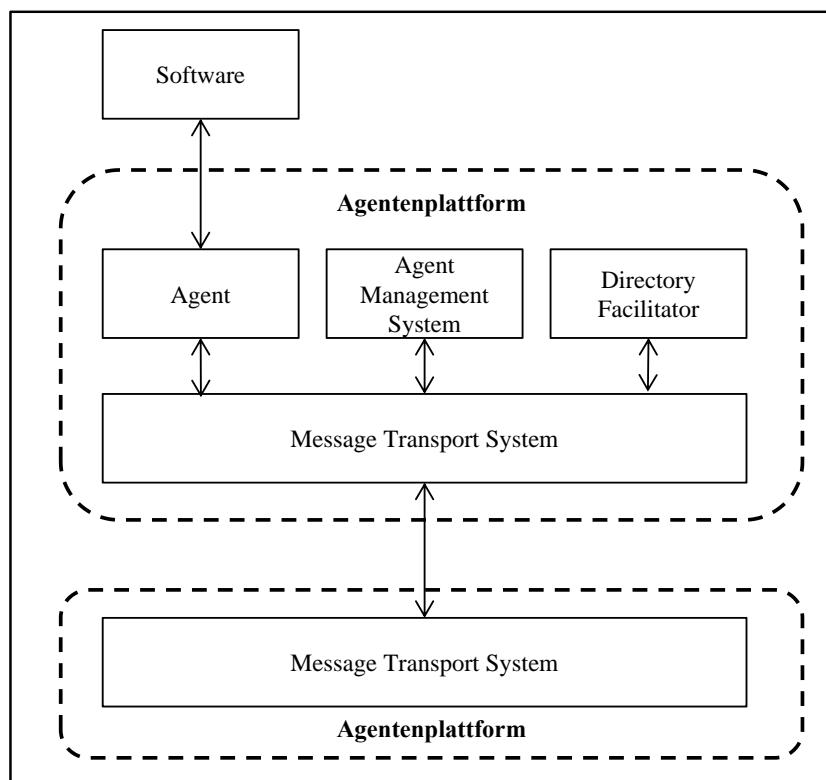


Abbildung 6.3: Multi-Agenten-Referenzmodell der Foundation for Intelligent Physical Agents¹⁰¹⁰

Das Referenzmodell in Abbildung 6.3 klärt die Einbindung eines Agenten in das Multi-Agenten-System. Zentrales Element ist das Message Transport System, über das die Kommunikation zwischen den Agenten geregelt wird. Der Directory Facilitator enthält Informationen zu den von den Agenten angebotenen Leistungen und Fähigkeiten. Stoßen neue Agenten zum Multi-Agenten-System hinzu, müssen diese die angebotene Leistung im Directory Facilitator registrieren. Das Agent Management System überwacht den Betrieb und verwaltet die Adressen und IDs der Agenten. Der Architekturbestandteil Software umfasst jegliche Software, die kein Agent ist. Die Beziehung zwischen den Agenten ist entweder hierarchisch-funktional als eine Master-Slave-Beziehung oder heterarchisch mit direkter Kommunikation oder einem Blackboard-System ausgestaltet.¹⁰¹¹ Ausschlaggebend für die Realisierung einer

¹⁰⁰⁹ Vgl. Foundation for Intelligent Physical Agents (2004), Dangelmaier et al. (2004), S. 45–49, und Poslad et al. (2001), S. 13–16. Auf eine nähere Erläuterung des ebenfalls weit verbreiteten MASIF-Standards, der im Gegensatz zur FIPA-Architektur die Mobilität der Agenten berücksichtigt, wird verzichtet, weil in dieser Arbeit von Agenten als stationäre und nicht-mobile Supply-Chain-Knoten ausgegangen wird (vgl. Pichler et al. (2002)).

¹⁰¹⁰ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Foundation for Intelligent Physical Agents (2004).

¹⁰¹¹ Vgl. Lee/Kim (2008).

bestimmten Kommunikationsarchitektur zwischen den Agenten ist die zu Grunde liegende Organisation.¹⁰¹²

Im Bereich des Supply Chain Planning wurde in den letzten Jahren das Multi-Agenten-System ExplanTech ausgearbeitet und in der Unternehmenspraxis erprobt.¹⁰¹³ Im Kontext der (Internal) Supply Chain Execution und der standortinternen Steuerung existieren deutlich mehr Agentensysteme mit bilateraleren Verhandlungen, wie zum Beispiel CoagenS¹⁰¹⁴, Dispo-web¹⁰¹⁵ oder die von Schild/Bussmann und Ritter vorgeschlagenen Architekturen.¹⁰¹⁶ Die ExplanTech-Architektur gleicht im Aufbau dem Java Agent Development Framework (JADE), der sich wiederum stark an das FIPA-Modell anlehnt.¹⁰¹⁷ Dieses Agentensystem wird bei der Firma Skoda zur Koordination der standortübergreifenden Produktionsplanung eingesetzt. Das System besteht aus Planungs-, Management- und Ressourcenagenten. Die Planungsagenten führen im Wesentlichen die Grobplanungsaufgaben kostenbasiert durch, wohingegen die Ressourcenagenten zur Bereitstellung der Daten dienen.¹⁰¹⁸ Die Managementagenten koordinieren die Interaktion zwischen den Planungs- und den Ressourcenagenten. Die Grobplanung wird für alle Ressourcen von den Planungsagenten gemeinsam ausgeführt. Zur Planung können auch zentrale Planungselemente eingesetzt werden.¹⁰¹⁹ Die Vorgaben der Grobplanung werden von den Planungsagenten in Feinplanungsmodelle umgewandelt. Zur Koordination der Feinplanung zwischen den Standorten verhandeln die einzelnen Managementagenten miteinander. Diese Verhandlung gleicht einer dezentralen Losgrößenverhandlung. Zentrale Interventionen sind nicht vorgesehen. Das Konzessionsverhalten bleibt unklar. Dennoch dient dieses System als gute Basis für die nachfolgend vorgeschlagene Architektur eines Multi-Agenten-Systems zur Umsetzung des hybriden Verfahrens der Losgrößenplanung.

¹⁰¹² Der Zusammenhang zwischen Organisation und Systemarchitektur wird in Caridi/Cavalieri (2004), S. 111–112, beschrieben.

¹⁰¹³ Vgl. Pechoucek/Marik (2008) und Pechoucek et al. (2007).

¹⁰¹⁴ Vgl. Dangelmaier (2008), Pape (2006), S. 151–168, und Dangelmaier et al. (2004), S. 61–137.

¹⁰¹⁵ Vgl. Stockheim et al. (2006) und Grolik et al. (2001).

¹⁰¹⁶ Vgl. Schild/Bussmann (2007) und Ritter (2003). Einen ausführlichen Überblick über die Multi-Agenten-Forschung veröffentlichen Lee/Kim (2008).

¹⁰¹⁷ Vgl. <http://jade.tilab.com/doc/> (Stand: 16.05.2011).

¹⁰¹⁸ Makatsoris/Chang (2004) schlagen ein ähnliches Konzept ohne einen Managementagenten im Kontext der Verfügbarkeitsprüfung vor. Die Managementaufgaben sind in diesem Konzept weitgehend dem Planungsagenten oder dem Verkaufsagenten zugeordnet. Jung/Chen (2010) veröffentlichen ein sehr einfaches Konzept eines Multi-Agenten-Systems. Sie unterscheiden lediglich zwischen zwei Arten: einem Distributions- und einem Produktionsagenten. Eine weitere Ausarbeitung der Interaktion zwischen den Agenten wird jedoch nicht präsentiert. Lee/Kumara (2010) stellen ein Agentensystem zur Losgrößenplanung vor, das auf der Annahme der Veröffentlichung dezentraler Kosteninformationen beruht. Relativ komplexe Sachverhalte im Transport- und Produktionskontext des Internal Supply Chain Planning können mit dem Konzept Cos.MA, das in Teuteberg (2005) vorgestellt wird, abgebildet werden. Alle vier Konzepte befinden sich in einem früherem Entwicklungsstadium als CoagenS und ExplanTech und werden deshalb nicht weiter berücksichtigt.

¹⁰¹⁹ Wooldridge (2009), S. 177–182, stellt fest, dass mit Multi-Agenten-Systemen sowohl zentrale als auch dezentrale Planungsansätze realisiert werden können.

Als Grundlage des Multi-Agenten-Systems wird die in Abschnitt 4.3.4 erläuterte Planungssituation in einer hybriden Organisation mit mittelstarker Zentralinstanz angenommen. Das Agentensystem besteht demnach aus drei Agenten: Zwei Agenten, die die dezentralen Standorte repräsentieren und einem Agenten, der die Funktionen der Zentralstelle abbildet. Die beiden Standortagenten generieren aus der zu Grunde liegenden Kosten- und Verhandlungsfunktion sowie der lokal kostenminimalen Losgröße Verhandlungsgebote.¹⁰²⁰ Die Standortagenten interagieren mit den lokalen Planungssystemen, aus denen die lokal kostenminimale Losgröße und die Kostenfunktionen geladen werden. Der Agent der Zentralstelle ermittelt mithilfe der ihm zur Verfügung stehenden Informationen Parameterverhältnissgrenzen.¹⁰²¹ Aus den initialen Geboten und den Verhältnissgrenzen leitet er Grenzlosgrößen ab.¹⁰²² Außerdem überwacht er die Einhaltung der Grenzen und ist für die Aufzeichnung der Verhandlungsdaten zuständig. Dieser Agent kommuniziert über eine Berichtssoftware mit einer Datenbank, die die entsprechende Verhandlungshistorie aufzeichnet und ist zudem mit einem Informationssystem verbunden, das die Grundlage für die Parameterverhältnisschätzungen liefert. Die Kommunikation zwischen den reaktiven Agenten erfolgt über das Message Transport System in Form einer direkten Kommunikation zwischen den Akteuren.¹⁰²³ Die Standortagenten teilen ihre initialen Gebote dem Zentralagent mit. Die jeweilige Grenzlosgröße wird dann wiederum zurück an die Standortagenten gesendet. Alle darauf folgenden Gebote der Standortagenten werden ebenfalls zunächst an den Zentralagent kommuniziert, bevor dieser die Gebote nach der Prüfung der Einhaltung der Grenzen an die Standortagenten weiterleitet.¹⁰²⁴ Der Agentenmanager überwacht die Kommunikation zwischen den Agenten. Der Directory Facilitator stellt Informationen zu den einzelnen Agenten zur Verfügung.¹⁰²⁵ Zusätzlich grenzen an alle Agenten grafische Benutzeroberflächen und Berichtssoftware an, die das lokale Verhandlungsverhalten auswerten und transparent darstellen (vgl. Abbildung 6.4).

¹⁰²⁰ Diese Aktivität entspricht dem dritten Schritt des hybriden Verfahrens aus Abschnitt 4.3.4. Mögliche Arten von Verhandlungsfunktionen führen Baarslag et al. (2011), Lopes (2002) oder Faratin et al. (1998) auf.

¹⁰²¹ Vgl. Schritt 1 des hybriden Verfahrens aus Abschnitt 4.3.4.

¹⁰²² Vgl. Schritte 2 und 4 des hybriden Verfahrens in Abschnitt 4.3.4.

¹⁰²³ Die Agenten werden als reaktive Agenten konzipiert, die auf Basis des Gebots ihres Verhandlungspartners und der hinterlegten Zielfunktion ein neues Gebot ermitteln (vgl. Kirn (2002)). In einer Weiterentwicklung ist aber durchaus denkbar, dass die Agenten zusätzliche Faktoren aus einer breiten Wissensbasis mit einbeziehen und somit deliberativ agieren (vgl. Castelfranchi et al. (2000)).

¹⁰²⁴ Als Kommunikationsprotokoll zur verhandlungsbasierten Aufgabenteilung schlagen Wooldridge (2009), S. 156–158, Sandholm (1995) oder Smith (1980) das Contract-Net-Protokoll vor. Huhns/Stephens (2000) veröffentlichen einen Überblick über verschiedene Kommunikationsprotokolle zwischen den Agenten.

¹⁰²⁵ Für das vorliegende Problem der Losgrößenplanung ist der Directory Facilitator nur von untergeordneter Bedeutung, weil Leistungsbezug und -aufteilung unter den Agenten in dieser Planungsphase bereits vollkommen geklärt ist.

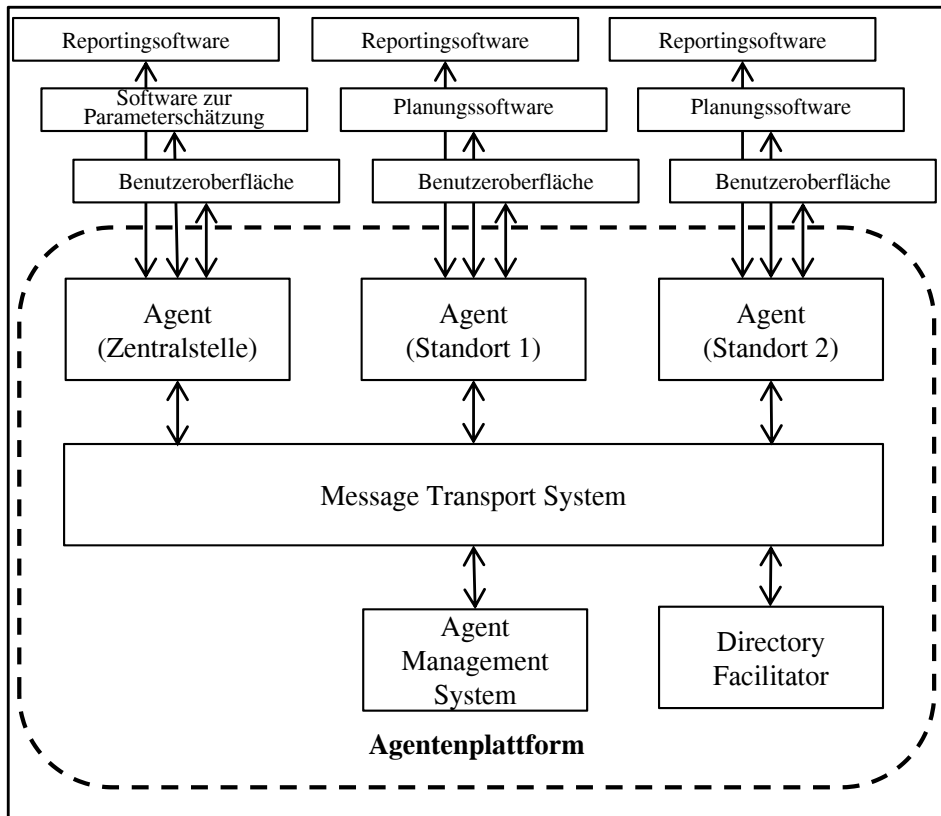


Abbildung 6.4: Spezifikation einer Architektur für ein Multi-Agenten-System zur hybriden Losgrößenplanung¹⁰²⁶

Die Benutzeroberflächen der Standortagenten können sich an der eingesetzten Experimentplattform orientieren und um eine Berichtsmaske ergänzt werden.¹⁰²⁷ Entsprechend könnte eine Implementierung eines derartigen Agentensystems schrittweise vonstatten gehen. Zunächst wird nur die Verhandlungsplattform implementiert. Sukzessive werden dann die personellen Aufgabenträger durch eigenständige Softwareprogramme unterstützt. Im letzten Schritt erfolgt schließlich eine Kopplung der Einzelsysteme zu einem Multi-Agenten-System. Die Grobkonzeption einer agentenbasierten Planungssoftware zeigt beispielhaft, wie eine Automatisierung hybrider Verfahren durchgeführt werden kann. Als Kontext diene wie in den Kapiteln zuvor die Losgrößenplanung.

6.3 Hybride Ansätze der Produktionsplanung im Internal Supply Chain Planning

6.3.1 Produktionsprogramm- und Materialbedarfsplanung mit Bedarfsallokation

Die Grundstruktur des eingeführten Verfahrens zur integrierten Losgrößenplanung in Internal Supply Chains kann auf die standortübergreifende Produktionsprogramm- und Material-

¹⁰²⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰²⁷ Vgl. Abschnitt 5.4.5.1 und Anhang A4.

bedarfsplanung einschließlich der Bedarfsallokation als weiteren Planungsprozess des Internal Supply Chain Planning übertragen werden (vgl. Abbildung 6.5).

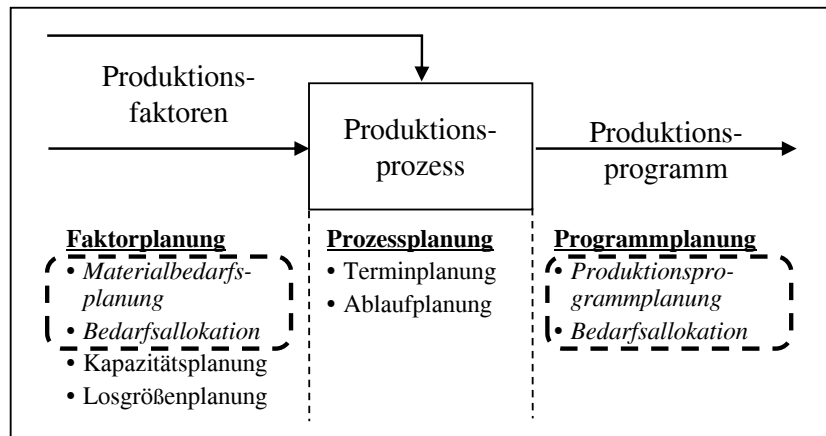


Abbildung 6.5: Einordnung der Bedarfsplanung mit der Bedarfsallokation in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning¹⁰²⁸

Kernbestandteil der Bedarfsplanung und -allokation ist, wie in Abbildung 6.6 zu sehen, die Zuordnung von Bedarfen zu den Supply-Chain-Knoten mit dem Ziel der Kostenminimierung und unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen wie zum Beispiel Kapazitäts-, Nachfrage- und Beschaffungsrestriktionen.¹⁰²⁹ Wie die Losgrößenplanung kann diese Aufgabe von einer Zentralstelle, von dezentralen Einheiten oder im Zusammenspiel zwischen Zentralstelle und dezentralen Einheiten ausgeführt werden. Planungsansätze in *zentral-hierarchischen Internal Supply Chains* basieren auf einem gemischt-ganzzahligen, stochastischen oder deterministischen, dynamischen Optimierungsmodell, das die Produktionskosten, die Transportkosten und alle weiteren mit der Bedarfserfüllung variierenden Kosten aller Standorte berücksichtigt.¹⁰³⁰ Unrentable Aufträge mit strategischer Bedeutung können dabei ebenso berücksichtigt werden wie andere strategische Vorgaben (zum Beispiel Mindestauslastung), die mittelfristig zu nicht-optimalen Ergebnissen führen. Für das jeweilige Modell können Optimallösungen berechnet oder approximiert werden (vgl. Abbildung 6.6).

¹⁰²⁸ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gutenberg (1951) und zum Beispiel Kummer et al. (2010).

¹⁰²⁹ Vgl. zum Beispiel Pibernik/Sucky (2006), Carlsson/Rönnqvist (2005), Vidal/Goetschalckx (2001), Cohen/Fisher (1989) oder Hax/Meal (1975). Zur Bedarfsplanung und -allokation können auch die Available-To-Promise-Verfahren gezählt werden. Diese werden dazu angewendet, um Aufträge, die zusätzlich zum ursprünglichen Auftragsbestand an die Internal Supply Chain gestellt werden, einzuplanen (vgl. Alemany et al. (2008)). Weil die Ausführung eines Available-To-Promise-Verfahrens auch die Weitergabe von Terminen beinhaltet, werden mit Available-To-Promise-Verfahren auch Terminplanungsaufgaben ausgeführt.

¹⁰³⁰ Vgl. zum Beispiel Fleischmann et al. (2006), Pibernik/Sucky (2006), S. 9–13, Ferber (2005), S. 162–174, Simchi-Levi et al. (2005), S. 179–194, Timpe/Kallrath (2000), Arntzen et al. (1995) oder Oliff/Arpan (1989). Ein zentrales Modell, das neben der Bedarfsplanung und -allokation auch noch strategische und operative Aspekte des Internal Supply Chain Management enthält, stellt Meyer (2004) vor.

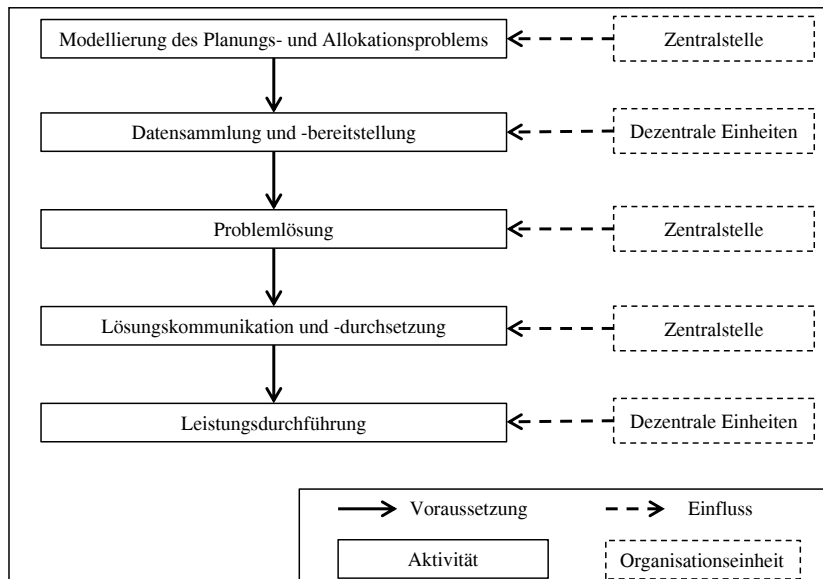


Abbildung 6.6: Prozess der zentralen Bedarfsplanung und -allokation¹⁰³¹

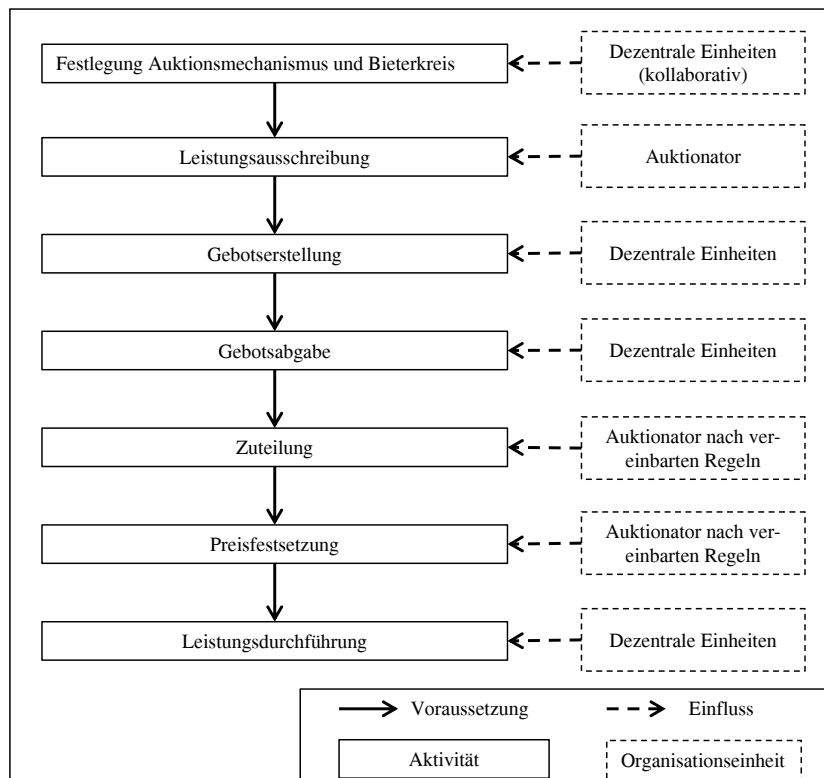
Planungsmodelle zur Bedarfsallokation in einer *dezentral-heterarchischen Organisation* basieren dagegen auf Verhandlungen zwischen den dezentralen Einheiten. Das Interesse der Zentralstelle an der Allokation strategischer aber unrentabler Aufträge oder der Mindestauslastung aller Werke wird dabei nicht berücksichtigt. Stattdessen sind nur die lokalen Interessen der einzelnen Standorte von Bedeutung. Verhandeln nur jeweils zwei Standorte miteinander, finden bilaterale Verhandlungen statt, ansonsten multilaterale Verhandlungen. Weil sich, im Gegensatz zur Losgrößenplanung, die Aufgabe der Bedarfsallokation auf die horizontalen Beziehungen in der Internal Supply Chain und nicht auf den vertikalen Materialfluss zwischen zwei Knoten bezieht, bilden multilaterale Verhandlungen die Entscheidungsstruktur der Bedarfsallokation in Internal Supply Chains besser ab als bilaterale Verhandlungen.¹⁰³² Multilaterale Verhandlungen werden über Auktionen dargestellt.¹⁰³³ Auktionen sind dann komplett dezentral, wenn auch die Auktionsregeln kollaborativ von den dezentralen Einheiten festgesetzt werden und ein Auktionator als Moderator der Auktion bestimmt wird. Eine Auktion läuft dabei nach folgendem Schema ab (vgl. Abbildung 6.7).¹⁰³⁴

¹⁰³¹ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰³² Vgl. Schmidt (1999), S. 16–26, Dudenhausen (1999) und Schimmel/Zelewski (1996). Bilaterale Verhandlungen werden zum Beispiel von Pibernik/Sucky (2006), S. 13–22, thematisiert. Bilaterale Verhandlungen zur Bedarfsplanung und -allokation gleichen in ihrer Struktur noch stärker dem in Abschnitt 4.3.4 erläuterten Verfahren zur Losgrößenplanung als Auktionen.

¹⁰³³ Vgl. Corsten/Gössinger (2001). Gomber et al. (1997) betrachten den Einsatz von Auktionen im Kontext der standortübergreifenden Transportplanung.

¹⁰³⁴ Vgl. Beckmann (2009), S. 136.

Abbildung 6.7: Prozess der dezentralen Bedarfsallokation¹⁰³⁵

Der Auktionator schreibt, nachdem der Auktionsmechanismus festgelegt wurde, alle zu dem betrachteten Zeitpunkt an die Internal Supply Chain gestellten Bedarfe aus. Die Bedarfe können entweder Kundenaufträgen oder prognostizierten Bedarfsmengen gleichen. Die Bedarfsfeststellung wird entweder durch eine zentrale Vertriebsgesellschaft oder kollaborativ von den dezentralen Einheiten vorgenommen. In beiden Fällen erstellen die dezentralen Einheiten ein Angebot bestehend aus dem Komplettpreis sowie den Termin- und Lieferdaten für alle möglichen Bedarfsbündel.¹⁰³⁶ Die Angebote werden an den Auktionator kommuniziert, der gemäß der vorher kollaborativ festgelegten Regeln über die Bedarfsvergabe entscheidet. Im Vergleich zur Optimierungsfunktion im Rahmen der zentralen Planung sind die zu Grunde liegenden Vergaberegeln relativ einfach. Einzelne Kostenarten oder Kapazitätsrestriktionen müssen dabei nicht berücksichtigt werden; dafür sind allein die dezentralen Einheiten bei der Gebotserstellung verantwortlich. Je nach Auktionsverfahren werden die Bedarfszuteilung und die Preisfestsetzung, also die Kostenerstattung an die Standorte, getrennt oder gleichzeitig festgelegt. Schimmel/Zelewski und Gomber et al. konnten zeigen, dass Zweitpreisauktionen, also Auktionen bei denen die Preisfestlegung nicht auf dem besten, sondern dem zweitbesten Gebot basiert, dazu führen, dass die Teilnehmer ihre tatsächlichen Gesamtkosten angeben und

¹⁰³⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Beckmann (2009), S. 136.

¹⁰³⁶ Das führt zu einer Komplexität, die schon bei wenigen Aufträgen nur noch schwer zu beherrschen ist und Anpassungen am Auktionsmechanismus notwendig macht.

somit spekulatives Verhalten weitgehend verhindert wird.¹⁰³⁷ Entsprechend werden für die dezentrale Auftragsallokation in Abhängigkeit von der Diversität der zu allozierenden Aufträge die Vickrey-Auktion, die Matrixauktion oder die mehrstufige Vickrey-Auktion vorgeschlagen.¹⁰³⁸ Mithilfe dieser Auktionsmechanismen kann sowohl die Programmplanung als auch die Bedarfsallokation erfolgen. Auch die Materialbedarfsermittlung kann dezentral durchgeführt werden, wenn die Weitergabe von Teilleistungen durch einen Standort möglich ist, oder die Stücklisten in der Internal Supply Chain bekannt sind. Im letzten Fall führt der Auktionator die Materialbedarfsermittlung durch und gibt die Bedarfe analog zu den Primärbedarfen zur Auktion frei. Im Rahmen der dezentralen Planung besitzt der Auktionator keinen maßgeblichen Einfluss auf die Entscheidung, sondern gleicht einem Moderator. Um die globale Perspektive in der Planung stärker zu berücksichtigen, bietet es sich an, die Rolle des Auktionators zu stärken.

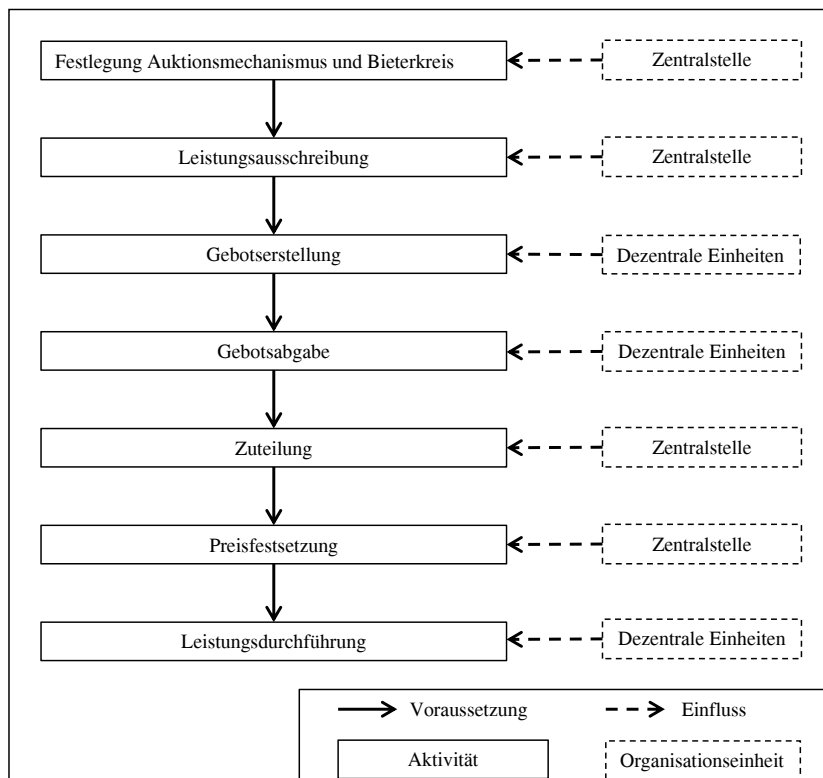


Abbildung 6.8: Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei mittelstarker Zentralinstanz¹⁰³⁹

¹⁰³⁷ Vgl. Schmidt (1999), S. 62–117, Gomber et al. (1997) und Schimmel/Zelewski (1996). Dash et al. (2007) schlagen ein auktionenähnliches Verfahren zur Aufgabenallokation in Supply Chains mit mehreren Abnehmern und Lieferanten vor. Als Zuteilungsregel liegt diesem Verfahren eine Heuristik zu Grunde. Auf die Problematik spekulativer Angebote, auf die sich die Überlegenheit der Zweitpreisauktionen bezieht, gehen die Autoren jedoch nicht ein. Die Komplexitätsprobleme von Auktionen mit mehreren unterschiedlichen Aufträgen oder Bedarfen adressieren Narumanchi/Vidal (2006) und Bichler et al. (2005).

¹⁰³⁸ Vgl. Corsten/Gössinger (2001). Die Bedeutung von Verrechnungspreisen und Entgeltregeln ganz allgemein wird in Corsten et al. (2011) untersucht.

¹⁰³⁹ Quelle: Eigene Darstellung.

In einer *hybriden Organisation mit einer mittelstarken Zentralinstanz* übernimmt der Auktionator je nach Macht und Stärke die Festlegung des Auktionsmechanismus, des Bieterkreises, der Bedarfsbündel, der Zuordnungs- und der Preisfestsetzungsregeln. In die Verteilungsregel können – je nach Informationslage der Zentralinstanz – zusätzliche Kriterien wie die Berücksichtigung einer bestimmten Mindestauslastung oder Qualitätsanforderungen integriert werden. Des Weiteren kann die Zentralinstanz durch ein vorher kommuniziertes Zulassungsverfahren die Auktionsteilnehmer bestimmen und auf die Vergabe von Unteraufträgen einwirken (vgl. Abbildung 6.8).¹⁰⁴⁰ Gleicht die Organisationsstruktur der Internal Supply Chain dagegen einer *hybriden Organisation mit schwacher Zentralinstanz* wird die Rolle des Auktionators im Vergleich zu einer komplett dezentralen Planung zwar gestärkt, er wäre aber dennoch – wenn überhaupt – nur gleichberechtigt mit den dezentralen Einheiten. Dementsprechend kann er an der Wahl des Auktionsmechanismus und der Verteilungs- und Preisfestsetzungsregel mitwirken; die Entscheidungsmacht liegt aber trotzdem zum größten Teil bei den dezentralen Einheiten (vgl. Abbildung 6.9).

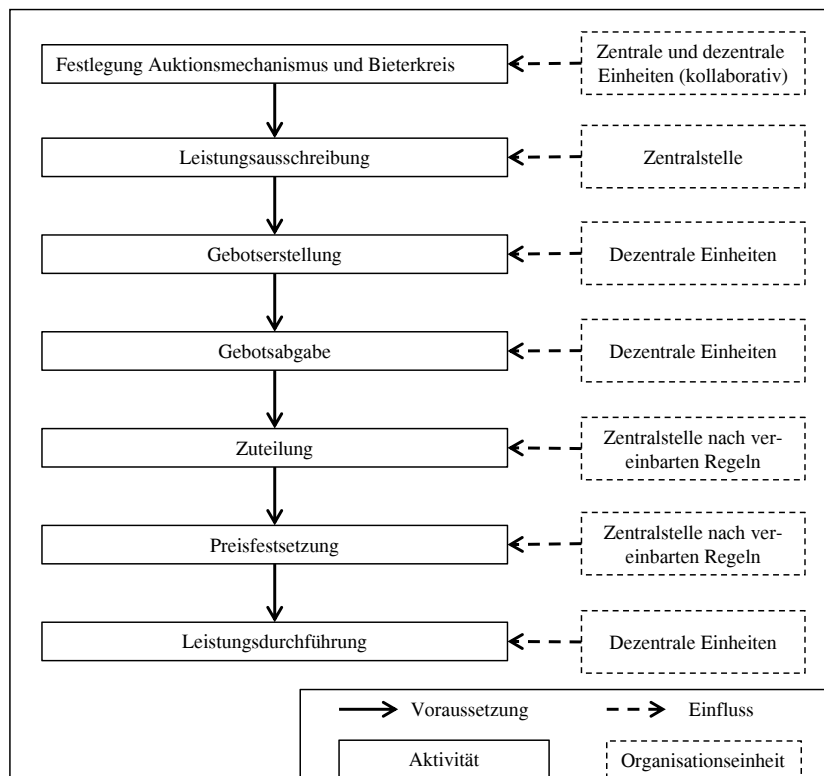


Abbildung 6.9: Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei schwacher Zentralinstanz¹⁰⁴¹

An der zentralen Planung orientiert sich die Planung in einer *hybriden Organisation bei starker Zentralinstanz* (vgl. Abbildung 6.10). Das Grundgerüst der Planung bildet keine Auktion, son-

¹⁰⁴⁰ Beckmann (2009), S. 143–248, schlägt Auktionen zur Vergabe von Fertigungsprojekten vor. Die Projektvergabe, die Auktionsregeln und die Zulassung von Bietern werden dabei von einer zentralen Stabsstelle vorgenommen. Die Angebote werden dezentral erstellt und eingereicht.

¹⁰⁴¹ Quelle: Eigene Darstellung.

dem ein zentrales Planungsmodell.¹⁰⁴² Im Gegensatz zur Planerstellung in zentral orientierten Umgebungen wird das Planungsmodell jedoch nur mit aggregierten Werten ausgeführt. So wird zentral ein optimaler Plan auf Wochen- oder Monatsbasis erstellt. Die kurzfristige Feinplanung liegt dann in der Verantwortung der dezentralen Einheiten. Je nach Zentralisierungsgrad ist für diese Organisationart auch denkbar, dass die Standorte die Möglichkeit haben, Planänderungen vorzuschlagen, über die dann die Zentralstelle entscheidet.¹⁰⁴³

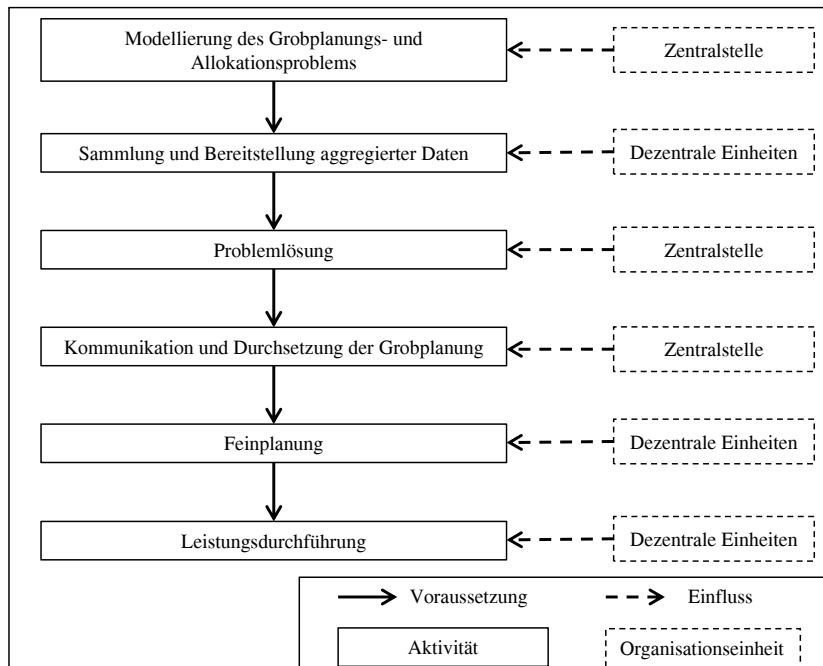


Abbildung 6.10: Prozess der hybriden Bedarfsplanung und -allokation bei starker Zentralinstanz¹⁰⁴⁴

¹⁰⁴² Ein Beispiel für die Planung mit einer starken Zentralinstanz ist das Fortschrittszahlenkonzept in der Automobilindustrie (vgl. Ostertag (2008), S. 123–160).

¹⁰⁴³ Zäpfel/Strack (2006) stellen ein Modell vor, bei dem eine zentrale Stelle die lokal optimalen Pläne zusammenfügt und nach besseren Nachbarschaftslösungen sucht. Die Autoren gehen davon aus, dass die Zentralstelle zum einen die Kostenherausgabe fördern kann und zum anderen einen global guten Plan durchsetzen kann. Da die dezentralen Einheiten aber, wie in Abbildung 6.10 ersichtlich, am Planungsprozess partizipieren, kann von einer hybriden Organisation mit einer starken Zentralstelle ausgegangen werden. Fraglich bleibt, wie die von den lokalen Einheiten kommunizierten Daten auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Diese Überlegungen gelten auch für Modelle, die auf einer Lagrange-Relaxation oder -dekomposition basieren. Derartige Modelle stellen Wu/Golbasi (2004) für die Losgrößenplanung und Ertogral/Wu (2000) für Bedarfsplanung und -allokation vor.

¹⁰⁴⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

6.3.2 Kapazitätsplanung

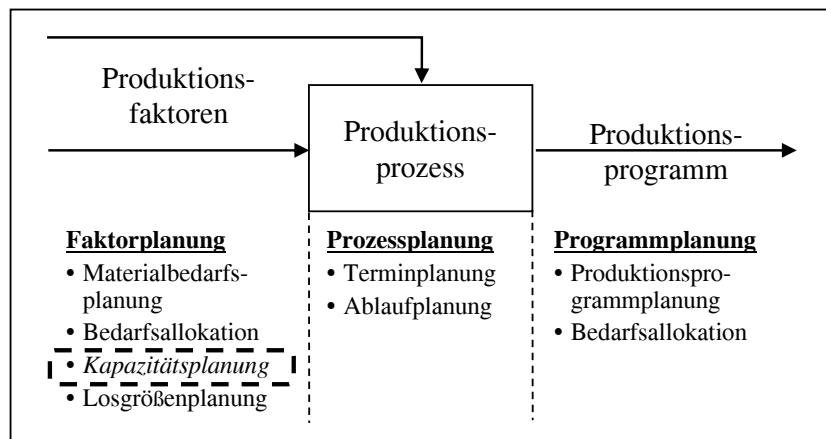


Abbildung 6.11: Einordnung der Kapazitätsplanung in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning¹⁰⁴⁵

Die Bedarfsallokation wird häufig mit der Kapazitätsplanung als faktorenbezogene Planungsaufgabe kombiniert.¹⁰⁴⁶ Die Bedarfsplanung und partiell auch die Bedarfsallokation stellen Voraussetzungen für die Kapazitätsplanung dar. Die Einordnung der Kapazitätsplanung in den Kontext des Internal Supply Chain Planning ist in Abbildung 6.11 veranschaulicht. Zentrales Element der Kapazitätsplanung ist der Kapazitätsabgleich und somit der Vergleich des Kapazitätsangebots mit der Kapazitätsnachfrage. Unter- oder überschreitet die kurz-, mittel- oder langfristige Kapazitätsnachfrage das Kapazitätsangebot, müssen Anpassungsmaßnahmen zum Kapazitätsauf- oder -abbau getroffen werden.¹⁰⁴⁷

In einer *zentral-hierarchisch orientierten Umgebung* wird mit einem zentralen Optimierungsmodell über Anpassungsmaßnahmen in den dezentralen Einheiten entschieden.¹⁰⁴⁸ In einem derartigen Modell sind neben Nachfragerestriktionen vor allem Kosten der Kapazitätsanpassung, zukünftige Kosten und Erlöse der Bedarfsdeckung sowie mögliche zukünftige Transportkosten mitberücksichtigt. Häufig wird im Rahmen der zentralen Kapazitätsplanung die Bedarfsplanung und -allokation mitdurchgeführt, um den Nutzen der Anpassungsmaßnahmen abzuschätzen. Zusätzlich können strategische Überlegungen zum Beispiel zur Erschließung einer bestimmten Region eine Rolle spielen.¹⁰⁴⁹ Die Zentralstelle agiert aus rein globalen Interessen. Sie kann strategisch orientiert agieren ohne auf die lokalen Interessen Rücksicht zu

¹⁰⁴⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gutenberg (1951) und zum Beispiel Kummer et al. (2010).

¹⁰⁴⁶ Tan/Alp (2009) und Das/Sarin (1994) verknüpfen das Kapazitätsmanagement mit dem Bestandsmanagement. Karabuk/Wu (2002) analysieren die unternehmensinterne Koordinationsproblematik beim Kapazitätsmanagement auf Grund unterschiedlicher Zielsetzungen zwischen Vertrieb und Produktion. Als Lösung schlagen die Autoren ein zentrales Planungsmodell vor.

¹⁰⁴⁷ Einen Überblick über Modelle und Verfahren des Kapazitätsmanagement geben Wu et al. (2005).

¹⁰⁴⁸ Vgl. Bihlmaier et al. (2009) und Kauder (2008), S. 121–152.

¹⁰⁴⁹ Vgl. Sucky/Hönscheidt (2007) und Leung et al. (2003).

nehmen. Die Interessen der einzelnen Standorte beziehen sich dagegen auf die eigene Bedeutung und Rentabilität und orientieren sich folglich eher an einem Kapazitätswachstum als an den Gesamtunternehmenszielen. Die Struktur des zentralen Kapazitätsplanungsprozesses folgt weitgehend der Struktur der zentral orientierten Bedarfsallokation.¹⁰⁵⁰

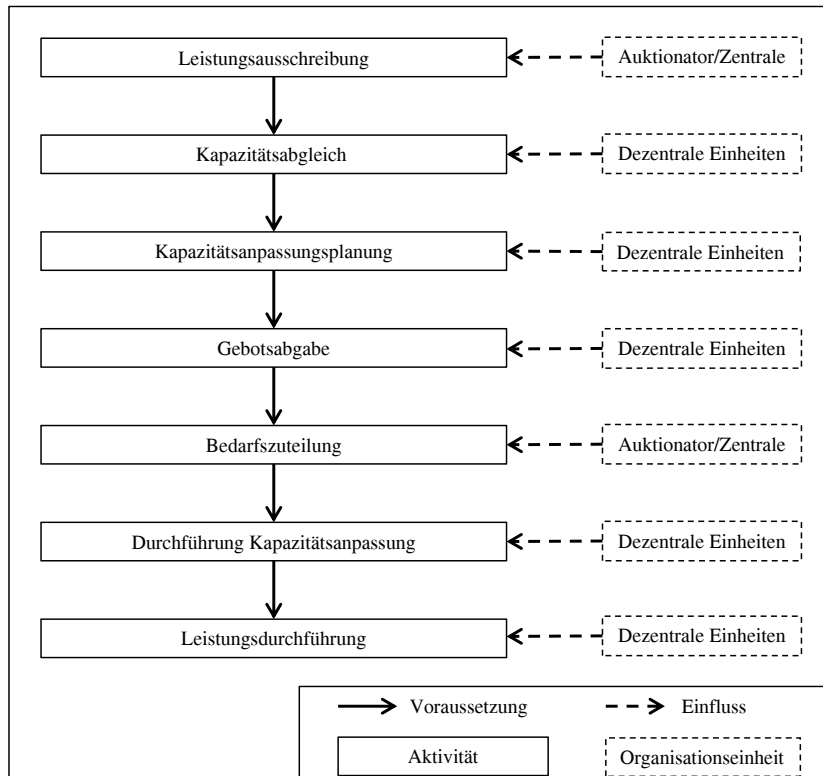


Abbildung 6.12: Prozess der dezentralen Kapazitätsplanung in Verbindung mit den relevanten Schritten der Bedarfsallokation¹⁰⁵¹

Vor und nach der Bedarfsallokation führen die Standorte eine dezentrale Kapazitätsplanung (*dezentral-heterarchische Organisation*) durch (vgl. Abbildung 6.12). Je nachdem, welche Bedarfe den dezentralen Einheiten zugeordnet werden, werden die Kapazitäten dezentral angepasst. Dabei beeinflussen kapazitative Überlegungen die Gebotsabgabe im Rahmen einer Auktion oder die bilateralen Verhandlungen.¹⁰⁵² Die Kosten für Anpassungsmaßnahmen werden bei der Kalkulation der Gebote berücksichtigt. Eine Zentralstelle zur Koordination der Kapazitätsanpassungsmaßnahmen ist nicht notwendig. Die dezentralen Kapazitätsplanungsprozesse

¹⁰⁵⁰ Zur Vermeidung von Redundanzen wird deshalb auf die grafische Darstellung der Planungsprozesse verzichtet.

¹⁰⁵¹ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰⁵² Shirodkar/Kempf (2006) analysieren ein dezentrales Verfahren zur Kapazitätsplanung zwischen Intel und den Lieferanten, das aber weniger auf konkreten Verhandlungen als vielmehr auf dem Informationsaustausch zwischen Intel und den Lieferanten basiert. Stärker koordinationsorientiert sind dagegen die Forschungsansätze in Schneeweiss/Zimmer (2004), die relativ allgemein auf die Gestaltung von mittel- bis langfristigen Verträgen zwischen den Supply-Chain-Partnern eingehen. Anane et al. (2008) stellen zwar einen dezentralen, koalitionsbasierten Ansatz zur Kapazitätsplanung vor, der aber auf dem Austausch von Kosteninformationen beruht und deshalb in heterarchischen Umgebungen nur bedingt einsetzbar ist.

folgen der gleichen Reihenfolge wie der zentrale Kapazitätsplanungsprozess: Ausgehend von den (möglichen) Bedarfen des Standorts werden Kapazitätsnachfrage und Kapazitätsangebot miteinander verglichen und daraus in Verbindung mit den Anpassungskosten Maßnahmen zur Kapazitätsanpassung abgeleitet.

Der dezentrale Ansatz kann um die Möglichkeit eines zentralen Einflusses ergänzt werden. Analog zu den Losgrößenplanungs- und den Bedarfsallokationsansätzen für die *hybride Organisation mit schwacher Zentralstelle* wird die Zentralinstanz in die dezentralen Entscheidungsprozesse des Kapazitätsmanagement eingebunden. Sie fungiert beratend und versucht die Entscheidungen aus globaler Perspektive zu beeinflussen, ohne jedoch die institutionelle Macht zu besitzen, eine Entscheidung durchzusetzen. So können Vertreter der Zentralinstanz auf mögliche globale Auswirkungen einer lokalen Entscheidung hinweisen, und Win-Win-Situationen (zum Beispiel Erschließung eines neuen Markts durch Kapazitätsaufbau) identifizieren (vgl. Abbildung 6.13).¹⁰⁵³

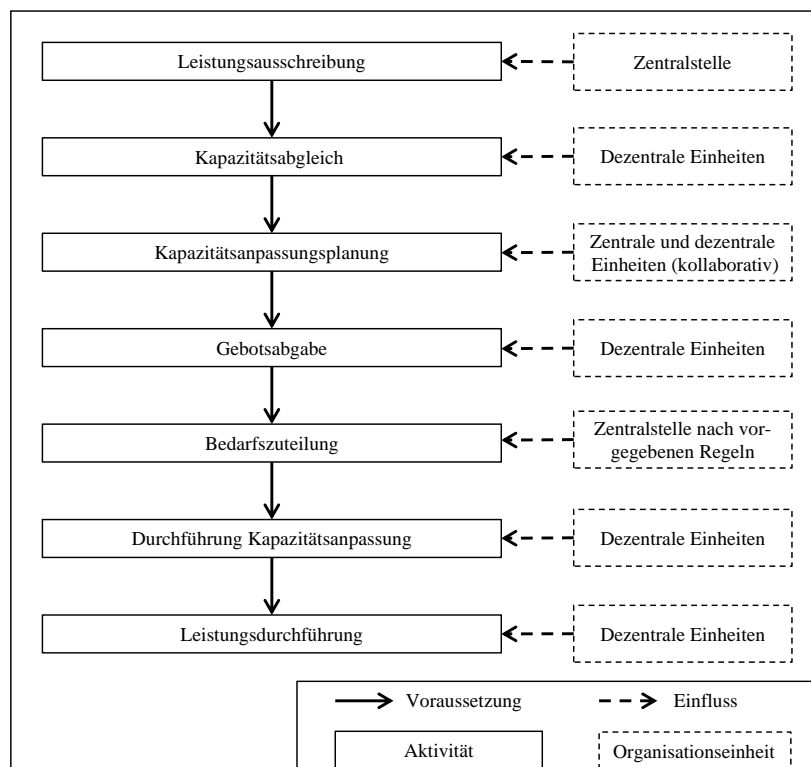


Abbildung 6.13: Prozess der hybriden Kapazitätsplanung mit schwacher Zentralinstanz in Verbindung mit den relevanten Schritten der Bedarfsallokation¹⁰⁵⁴

¹⁰⁵³ Ahlert et al. (2009) veröffentlichen ein verhandlungsbasiertes Verfahren des Kapazitätsmanagement in Netzwerken nach dem Gegenstrom-Prinzip. Die dezentralen Einheiten agieren dabei weitgehend selbstständig und stellen ein gewisses Kapazitätskontingent zur netzwerkweiten Verfügung bereit. Die Koordination erfolgt preisbasiert. Eine mögliche Zentralstelle, die für die Verwaltung der Netzwerkkapazitäten zuständig ist, gleicht folglich einem Kapazitätsnachfrager, der auf Grund der unterstellten Informationssituation nur geringen Einfluss auf die dezentralen Kapazitätsentscheidungen besitzt. Ein ähnliches Verfahren veröffentlichen Chen et al. (2008).

¹⁰⁵⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

Deutlich stärker ist der Einfluss der Zentralinstanz in einer *hybriden Organisation mit mittelstarker Zentralinstanz*. Hier stellt die Zentralinstanz einen Kapazitätsengpass oder einen Kapazitätsüberschuss fest. Im Rahmen einer Auktion geben die dezentralen Einheiten die Kosten der Kapazitätsanpassung als Gebot ab. Die Zentralstelle hat die gleichen Einflussmöglichkeiten wie im Rahmen der Bedarfsallokation: Neben der Determinierung des Auktionsmechanismus und der Zuordnungsregeln kann die Zentralstelle den Teilnehmerkreis einschränken. Als Auktionsmechanismen werden auch für die Kapazitätsplanung Auktionen vorgeschlagen, in denen die Preis- oder Kostenfestsetzung vom Zuordnungsmechanismus getrennt durchgeführt wird. Alternativ kann anstatt einer Auktion die Kapazitätsplanung weitgehend dezentral durchgeführt werden und von einer mittelstarken Zentralstelle Ober- und Untergrenzen für das Kapazitätsangebot eines Standorts etabliert werden.¹⁰⁵⁵ Die Struktur des hybriden Kapazitätsplanungsprozesses mit mittelstarker Zentralinstanz folgt im Fall einer Auktion der Struktur der hybriden Bedarfsallokation oder im Fall einer bilateralen Verhandlung mit zentraler Intervention der Struktur der hybriden Losgrößenplanung.¹⁰⁵⁶

An die zentrale Kapazitätsplanung lehnt sich dagegen die Kapazitätsplanung in *hybriden Organisationen mit starker Zentralinstanz* an. Grundlage der Planung ist wie in zentral-hierarchischen Organisationen auch ein zentrales Planungsmodell. Im Gegensatz zur rein zentral ausgerichteten Planung führt die Zentralstelle die Planung allerdings nicht komplett durch, sondern beschränkt sich auf aggregierte Werte. Die Kapazitätsfeinplanung, zum Beispiel die Planung von Überstunden oder die Personaleinsatzplanung, verbleibt in der Verantwortung der dezentralen Bereiche.¹⁰⁵⁷

6.3.3 Termin- und Ablaufplanung

Zusammen oder nach der Bedarfsallokation wird der Bedarfserfüllungsprozess terminlich eingeplant.¹⁰⁵⁸ Die Termin- und Ablaufplanung ist prozessbezogen und benötigt als Input die Resultate der Programm- und Faktorplanung (vgl. Abbildung 6.14).

¹⁰⁵⁵ Lo Nigro et al. (2006) entwickelten ein Modell zur Kapazitätsplanung für verschiedene Planungshorizonte. Das Verfahren ist auktionsbasiert, wobei die Zentralstelle die Vergabe von Kapazitätspaketen an die einzelnen Standorte unter Berücksichtigung des Gesamtergebnisses vornimmt.

¹⁰⁵⁶ Zur Vermeidung von Redundanzen wird auf die grafische Darstellung der Planungsprozesse verzichtet.

¹⁰⁵⁷ Zur Vermeidung von Redundanzen wird auf die grafische Darstellung der Planungsprozesse verzichtet.

¹⁰⁵⁸ Dudenhausen (1999), S. 67, schlägt die simultane Durchführung von Terminplanung und Auftragsallokation auf standortübergreifender Ebene vor. Sabri/Beamon (2000) veröffentlichen ein zentrales stochastisches Optimierungsmodell, in dem alle vier Prozesse des Internal Supply Chain Planning berücksichtigt werden. In diesem Modell wird der Nachfragemittelwert betrachtet. Im Gegensatz dazu analysieren Scholz-Reiter et al. (2006) und Bard et al. (1999) die Terminplanung in einem mehrstufigen System bei einer unterstellten stochastischen Auftragsankunftsrate. Auch Bard et al. (1999) setzen dabei ein zentrales Optimierungsmodell ein.

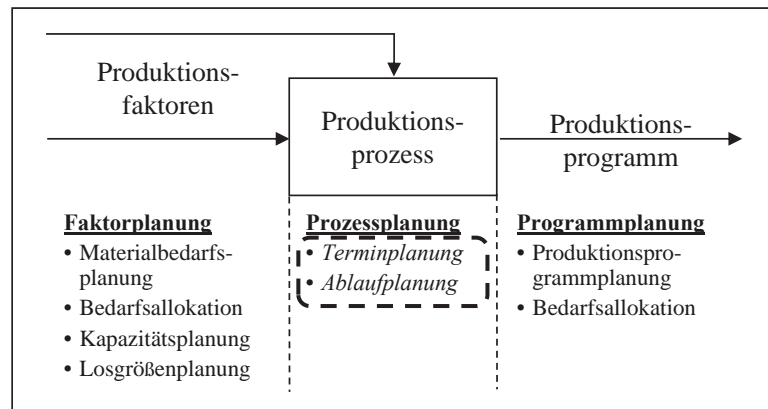


Abbildung 6.14: Einordnung der Termin- und Ablaufplanung mit der Bedarfsallokation in die Produktionsplanung im Kontext des Internal Supply Chain Planning¹⁰⁵⁹

Insbesondere bei der Einzel- und Baustellenfertigung ist die Termin- und Ablaufplanung von großer Bedeutung.¹⁰⁶⁰ Zur Terminplanung werden weit verbreitete Methoden des Projektmanagement, wie zum Beispiel die Netzplantechnik, eingesetzt.¹⁰⁶¹ Die Terminplanung in *zentral-hierarchischen Umgebungen* ist bei der Zentralstelle angesiedelt. Dies bedeutet, dass der planenden Instanz alle Daten der dezentralen Einheiten zu Durchführungszeiten und Ablaufbeziehungen bekannt sind und Termine für die gesamte Internal Supply Chain determiniert werden.¹⁰⁶² Änderungen am Terminplan kann nur die Zentralinstanz vornehmen. Die Struktur des zentralen Planungsprozesses zur Termin- und Ablaufplanung folgt weitgehend dem Prozess zur zentralen Bedarfs- und Kapazitätsplanung.¹⁰⁶³

Fehlt, wie in *dezentral-heterarchischen Organisationen*, eine planende Zentralinstanz, werden die Termine dezentral von den Standorten festgelegt. Liefertermine werden entweder in Verhandlungen determiniert oder vom jeweils mächtigen Akteur vorgegeben. Die Liefertermine können bereits bei der Bedarfsallokation kommuniziert werden. Die Terminplanung erfolgt dann implizit dezentral. Zur Ausführung verwenden die dezentralen Organisationseinheiten die gleichen Methoden wie die Zentralstelle in hierarchischen Organisationen (vgl. Abbildung 6.15).

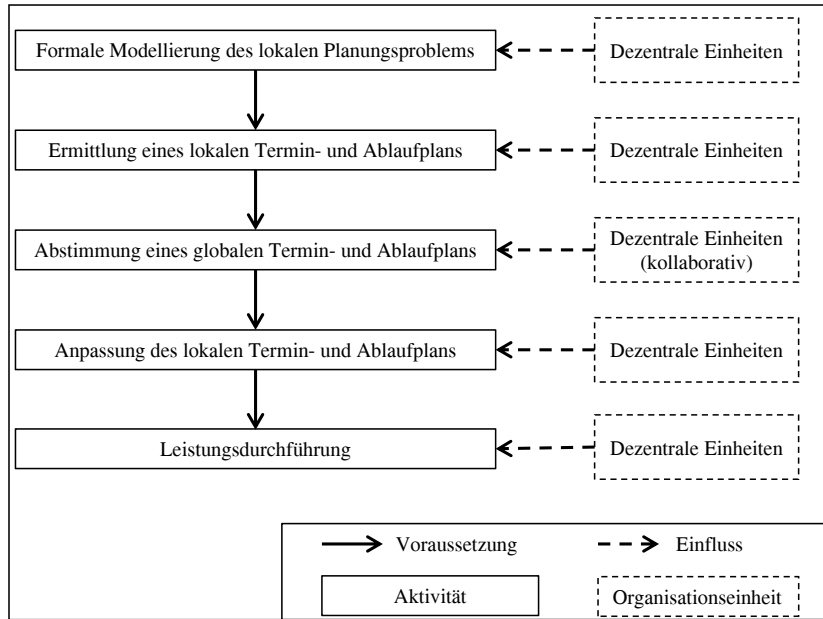
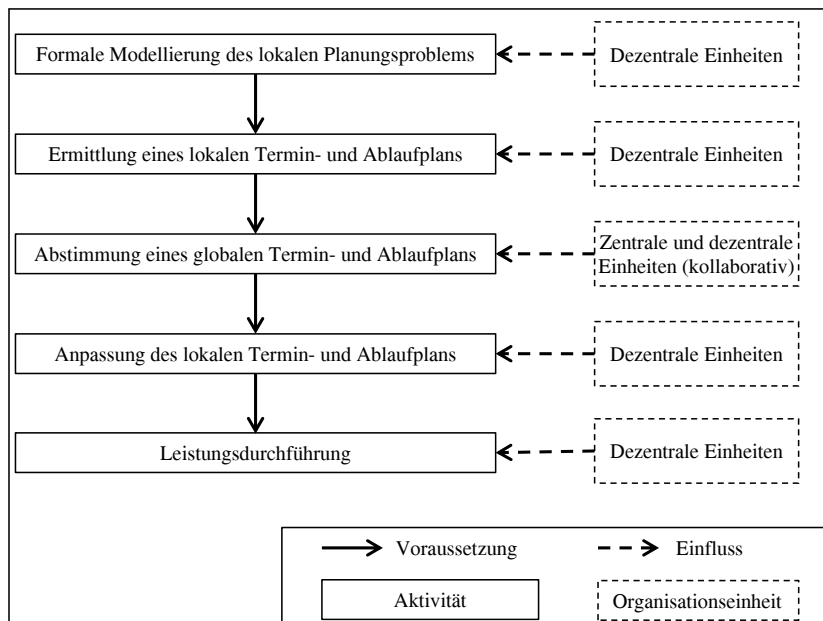
¹⁰⁵⁹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gutenberg (1951) und zum Beispiel Kummer et al. (2010).

¹⁰⁶⁰ Vgl. Yang/Mattfeld (2007).

¹⁰⁶¹ Vgl. zum Beispiel Chase/Jacobs (2010), S. 370-407, oder Schwarze (2010).

¹⁰⁶² Vgl. Yang/Mattfeld (2007).

¹⁰⁶³ Auf eine grafische Darstellung wird zur Redundanzvermeidung verzichtet.

Abbildung 6.15: Prozess der dezentralen Termin- und Ablaufplanung¹⁰⁶⁴Abbildung 6.16: Prozess der hybriden Termin- und Ablaufplanung mit schwacher Zentralinstanz¹⁰⁶⁵

Weil in dezentral-heterarchischen Organisationen zentrale, auf die Ziele des Gesamtunternehmens ausgerichtete Einflüsse keine Rolle spielen, sind die *hybriden Organisationen* für Internal Supply Chains von weit größerer Bedeutung. Wird eine *schwache Zentralstelle* angenommen, partizipieren Vertreter der Zentrale, wie in Abbildung 6.16 dargestellt, an den Lieferterminverhandlungen und können so auf globale Interessen der Internal Supply Chain hinweisen. Bei der Durchsetzung globaler Interessen können die Vertreter der Zentralstelle keine formalen

¹⁰⁶⁴ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰⁶⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

Weisungsbefugnisse einsetzen. Lediglich die Teilnahme an den Terminplanungsverhandlungen wird ihnen garantiert. Das globale Interesse der Internal Supply Chain im Bezug auf die Terminplanung ist die Termintreue beim Endkunden. Dem stehen mögliche Auslastungs- und Qualitätsinteressen der dezentralen Organisationseinheiten entgegen.

Hierarchische Koordinationsinstrumente stehen der Zentralstelle in *hybriden Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz* zur Verfügung. In derartigen Organisationen besitzt die Zentralinstanz die Macht, Grenzen für die dezentrale Planung durchzusetzen. Im Falle der Terminplanung könnte die Zentralinstanz terminliche Grenzen für den Anfang und das Ende von Aktivitäten etablieren und somit die Planungsfreiheit der Standorte bei einer gleichzeitigen Betonung der globalen Interessen einschränken. Innerhalb der Grenzen können die Standorte frei planen (vgl. Abbildung 6.17).

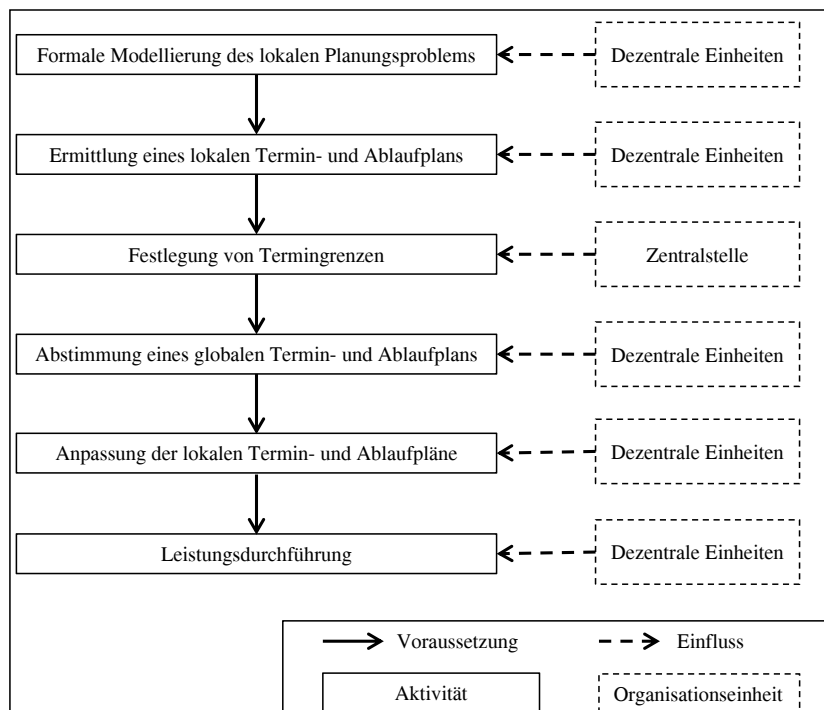


Abbildung 6.17: Prozess der hybriden Termin- und Ablaufplanung mit mittelstarker Zentralinstanz¹⁰⁶⁶

Die Planung in *hybriden Organisationen mit starker Zentralinstanz* gleicht weitgehend der zentralen Planung. Die Zentralinstanz setzt mittel- und langfristige Termine fest. Nur die Terminfeinplanung, also die tages- und teilweise auch die wochengenaue Planung, verbleibt im Verantwortungsbereich der dezentralen Organisationseinheiten. In einer hybriden Organisation mit starker Zentralinstanz ist der Termin- und Ablaufplanungsprozess dem Kapazitäts- und Bedarfsplanungsprozess für die unterstellte Organisationsform gleich.¹⁰⁶⁷

¹⁰⁶⁶ Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁰⁶⁷ Auf eine grafische Darstellung wird zur Redundanzvermeidung verzichtet.

6.4 Zusammenfassende Bewertung

Die Übertragbarkeit der Ausführungen auf die Bereiche der Bedarfsplanung mit Bedarfsallokation, der Kapazitätsplanung und der Termin- und Ablaufplanung zeigen die Allgemeingültigkeit der Grundgedanken des hybriden Losgrößenplanungsverfahrens aus Abschnitt 4.3.4 und der organisatorischen Grundlagen aus Kapitel 3. Damit wird die Gültigkeit der in den vorherigen Kapiteln entwickelten Modelle und gewonnenen Erkenntnisse auch im Hinblick auf andere Planungsprozesse des Internal Supply Chain Management deutlich. Die möglichen Planungsorganisationsausprägungen, -modelle und -verfahren dieser Prozesse wurden in diesem Kapitel kurz aufgezeigt. Zur Anwendung der vorgeschlagenen Verfahren ist eine deutlich konkretere und detailliertere Ausarbeitung als in diesem Kapitel notwendig. Dafür beispielgebend können die Ausführungen zur Losgrößenplanung, wie sie in Kapitel 4 vorgenommen wurden, sein. Dabei gelten für alle Aufgaben des Internal Supply Chain Planning die in Kapitel 4 aufgeführten Einsatzvoraussetzungen dezentraler, zentraler und hybrider Verfahren und Organisationen. Die planungsorganisatorische Auswahlentscheidung besteht im Wesentlichen aus einer Entscheidung zwischen Flexibilität und Globalität der Planung. Insgesamt kann ein hoher Forschungsbedarf an hybriden Verfahren gerade auch im Hinblick auf die Internal-Supply-Chain-Planning-Prozesse Bedarfsplanung und -allokation, Kapazitätsmanagement und Terminplanung attestiert werden. Zu Beginn des Kapitels wurde zudem eine mögliche Umsetzung der beschriebenen Verfahren zur Losgrößenplanung in einem Multi-Agenten-System grob skizziert. Auf diese Weise wurde die Anwendung der hybriden Losgrößenverfahren weiter konkretisiert und Ansatzpunkte für eine anwendungsorientierte Softwareentwicklung geschaffen.

7 Ausblick und Zusammenfassung

7.1 Zusammenfassung

Ziel der Gesamtarbeit war die Analyse des Internal Supply Chain Management und im Besonderen des Internal Supply Chain Planning mit inhaltlichen Schwerpunkten auf der Losgrößenplanung, der Zusammenarbeit zwischen zentralen und dezentralen Einheiten und der Entwicklung von Planungsmodellen für diese Zusammenarbeit.¹⁰⁶⁸ Dazu wurden zunächst in *Kapitel 2* ausführlich die Begrifflichkeiten der Internal Supply Chain und des Internal Supply Chain Management geklärt. Internal Supply Chains wurden dabei wie folgt definiert und damit von dezentralen Fertigungskonzepten, Wertketten und Produktionsnetzwerken abgegrenzt:

*Eine Supply Chain entspricht einem Netzwerk aus Ressourcen, die auf mehrere Standorte verteilt sind und zur Durchführung von Wertschöpfungsprozessen dienen, sowie aus horizontalen und vertikalen Beziehungen, die aus rechtlichen Verbindungen oder Informations-, Güter- und Zahlungsflüssen zwischen den Standorten bestehen können. Gehören die Standorte ausschließlich einer Institution an, ist von einer Internal Supply Chain die Rede. Als mögliche Institutionen kommen Konzerne, Unternehmen oder andere Organisationen in Frage.*¹⁰⁶⁹

Zur Verdeutlichung der Struktur und des Charakters von Internal Supply Chains wurden Beispiele der Unternehmen Airbus und BMW in die Arbeit integriert und analysiert.¹⁰⁷⁰ Auf der Basis der Internal-Supply-Chain-Definition konnten im Anschluss daran der Begriff und die Prozesse des Internal Supply Chain Management abgegrenzt werden.¹⁰⁷¹ Dabei wurde zwischen der Philosophieebene mit den Zielen und Strategien des Internal Supply Chain Management, der Prozessebene und der Aktivitätenebene unterschieden und bekannte Definitionen einer oder mehreren Ebenen zugeordnet. Ausführlich wurden auch die einzelnen Prozesse des Internal Supply Chain Management dargestellt, um die zielgerichtete und trennscharfe Abgrenzung der standortübergreifenden Losgrößenplanung als ein Prozess des Internal Supply Chain Management zu ermöglichen (vgl. Abbildung 7.1).¹⁰⁷²

Die Analysen zu Internal Supply Chains und dem Internal Supply Chain Management allgemein zeigten, dass das Konzept des Internal Supply Chain Management nur dann wirkungsvoll in konkrete Planungsansätze und -methoden umgesetzt werden kann, wenn die organisatori-

¹⁰⁶⁸ Vgl. Abschnitt 1.2.

¹⁰⁶⁹ Vgl. Abschnitt 2.2.1.2.

¹⁰⁷⁰ Vgl. Abschnitt 2.2.3.

¹⁰⁷¹ Vgl. Abschnitt 2.3.

¹⁰⁷² Vgl. Abschnitt 2.3.2.

schen Grundlagen berücksichtigt wurden. Deshalb wurden diese in *Kapitel 3* zusammengefasst.

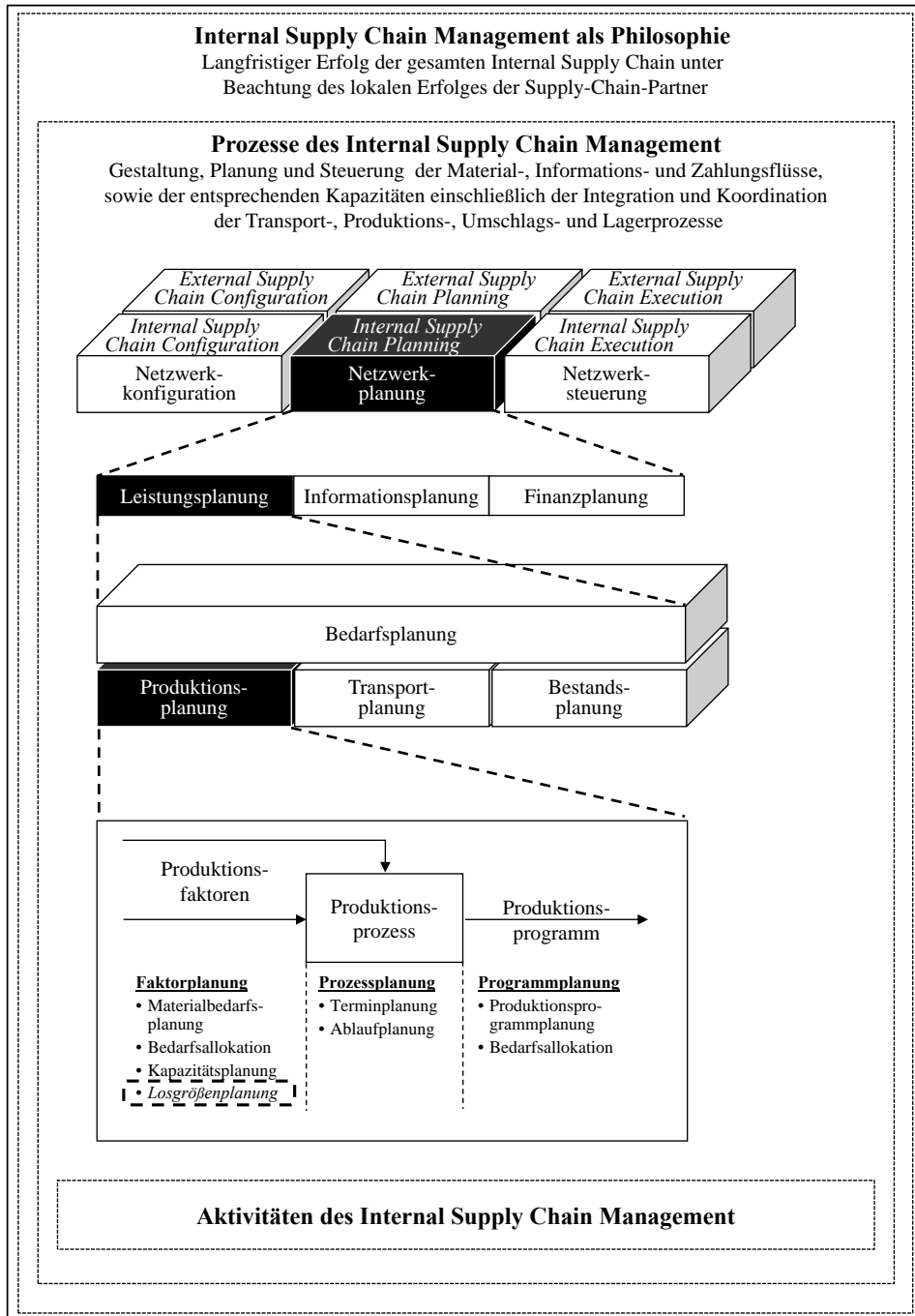


Abbildung 7.1: Themenabgrenzung und Begriffsverständnis¹⁰⁷³

Als Beschreibungsrahmen von Organisationen wurden die Strukturdimensionen der Organisation – die Spezialisierung, die Koordination, die Konfiguration, die Entscheidungsdelegation und die Formalisierung – angewendet.¹⁰⁷⁴ Daraus konnten insgesamt fünf Organisationstypen

¹⁰⁷³ Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 2.18 entspricht.

¹⁰⁷⁴ Vgl. Abschnitt 3.2.

abgeleitet werden, von denen der dezentral-heterarchische Typ eher unternehmensübergreifenden Beziehungen und der zentral-hierarchische Typ unternehmensinternen Supply Chains zugeordnet wurde.¹⁰⁷⁵ Zwischen diesen beiden Extremtypen konnten drei hybride Organisationstypen eingeführt werden. Die hybriden Organisationstypen adressieren das Zusammenspiel zwischen einer starken, mittelstarken oder schwachen Zentralinstanz und dezentralen Einheiten. Hybride Organisationstypen können in Internal Supply Chains, in Internal/External Supply Chains oder in External Supply Chains auftreten (vgl. Abbildung 7.2).

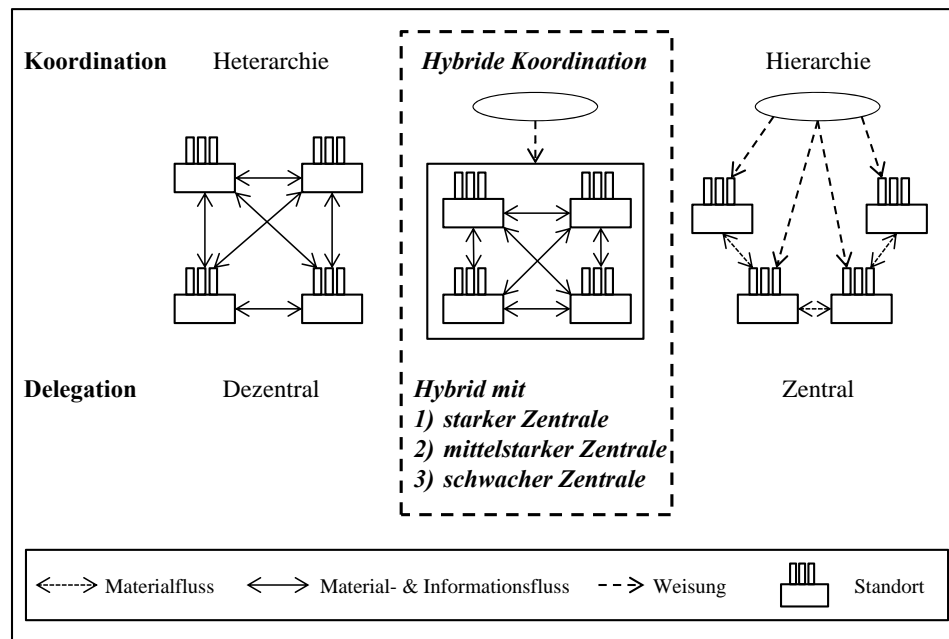


Abbildung 7.2: Alternativen der Planungskoordination und -delegation¹⁰⁷⁶

Vor dem Hintergrund aktueller politisch-rechtlicher, soziologischer, technologischer, ökologischer und ökonomischer Entwicklungen wurde schließlich herausgearbeitet, dass zukünftig vor allem die hybriden Organisationstypen in Internal Supply Chains an Bedeutung gewinnen werden.¹⁰⁷⁷

Die Anwendung der definierten Organisationstypen auf quantitative Planungsansätze wurde in Kapitel 4 beispielhaft für die verschiedenen Planungsprozesse des Internal Supply Chain Management anhand der Losgrößenplanung untersucht. Trotzdem, dass die Existenz derartiger Organisationen ebenso bekannt ist, wie deren Bedeutung für die Zukunft, offenbarte die Untersuchung zum Internal Supply Chain Planning Forschungslücken vor allem hinsichtlich hybrider Modelle. Deshalb wurde in diesem für die Arbeit zentralen Kapitel ein sechstufiges

¹⁰⁷⁵ Vgl. Abschnitt 3.3.

¹⁰⁷⁶ Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 3.6 entspricht.

¹⁰⁷⁷ Vgl. Abschnitt 3.4.1.

Verfahren zur Losgrößenplanung in hybriden Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz vorgestellt (vgl. Abbildung 7.3).¹⁰⁷⁸

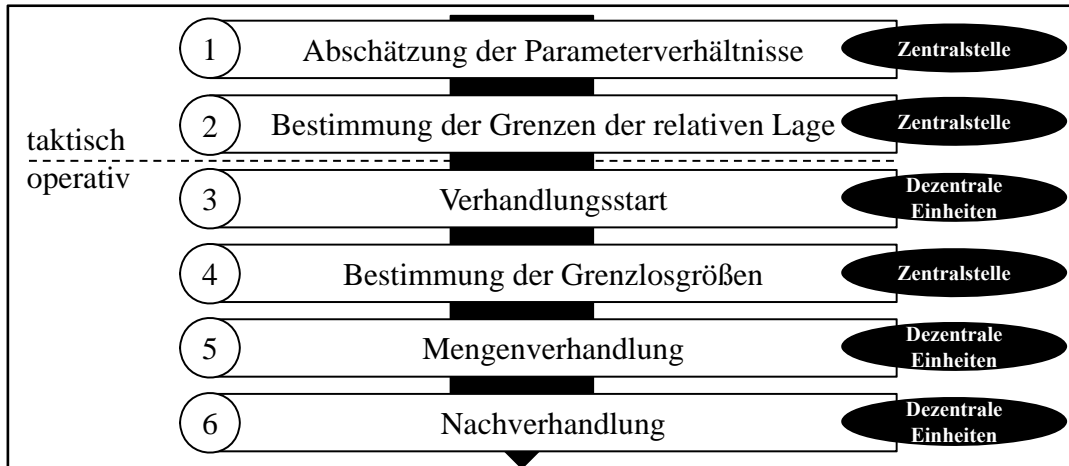


Abbildung 7.3: Hybrides Verfahren zur Losgrößenplanung¹⁰⁷⁹

Um den heterarchischen Elementen in hybriden Organisationen gerecht zu werden, orientiert sich das Verfahren an Entscheidungssituationen mit unvollständiger Kosteninformation. Das Verfahren integriert zudem dezentrale Verhandlungen, deren Ergebnisintervall durch eine auf Parameterverhältnisschätzungen basierende zentrale Intervention eingeschränkt wird. Mit dem letzten Schritt des Verfahrens, der sogenannten Nachverhandlung, werden im Rahmen des Sekantenverfahrens Seitenzahlungen ermöglicht. Mithilfe dieses Verfahrens kann ein Angebot berechnet werden, das zu einer globalen Kostenverbesserung führt. Mit dem Sekantenverfahren wird in dieser Arbeit ein konkreter Vorschlag zur Berechnung eines Kontraktangebots gemacht, der auf der einen Seite ein mögliches globales Optimierungspotenzial und auf der anderen Seite die Annahme unvollständiger Kosteninformationen berücksichtigt. Zusätzlich beinhaltet das Sekantenverfahren auch einen Ansatz zum Einsatz von Seitenzahlungen bei symmetrischer Machtverteilung. Trotz der Entwicklung des Verfahrens speziell für hybride Organisationen blieb zunächst unklar, inwieweit das Verfahren den bislang vorgestellten dezentralen und zentralen Ansätzen überlegen ist. Während in Bezug auf die zentralen Ansätze mit der Berücksichtigung unvollständiger Information argumentiert werden kann, muss zum Vergleich des hybriden Verfahrens mit dezentralen Ansätzen die Kostenperspektive geprüft werden. Aus der Sensitivitätsanalyse in Abschnitt 4.3.4.3 resultierten erste Indizien, dass die zentrale Intervention und die Nachverhandlung im Rahmen des hybriden Verfahrens zu nennenswerten Ergebnisverbesserungen führen. Dies lässt sich analytisch jedoch weder für symmetrische noch für asymmetrische Machtverteilung allgemein zeigen. Neben diesem Verfahren für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz wurden auch kurz Möglichkeiten zur Losgrößenplanung in hybriden Organisationen mit schwacher und starker Zentralinstanz angerissen.

¹⁰⁷⁸ Vgl. Abschnitt 4.3.4.

¹⁰⁷⁹ Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 4.12 entspricht.

Wegen der Schwierigkeiten bei der Planungsergebnisprognose und der Potenzialanalyse zum hybriden Verfahren wurden in *Kapitel 5* experimentelle Methoden aufgegriffen, um die Potenziale des hybriden Verfahrens zu überprüfen. Ausgangspunkt der beiden Experimente des Kapitels sind auf der Spieltheorie basierende Überlegungen, in denen das Entscheiderverhalten in der zu Grunde gelegten Entscheidungssituation analysiert wird.¹⁰⁸⁰ Das hybride Verfahren basiert auf drei miteinander verbundenen Spielen. Die Abschätzung und Durchsetzung der Losgrößengrenzen gleicht einem finiten Drei-Personen-Nicht-Konstantsummenspiel, die Mengenverhandlung in Schritt fünf des Verfahrens einem infiniten Zwei-Personen-Nicht-Konstantsummenspiel mit zentraler Intervention und die Nachverhandlung einem finiten Zwei-Personen-Nicht-Konstantsummenspiel (vgl. die Abbildungen 7.4 und die Abbildungen 7.5).

Für den Fall asymmetrischer Machtverteilung zwischen den Standorten kann das Entscheiderverhalten und das Verhandlungsergebnis eindeutig bestimmt werden. Bei symmetrischer Machtverteilung ist dies nicht möglich. Entsprechend werden zwei unterschiedliche Experimentarten zur Erforschung der Potenziale des hybriden Verfahrens aufgegriffen. Zur Analyse des Potenzials des hybriden Verfahrens in Situationen mit unvollständiger Information und asymmetrischer Machtverteilung wird ein Monte-Carlo-Simulationsexperiment durchgeführt.¹⁰⁸¹ Die Konfiguration der Simulation orientiert sich an den Simulationsexperimenten in der Literatur und an wissenschaftlichen Maßstäben. Die Ergebnisse offenbaren, dass bei asymmetrischer Machtverteilung 70 Prozent bis 80 Prozent der mit der integrierten Losgrößenplanung möglichen Kosteneinsparpotenziale realisiert werden. Dieses Kostenersparnis ist durch die sich ergänzenden Wirkungsweisen der zentralen Intervention und des Sekantenverfahrens im Rahmen der Nachverhandlung begründet. Schlechte Schätzungen werden durch erfolgreiche Nachverhandlungen kompensiert. Bei guten Vorgaben von Seiten der Zentralinstanz bleibt die Nachverhandlung erfolglos (vgl. Abbildung 7.4).

¹⁰⁸⁰ Vgl. Abschnitt 5.2.5.

¹⁰⁸¹ Vgl. Abschnitt 5.3.

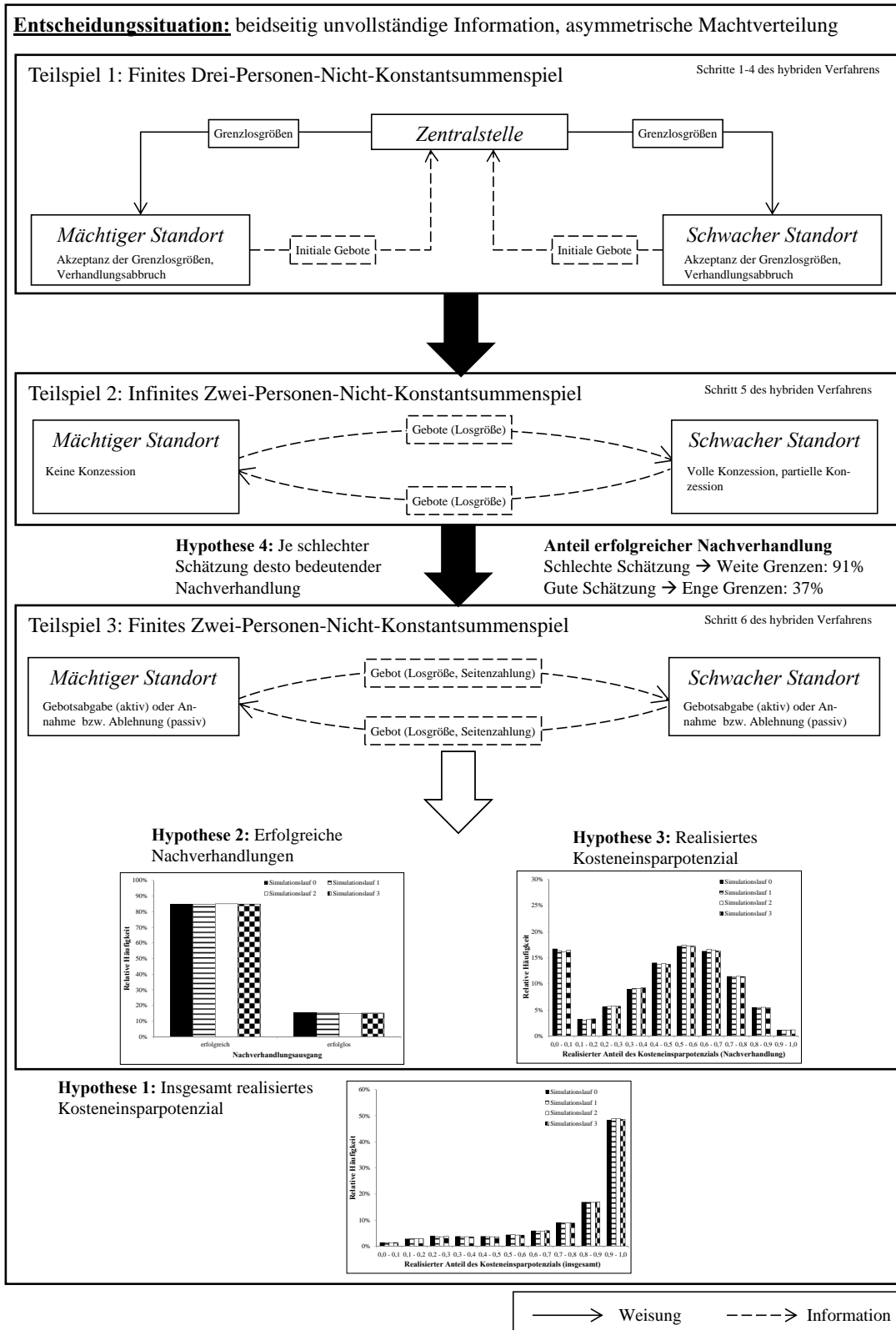


Abbildung 7.4: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Simulationsexperiment zum hybriden Verfahren bei asymmetrischer Machtverteilung¹⁰⁸²

¹⁰⁸² Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 5.32 entspricht.

Zur Erforschung des Potenzials des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung schlägt eine Anwendung der Monte-Carlo-Simulation fehl, weil das Entscheiderverhalten im Rahmen der Mengenverhandlung bei unvollständiger Information und symmetrischer Machtverteilung weder für Verhandlungen mit zentraler Intervention noch für Verhandlungen ohne zentrale Intervention konkretisiert werden kann. Zur Gewinnung von Erkenntnissen zu dieser Entscheidungssituation wurde deshalb ein Laborexperiment mit 112 Studierenden an den Universitäten Bamberg und Regensburg initiiert.¹⁰⁸³ Das Experimentdesign und der Experimentablauf orientierte sich an in der Literatur verbreiteten Standards. Mithilfe dieser empirischen Erhebung konnten für drei Bereiche Ergebnisse erzielt werden, die für das hybride Verfahren relevant sind. So konnte ein schwacher aber signifikanter Zusammenhang zwischen der Ergebnisintervallgröße und der Verhandlungsdauer in Geboten festgestellt werden. Folglich war die explizite Feststellung einer Verkürzung der Verhandlungsdauer in Geboten durch die zentrale Intervention wenig überraschend. Neben der Verhandlungsdauer ist aus Prozessperspektive auch die Verhandlungseröffnung der beteiligten Akteure interessant. Diese gleicht nur in gut der Hälfte der Fälle dem lokalen Optimum, obwohl diese Eröffnung logisch und mithilfe des Fokuspunktkonzepts ableitbar ist und als Grundlage des hybriden Verfahrens, aber auch anderer Verfahren angenommen wurde.¹⁰⁸⁴ Auf Grund dieses Ergebnisses wurde das hybride Verfahren in Abschnitt 5.5 um eine Plausibilitätsprüfung der initialen Gebote erweitert. Die Resultate der experimentellen Datenerhebung zur Ergebnislage lassen den Rückschluss zu, dass sich die Verhandlungsteilnehmer bei der Gebotsabgabe weniger an den Kosten als vielmehr an der Menge als Kostenersatzkriterium orientieren und dabei zur Mitte des mengenorientierten Ergebnisintervalls tendieren. Zentrale Interventionen werden in den meisten Fällen als neues Ergebnisintervall übernommen und wirken entsprechend in die vorgegebene Richtung. Die Ergebnisse des Laborexperiments beinhalten Indizien für eine Verkürzung der Verhandlungsdauer und Ergebnisverbesserung im Vergleich zu dezentralen Planungsansätzen, zumindest im Rahmen der Mengenverhandlung. Die Ergebnisse zum Experiment sind in Abbildung 7.5 zusammengefasst.

¹⁰⁸³ Vgl. Abschnitt 5.4.

¹⁰⁸⁴ Vgl. Pibernik/Sucky (2008), Dudek/Stadtler (2005), Sucky (2004a) und Schelling (1980), S. 70 und S. 111–115.

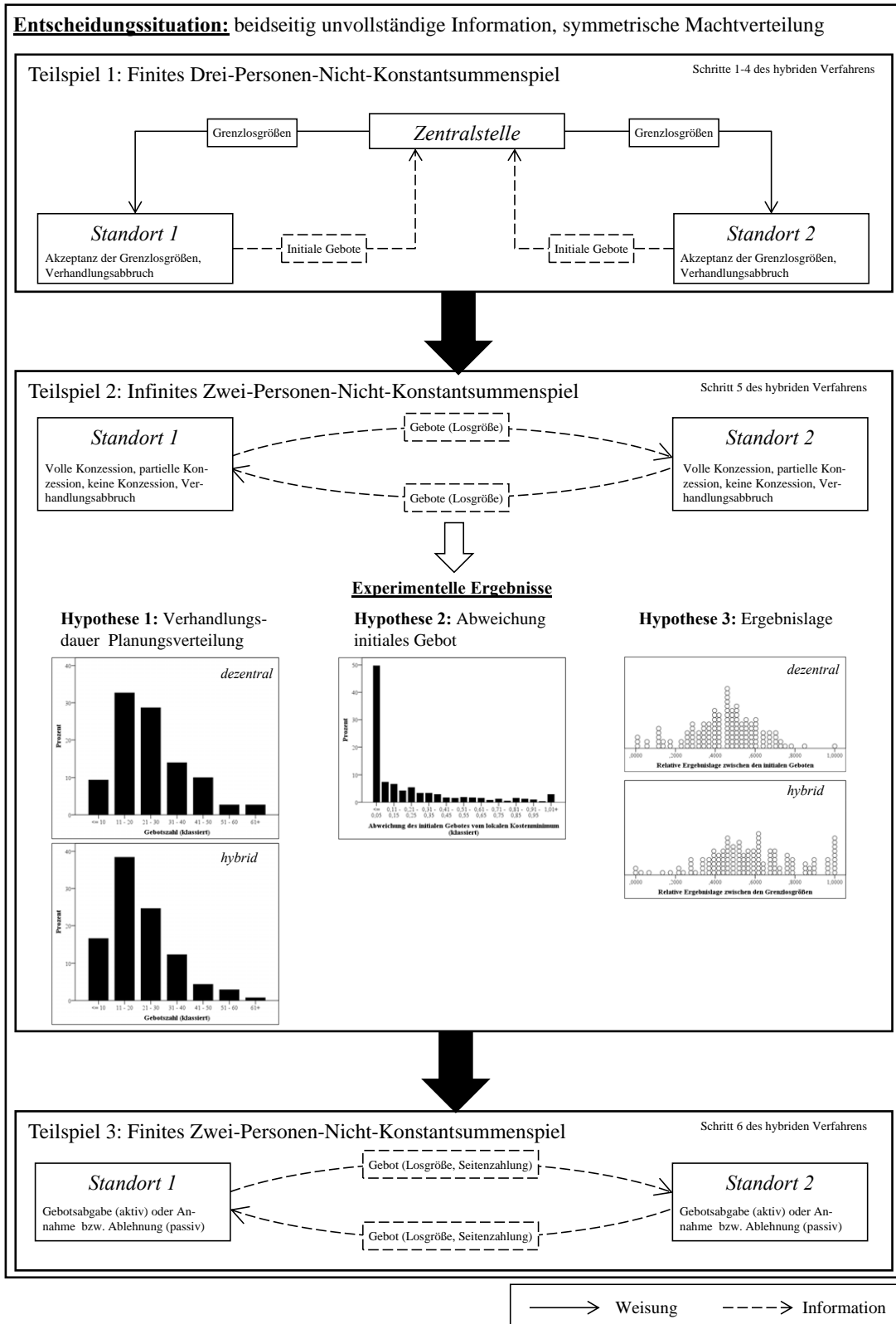


Abbildung 7.5: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den spieltheoretischen Überlegungen und zum Laborexperiment hinsichtlich des hybriden Verfahrens bei symmetrischer Machtverteilung¹⁰⁸⁵

¹⁰⁸⁵ Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 5.33 entspricht.

In den Kapiteln 4 und 5 wurden im Kontext der Losgrößenplanung beispielhaft hybride organisatorische Voraussetzungen in ein quantitatives Planungsmodell umgesetzt. Die Ergebnisse der ausführlichen Erläuterungen wurden in *Kapitel 6* zum einen dazu genutzt, den Anwendungsbezug des Verfahrens mithilfe eines Softwarekonzepts zu konkretisieren (vgl. Abschnitt 6.2) und zum anderen dazu verwendet, rudimentäre Ansätze für die anderen Planungsbereiche im Produktionskontext des Internal Supply Chain Planning vorzuschlagen (vgl. Abschnitt 6.3). Das vorgeschlagene Softwarekonzept in Abbildung 7.6 basiert auf dem FIPA-Referenzmodell und der zur Experimentdurchführung eingeführten Internetplattform www.lone-planning.org.

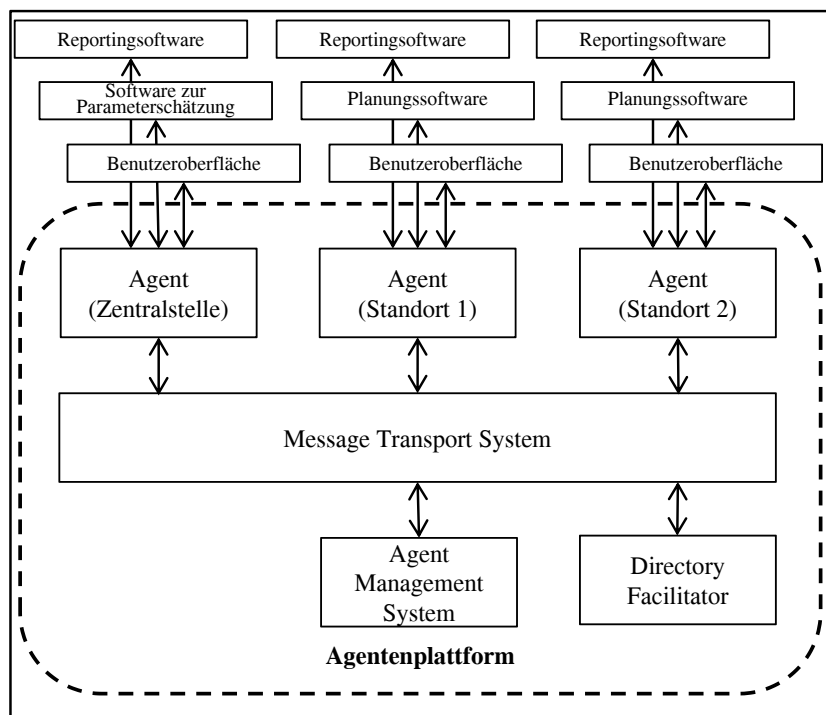


Abbildung 7.6: Spezifikation einer Architektur für ein Multi-Agenten-System zur hybriden Losgrößenplanung¹⁰⁸⁶

Analog zur Losgrößenplanung wurden auch für die Terminplanung, das Kapazitätsmanagement sowie für die Produktionsprogramm- und Materialbedarfsplanung mit Bedarfsallokation Planungsverfahren für hybride Internal Supply Chains vorgeschlagen. Bei starker Zentralinstanz folgen diese Verfahren zentralen Prinzipien mit einer punktuellen Einbindung der dezentralen Einheiten. Für hybride Organisationen mit mittelstarker Zentralinstanz werden dagegen verhandlungsbasierte Modelle mit zentraler Intervention vorgeschlagen, wobei in den an die Losgrößenplanung angrenzenden Bereichen Auktionen eine größere Rolle spielen als bei der Losgrößenplanung. Organisationen mit schwacher Zentralinstanz sind dagegen geprägt von trilateralen Verhandlungen oder von Verhandlungen zwischen den dezentralen Einheiten und einer beratenden Zentralinstanz.

¹⁰⁸⁶ Quelle: Eigene Darstellung, die der Abbildung 6.4 entspricht.

Das in dieser Arbeit gewählte Vorgehen gewährleistet die Überprüfung und Beantwortung der zu Beginn der Arbeit aufgeworfenen Forschungsfragen. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden im Folgenden komprimiert und spezifisch für jede Forschungsfrage aufgeführt:

1. *Wie ist der aktuelle Stand der Forschung im Bezug auf das Internal Supply Chain Management?* Die Erläuterungen in *Kapitel 2* zeigen, dass eine Vielzahl an Veröffentlichungen und Begriffen existieren, die inhaltlich dem Konzept des Internal Supply Chain Management gleichen. Nur in sehr wenigen Veröffentlichungen wird der Begriff ausführlich definiert. Häufig wird dieser jedoch implizit im Rahmen der Definition des Supply Chain Management abgegrenzt. Explizite Abhandlungen über das Internal Supply Chain Management existieren jedoch nur sehr wenige.
2. *Wie ist das Konzept der Internal Supply Chains in der Organisationstheorie verankert?* Die Verankerung von Internal Supply Chains in Organisationen ist von dem Zusammenspiel aus Zentralinstanz und dezentralen Einheiten geprägt. Wie *Kapitel 3* offenbart, besitzen in Internal Supply Chains zentral-hierarchische und hybride Organisationstypen eine große Bedeutung. Aktuelle Umweltentwicklungen lassen in Verbindung mit umweltorientierten Organisationsanpassungsstrategien die hybriden Organisationstypen zunehmend bedeutsamer werden.
3. *Ist das aktuelle Spektrum an Planungsmodellen ausreichend für die Anforderungen des Internal Supply Chain Planning speziell im Hinblick auf die Losgrößenplanung?* Das aktuelle Spektrum an Planungsmodellen wurde für den Bereich der statisch-deterministischen standortübergreifenden Losgrößenplanung im *Kapitel 4* untersucht. Es musste festgestellt werden, dass die Bedeutung hybrider Organisationsansätze als Grundlage der standortübergreifenden Planung in der Vergangenheit unterschätzt und deshalb die Modellentwicklung vernachlässigt wurde.
4. *Welche neu zu entwickelnden Modelle können zur anwendungsbezogenen Vervollständigung des Modellspektrums im Bereich der standortübergreifenden Losgrößenplanung beitragen und welche Gestalt müssen diese Modelle annehmen?* In *Kapitel 4* wurde für den hybriden Organisationstypus mit mittelstarker Zentralinstanz ein hybrides, sechsstufiges Planungsverfahren entwickelt, das die Zusammenarbeit zwischen Zentralinstanz und dezentralen Einheiten regelt. Außerdem wurden – soweit möglich – Ansatzpunkte für hybride Losgrößenplanungsverfahren bei schwacher und starker Zentralinstanz vorgestellt.
5. *Welche Effekte haben hybride, verhandlungsbasierte Modelle in der unterstellten Entscheidungssituation auf das Planungsergebnis?* Eine Beschreibung der Auswirkungen des entwickelten Modells auf die Planungsergebnisse getrennt nach der Machtverteilung enthält *Kapitel 5*. Für Entscheidungssituationen

mit asymmetrischer Machtverteilung konnten mithilfe einer Monte-Carlo-Simulation starke Kostenersparniseffekte unter Wahrung der Annahme unvollständiger Information nachgewiesen werden. Für Entscheidungssituationen mit symmetrischer Machtverteilung wurden in einem Laborexperiment leichte Zeitvorteile und die vollständige Akzeptanz der zentralen Interventionen als neues Ergebnisintervall unabhängig von der Kostenfunktion beobachtet.

6. *Wie kann der Einsatz hybrider Planungsverfahren durch Automatisierung vereinfacht werden?*

Zur Vereinfachung und Konkretisierung der Anwendung hybrider Planungsverfahren in der betrieblichen Praxis wurde in *Abschnitt 6.2* ein Softwarekonzept für das in dieser Arbeit entwickelte hybride Planungsverfahren vorgestellt.

7. *Können die im Teilbereich der Losgrößenplanung gewonnenen Erkenntnisse auf die anderen produktionsbezogenen Teilbereiche des Internal Supply Chain Planning übertragen werden?*

Im *Abschnitt 6.3* wurden Ansätze präsentiert, mit deren Hilfe die Grundidee hybrider Planungsverfahren auf an die Losgrößenplanung angrenzende Bereiche übertragen wird. Eine detaillierte Analyse und Weiterentwicklung hybrider Verfahren in diesen Bereichen sollte Thema weiterer Forschungsarbeiten sein.

7.2 Implikationen für die betriebliche Praxis

Die Beantwortung der Forschungsfragen lässt Rückschlüsse auf Verbesserungspotenziale in der betrieblichen Praxis zu. Die in Kapitel 2 eingeführte Systematik der Prozesse im Produktionskontext des Internal Supply Chain Planning und des Internal Supply Chain Management insgesamt kann Entscheidungsträgern der betrieblichen Praxis als Grundlage für eine Analyse der Planungsprozesse in der standortübergreifenden Planung dienen. Die definierten Prozesse können einzeln auf ihre Verfügbarkeit im Unternehmen und ihre Effizienz mithilfe von Prozessanalysen überprüft werden. Die entwickelte Systematik entspricht folglich einem strukturierenden Element für Prozessanalysen in der betrieblichen Praxis.

Im Rahmen der Analyse der organisatorischen Grundlagen in Kapitel 3 wurde die Bedeutung der Planungsorganisation für den Einsatz von quantitativen Planungsansätzen hervorgehoben sowie ein Trend hin zur Integration heterarchischer Elemente in Internal Supply Chains für die Zukunft prognostiziert und für die Gegenwart festgestellt. Den situativen Ansätzen der Organisationsgestaltung folgend führt dies unweigerlich zu einer Zunahme hybrider Organisationstypen in Internal Supply Chains. Demgegenüber stehen die in den gängigen Softwaresystemen implementierten Modelle, die entweder zentralen oder dezentralen Ansätzen zuzu-

ordnen sind.¹⁰⁸⁷ Um diese einsetzen zu können, sind organisatorische Änderungen notwendig, die allerdings der Organisationsstrategie, mit heterarchischen Elementen die Flexibilität zu steigern, entgegenstehen.¹⁰⁸⁸ Dementsprechend muss bei der Gestaltung der Planungsprozesse stark darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Planungsmodelle und -verfahren die vorhandene Organisation abbilden und die langfristige globale Supply-Chain-Strategie umsetzen. Der Schwerpunkt der Organisationsanalyse muss auf der institutionellen Verankerung des Verhältnisses zwischen Zentralstelle und dezentralen Einheiten liegen. In dieser Arbeit werden somit ein Werkzeug und ein Alternativenkatalog zur bewussten Organisationsgestaltung im Rahmen des Internal Supply Chain Management zur Verfügung gestellt.

Im Bereich der Losgrößenplanung erweist sich die Auswahl eines Planungsmodells für hybride Organisationen als schwierig. Die Untersuchungen in Kapitel 4 offenbaren, dass zahlreiche zentrale und dezentrale Modelle existieren, hybride Modelle bislang jedoch nur in Ausnahmefällen veröffentlicht wurden. Dennoch kann die beispielhafte Entwicklung eines hybriden Modells der Losgrößenplanung die Entscheidungsträger in der betrieblichen Praxis dazu motivieren, in Verbindung mit Forschungseinrichtungen und Softwareherstellern dezentrale oder zentrale Planungsmodelle an hybride Organisationsstrukturen anzupassen. Das Vorgehen dieser Arbeit kann dabei beispielgebend sein und auf den jeweiligen Anwendungsbereich transferiert werden. Für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche des Internal Supply Chain Planning wurden bereits grobe Verfahren im Abschnitt 6.3 definiert.

Die Verbreitung hybrider Ansätze in der Praxis dürfte stark von deren Implementierung in die gängige Planungssoftware abhängen. Die gängigen Softwaresysteme der großen Softwarehäuser beinhalten zentrale Modelle, die zur standortübergreifenden Planung innerhalb eines Unternehmens empfohlen werden, oder dezentrale Ansätze zur unternehmensübergreifenden Planung oder zum unternehmensübergreifenden Informationsaustausch.¹⁰⁸⁹ Verhandlungen mit zentralen Interventionen sind nicht vorgesehen. Die können jedoch in einem eigenständigen Softwaremodul zum Internal Supply Chain Management basierend auf dem Kollaborationsmodul enthalten sein. Als Entwicklungsgrundlage kann das in Abschnitt 6.2 erläuterte Grob-

¹⁰⁸⁷ Vgl. Abschnitt 6.2.1, Betge (2006), S. 25–32, <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/scm/index.epx>, <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/scm/index.html> und <http://www.jda.com/solutions/master-planning/> (Stand: 17.05.2011).

¹⁰⁸⁸ Vgl. die Fallstudien der Softwareanbieter unter <http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/>, <http://www.jda.com/solutions/supply-chain-planning/> und <http://www.oracle.com/us/products/applications/index.html>, sowie die Sammelwerke Knolmayer et al. (2009) und Stadtler/Kilger (2008b).

¹⁰⁸⁹ Vgl. Abschnitt 6.2.1, Betge (2006), S. 25–32, <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/scm/index.epx>, <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/scm/index.html> und <http://www.jda.com/solutions/master-planning/> (Stand: 17.05.2011).

konzept eines Multi-Agenten-Systems eingesetzt werden, dessen Struktur von der Interaktion zwischen den dezentralen Einheiten und der Zentralstelle geprägt ist.

Neben diesen kontextspezifischen Erkenntnissen zum Internal Supply Chain Management ermöglicht das im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Laborexperiment allgemeine Rückschlüsse und Empfehlungen zu bilateralen Verhandlungen mit und ohne zentrale Intervention:

- In bilateralen Verhandlungen reduziert eine Intervention, die das ursprüngliche Ergebnisintervall einschränkt, die Gebotszahl einer Verhandlung bis zur Einigung leicht. Eine Zentralstelle, die gezielt Grenzen setzt, kann folglich geringfügig zur Beschleunigung der Verhandlungsdauer beitragen.
- Zusätzlich kann eine Homogenisierung der Verhandlungsakteure hinsichtlich des Verhandlungskriteriums (zum Beispiel Schaffung ähnlicher Kostenfunktionen) die Gebotszahl leicht reduzieren.
- Die Verhandlungsergebnisse sind Indiz dafür, dass bei unvollständiger Information bezüglich des relevanten Merkmals, ein Ausweichen auf ein Ersatzkriterium für die Beurteilung von Konzessionen stattfindet. Hierauf sind die Verhandlungsführer der betrieblichen Praxis aufmerksam zu machen. Die Aufmerksamkeit der Verhandlungsführer ist zum Beispiel mithilfe der Vorgabe von Aspirationsniveaus oder Kostenanalysen auf das eigentliche Entscheidungskriterium zu lenken.
- Zudem zeigen die Ergebnisse zur Anfangslosgröße, dass nicht mit einem fokuspunktorientiertem Verhalten der Verhandler zu rechnen ist. Stattdessen muss spekulatives Verhalten und bewusstes Täuschen mit in die Überlegungen zur Verhandlungsstrategie aufgenommen werden.
- Bei symmetrischer Machtverteilung tendieren die Ergebnisse von bilateralen Verhandlungen zur Mitte des entscheidungsrelevanten Ergebnisintervalls.
- Obligatorische Interventionen, die das Ergebnisintervall einschränken, sind so zu wählen, dass die Wahrscheinlichkeit für das globale Optimum in der Mitte des eingeschränkten Intervalls am höchsten ist.

7.3 Ausblick

Die Beantwortung der Forschungsfragen und die praktischen Implikationen werfen neue Probleme in angrenzenden Bereichen auf. In nahezu jedem zentralen Kapitel grenzt die Arbeit an Problematiken, zu denen Forschungsbedarf besteht.

Die Ausführungen zum Internal Supply Chain Management, mit denen der Untersuchungsbe-
reich auf den Produktionskontext verengt wird, bieten zum Beispiel folgende Ansatzpunkte für
weitergehende Forschungsarbeiten:¹⁰⁹⁰

- Der Bereich des Internal Supply Chain Management ist als Ganzes noch nicht systema-
tisch aufgearbeitet worden. Auch in dieser Arbeit erfolgt eine Fokussierung auf einen
Teilbereich, nämlich dem produktionsorientierten Internal Supply Chain Planning. Zu
den anderen Bereichen existieren Modelle, die häufig dem Supply Chain Management
allgemein zugeordnet werden. Eine systematische Kategorisierung dieser Modelle nach
ihren organisatorischen Voraussetzungen, die dann auch eine organisationsorientierte
Anwendung begünstigt, wurde bislang nicht entwickelt.
- Ebenso fehlt eine umfangreiche empirische Studie zum Internal Supply Chain Mana-
gement, die an die Studie von Philippon und Lücke anknüpft und den aktuellen Sta-
tus der standortübergreifenden, unternehmensinternen Planung repräsentativ abfragt.¹⁰⁹¹
Die fallbeispielbasierte Studie von Sucky et al. liefert starke Indizien dafür, dass hier
noch ein enormes Forschungspotenzial und ein enormer Bedarf an Lösungskonzepten in
der Praxis existiert.¹⁰⁹²
- Während der Analyse zum (Internal) Supply Chain Management ist aufgefallen, dass
sich die meisten quantitativen Modelle an einem standortübergreifenden Materialfluss
orientiert haben. Die standortinterne, unternehmensübergreifende Koordination, wie sie
im Rahmen einer Baustellenfertigung vorherrscht und in Abbildung 7.7 markiert ist, wird
zumeist außen vorgelassen.¹⁰⁹³

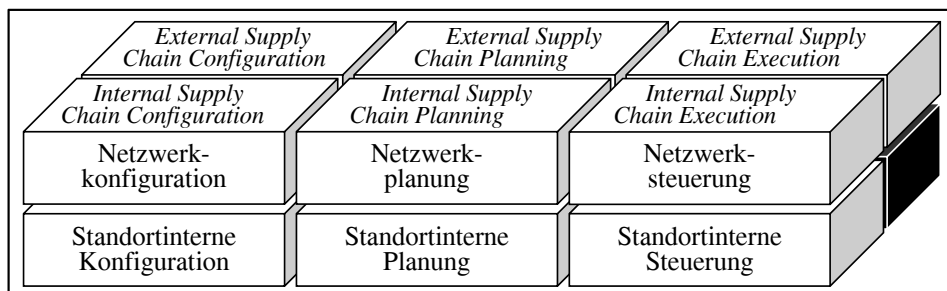


Abbildung 7.7: Einordnung der unternehmensübergreifenden, standortinternen Planung in den Supply-Chain-
Management-Quader¹⁰⁹⁴

¹⁰⁹⁰ Vgl. Kapitel 2.

¹⁰⁹¹ Vgl. Lücke (2005) und Philippon (2003).

¹⁰⁹² Vgl. Kapitel 1.

¹⁰⁹³ Ein Beispiel für eine zumindest partielle Baustellenfertigung wurde in Abschnitt 2.2.3.2 mit der Fertigung
bei Airbus vorgestellt.

¹⁰⁹⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Abbildung 2.14.

In diesem Bereich sind Terminplanungsmodelle zur unternehmensübergreifenden Termin- und Projektplanung anzuwenden. Grundsätzlich herrscht diese Art der Leistungsplanung auch bei jeder Art von Baustellenfertigung oder Dienstleistungserbringung vor. Auf Grund der institutionellen Grenze zwischen Leistungserbringer und Leistungsnehmer bedarf es einer von der herkömmlichen standortinternen Planung gesonderten Analyse dieser Planungsproblematiken.

Analog zur Erforschung der Prozesse des Internal Supply Chain Management stellen sich weitere Forschungsfragen zu den organisatorischen Grundlagen:¹⁰⁹⁵

- In Abschnitt 3.3 wurden stereotypische Organisationstypen aus den Strukturdimensionen der Organisation abgeleitet. Diese Kategorisierung ist empirisch zu untersuchen.
- Im Rahmen der Untersuchung der Organisationstypen bietet es sich an, eine weitere Forschungslücke zu schließen: Eine theoretisch und empirisch orientierte, ausführliche Untersuchung des Zusammenspiels zwischen der Zentralstelle einer Internal Supply Chain und dezentralen Einheiten ermöglicht eine Ausweitung der Analysen zur Anpassung quantitativer Planungsmodelle für Internal Supply Chains.¹⁰⁹⁶

Für die hybriden Organisationstypen wurde in Kapitel 4 ein statisch-deterministisches Losgrößenplanungsmodell angepasst. Allein die zahlreichen Annahmen, die mit dem verwendeten Modell von Banerjee bereits getroffen werden, bieten diverse Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen:¹⁰⁹⁷

- Mit dem Modell von Banerjee (1986) wurde ein geschlossenes Materialflusskonzept unterstellt, bei dem keine Teillieferungen erlaubt sind. Das hybride Verfahren kann, wie Sucky/Dobhan zeigen, auf andere Materialflusskonzepte angepasst werden.¹⁰⁹⁸
- Das vorgestellte hybride Verfahren bezieht sich auf zwei Standorte. Dies dürfte zwar der am meisten verbreiteten Verhandlungssituation in der betrieblichen Praxis entsprechen, lässt aber die Berücksichtigung möglicher weiterer Standortverknüpfungen außen vor. Deshalb bedarf es auch hybrider Verfahren zur Losgrößenplanung für mehr als zwei Standorte.
- Die Annahme statischer Nachfragewerte ist nur in spezifischen, sehr stabilen Situationen, wie zum Beispiel in Just-In-Time-Umgebungen, gerechtfertigt. Weit verbreitet sind

¹⁰⁹⁵ Vgl. Kapitel 3.

¹⁰⁹⁶ Vgl. Frese et al. (2012), S. 466.

¹⁰⁹⁷ Vgl. Banerjee (1986).

¹⁰⁹⁸ Vgl. Sucky/Dobhan (2011).

Situationen mit schwankenden Bedarfen. Daher besteht eine zukünftige Aufgabe darin, hybride Losgrößenplanungsverfahren des Internal Supply Chain Planning für Situationen mit schwankenden Bedarfen zu entwickeln. Die Untersuchungen hierfür können auf dem Ansatz von Afentakis und dem in dieser Arbeit entwickelnden Verfahren aufbauen.¹⁰⁹⁹

- Zum Teil ist die Nachfrage von derartig starken Schwankungen geprägt, dass die Annahme fixer Bedarfswerte für jede Periode der Realität widerspricht. Für derartige Situationen in Internal Supply Chains müssen stochastische Modelle für eine hybride Entscheidungssituation entwickelt werden. Einen ersten Ansatz hierfür stellen Dobhan/Oberländer vor, die ein hybrides Modell für eine Newsvendor-Situation mit mehreren Knoten präsentieren.¹¹⁰⁰
- Das Sekantenverfahren der Nachverhandlung wurde für das hybride Verfahren mit den Grenzlosgrößen als Eckpunkte der Sekante festgelegt. Werden die lokal kostenminimalen Losgrößen oder die initialen Gebote einer Verhandlung als Eckpunkte des Sekantenverfahrens verwendet, kann dieses auch in dezentral-heterarchischen Umgebungen verwendet werden. Eine derartige Anpassung des hybriden Verfahrens ist ausführlich zu untersuchen und mit den bestehenden dezentralen Verfahren der Losgrößenplanung, wie dem von Sucky oder dem von Corbett/Groote, zu verknüpfen.¹¹⁰¹

Die Potenziale des Verfahrens zur hybriden Losgrößenplanung wurden in Kapitel 5 spieltheoretisch und experimentell überprüft.

- Zusammen mit den Verhandlungsergebnissen wurden das Geschlecht und das verfügbare Einkommen der Teilnehmer erhoben. Entsprechend bieten sich Auswertungen an, die die beiden Merkmale mit dem Verhandlungsprozess und dem Verhandlungsergebnis verknüpfen.
- Zudem wurde während den Verhandlungen zwischen zwei Akteuren die Nutzung eines Losgrößenkalkulators, mit dessen Hilfe die Auswirkung einer beliebigen Losgröße auf die Auszahlung eines Akteurs festgestellt werden kann, gespeichert. Diese Daten können in Zusammenhang mit dem Verhandlungserfolg gesetzt werden und so Aussagen über die Verarbeitung zusätzlicher Informationen getroffen werden.¹¹⁰²

¹⁰⁹⁹ Vgl. Afentakis (1987).

¹¹⁰⁰ Vgl. Dobhan/Oberländer (2012).

¹¹⁰¹ Vgl. Sucky (2004a) und Corbett/Groote (2000).

¹¹⁰² Diese Aussagen knüpfen an die von Inderfurth et al. (2008) festgestellten Resultate an.

- Mit den vorhandenen Daten können außerdem Fragestellungen hinsichtlich des Konzessionsverhaltens der Teilnehmer analysiert und möglicherweise Verhandlungsfunktionen, wie die nach Faratin et al., identifiziert werden.¹¹⁰³
- Weiterführend können auch die Folgen des spekulativen Verhaltens bereits beim ersten Gebot der Verhandlungen, wie es in fast 50 Prozent der Fälle festgestellt wurde, auf das Verhandlungsergebnis in Form der Ergebnismenge und der Auszahlung untersucht werden.
- Mithilfe der Dauer der Gebotsabgabe, der Abweichung des initialen Gebots von der lokal kostenminimalen Losgröße, der Kalkulatornutzung und des Konzessionsverhaltens können Verhandlungstypen definiert und identifiziert werden. Diese können mit Kennzahlen des Verhandlungsergebnisses und des Verhandlungsprozesses in Verbindung gesetzt werden und so möglicherweise zu weiteren Erkenntnissen über den Zusammenhang zwischen Verhandlungsakteuren, -ergebnis und -prozess führen.
- Die Verhandlungsergebnisse können außerdem auf mögliche kooperative und nicht-kooperative Gleichgewichte der Spieltheorie hin untersucht werden.

Auch der Einsatz der Forschungsmethodik Laborexperiment ist in der Supply-Chain-Management-Forschung nach wie vor eher selten und eröffnet neue Forschungsperspektiven.

- So kann in zukünftigen Laborexperimenten das gesamte hybride Verfahren einschließlich der Nachverhandlung mit dezentralen Ansätzen, wie denen von Sucky oder Corbett/Groote, bei symmetrischer und asymmetrischer Machtverteilung verglichen werden.¹¹⁰⁴
- Im Laborexperiment dieser Arbeit wird der Informationsaustausch zudem auf den Gebotsaustausch beschränkt. In einem Folgeexperiment kann diese Restriktion dann gelockert werden und der Austausch von Freitext über ein entsprechendes Feld in der Verhandlungsplattform erlaubt werden. Die Ergebnisse eines derartigen Experiments können dann mit den Ergebnissen des aktuellen Experiments verglichen werden.
- Mit der Integration des Freitextaustauschs oder weiterer dezentraler Modelle müssen auch Seitenzahlungen berücksichtigt werden, so dass deren Einfluss auf den Verhandlungsprozess und das Verhandlungsergebnis untersucht werden kann.
- Im Rahmen weiterer Experimente können zusätzlich persönlichkeitspezifische Merkmale, wie die Risikoeinstellung oder das Fachwissen, erfasst und deren Einfluss auf das Verhandlungsergebnis und den Verhandlungsprozess überprüft werden.

¹¹⁰³ Vgl. Faratin et al. (1998).

¹¹⁰⁴ Vgl. Sucky (2004a) und Corbett/Groote (2000).

- Analog zum vorliegenden Experiment können weitere experimentelle Untersuchungen zur Erforschung der bereits aufgeführten Forschungsperspektiven des Internal Supply Chain Planning und der hybriden Losgrößenplanung initiiert werden.

Neben den hier aufgeführten Forschungsperspektiven wurden bereits in Kapitel 6 zahlreiche Anhaltspunkte für die weitere Forschung im Kontext des Internal Supply Chain Planning gegeben, die über die Losgrößenplanung hinaus gehen. Insbesondere die Thematik der Auftragsallokation und damit auch die Auktionen dürften dabei einen Forschungsschwerpunkt der Zukunft darstellen.

Die umfangreiche Auflistung mit weiterführenden Forschungsfragen ist ein Beleg dafür, dass mit einer einzigen Abhandlung der Anspruch der Vollständigkeit im Bezug auf das Internal Supply Chain Planning oder sogar das Internal Supply Chain Management nicht zu erfüllen ist. Diese Arbeit dient vielmehr als Anstoß, Motivation und Beispiel für weitere Forschungsarbeiten im Bereich des Internal Supply Chain Management.

Anhang

A1 Dezentraler Losgrößenansatz nach Sucky

Im Losgrößenplanungsansatz nach Sucky entspricht ξ dem Index der angenommenen Kostenfunktionen des mächtigen Standorts und $\tilde{p}_{ps,\xi}$ der subjektiven Wahrscheinlichkeit, dass diese Kostenfunktion tatsächlich mit der des mächtigen Standorts übereinstimmt.¹¹⁰⁵ Beides muss von den Entscheidungsträgern des schwachen Standorts geschätzt werden. Die Parameter des schwachen Akteurs sind mit dem Index $\bar{p}s$ gekennzeichnet. Die Konstanten und Variablen des mächtigen Standorts sind mit der Buchstabenkombination $\bar{p}s$ indiziert. Die Verhandlung startet entweder mit der lokal kostenminimalen Losgröße $q_{\bar{p}s}^*$ des mächtigen Standorts oder mit einem Angebotsmenü des schwachen Standorts. Das Angebotsmenü umfasst folglich die Losgrößen, die sich aus den beiden Kostenfunktionen ergeben, und die dazugehörigen Seitenzahlungen $(\tilde{q}_{sc,1}, s_{\bar{p}s\bar{p}s,1}, \tilde{q}_{sc,2}, s_{\bar{p}s\bar{p}s,2})$. Beide Seiten sind sich ihrer Machtposition bewusst. Die Zielfunktion des schwachen Standorts zielt auf die Minimierung des Kostenerwartungswerts in Abhängigkeit der Angebotsmenüs und unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit der jeweiligen Kostenfunktion.

$$\begin{aligned} \text{Min } E[C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}, \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1}, \tilde{q}_{sc,2}, \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2})] = \\ = \tilde{p}_{\bar{p}s,1} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \right) + \tilde{p}_{ps,2} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \right) \end{aligned} \quad (\text{A1.1})$$

unter den Nebenbedingungen

$$\tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \leq \tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(q_{\bar{p}s,1}^*) \quad (\text{A1.2})$$

$$\tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \leq \tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(q_{\bar{p}s,2}^*) \quad (\text{A1.3})$$

$$\tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \leq \tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \quad (\text{A1.4})$$

$$\tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \leq \tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \quad (\text{A1.5})$$

¹¹⁰⁵ Vgl. Sucky (2004a).

$$\tilde{q}_{sc,1}, \tilde{q}_{sc,2}, \tilde{s}_{\bar{p}s, \bar{p}s, 1}, \tilde{s}_{\bar{p}s, \bar{p}s, 2} \geq 0 \quad (\text{A1.6})$$

Die Restriktionen (A1.2) und (A1.3) gewährleisten die Attraktivität der Angebote für den mächtigen Standort. Die Seitenzahlung an den mächtigen Akteur muss so hoch sein, dass der Kostennachteil des mächtigen Standorts durch eine Verschiebung der Losgröße ausgeglichen wird. Durch die Nebenbedingung (A1.4) und (A1.5) wird sichergestellt, dass für einen Standorttyp nicht das Angebot attraktiver erscheint, das für die Kostenfunktion eines anderen Standorttyps erstellt wurde. Die Kostenfunktion des mächtigen Standorts determiniert die Auswahl eines Angebots. Als Alternative zu den Angeboten des schwachen Akteurs steht dem mächtigen Standort außerdem die eigene lokal kostenminimale Losgröße zur Auswahl. $l_{\bar{p}s, \xi}$ repräsentiert eine Binärvariable, die den Wert eins annimmt, wenn das Angebot kostenminimal für den mächtigen Akteur ist. Der Wert null des Indexes ξ steht für die Entscheidungsalternative der lokal kostenminimalen Losgröße des mächtigen Standorts.

$$\begin{aligned} \text{Min } C_{\bar{p}s}^{LS} &= l_{\bar{p}s, 0} \cdot C_{\bar{p}s}^{LS}(q_{\bar{p}s}^*) + l_{\bar{p}s, 1} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc, 1}) - s_{\bar{p}s, \bar{p}s, 1} \right) \\ &+ l_{\bar{p}s, 2} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc, 2}) - s_{\bar{p}s, \bar{p}s, 2} \right) \end{aligned} \quad (\text{A1.7})$$

unter den Nebenbedingungen

$$l_{\bar{p}s, 0} + l_{\bar{p}s, 1} + l_{\bar{p}s, 2} = 1 \quad (\text{A1.8})$$

$$l_{\bar{p}s, 0}, l_{\bar{p}s, 1}, l_{\bar{p}s, 2} \in \{0\} \quad (\text{A1.9})$$

Mit Restriktion (A1.8) wird die Auswahl des mächtigen Standorts auf eine Alternative beschränkt. Während das Problem aus Sicht des mächtigen Standorts einem einfachen gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodell entspricht und trivial zu lösen ist, bedarf es zur Lösung des Entscheidungsproblems des schwachen Akteurs eines deutlich komplexeren Vorgehens. Dieses startet mit der Schätzung von zwei möglichen Kostenfunktionen des mächtigen Standorts.¹¹⁰⁶ Die Kostenschätzung hängt von der Planungsrichtung entlang des Planungsflusses ab. Bei der Planung flussabwärts initiiert der Lieferant den Planungsprozess mit der Abgabe des ersten Gebots. Im Rahmen der Planung flussaufwärts stößt der Kunde die Auftragsplanung an.¹¹⁰⁷ Je

¹¹⁰⁶ Eine manuelle Lösung mit drei oder mehreren möglichen Kostenfunktionen bedingt einen deutlich höheren Lösungsaufwand. Weil gleichzeitig das Optimum sehr flach ist und das Ergebnis träge auf kleinere Abweichungen reagiert, ist die Sinnhaftigkeit von mehr als zwei potenziellen Kostenfunktionen fraglich. Bei IT-Unterstützung durch eine entsprechende Software ist allerdings die Lösung des Entscheidungsproblems mit drei oder mehr Kostenfunktionen möglich. Im Folgenden erfolgt eine Konzentration auf das manuelle Vorgehen.

¹¹⁰⁷ Vgl. Dudek (2009a), S. 242, Stadtler (2009), S. 22 und Pibernik/Sucky (2005), S. 79–83.

nachdem, ob die Verhandlung mit einem Angebot des mächtigen Akteurs startet und dadurch dem schwachen Standort die lokal kostenminimale Politik des mächtigen Standorts bekannt ist oder das Angebotsmenü des schwachen Standorts die Verhandlung eröffnet, gestaltet sich die Schätzung unterschiedlich. Während im ersten Fall bereits Anhaltspunkte für die tatsächliche Kostenfunktion des mächtigen Standorts vorhanden sind, ist es im zweiten Fall wahrscheinlich, dass auf Grund der unterschiedlichen Kostenschätzungen auch die Losgrößen der beiden Standorttypen voneinander abweichen.

Auf den geschätzten Kostenfunktionen basiert die *Erstellung der Angebotsmenüs*. Diese müssen auf der einen Seite Anreizkompatibilität für den mächtigen Standort und auf der anderen Seite Kostenminimalität für den schwachen Standort aufweisen. Beides ist im Optimierungsmodell (vgl. Gleichungen (A1.1) bis (A1.6)) enthalten. Das Modell kann durch den Lagrange-Ansatz zu einer restringierten Zielfunktion mit den Lagrange-Multiplikatoren $\lambda_1, \lambda_2, \mu_1$ und μ_2 umgeformt werden:

$$\begin{aligned}
\text{Min } L[\tilde{q}_{sc,1}, \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1}, \tilde{q}_{sc,2}, \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2}] &= \tilde{p}_{\bar{p}s,1} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \right) + \tilde{p}_{\bar{p}s,2} \cdot \left(C_{\bar{p}s}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \right) \\
&\quad - \lambda_1 \left(\tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s,1}^*) - \tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \right) \\
&\quad - \lambda_2 \left(\tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{\bar{p}s,2}^*) - \tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \right) \\
&\quad - \mu_1 \left(\tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} - \tilde{C}_{\bar{p}s,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} \right) \\
&\quad - \mu_2 \left(\tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,1} - \tilde{C}_{\bar{p}s,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{\bar{p}s\bar{p}s,2} \right)
\end{aligned} \tag{A1.10}$$

Zur Lösung der Funktion ist eine Betrachtung der möglichen Kombinationen der Lagrange-Multiplikatoren und deren Überprüfung auf Sinnhaftigkeit unabdingbar. Insgesamt existieren $2^4 = 16$ Kombinationen der Lagrange-Multiplikatoren, wovon allerdings acht für den vorliegenden Fall ausgeschlossen werden können, weil diese die Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen zur Optimalität von konvexen Funktionen nicht erfüllen.¹¹⁰⁸ Aus den acht verbleibenden Multiplikator kombinationen können dann mithilfe der Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen Angebotsmenüs und Optimalitätsbedingungen berechnet werden. Die Angebotsmenüs sind durch die standortspezifischen Kostenfunktionen determiniert. Für die Anwendbarkeit der Formeln zur Erstellung von Angebotsmenüs ist deshalb eine Unterscheidung der beiden möglichen Machtverteilungen notwendig. Die Gleichungen zur Erstellung der Angebotsmenüs sind nachfolgend aufgeführt.

¹¹⁰⁸ Vgl. Sucky (2004b), S. 244–247.

Angebotsmenüs des schwachen Standorts 1 an den mächtigen Standort 2**Angebotsmenü 1**

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,1} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,1} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,2} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,2} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 1

$$\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{12,2} - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{12,1} \geq 0$$

$$\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{12,1} - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{12,2} \geq 0$$

Angebotsmenü 2

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{(\tilde{p}_{2,1} \cdot cs_1 + \tilde{p}_{2,1} \cdot \tilde{c}s_{2,2} + \tilde{c}s_{2,1} - \tilde{c}s_{2,2}) \cdot d}{\frac{\tilde{p}_{2,1}}{2} \cdot \frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + (\frac{\tilde{p}_{2,1}}{2} - \frac{1}{2}) \cdot \tilde{c}h_{2,2} + \frac{1}{2} \cdot \tilde{c}h_{2,1}}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,2} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,2} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

Optimalitätsbedingung 2

$$\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{s}_{12,2} - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{12,1} \geq 0$$

$$\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{12,2} \geq 0$$

Angebotsmenü 3

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,1} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,1} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{(\tilde{p}_{2,2} \cdot cs_1 + \tilde{p}_{2,2} \cdot \tilde{c}s_{2,1} + \tilde{c}s_{2,2} - \tilde{c}s_{2,1}) \cdot d}{\frac{\tilde{p}_{2,2}}{2} \cdot \frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + (\frac{\tilde{p}_{2,2}}{2} - \frac{1}{2}) \cdot \tilde{c}h_{2,1} + \frac{1}{2} \cdot \tilde{c}h_{2,2}}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 3

$$\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{s}_{12,1} \geq 0$$

$$\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{s}_{12,1} - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{s}_{12,2} \geq 0$$

Angebotsmenü 4

$$\tilde{q}_{sc,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{c}s_{2,2} - \tilde{c}s_{2,1}) \cdot d}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,2} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,2} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 4

$$\frac{\tilde{p}_{2,1} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \tilde{c}h_{2,1}\right) - (cs_1 + \tilde{c}s_{2,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot (\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}) + (\tilde{c}s_{2,1} - \tilde{c}s_{2,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}} > 0$$

$$\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) \geq 0$$

Angebotsmenü 5

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (\tilde{c}s_{2,1} + cs_1)}{\tilde{c}h_{2,1} + \frac{d}{v^p} \cdot ch_1}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{c}s_{2,1} - \tilde{c}s_{2,2}) \cdot d}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 5

$$\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) \geq 0$$

$$\frac{\tilde{p}_{2,2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \tilde{c}h_{2,2}\right) - (cs_1 + \tilde{c}s_{2,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot (\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}) + (\tilde{c}s_{2,2} - \tilde{c}s_{2,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}} > 0$$

Angebotsmenü 6

$$\tilde{q}_{sc,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{c}s_{2,2} - \tilde{c}s_{2,1}) \cdot d}{\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}}}$$

$$\tilde{s}_{12,1} = \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2,2} = -\frac{\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*) - \tilde{C}_{2,1}^{LS}(\tilde{q}_{2,1}^*)}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{c}s_{2,1} - \tilde{c}s_{2,2}) \cdot d}{\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}}}$$

$$\tilde{s}_{12,2} = \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{2,2}^{LS}(\tilde{q}_{2,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 6

$$\frac{\tilde{p}_{2,2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \tilde{c}h_{2,2}\right) - (cs_1 + \tilde{c}s_{2,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot (\tilde{c}h_{2,1} - \tilde{c}h_{2,2}) + (\tilde{c}s_{2,2} - \tilde{c}s_{2,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}} > 0$$

$$\frac{\tilde{p}_{2,1} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{v^p} \cdot ch_1 + \tilde{c}h_{2,1}\right) - (cs_1 + \tilde{c}s_{2,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot (\tilde{c}h_{2,2} - \tilde{c}h_{2,1}) + (\tilde{c}s_{2,1} - \tilde{c}s_{2,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}} > 0$$

Angebotsmenüs des mächtigen Standorts 1 an den schwachen Standort 2

Angebotsmenü 1

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + \tilde{c}s_{1,1})}{ch_2 + \frac{d}{v_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + \tilde{c}s_{1,2})}{ch_2 + \frac{d}{v_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 1:

$$\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) \geq 0$$

$$\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) \geq 0$$

Angebotsmenü 2

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{(\tilde{p}_{1,1} \cdot cs_2 + \tilde{p}_{1,1} \cdot \tilde{c}s_{1,2} + \tilde{c}s_{1,1} - \tilde{c}s_{1,2}) \cdot d}{\frac{\tilde{p}_{1,1}}{2} \cdot ch_2 + \left(\frac{\tilde{p}_{1,1}}{2} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{d}{v_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2} + \frac{1}{2} \cdot \tilde{c}h_{1,1}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + \tilde{c}s_{1,2})}{ch_2 + \frac{d}{v_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

Optimalitätsbedingung 2

$$\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) \geq 0$$

$$\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) \geq 0$$

Angebotsmenü 3

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + cs_{11})}{ch_2 + \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{(\tilde{p}_{1,2} \cdot cs_2 + \tilde{p}_{1,2} \cdot \tilde{c}s_{1,1} + \tilde{c}s_{1,2} - \tilde{c}s_{1,1}) \cdot d}{\frac{\tilde{p}_{1,2}}{2} \cdot ch_2 + \left(\frac{\tilde{p}_{1,2}}{2} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 3

$$\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) \geq 0$$

$$\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) \geq 0$$

Angebotsmenü 4

$$\tilde{q}_{sc,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{c}s_{1,2} - \tilde{c}s_{1,1}) \cdot d}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + \tilde{c}s_{1,2})}{ch_2 + \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 4

$$\mu_2 = \frac{\tilde{p}_{1,1} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1} + ch_2\right) - (cs_2 + \tilde{c}s_{1,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^p} \cdot \tilde{c}h_{1,1}\right) + (\tilde{c}s_{1,1} - \tilde{c}s_{1,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}} > 0$$

$$\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) + \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) \geq 0$$

Angebotsmenü 5

$$\tilde{q}_{sc,1} = \sqrt{\frac{2 \cdot d \cdot (cs_2 + \tilde{cs}_{1,1})}{ch_2 + \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{cs}_{1,1} - \tilde{cs}_{1,2}) \cdot d}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 5

$$\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) + \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) \geq 0$$

$$\mu_1 = \frac{\tilde{p}_{1,2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} + ch_2\right) - (cs_2 + \tilde{cs}_{1,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}\right) + (\tilde{cs}_{1,2} - \tilde{cs}_{1,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}} > 0$$

Angebotsmenü 6

$$\tilde{q}_{sc,1,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{cs}_{1,2} - \tilde{cs}_{1,1}) \cdot d}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1}}}$$

$$\tilde{s}_{21,1} = \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{sc,1}) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)$$

$$\tilde{q}_{sc,2,1,2} = -\frac{\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}} \pm \sqrt{\left(\frac{\tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*) - \tilde{C}_{1,1}^{LS}(\tilde{q}_{1,1}^*)}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}}\right)^2 - \frac{2 \cdot (\tilde{cs}_{1,1} - \tilde{cs}_{1,2}) \cdot d}{\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}}}$$

$$\tilde{s}_{21,2} = \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{sc,2}) - \tilde{C}_{1,2}^{LS}(\tilde{q}_{1,2}^*)$$

Optimalitätsbedingung 6:

$$\mu_2 = \frac{\tilde{p}_{1,1} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} + ch_2\right) - (cs_2 + \tilde{cs}_{1,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1}\right) + (\tilde{cs}_{1,1} - \tilde{cs}_{1,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,1})^2}} > 0$$

$$\mu_1 = \frac{\tilde{p}_{1,2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2} + ch_2\right) - (cs_2 + \tilde{cs}_{1,2}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}\right)}{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d}{\tilde{v}_{1,1}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,1} - \frac{d}{\tilde{v}_{1,2}^P} \cdot \tilde{ch}_{1,2}\right) + (\tilde{cs}_{1,2} - \tilde{cs}_{1,1}) \cdot \frac{d}{(\tilde{q}_{sc,2})^2}} > 0$$

Die geschätzten Parameter des mächtigen Standorts werden zusammen mit den tatsächlichen Werten des schwachen Standorts in die Formeln eingesetzt und so die Angebotsmenüs berechnet. Jedes Angebotsmenü muss daraufhin auf Optimalität untersucht werden. Sind die Optimalitätsbedingungen erfüllt, kann das Angebotsmenü dem mächtigen Partner unterbreitet werden. Bei mehreren möglichen Angebotsmenüs entscheidet sich der schwache Akteur für das Angebotsmenü, bei dem die eigenen, erwarteten Kosten minimiert werden. Im Anschluss daran wählt der mächtige Akteur, gemäß seinem Optimierungsmodell (vgl. Gleichungen (A1.7) und (A1.9)) das lokal kostenminimale Menü aus. Der Fall, dass der mächtige Akteur analog zu den Entscheidungssituationen S1 und S4 bei vollständiger Information versucht, die Kostenoptimierungspotenziale durch Abstimmung mithilfe dieses Modells abzuschöpfen und auf diese Weise die eigenen Kosten im Vergleich zur lokal, kostenminimalen Losgröße zu verbessern, wurde in der Literatur bislang noch nicht analysiert.

A2 Matlab-Code der Monte-Carlo-Simulation zur asymmetrischen Machtverteilung

```

%Zufallszahlenkonfiguration;
stream0=RandStream('mt19937ar','Seed', 0);
stream1=RandStream('mt19937ar','Seed', 2222);
stream2=RandStream('mt19937ar','Seed', 55555);
stream3=RandStream('mt19937ar','Seed', 222222);

RandStream.setDefaultStream(stream0);
tic;
for i=1:1:100000,

    k=1;

    %Zufallsauswahl der Kostenparameter, des Bedarfs und der Produktionsrate
    z_vp=100+rand(k,1)*(100000-100);
    z_d=rand(k,1)*z_vp;
    z_ch_ps=0.1+rand(k,1)*(1000-1);
    z_ch_ws=0.1+rand(k,1)*(1000-1);
    z_cs_ps=10+rand(k,1)*(10000-10);
    z_cs_ws=10+rand(k,1)*(10000-10);

    %Berechnung und Erzeugung der Kostenverhältnisse
    eta = z_ch_ps./z_ch_ws;
    rho = z_cs_ps./z_cs_ws;
    beta=z_d./z_vp;

```

```
etamin=(0.01+rand(k,1)*(1-0.01))*eta;
etamax=(1+rand(k,1)*(10-1))*eta;

rhomin=(0.01+rand(k,1)*(1-0.01))*rho;
rhomax=(1+rand(k,1)*(10-1))*rho;

betamin=(0.01+rand(k,1)*(1-0.01))*beta;

%Bestimmung von betamaxa
betamax=2;
while (betamax>1)
betamax=(1+rand(k,1)*(10-1))*beta;
end

%LELSS berechnen
zm=rand(k,1);
if zm>0.5
lelsws = (2*z_cs_ws*z_vp/z_ch_ws)^0.5; % Lokal optimale Losgröße für Standort 1 (ws)
lelspss = (2*z_cs_ps*z_d/z_ch_ps)^0.5; % Lokal optimale Losgröße für Standort 2 (ps)
H_ps=z_ch_ps;
H_ws=z_d/z_vp*z_ch_ws;
else
lelsws = (2*z_cs_ws*z_d/z_ch_ws)^0.5; % Lokal optimale Losgröße für Standort 1 (ws)
lelspss = (2*z_cs_ps*z_vp/z_ch_ps)^0.5; % Lokal optimale Losgröße für Standort 2 (ps)
H_ps=z_d/z_vp*z_ch_ps;
```

```

H_ws=z_ch_ws;
end

%Bestimmung Grenzlosgrößen
P = (((beta*(rho+1))/(eta+beta))^0.5-1)/(((rho*beta)/eta)^0.5-1);
pmin = (((betamax*(rhomin+1))/(etamin+betamax))^0.5-1)/(((rhomin*betamax)/etamin)^0.5-1);
pmax = (((betamin*(rhomax+1))/(etamax+betamin))^0.5-1)/(((rhomax*betamin)/etamax)^0.5-1);
qbws = lelsws + ((lelsp-lelsws)*pmin);
qbps = lelsws + ((lelsp-lelsws)*pmax);

%Nachverhandlung - Berechnung der Losgröße
zaehler = z_d*z_cs_ps;
nenner1 = H_ps./2;
nenner2 = ((z_cs_ps*z_d./qbws)+(H_ps*qbws./2)-((z_cs_ps*z_d./qbps)+(H_ps*qbps./2)))/(qbws-qbps);
qrdps = (zaehler./nenner1-nenner2)^0.5;

%Nachverhandlung - Berechnung von psi
Cwsqbps = (z_cs_ws*z_d./qbps)+(H_ws*qbps/2);
Pbq = (qrdps-qbps)/(qbws-qbps);
Cpsqbws = (z_cs_ps*z_d./qbws)+(H_ps*qbws/2);
Cpsqbps = (z_cs_ps*z_d./qbps)+(H_ps*qbps/2);
Cpslelsp = (z_cs_ps*z_d./lelsp)+(H_ps*lelsp/2);
psiaps = Pbq*(Cpsqbws-Cpsqbps)+Cpsqbps-Cpslelsp;

%Nachverhandlungentscheidung
Cwsqrdps = (z_cs_ws*z_d./qrdps)+(H_ws*qrdps/2);

```

```

Cwslelps = (z_cs_ws*z_d/lelps) + (H_ws*lelps/2);
angebot = (Cwsqrdps+psiaps);
if Cwsqbps > anbot
nachverhandlung = 1;
mengenverhandlung = 0;
else
nachverhandlung = 0;
mengenverhandlung = 1;
end

renegotiation(1,i)= nachverhandlung;
quantitynegotiation(1,i)= mengenverhandlung;

% Global optimale Losgröße und Kosten
jels = ((2*(z_cs_ws+z_cs_ps)*z_d) / (H_ws+H_ps)) ^0.5;

Cwsjels = (z_cs_ws*z_d/jels) + (jels/2*H_ws);
Cpsjels = (z_cs_ps*z_d/jels) + (jels*H_ps/2);
Cjels = Cwsjels+Cpsjels;

% Kosten von ps & ws wenn ps-Grenze verwendet wird (Nachverhandlungsentscheidung negativ)
Cqbps = Cwsqbps+Cpsqbps;

% Kosten von ps & ws wenn Nachverhandlungslosgröße verwendet wird
% (Seitenzahlung ist global egal) (Nachverhandlungsentscheidung
% positiv)

```

```

Cwsqrdps = (z_cs_ws*z_d/qrtps) + (H_ws*qrtps/2);
Cpsqrdps = (z_cs_ps*z_d/qrtps) + (H_ps*qrtps/2);
Cqrdps = Cwsqrdps+Cpsqrdps;

%Kosten des hybriden Verfahrens
if Cwsqbps > angebot
nachverhandlung = 1;
Chyb = Cqrdps;
else
nachverhandlung = 0;
Chyb = Cqbps;
end

%Kostennachteil gegenüber JELS
Unt_hyb_jels_rel = (Chyb-Cjels)/Cjels;
Diff_hyb_jels_rel(1,i)=Unt_hyb_jels_rel;

%Kostenvorteil gegenüber dezentraler Planung
Clelsp=Cwslelsp+Cpslelsp;
Unt_hyb_lels_rel = (Clelsp-Chyb)/Clelsp;
Diff_hyb_lels_rel(1,i)=Unt_hyb_lels_rel;

%Vergleich mit maximalen Einsparpotenzial
Unt_hybspar_maxspar = (Clelsp-Chyb)/(Clelsp-Cjels);
Diff_hybspar_maxspar(1,i)=Unt_hybspar_maxspar;

```

```
%Max Einsparpotenzial Mengenverhandlung
Unt_hybspar_menge_maxspar = (Clelsp-Cqbps) / (Clelsp-Cjels);
Diff_hybspar_menge_maxspar(1,i)=Unt_hybspar_menge_maxspar;

%Max Einsparpotenzial Nachverhandlung
Unt_hybspar_nach_maxspar = Unt_hybspar_maxspar-Unt_hybspar_menge_maxspar;
Diff_hybspar_nach_maxspar(1,i)=Unt_hybspar_nach_maxspar;

end

%Häufigkeit der erfolgreicher Nachverhandlungen
dec_renegotiation=histc(renegotiation,0:1)

Haeufig_Nachverhandlung=sum(renegotiation);
Haeufig_Mengenverhandlung=sum(quantitynegotiation);
Haeufig_Gesamt=sum(renegotiation)+sum(quantitynegotiation);

Anteil_Nachverhandlung=Haeufig_Nachverhandlung/Haeufig_Gesamt
Anteil_Mengenverhandlung=Haeufig_Mengenverhandlung/Haeufig_Gesamt

%Verwirklichung des Kosteneinsparpotenzial durch das hybride Verfahren
Hist_hybspar_maxspar=histc(Diff_hybspar_maxspar, 0:0.1:1)
Mean_hybspar_maxspar=mean(Diff_hybspar_maxspar)
Std_hybspar_maxspar=std(Diff_hybspar_maxspar)
Median_hybspar_maxspar=median(Diff_hybspar_maxspar)
```

```
%Verwirklichung des Kosteneinsparpotenzial durch die Nachverhandlung
Hist_hybspar_nach_maxspar=histc(Diff_hybspar_nach_maxspar, 0:0.1:1)
Mean_hybspar_nach_maxspar=mean(Diff_hybspar_nach_maxspar)
Std_hybspar_nach_maxspar=std(Diff_hybspar_nach_maxspar)
Median_hybspar_nach_maxspar=median(Diff_hybspar_nach_maxspar)

tend = toc
```

A3 Lingo-Code zur Verhandlungsrundenreihenfolge

```

SETS:
user_gruppe_1 /1..7/;
user_gruppe_2 /1..7/;
planungsverteilung /1..2/;
verhandlungsrunde /1..7/;
relation(user_gruppe_1, user_gruppe_2, planungsverteilung, verhandlungsrunde):x;
partner(user_gruppe_1, user_gruppe_2);
negotiation(user_gruppe_1, user_gruppe_2, planungsverteilung);
userrunde_gruppe_1(user_gruppe_1, verhandlungsrunde):y11,y12,y21,ya11,ya12,ya21,ya21;
userrunde_gruppe_2(user_gruppe_2, verhandlungsrunde):z11,z12,z21,za11,za12,za21,za21;
ENDSETS

!Zielfunktion;
MIN = @SUM(relation(i,j,k,l):x(i,j,k,l));

!Nebenbedingungen;
! Binärrestriktion;
@FOR(relation(i,j,k,l):@BIN(x(i,j,k,l)));

! Jeder User kann in jeder Runde nur einmal verhandeln;
@FOR(userrunde_gruppe_1(i,l):@sum(user_gruppe_2(j):@sum(planungsverteilung(k):x(i,j,k,l)))=1);
@FOR(userrunde_gruppe_2(j,l):@sum(user_gruppe_1(i):@sum(planungsverteilung(k):x(i,j,k,l)))=1);

! Jede Verhandlungspartnerkombination darf nur einmal vorkommen;

```



```

@FOR(partner(i, j): @sum(planungsverteilung(k):@sum(verhandlungsrunde(l):x(i, j, k, l))=1);

! Jeder User aus Gruppe 1 soll an drei dezentralen und vier hybriden Verhandlungen teilnehmen;
@FOR(user_gruppe_1(i):@sum(user_gruppe_2(j):@sum(verhandlungsrunde(l):(x(i, j, 1, l)))=3);
@FOR(user_gruppe_1(i):@sum(user_gruppe_2(j):@sum(verhandlungsrunde(l):(x(i, j, 2, l)))=4);

! Jeder User aus Gruppe 2 soll an drei dezentralen und vier hybriden Verhandlungen teilnehmen;
@FOR(user_gruppe_2(j):@sum(user_gruppe_1(i):@sum(verhandlungsrunde(l):(x(i, j, 1, l)))=3);
@FOR(user_gruppe_2(j):@sum(user_gruppe_1(i):@sum(verhandlungsrunde(l):(x(i, j, 2, l)))=4);

! Es sollen immer 7 Verhandlungsrunden parallel ablaufen;
@FOR(verhandlungsrunde(l):@sum(user_gruppe_1(i):@sum(user_gruppe_2(j):
@sum(planungsverteilung(k):(x(i, j, k, l))))=7);

! Die erste Verhandlungsrunde soll bei allen Usern hybrid sein;
@FOR(user_gruppe_1(i):@sum(user_gruppe_2(j):x(i, j, 2, 1))=1);
@FOR(user_gruppe_2(j):@sum(user_gruppe_1(i):x(i, j, 2, 1))=1);

! Die Anzahl der Übergänge dezentral-> hybrid, hybrid->dezentral, dezentral->dezentral,
! hybrid->hybrid sollte ungefähr ausgeglichen sein (pro User 6 Übergänge -> 14 User);
@FOR(user_runde_gruppe_2(j, l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(i):x(i, j, 1, l)+x(i, j, 1, l-1))=
za11(j, l)*1+z11(j, l)*2);
@FOR(user_runde_gruppe_2(j, l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(i):x(i, j, 2, l)+x(i, j, 2, l-1))=
za22(j, l)*1+z22(j, l)*2);
@FOR(user_runde_gruppe_2(j, l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(i):x(i, j, 1, l)+x(i, j, 2, l-1))=
za12(j, l)*1+z12(j, l)*2);

```

```

@FOR (userrunde_gruppe_2(j,l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(i):x(i,j,2,l)+x(i,j,1,l-1))=
za21(j,l)*1+z21(j,l)*2);

@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(j):x(i,j,1,l)+x(i,j,1,l-1))=
ya11(i,l)*1+y11(i,l)*2);
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(j):x(i,j,2,l)+x(i,j,2,l-1))=
ya22(i,l)*1+y22(i,l)*2);
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(j):x(i,j,1,l)+x(i,j,2,l-1))=
ya12(i,l)*1+y12(i,l)*2);
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l) | l #GE# 2: @sum(user_gruppe_1(j):x(i,j,2,l)+x(i,j,1,l-1))=
ya21(i,l)*1+y21(i,l)*2);

@sum(verhandlungsrunde(l):@sum(user_gruppe_1(i):y11(i,l))+@sum(user_gruppe_2(j):z11(j,l)))=21;
@sum(verhandlungsrunde(l):@sum(user_gruppe_1(i):y22(i,l))+@sum(user_gruppe_2(j):z22(j,l)))=21;
@sum(verhandlungsrunde(l):@sum(user_gruppe_1(i):y12(i,l))+@sum(user_gruppe_2(j):z12(j,l)))=21;
@sum(verhandlungsrunde(l):@sum(user_gruppe_1(i):y21(i,l))+@sum(user_gruppe_2(j):z21(j,l)))=21;

@FOR (userrunde_gruppe_2(j,l):@bin(z11(j,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_2(j,l):@bin(z22(j,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_2(j,l):@bin(z12(j,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_2(j,l):@bin(z21(j,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l):@bin(y11(i,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l):@bin(y22(i,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l):@bin(y12(i,l)));
@FOR (userrunde_gruppe_1(i,l):@bin(y21(i,l)));

```

A4 Laborexperiment – Instruktion und Benutzerdokumentation

Anleitung

Im Rahmen von Lieferbeziehungen zwischen zwei Unternehmen ist in Verhandlungen unter anderem die Höhe der Liefer- und Produktionsmenge(n) zu klären. Eine Verhandlung ist notwendig, da jedes Unternehmen in Abhängigkeit von diversen Kostenarten eine andere Menge bevorzugt. Als Experimenteilehner vertreten Sie in jeder Verhandlungsrunde ein fiktives Unternehmen. Ihr jeweiliger Verhandlungspartner repräsentiert ein anderes Unternehmen. Es besteht folglich ein Interessenkonflikt zwischen Ihnen und Ihrem Verhandlungspartner. **Ihr Ziel ist es, die Unternehmenskosten möglichst gering zu halten und somit Ihre Auszahlung zu maximieren.**

Hinsichtlich Ihrer Auszahlung sind folgende Punkte zu beachten:

- Eine mögliche Auszahlung für eine Verhandlungsrunde ergibt sich nur dann, wenn Sie sich auf eine gemeinsame Produktionsmenge einigen. **Können Sie sich nicht einigen, erhalten Sie für diese Verhandlungsrunde keine Auszahlung.**
- Die **Auszahlung** ist umso **höher**, je **niedriger die Kosten** Ihres Unternehmens für die vereinbarte Menge sind. Sie ist folglich am höchsten bei einer Einigung auf Ihre optimale Menge. Das gleiche gilt für die Auszahlung Ihres Verhandlungspartners, die Sie allerdings nicht kennen.
- Nach dem Experiment erhalten Sie die Auszahlung für **eine zufällig ausgewählte Verhandlungsrunde**. Sie erhalten allerdings **nur dann eine Auszahlung**, wenn Sie sich in der entsprechenden Runde mit Ihrem Verhandlungspartner **auf eine Menge geeinigt** haben.
- Diese Auszahlung erhalten Sie direkt im Anschluss an das Experiment im **Raum F047 gegen Vorlage ihres Benutzerkennungsbeleges**.

Zur Verhandlung steht Ihnen eine Verhandlungsplattform zur Verfügung, deren Funktionsweise Sie bitte beiliegender Dokumentation entnehmen. Insgesamt nehmen Sie an 8 Verhandlungsrunden teil, in denen Sie jeweils unterschiedliche Unternehmen repräsentieren und mit unterschiedlichen Verhandlungspartnern verhandeln. Bedenken Sie, dass **jede Verhandlungsrunde eine komplett neue Verhandlungssituation** darstellt. Daraus folgt, dass die optimale Menge Ihres Verhandlungspartners sowohl größer als auch kleiner als Ihre optimale Menge sein kann. Der **Auszahlungsfunktionsverlauf Ihres Verhandlungspartners kann sich von Ihrem Funktionsverlauf unterscheiden**:

Ein Zugeständnis von 10 Stück an Ihren Verhandlungspartner könnte Ihre Auszahlung zum Beispiel um 1 Euro verringern, bei Ihrem Verhandlungspartner aber nur eine Auszahlungsminderung von 1 Cent verursachen.

In 4 der 8 Verhandlungsrunden wird Ihnen nach Abgabe der ersten beiden Gebote ein Verhandlungsintervall zwischen zwei Mengen vorgegeben. Im Anschluss daran können Sie Ihre Verhandlung fortsetzen. **Gebote außerhalb dieses Ergebnisintervalls sind nicht möglich.** Die Verhandlungsrunden 1 und 2 stellen Testrunden dar, die bei der Auszahlung nicht berücksichtigt werden. Eine Verhandlungsrunde startet mit der Abgabe des ersten Gebotes und endet mit einer Einigung oder dem Ausschluss einer Einigung.

Beachten Sie bitte folgende Regeln bei der Experimentdurchführung:

- 1) Im Experimentierraum herrscht **absolute Ruhe**. Sollte diese nicht eingehalten werden, erfolgen **keinerlei Auszahlungen**. Falls Sie eine **Frage** zum Experiment haben, heben Sie bitte den Arm und warten bis ein Untersuchungsleiter zu Ihnen kommt.
- 2) Bitte konzentrieren Sie sich voll auf das Experiment. Andere Tätigkeiten, wie zum Beispiel das Verfassen von E-Mails oder das Surfen im Internet, sind verboten. Führen Sie am PC eine andere Tätigkeit als die Verhandlungstätigkeit durch, wird das festgestellt. **Sie erhalten dann im Anschluss an das Experiment keine Auszahlung. Eine Ermahnung während des Experimentes findet nicht statt, um den Experimentablauf nicht zu stören.** Gleiches gilt für andere Tätigkeiten, die dem Untersuchungsleiter während der Experimentdurchführung auffallen.
- 3) **Starten Sie unverzüglich** mit der Gebotsabgabe, sobald Sie diese Anleitung und die beiliegende Benutzerdokumentation durchgelesen haben.

Benutzerdokumentation

Zum Starten der Verhandlungsplattform gleichen Sie bitte die geöffnete Homepage mit der Domain auf dem Benutzerkennungsbeleg, den sie noch erhalten, ab. (Falls der PC gesperrt ist, entsperren Sie diesen mit dem Benutzer ba999905 und dem Kennwort #Kennwort#1) Ändern Sie die Adresse, falls die falsche Domain ausgewählt ist. Verwenden Sie bitte den Internetexplorer. Benutzerkennung und Passwort werden Ihnen zugeteilt. Nach der Anmeldung gelangen Sie zu einem Fragebogen, den Sie bitte ausfüllen. Danach werden Sie auf die Verhandlungsplattform weitergeleitet. Der erscheinende Bildschirm ist in folgende drei Bereiche aufgeteilt:

- **Eingabebereich:** Abgabe Ihrer verbindlichen Gebote.
- **Informationsbereich:** Enthält einen Auszahlungskalkulator, mit dem Sie die entsprechenden Auszahlungen berechnen können, und wichtige Informationen zur Verhandlungsrunde, wie Ihre optimale Menge, Ihre maximal mögliche Auszahlung oder vorgegebene Verhandlungsintervalle.
- **Historie:** Hier sehen Sie die von Ihnen und Ihrem Verhandlungspartner bereits abgegebenen Gebote mit der Auszahlung, die sich für Sie ergeben würde, falls Sie sich auf das jeweilige Gebot einigen.

Benutzerkennung:

Passwort:

Login

Mengenverhandlung

Herzlich willkommen Benutzer C0021! Bitte geben Sie ein verbindliches Mengengebot ab!

Ihr Mengengebot: Gebot abschicken

Gebotsannahme & Einigung
 Erläuterung zu diesem Button!

Weiter ohne Einigung
 Erläuterung zu diesem Button!

Eingabebereich

Ihre optimale Menge beträgt in dieser Verhandlungsrunde **1155 Stück**. Bei einer Einigung auf diese Menge erhalten Sie – falls kein eingeschränktes Ergebnisintervall definiert ist und diese Runde zufällig als Auszahlungsbasis ausgewählt wird – für diese Verhandlungsrunde die maximale Auszahlung in Höhe von **9,57 Euro**. Erfolgt keine Einigung oder eine Einigung außerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls, erhalten Sie für diese Verhandlungsrunde **keine Auszahlung**.

In dieser Verhandlungsrunde haben Sie **keine Verhandlungsgrenzen** zu beachten.

Kalkulieren Sie Ihre Ihre Auszahlungen bei einer Einigung auf eine beliebige Loggröße!

Informationsbereich

Verhandlungsverlauf

Es startet eine neue Verhandlungsrunde. Ihre neue optimale Menge beträgt 1155 Stück. Die Abgabe der beiden ersten Gebote einer Verhandlung erfolgt simultan! Bedenken Sie dabei, dass die optimale Menge Ihres Verhandlungspartners sowohl größer als auch kleiner als Ihre eigene optimale Menge sein kann. Im Falle einer zentralen Intervention erscheinen alle Gebote ab dem dritten Gebot auf dem Bildschirm, im Falle einer Verhandlung ohne zentrale Intervention sehen Sie die initialen Gebote nach deren Abgabe auf dem Bildschirm, in der nachfolgenden Verhandlung geben Sie die Gebote dann abwechselnd ab. Eine Einigung während der ersten beiden Gebote ist ausgeschlossen.

Historie

Weil nach der Abgabe der initialen Gebote die Verhandlung sukzessiv erfolgt, erscheint nach Abgabe Ihres Gebotes folgende Meldung im Eingabebereich.

Momentan gibt Ihr Verhandlungspartner sein Gebot ab. Bitte warten Sie!
 Die Kalkulation von Auszahlungen zu jeder beliebigen Menge ist in der Zwischenzeit weiterhin möglich.

Eine erneute Gebotsabgabe ist erst wieder möglich, wenn Ihr Verhandlungspartner seine vorherige Verhandlung abgeschlossen hat und ebenfalls sein erstes Gebot abgegeben hat. Da seine vorherige Verhandlung möglicherweise länger dauert, kann es zu Wartezeiten kommen. **Bitte haben Sie Geduld.**

Benutzerdokumentation

Im Historienfeld wird bis zum 3. Gebot einer Verhandlungsrunde der Starttext angezeigt. Folgt eine Verhandlung ohne zentrale Intervention erscheinen darauf hin dort alle Gebote der Verhandlungsrunde. Bei einer Verhandlung mit zentraler Intervention erscheinen die Verhandlungsgrenzen und alle Gebote ab dem 3. Gebot.

Ihre optimale Menge beträgt in dieser Verhandlungsrunde **5629 Stück**. Bei einer Einigung auf diese Menge erhalten Sie - falls kein eingeschränktes Ergebnisintervall definiert ist und diese Runde zufällig als Auszahlungsbasis ausgewählt wird - für diese Verhandlungsrunde die maximale Auszahlung in Höhe von **9.59 Euro**. Erfolgt keine Einigung oder eine Einigung außerhalb des eingeschränkten Ergebnisintervalls, erhalten Sie für diese Verhandlungsrunde **keine Auszahlung**.

Nach Abgabe der beiden ersten Gebote dieser Verhandlung wird an dieser Stelle das eingeschränkte Ergebnisintervall angezeigt.

Mit dem Button „Gebotsannahme & Einigung“ akzeptieren Sie das letzte Gebot Ihres Verhandlungspartners und beenden die Verhandlungsrunde. Für die Verhandlungsrunde wird die letzte angezeigte Auszahlung eingetragen. Es erscheint folgender Bildschirm:

The screenshot shows a window titled "Mengenverhandlung". Inside, there is a section titled "Verhandlungsrundenübergang". Below this, there is a message: "Verhandlungsrundenübergang. Sie haben sich auf die Menge 7081 Stück geeinigt. Falls diese Runde per Zufall als Basis für Ihre Auszahlung ausgewählt wird, erhalten Sie einen Betrag in Höhe von 0.00 Euro. Die aktuelle Verhandlungsrunde endet mit dieser Einigung." To the right of this message is a text box with the prompt "Kalkulieren Sie hier Ihre Auszahlungen bei einer Einigung auf eine beliebige Losgröße!". At the bottom left of the message area is a button labeled "Zur nächsten Runde".

Mit Betätigen des Buttons „Zur nächsten Runde“ starten Sie die darauffolgende Verhandlungsrunde. Ein Verhandlungsrundenübergang kann auch im Eingabebereich der Hauptmaske durch den Button „Weiter ohne Einigung“ erwirkt werden. In diesem Fall erhalten Sie für diese Verhandlungsrunde keine Auszahlung. Es erscheint im Informationsbereich nachfolgende Meldung. Der Button „Zur nächsten Runde“ besitzt in diesem Fall die gleiche Funktionalität wie im Einigungsfall:

The screenshot shows a message titled "Verhandlungsrundenübergang". The text reads: "Diese Verhandlungsrunde wurde von Ihnen oder Ihrem Verhandlungspartner bewusst abgebrochen. Sollte diese Verhandlungsrunde per Zufall als Basis Ihrer Auszahlung nach allen Runden ausgewählt werden, erhalten Sie keine Auszahlung für diese Verhandlungsrunde." At the bottom left is a button labeled "Zur nächsten Runde".

Den Button Gebotsannahme & Einigung können Sie erst nach Abgabe der ersten beiden Gebote betätigen. Den Button „Weiter ohne Einigung“ können Sie von Anfang an in einer Verhandlungsrunde auswählen.

Das einzige Feld, das durchgängig angezeigt wird, ist der Auszahlungskalkulator auf der rechten Seite des Informationsbereiches. Mit der Eingabe einer Menge erhalten Sie direkt unterhalb des Feldes den Auszahlungsbetrag. Der Kalkulator berücksichtigt auch das eingeschränkte Ergebnisintervall.

Sie können jetzt mit der Gebotsabgabe beginnen.

Literatur

- Abdul-Jalbara, B./Gutiérrez, J./Puertob, J./Siciliaa, J. (2003): Policies for inventory/distribution systems: The effect of centralization vs. decentralization, in: *International Journal of Production Economics*, 81–82, S. 281–293.
- Adam, D. (2001): *Produktions-Management*, 9. Auflage, Wiesbaden.
- Afentakis, P. (1987): A Parallel Heuristic Algorithm for Lot-Sizing in Multistage Production Systems, in: *IIE Transactions*, 19, 1, S. 34–42.
- Agrawal, A. K./Raju, D. A. (1996): Improved joint economic lot size model for a purchaser and a vendor, in: Khan, M. K. (Hrsg.): *Advanced manufacturing processes, systems, and technologies*, London, S. 579–587.
- Ahlert, K.-H./Corsten, H./Gössinger, R. (2007): Kapazitätsmanagement in auftragsorientierten Produktionsnetzwerken – Ein flexibilitätsorientierter Ansatz, in: Günther, H.-O./Mattfeld, D. C./Suhl, L. (Hrsg.): *Management logistischer Netzwerke*, Heidelberg, S. 113–136.
- Ahlert, K.-H./Corsten, H./Gössinger, R. (2009): Capacity-management in order-driven production networks - A flexibility-oriented approach to determine the size of a network capacity pool, in: *International Journal of Production Economics*, 118, 2, S. 430–441.
- Aiken, M./Hage, J. (1968): Organizational interdependence and intra-organizational structure, in: *American Sociological Review*, 33, 6, S. 912–930.
- Aleman, M. M. E./Alarcón, A. O./Lario, F. C. (2008): Order promising process for extended collaborative selling chain, in: *Production Planning & Control*, 19, 2, S. 105–131.
- Altermatt, R. (2009): Lokales Know-how zahlt sich aus, in: *Internationale Transport Zeitschrift*, 23–24.
- Amann, M./Eßig, M. (2009): Marktorientierung im Supply Chain Management durch Produktionskompetenz am Beispiel der Lebensmittelindustrie, in: Voß, S. (Hrsg.): *Logistik Management*, Dordrecht, S. 97–121.
- Anane, D./Aknine, S./Pinson, S. (2008): Coordination of Supply Chain Activities: A Coalition-Based Approach, in: Camarinha-Matos, L. M./Picard, W. (Hrsg.): *Pervasive Collaborative Networks*, Heidelberg, S. 193–202.
- Andersen, T. J. (2004): Integrating Decentralized Strategy Making and Strategic Planning Processes in Dynamic Environments, in: *Journal of Management Studies*, 41, 8, S. 1271–1299.
- Anderson, E. G./Morrice, D. J. (2000): A simulation game for teaching services-oriented supply chain management: Does information help managers with service capacity decisions?, in: *Production and Operations Management*, 9, 1, S. 40–55.

- Andler, K. (1929): *Rationalisierung der Fabrikation und optimale Losgröße*, München.
- Antràs, P. (2003): Firms, Contracts, and Trade Structure, in: *Quarterly Journal of Economics*, 118, 4, S. 1375–1418.
- Antràs, P./Helpman, E. (2004): Global Sourcing, in: *Journal of Political Economy*, 112, 3, S. 552–580.
- Antràs, P./Helpman, E. (2008): Contractual Frictions and Global Sourcing, in: Helpman, E./Marin, D./Verdier, T. (Hrsg.): *The Organization of Firms in a Global Economy*, Cambridge u. a., S. 9–54.
- Argoneto, P./Bruccoleri, M./Diega, S. N./Nigro, G./Perrone, G./Renna, P. (2010): *Production Planning in Production Networks: Models for Medium and Short-term Planning*, London.
- Armbruster, D./Kieser, A. (2003): Jeder Mitarbeiter ein Unternehmer!? Wie Intrapreneurshipprogramme Mitarbeiter zwar nicht zu echten Unternehmern machen, aber doch zu höheren Leistungen anspornen können, in: *Zeitschrift für Personalforschung*, 17, 2, S. 151–175.
- Arndt, H. (2010): *Supply Chain Management: Optimierung logistischer Prozesse*, 5. Auflage, Wiesbaden.
- Arntzen, B. C./Brown, G. G./Harrison, T. P./Trafton, L. L. (1995): Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation, in: *Interfaces*, 25, 1, S. 69–93.
- Asdecker, B./Schad, C./Wieban, C./Zitzmann, I. (2012): Konzept eines energieautarken Hafens als Beitrag zu grünen und robusten Lieferketten, in: Werner, J./Sucky, E./Biethahn, N./Grube, G. (Hrsg.): *Mobility in a globalised world*, Bamberg, S. 146–163.
- Asdecker, B./Wiese, J. (2010): Supply Chain Management: Simulationsgestützte Konfiguration des Retourenmanagement-Prozesses in einem KMU, in: *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis*, 62, 1, S. 38–55.
- Aumann, R. J. (1985): What is game theory trying to accomplish?, in: Arrow, K. J./Jahnssohn, H. G. (Hrsg.): *Frontiers of economics*, Oxford, S. 28–76.
- Ausborn, M. (2003): *Mehrstufige Planung kapazitierter Produktionsnetzwerke*, Berlin.
- Ausubel, L. M./Deneckere, R. J. (1992): Durable Goods Monopoly with Incomplete Information, in: *The Review of Economic Studies*, 59, 4, S. 795–812.
- Aziz, A. (1990): Issues in De-centralised Planning, in: Gopinathan Nair, P. R. (Hrsg.): *Economy planning and policies*, New Delhi, S. 21–32.
- Baarslag, T./Hindriks, K./Jonker, C. M. (2011): Towards a Quantitative Concession-Based Classification Method of Negotiation Strategies, in: Kinny, D. (Hrsg.): *Agents in principle, agents in practice*, Berlin u. a., S. 143–158.

- Bachrach, D. G./Benoly, E. (2011): Rigor in Behavioral Experiments: A Basic Primer for Supply Chain Management Researchers, in: *Journal of Supply Chain Management*, 47, 3, S. 5–8.
- Ball, M. O./Chen, C.-Y./Zhao, Z.-Y. (2004): Available To Promise, in: Simchi-Levi, D./Wu, S. D./Shen, Z.-J. (Hrsg.): *Handbook of quantitative supply chain analysis*, Boston, S. 447–483.
- Ballou, R. H./Gilbert, S. M./Mukherjee, A. (2000): New Managerial Challenges from Supply Chain Opportunities, in: *Industrial Marketing Management*, 29, 1, S. 7–18.
- Banerjee, A. (1986): A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor, in: *Decision Sciences*, 17, 3, S. 292–311.
- Bard, J. F./Srinivasan, K./Tirupati, D. (1999): An optimization approach to capacity expansion in semiconductor manufacturing facilities, in: *International Journal of Production Research*, 37, 15, S. 3359–3382.
- Barney, J. (1991): Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, in: *Journal of Management*, 17, 1, S. 99–120.
- Bartlett, C. A./Ghoshal, S. (1990): *Internationale Unternehmensführung: Innovation, globale Effizienz, differenziertes Marketing*, Frankfurt/Main u.a.
- Bartos, O. J. (1978): Negotiation and Justice, in: Sauermann, H. (Hrsg.): *Bargaining Behavior*, Tübingen, S. 103–126.
- Battenfeld, D. (1999): *Interne Marktorientierung durch Verrechnungspreise*, Hagen.
- Bea, F. X./Friedl, B./Schweitzer, M. (2005): *Führung*, 9. Auflage, Tübingen u. a.
- Bea, F. X./Göbel, E. (2010): *Organisation: Theorie und Gestaltung*, Stuttgart.
- Bechtel, C./Jayaram, J. (1997): Supply Chain Management: A Strategic Perspective, in: *The International Journal of Logistics Management*, 8, 1, S. 15–34.
- Becker, J./Kahn, D. (2011): The Process in Focus, in: Becker, J. (Hrsg.): *Process Management*, Berlin, S. 3–15.
- Beckmann, G. F. (2009): *Unternehmensinterne Allokationsmechanismen im Produktionsbereich von multinationalen Unternehmen: Eine Analyse aus auktionstheoretischer Perspektive*, Hamburg.
- Beckmann, H. (2004): Supply Chain Management: Grundlagen, Konzepte und Strategien, in: Beckmann, H. (Hrsg.): *Supply Chain Management*, Berlin, S. 1–98.

- Behme, W./Roth, A. (1997): Organisation und Steuerung dezentraler Einheiten, in: Roth, A. (Hrsg.): Organisation und Steuerung dezentraler Unternehmenseinheiten, Wiesbaden, S. 17–40.
- Bellmann, K. (1996): Produktionsnetzwerke – ein theoretischer Bezugsrahmen, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke, München, S. 47–63.
- Bellmann, K. (1999): Produktion im Netzwerkverbund, in: Nagel, K./Arnold, U. (Hrsg.): Produktionswirtschaft 2000, Wiesbaden, S. 196–215.
- Benninghaus, H. (2007): Deskriptive Statistik: Eine Einführung für Sozialwissenschaftler, 11. Auflage, Wiesbaden.
- Benzion, U./Cohen, Y./Peled, R./Shavit, T. (2008): Decision-making and the newsvendor problem: an experimental study, in: Journal of the Operational Research Society, 59, 9, S. 1281–1287.
- Bergmann, R./Garrecht, M. (2008): Organisation und Projektmanagement, Heidelberg.
- Berninghaus, S. K./Ehrhart, K.-M./Güth, W. (2010): Strategische Spiele: Eine Einführung in die Spieltheorie, 3. Auflage, Berlin u. a.
- Betge, D. (2006): Koordination in Advanced Planning and Scheduling-Systemen, Wiesbaden.
- Bhatnagar, R./Chandra, P./Goyal, S. K. (1993): Models for multi-plant coordination, in: European Journal of Operational Research, 67, 2, S. 141–160.
- Bichler, M./Pikovsky, A./Setzer, T. (2005): Kombinatorische Auktionen in der betrieblichen Beschaffung – Eine Analyse grundlegender Entwurfsprobleme, in: Wirtschaftsinformatik, 47, 2, S. 126–134.
- Bick, M. (2004): Einführungskonzept für Supply Chain Management Software am Beispiel von SAP APO, in: Busch, A./Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, Wiesbaden, S. 237–263.
- Biedermann, H. (2008): Ersatzteilmanagement: Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen, 2. Auflage, Berlin u. a.
- Bihlmaier, R./Koberstein, A./Obst, R. (2009): Modeling and optimizing of strategic and tactical production planning in the automotive industry under uncertainty, in: OR Spectrum, 31, 2, S. 311–336.
- Binmore, K. (1994): Playing fair, 4. Auflage, Cambridge.
- Binmore, K. (1999): Why Experiment in Economics?, in: The Economic Journal, 109, 453, S. F16–F24.

- Binmore, K./Shaked, A./Sutton, J. (1985): Testing Noncooperative Bargaining Theory: A Preliminary Study, in: *The American Economic Review*, 75, 5, S. 1178–1180.
- Blackburn, J./Millen, R. (1982): Improved Heuristics for Multi-Stage Requirements Planning Systems, in: *Management Science*, 28, 1, S. 44–56.
- Blecker, T./Kaluzna, B. (2004): *Heterarchische Hierarchie*, Klagenfurt.
- Blecker, T./Liebhart, U. (2006): Grundlagen und aktuelle Herausforderungen in Wertschöpfungsnetzwerken, in: Blecker, T./Gemünden, H. G. (Hrsg.): *Wertschöpfungsnetzwerke*, Berlin, S. 1–16.
- Bloech, J./Bogaschewsky, R./Buscher, U./Daub, A./Götze, U./Roland, F. (2008): *Einführung in die Produktion*, 6. Auflage, Berlin.
- Bloech, J./Bogaschewsky, R. W./Abmeier, H.-L./Götze, U. (Hrsg.) (1998): *Unternehmensplanung und Controlling: Festschrift zum 60. Geburtstag von Jürgen Bloech*, Heidelberg.
- Bloomfield, R. J./Gino, F./Kulp, S. L. (2007): Behavioral Causes of the Bullwhip Effect in a Single Echelon, Ithaca u.a.
- Bogaschewsky, R. (1996): Losgröße, in: Kern, W./Schröder, H.-H./Weber, J. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*, Stuttgart, S. 1142–1158.
- Bolton, G. E./Katok, E. (2008): Learning by Doing in the Newsvendor Problem: A Laboratory Investigation of the Role of Experience and Feedback, in: *Manufacturing & Service Operations Management*, 10, 3, S. 519–538.
- Bolton, G. E./Ockenfels, A./Thonemann, U. (2010): Who Is the Best at Making Decisions, in: *International Commerce Review*, 9, 1, S. 48–57.
- Bolumole, Y. A./Knemeyer, M. A./Lambert, D. M. (2003): The Customer Service Management Process, in: *The International Journal of Logistics Management*, 14, 2, S. 15–31.
- Bortz, J./Schuster, C. (2010): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 7. Auflage, Berlin.
- Bostian, A. A./Holt, C. A./Smith, A. M. (2008): Newsvendor "Pull-to-Center" Effect: Adaptive Learning in a Laboratory Experiment, in: *Manufacturing & Service Operations Management*, 10, 4, S. 590–608.
- Bourier, G. (2011): *Beschreibende Statistik: Praxisorientierte Einführung*, 9. Auflage, Wiesbaden.
- Bovet, D./Martha, J. (2000): *Value nets: Breaking the supply chain to unlock hidden profits*, New York.

- Bower, J. L./Bartlett, C./Uyterhoeven, H. E. R./Walton, R. W. (1995): Business policy: Managing strategic processes, 8. Auflage, Chicago.
- Bowersox, D. J./Closs, D. J./Cooper, M. B. (2010): Supply chain logistics management, 3. Auflage, New York.
- Bowman, R. J. (2008): Free the Enterprise - Bust the Silos in the Supply Chain, in: Global Logistics and Supply Chain Strategies, 12, 9, S. 32–38.
- Bradley, N. (2010): Marketing research: Tools and Techniques, Oxford.
- Braun, G. E. (1980): Macht im Planungsprozess – Ansätze und Kritik, in: Reber, G. (Hrsg.): Macht in Organisationen, Stuttgart, S. 271–282.
- Breiter, A./Hegmanns, T./Hellingrath, B./Spinler, S. (2009): Coordination in Supply Chain Management - Review and Identification of Directions for Future Research, in: Voß, S. (Hrsg.): Logistik Management, Dordrecht, S. 1–35.
- Bretzke, W.-R. (2010): Logistische Netzwerke, 2. Auflage, Heidelberg.
- Brooke, M. Z. (1984): Centralization and autonomy: A study in organization behaviour, London.
- Bryman, A. (2008): Social research methods, 3. Auflage, Oxford.
- Bryman, A./Bell, E. (2011): Business research methods, 3. Auflage, Oxford.
- Buchanan, D. A. (2011): The SAGE handbook of organizational research methods, London.
- Buffa, E. S./Sarin, R. K. (1987): Modern production/operations management, 8. Auflage, New York.
- Bullinger, H.-J./Gerlach, S./Rally, P. J. (2000): Dezentrale Verantwortungsbereiche in Produktionsnetzwerken, in: Kaluza, B. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Berlin, S. 348–366.
- Büning, H./Trenkler, G. (1994): Nichtparametrische statistische Methoden, 2. Auflage, Berlin.
- Burns, T./Stalker, G. M. (1961): Management of Innovation, London.
- Busch, A./Dangelmaier, W. (2004): Integriertes Supply Chain Management – ein koordinationsorientierter Überblick, in: Busch, A./Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, Wiesbaden, S. 1–21.
- Buscher, U./Lindner, G. (2003): Abstimmung von Produktions- und Wiederaufbereitungsprozessen in der Sorten- und Serienfertigung, in: Zeitschrift für Planung, 14, S. 259–278.

- Buscher, U./Lindner, G. (2007): Optimizing a production system with rework and equal sized batch shipments, in: *Computers and Operations Research*, 34, S. 515–535.
- Buxmann, P. (2003): *Zwischenbetriebliche Kooperation mit mySAP.com*, 2. Auflage, Berlin.
- Cachon, G. P. (2003): Supply Chain Coordination with Contracts, in: Kok, A. G. d./Graves, S. (Hrsg.): *Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation*, Amsterdam.
- Cachon, G. P./Netessine, S. (2004): Game Theory in Supply Chain Analysis, in: Simchi-Levi, D./Wu, S. D./Shen, Z.-J. (Hrsg.): *Handbook of quantitative supply chain analysis*, Boston, S. 13–65.
- Caillet, T. (2008): SCM in a pharmaceutical company, in: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 415–430.
- Camerer, C. F. (2003): *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*, Princeton.
- Campbell, D. T. (1957): Factors Relevant To The Validity of Experiments in Social Settings, in: *Psychological Bulletin*, 54, 4, S. 297–312.
- Campbell, D. T./Stanley, J. C. (1963): *Experimental and Quasi-experimental Designs for Research*, Chicago.
- Caridi, M./Cavalieri, S. (2004): Multi-agent systems in production planning and control: an overview, in: *Production Planning & Control*, 15, 2, S. 106–118.
- Carlsson, D./Rönqvist, M. (2005): Supply chain management in forestry - case studies at Södra Cell AB, in: *European Journal of Operational Research*, 163, 3, S. 589–616.
- Cartwright, D. (1959): Power: A neglected variable in social psychology, in: Cartwright, D. (Hrsg.): *Studies in social power*, Ann Arbor, S. 1–14.
- Castelfranchi, C./Dignum, F./Jonker, C. M./Treur, J. (2000): Deliberative Normative Agents: Principles and Architecture, in: Jennings, N. R./Lesperance, Y. (Hrsg.): *Intelligent agents VI*, Berlin, S. 364–378.
- Chamberlin, E. H. (1948): An Experimental Imperfect Market, in: *The Journal of Political Economy*, 56, 2, S. 95–108.
- Chandler, A. D. (1962): *Strategy and structure chapters in the history of the American industrial enterprise*, Washington.
- Chase, R. B./Jacobs, R. F. (2010): *Operations management and Supply Chain Management*, 11. Auflage, Boston.
- Chatterjee, K./Samuelson, L. (1987): Bargaining with Two-sided Incomplete Information: An Infinite Horizon Model with Alternating Offers, in: *The Review of Economic Studies*, 54, 2, S. 175–192.

- Chatterjee, K./Samuelson, L. (1988): Bargaining under two-sided incomplete information: the unrestricted offers case, in: *Operations Research*, 36, 4, S. 606–619.
- Chen, F. (1999): Decentralized Supply Chains Subject to Information Delays, in: *Management Science*, 45, 8, S. 1076–1090.
- Chen, F./Samroengraja, R. (2000): The stationary beer game, in: *Production and Operations Management*, 9, 1, S. 19–30.
- Chen, J. C./Wang, K. J./Wang, S. M./Yang, S. J. (2008): Price negotiation for capacity sharing in a two-factory environment using genetic algorithm, in: *International Journal of Production Research*, 46, 7, S. 1847–1868.
- Chen, T.-H./Chen, J.-M. (2005): Optimizing supply chain collaboration based on joint replenishment and channel coordination, in: *Transportation Research Part E*, 41, S. 261–285.
- Chen, X./Zhang, J. (2006): *Duality Approaches to Economic Lot-Sizing Games*, New York.
- Chertkoff, J. M./Conley, M. (1967): Opening Offer and Frequency of Concession as Bargaining Strategies, in: *Journal of Personality and Social Psychology*, 7, 2, S. 181–185.
- Chertkoff, J. M./Esser, J. K. (1976): A Review of Experiments in Explicit Bargaining, in: *Journal of Experimental Social Psychology*, 12, 5, S. 464–486.
- Child, J. (1972): Organizational Structure, Environment and Performance: The Role of Strategic Choice, in: *Sociology*, 6, 1, S. 1–22.
- Chisman, J. A. (1992): *Introduction to simulation modeling using GPSSPC*, Englewood Cliffs.
- Cho, I.-K. (1990): Uncertainty and Delay in Bargaining, in: *The Review of Economic Studies*, 57, 4, S. 575–595.
- Choi, R. H./Malstrom, E. M./Tsai, R. D. (1988): Evaluating lot-sizing methods in multilevel inventory systems, in: *Production and Inventory Management Journal*, 29, 4, S. 4–11.
- Chopra, S./Meindl, P. (2010): *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*, 4. Auflage, Upper Saddle River.
- Christopher, M. (2000): The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets, in: *Industrial Marketing Management*, 29, 1, S. 37–44.
- Christopher, M. (2011): *Logistics & supply chain management: Creating value-adding networks*, 4. Auflage, Harlow u. a.
- Coase, R. H. (1937): The Nature of the Firm, in: *Economica*, 4, 16, S. 386–405.
- Coenenberg, A. G./Haller, A./Schultze, W. (2012): *Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse*, 22. Auflage, Stuttgart.

- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2. Auflage, New York.
- Cohen, M. A./Fisher, M. L. (1989): *International Manufacturing and Distribution Networks: A Normative Model Framework*, in: Ferdows, K. (Hrsg.): *Managing international manufacturing*, Amsterdam, S. 67–93.
- Cooper, H. M./Hedges, L. V. (2009): *Research Synthesis as a Scientific Enterprise*, in: Cooper, H. M./Hedges, L. V./Valentine, J. C. (Hrsg.): *The handbook of research synthesis and meta-analysis*, New York, S. 9–14.
- Cooper, M. C./Ellram, L. M. (1990): *Supply Chain Management, Partnerships, and the Shipper - Third Party Relationship*, in: *The International Journal of Logistics Management*, 1, 2, S. 1–10.
- Cooper, M. C./Ellram, L. M. (1993): *Characteristics of Supply Chain Management and the Implications of Purchasing and Logistics Strategy*, in: *The International Journal of Logistics Management*, 4, 2, S. 13–24.
- Cooper, M. C./Lambert, D. M./Pagh, J. D. (1997): *Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics*, in: *The International Journal of Logistics Management*, 8, 1, S. 1–14.
- Corbett, C. J./Groote, X. d. (2000): *A Supplier's Optimal Quantity Discount Policy Under Asymmetric Information*, in: *Management Science*, 46, 3, S. 444–450.
- Corsten, H./Gössinger, R. (2001): *Auftragsdekomposition und -allokation in Unternehmensnetzwerken*, in: *PPS Management*, 6, 1, S. 35–41.
- Corsten, H./Gössinger, R. (2008): *Einführung in das Supply Chain Management*, 2. Auflage, München.
- Corsten, H./Gössinger, R. (2009): *Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement*, 12. Auflage, München.
- Corsten, H./Gössinger, R./Niebling, S. (2011): *Numerische Analyse der Anreizwirkungen von Entgeltregeln kombinatorischer Auktionen in Produktionsnetzwerken*, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): *Dezentrale Koordination ökonomischer Aktivitäten*, Berlin, S. 123–152.
- Coursey, D. (1982): *Bilateral Bargaining, Pareto Optimality, and the Empirical Frequency of Impasse*, in: *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3, 2–3, S. 243–259.
- Cox, A. (1999): *Power, value and supply chain management*, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 4, 4, S. 167–175.
- Cramton, P. C. (1984): *Bargaining with Incomplete Information: An Infinite-Horizon Model with Two-Sided Uncertainty*, in: *The Review of Economic Studies*, 51, 4, S. 579–593.

- Cramton, P. C. (1992): Strategic Delay in Bargaining with Two-Sided Uncertainty, in: *The Review of Economic Studies*, 59, 1, S. 205–225.
- Crook, T. R./Combs, J. G. (2007): Sources and consequences of bargaining power in supply chains, in: *Journal of Operations Management*, 25, 2, S. 546–555.
- Croson, R./Donohue, K. L. (2002): Experimental Economics and Supply-Chain Management, in: *Interfaces*, 32, 5, S. 74–82.
- Croson, R./Donohue, K. L. (2003): Impact of POS Data Sharing on Supply Chain Management: An Experimental Study, in: *Production and Operations Management*, 12, 1, S. 1–11.
- Croson, R./Donohue, K. L./Katok, E./Sternan, J. D. (2005): Supply Chain Management: A Teaching Experiment, in: Rapoport, A./Zwick, R. (Hrsg.): *Experimental Business Research*, Boston, S. 285–296.
- Crowther, J. F. (1964): Rationale of Quantity Discounts, in: *Harvard Business Review*, 42, 2, S. 121–127.
- Croxton, K. L. (2003): The Order Fulfillment Process, in: *The International Journal of Logistics Management*, 14, 1, S. 19–32.
- Croxton, K. L./Garcia-Dastugue, S. J./Lambert, D. M./Rogers, D. S. (2001): The Supply Chain Management Processes, in: *The International Journal of Logistics Management*, 12, 2, S. 13–36.
- Crozier, M./Friedberg, E. (1979): *Macht und Organisation: Die Zwänge kollektiven Handelns*, Königstein.
- CSCMP (2009): Council of Supply Chain Management Professionals - Definition of Supply Chain Management, <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>, Stand: 2009-09-17.
- Dada, M./Srikanth, K. N. (1987): Pricing Policies For Quantity Discounts, in: *Management Science*, 33, 10, S. 1247–1252.
- Dangelmaier, W. (2008): Multi-Agentensysteme steuern das Liefernetzwerk automatisch, in: *Computer Zeitung*, 47, S. 8.
- Dangelmaier, W./Krebs, W./Pape, U./Rüther, M. (2004): Optimierung einer Wertschöpfungskette am Beispiel der Frachtoptimierung mit CoagenS, in: Busch, A./Dangelmaier, W. (Hrsg.): *Integriertes Supply Chain Management*, Wiesbaden, S. 457–472.
- Dangelmeier, W./Pape, U./Rüther, M. (2004): *Agentensysteme für das Supply Chain Management: Grundlagen, Konzepte, Anwendungen*, Wiesbaden.

- Das, S. K./Sarin, S. C. (1994): An integrated approach to solving the master aggregate scheduling problem, in: *International Journal of Production Economics*, 34, 2, S. 167–178.
- Dash, R. K./Vytelingum, P./Rogers, A./David, E./Jennings, N. R. (2007): Market-Based Task Allocation Mechanisms for Limited-Capacity Suppliers, in: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 37, 3, S. 391–405.
- D’Aveni, R. A. (1994): *Hypercompetition - Managing the dynamics of strategic maneuvering*, New York.
- Davis, A. M. (2011): *An Experimental Investigation of Pull Contracts*, University Park Pennsylvania.
- Davis, D. D./Holt, C. A. (1993): *Experimental economics*, Princeton.
- Delfmann, W. (1998): Organisation globaler Versorgungsketten, in: Glaser, H./Boerner, S./Schröder, E. F./Werder, A. v./Frese, E. (Hrsg.): *Organisation im Wandel der Märkte*, Wiesbaden, S. 61–89.
- Deutsch, M./Kotik, P. (1978): Altruism and Bargaining, in: Sauer mann, H. (Hrsg.): *Bargaining Behavior*, Tübingen, S. 20–40.
- D’Hauwers, B./van Hyfte, V./Vandamme, F./Power, R. (1993): Cooperative work in organizations, in: Power, R. J. D. (Hrsg.): *Cooperation among organizations*, Berlin, S. 1–12.
- Dietl, H./Royer, S./Stratmann, U. (2009): Wertschöpfungsorganisation und Differenzierungsdilemma in der Automobilindustrie, in: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 61, 6, S. 439–462.
- Dillerup, R. (1998): *Strategische Optionen für vertikale Wertschöpfungssysteme*, Frankfurt am Main.
- Dobhan, A. (2009): Internal Supply Chain Planning – Organisation und Methoden, in: *PPS Management*, 14, 1, S. 49–52.
- Dobhan, A./Oberländer, M. (2012): Hybrid Contracting Within Multi-location Networks, in: *International Journal of Production Economics*, Online.
- Dobler, M./Hetzler, H./Schmitz, U. (2008): *Konsolidierte Abschlüsse mit SAP® SEM-BCS*, Bonn.
- Dobson, G. (1988): Sensitivity of the EOQ Model to Parameter Estimates, in: *Operations Research*, 36, 4, S. 570–574.
- Domschke, W./Scholl, A. (2008): *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung aus entscheidungsorientierter Sicht*, 4. Auflage, Berlin u. a.

- Donner, R. (2009): Von der Natur lernen – Autonome Kontrolle von Materialflüssen als Weg zur Optimierung logistischer Systeme, in: *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, 58, 1–2, S. 127–131.
- Drechsel, J. (2010): *Cooperative lot sizing games in supply chains*, Berlin u. a.
- Dudek, G. (2009a): Collaborative Planning, in: *Zeitschrift für Planung*, 20, 2, S. 239–246.
- Dudek, G. (2009b): *Collaborative planning in supply chains: A negotiation-based approach*, Berlin u. a.
- Dudek, G./Stadtler, H. (2005): Negotiation-based collaborative planning between supply chain partners, in: *European Journal of Operational Research*, 163, 3, S. 668–687.
- Dudek, G./Stadtler, H. (2007): Negotiation-based collaborative planning in divergent two-tier supply chains, in: *International Journal of Production Research*, 45, 2, S. 465–484.
- Dudenhausen, H.-M. (1999): *Auftragskoordination in Produktionsnetzen der Halbleiterindustrie*, Heimsheim.
- Duffie, N. A. (2010): Challenges in Design of Heterarchical Controls for Dynamic Logistics Systems, in: Haasis, H.-D./Kreowski, H.-J./Scholz-Reiter, B. (Hrsg.): *Dynamics in Logistics*, Berlin u. a., S. 3–24.
- Durham, Y. (2000): An experimental examination of double marginalization and vertical relationships, in: *Journal of Economic Behavior and Organization*, 42, 2, S. 207–249.
- Dürrenmatt, F. (2009): *Die Physiker: Eine Komödie in zwei Akten (Neufassung 1980)*, Zürich.
- Dyckhoff, H. (1996): Modellierung von Netzwerkstrukturen im Rahmen einer prozessorientierten Produktionstheorie, in: Wildemann, H. (Hrsg.): *Produktions- und Zuliefernetzwerke*, München, S. 257–277.
- Ebster, C./Stalzer, L. (2008): *Wissenschaftliches Arbeiten für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler*, 3. Auflage, Wien.
- Eck, C./Garcke, H./Knabner, P. (2010): *Mathematische Modellierung*, 2. Auflage, Berlin u. a.
- Eckel, C. J./Grossman, P. J. (1996): Altruism in Anonymous Dictator Games, in: *Games and Economic Behavior*, 16, 2, S. 181–191.
- Egelhoff, W./Frese, E. (2009): Understanding managers preferences for internal markets versus business planning: A comparative study of German and U.S. managers, in: *Journal of International Management*, 15, 1, S. 77–91.
- Eggert, S. (2006): *Produktionsplanung und -steuerung in dynamischen Produktionsnetzwerken*, Hamburg.

- Eiselt, H. A./Sandblom, C.-L. (2010): *Operations Research: A Model-Based Approach*, Berlin u. a.
- Emery, F. E./Trist, E. L. (1965): The Causal Texture of Organizational Environments, in: *Human Relations*, 18, 1, S. 21–32.
- Emmanuel, C. R./Mehafdi, M. (1994): *Transfer pricing*, London.
- Ertogral, K./Wu, S. D. (2000): Auction-theoretic coordination of production planning in the supply chain, in: *IIE Transactions*, 32, 10, S. 931–940.
- Eversheim, W./Schellberg, O./Terhaag, O. (2000): Gestaltung und Betrieb von Produktionsnetzwerken, in: Kaluza, B. (Hrsg.): *Produktions- und Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken*, Berlin, S. 33–59.
- Ewert, R./Wagenhofer, A. (2008): *Interne Unternehmensrechnung*, 7. Auflage, Berlin u. a.
- Eymann, T. (2003): *Digitale Geschäftsagenten: Softwareagenten im Einsatz*, Berlin.
- Fahey, L./Narayanan, V. K. (1986): *Macroenvironmental analysis for strategic management*, St. Paul.
- Falkner, A. (2004): *Logistik-Controlling für Produktionsnetzwerke*, Heidelberg.
- Fama, E. F. (1980): Agency Problems and the Theory of the Firm, in: *The Journal of Political Economy*, 88, 2, S. 288–307.
- Fandel, G./Giese, A./Raubenheimer, H. (2009): *Supply Chain Management: Strategien, Planungsansätze, Controlling*, Berlin.
- Faratin, P./Sierra, C./Jennings, N. R. (1998): Negotiation decision functions for autonomous agents, in: *Robotic Autonomous Systems*, 24, 3–4, S. 159–182.
- Fawcett, S. E./Ellram, L. M./Ogden, J. A. (2007): *Supply chain management: From vision to implementation*, Upper Saddle River.
- Feess, E./Mühlheußner, G./Walzl, M. (2008): Unfair contests, in: *Journal of Economics*, 93, 3, S. 267–291.
- Feger, A. L. R. (2009): Bridging the operational divide: An information-processing model of internal supply chain integration, Clemson.
- Fehr, E./Schmidt, K. M. (1999): A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation, in: *The Quarterly Journal of Economics*, 114, 3, S. 817–868.
- Feldmann, A./Olhager, J./Persson, F. (2009): Designing and managing manufacturing networks: a survey of Swedish plants, in: *Production Planning & Control*, 20, 2, S. 101–112.

- Felsenthal, D. S./Diskin, A. (1982): The Bargaining Problem Revisited: Minimum Utility Point, Restricted Monotonicity Axiom, and the Mean as an Estimate of Expected Utility, in: *The Journal of Conflict Resolution*, 26, 4, S. 664–691.
- Ferber, J. (1999): *Multi-agent systems: An introduction to distributed artificial intelligence*, Harlow.
- Ferber, S. (2005): *Strategische Kapazitäts- und Investitionsplanung in der globalen Supply Chain eines Automobilherstellers*, Aachen.
- Ferdows, K. (1989): Mapping International Factory Networks, in: Ferdows, K. (Hrsg.): *Managing international manufacturing*, Amsterdam, S. 3–21.
- Ferdows, K. (1997): Making the Most of Foreign Factories, in: *Harvard Business Review*, 75, 2, S. 73–88.
- Ferstl, O. K./Sinz, E. J. (2008): *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*, 6. Auflage, München.
- Field, A. (2009): *Discovering statistics using SPSS*, 3. Auflage, Los Angeles.
- Filzmoser, M. (2010): *Simulation of Automated Negotiation*, Wien.
- Fischer, K. (2005): Self-organisation in Holonic Multiagent Systems, in: Hutter, D./Stephan, W. (Hrsg.): *Mechanizing Mathematical Reasoning*, Berlin u. a., S. 543–563.
- Fischer, M. E. (2001): *Available-to-promise: Aufgaben und Verfahren im Rahmen des Supply Chain Management*, Regensburg.
- Fisher, M. L. (1997): What is the Right Supply Chain for Your Product?, in: *Harvard Business Review*, 75, 2, S. 105–116.
- Fjell, K./Jornsten, K. (2002): Internal Pricing in Supply Chains, in: Klose, A./Speranza, M. G./van Wassenhove, L. N. (Hrsg.): *Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management*, Berlin, S. 37–43.
- Fleisch, E. (2001): *Das Netzwerkunternehmen: Strategien und Prozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der Networked economy*, Berlin.
- Fleischmann, B. (2008): Distribution and Transport Planning, in: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 231–246.
- Fleischmann, B./Ferber, S./Henrich, P. (2006): Strategic Planning of BMW's Global Production Network, in: *Interfaces*, 36, 3, S. 194–208.
- Fleischmann, B./Meyr, H./Wagner, M. (2008): Advanced Planning, in: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 81–106.

- Forrester, J. W. (1958): Industrial Dynamics, in: Harvard Business Review, 36, July-August, S. 37–66.
- Forsythe, R./Horowitz, J./Savin, N./Sefton, M. (1994): Fairness in Simple Bargaining Experiments, in: Games and Economic Behavior, 6, 3, S. 347–369.
- Forsythe, R./Kennan, J./Sopher, B. (1991): An Experimental Analysis of Strikes in Bargaining Games with One-Sided Private Information, in: The American Economic Review, 81, 1, S. 253–278.
- Foundation for Intelligent Physical Agents (2004): FIPA Abstract Architecture Specification, <http://www.fipa.org/specs/fipa00023/SC00023K.pdf>, Stand: 2011-05-09.
- Fouquin, M./Nayman, L./Wagner, L. (2007): Vertical Production Networks: Evidence from France, http://www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers/2007-18/comment.2007-07-04.3489593597/comment.2007-08-17.9797559175/at_download/file, Stand: 2009-11-19.
- Fouraker, L. E./Siegel, S. (1963): Bargaining Behavior, New York u. a.
- Francas, D. (2008): Transfer Pricing, Taxation and Capacity Planning in International Manufacturing Networks, in: Kersten, W./Blecker, T./Flämig, H. (Hrsg.): Global logistics management, Berlin, S. 3–20.
- François, P. (2000): Flexible Losgrößenplanung in Produktion und Beschaffung, Heidelberg.
- Franke, S. (2004): Einführung von SCM-Systemen am Beispiel der BASF AG Ludwigshafen – Erfahrungen der Geschäftseinheit Styrolpolymere mit SAP APO, DP, in: Busch, A./Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, Wiesbaden, S. 263–279.
- Frayret, J.-M./D’Amours, S./Montreuil, B. (2004): Coordination and control in distributed and agent-based manufacturing systems, in: Production Planning & Control, 15, 1, S. 42–54.
- Freichel, S. L. K. (1992): Organisation von Logistikservice-Netzwerken: Theoretische Konzeption und empirische Fallstudien, Berlin.
- French, J. R. P./Raven, B. (1959): The bases of social power, in: Cartwright, D. (Hrsg.): Studies in social power, Ann Arbor, S. 150–167.
- Frese, E./Graumann, M./Theuvsen, L. (2012): Grundlagen der Organisation: Entscheidungsorientiertes Konzept der Organisationsgestaltung, 10. Auflage, Wiesbaden.
- Friedberg, E. (1980): Macht und Organisation, in: Reber, G. (Hrsg.): Macht in Organisationen, Stuttgart, S. 123–134.

- Friedman, D./Cassar, A. (2004): Finish what you started: project management, in: Friedman, D./Cassar, A./Selten, R. (Hrsg.): Economics lab, London, S. 75–81.
- Friedman, D./Sunder, S. (1994): Experimental methods: A primer for economists, Cambridge.
- Friedman, J. W. (1990): Game theory with applications to economics, 2. Auflage, New York.
- Friedrich, S./List, S. (2009): Supply Chain Kooperation in der Ersatzteillogistik für die Luftfahrt, in: Voß, S. (Hrsg.): Logistik Management, Dordrecht, S. 55–75.
- Frink, D./Lücke, T./Neureuther, W./Rüttgers, M. (2004): Internes Supply Chain Management bei verteilten Produktionsstandorten in der Pharmaindustrie, in: Luczak, H./Stich, V. (Hrsg.): Betriebsorganisation im Unternehmen der Zukunft, Berlin, S. 63–76.
- Frühwald, C. (1990): Analyse und Planung produktionstechnischer Rüstabläufe, Düsseldorf.
- Fudenberg, D./Tirole, J. (1991): Game theory, Cambridge.
- Gaudreault, J./Forget, P./Frayret, J.-M./Rousseau, A./D'Amours, S. (2009): Distributed Operations Planning in the Lumber Supply Chain, Montreal.
- Gausmann, O. (2009): Kundenindividuelle Wertschöpfungsnetze: Gestaltungsempfehlungen unter Berücksichtigung einer auftragsorientierten Produktindividualisierung, Wiesbaden.
- Gavirneni, S./Isen, A. M. (2010): Anatomy of a Newsvendor Decision: Observations from a Verbal Protocol Analysis, in: Production and Operations Management, 19, 4, S. 453–462.
- Gavirneni, S./Xia, Y. (2009): Anchor Selection and Group Dynamics in Newsvendor Decisions - A Note, in: Decision Analysis, 6, 2, S. 87–97.
- Gehr, F./Nayabi, K./Hellingrath, B./Laakmann, F. (2003): Supply Chain Management – Referenzmodell und Marktstudie, in: Supply Chain Management, 2, S. 55–60.
- Genesereth, M. R./Ketchpel, S. P. (1994): Software Agents, Palo Alto.
- Gerpott/Böhm (1999): Modulare Unternehmen, in: Nagel, K./Arnold, U. (Hrsg.): Produktionswirtschaft 2000, Wiesbaden, S. 152–174.
- Gibbons, R. (1992): Game theory for applied economists, Princeton.
- Giddens, A. (1984): The constitution of society: Outline of the theory of structuration, Cambridge.
- Gini, C. (1921): Measurement of Inequality of Incomes, in: The Economic Journal, 31, 121, S. 124–126.
- Glock, C. (2009): Koordination von Zuliefernetzwerken: Integrierte Losgrößenmodelle zur kostenorientierten Steuerung von Zulieferer-Abnehmer-Beziehungen, Wiesbaden.

- Goetschalckx, M./Fleischmann, B. (2008): Strategic Network Design, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): Supply chain management and advanced planning, Berlin u. a., S. 117–132.
- Goldsby, T. J./Garcia-Dastugue, S. J. (2003): The Manufacturing Flow Management Process, in: The International Journal of Logistics Management, 14, 2, S. 33–52.
- Gomber, P./Schmidt, C./Weinhardt, C. (1997): Elektronische Märkte für die dezentrale Transportplanung, in: Wirtschaftsinformatik, 39, 2, S. 137–145.
- Gomez, P. (1990): Autonomie durch Organisation – Die Gestaltung unternehmerischer Freiräume, in: Bleicher, K./Gomez, P./Staerke, R. (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Organisation, Bern, S. 99–113.
- Göpfert, I. (1999): Zur zukünftigen Entwicklung industrieller Wertschöpfungssysteme aus logistischer Perspektive, in: Pfohl, H. (Hrsg.): Logistikforschung. Entwicklungszüge und Gestaltungsansätze, Berlin, S. 61–84.
- Gosset, W. S. (1908): The Probable Error of a Mean, in: Biometrika, 6, 1, S. 1–25.
- Goyal, S. K. (1976): An integrated inventory model for a single supplier - single customer problem, in: International Journal of Production Research, 15, 1, S. 107–111.
- Goyal, S. K. (1987): Determination of Supplier's Economic Ordering Policy, in: Journal of the Operational Research Society, 38, 9, S. 853–857.
- Goyal, S. K. (1988): A joint economic-lot-size model for purchaser and vendor: a comment, in: Decision Sciences, 19, 1, S. 236–241.
- Goyal, S. K. (1995): A one-vendor multi-buyer integrated inventory model: A comment, in: European Journal of Operational Research, 82, 1, S. 209–210.
- Goyal, S. K./Nebebe, F. (2000): Determination of economic production-shipment policy for a single-vendor-single-buyer system, in: European Journal of Operational Research, 121, 1, S. 175–178.
- Grochla, E. (1978): Einführung in die Organisationstheorie, Stuttgart.
- Grolik, S./Stockheim, T./Wendt, O. (2001): Dispositive Supply-Web-Koordination durch Multiagentensysteme, in: Wirtschaftsinformatik, 43, 2, S. 143–155.
- Gronau, N./Lindemann, M. (2009): Wandlungsfähigkeit der Produktion – von der Flexibilität zur Zukunftsfähigkeit, in: Industrie Management, 25, 3, S. 20–24.
- Grupp, F./Grupp, F. (2009): MATLAB 7 für Ingenieure: Grundlagen und Programmierbeispiele, 5. Auflage, München.
- Guala, F. (2005): The methodology of experimental economics, Cambridge.

- Gudehus, T. (2010): Logistik: Grundlagen, Strategien, Anwendungen, 4. Auflage, Berlin.
- Günther, H.-O. (1999): Werksübergreifende Produktionsplanung in Logistiknetzwerken der chemischen Industrie, in: Schenk, M. (Hrsg.): Logistiknetzwerke, Magdeburg, S. 100–114.
- Günther, H.-O./Tempelmeier, H. (2012): Produktion und Logistik, 9. Auflage, Berlin u. a.
- Gutenberg, E. (1951): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Berlin u. a.
- Güth, W. (1995): On ultimatum bargaining experiments - A personal review, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 27, 3, S. 329–344.
- Güth, W./Kliemt, H. (2003): Normative und institutionelle Grundfragen der Ökonomik, in: Held, M./Kubon-Gilke, G./Sturn, R. (Hrsg.): Experimente in der Ökonomik, Marburg, S. 315–342.
- Güth, W./Schmittberger, R./Schwarze, B. (1982): An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 3, 4, S. 367–388.
- Güth, W./Selten, R. (2009): Experimental Economics: Introduction and Overview, in: Franz, W. (Hrsg.): Experimentelle Wirtschaftsforschung, Tübingen, S. 1–10.
- Güth, W./Tietz, R. (1990): Ultimatum Bargaining Behavior: A survey and comparison of experimental results, in: Journal of Economic Psychology, 11, 3, S. 417–449.
- Ha, D./Seung-Lae, K. (1997): Implementation of JIT purchasing: an integrated approach, in: Production Planning & Control, 8, 2, S. 152–157.
- Haas, S. (2011): Kontraktlogistik für mittelständische Unternehmen, in: Sucky, E./Asdecker, B./Dobhan, A./Haas, S./Wiese, J. (Hrsg.): Logistikmanagement, Bamberg, S. 195–209.
- Hadley, G./Whitin, T. M. (1963): Analysis of Inventory Systems, Englewood Cliffs.
- Hahn, D. (1994): Organisation der Planung, in: WISU, 23, 1, S. 43–48.
- Hahn, D. (2002): Problemfelder des Supply Chain Management, in: Krystek, U./Zur, E. (Hrsg.): Handbuch Internationalisierung, Berlin, S. 471–480.
- Hammersley, J. M./Handscorn, D. C. (1964): Monte Carlo Methods, New York.
- Handfield, R. B./Nichols, E. L. (1999): Introduction to supply chain management, Upper Saddle River.
- Hanson, G. H./Mataloni, R. J./Slaughter, M. J. (2005): Vertical Production Networks in Multi-national Firms, in: The Review of Economics and Statistics, 87, 4, S. 664–678.
- Harland, C. M. (1996): Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks, in: British Journal of Management, 7, Special Issue, S. 63–80.

- Harris, F. W. (1913): How Many Parts to Make at Once, in: *Factory*, The Magazine of Management, 10, 2, S. 135–136; Nachdruck: *Operations Research*, 38, 6, 1990, S. 947–950.
- Harrison, G. W./McCabe, K. (1996): Expectations and Fairness in a Simple Bargaining Experiment, in: *International Journal of Game Theory*, 25, 3, S. 303–327.
- Harsanyi, J. C. (1956): Approaches to the Bargaining Problem Before and After the Theory of Games: A Critical Discussion of Zeuthen's, Hicks' and Nash's Theories, in: *Econometrica*, 24, 2, S. 144–157.
- Harsanyi, J. C. (1977): *Rational behavior and bargaining equilibrium in games and social situations*, Cambridge.
- Harsanyi, J. C./Selten, R. (1992): *A general theory of equilibrium selection in games*, 2. Auflage, Cambridge.
- Hartmann, H. (2002): *Materialwirtschaft: Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle*, 8. Auflage, Gernsbach.
- Hartung, J./Elpelt, B./Klösener, K.-H. (2005): *Statistik*, 14. Auflage, München.
- Hatch, M. J. (2006): *Organization theory: Modern, symbolic, and postmodern perspectives*, Oxford.
- Hax, A. C./Meal, H. C. (1975): Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling, in: Geisler, M. (Hrsg.): *Logistics - TIMS Studies in Management Sciences*, New York, S. 53–69.
- Hedberg, B. L. T./Nystrom, P. C./Starbuck, W. T. (1976): Camping on Seesaws: Prescriptions for a Self-Designing Organization, in: *Administrative Science Quarterly*, 21, 1, S. 41–65.
- Hedlund, G. (1986): The hypermodern MNC - A heterarchy?, in: *Human Resource Management*, 25, 1, S. 75–93.
- Heigoldt, M./Asdecker, B. (2011): Supply Chain Performance Measurement-Implementierung – Eine komparative Studie, in: Bogaschewsky, R./Eßig, M./Lasch, R./Stölzle, W. (Hrsg.): *Supply Management Research*, Wiesbaden, S. 169–186.
- Heil, U. (2006): *Kooperative Risk-Pooling-Strategien im Modehandel*, Frankfurt am Main u. a.
- Heinz, M. P. (2006): *Network Master Planning for a global manufacturing company*, Cranfield.
- Heizer, J. H./Render, B. (2008): *Principles of Operations Management*, 7. Auflage, Upper Saddle River.

- Hennart, J.-F. (1993): Explaining The Swollen Middle: Why Most Transactions Are a Mix of Market and Hierarchy, in: *Organization Science*, 4, 4, S. 529–547.
- Heskett, J. L./Ballou, R. H. (1966): Logistical Planning in Inter-Organization Systems, in: Hottenstein, M. P./Millman, R. W. (Hrsg.): *Research Toward the Development of Management Thought*, San Francisco, S. 126–134.
- Hewitt, F. (1994): Supply Chain Redesign, in: *The International Journal of Logistics Management*, 5, 2, S. 1–9.
- Hickson, D. J./Hinings, C. R./Lee, C. A./Schneck, R. E./Pennings, J. M. (1971): A Strategic Contingencies' Theory of Intraorganizational Power, in: *Administrative Science Quarterly*, 16, 2, S. 216–229.
- Hill, R. M. (1997): The single-vendor single-buyer integrated production-inventory model with a generalised policy, in: *European Journal of Operational Research*, 97, 3, S. 493–499.
- Hill, R. M. (1999): The optimal production and shipment policy for the single-vendor single-buyer integrated production-inventory problem, in: *International Journal of Production Research*, 37, 11, S. 2463–2475.
- Hill, R. M./Omar, M. (2006): Another look at the single-vendor single-buyer integrated production-inventory problem, in: *International Journal of Production Research*, 44, 4, S. 791–800.
- Ho, T.-H./Lim, N./Cui, T. H. (2010): Reference Dependence in Multilocation Newsvendor Models: A Structural Analysis, in: *Management Science*, 56, 11, S. 1891–1910.
- Hoffman, E./McCabe, K. S. K./Smith, V. L. (1994): Preferences, Property Rights, and Anonymity in Bargaining Games, in: *Games and Economic Behavior*, 7, 3, S. 346–380.
- Hofmann, E./Elbert, R. (2004): Collaborative Cash Flow Management: Financial Supply Chain Management als Herausforderung der Netzkompetenz, in: Pfohl, H.-C. (Hrsg.): *Netzkompetenz in Supply Chains*, Wiesbaden, S. 95–117.
- Hoggatt, A. C. (1959): An experimental business game, in: *Behavioral Science*, 4, 3, S. 192–203.
- Hoggatt, A. C./Selten, R./Crockett, D./Gill, S./Moore, J. (1978): Bargaining Experiments with Incomplete Information, in: Sauer mann, H. (Hrsg.): *Bargaining Behavior*, Tübingen, S. 127–178.
- Hoitsch, H.-J. (1993): *Produktionswirtschaft: Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre*, 2. Auflage, München.
- Holler, M. J./Illing, G. (2009): *Einführung in die Spieltheorie*, 7. Auflage, Berlin u. a.

- Homburg, C./Krohmer, H. (2009): *Marketingmanagement: Strategie – Instrumente – Umsetzung – Unternehmensführung*, 3. Auflage, Wiesbaden.
- Hopp, A. (2005): Erfolg mit automatisierter und kooperativer Planung bei Aktionsartikeln, in: Thonemann, U. (Hrsg.): *Supply Chain Excellence im Handel*, Wiesbaden, S. 144–145.
- Hoque, M. A./Goyal, S. K. (2000): An optimal policy for a single-vendor single-buyer integrated production-inventory system with capacity constraint of the transport equipment, in: *International Journal of Production Economics*, 65, 3, S. 305–315.
- Horváth, P./Isensee, J./Seiter, M. (2011): Megatrends als Treiber der Zukunftssicherung des Controllings, in: Tiberius, V. (Hrsg.): *Zukunftsorientierung in der Betriebswirtschaftslehre*, Wiesbaden, S. 171–188.
- Houlihan, J. B. (1985): International Supply Chain Management, in: *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 15, 1, S. 22–37.
- Huhns, M. N./Stephens, L. M. (2000): Multiagent Systems and Society of Agents, in: Weiss, G. (Hrsg.): *Multiagent systems*, Cambridge, S. 79–122.
- Huin, S. F./Luong, L. H. S./Abhary, K. (2002): Internal supply chain planning determinants in small and medium-sized manufacturers, in: *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 32, 9, S. 771–782.
- Inderfurth, K./Minner, S. (2001): Produktion und Logistik, in: Jost, P.-J./Audretsch, D. B. (Hrsg.): *Die Spieltheorie in der Betriebswirtschaftslehre*, Stuttgart, S. 307–349.
- Inderfurth, K./Sadrieh, A./Voigt, G. (2008): *The Impact of Information Sharing on Supply Chain Performance in Case of Asymmetric Information*, Magdeburg.
- Inderfurth, K./Voigt, G. (2011): Setup Cost Reduction and Supply Chain Coordination in Case of Asymmetric Information, in: *OR Spectrum*, 33, 11, S. 99–122.
- Ivanov, D./Käschel, J. (2008): DIMA – Entscheidungsunterstützung bei der Planung und Steuerung von Produktions- und Logistiknetzwerken auf einer interdisziplinären methodologischen Basis, in: Himpel, F. (Hrsg.): *Spektrum des Produktions- und Innovationsmanagements*, Wiesbaden, S. 289–298.
- Jäger, C./Boucke, B. (1999): Strukturen und Typen – Ausrichtung der Organisationsstruktur, in: Warnecke, H.-J./Braun, J. (Hrsg.): *Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk*, Berlin, S. 91–121.
- Jaques, E. (1991): In praise of hierarchy, in: Thompson, G. (Hrsg.): *Markets, hierarchies and networks*, London, S. 108–119.
- Jarzabkowski, P./Balogun, J./Seidl, D. (2007): Strategizing: The challenges of a practice perspective, in: *Human Relations*, 60, 1, S. 5–27.

- Jehle, E./Kaczmarek, M. (2003): *Organisation der Planung und Steuerung in Supply Chains*, Dortmund.
- Jensen, M. C./Meckling, W. H. (1976): Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure, in: *Journal of Financial Economics*, 3, 4, S. 305–360.
- Jensen, M. C./Meckling, W. H. (1994): The Nature of Man, in: *Journal of Applied Corporate Finance*, 7, 2, S. 4–19.
- Jeonga, J. G./Hastakb, M./Syalc, M./Hong, T. (2011): Internal relationship modeling and production planning optimization for the manufactured housing, in: *Automation in Construction*, 20, 7, S. 864–873.
- Jetzke, S. (2007): *Grundlagen der modernen Logistik: Methoden und Lösungen*, München.
- Jeuland, A. P./Shugan, S. M. (1983): Managing Channel Profits, in: *Marketing Science*, 2, 3, S. 239–272.
- Joglekar, P. N./Tharthare, S. (2000): The Individually Responsible and Rational Decision Approach to Economic Lot Sizes for One Vendor and Many Purchasers, in: *Decision Sciences*, 21, 3, S. 492–506.
- Jones, T. C./Riley, D. W. (1985): Using inventory for competitive advantage through supply chain management, in: *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 15, 5, S. 16–26.
- Jung, H./Chen, F. F. (2010): Decentralized Supply Chain Planning for Two Classified Supply Chains, in: Jung, H./Chen, F. F./Jeong, B. (Hrsg.): *Trends in Supply Chain Design and Management*, London, S. 289–310.
- Junge, K. (2003): *Planung von Logistiknetzen: Modellierung und Optimierung verteilter Produktionssysteme*, Wiesbaden.
- Justus, A. (2009): *Management globaler Produktionsnetzwerke: Dimensionen und Handlungsfelder für die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung*, Hamburg.
- Kaczmarek, M. (2006): *Modellbasierte Gestaltung von Supply Chains: Ein prozess- und simulationsorientierter Ansatz*, Hamburg.
- Kagermann, H./Küting, K./Wirth, J. (2008): *IFRS-Konzernabschlüsse mit SAP ®*, 2. Auflage, Stuttgart.
- Kahn, L. M./Murnighan, J. K. (1993): A General Experiment on Bargaining in Demand Games with Outside Options, in: *The American Economic Review*, 83, 5, S. 1260–1280.
- Kahneman, D./Tversky, A. (1979): An Analysis of Decision under Risk, in: *Econometrica*, 47, 2, S. 263–292.

- Kalmbach, U. (2000): Positive Erfahrungen dargestellt am Beispiel der REWE AG, in: Ahlert, D./Borchert, S. (Hrsg.): Prozessmanagement im vertikalen Marketing, Berlin, S. 261–273.
- Kaminsky, P./Simchi-Levi, D. (1998): A new computerized Beer Game: a tool for teaching the value of integrated supply chain management, in: Global Supply Chain and Technologies Management, 1, S. 216–225.
- Karabuk, S./Wu, S. D. (2002): Decentralizing semiconductor capacity planning via internal market coordination, in: IIE Transactions, 34, 9, S. 743–759.
- Katok, E./Wu, D. Y. (2009): Contracting in Supply Chains: A Laboratory Investigation, in: Management Science, 55, 12, S. 1953–1968.
- Katz, D. (1975): Die motivationale Grundlage organisationalen Verhaltens, in: Türk, K. (Hrsg.): Organisationstheorie, Hamburg, S. 193–214.
- Kauder, S. (2008): Strategische Planung internationaler Produktionsnetzwerke in der Automobilindustrie, Wien.
- Keller, R. T./Slocum, J. W. J./Susman, G. I. (1974): Uncertainty and Type of Management System in Continuous Process Organizations, in: Academy of Management Journal, 17, 1, S. 56–68.
- Khouja, M. (2003): Optimizing inventory decisions in a multi-stage multi-customer supply chain, in: Transportation Research Part E, 39, 3, S. 193–208.
- Kidd, P. T. (1994): Agile manufacturing: Forging new frontiers, Wokingham.
- Kieser, A./Walgenbach, P. (2010): Organisation, 6. Auflage, Stuttgart.
- Kilger, C./Meyr, H. (2008): Demand Fulfilment and ATP, in: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): Supply chain management and advanced planning, Berlin u. a., S. 181–198.
- Kilger, C./Wagner, M. (2008): Demand Planning, in: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): Supply chain management and advanced planning, Berlin u. a., S. 133–160.
- Kilger, W. (1973): Optimale Produktions- und Absatzplanung: Entscheidungsmodelle für den Produktions- und Absatzbereich industrieller Betriebe, Opladen.
- Kim, K. H./Hwang, H. (1988): An incremental discount pricing schedule with multiple customers and single price break, in: European Journal of Operational Research, 35, 1, S. 71–79.
- Kimms, A./Drechsel, J. (2009): Cost Sharing under Uncertainty: An Algorithmic Approach to Cooperative Interval-Valued Games, in: Business Research, 2, 2, S. 206–213.
- Kirchsteiger, G. (1994): The role of envy in ultimatum games, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 25, 3, S. 373–389.

- Kirk, R. E. (1995): *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences*, 3. Auflage, Pacific Grove.
- Kirn, S. (2002): Kooperierende intelligente Softwareagenten, in: *Wirtschaftsinformatik*, 44, 2, S. 53–64.
- Kistner, K.-P./Steven, M. (2001): *Produktionsplanung*, 3. Auflage, Heidelberg.
- Kito, T./Ueda, K. (2010): Introducing Bounded Rationality into Self-Organization-Based Semiconductor Manufacturing, in: Haasis, H.-D./Kreowski, H.-J./Scholz-Reiter, B. (Hrsg.): *Dynamics in Logistics*, Berlin u. a., S. 65–73.
- Kleijnen, J. P. C. (1975): *Statistical techniques in simulation*, New York.
- Kleining, G. (2011): Der qualitative Forschungsprozess, in: Naderer, G./Balzer, E. (Hrsg.): *Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis*, Wiesbaden, S. 197–240.
- Knights, D./Willmott, H. (2011): Management Lives: Power and Identity in Work Organizations, in: Knights, D./Willmott, H. (Hrsg.): *Organizational Analysis: Essential Readings*, Andover, S. 146–150.
- Knolmayer, G. F./Dickersbach, J. T./Mertens, P./Zeier, A./Zencke, P. (2009): *Supply Chain Management Based on SAP Systems: Architecture and Planning Processes*, Berlin u. a.
- Koestler, A. (1967): *The ghost in the machine*, London u. a.
- Koether, R. (2007): *Technische Logistik: Qualität und Produktivität steigern*, 3. Auflage, München.
- Kohler, K. (2009): Global Supply Chain Design – Konzeption eines Optimierungsmodells für die Gestaltung globaler Wertschöpfungssysteme, in: Bogaschewsky, R. (Hrsg.): *Supply Management Research*, Wiesbaden, S. 153–194.
- Kohli, R./Park, H. (1989): A Cooperative Game Theory Model of Quantity Discounts, in: *Management Science*, 35, 6, S. 693–707.
- Kornmeier, M. (2007): *Wissenschaftstheorie und wissenschaftliches Arbeiten: Eine Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*, Heidelberg.
- Koschate, N. (2008): Experimentelle Marktforschung, in: Herrmann, A. (Hrsg.): *Handbuch Marktforschung*, Wiesbaden, S. 107–121.
- Kosiol, E. (1962): *Organisation der Unternehmung*, Wiesbaden.
- Kotler, P./Armstrong, G./Wong, V./Saunders, J. (2011): *Grundlagen des Marketing*, 5. Auflage, München.

- Kotler, P./Keller, K. L./Bliemel, F. (2007): *Marketing-Management: Strategien für wertschaffendes Handeln*, 12. Auflage, München.
- Kotzab, H./Grant, D. B./Teller, C./Halldorsson, A. (2009): Supply chain management and hypercompetition, in: *Logistics Research*, 1, 1, S. 5–13.
- Kouvelis, P./Gutierrez, G. J. (1997): The Newsvendor Problem in a Global Market: Optimal Centralized and Decentralized Control Policies for a Two-Market Stochastic Inventory System, in: *Management Science*, 43, 5, S. 571–585.
- Kouvelis, P./Lariviere, M. A. (2000): Decentralizing Cross-Functional Decisions: Coordination Through Internal Markets, in: *Management Science*, 46, 8, S. 1049–1058.
- Krajewski, L. J./Ritzman, L. P. (2002): *Operations Management: Strategy and analysis*, 6. Auflage, Upper Saddle River.
- Krause, D. R./Terpend, R./Petersen, K. J. (2006): Bargaining Stances and Outcomes in Buyer-Seller Negotiations: Experimental Results, in: *Journal of Supply Chain Management*, 42, 2, S. 4–15.
- Kreibich, R. (2009): *Zukunftsforschung zur Nachhaltigkeit – Forschungsfelder, Forschungsförderung, Forschungspolitik*, Berlin.
- Krimpmann, A./Lüdenbach, N. (2009): *Konsolidierung nach IFRS - HGB: Vom Einzel- zum Konzernabschluss*, München.
- Krishna, V. (2010): *Auction theory*, 2. Auflage, Burlington.
- Krug, W. (Hrsg.) (2011): *Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik: Praxisorientierter Leitfaden mit Fallbeispielen*, Berlin u. a.
- Krüger, W. (1980): Unternehmensprozess und Operationalisierung von Macht, in: Reber, G. (Hrsg.): *Macht in Organisationen*, Stuttgart, S. 223–244.
- Krupp, M./Klaus, P. (2008): Beziehungsnetzwerke, in: Krieger, W. (Hrsg.): *Gabler Lexikon Logistik*, Wiesbaden, S. 64–69.
- Kühl, S. (2009): Experiment, in: Kühl, S. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*, Wiesbaden, S. 534–557.
- Kuhn, A./Hellingrath, B. (2002): *Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette*, Berlin.
- Kuhn, H./Sting, F. J. (2006): Bestimmung von Losgrößen, Transportzyklen und Sicherheitsbeständen in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten, in: Haasis, H.-D./Möllenstädt, O. (Hrsg.): *Strategic tools for the sustainable development of maritime regions*, Berlin, S. 137–142.

- Kuhn, H. W. (1997): *Classics in game theory*, Princeton.
- Kummer, S./Grün, O./Jammerneegg, W. (2010): *Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik*, 2. Auflage, München.
- Küpper, H.-U. (1991): Betriebswirtschaftliche Steuerungs- und Lenkungsmechanismen organisationsinterner Kooperation, in: Wunderer, R. (Hrsg.): *Kooperation*, Stuttgart, S. 175–203.
- Küpper, H.-U./Helber, S. (2004): *Ablauforganisation in Produktion und Logistik*, 3. Auflage, Stuttgart.
- Kurbel, K. (2005): *Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management*, 6. Auflage, München.
- Kutschker, M. (1994): Strategische Kooperationen als Mittel der Internationalisierung, in: Schuster, L. (Hrsg.): *Die Unternehmung im internationalen Wettbewerb*, Berlin, S. 121–157.
- Kutschker, M./Schmid, S. (2011): *Internationales Management*, 7. Auflage, München.
- Labitzke, N. (2011): *Wertorientierte Simulation zur taktischen Planung logistischer Prozesse der Stahlherstellung*, Wiesbaden.
- Lal, R./Staelin, R. (1984): An Approach For Developing an Optimal Discount Pricing Policy, in: *Management Science*, 30, 12, S. 1524–1539.
- LaLonde, R. J. (1986): Evaluating the Econometric Evaluations of Training Programs with Experimental Data, in: *The American Economic Review*, 76, 4, S. 604–620.
- Lambert, D. M./Cooper, M. C./Pagh, J. D. (1998): Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities, in: *The International Journal of Logistics Management*, 9, 2, S. 1–19.
- Lambert, D. M./Garcia-Dastugue, S. J./Croxtton, K. L. (2005): An Evaluation of Process-oriented Supply Chain Management Frameworks, in: *Journal of Business Logistics*, 26, 1, S. 25–51.
- Lamberti, J. (2001): *Einstieg in die Methoden empirischer Forschung: Planung, Durchführung und Auswertung empirischer Untersuchungen*, Tübingen.
- Landeros, R./Lyth, D. M. (1989): Economic-Lot-Size Models for Cooperative Inter-Organizational Relationships, in: *Journal of Business Logistics*, 10, 2, S. 146–158.
- Langer, T. (2007): Experimentelle Forschung, in: Köhler, R./Küpper, H.-U./Pfungsten, A. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*, Stuttgart, S. 422–430.
- Larsen, R. J./Marx, M. L. (2012): *An introduction to mathematical statistics and its applications*, 5. Auflage, Upper Saddle River.

- Lasch, R./Schulte, G. (2009): Koordination der unternehmensübergreifenden Produktionsplanung mit variablen Optimierungszentren, in: Voß, S. (Hrsg.): *Logistik Management*, Dordrecht, S. 187–210.
- Laux, H./Liermann, F. (2005): *Grundlagen der Organisation: Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre*, 6. Auflage, Berlin.
- Law, A. M. (2007): *Simulation modeling and analysis*, 4. Auflage, Boston.
- Lawrence, P. R./Lorsch, J. W. (1967): Differentiation and Integration in Complex Organizations, in: *Administrative Science Quarterly*, 12, 1, S. 1–47.
- Lazzarini, S. G./Chaddad, F. R./Cook, M. L. (2001): Integrating Supply Chain and Network Analyses: The Study of Netchains, in: *Journal on Chain and Network Science*, 1, 1, S. 7–22.
- Lee, C./Weg, E./Zwick, R. (2005): Failure of Bayesian Updating in Repeated Bilateral Bargaining, in: Rapoport, A./Zwick, R. (Hrsg.): *Experimental Business Research*, Boston, S. 249–260.
- Lee, H. L. (2002): Aligning Supply Chains with Product Uncertainties, in: *California Management Review*, 44, 3, S. 105–119.
- Lee, H. L./Billington, C. (1995): The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard, in: *Interfaces*, 25, 5, S. 42–63.
- Lee, H. L./Padmanabhan, V./Whang, S. (1997): Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, in: *Management Science*, 43, 4, S. 546–558.
- Lee, H. L./Rosenblatt, M. J. (1986): A Generalized Quantity Discount Pricing Model to Increase Supplier's Profits, in: *Management Science*, 32, 9, S. 1177–1185.
- Lee, J. H./Kim, C. O. (2008): Multi-agent systems applications in manufacturing systems and supply chain management: a review paper, in: *International Journal of Production Research*, 46, 1, S. 233–265.
- Lee, S./Kumara, S. (2010): Multiagent System Approach for Dynamic Lot-Sizing in Supply Chains, in: Jung, H./Chen, F. F./Jeong, B. (Hrsg.): *Trends in Supply Chain Design and Management*, London, S. 311–330.
- Lemieux, C. (2009): *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling*, New York.
- Lempert, S./Pflaum, A. (2011a): Sensornetzbasierendes Supply Chain Event Management zur Optimierung des innerbetrieblichen Asset Managements am Fraunhofer IIS, in: Sucky, E./Asdecker, B./Dobhan, A./Haas, S./Wiese, J. (Hrsg.): *Logistikmanagement*, Bamberg, S. 281–300.

- Lempert, S./Pflaum, A. (2011b): Towards a Reference Architecture for an Integration Platform for Diverse Smart Object Technologies, in: Höpfner, H. (Hrsg.): Mobile und ubiquitäre Informationssysteme, Bonn, S. 53–66.
- Leung, S. C. H./Wu, Y./Lai, K. K. (2003): Multi-site aggregate production planning with multiple objectives: a goal programming approach, in: Production Planning & Control, 14, 5, S. 425–436.
- Lewicki, R. J./Barry, B./Saunders, D. M. (2011): Essentials of negotiation, 5. Auflage, New York.
- Li, C./Giampapa, J./Sycara, K. (2003): A Review of Research Literature on Bilateral Negotiations, Pittsburgh.
- Lienert, G. A./Raatz, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse, 6. Auflage, Weinheim.
- Lo Nigro, G./Bruccoleri, M./Perrone, G. (2006): Negotiation in distributed production planning environments, in: International Journal of Production Research, 44, 18–19, S. 3743–3758.
- Loch, C. H./Wu, Y. (2008): Social Preferences and Supply Chain Performance: An Experimental Study, in: Management Science, 54, 11, S. 1835–1849.
- Locke, E. A./Latham, G. P. (1990): A theory of goal setting & task performance, Englewood Cliffs.
- Lopes, F. (2002): Negotiation in a multi-agent supply chain system, in: Tucci, M./Garetti, M. (Hrsg.): Proceedings of the third International Workshop of the IFIP WG5.7 Special interest group on Advanced techniques in production planning & control, Florenz, S. 153–168.
- Lorenz, M. O. (1905): Methods of Measuring the Concentration of Wealth, in: Publications of the American Statistical Association, 9, 70, S. 209–219.
- Love, S. F. (1979): Inventory control, New York.
- Lowe, T. J. L./Schwarz, L. B. (1983): Parameter Estimation for the EOQ Lot-Size Model: Minimax and Expected Value Choices, in: Naval Research Logistics quarterly, 30, 2, S. 367–376.
- Lu, L. (1995): A one-vendor multi-buyer integrated inventory model, in: European Journal of Operational Research, 81, 2, S. 312–323.
- Luce, R. D./Raiffa, H. (1958): Games and decisions: Introduction and critical survey - a study of the behavioral models project, New York.
- Lücke, T. (2005): Koordination von intra-organisationalen Produktionsnetzwerken, Aachen.

- Luczak, H./Hartweg, E. (2001): Supply Chain Management Systeme, in: Sebastian, H.-J./Grünert, T. (Hrsg.): Logistik Management, Stuttgart, S. 53–60.
- Luczak, H./Lücke, T./Lassen, S./Müller, A. (2004): Beurteilung alternativer Strategien zur informationstechnischen Integration der Auftragsabwicklung in mittelständischen Unternehmen mit gewachsenen Mehrwerksstrukturen, Aachen.
- Lutz, S./Helms, K./Wiendahl, H.-P. (1999): Management verteilter Kapazitäten in Produktionsnetzwerken, in: Schenk, M. (Hrsg.): Logistiknetzwerke, Magdeburg, S. 115–126.
- Macher, J. T./Mowery, D. C. (2003): "Managing" Learning by Doing: An Empirical Study in Semiconductor Manufacturing, in: Journal of Product Innovation Management, 20, 5, S. 391–410.
- Machuca, J. A. D./Barajas, R. P. (2004): The impact of electronic data interchange on reducing bullwhip effect and supply chain inventory costs, in: Transportation Research Part E, 40, 5, S. 209–228.
- Makatsoris, H. C./Chang, Y. S. (2004): Design of a demand-driven collaborative supply-chain planning and fulfilment system for distributed enterprises, in: Production Planning & Control, 15, 3, S. 256–269.
- Mann, H./Whitney, D. (1947): On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other, in: Annals of mathematical Statistics, 18, S. 50–60.
- Maropoulos, P./Chauve, M./Da Cunha, C. (2010): Review of Trends in Production and Logistic Networks and Supply Chain Evaluation, in: Haasis, H.-D./Kreowski, H.-J./Scholz-Reiter, B. (Hrsg.): Dynamics in Logistics, Berlin u. a., S. 39–55.
- Martens, J. (2003): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows, 2. Auflage, München.
- Martini, J. T. (2007): Verrechnungspreise zur Koordination und Erfolgsermittlung, Wiesbaden.
- Massey, F. J. J. (1951): The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit, in: Journal of the American Statistical Association, 46, 253, S. 68–78.
- Matyas, K. (2010): Taschenbuch Instandhaltungslogistik: Qualität und Produktivität steigern, 4. Auflage, München.
- McAdams, D./Malone, D. W. (2005): Internal Markets for Supply Chain Capacity Allocation, Cambridge.
- McCulloch, W. S. (1945): A Hierarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets, in: Bulletin of Mathematical Biophysics, 7, 2, S. 89–93.
- McKelvey, B./Aldrich, H. (1983): Population, Natural Selection, and Applied Organizational Science, in: Administrative Science Quarterly, 28, 1, S. 101–128.

- Meca, A./Timmer, J./García-Jurado, I./Borm, P. (2004): Inventory Games, in: *European Journal of Operational Research*, 156, S. 127–139.
- Meffert, H. (1992): *Marketingforschung und Käuferverhalten*, Wiesbaden.
- Mehta, J./Starmer, C./Sugden, R. (1992): An experimental investigation of focal points in coordination and bargaining: some preliminary results, in: Geweke, J. (Hrsg.): *Decision making under risk and uncertainty*, Dordrecht u. a., S. 211–220.
- Ménard, C. (2007): Cooperatives: Hierarchies or Hybrids, in: Karantininis, K./Nilsson, J. (Hrsg.): *Vertical Markets and Cooperative Hierarchies*, Dordrecht, S. 1–17.
- Mentzer, J. T./DeWitt, W./Keebler, J. S./Min, S./Nix, N. W./Smith, C. D./Zacharia, Z. G. (2001): Defining Supply Chain Management, in: *Journal of Business Logistics*, 22, 2, S. 1–25.
- Meyer, B. (2004): *Value-adding logistics for a world assembly line*, Paderborn.
- Meyer, J. C. (2011): *Hybride Supply Chains*, Aachen.
- Meyer, S./Lüdtke, J.-P. (2006): Der Einfluss von Working Capital auf die Profitabilität und Kreditwürdigkeit von Unternehmen, in: *Finanz-Betrieb*, 8, 10, S. 609–615.
- Meyr, H. (2009): Customer segmentation, allocation planning and order promising in make-to-stock production, in: *OR Spectrum*, 31, 1, S. 229–256.
- Meyr, H./Stadtler, H. (2008): Types of Supply Chains, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 65–80.
- Meyr, H./Wagner, M./Rohde, J. (2008): Structure of Advanced Planning Systems, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 109–115.
- Mildenberger, U. (1998): *Selbstorganisation von Produktionsnetzwerken: Erklärungsansatz auf Basis der neueren Systemtheorie*, Wiesbaden.
- Miles, R. E./Snow, C. C. (1992): Causes of Failure in Network Organizations, in: *California Management Review*, 34, 4, S. 53–72.
- Miles, R. E./Snow, C. C./Meyer, A. D./Coleman, H. J. J. (1978): Organizational Strategy, Structure, and Process, in: *Academy of Management Review*, 3, 3, S. 546–562.
- Miller, T./Matta, R. d. (2003): Integrating Production and Transportation Scheduling Decisions Between Two Geographically Separated Plants, in: *Journal of Business Logistics*, 24, 1, S. 111–146.

- Min, H./LaTour, M. S./Jones, M. A. (1995): Negotiation Outcomes: The Impact of the Initial Offer, Time, Gender, and Team Size, in: *Journal of Supply Chain Management*, 31, 4, S. 19–24.
- Min, H./Zhou, G. (2002): Supply chain modelling: past, present and future, in: *Computers and Industrial Engineering*, 43, 1–2, S. 231–249.
- Mintzberg, H. (2003): *The strategy process: Concepts, contexts, cases*, 4. Auflage, Harlow.
- Miroschedji, S. A. d. (2002): *Globale Unternehmens- und Wertschöpfungsnetzwerke: Grundlagen – Organisation – Gestaltung*, Wiesbaden.
- Mitronen, L./Möller, K. (2003): Management of hybrid organisations: a case study in retailing, in: *Industrial Marketing Mangement*, 32, 5, S. 419–429.
- Mitzkewitz, M./Nagel, R. (1993): Experimental Results on Ultimatum Games with Incomplete Information, in: *International Journal of Game Theory*, 22, 2, S. 171–198.
- Monahan, J. P. (1984): A Quantity Discount Pricing Model To Increase Vendor Profits, in: *Management Science*, 30, 6, S. 720–726.
- Montgomery, D. C. (2009): *Design and analysis of experiments*, 7. Auflage, Hoboken.
- Mooney, C. Z. (1997): *Monte Carlo simulation*, Thousand Oaks.
- Morgan, G. (2006): *Images of organization*, Thousand Oaks.
- Moritz, B. B./Hill, A. V./Donohue, K. L. (2009): *Cognition and Individual Differences in the Newsvendor Problem: Behavior Under Dual Process Theory*, Minneapolis.
- Morschett, D. (2005): Formen von Kooperationen, Allianzen und Netzwerken, in: Zentes, J. (Hrsg.): *Kooperationen, Allianzen und Netzwerke*, Wiesbaden, S. 377–403.
- Müller, S./Bruckner, A. (2004): Modulares Lieferkettenmodell in der Bekleidungsindustrie, in: Luczak, H./Stich, V. (Hrsg.): *Betriebsorganisation im Unternehmen der Zukunft*, Berlin, S. 319–332.
- Müller, T./Behr-Karla, C. (2003): Value Network Management – neue Möglichkeiten für Agenten, in: Bogaschewsky, R. (Hrsg.): *Integrated Supply Management*, Köln, S. 153–177.
- Müller-Merbach, H. (1965): Optimale Losgröße bei mehrstufiger Fertigung, in: *Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung*, 60, 3, S. 113–118.
- Myerson, R. B./Satterthwaite, M. A. (1983): Efficient Mechanisms for Bilateral Trading, in: *Journal of Economic Theory*, 29, 2, S. 265–281.
- Nahmias, S. (2009): *Production and operations analysis*, 6. Auflage, Boston.

- Narumanchi, M. V./Vidal, J. M. (2006): Algorithms for Distributed Winner Determination in Combinatorial Auctions, in: La Poutré, H./Sadeh, N. M./Janson, S. (Hrsg.): Agent-mediated electronic commerce, Berlin, S. 43–56.
- Nash, J. (1951): Non-cooperative Games, in: *Annals of Mathematics*, 54, 2, S. 286–295.
- Nash, J. (1953): Two-person Cooperative Games, in: *Econometrica*, 21, 1.
- Nebl, T. (2011): *Produktionswirtschaft*, 7. Auflage, München.
- Neelin, J./Sonnenschein, H./Spiegel, M. (1988): A Further Test of Noncooperative Bargaining Theory: Comment, in: *The American Economic Review*, 78, 4, S. 824–836.
- Nestler, H. (1974): *Materialflußuntersuchungen in Fertigungsbetrieben*, Düsseldorf.
- Neumann, J. v./Morgenstern, O. (1953): *Theory of games and economic behavior*, 6. Auflage, Princeton.
- Neumann, K. (1996): *Produktions- und Operations-Management*, Berlin.
- Neuner, C. (2009): *Konfiguration internationaler Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung von Unsicherheit*, Wiesbaden.
- Nie, L./Xu, X./Zhan, D. (2008): Collaborative Planning in Supply Chains by Lagrangian Relaxation and Genetic Algorithms, in: *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 7, 1, S. 183–197.
- Normann, R./Ramirez, R. (1993): From Value Chain to Value Constellation, in: *Harvard Business Review*, 71, July-August, S. 65–77.
- North, D. C. (2009): *Institutions, institutional change and economic performance*, 27. Auflage, Cambridge.
- Nydegger, R. V./Owen, G. (1975): Two-Person Bargaining: An Experimental Test of the Nash Axioms, in: *International Journal of Game Theory*, 3, 4, S. 239–249.
- Oakshott, L. A. (1997): Simulation modelling, in: Oakshott, L. A. (Hrsg.): *Business modelling and simulation*, Harlow, S. 121–146.
- Oberländer, M. (2008): *Optimale Beschaffungs- und Postponementstrategien in Mode-Supply-Chains: Entscheidungswirkungen alternativer Risikopräferenzen bei hohem Absatzrisiko*, Hamburg.
- Oberländer, M. (2010): Ermittlung optimaler Beschaffungsmengen für Modeprodukte unter Berücksichtigung der Risikopräferenz des Entscheidungsträgers mit Hilfe des Aspirationsmodells, in: Bogaschewsky, R./Eßig, M./Lasch, R./Stölzle, W. (Hrsg.): *Supply Management Research*, Wiesbaden.

- Oberländer, M. (2011): Dual Sourcing of a newsvendor with exponential utility of profit, in: *International Journal of Production Economics*, 133, 1, S. 370–376.
- Ochs, J./Roth, A. E. (1989): An Experimental Study of Sequential Bargaining, in: *The American Economic Review*, 79, 3, S. 355–384.
- Okino, N. (1993): Bionic Manufacturing System, in: Peklenik, J. (Hrsg.): *Flexible Manufacturing Systems*, Paris, S. 73–95.
- Oliff, M. D./Arpan, J. S. (1989): Global Manufacturing Rationalization: The Design and Management of International Factory Networks, in: Ferdows, K. (Hrsg.): *Managing international manufacturing*, Amsterdam, S. 41–65.
- Oliver, R. K./Webber, M. D. (1982): Supply Chain Management: Logistic Catches Up with Strategy, in: Booz Allen Hamilton (Hrsg.): *Outlook 31*, McLean; Nachdruck: Christopher, M. (1992): *Logistics*, London, S. 61-75.
- Oosterbeek, H./Sloof, R./Van den Kuilen, G. (2004): Cultural Differences in Ultimatum Game Experiments: Evidence from a Meta-Analysis, in: *Experimental Economics*, 7, 2, S. 171–188.
- Orlicky, J. A. (1975): *Material requirements planning: The new way of life in production and inventory management*, New York.
- Osborne, M. J. (2009): *An introduction to game theory*, internationale Auflage, Oxford.
- Osborne, M. J./Rubinstein, A. (1994): *A course in game theory*, Cambridge.
- Osterloh, M. (1998): Unternehmensinterne Märkte. Je mehr desto besser?, in: Glaser, H./Boerner, S./Schröder, E. F./Werder, A. v./Frese, E. (Hrsg.): *Organisation im Wandel der Märkte*, Wiesbaden, S. 288–315.
- Ostertag, R. (2008): *Supply-Chain-Koordination im Auslauf in der Automobilindustrie: Koordinationsmodell auf Basis von Fortschrittszahlen zur dezentralen Planung bei zentraler Informationsbereitstellung*, Wiesbaden.
- o. V. (2007): *Zukunft Bayern 2020 – Nachhaltige Politik für Kinder, Bildung und Arbeit*, <http://www.bayern.de/Gutachten-Zukunft-Bayern-2020-.1415.htm>, Stand: 2011-07-25.
- o. V. (2011a): *Airbus bleibt Weltmarktführer*, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/industrie/0,2828,739878,00.html>, Stand: 2011-06-03.
- o. V. (2011b): *Brandz Top 100 - Most valuable global brands 2011*, http://www.millwardbrown.com/Libraries/Optimor_BrandZ_Files/2011_BrandZ_Top100_Report.sflb.ashx, Stand: 2011-07-25.

- o.V. (2011c): EADS Annual Review 2010 - Flight into the Future, http://www.eads.com/dms/eads/int/en/investor-relations/documents/2011/Events-Reports/AR_RegDoc_2010/2may_EADS_AR_ok/EADS%20Annual%20Review%202010.%20Flight%20into%20the%20Future.pdf, Stand: 2011-07-25.
- Owen, G. (1975): On the core of linear production games, in: *Mathematical Programming*, 9, 1, S. 358–370.
- Özer, Ö./Zheng, Y./Chen, K.-Y. (2011): Trust in Forecast Information Sharing, in: *Management Science*, 57, 6, S. 1111–1137.
- Pape, U. (2006): *Agentenbasierte Umsetzung eines SCM-Konzeptes zum Liefermanagement in Liefernetzwerken der Serienfertigung*, Paderborn.
- Parthey, H./Wahl, D. (1966): *Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften*, Berlin.
- Pasternack, B. A. (1985): Optimal Pricing and Return Policies for Perishable Commodities, in: *Marketing Science*, 4, 2, S. 166–176.
- Patig, S. (2006): *Die Evolution von Modellierungssprachen*, Berlin.
- Pausenberger, E. (1989): Zur Systematik von Unternehmenszusammenschlüssen, in: *WISU*, 18, 11, S. 621–626.
- Payne, T. (2010): Magic Quadrant for Supply Chain Planning for Process Automation, <http://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/oracle/article152/article152.html>, Stand: 2011-05-09.
- Pearson, K. (1912): On the General Theory of the Influence of Selection on Correlation and Variation, in: *Biometrika*, 8, 3/4, S. 437–443.
- Pechoucek, M./Marik, V. (2008): Industrial deployment of multi-agent technologies review and selected case studies, in: *Journal of Autonomous Agents and Multi-agent Systems*, 17, S. 397–431.
- Pechoucek, M./Rehak, M./Charvat, P./Vlcek, T. (2007): Agent-Based Approach to Mass-Oriented Production Planning: Case Study, in: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C: Applications and Reviews*, 37, 3, S. 386–395.
- Peeters, R./Vorsatz, M./Walzl, M. (2007): Truth, Trust, and Sanctions: On Institutional Selection in Sender-Receiver Games, Maastricht.
- Perlmutter, H. V. (1969): The Tortuous Evolution of the Multinational Corporation, in: *Columbia Journal of World Business*, 4, 1, S. 9–18.

- Perrow, C. (1970): *Organizational analysis: A sociological view*, London.
- Perrow, C. (1986): Economic theories of organization, in: *Theory and Society*, 15, 1–2, S. 11–45.
- Peters, H. (2008): *Game Theory: A Multi-Leveled Approach*, Berlin u. a.
- Pfeffer, J. (1992): *Managing with power: Politics and influence in organizations*, Boston.
- Pfeffer, J./Salancik, G. R. (1978): *The external control of organizations: A resource dependence perspective*, New York.
- Pfeiffer, T. (1997): *Innerbetriebliche Verrechnungspreisbildung bei dezentralen Entscheidungsstrukturen: Eine quantitative Analyse unter Berücksichtigung der Aspekte Zeit und asymmetrischer Information*, Heidelberg.
- Pfohl, H.-C./Trumpfheller, M. (2004): Das ATHENE-Projekt: Auf dem Weg zu Netzkompetenz in Supply Chains, in: Pfohl, H.-C. (Hrsg.): *Netzkompetenz in Supply Chains*, Wiesbaden, S. 3–10.
- Philippson, C. (2003): *Koordination einer standortbezogen verteilten Produktionsplanung und -steuerung auf der Basis von Standard-PPS-Systemen*, Aachen.
- Pibernik, R. (2002): Ausgewählte Methoden und Verfahren zur Unterstützung des Advanced Available to Promise, in: *Zeitschrift für Planung*, 13, 4, S. 345–372.
- Pibernik, R. (2005): Advanced Available-To-Promise: Classification, selected methods and requirements for operations and inventory management, in: *International Journal of Production Economics*, 93–94, 1, S. 239–252.
- Pibernik, R./Sucky, E. (2005): Master Planning in Supply Chains, in: Günther, H.-O./Mattfeld, D. C./Suhl, L. (Hrsg.): *Supply Chain Management und Logistik*, Heidelberg, S. 69–94.
- Pibernik, R./Sucky, E. (2006): Centralised and decentralised supply chain planning, in: *International Journal of Integrated Supply Management*, 2, 1/2, S. 6–27.
- Pibernik, R./Sucky, E. (2008): Verhandlungsbasiertes Master Planning in Supply Chains, in: *DBW Die Betriebswirtschaft*, 68, 1, S. 85–111.
- Pichler, J./Plösch, R./Weinreich, R. (2002): MASIF und FIPA: Standards für Agenten, in: *Informatik Spektrum*, 25, 2, S. 91–100.
- Picot, A./Reichwald, R./Wigand, R. (2008): *Information, Organization and Management*, Berlin u. a.
- Plott, C. R. (1982): Industrial Organization Theory and Experimental Economics, in: *Journal of Economic Literature*, 20, 4, S. 1485–1527.

- Plott, C. R. (1987): Rational Choice in Experimental Markets, in: Hogarth, R. M./Reder, M. W. (Hrsg.): Rational choice, Chicago, S. 117–143.
- Popper, K. (1935): Logik der Forschung, Wien.
- Porter, M. E. (2004): Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors, New York.
- Porter, M. E./Millar, V. E. (1985): How information gives you competitive advantage, in: Harvard Business Review, 63, July-August, S. 150–174.
- Poslad, S. J./Bourne, R. A./Hayzelden, A. L. G./Buckle, P. (2001): Agent Technology for Communications Infrastructure: An Introduction, in: Hayzelden, A. L. G. (Hrsg.): Agent technology for communication infrastructures, Chichester, S. 1–18.
- Preiß, H./Pflaum, A. (2011): Realization of the "Internet of Things" - Towards an Engineering Model for technology-based Supply Chain Information Services, in: Sucky, E./Asdecker, B./Dobhan, A./Haas, S./Wiese, J. (Hrsg.): Logistikmanagement, Bamberg, S. 323–339.
- Probst, G. J. B. (1987): Selbst-Organisation: Ordnungsprozesse in sozialen Systemen aus ganzheitlicher Sicht, Berlin.
- Probst, G. J. B. (1993): Organisation: Strukturen, Lenkungsinstrumente, Entwicklungsperspektiven, Landsberg/Lech.
- Pruitt, D. G. (1981): Negotiation behavior, New York.
- Pruitt, D. G./Drews, J. L. (1969): The Effect of Time Pressure, Time Elapsed, and the Opponent's Concession Rate on Behavior in Negotiation, in: Journal of Experiment Social Psychology, 5, 1, S. 43–60.
- Rahmifard, S. (2004): Semi-heterarchical production planning structures in the support of team-based manufacturing, in: International Journal of Production Research, 42, 17, S. 3369–3382.
- Rapoport, A./Weg, E./Felsenthal, D. S. (1990): Effects of Fixed Costs in Two-person Sequential Bargaining, in: Theory and Decision, 28, 1, S. 47–71.
- Reichwald, R./Stotko, C. M./Piller, F. T. (2005): Dezentrale Minifabrik-Netzwerke als Form des Real-Time Enterprise: Konzeption, Flexibilitätspotenziale und Fallstudien, in: Kuhlin, B./Thielmann, H. (Hrsg.): The Practical Real-Time Enterprise, Berlin u. a., S. 449–482.
- Reihlein, M. (1998): Die Heterarchie als postbürokratisches Organisationsmodell der Zukunft, Köln.
- Reiß, M. (2001): Netzwerk-Kompetenz, in: Corsten, H. (Hrsg.): Unternehmungsnetzwerke, München, S. 121–188.

- Reiß, M. (2011): Koordination durch kompetitive Organisationsformen, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): Dezentrale Koordination ökonomischer Aktivitäten, Berlin, S. 1–42.
- Ritsch, K. (2005): Wissensorientierte Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken, Aachen.
- Ritter, A. (2003): Ein Multi-Agenten-System für mobile Einrichtungen in Produktionssystemen, Heimsheim.
- Robbins, S. P. (1983): Organization theory: The structure and design of organizations, Englewood Cliffs.
- Robbins, S. P./Judge, T. A./Campbell, T. T. (2010): Organizational behaviour, Harlow.
- Rogers, D. S./Lambert, D. M./Croxtton, K. L./Garcia-Dastugue, S. J. (2002): The Returns Management Process, in: The International Journal of Logistics Management, 13, 2, S. 2–18.
- Rogers, D. S./Lambert, D. M./Knemeyer, M. A. (2004): The Product Development and Commercialization Process, in: The International Journal of Logistics Management, 15, 1, S. 43–56.
- Rohde, J./Meyr, H./Wagner, M. (2000): Die Supply Chain Planning Matrix, in: PPS Management, 5, 1, S. 10–15.
- Rohde, J./Wagner, M. (2008): Master Planning, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): Supply chain management and advanced planning, Berlin u. a., S. 161–179.
- Röhrs, A. (2003): Produktionsmanagement in Produktionsnetzwerken, Frankfurt am Main.
- Rose, O./März, L. (2011): Simulation, in: Krug, W. (Hrsg.): Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik, Berlin u. a., S. 13–19.
- Rosenschein, J. S./Zlotkin, G. (1998): Rules of encounter: Designing conventions for automated negotiation among computers, 2. Auflage, Cambridge.
- Rosenthal, R. (1991): Meta-analytic procedures for social research, 2. Auflage, Newbury Park.
- Rosenthal, R./Rosnow, R. L. (1991): Essentials of behavioral research: Methods and data analysis, 2. Auflage, New York.
- Roth, A. E. (1995): Introduction to Experimental Economics, in: Kagel, J. H. (Hrsg.): The handbook of experimental economics, Princeton, S. 3–110.
- Roth, A. E./Malouf, M. W. K. (1979): Game-Theoretic Models and the Role of Information in Bargaining, in: Psychological Review, 86, 6, S. 574–594.
- Roth, A. E./Malouf, M. W. K./Murnighan, K. J. (1981): Sociological Versus Strategic Factors in Bargaining, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 2, 2, S. 153–177.

- Roth, A. E./Murnighan, K. J. (1982): The Role of Information in Bargaining. An Experimental Study, in: *Econometrica*, 50, 5, S. 1123–1142.
- Rubinstein, A. (1982): Perfect Equilibrium in a Bargaining Model, in: *Econometrica*, 50, 1, S. 97–109.
- Rücker, T. (2006): *Optimale Materialflussteuerung in heterogenen Produktionssystemen*, Wiesbaden.
- Rudi, N./Drake, D. (2008): Level, adjustment and observation biases in the newsvendor model, *Fontainebleau*.
- Ryu, K./Son, Y.-J./Jung, M. (2003): Framework for fractal-based supply chain management of e-Biz companies, in: *Production Planning & Control*, 14, 8, S. 720–733.
- Sabri, E. H./Beamon, B. M. (2000): A multi-objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design, in: *Omega*, 28, 5, S. 581–598.
- Salancik, G. R./Pfeffer, J. (1974): The Bases and Use of Power in Organizational Decision Making: The Case of a University, in: *Administrative Science Quarterly*, 19, 4, S. 453–473.
- Sander, M. (2011): *Marketing-Management: Märkte, Marktinformationen und Marktbearbeitung*, Stuttgart.
- Sandholm, T. (1995): Issues in Automated Negotiation and Electronic Commerce: Extending the Contract Net Framework, in: Lesser, V./Gasser, L. (Hrsg.): *Proceedings of the First International Conference on Multiagent Systems*, Menlo Park, S. 328–335.
- Sarris, V. (1998): *Erkenntnisgewinnung und Methodik der experimentellen Psychologie*, Stuttgart.
- Sauerbier, T. (2003): *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler*, 2. Auflage, München.
- Sauermann, H./Selten, R. (1959): Ein Oligopolexperiment, in: *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 115, S. 427–471.
- Saunders, M. (1997): *Strategic purchasing and supply chain management*, 2. Auflage, London.
- Schäfer, T. (2011): *Statistik II: Inferenzstatistik*, Wiesbaden.
- Schelling, T. C. (1980): *The strategy of conflict*, Cambridge.
- Schild, K./Busmann, S. (2007): Self-Organization in Manufacturing Operations, in: *Communications of the ACM*, 50, 12, S. 74–79.
- Schildbach, T./Feldhoff, P. (2008): *Der Konzernabschluss nach HGB, IFRS und US-GAAP*, 7. Auflage, München.

- Schimmel, K./Zelewski, S. (1996): Untersuchung alternativer Auktionsformen hinsichtlich ihrer Eignung zur Koordination verteilter Agenten auf Elektronischen Märkten, Leipzig.
- Schlee, W. (2004): Einführung in die Spieltheorie, Wiesbaden.
- Schlüter, F. (2001): Hybride PPS für heterogene Fertigungsstrukturen, Wiesbaden.
- Schlüter, H. (1958): Untersuchungen zum Problem der optimalen Losgröße, Gelnhausen.
- Schmid, S./Kotulla, T./Machulik, M./Schulze, S. (2007): Airbus – Dezentrale Wertschöpfung in Europa als Erfolgsgeheimnis oder Achillesferse?, in: Schmid, S. (Hrsg.): Strategien der Internationalisierung, München, S. 69–78.
- Schmid, S./Kretschmer, K. (2007): Drei Streifen Made in Asia, in: Schmid, S. (Hrsg.): Strategien der Internationalisierung, München, S. 53–62.
- Schmid, U. (1998): Das Losgrößenproblem und statische Lösungsverfahren zur Losgrößenbestimmung, in: WISU, 27, 5, S. 584–590.
- Schmidt, C. (1999): Marktliche Koordination in der dezentralen Produktionsplanung: Effizienz – Komplexität – Performance, Wiesbaden.
- Schmitz, P. W. (2008): Information gathering and the hold-up problem in a complete contracting framework, in: Economic Letters, 101, 3, S. 268–271.
- Schneeweiss, C. (2003): Distributed decision making, 2. Auflage, Berlin.
- Schneeweiss, C./Zimmer, K. (2004): The design of contracts to coordinate operational interdependencies within the supply chain, in: International Journal of Production Economics, 92, S. 43–59.
- Scholz, H.-G. (2001): Kosten-Management, München.
- Scholz-Reiter, B./Wirth, F./Freitag, M./Dashkovskiy, S./Jagalski, T./Beer, C. d./Rüffer, B. (2006): Some Remarks on the Stability of Production Networks, in: Haasis, H.-D./Möllenstädt, O. (Hrsg.): Strategic tools for the sustainable development of maritime regions, Berlin, S. 91–96.
- Schonert, T. (2008): Interorganisationale Wertschöpfungsnetzwerke in der deutschen Automobilindustrie: Die Ausgestaltung von Geschäftsbeziehungen am Beispiel internationaler Standortentscheidungen, Wiesbaden.
- Schönsleben, P. (2011): Integrales Logistikmanagement: Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend, 6. Auflage, Berlin.
- Schreyögg, G. (2008): Organisation: Grundlagen moderner Organisationsgestaltung, 5. Auflage, Wiesbaden.

- Schuh, G./Gierth, A./Schiegg, P. (2006): Prozessarchitektur, in: Schuh, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung, Berlin u. a., S. 81–107.
- Schuh, G./Roesgen, R. (2006): Aufgaben, in: Schuh, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung, Berlin u. a., S. 28–80.
- Schuh, G./Sauer, A./Schönung, M./Schulte, H./Kinkel, S./Berret, M./Dressler, N./Rinn, T./Zollenkop, M./Gleisberg, J./Hundt, F./Schmidt, A./Moerman, P. A./Commandeur, H. R./Langerak, F./Kuhn, A./Hellingrath, B. (2009): Vernetzte Produktion – Management von Unternehmensnetzwerken, in: Bullinger, H.-J./Spath, D./Warnecke, H.-J./Westkämper, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation, Berlin u. a., S. 317–407.
- Schuh, G./Schmidt, C. (2006): Prozesse, in: Schuh, G. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung, Berlin u. a., S. 108–194.
- Schulte-Kruppen, K. (2010): Bilanz- und ertragsteuerliche Wirkungsanalyse finanzwirtschaftlicher Sanierungsmaßnahmen bei Kapitalgesellschaften, Hamburg.
- Schulte-Zurhausen, M. (2010): Organisation, 5. Auflage, München.
- Schultz, K. L./McClain, J. O./Robinson, L. W./Thomas, L. J. (2007): The Use of Framing in Inventory Decisions, Alberta u. a.
- Schwarze, J. (2010): Projektmanagement mit Netzplantechnik, 10. Auflage, Herne.
- Schweitzer, M. E./Cachon, G. P. (2000): Decision Bias in the Newsvendor Problem with a Known Demand Distribution: Experimental Evidence, in: Management Science, 46, 3, S. 404–420.
- Schweizer, W. (2009): MATLAB kompakt, 4. Auflage, München.
- Scott, W. R. (2009): Institutions and organizations: Ideas and interests, 3. Auflage, Los Angeles.
- Selten, R. (1965): Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfragerträgeit, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 121, S. 301–324.
- Selten, R. (1975): Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games, in: International Journal of Game Theory, 4, 1, S. 25–55.
- Selten, R. (1978): The Chain Store Paradox, in: Theory and Decision, 9, 2, S. 127–159.
- Selten, R./Ockenfels, A. (1998): An experimental solidarity game, in: Journal of Economic Behavior and Organization, 34, 4, S. 517–539.
- Seppänen, M./Suomala, P. (2003): E-Business in B-2-B Wholesalers Internal Supply Chain: Effects on Costs, in: International Journal of Electronic Business, 4, 1, S. 347–357.

- Shah, J./Singh, N. (2001): Benchmarking Internal Supply Chain Performance: Development of a Framework, in: *Journal of Supply Chain Management*, 37, 1, S. 37–47.
- Shapiro, J. F. (2007): *Modeling the supply chain*, 2. Auflage, Belmont.
- Shapiro, S. S./Wilk, M. B. (1965): An Analysis of Variance Test for Normality, in: *Biometrika*, 52, 3/4, S. 591–611.
- Sharafali, M./Co, H. C. (2000): Some models for understanding the cooperation between the supplier and the buyer, in: *International Journal of Production Research*, 38, 15, S. 3425–3449.
- Shi, Y./Gregory, M. (1998): International manufacturing networks - to develop global competitive capabilities, in: *Journal of Operations Management*, 16, 2–3, S. 195–214.
- Shirodkar, S./Kempf, K. (2006): Supply Chain Collaboration Through Shared Capacity Models, in: *Interfaces*, 36, 5, S. 420–432.
- Siegel, S. (1960): Theoretical models of choice and strategy behavior: stable state behavior in the two-choice uncertain outcome situation, in: *Psychometrika*, 24, 4, S. 303–316.
- Siegel, S. (2001): *Nichtparametrische statistische Methoden*, Eschborn.
- Siegel, S./Fouraker, L. E. (1960): Bargaining and group decision making: Experiments in bilateral monopoly, *Niedernberg*.
- Siegel, S./Harnett, D. L. (1964): Bargaining behavior: A comparison between mature industrial personnel and college students, in: *Operations Research*, 12, 2, S. 334–343.
- Siemens, E. (2011): The Usefulness of Behavioral Laboratory Experiments in Supply Chain Management Research, in: *Journal of Supply Chain Management*, 47, 3, S. 17–18.
- Silver, E. A./Pyke, D. F./Peterson, R. (1998): *Inventory management and production planning and scheduling*, 3. Auflage, New York.
- Simatupang, T. M./Sridharan, R. (2002): The Collaborative Supply Chain, in: *The International Journal of Logistics Management*, 13, 1, S. 15–30.
- Simchi-Levi, D./Chen, X./Bramel, J. (2005): *The Logic of Logistics: Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management*, New York.
- Simchi-Levi, D./Kaminsky, P./Simchi-Levi, E. (2008): *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies*, 3. Auflage, Boston.
- Simon, H. A. (1997): *Models of bounded rationality*, Cambridge.
- Singer, M./Donoso, P. (2007): Internal supply chain management in the Chilean sawmill industry, in: *International journal of operations & production management*, 27, 5, S. 524–541.

- Smith, R. G. (1980): The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver, in: *IEEE Transactions on Computers Part C*, 29, 12, S. 1104–1113.
- Smith, V. K. (1973): *Monte Carlo methods: Their role for econometrics*, Lexington.
- Smith, V. L. (1962): An Experimental Study of Competitive Market Behavior, in: *The Journal of Political Economy*, 70, 2, S. 111–137.
- Smith, V. L. (1976): Experimental Economics: Induced Value Theory, in: *The American Economic Review*, 66, 2, S. 274–279.
- Smith, V. L. (2004): Preface, in: Smith, V. L. (Hrsg.): *Papers in experimental economics*, Cambridge, S. xi–xii.
- Smith, V. L./Walker, J. M. (1993): Reward, Experience and Decision Costs in First Price Auctions, in: *Economic Inquiry*, 31, 2, S. 237–244.
- Sopher, B. (1994): Concession Behavior in a Bargaining Game: A Laboratory Test of the Risk Dominance Principle, in: *The Journal of Conflict Resolution*, 38, 1, S. 117–137.
- Spath, D. (2009): Grundlagen der Organisationsgestaltung, in: Bullinger, H.-J./Spath, D./Warnecke, H.-J./Westkämper, E. (Hrsg.): *Handbuch Unternehmensorganisation*, Berlin u. a., S. 4–24.
- Spearman, C. (1904): The proof and measurement of association between two things, in: *The American Journal of Psychology*, 15, 1, S. 72–101.
- Spekman, R. E./Kamauff, J. W./Myhr, N. (1998): An empirical investigation into supply chain management, in: *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28, 8, S. 630–650.
- Spengler, J. J. (1950): Vertical Integration and Antitrust Policy, in: *The Journal of Political Economy*, 58, 4, S. 347–352.
- Stadtler, H. (2007): How Important Is It to Get the Lot Size Right?, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 77, 4, S. 407–416.
- Stadtler, H. (2008a): Production Planning and Scheduling, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 199–216.
- Stadtler, H. (2008b): Purchasing and Material Requirements Planning, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 217–229.
- Stadtler, H. (2008c): Supply Chain Management - An Overview, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 10–36.

- Stadtler, H. (2009): A Framework for Collaborative Planning and State-of-the-art, in: *OR Spectrum*, 31, 1, S. 497–502.
- Stadtler, H./Kilger, C. (2008a): Conclusions and Outlook, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 492–502.
- Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.) (2008b): *Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software, and case studies*, 4. Auflage, Berlin u. a.
- Ståhl, I. (1972): *Bargaining Theory*, Stockholm.
- Steckel, J. H./Gupta, S./Banerji, A. (2004): Supply Chain Decision Making: Will Shorter Cycle Times and Shared Point-of-Sale Information Necessarily Help?, in: *Management Science*, 50, 4, S. 458–464.
- Sterman, J. D. (1989): Modeling managerial behavior: Misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment, in: *Management Science*, 35, 3, S. 321–339.
- Steven, M./Krüger, R. (2004): Advanced Planning Systems – Grundlagen, Funktionalitäten, Anwendungen, in: Busch, A./Dangelmaier, W. (Hrsg.): *Integriertes Supply Chain Management*, Wiesbaden, S. 171–188.
- Stevens, C. K. (2011): Questions to Consider When Selecting Student Samples, in: *Journal of Supply Chain Management*, 47, 3, S. 19–21.
- Stevens, G. C. (1989): Integrating the Supply Chain, in: *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 19, 8, S. 3–9.
- Stiglitz, J. E. (1982): Self-Selection and Pareto Efficient Taxation, in: *Journal of Public Economics*, 17, 2, S. 213–240.
- Stinchcombe, A. L. (1959): Bureaucratic and Craft Administration of Production: A Comparative Study, in: *Administrative Science Quarterly*, 4, 2, S. 168–187.
- Stockheim, T./Wendt, O./König, W. (2006): Trust-Based Distributed Supply-Web Negotiations, in: Kirn, S./Herzog, O./Lockemann, P./Spaniol, O. (Hrsg.): *Multiagent engineering - Theory and applications in enterprises*, Berlin, S. 177–195.
- Stölzle, W. (1999): *Industrial Relationships*, München.
- Stommel, H. J. (1976): *Betriebliche Terminplanung*, Berlin.
- Sturgeon, T. J. (2001): How Do We Define Value Chains and Production Networks?, <http://www.inti.gov.ar/cadenasdevalor/Sturgeon.pdf>, Stand: 2009-11-19.
- Sucky, E. (2001): Eine spieltheoretische Analyse von Zulieferer-Abnehmer-Beziehungen in Supply Chains, in: Sebastian, H.-J./Grünert, T. (Hrsg.): *Logistik Management*, Stuttgart, S. 93–105.

- Sucky, E. (2002a): Collaborative Supply Chain Planning, in: *Logistik Management*, 4, 2, S. 13–23.
- Sucky, E. (2002b): Eine spieltheoretische Analyse von Zulieferer-Abnehmer-Beziehungen auf Basis des JELS-Modells, in: Chamoni, P./Leisten, R./Martin, A./Minnemann, J./Stadtler, H. (Hrsg.): *Operations research proceedings 2001*, Berlin.
- Sucky, E. (2003): Ein dynamisches Verhandlungsmodell des Supply Chain Management, in: Leopold-Wildburger, U. (Hrsg.): *Operations research proceedings 2002*, Berlin, S. 114–119.
- Sucky, E. (2004a): Coordinated order and production policies in supply chains, in: *OR Spectrum*, 26, 4, S. 493–520.
- Sucky, E. (2004b): *Koordination in Supply Chains: Spieltheoretische Ansätze zur Ermittlung integrierter Bestell- und Produktionspolitiken*, Wiesbaden.
- Sucky, E. (2004c): Softwaregestützte Verhandlung in Supply-Chains: Koordination bei Macht- und Informationsasymmetrie, in: *Wirtschaftsinformatik*, 46, 6, S. 459–469.
- Sucky, E. (2007): A model for Dynamic Strategic Vendor Selection, in: *Computers and Operations Research*, 34, 12, S. 3638–3651.
- Sucky, E./Dobhan, A. (2011): Hybride Planung in Internal Supply Chains, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): *Dezentrale Koordination ökonomischer Aktivitäten*, Berlin, S. 205–238.
- Sucky, E./Dobhan, A./Müller, C./Sprenger, J. (2009): *Organisation und Software im Internal Supply Chain Planning*, Bamberg.
- Sucky, E./Hönscheidt, I. (2007): Konfiguration von Logistiknetzwerken: Gestaltung des Distributionsnetzwerks eines Unternehmens der Automobilindustrie, in: Günther, H.-O./Mattfeld, D. C./Suhl, L. (Hrsg.): *Management logistischer Netzwerke*, Heidelberg, S. 61–84.
- Suishan, G./Xia, L./Cong, W. (2010): Study on Integration Model of the Internal Supply Chain, in: *The 2nd International Conference on Information Science and Engineering (ICISE 2010)*, Piscataway, S. 2810–2813.
- Sule, D. R. (2008): *Production planning and industrial scheduling: Examples, case studies and applications*, 2. Auflage, Boca Raton.
- Supply Chain Council (2008): *Supply-Chain Operation Reference-model: SCOR Quick Reference*, <http://supply-chain.org/quick-reference>, Stand: 2010-09-11.
- Sürle, C./Wagner, M. (2008): Supply Chain Analysis, in: Stadtler, H./Kilger, C. (Hrsg.): *Supply chain management and advanced planning*, Berlin u. a., S. 37–63.
- Sydow, J. (1992): *Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation*, Wiesbaden.

- Sydow, J. (2010): Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung, in: Sydow, J. (Hrsg.): Management von Netzwerkorganisationen, Wiesbaden, S. 373–470.
- Sydow, J./Möllering, G. (2009): Produktion in Netzwerken: Make, Buy & Cooperate, 2. Auflage, München.
- Talluri, S./Baker, R. C./Sarkis, J. (1999): A framework for designing efficient value chain networks, in: International Journal of Production Economics, 62, 1–2, S. 133–144.
- Tan, K. C. (2001): A framework of supply chain management literature, in: European Journal of Purchasing and Supply Management, 7, 1, S. 39–48.
- Tan, T./Alp, O. (2009): An integrated approach to inventory and flexible capacity management subject to fixed costs and non-stationary stochastic demand, in: OR Spectrum, 31, 2, S. 311–459.
- Teuteberg, F. (2005): Realisierung ubiquitärer Supply Networks auf Basis von Auto-ID- und Agenten-Technologien – Evolution oder Revolution?, in: Ferstl, O. K./Sinz, E. J./Eckert, S./Isselhorst, T. (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik 2005 – eEconomy, eGovernment, eSociety, Heidelberg, S. 3–22.
- Thaler, K. (2001): Supply Chain Management: Prozessoptimierung in der logistischen Kette, 3. Auflage, Köln.
- Tharumarajah, A./Wells, A. J./Nemes, L. (1996): Comparison of the bionic, fractal and holonic manufacturing system concepts, in: International Journal of Integrated Manufacturing, 9, 3, S. 217–226.
- Thomas, D. J./Griffin, P. M. (1996): Coordinated Supply Chain Management, in: European Journal of Operational Research, 94, 1, S. 1–15.
- Thonemann, U. (2010): Operations Management, München.
- Tichy, N. M./Tushman, M. L./Fombrun, C. (1979): Social Network Analysis For Organizations, in: Academy of Management Review, 4, 4, S. 507–519.
- Tiede, M./Voß, W. (2000): Schließen mit Statistik – Verstehen, München.
- Tietz, R. (1996): Experimentelle Wirtschaftsforschung – Wege zur Modellierung eingeschränkter Rationalität, in: Ökonomie und Gesellschaft, 13, S. 120–155.
- Timpe, C. H./Kallrath, J. (2000): Optimal planning in large multi-site production networks, in: European Journal of Operational Research, 126, S. 422–435.
- Toporowski, W. (1996): Logistik im Handel: Optimale Lagerstruktur und Bestellpolitik einer Filialunternehmung, Heidelberg.

- Toporowski, W. (1999): Unternehmensübergreifende Optimierung der Bestellpolitik – das JELS-Modell mit einem Intermediär, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, 51, 10, S. 963–989.
- Toth, M. (2008): Eine Methode für das kollaborative Bedarfs- und Kapazitätsmanagement in Engpasssituationen, Dortmund.
- Trovinger, S. C./Bohn, R. E. (2005): Setup Time Reduction for Electronics Assembly Combining Simple (SMED) and IT-Based Methods, in: *Production and Operations Management*, 14, 2, S. 205–217.
- US Department of Commerce (2011): US Census Bureau News - US Goods Trade: Imports & Exports by Related-Parties 2010, <http://sasweb.ssd.census.gov/relatedparty/>, Stand: 2011-07-25.
- Vahrenkamp, R. (2003): *Quantitative Logistik für das Supply Chain Management*, München.
- Vahrenkamp, R./Siepermann, C. (2007): *Logistik: Management und Strategien*, 6. Auflage, München.
- van den Abbeele, A./Roodhooft, F./Warlop, L. (2009): The effect of cost information on buyer-supplier negotiations in different power settings, in: *Accounting, Organizations and Society*, 34, 2, S. 245–266.
- van den Heuvel, W./Borm, P./Hamers, H. (2007): Economic Lot-Sizing Games, in: *European Journal of Operational Research*, 176, 2, S. 1117–1130.
- Vetschera, R. (2007): Preference structures and negotiator behavior in electronic negotiations, in: *Decision Support Systems*, 44, 1, S. 135–146.
- Vidal, C. J./Goetschalckx, M. (2000): Modeling the Effect of Uncertainties on Global Logistics Systems, in: *Journal of Business Logistics*, 21, 1, S. 95–120.
- Vidal, C. J./Goetschalckx, M. (2001): A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation, in: *European Journal of Operational Research*, 129, 1, S. 134–158.
- Voeth, M./Herbst, U. (2009): *Verhandlungsmanagement: Planung, Steuerung und Analyse*, Stuttgart.
- Völkl, S. (2006): *Zwischenbetriebliche Koordination von Losgrößen in Supply Chains*, Lohmar.
- Walker, A./Lorsch, J. W. (1968): Organization choice: product vs. function, in: *Harvard Business Review*, 46, 6, S. 129–138.
- Wall, J. A. (1985): *Negotiation, theory and practice*, Glenview.

- Wannenwetsch, H. (2005): *Vernetztes Supply Chain Management: SCM-Integration über die gesamte Wertschöpfungskette*, Berlin u. a.
- Wannenwetsch, H. (2010): *Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion*, 4. Auflage, Berlin u. a.
- Ware, N./Fogarty, D. W. (1990): Master Schedule/Master Production Schedule: The Same or Different?, in: *Production and Inventory Management Journal*, 31, 1, S. 34–37.
- Warnecke, H.-J. (1996): *Die Fraktale Fabrik: Revolution der Unternehmenskultur*, 2. Auflage, Reinbek.
- Warnecke, H.-J. (1999): Die Evolution der Gestaltungsansätze, in: Warnecke, H.-J./Braun, J. (Hrsg.): *Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk*, Berlin, S. 3–39.
- Waters, C. D. J. (2011): *Supply chain risk management: Vulnerability and resilience in logistics*, 2. Auflage, London.
- Waters, D. (2009): *Supply chain management: An introduction to logistics*, 2. Auflage, Basingstoke.
- Weber, J./Bacher, A./Groll, M. (2003): *Steuerung der Supply Chain: Aber mit welchen Instrumenten?*, Vallendar.
- Weber, J./Schäffer, U. (2011): *Einführung in das Controlling*, 13. Auflage, Stuttgart.
- Weber, M. (1925): *Wirtschaft und Gesellschaft/1*, 2. Auflage, Heidelberg.
- Weber, R. (2009): *Zeitgemäße Materialwirtschaft mit Lagerhaltung: Flexibilität, Lieferbereitschaft, Bestandsreduzierung, Kostensenkung – das deutsche Kanban*, 9. Auflage, Renningen.
- Webster, S. T. (2008): *Principles and tools for supply chain management*, Boston.
- Weg, E./Rapoport, A./Felsenthal, D. S. (1990): Two-Person Bargaining Behavior in Fixed Discounting Factors Games with Infinite Horizon, in: *Games and Economic Behavior*, 2, 1, S. 76–95.
- Weg, E./Zwick, R. (1994): Toward the settlement of the fairness issues in ultimatum games, in: *Journal of Economic Behavior and Organization*, 24, 1, S. 19–34.
- Weg, E./Zwick, R./Rapoport, A. (1996): Bargaining in Uncertain Environments: A Systematic Distortion of Perfect Equilibrium Demands, in: *Games and Economic Behavior*, 14, 2, S. 260–286.
- Weigelt, M. (1994): *Dezentrale Produktionssteuerung mit Agenten-Systemen: Entwicklung neuer Verfahren und Vergleich mit zentraler Lenkung*, Wiesbaden.
- Weis, H. C./Steinmetz, P. (2008): *Marktforschung*, 7. Auflage, Ludwigshafen am Rhein.

- Welge, M. K. (1999): Informale Steuerungsmechanismen zur Optimierung globaler Geschäfte, in: Kutschker, M. (Hrsg.): Management verteilter Kompetenzen in multinationalen Unternehmen, Wiesbaden, S. 3–24.
- Werner, H. (2010): Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 4. Auflage, Wiesbaden.
- Westermann, R. (2000): Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik: Ein Lehrbuch zur psychologischen Methodenlehre, Göttingen.
- White, H. D. (2009): Scientific Communication and Literature Retrieval, in: Cooper, H. M./Hedges, L. V./Valentine, J. C. (Hrsg.): The handbook of research synthesis and meta-analysis, New York, S. 41–55.
- White, S. B./Valley, K. L./Bazerman, M. H./Neale, M. A./Peck, S. R. (1994): Alternative Models of Price Behavior in Dyadic Negotiations: Market Prices, Reservation Prices, and Negotiator Aspirations, in: Organizational Behavior and Human Decision Processes, 57, 3, S. 430–447.
- Wielenberg, S. (2007): Koordination, in: Köhler, R./Küpper, H.-U./Pfungsten, A. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Stuttgart, S. 956–965.
- Wiendahl, H.-P. (2010): Betriebsorganisation für Ingenieure, 7. Auflage, München.
- Wiendahl, H.-P./Lutz, S. (2002): Management of Variable Production Networks, in: Zheng, L./Possel-Dölken, F. (Hrsg.): Strategic production networks, Berlin, S. 368–388.
- Wight, O. W. (1984): Manufacturing resource planning, Essex Junction.
- Wilcoxon, F. (1945): Individual Comparisons by Ranking Methods, in: Biometrics Bulletin, 1, 6, S. 80–83.
- Wildemann, H. (1996): Management von Produktions- und Zuliefernetzwerken, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Produktions- und Zuliefernetzwerke, München, S. 13–46.
- Wildemann, H. (1997): Koordination von Unternehmensnetzwerken, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 67, 4, S. 417–439.
- Wildemann, H. (2004): Der Wertbeitrag der Logistik, in: Logistik Management, 6, 3, S. 67–75.
- Wildemann, H. (2009): Dezentralisierung von Kompetenz und Verantwortung, in: Bullinger, H.-J./Spath, D./Warnecke, H.-J./Westkämper, E. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation, Berlin u. a., S. 182–196.
- Wildemann, H./Zäh, M. F./Müller, N./Krauß, U./Loth, M. (2005): Wandlungsfähige Auftragsabwicklung als Voraussetzung für effizientes Produzieren in Netzwerken, in: Ferstl,

- O. K./Sinz, E. J./Eckert, S./Isselhorst, T. (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik 2005 – eEconomy, eGovernment, eSociety*, Heidelberg, S. 83–101.
- Williamson, O. E. (1975): *Markets and hierarchies analysis and antitrust implications: A study in the economics of internal organization*, New York.
- Williamson, O. E. (1987): *The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting*, New York.
- Williamson, O. E. (1991): *Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives*, in: *Administrative Science Quarterly*, 36, 2, S. 269–296.
- Williamson, O. E. (2007): *Transaction Cost Economics: An Introduction*, Berkely.
- Winer, R. S. (1999): *Experimentation in the 21st Century: The Importance of External Validity*, in: *Journal of the Academy of Marketing Science*, 27, 3, S. 349–358.
- Winkler, H. (2006): *Zielplanung und -abstimmung in strategischen Supply Chain Netzwerken*, in: Blecker, T./Gemünden, H. G. (Hrsg.): *Wertschöpfungsnetzwerke*, Berlin, S. 237–251.
- Wirth, S. (2000): *Von hierarchischen Unternehmensnetzen zu hierarchielosen(-armen) -kompetenzzellenbasierten Produktionsnetzen*, in: Wojda, F. (Hrsg.): *Innovative Organisationsformen*, Stuttgart, S. 167–210.
- Wolfstetter, G. (1998): *Verfahren der Kostenrechnung: Kostenauflösung, Maschinenstundensatz-Rechnung, Plankosten-, Deckungsbeitrag- und Fixkostendeckungs-Rechnung*, 5. Auflage, Köln.
- Woodward, J. (1965): *Industrial organization: Theory and practice*, 2. Auflage, Oxford.
- Wooldridge, M. (2009): *An introduction to multiagent systems*, 2 Auflage, Hoboken.
- Wooldridge, M. J./Jennings, N. R. (1995): *Intelligent agents: theory and practice*, in: *The Knowledge Engineering Review*, 10, 2, S. 115–152.
- Wrede, P. v. (1999): *Produktionsplanung bei international verteilten Standortstrukturen*, in: Schenk, M. (Hrsg.): *Logistiknetzwerke*, Magdeburg, S. 85–99.
- Wu, S. D./Erkoc, M./Karabuk, S. (2005): *Managing Capacity in the High-tech Industry - A Review of Literature*, in: *The Engineering Economist*, 50, 2, S. 125–158.
- Wu, S. D./Golbasi, H. (2004): *Multi-Item, Multi-Facility Supply Chain Planning: Models, Complexities, and Algorithms*, in: *Computational Optimization and Applications*, 28, 3, S. 325–356.
- Xu, L./Beamon, B. M. (2006): *Supply Chain Coordination and Cooperation Mechanisms*, in: *The Journal of Supply Chain Management*, 42, 1, S. 4–12.

- Yang, G./Günther, H.-O. (2005): Produktionsplanung in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken: Ein integrierter hierarchischer Ansatz in der chemischen Industrie, Wiesbaden.
- Yang, J./Mattfeld, D. C. (2007): Entscheidungsunterstützung für die Ressourcenallokation im internationale Großanlagenbau, in: Günther, H.-O./Mattfeld, D. C./Suhl, L. (Hrsg.): Management logistischer Netzwerke, Heidelberg, S. 137–155.
- Yeaple, S. R. (2008): Firm Heterogeneity, Intra-Firm Trade, and the Role of Central Locations, in: Helpman, E./Marin, D./Verdier, T. (Hrsg.): The Organization of Firms in a Global Economy, Cambridge u. a., S. 200–230.
- Yin, R. K. (2010): Case study research: Design and methods, 4. Auflage, Thousand Oaks.
- Yu, Q./Qiu, Y./Feng, W. (2010): Internal customer orientation and internal supply chain management, in: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010, Piscataway, S. 1650–1654.
- Zahn, E./Foschiani, S. (2000): Strategien und Strukturen für den Hyperwettbewerb, in: Wojda, F. (Hrsg.): Innovative Organisationsformen, Stuttgart, S. 89–114.
- Zäpfel, G. (1998): Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung dezentraler PPS-Systeme, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): Dezentrale Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme, Stuttgart, S. 11–53.
- Zäpfel, G./Strack, G. (2006): Heterarchische Plankoordination von Liefernetzwerken durch ein agentenbasiertes Modell, in: Jacquemin, M./Pibernik, R./Sucky, E./Isermann, H. (Hrsg.): Quantitative Methoden der Logistik und des Supply Chain Management, Hamburg, S. 41–64.
- Zelewski, S. (1998): Flexibilitätsorientierte Produktionsplanung und -steuerung, in: Corsten, H./Gössinger, R. (Hrsg.): Dezentrale Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme, Stuttgart, S. 233–257.
- Zelewski, S. (2009): Faire Verteilung von Effizienzgewinnen in Supply-Webs, Berlin.
- Zenger, T. R./Hesterly, W. S. (1997): The Disaggregation of Corporations: Selective Intervention, High-powered Incentives, and Molecular Units, in: Organization Science, 8, 3, S. 209–222.
- Zeuthen, F. (1930): Problems of monopoly and economic warfare, London.
- Zikmund, W. G./Babin, B. J. (2007): Exploring marketing research, 9. Auflage, Mason.
- Zimmer, K. (2001): Koordination im Supply Chain Management: Ein hierarchischer Ansatz zur Steuerung der unternehmensübergreifenden Planung, Wiesbaden.
- Zipkin, P. H. (2000): Foundations of inventory management, Boston.

- Zirfas, H. (2003): Einfluss der Verrechnungspreispolitik auf die Konzernstruktur, in: Oestreicher, A./Becker, M. (Hrsg.): Internationale Verrechnungspreise, Herne, S. 243–264.
- Zlotkin, G./Rosenschein, J. S. (1989): Negotiation and Task Sharing Among Autonomous Agents in Cooperative Domains, in: Sridharan, N. S. (Hrsg.): Proceedings of the Eleventh International Joint Conference on Artificial Intelligence, San Mateo, S. 912–917.
- Zundel, P. (1999): Management von Produktions-Netzwerken: Eine Konzeption auf Basis des Netzwerk-Prinzips, Wiesbaden.
- Zwick, R./Rapoport, A./Weg, E. (2000): Invariance failure under subgame perfectness in sequential bargaining, in: Journal of Economic Psychology, 21, 5, S. 517–544.



Die Planungsliteratur des vergangenen Jahrzehnts ist dominiert vom Gedanken des Supply Chain Management. Supply-Chain-Planungsmodelle als integraler Bestandteil des Supply Chain Management werden entsprechend der zugrundeliegenden Planungsverteilung in zentrale und dezentrale Ansätze unterteilt. Die Charakterisierung von Internal Supply Chains beinhaltet häufig das Vorhandensein hierarchischer Organisationselemente und die Anwendung zentraler Planungsansätze. Bei genauerer Betrachtung ist aber festzustellen, dass in zahlreichen Unternehmen durchaus auch heterarchische Organisationselemente, zum Beispiel in Form von internen Märkten oder Verhandlungen, zu finden sind. Die Existenz derartiger hybrider Strukturen, die von einem Zusammenspiel aus Zentralstelle und dezentralen Einheiten geprägt sind, wird in zahlreichen empirischen, praxisorientierten oder theoretischen Publikationen beschrieben. Auf die Entwicklung hybrider Planungsmodelle, die diese Organisationsstrukturen explizit berücksichtigen, wurde bislang jedoch weitgehend verzichtet.

Hier setzt diese Dissertation an. Im modellorientierten Teil der Arbeit werden am Beispiel der standortübergreifenden Losgrößenplanung Möglichkeiten zur Umsetzung hybrider Organisationsstrukturen in quantitative Planungsmodelle aufgezeigt. Der experimentelle Teil der Arbeit enthält eine Analyse der entwickelten hybriden Modelle vor dem Hintergrund eines realistischen Entscheiderverhaltens. Hervorzuheben ist dabei die Beschreibung eines Laborexperiments, in dem Verhandlungsprozesse und -ergebnisse analysiert werden. Die zum Teil überraschenden Resultate besitzen weit über den Bereich der Losgrößenplanung hinaus Gültigkeit. Dafür sorgen unter anderem die zahlreichen weiterführenden Planungsansätze und die allgemeinen experimentellen Erkenntnisse zur gemeinsamen Planung von Zentralstelle und dezentralen Einheiten sowie zum Internal Supply Chain Management allgemein.

ISBN 978-3-86309-125-5



www.uni-bamberg.de/ubp/