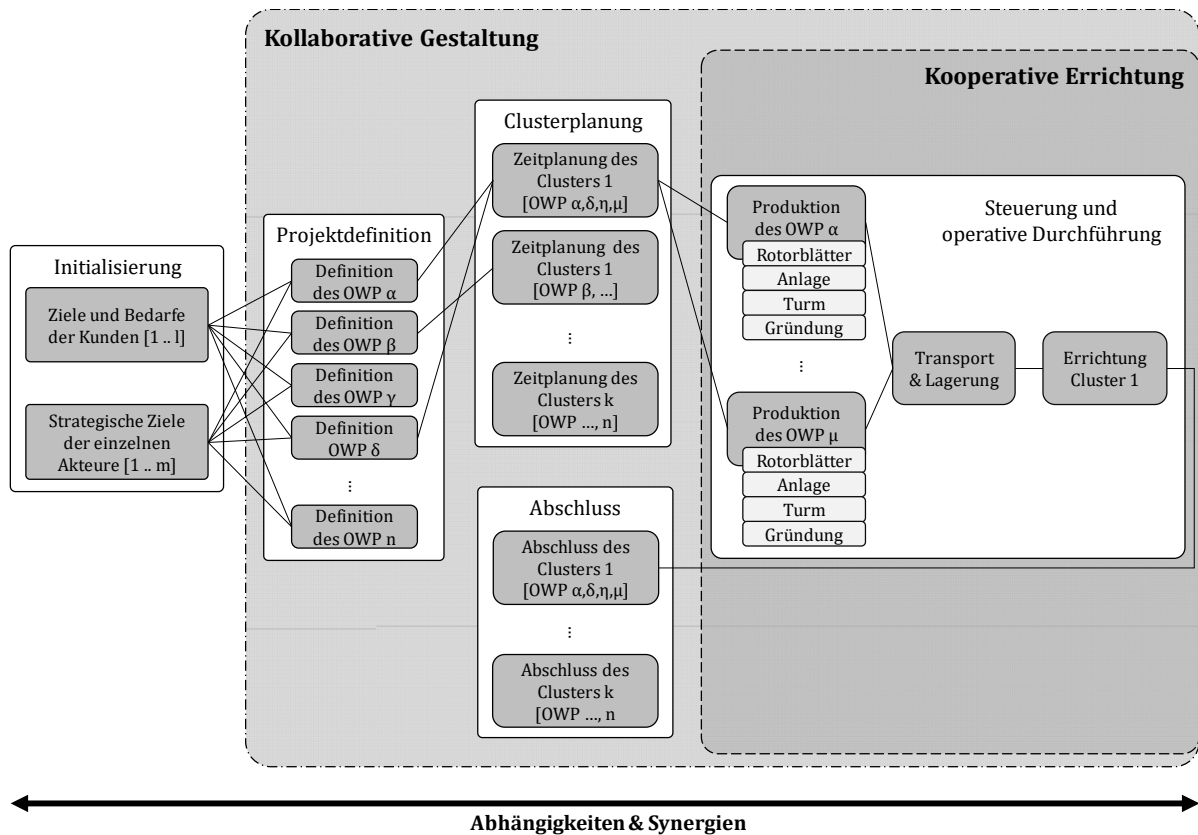


KOOPERATIVE ERRICHTUNG DER OFFSHORE-WINDENERGIE

KONZEPTIONELLE ENTWICKLUNG EINER LIEFERKETTEN- UND PROJEKTÜBERGREIFENDEN LOGISTIKGESTALTUNG

Thies Beinke



KOOPERATIVE ERRICHTUNG DER OFFSHORE-WINDENERGIE

– KONZEPTIONELLE ENTWICKLUNG EINER LIEFERKETTEN- UND
PROJEKTÜBERGREIFENDEN LOGISTIKGESTALTUNG –

von Thies Andreas Ernst-Friedrich Beinke

Dissertation

vorgelegt am Fachbereich 3 der Universität Bremen
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Ingenieurwissenschaften

– Dr.-Ing. –

Termin der mündlichen Verteidigung: 19.12.2018

Erstgutachter: Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski
Zweitgutachter: Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn (Universität Oldenburg)

Universität Bremen
Fachbereich 3 Mathematik / Informatik
Arbeitsgruppe Theoretische Informatik
Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski

Danksagung

Die nachfolgende Arbeit ist parallel zu meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik entstanden. Im Rahmen zahlreicher Kooperationsprojekte habe ich während dieser Zeit wertvolles Fach- und Praxiswissen erlangt.

Durch eine Vielzahl an Menschen habe ich in dieser Zeit Unterstützung erhalten, für die ich mich an dieser Stelle bedanken möchte. Zuerst möchte ich mich bei meinem Doktorvater Hans-Jörg Kreowski bedanken, welcher für mich stets ein offenes Ohr hatte und den Prozess dieser Arbeit professionell und zugleich freundschaftlich begleitet hat. Weiter möchte ich mich bei Axel Hahn für die Übernahme der Zweitbegutachtung sowie Nicole Megow, Michael Freitag, Dirk Schweers und David Hippert als Mitglieder meiner Prüfungskommission bedanken. Des Weiteren möchte ich mich besonders für die Denkanstöße, Diskussionen und den regen Austausch mit meinen KollegInnen Samaneh Beheshti-Kashi, Moritz Quandt und Patrick Dittmer bedanken. Meinen Eltern möchte ich danken für die jahrzehntelange Unterstützung, ohne die mein Weg so sicher nicht möglich gewesen wäre. Abschließend möchte ich bei meiner Frau für die nicht immer leichte, doch zusammen auch spannende und schöne Zeit des Promovierens bedanken. Die Kraft und Liebe die du und unsere Kinder mir gegeben haben, leisteten einen großen Beitrag zu dieser Arbeit.

Thies Beinke

I. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird das Thema der Planung und Steuerung im Netzwerk der Errichtungsphase der Offshore-Windenergie betrachtet. Motiviert wird dies aus den praxisrelevanten Rahmenbedingungen, welche sich aus den hohen Kosten für die Errichtung, dem Anteil dieser Phase an den Gesamtkosten eines Windparkprojekts und der Forderung der Wettbewerbsfähigkeit der Branche gegenüber anderen Energieträgern ergeben, sowie die sich ändernden politischen Rahmenbedingungen. Die Forderung der Wettbewerbsfähigkeit geht mit dem Bedarf nach Optimierung aller Teilbereiche einher. Gegenwärtig findet diese Optimierung vorrangig auf akteursindividueller bzw. bilateraler Ebene statt. Bedingt durch die Kostenstruktur, die vertraglichen Rahmenbedingungen, die spezifischen logistischen Ressourcen und die dynamischen Einflüsse stoßen diese Optimierungsansätze jedoch an Grenzen. Diese Veränderungs- und Optimierungsbedarfe motivieren einen wissenschaftlichen Diskurs, der über die bestehenden Grenzen hinausgeht.

Hierzu wird in dieser Arbeit eine Verbindung der lieferketten- und der projektorientierten Sichtweise verfolgt. Dies bezieht die spezifischen Rahmenbedingungen, die Teilung von Informationen im Netzwerk, sowie eine Auflösung der bestehenden Ansätze der Ressourcenallokation ein und führt dies in einer kollaborativen Gestaltung und kooperativen Durchführung der Errichtung der Offshore-Windenergie zusammen. Hieraus ergeben sich für die vorliegende Arbeit drei thematische Schwerpunkte: (I) die Ausgestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik mittels einer gemeinschaftlichen Ressourcennutzung der Transport- und Errichtungsmittel, (II) die Verbindung zu einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden und damit kollaborativen Gestaltung der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie und (III) die Ermittlung der nötigen Erfolgsfaktoren für die Implementierung einer kooperativen Errichtungslogistik und der nötigen kollaborativen Logistikgestaltung in die Praxis. Das Vorgehen der Forschungstätigkeit orientiert sich am Ansatz des Design Science Research.

Das Ergebnis dieser Arbeit umfasst den Nachweis der Effizienzsteigerungspotenziale durch Ressourcen- und Information-Sharing in der Errichtungsphase der Offshore-Windenergie mittels Simulation, die Definition der Anforderungen an einen Lösungsansatz zur kollaborativen Gestaltung und kooperativen Durchführung der Errichtung, ein Konzept zur Realisierung dieser Potenziale, sowie die empirisch gestützte Erarbeitung der Erfolgsfaktoren für die Umsetzung des entwickelten Ansatzes in der Praxis. Das Konzept bildet dabei einen Dreiklang aus Phasenkonzept, Prozessgestaltung und Systemarchitektur. Darüber hinaus wird eine prototypische informationstechnische Umsetzung präsentiert.

II. Abstract

In this thesis, the topic of planning and control in the network of the construction phase of offshore wind energy is considered. This is motivated by the practical framework conditions. These include the high costs for construction and its share in the total costs of a wind farm project as well as the requirement of competitiveness compared with other energy sources. This leads to the need to optimise all parts of the value chain. At present, these optimisations are primarily taking place on an individual or bilateral level. Due to the cost structure, the contractual framework conditions, the specific logistical resources and the dynamic influences, these optimisation approaches are reaching their limits. These needs for change and optimisation motivate a scientific discourse that goes beyond the existing limits.

For this purpose, this thesis pursues a combination of supply chain and project-oriented perspectives. This includes specific framework conditions, the sharing of information in the network and the resolution of existing approaches to resource allocation. And it brings this together in a collaborative design and cooperative implementation of the construction of offshore wind energy. This results in three thematic focal points for the present work, which are (I) the design of a cooperative logistics of construction by means of a joint use of resources of transport and construction, (II) the connection to a supply chain-wide and cross-project and thus collaborative design of construction logistics of offshore wind energy and (III) the determination of the necessary success factors for the implementation of a cooperative construction logistics and the necessary collaborative logistics design in practice. The research activity is based on the approach of Design Science Research.

The result of this thesis comprises the proof of the efficiency increase potential by resource and information sharing in the construction phase of offshore wind energy by means of simulation, the definition of the requirements for a solution approach for collaborative design and cooperative implementation of the construction. Furthermore, a concept for the realisation of these potentials as well as the empirically supported naming of the success factors for the implementation of the developed approach in practice is described. The concept is a triad of phase concept, process design and system architecture. In addition, a prototypical IT implementation will be presented.

III. Inhaltsübersicht

I. Zusammenfassung.....	I
II. Abstract.....	II
III. Inhaltsübersicht	III
IV. Inhaltsverzeichnis	IV
V. Abbildungsverzeichnis	VII
VI. Tabellenverzeichnis.....	X
VII. Abkürzungsverzeichnis.....	XI
1 Einleitung.....	1
2 Vorgehensmodell und Methodik.....	9
3 Der Gegenstand der Offshore-Windenergie	20
4 Ansätze der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung	47
5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung	83
6 Evaluation des entwickelten Ansatzes.....	145
7 Fazit.....	159
Literaturverzeichnis	165
Anhang.....	189

IV. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.2	Zielstellung, Forschungsfrage und Eingrenzung.....	3
1.3	Vorüberlegungen.....	6
1.4	Struktur der Arbeit.....	7
2	Forschungsdesign und Methodik.....	9
2.1	Prozess- und Systemmodellierung	12
2.2	Untersuchung der Machbarkeit von logistischen Prozessen	14
2.3	Systemgestaltung und -entwicklung.....	16
2.4	Evaluation.....	17
3	Der Gegenstand der Offshore-Windenergie	20
3.1	Hintergrund und Entwicklung der Offshore-Windenergie und dessen Branche	20
3.2	Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie	24
3.2.1	Primäraktivitäten.....	25
3.2.2	Sekundäraktivitäten	29
3.3	Offshore-Windenergieerrichtungslogistik.....	31
3.3.1	Anforderungen und Herausforderungen	32
3.3.2	Dynamische Einflüsse, Randbedingungen und Fertigstellungsrisiken	33
3.3.3	Planung und Steuerung der Errichtungslogistik.....	35
3.4	Netzwerk der Produktions- und Errichtungsphase eines Offshore-Windenergieparks	37
3.4.1	Rollen im Netzwerk der Offshore-Windenergie.....	37
3.4.2	System und Systemgrenzen der Phase Produktion und Errichtung.....	39
3.4.3	Prozesskonzept des Material- und Informationsflusses der Errichtungslogistik....	42
3.5	Zwischenfazit	45
4	Ansätze der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung	47
4.1	Ansätze zur lieferkettenweiten Gestaltung im Supply Chain Management.....	49

4.1.1	Gegenstand und Planungsprozess des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment	54
4.1.2	Teilbereiche des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment.....	58
4.1.3	Einführung von Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment	59
4.2	Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung.....	61
4.2.1	Bestimmung des Gegenstands des Multiprojektmanagements.....	62
4.2.2	Prozess und Methoden des Multiprojektmanagements	65
4.2.3	Implementierung des Multiprojektmanagements	72
4.3	Ressourcen und Information – Querschnittsobjekte der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung.....	73
4.3.1	Ressourcen-Sharing.....	74
4.3.2	Information-Sharing.....	77
4.4	Zwischenfazit	79
5	Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung	83
5.1	Machbarkeitsstudien	84
5.1.1	Information-Sharing in der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie	85
5.1.2	Projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie.....	94
5.1.3	Information-Sharing und projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie.....	102
5.1.4	Zwischenfazit.....	110
5.2	Anforderungsdefinition.....	111
5.2.1	Anwendungsfallorientierte Anforderungen an eine kooperative Errichtung der Offshore- Windenergie	111
5.2.2	Anforderungen an die Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung über Projektgrenzen hinweg.....	113
5.2.3	Anforderungen aus der Verbindung einer lieferkettenweiten und einer projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik.....	115

5.2.4	Anforderungen aus der Integration der gemeinschaftlichen Nutzung und Bereitstellung von Ressourcen und Information.....	118
5.2.5	Zwischenfazit.....	120
5.3	Konzeption.....	127
5.3.1	Phasenkonzept einer lieferketten- und projektübergreifenden Errichtungslogistik 127	
5.3.2	Prozessmodell einer kollaborativen Logistikgestaltung für die kooperative Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie.....	130
5.3.3	Systemarchitektur	137
5.3.4	Zwischenfazit.....	139
5.4	Entwurf einer prototypischen Umsetzung	141
6	Evaluation des entwickelten Ansatzes.....	145
6.1	Aufbau und Durchführung.....	145
6.2	Darstellung der Ergebnisse der Experteninterviews.....	147
6.3	Diskussion der Ergebnisse	154
7	Fazit.....	159
7.1	Resümee und Forschungsbeitrag	159
7.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	162
	Literaturverzeichnis	165
	Anhang.....	189

V. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Systemgrenzen der Betrachtung innerhalb dieser Arbeit (angelehnt an Beinke et al. 2017b, S. 47; Porter 2014, S. 64)	5
Abbildung 2:	Struktur der Arbeit	8
Abbildung 3:	Vorgehensmodell dieser Arbeit (angelehnt an Peffers et al. 2007, S. 54–56).....	11
Abbildung 4:	Verwendete Visualisierung der BPMN 2.0 im Rahmen dieser Arbeit (vgl. Freund und Rücker 2014)	13
Abbildung 5:	Verwendete Visualisierung des UML-Klassendiagramms im Rahmen dieser Arbeit (vgl. Balzert 2009, S. 131–137, 205-207)	14
Abbildung 6:	Auszug aus der Liste an Simulationswerkzeugen für Produktion und Logistik (vgl. Wenzel 2008, S. 70; Gutenschwager et al. 2017, S. 220–221).....	15
Abbildung 7:	Phasen der Entwicklung und die jeweiligen Ergebnisse	17
Abbildung 8:	Phasen der Evaluation sowie die jeweiligen Ergebnisse	19
Abbildung 9:	Regionale Verteilung der Beschäftigten der Windenergie in Deutschland (Daten: Ulrich und Lehr 2017)	21
Abbildung 10:	Politische Instrumente im Kontext der OWE auf nationaler (oben) und europäischer (unten) Ebene (angelehnt an Meyer 2014, S. 4)	22
Abbildung 11:	Jahresmittel der neuinstallierten Anlagen in der deutschen Nord- und Ostsee der Jahre 2000-2015 (Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Leistung) (Daten: windmonitor.de 2016; Lüers und Rehfeldt 2015, S. 3; Lüers et al. 2018, S. 3, 2017, S. 4)	23
Abbildung 12:	Situation der installierten Nennleistung der OWE in Europa und detaillierte Betrachtung des Ausbaus in Deutschland zum 31.12.2017 (Daten: Lüers et al. 2018, S. 8; Statista 2017)	24
Abbildung 13:	Wertschöpfungskette der OWE (angelehnt an Porter 2014, S. 64).....	25
Abbildung 14:	Kostenverlauf und Aufgaben der OWEL entlang der Wertschöpfungskette (vgl. Thoben et al. 2014, S. 5; Reichert et al. 2012, S. 3)	31
Abbildung 15:	Dynamische Einflüsse, Randbedingungen und Fertigstellungsrisiken der Offshore-Errichtungslogistik (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 334–340; Schweizer et al. 2011, S. 11–12)	35
Abbildung 16:	Schnittstellen unternehmensübergreifender Abläufe der OWE (vgl. Joschko et al. 2015, S. 33).....	38
Abbildung 17:	Generisches Modell der Offshore-Logistikkette des Materialflusses während der Produktions- und Errichtungsphase (Beinke et al. 2017b, S. 46).....	39

Abbildung 18:	Erweitertes Modell der Offshore-Logistikkette der Produktions- und Errichtungsphase (vgl. Beinke und Görges 2012, S. 456).....	40
Abbildung 19:	Netzwerk von zeitgleich installierten OWP-Projekten (Beinke et al. 2017b, S. 47)	41
Abbildung 20:	Übersicht über das Prozesskonzept (vgl. Bodenstab et al. 2014, S. 80).....	42
Abbildung 21:	Prozesskonzept in BPMN 2.0 – Material- und Informationsfluss – Teil 1 (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 32)	43
Abbildung 22:	Prozesskonzept in BPMN 2.0 – Material- und Informationsfluss – Teil 2 (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 33)	45
Abbildung 23:	Morphologie einer Kooperationen (vgl. Hagenhoff 2004, S. 13; Wiendahl et al. 2005, S. 130)	48
Abbildung 24:	CPFR-Planungsprozess der Voluntary Interindustry Commerce Standards Association (vgl. Seifert 2002a, S. 63–65)	56
Abbildung 25:	Prozesse, Phasen, Ebenen und Gestaltungsbereiche des MPMs (vgl. Dammer 2008, S. 17; Steinle et al. 2010a, S. 5; DIN 69909-2, S. 7; DIN 69909-3, S. 5–11).....	66
Abbildung 26:	Traditionelle Ressourcennutzung in der Wertschöpfungsketten (Schönberger et al. 2014b, S. 86)	76
Abbildung 27:	Ressourcen-Sharing in SCs (Schönberger et al. 2014b, S. 91)	76
Abbildung 28:	Verbindung zwischen den Phasen der Entwicklung in Kapitel 5 und den Forschungsfragen sowie Fragenkomplexen.....	84
Abbildung 29:	UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Information-Sharing in der Errichtungslogistik der OWE	86
Abbildung 30:	OWP spezifische Ressourcenallokation vs. Ressourcen-Sharing.....	95
Abbildung 31:	UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Ressourcen-Sharing in der Errichtungslogistik der OWE	97
Abbildung 32:	UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Information- und Ressourcen-Sharing in der Errichtungslogistik der OWE.....	104
Abbildung 33:	Erkenntnisse der Machbarkeitsstudien und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 sowie des Fragenkomplexes 1	110
Abbildung 34:	Struktur und Gegenstände der Anforderungsdefinition.....	111
Abbildung 35:	Morphologie einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Kooperation für die Errichtung der OWE (angelehnt an Hagenhoff 2004, S. 13; Wiendahl et al. 2005, S. 130)	114
Abbildung 36:	Erkenntnisse der Anforderungsdefinition und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2	126
Abbildung 37:	Ebenen der Konzeption für den Ansatz einer kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE	127

Abbildung 38:	Phasenkonzept einer kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE.	128
Abbildung 39:	Teilprozess – Projektdefinition	131
Abbildung 40:	Teilprozess – Clusterplanung.....	132
Abbildung 41:	Teilprozess – Steuerung Produktion und Vorlauf (1/2).....	134
Abbildung 42:	Teilprozess – Steuerung Produktion und Vorlauf (2/2).....	135
Abbildung 43:	Teilprozess – Errichtung (1/2).....	136
Abbildung 44:	Teilprozess – Errichtung (2/2).....	137
Abbildung 45:	Systemarchitektur	139
Abbildung 46:	Erkenntnisse der Konzeption und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 sowie den Fragenkomplexen 2 und 3	140
Abbildung 47:	Struktur der Nutzeroberfläche	143
Abbildung 48:	Datenbankstruktur einer IT-seitigen Umsetzung zur Unterstützung des entwickelten Ansatzes	144
Abbildung 49:	Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 und dem Fragenkomplex 4	144
Abbildung 50:	Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 3 und dem Fragenkomplex 3	158

VI. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Design Science Research Guidelines (Hevner et al. 2004, S. 83)	10
Tabelle 2: Kurzbeschreibung und Einordnung relevanter SCM-Konzepte (angelehnt an Göpfert und Wellbrock 2012, S. 7; vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 463–480)	52
Tabelle 3: Spannungsfeld zwischen dem Management einzelner Projekte und dem MPM (vgl. Seidl 2011, S. 2–3)	62
Tabelle 4: Gegenstand des Projekts im Kontext der Errichtung der OWE	63
Tabelle 5: Methoden des MPM (vgl. DIN 69909-3, S. 5–11)	69
Tabelle 6: Information-Sharing Szenarien für die Errichtung eines OWPs	85
Tabelle 7: Wetter- und seegangbedingte Obergrenzen für operative Prozesse des Transports und der Errichtung (vgl. Beinke et al. 2017b, S. 49)	86
Tabelle 8: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 1	89
Tabelle 9: Wechselwirkungen zwischen den Leistungsindikatoren	92
Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 1	93
Tabelle 11: Prozess, Prozesszeiten, Ressourcen und Restriktionen der Simulation	96
Tabelle 12: Betrachtete OWPs in der Simulation	96
Tabelle 13: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 2	100
Tabelle 14: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 2	101
Tabelle 15: Information-Sharing Szenarien für die parkübergreifende Errichtung	103
Tabelle 16: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 3	107
Tabelle 17: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 3	109

VII. Abkürzungsverzeichnis

AWZ	Ausschließlichen Wirtschaftszone
BPMN	Business Process Model and Notation
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
CTM	Kollaboratives Transportmanagement
d	Tag(e)
DSR	Design Science Research
ECR	Efficient Consumer Response
EDI	Elektronischer Datenaustausch (engl. electronic data interchange)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ER	Entity-Relations
GW	Gigawatt
HSE	Health Safety Environment
HLV	Transportschiff (engl. heavy lift vessel)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnik bzw. Informationstechnologie
i.d.R	in der Regel
IuK	Information und Kommunikation
IV	Installationsschiff (engl. installation vessel)
LDL	Logistikdienstleister
MPM	Multiprojektmanagement
MW	Megawatt
OWE	Offshore-Windenergie
OWEA	Offshore-Windenergieanlage

OWEL	Offshore-Windenergielogistik
OWELIS	Offshore Wind Energy Logistics Information System
OWP	Offshore-Windpark
SC	Supply Chain
SCM	Supply Chain Management
UML	Unified Modeling Language
WEA	Windenergieanlage

1 Einleitung

Das einleitende Kapitel dieser Dissertationsschrift stellt im Rahmen des Unterkapitels „Ausgangssituation und Problemstellung“ den aktuellen Bezug, die Relevanz der vorgelegten Arbeit sowie den Problemaufriss in seinem Kontext dar. Darauf aufbauend werden die Zielstellung abgeleitet, die Forschungsfragen präsentiert sowie die Eingrenzung und Fallauswahl dieser Arbeit beschrieben. Ausgehend von der Zielstellung werden nachfolgend Vorüberlegungen dargestellt, welche durch Verweise auf die nachfolgenden Grundlagen der Offshore-Windenergie, den Ansätzen einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung sowie der Teilung von Ressourcen und Informationen die Inhalte dieser Arbeit motivieren. Neben der Motivation der einzelnen Themen werden auch deren Beziehung zu einander benannt und die Notwendigkeit für die nachfolgende Darstellung der Grundlagen fundiert. Im Abschluss dieses ersten Kapitels wird der Aufbau dieser Schrift beschrieben.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette bildet die Logistik das Bindeglied zwischen den Akteuren der Offshore-Windenergie (OWE) (vgl. Heidmann 2015, S. 289). Die maßgebliche Herausforderung der Offshore-Windenergielogistik (OWEL) stellt sich im Umgang mit den dynamischen Einflüssen, welche vorrangig in den Wetter- und Seegangbedingungen bestehen, dar. Folglich ist sowohl die Standardisierung von Prozessen, Betriebsmitteln und Anlagenkomponenten, als auch die Schaffung einer auf die Rahmenbedingungen der OWE ausgerichtete Gestaltung der logistischen Prozesse notwendig (vgl. Schweizer et al. 2011, S. 10–12). Der Wettbewerb mit anderen Energieträgern begründet die Forderung der Optimierung und Kostensenkung in allen Bereichen der Wertschöpfungskette (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015, S. 4–5). Bedingt durch die Rolle als Bindeglied bedarf es bei der OWEL einer Betrachtung der Optimierung über die Systemgrenzen hinweg (vgl. Beinke et al. 2015, S. 10–11). Im Kontext der Errichtungsphase der OWE umfasst dies nicht nur die Betrachtung der Lieferkette eines Offshore-Windparks (OWPs), sondern die Betrachtung zeitlich parallel zu errichtender OWPs. Durch diese zeitlich parallele Errichtung der OWPs sowie der Beteiligung der einzelnen Akteure an verschiedenen Windparkprojekten drängt sich die Betrachtung im Sinne des Multiprojektmanagements (MPM) auf. Letzteres umfasst sowohl die Auswahl der Projektbeteiligungen, als auch die Interaktion zwischen den Projekten und deren operative Bearbeitung (vgl. Seidl 2011, S. 11–12). Hierbei steigt die Komplexität mit der Zunahme der Anzahl der parallel betrachteten OWPs bei gleichzeitigem

Streben des einzelnen Akteurs nach einer individuellen Zielloptimierung. Bedingt durch die Lieferkettenstruktur eines OWPs sowie dessen Projektcharakters bedarf es folglich einer Verbindung aus Ansätzen einer lieferketten- und projektübergreifenden Betrachtung.

Grundlage einer Vielzahl von Ansätzen der lieferkettenweiten oder projektübergreifenden Planung und Steuerung stellt der Austausch von Informationen und die Schaffung einer Transparenz entlang der Wertschöpfungskette sowie im Projektportfolio dar (vgl. Bauernhansl et al. 2014, S. 616; Hofmann und Rüscher 2017, S. 33; Baptista Nunes et al. 2006, S. 116; Ahlemann 2004, S. 106). Diesen Gegenstand des Austauschs und der gemeinschaftlichen Nutzung von Informationen innerhalb von Netzwerken bezeichnet die Literatur als Information-Sharing (vgl. Sun und Yen 2005, S. 427). Über diesen weiteren Gegenstand des Information-Sharing stellen im Kontext der parkübergreifenden Betrachtung der Errichtung der OWE die Nutzung von Ressourcen und ihre Verteilung einen weiteren nötigen Betrachtungsgegenstand dar, welcher als Ressourcen-Sharings benannt wird und die gemeinschaftliche und effiziente Nutzung von Ressourcen in einem Netzwerk forciert (vgl. Schönberger et al. 2014b, S. 81). Grundlage hierfür stellt der Abgleich von Angebot und Nachfrage dar, welche sich bedingt durch die dynamischen Einflüsse im Kontext der Errichtung der OWE stetig ändern.

Die Kosteneinsparpotenziale der Bereiche Produktion und Errichtung der OWE sowie der Bindegliedcharakter der Logistik verdeutlichen, dass die OWEL sowie ihre Planung und Steuerung einen erheblichen Beitrag zur wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der OWE liefern (vgl. Briese 2016, S. 284; Heidmann 2015, S. 289). Es wird daher unterstellt, dass durch eine lieferketten- und projektübergreifende Betrachtung der Planung und Steuerung der logistischen Abläufe sowie der Einbeziehung der zugehörigen Informationsflüsse und des gemeinschaftlichen Ressourceneinsatzes Mehrwerte für alle Akteure realisierbar sind. Bedingt durch eine fehlende Standardisierung des Informationsaustausches, einer unzureichenden Ausgestaltung der Schnittstellen zwischen den Netzwerkpartnern, der fehlenden Transparenz über Projektfortschritte, dem daraus resultierenden Ressourcenbedarf sowie fehlenden Ansätzen zur gemeinschaftlichen Ressourcennutzung wird der Bedarf der Betrachtung dieses Gegenstands untermauert.

Die Problemstellung, welche dieser Arbeit zu Grunde liegt, ist in den hohen Ressourcenbedarfen und den Kosten der Errichtungsphase der OWE zu verorten. In diesem Gegenstand findet in Wissenschaft und Praxis vorrangig eine Optimierung der Prozesse und Abläufe unternehmensintern oder innerhalb von OWP-Projekten statt. Weitergehende Ansätze, wie beispielsweise eine projektübergreifende bzw. gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen oder der Austausch von Statusinformationen über die Projektgrenzen hinweg, finden gegenwärtig keine Anwendung. Die Hemmnisse bestehen hierbei vorrangig in der Neuartigkeit der Prozesse, dem Zeitdruck der Branche, den Risiken und dem höheren Abstimmungsaufwand der Kooperation, dem Wettbewerbsdruck und dem resultierenden fehlenden Vertrauen, welches Zeit zur Entwicklung benötigt (vgl.

Becker et al. 2012, S. 21; Briese und Westhäuser 2013, S. 27–28; Schweizer et al. 2011, S. 10–12). Ansätze zur Verbindung einer lieferketten- und projektübergreifenden Betrachtung sowie der Integration des Information- und Ressourcen-Sharings im Kontext der OWEL werden in der Literatur von anderen Autoren bislang nicht benannt.

1.2 Zielstellung, Forschungsfrage und Eingrenzung

Ausgehend von dieser anwendungsorientierten Problemstellung umfasst die Zielstellung dieser Arbeit die konzeptionelle Entwicklung eines Ansatzes zur Unterstützung einer projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit bei der Errichtung der OWE, um die Kosten der Errichtungsphase zu reduzieren, welche sich in der Reduktion des Ressourcenbedarfs sowie der Aufbauzeit widerspiegeln. Ziel ist es folglich, sowohl die Mehrwerte einer projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit bei der Errichtung der OWE zu erarbeiten, als auch die Grundlagen für eine etwaige Implementierung zu ermitteln.

Das wissenschaftliche Desiderat, welches sich hieraus ergibt, welches in der Literatur bis dato nicht adressiert wurde und mit dieser Arbeit geschlossen wird, umfasst die Verbindung der lieferketten- und der projektorientierten Sichtweise, die Ausgestaltung des Ressourcen-Sharing Ansatzes in der projektübergreifenden OWEL, die Ermittlung von Erfolgsfaktoren der Einführung einer Zusammenarbeit über Lieferketten- und Projektgrenzen der OWE hinweg sowie einer kollaborativen Planung und kooperativen Durchführung dieser. Folglich ist ein Ansatz zur kollaborativen Gestaltung der logistischen Prozesse der Errichtungsphase der OWE über Lieferketten- und Projektgrenzen hinweg unter Beachtung dynamischer Einflüsse sowie einer übergreifenden Ressourcenallokation im spezifischen Anwendungsfeld der Errichtungslogistik der OWE zu erforschen. Hieraus ergeben sich folgende forschungsleitenden Fragestellungen:

1. Welchen Nutzen bilden Information- und Ressourcen-Sharing für die Errichtung der OWE bei einer projektübergreifenden Betrachtung?
2. Wie ist der Kooperations- und Kollaborationsprozess zwischen den Akteuren von parallelen OWE-Projekten zu gestalten, um eine gemeinsame Ressourcennutzung mit dem Ziel der Effizienzsteigerung zu ermöglichen?
3. Welche Erfolgsfaktoren bestehen für eine kooperative und kollaborative, lieferketten- und projektübergreifende Gestaltung der Errichtungslogistik der OWE?

Für die Beantwortung dieser Forschungsfragen sind folgende Fragenkomplexe relevant:

- I. Wie verändert sich die Ressourcenauslastung und der Ressourcenbedarf bei einer kooperativen Errichtung über die Projektgrenzen von OWPs hinweg?
- II. Wie kann eine Verbindung zwischen projekt- und lieferkettenorientierter Betrachtung ausgestaltet werden?

- III. Wie sind die Rahmenbedingungen des Ansatzes zum Ressourcen-Sharing in der projektbezogenen Logistik der OWE zu gestalten?
- IV. Wie kann der Abstimmungsprozess für eine gemeinsame Ressourcennutzung informationstechnisch unterstützt werden?

Die Beantwortung der Forschungsfrage eins sowie des ersten Fragenkomplexes erfolgt im Rahmen von Machbarkeitsstudien in dem Kapitel 5.1. Die Ergebnisse zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage werden in den Kapitel 5.2 bis 5.4 erarbeitet und präsentiert, welche die Anforderungsdefinition, Konzeption und prototypische Umsetzung umfassen. Das Kapitel 5.3 liefert darüber hinaus Ergebnisse für die Fragenkomplexe zwei bis vier. Die Beantwortung der letzten Forschungsfrage drei erfolgt im Rahmen der Evaluation in Kapitel 6. Ebenfalls in Kapitel 6, zusammen mit der Konzeption in Kapitel 5.3, wird dem Fragenkomplex drei nachgegangen.

Ausgehend von der benannten Zielstellung und den präsentierten Forschungsfragen umfasst die Eingrenzung des Betrachtungsraums die lieferkettenweiten und projektübergreifenden Informations- und Materialflüsse der Produktion und Errichtung der OWE. Ausgehend von der in Kapitel 3.2 folgenden Beschreibung der Wertschöpfungskette der OWE werden die Systemgrenzen um die primären Aktivitäten der Produktion und Errichtung sowie um die sekundäre Aktivität der Logistik gezogen und dies für ein Netzwerk von mehreren parallel zu errichtenden OWPs mit unterschiedlichen Konstellationen der jeweiligen Projektstruktur, welche im Kapitel 3.4 näher erläutert werden, gezogen. Diese Betrachtungsgrenzen sind in der nachfolgenden Abbildung 1 visualisiert.

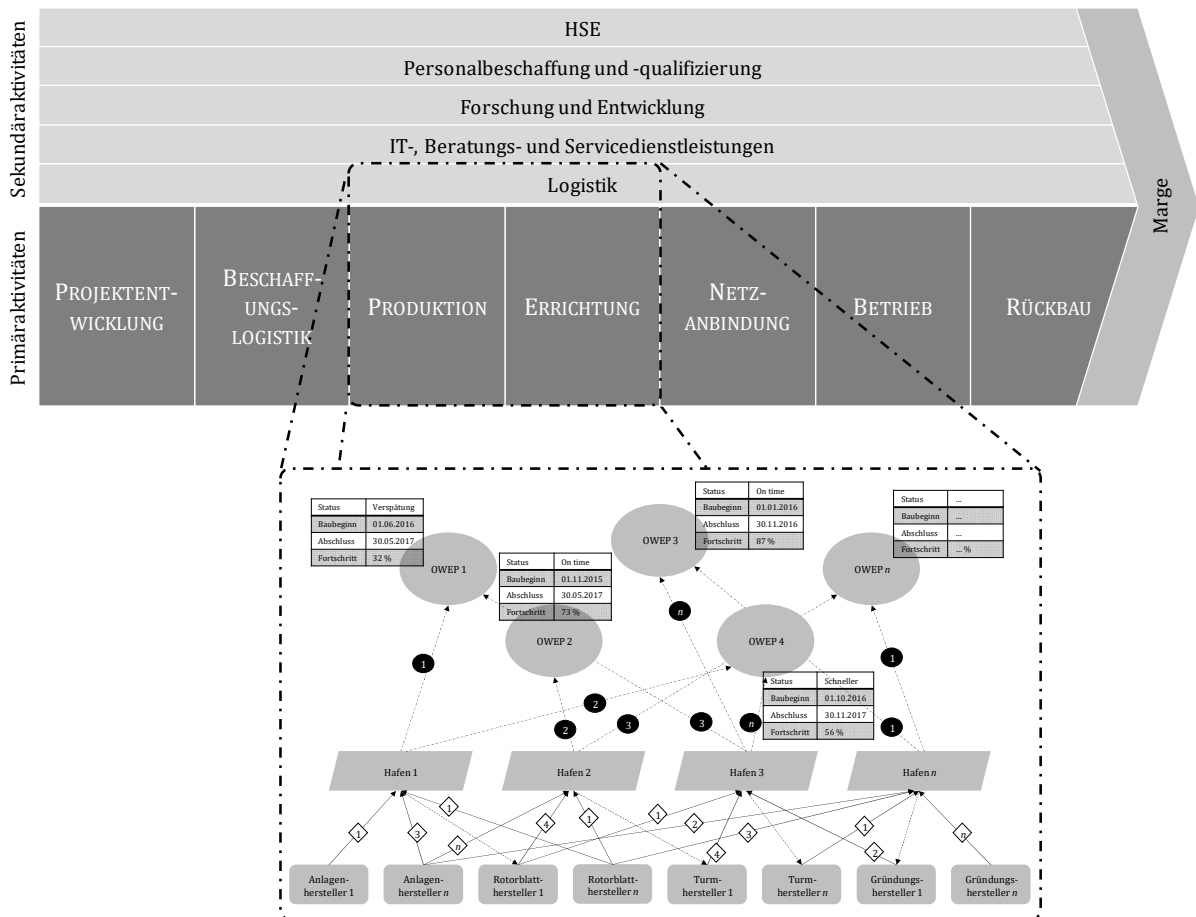


Abbildung 1: Systemgrenzen der Betrachtung innerhalb dieser Arbeit (angelehnt an Beinke et al. 2017b, S. 47; Porter 2014, S. 64)

Des Weiteren wird, bedingt durch die Besonderheiten der Errichtungslokalitionen in der deutschen Nordsee, welche sich durch die Entfernung zum Festland von anderen Ländern sowie den herrschenden Witterungsbedingungen gegenüber der Ostsee deutlichen unterscheiden, der örtliche Betrachtungsrahmen ausschließlich um das Gebiet der deutschen Nordsee gezogen.

Die Reichweite des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts einer lieferketten- und projektübergreifenden Kooperation in der Errichtung der OWE und der damit verbundenen Vielzahl an Akteuren steht einer Implementierung in die Praxis sowie einer dortigen Evaluation entgegen. Dies begründet sich in den hohen Kosten der nötigen Transport- und Errichtungsressourcen sowie dem Paradigmenwechsel, welcher durch den avisierten Ansatz nötig ist. Demzufolge findet im Rahmen dieser Arbeit keine Umsetzung des Konzepts in der Praxis statt.

Nachfolgend werden, ausgehend von der Zielstellung und der Eingrenzung erste Vorüberlegungen angestellt, welche die Bestandteile dieser Arbeit begründen. Hierauf aufbauend wird die Struktur dieser Arbeit vorgestellt.

1.3 Vorüberlegungen

Der Gestaltungsgegenstand dieser Arbeit ist von einer kollaborativen Gestaltung der Errichtungslogistik der OWE auf strategischer und taktischer Ebene bis hin zur kooperativen Umsetzung dieser auf operativer Ebene zu benennen. Dies lässt sich in die Ausgestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik mittels einer gemeinschaftlichen Ressourcennutzung der Transport- und Errichtungsmittel, der Verbindung zu einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden und damit kollaborativen Gestaltung der Errichtungslogistik der OWE sowie die Ermittlung der nötigen Erfolgsfaktoren für die Implementierung einer kooperativen Errichtungslogistik und der nötigen kollaborativen Logistikgestaltung in die Praxis differenzieren.

Der erst genannte Bereich stellt die Ausgestaltung einer **kooperativen Logistik** für die Errichtungsphase von OWEA dar. Ausgehend von der Zielstellung von Kooperation, welche das Schaffen von Synergien und Mehrwerten darstellt (siehe Kapitel 4), liefert im Kontext der OWE und im speziellen der Errichtung dieser eine parkübergreifende und gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen für den Transport und die Errichtung einen potenziellen Gegenstand für eine umfassende Reduktion der Errichtungszeit und folglich der Kosten in dieser Phase, welche eine primäre Anforderung an die Branche darstellt (siehe Kapitel 3.3.1). Hierzu bedarf es der Definition des Abstimmungs- und Entscheidungsprozesses innerhalb des Netzwerks sowie des Nachweises des Nutzens eines parkübergreifenden Ressourceneinsatzes für die Reduktion der Aufwände in der Errichtungsphase. Für ersteres stellt die Schaffung von Informationstransparenz einen entscheidenden Gegenstand dar (siehe Kapitel 4.1), welcher durch die Einbeziehung des Ansatzes des Information-Sharings Rechnung getragen werden kann.

Der zweite Bereich, welcher die Verbindung sowohl einer lieferkettenweiten, als auch projektübergreifender Betrachtung zu einer **kollaborativen Gestaltung** der Errichtungslogistik der OWE umfasst, adressiert die strategische und taktische Ebene. Gegenwärtig herrscht in der Errichtungsphase der OWE eine rein parkspezifische Betrachtung und Ausgestaltung der Logistik vor (siehe Kapitel 3.4). Eine weitergreifende Betrachtung über die OWP-Grenzen hinweg, welche nicht nur die strategische und taktische Ebene, sondern nachfolgend auch operative Ebene tangiert, bedarf folglich der Betrachtung mehrerer, teils auch konkurrierender Projekte, wie es im MPM betrachtet wird (siehe Kapitel 4.2). Diese Ausgestaltung bildet die Grundlage für eine kollaborative Gestaltung sowie kooperative Durchführung der Errichtungslogistik.

Die Ermittlung der **Erfolgsfaktoren** für die Implementierung einer kooperativen Errichtungslogistik und der nötigen kollaborativen Logistikgestaltung in die Praxis stellen den dritten Bereich dar, welche den Praxishorizont der Zielstellung dieser Arbeit einbezieht. Hierbei steht eine informationstechnische Umsetzung des Kollaborationsprozesses in der Logistikgestaltung sowie der

Informationsbereitstellung in der operativen Logistik im Zentrum der Betrachtung. Dies begründet sich in der Relevanz eines unterstützenden IT-Systems sowohl für das Information- und das Ressourcen-Sharing, als auch der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Betrachtung (siehe Kapitel 4.3.2).

1.4 Struktur der Arbeit

Ausgehend von diesem einleitenden **Kapitel eins**, in dem die Ausgangssituation und Problemstellung die Zielstellung, Forschungsfragen und Eingrenzung sowie erste Vorüberlegungen und die Struktur der Arbeit beschrieben sind, umfasst diese Arbeit weitere sechs Kapitel. In dem nachfolgenden **Kapitel zwei** erfolgt die Beschreibung des Vorgehensmodells und die sich daraus ergebende Methodik dieser Arbeit.

Das **Kapitel drei** präsentiert die für die Arbeit relevanten Grundlagen der OWE. Diese umfassen neben der Entwicklung der OWE die Beschreibung der spezifischen Wertschöpfungskette, den Gegenstand der OWEL und das Netzwerk der Errichtungsphase eines OWPs. Daran anschließend werden in **Kapitel vier** Ansätze der lieferketten- und projektübergreifenden Gestaltung hinsichtlich ihres Nutzens für die dargestellte Zielstellung analysiert. Im Rahmen der lieferkettenübergreifenden Betrachtung wird der Ansatz des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) herausgearbeitet und für die projektübergreifende Überlegung das MPM. Darüber hinaus wird die Nutzung und Teilung von Ressourcen und Informationen als ein weiterer Gegenstand der projekt- und lieferkettenübergreifenden Betrachtung näher untersucht.

Innerhalb des **fünften Kapitels** wird das Konzept einer kollaborativen Gestaltung und kooperativen Errichtung der OWE erarbeitet. Dies umfasst drei Machbarkeitsstudien, die Anforderungsdefinition, die Konzeption sowie den Entwurf einer prototypischen informationstechnischen Umsetzung. Die Machbarkeitsstudien beinhalten die Untersuchungen der Ansätze des Information- und Ressourcen-Sharing im Gegenstand der Errichtungslogistik der OWE. Die Anforderungsdefinition verbindet die theoretischen und praxisrelevanten Grundlagen und liefert Anforderungen an die Gestaltung, die Funktionalität sowie die Ausgestaltung und Implementierung. Die Konzeption umfasst ein übergeordnetes Phasenkonzept, die resultierenden Prozesse sowie eine Systemarchitektur zur informationstechnischen Umsetzung. Die Beschreibung der prototypischen Umsetzung beinhaltet die Visualisierung der Benutzeroberflächen sowie der zugrundeliegenden Datenbankstruktur.

Der Aufbau der Evaluation sowie die Durchführung, die Ergebnisdarstellung und die Diskussion dieser Ergebnisse stellen den Gegenstand des **Kapitels sechs** dar. Den Abschluss dieser Arbeit bilden in **Kapitel sieben** die Zusammenfassung der Ergebnisse der Arbeit, die Reflexion des Vor-

gehens sowie die Darstellung eines Ausblicks und die Benennung von weiteren Forschungsbedarfen. Die nachfolgende Abbildung fasst die Struktur der Arbeit sowie die Inhalte einzelner Kapitel zusammen.

1 Einleitung	
2 Forschungsdesign und Methodik	
3 Grundlage der Offshore-Windenergie	4 Analyse von Ansätzen der lieferkettenweiten und projekt-übergreifenden Gestaltung
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der OWE • Wertschöpfungskette der OWE • Logistik der Errichtungsphase <ul style="list-style-type: none"> • An- und Herausforderungen • Dynamische Einflüsse • Netzwerk der Produktion und Errichtung <ul style="list-style-type: none"> • Rollen • System, Sub-System und Systemgrenzen • Prozesskonzept 	<ul style="list-style-type: none"> • CPFR als lieferkettenweiter Betrachtungsgegenstand • MPM als Gegenstand der projektübergreifenden Betrachtung • Ressourcen-Sharing in Produktions- und Logistiknetzwerken • Information-Sharing für eine übergreifende Zusammenarbeit
5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projekt-übergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung	
5.1 Machbarkeitsstudien Analyse der Potentialen des Information-Sharings, des Ressourcen-Sharings sowie der Verbindung von Information- und Ressourcen-Sharing im Errichtungsnetzwerk der OWE	
5.2 Anforderungsdefinition Anforderungen an eine lieferketten- und projektübergreifenden kollaborative Logistikgestaltung sowie deren informationstechnischen Umsetzung	
5.3 Konzeption Phasen- und Prozesskonzept der kollaborativen Gestaltung für die kooperative Errichtungslogistik der OWE sowie die Systemarchitektur zur Überführung in ein IuK-System	
5.4 Entwurf einer prototypischen Umsetzung Struktur und Inhalte der Nutzeroberfläche sowie Darstellung der Datenbankstruktur einer informationstechnischen Umsetzung	
6 Evaluation	
7 Fazit	

Abbildung 2: Struktur der Arbeit

2 Vorgehensmodell und Methodik

Den Rahmen dieser Arbeit bildet das zugrundeliegende Vorgehensmodell, welches sich an dem Ansatz des Design Science Research orientiert und zu Beginn dieses Kapitels präsentiert wird. Hieran schließt sich die Erläuterung der angewandten Methodik an, welche die Prozess- und Systemmodellierung, die Analyse der logistischen Machbarkeit, die Systementwicklung sowie die Evaluation umfasst.

Das Vorgehensmodell dieser Arbeit, welches den Rahmen zur Beantwortung der vorstellten Fragestellung liefert, stützt sich auf eine gestaltungsorientierte Herangehensweise zur Problemlösung, welche in der deutschen Wirtschaftsinformatik Konsens ist (vgl. Österle et al. 2010) und auch im angelsächsischen Raum zunehmend Zuspruch erhält (vgl. Chen 2011). Hierzu wird der Gegenstand des Design Science Research (DSR) als gestaltungsorientierter Problemlösungsansatz mit internationaler Akzeptanz herangezogen (Hofmann et al. 2013, S. 21). Dabei findet eine Orientierung an den Arbeiten von Hevner et al. (2004), welche Leitlinien für das DSR beschreiben, sowie von Peffers et al. (2007), welche einen DSR-Prozess für die Entwicklung von Informationssystemen präsentieren, statt. Gewählt wurde dieser Ansatz aufgrund der Zielstellung des DSR, welches auch eine übergeordnete Zielstellung dieser Arbeit darstellt. Die Zielstellung umfasst die Erstellung und Evaluation von innovativen IT-Artefakten (Konstrukte, Modelle, Methoden und Instanzierungen) für betriebswirtschaftliche Herausforderungen und deren Lösung auf der Grundlage ingenieurwissenschaftlicher Tätigkeiten (vgl. Hevner et al. 2004, S. 75–77; Zelewski 2007, S. 71–72; Peffers et al. 2007, S. 46–47). Die eingangs erwähnten DSR-Leitlinien nach Hevner et al. (2004), welche in der nachfolgenden Tabelle 1 benannt und erläutert sind, konkretisieren den Gegenstand des DSR.

Tabelle 1: *Design Science Research Guidelines (Hevner et al. 2004, S. 83)*

Leitlinie	Beschreibung
1 Design als Artefakt	Ergebnis des DSR ist die Gestaltung und Entwicklung von tragfähigen Artefakten in Form von Konzepten, Modellen, Verfahren oder Instanzen.
2 Problemrelevanz	Ziel der DSR ist eine technologiebasierte Lösung für wichtige und relevante Probleme der Industrie und Wirtschaft zu entwickeln.
3 Design Evaluation	Der Nutzen, die Qualität und die Wirksamkeit der Lösung muss mittels fundierten Auswertungsmethoden nachgewiesen werden.
4 Forschungsbeiträge	Das Ergebnis des DSR muss einen klaren und überprüfbaren Forschungsbeitrag in den Bereichen der Entwicklung von Artefakten, Grundlagen und / oder Methoden leisten.
5 Sorgfältige Forschung	DSR stützt sich sowohl in der Entwicklung, als auch in der Evaluation auf die Anwendung von fundierten Methoden.
6 Design als Suchprozess	Die Lösungssuche nutzt bestehende Ressourcen, um unter Beachtung der umweltbedingten Rahmenbedingungen das anvisierte Ziel zu erreichen.
7 Kommunikation der Forschung	Die Veröffentlichung der Forschungsergebnisse muss sowohl für technologie-, als auch managementorientierte Zielgruppen gerecht erfolgen.

Der DSR-Prozess der Durchführung nach Peffers et al. (2007) ist durch die vier möglichen Einstiegspunkte für die Forschung gekennzeichnet. Diese sind benannt als problemzentrierter Ansatz, zielstellungszentrierte Lösung, entwurfs- und entwicklungszentrierter Ansatz sowie einer Initialisierung durch den Auftraggeber bzw. den Kontext. Der teils iterative Nennprozessablauf ist durch sechs Prozessschritte beschreiben. Der erste Prozessschritt „Identify Problem & Motivation“, welche auch den Einstieg des problemzentrierten Ansatzes darstellt, umfasst die Definition des spezifischen Problems und den Nachweis des Bedarfs. Ausgehend vom Problem erfolgt eine Schlussfolgerung zum zweiten Prozessschritt „Define Objectives of a Solution“, welcher den Mehrwert einer neuen Lösung beschreibt und den Einstieg für den zielzentrierten Ansatz bildet. Daran schließen sich der Prozessschritt drei „Design & Development“ sowie der Prozessschritt vier „Demonstration“ an, welche die Einstiege für den entwurfs- und entwicklungszentrierter Ansatz sowie für eine Initialisierung durch den Auftraggeber bzw. den Kontext bilden. Der Übergang vom Objekt zur Gestaltung und Entwicklung stützt sich hierbei auf die theoretischen Grundlagen. Die Phase „Demonstration“ stellt die Verwendung der entwickelten Lösung im Kontext des beschriebenen Problems bzw. eines Teilproblems dar. Hieran schließt sich der Prozessschritt „Evaluation“ an, welcher den Nachweis über die Lösung des Problems mit dem entwickelten Artefakt liefert. Den Abschluss des DSR-Prozesses stellt die Kommunikation über die Forschungsergebnisse und das Vorgehen dar (vgl. Peffers et al. 2007, S. 54–56).

Ausgehend von diesen beschriebenen Gestaltungsrahmen lässt sich das Vorgehensmodell für diese Arbeit, wie in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt, zusammenfassen. Bedingt durch den problemzentrierten Ansatz erfolgt in den ersten Phasen die Beschreibungen des Gegenstands, der Problemstellung, der Gestaltungslücke und des Bedarfs, des avisieren Mehrwerts, der Forschungsfragestellung und des -plans (Kapitel 1 und 2) sowie des Stands der Forschung und der Praxis (Kapitel 3 und 4). Die anschließenden Phasen „Design & Entwicklung“ sowie „Demonstration“ sind in dieser Arbeit durch den Methodeneinsatz (Kapitel 5 und 6), die Abgrenzung der Ergebnisse (Kapitel 1.2 und 7), die Demonstration (Kapitel 6.1) sowie das Design als Artefakt (Kapitel 5.3 und 5.4) ausgestaltet. Grundlage dieser Phasen bildet ein sequenzielles Vorgehen. Beginnend mit der Anforderungsdefinition (Kapitel 5.2), welche sich auf die präsentierten Grundlagen (Kapitel 3 und 4) sowie die Ergebnisse der Machbarkeitsstudien (Kapitel 5.1) stützt, erfolgt die Konzeption (Kapitel 5.3). Die Konzeption umfasst sowohl ein Phasen- und Prozesskonzept zur kollaborativen Gestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik der OWE, als auch die Systemarchitektur des resultierenden Informations- und Kommunikations-(IuK) Systems. Der dritte Schritt der Entwicklung umfasst eine prototypische Umsetzung der Benutzeroberfläche (Kapitel 5.4). Die nachfolgende Phase „Evaluation“ sieht einen Nachweis der Problemlösung (Kapitel 6), einen Abgleich zwischen dem Ergebnis und den Zielen sowie eine Überprüfung der eingesetzten Methoden vor (Kapitel 7). Der Abschluss des Vorgehensmodell bildet die Phase „Kommunikation“, welche im Kontext dieser Arbeit vorrangig durch die eigentliche Schrift sowie veröffentlichte Zwischenergebnisse repräsentiert wird.

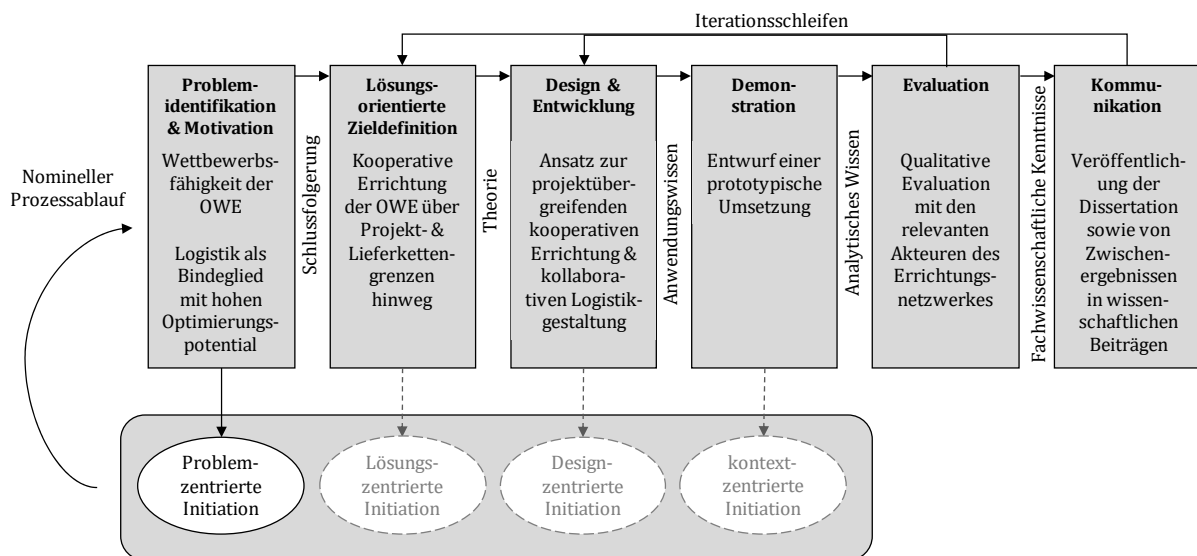


Abbildung 3: Vorgehensmodell dieser Arbeit (angelehnt an Peffers et al. 2007, S. 54–56)

Diese Arbeit folgt hierbei sowohl der Kohärenztheorie bei der Entwicklung des Ansatzes, welches sich auf bestehende Theorien stützt, als auch der Konsenstheorie zur Evaluation auf der Basis von Expertenmeinungen mit Vertretern der Branche. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Methoden der Prozess- und Systemmodellierung (Kapitel 2.1), der Untersuchung der Machbarkeit

(Kapitel 0), der Systementwicklung (Kapitel 2.3) sowie der Evaluation (Kapitel 2.4) im Kontext dieser Arbeit benannt und näher beschrieben.

2.1 Prozess- und Systemmodellierung

Die Methoden der Modellierung dienen einer allgemeinen formalen Beschreibung und Abstraktion eines Gegenstands (vgl. Becker et al. 2012, S. 1). Das Ergebnis stellt hierbei eine Abbildungsrelation des Objektes dar, welches einem bestimmten Zweck genügt (vgl. Funk et al. 2013, S. 14). Gadatsch (2013) differenziert die Methoden der Modellierung in skriptbasierte und grafische Methoden. Erstere besitzen eine starke Präzision bei einer gleichzeitig geringen Anschaulichkeit. Letztere stellen ebendiese Anschaulichkeit in den Mittelpunkt und lassen sich in datenfluss-, kontrollfluss- und objektorientierte Ansätze differenzieren. Stellen datenflussorientierte Modelle den Verlauf der Daten im Kontext des Zusammenwirkens der Einzeltätigkeiten in den Vordergrund, so ist dies der Ablauf der Tätigkeiten bei den kontrollflussorientierten Methoden. Die dritte Gruppe orientiert sich an der Integration von Funktionen und Daten zu Objekten (vgl. Gadatsch 2017, S. 81).

Im Rahmen dieser Arbeit finden Methoden der Modellierung sowohl für die Darstellung von Prozessen (siehe Kapitel 3.4.3 und 5.3.2), als auch für die Beschreibung der betrachteten Systeme innerhalb der Machbarkeitsstudien (siehe Kapitel 5.1) und der Verdeutlichung der Datenbankstruktur innerhalb der prototypischen Umsetzung (siehe Kapitel 5.4) Anwendung. Folglich sind Modellierungsmethoden zu wählen, welche eine anschauliche Darstellung der Prozesse sowie eine für die Dokumentation von IT-Anwendungen häufig genutzte und damit eingängige Abbildung ermöglichen.

Bei der Modellierung der Prozesse stellt die Abfolge der Tätigkeiten die Zielstellung dar. Demzufolge ist eine Methode der kontrollflussorientierten Ansätze zu wählen. Die Möglichkeit der Abbildung komplexer Objekte, der Einfachheit der Anwendung und der Lesbarkeit sowie der Durchdringung in der Praxis begründen die Wahl von BPMN (vgl. Gadatsch 2017, S. 112). Dies bedingt sich durch die größeren Freiheitsgrade von BPMN gegenüber EPK, welches ebenfalls eine hohe Marktdurchdringung inne hat (vgl. Slama und Nelius 2011, S. 91; Gadatsch 2017, S. 112). Für die Modellierung der Systeme der Machbarkeitsstudien sowie der Darstellung der Datenbankstruktur der prototypischen Umsetzung findet die objektorientierte Modellierung in Form von Klassendiagrammen der UML Anwendung. Diese Auswahl ist bedingt durch den Charakter von UML als Standard-Notation (vgl. Schatten et al. 2010, S. 165; Kemper und Eickler 2011, S. 59). Da in UML keine Tabellen, Primär- und Fremdschlüssel etc. darzustellen sind (vgl. Balzert 2009, S. 206), wird die von Naiburg und Maksimchuck (2001) vorgestellte Erweiterung für den Datenbankentwurf genutzt. Nachfolgend werden die gewählten Modellierungsmethoden näher beschrieben und die Visualisierung im Rahmen dieser Arbeit erläutert.

BPMN als international standardisierte Methode der grafischen Prozessmodellierung umfasst zahlreiche Symbole, in welcher sowohl fachliche, als auch technische Aspekte modelliert werden können und verbindet dabei die technische mit der wirtschaftlichen Sichtweise. Die maßgeblichen Symbole umfassen Rechtecke zur Beschreibung von Aktivitäten, Kreise zur Modellierung von Ereignissen, Rauten für Entscheidungen sowie Pfeile zur Darstellung von Kontroll- und Nachrichtenflüssen. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die verwendeten Symbole in dieser Arbeit (vgl. Freund und Rücker 2014, S. 10–23).

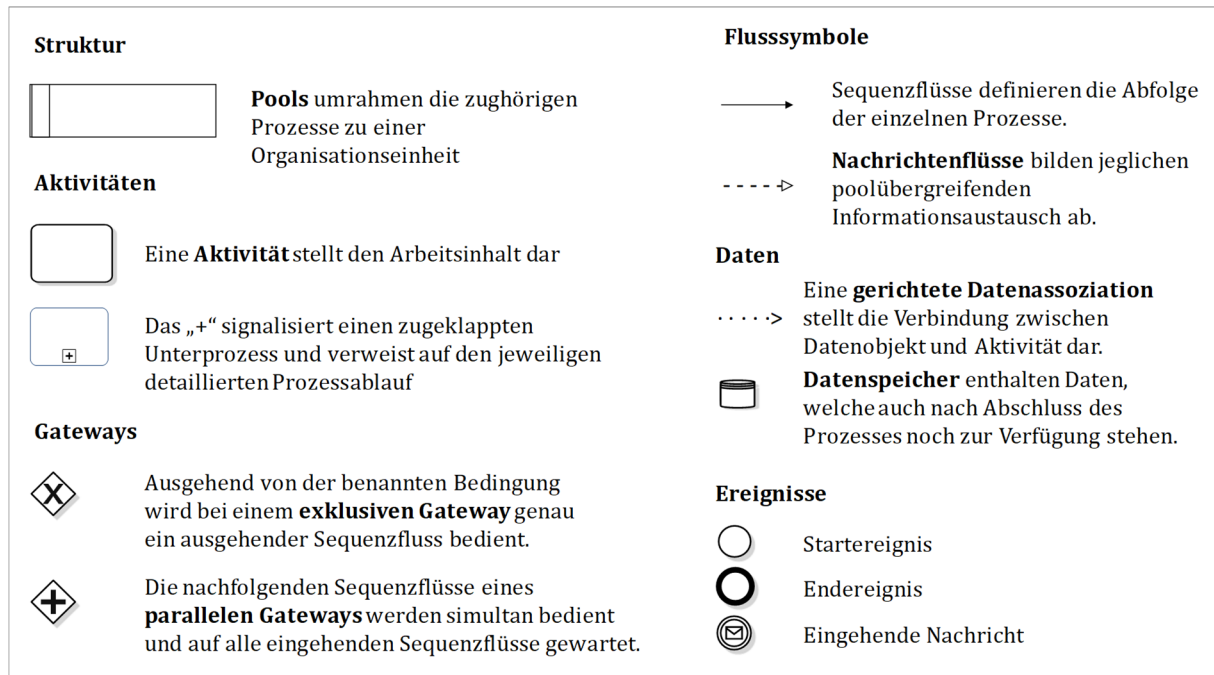


Abbildung 4: Verwendete Visualisierung der BPMN 2.0 im Rahmen dieser Arbeit (vgl. Freund und Rücker 2014)

Innerhalb der UML-Diagrammfamilie werden 14 Diagrammarten unterschieden, welche sich in Strukturdiagramme (Beschreibung statischer Zusammenhänge) und Verhaltensdiagramme (Darstellung des zeitlichen Verhaltens) differenzieren. Die Strukturdiagramme, zu denen auch das Klassendiagramm zählt, ermöglichen die Beschreibung einer statischen Struktur des Systems sowie die Erläuterung der Entitäten und ihrer Beziehungen. Damit erfüllt das UML-Klassendiagramm den Zweck einer strukturierten Abbildung der Daten und des Verhaltens des Systems (vgl. Schatten et al. 2010, S. 165–172). In der nachfolgenden Abbildung werden die verwendeten Symbole der UML-Klassendiagramm-Notation in dieser Arbeit dargestellt.

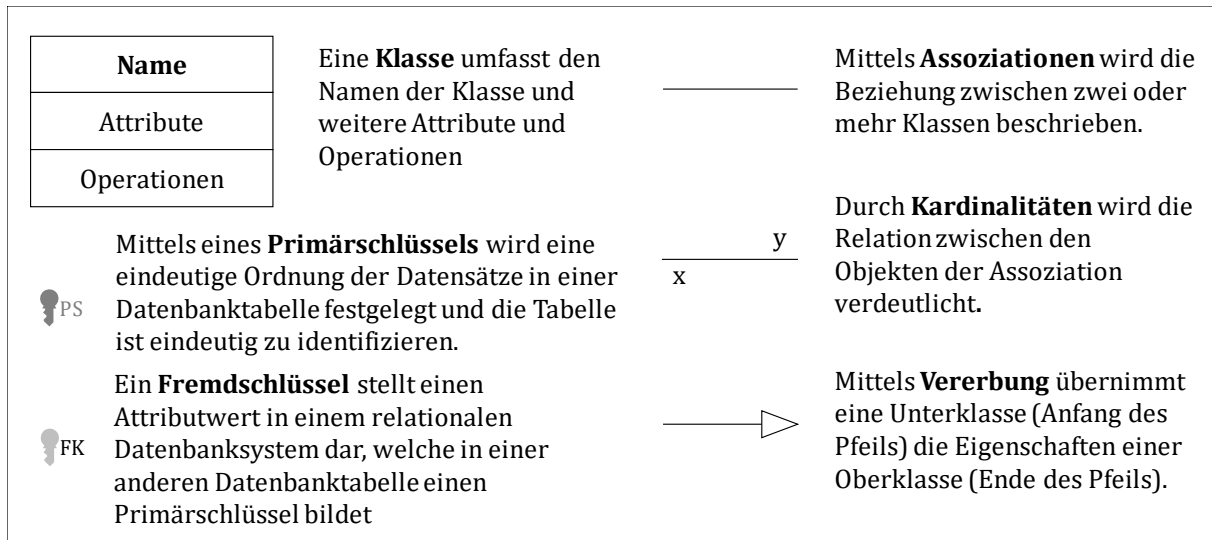


Abbildung 5: Verwendete Visualisierung des UML-Klassendiagramms im Rahmen dieser Arbeit (vgl. Balzert 2009, S. 131–137, 205-207)

2.2 Untersuchung der Machbarkeit von logistischen Prozessen

Machbarkeitsstudien dienen der Analyse möglicher Planungsalternativen und stellt den Nutzen bzw. die Wirtschaftlichkeit dieser dar, wobei eine Bewertung der Zielerreichung auch hinsichtlich der eingesetzten Ressourcen stattfindet (vgl. DIN 69901-2, S. 24). Die in der DIN 69901-2 (Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 2: Prozesse, Prozessmodell) aufgeführten Methoden (SWOT-, Nutzwert- und Wirtschaftlichkeitsanalyse) bedürfen je nach Umfang und Tragweite der Planungsalternativen ein Abbild und damit eine Abstraktion der Realität für die Analyse. Dieses Nachbild kann mittels Simulation erfolgen, welche Erkenntnisse über das reale System samt seiner dynamischen Prozesse auf Grundlage eines experimentierbaren Modells ermöglicht (vgl. VDI 3633, S. 16). Anwendung findet die Methode der Simulation bei Systemen, welche auf Grund ihrer hohen Komplexität eine gedankliche Erfassung und Steuerung nicht zulassen bzw. ein reales Experiment nicht möglich ist (vgl. Eley 2012, S. 3; Wenzel et al. 2008, S. 15). Das Ziel von Simulationen ist die Ermittlung des Systemverhaltens um eine Leistungsbewertung, eine Entscheidungsfindung oder eine systematische Optimierung zu ermöglichen (vgl. Rose und März 2011, S. 13). Parameter, Zufallsgrößen und Entscheidungsvariablen stellen hierbei die Eingangswerte dar (vgl. Eley 2012, S. 4). Im Gegenstand der Logistik findet die Methode der Simulation sowohl in den Phasen der Planung und Realisierung, als auch dem Betrieb Anwendung (vgl. VDI 3633, S. 2).

Im Kontext dieser Arbeit zielt der Einsatz der Methode der Simulation auf die Leistungsbewertung bei der Errichtung der OWE ab, welche in Form von Machbarkeitsstudien mit unterschiedlichen Parametern (Ressourcen und ihre spezifischen Eigenschaften), Zufallsgrößen (dynamische Wettereinflüsse basierend auf historischen Wetterdaten) und Entscheidungsvariablen (basierend auf

der Zielstellung der einzelnen Machbarkeitsstudien) betrachtet wird und in der Phase der Planung anzusiedeln ist.

Das Vorgehensmodell nach der VDI 3633-3 gliedert sich in die drei Phasen Vorbereitung, Durchführung und Auswertung. Ausgehend von der Beschreibung der Ziele erfolgt die Datenermittlung, -aufbereitung und -abstimmung sowie die Erstellung des Simulationsmodells in der Phase der Vorbereitung. Nach der anschließenden Durchführung der Simulationsläufe folgt die Analyse der Ergebnisse, deren Validierung und deren Abgleich mit den Zielen der Simulation. Iterationsschleifen und Anpassung finden in unterschiedlichen Schritten des Modells statt (vgl. VDI 3633-3, S. 2–3). Bedingt durch die klare Struktur und den Gegenstand der Logistik findet diese beschriebene Vorgehensweise im Rahmen der Arbeit Anwendung.

Simulationsmethoden lassen sich, bedingt durch das Erkenntnisinteresse und ausgehend von dem betrachteten System, in statische und dynamische, deterministische und stochastische sowie kontinuierliche und diskrete Methoden klassifizieren (Hedtstück 2013, S. 21). Bedingt durch die Betrachtung der Installation der OWE im zeitlichen Kontext, den nicht planbaren zufälligen Einflüssen des Wetters und möglichen technischen Störungen sowie den klaren Zeitpunkten der Zustandsänderung der einzelnen Elemente (z.B. Schiffe beladen oder Turm errichten) finden in dieser Arbeit dynamische, stochastische und diskrete Simulationsmethoden Anwendung.

Wie aus der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen ist, lassen sich die Werkzeuge der Simulation logistischer Prozesse nach dem Grad des Anwendungsbezugs bzw. der Allgemeingültigkeit differenzieren. Bedingt durch die Wechselbeziehungen zwischen den Rollen der OWEL ist sowohl eine prozesszentrierte als auch agentenbasierte Modellierung für die Simulation zu nutzen. Daher wird in dieser Arbeit das Simulationswerkzeug AnyLogic verwendet, welches diese Forderung erfüllt.

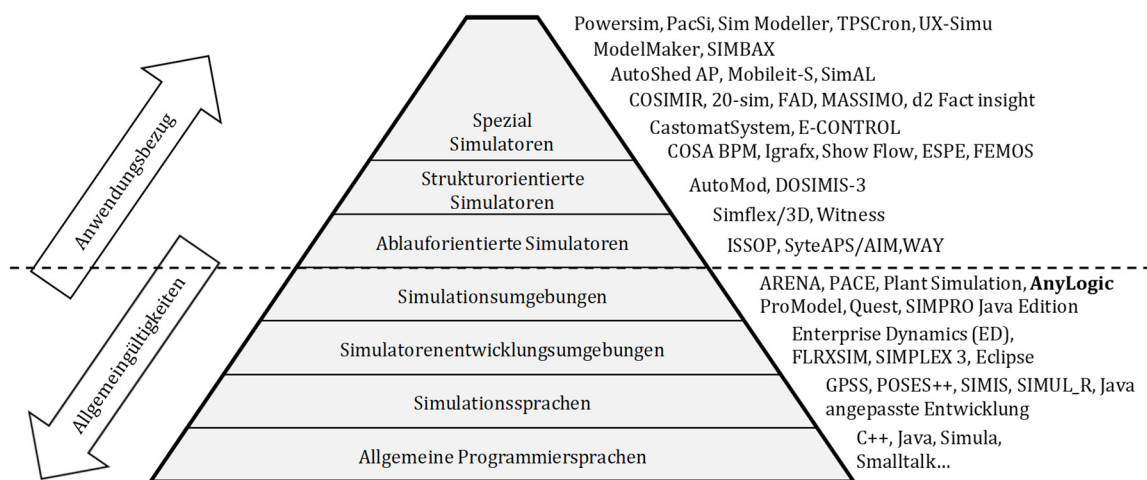


Abbildung 6: Auszug aus der Liste an Simulationswerkzeugen für Produktion und Logistik (vgl. Wenzel 2008, S. 70; Gutenschwager et al. 2017, S. 220–221)

2.3 Systemgestaltung und -entwicklung

Die „zielorientierte Bereitstellung und systematische Verwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen für die arbeitsteilige, ingenieurmäßige Entwicklung und Anwendung von umfangreichen Softwaresystemen“ (Balzert 2009, S. 17) stellt den Rahmen der Systemgestaltung und -entwicklung dar. Damit folgt die Entwicklung einem klaren Prozess, dessen grundlegende Aktivitäten als Spezifikation, Design und Implementierung, Validierung und Evaluation beschrieben sind (vgl. Sommerville 2012, S. 54). Die systematische Entwicklung, welche Balzert (2009) in seiner Definition formuliert, wird durch die Orientierung an diesem Prozess, welcher durch Vorgehensmodelle beschrieben wird, nachgekommen (vgl. Sommerville 2012, S. 56). Laut Plewan und Poensgen (2011) systematisieren Vorgehensmodelle den Entwicklungsprozess und ermöglichen damit den Umgang mit der Komplexität von Entwicklungsprojekten. Hierzu werden die nötigen Aktivitäten, deren Reihenfolge, die Ergebnisse, die Methoden, die Modelle und die Werkzeuge sowie die Verantwortlichkeiten definiert und strukturiert (vgl. Plewan und Poensgen 2011, S. 12). Die Methoden stellen hierbei die spezifische, angewandte Vorgehensweise innerhalb einer Entwicklungsaktivität zur Erreichung der festgelegten Ziele dar (vgl. Plewan und Poensgen 2011, S. 12; Balzert 2009, S. 53). Die Modelle, welche von den Methoden spezifisch genutzt werden, bilden den Gegenstand zur Darstellung von Ansätzen, beispielsweise Abläufen, Strukturen oder auch Dokumentationen (vgl. Goll 2012, S. 35–36). Die benannten Werkzeuge sind hierbei Programme, welche die Entwicklung unterstützen (vgl. Balzert 2009, S. 53).

Ausgehend von der Zielstellung dieser Arbeit und dem präsentierten Forschungsdesign umfasst die Entwicklung die Bereiche Spezifikation und Design. Grundlage der Entwicklung bildet ein sequenzielles Vorgehen, welches sich auf das Wasserfallmodell stützt. Beginnend mit der Anforderungsdefinition (Kapitel 5.2), welche sich auf die präsentierten Grundlagen (Kapitel 3 und 4) sowie die Machbarkeitsstudien (Kapitel 5.1) stützt, erfolgt die Konzeption (Kapitel 5.3). Die Anforderungsdefinition orientiert sich hierbei an der Begriffsdefinition, dem Vorgehen und der Differenzierung, welche von Balzert (2009) sowie Glinz (2008) beschrieben sind. Die Konzeption umfasst sowohl ein Phasen- und Prozesskonzept zur kollaborativen Gestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik der OWE, als auch die Systemarchitektur des resultierenden IuK-Systems. Die dritte Phase der Entwicklung umfasst eine prototypische Umsetzung (Kapitel 5.4). Das Vorgehen der Entwicklung im Rahmen dieser Arbeit ist in der folgenden Darstellung zusammengefasst. Hierbei wird auch schon auf die qualitative empirische Evaluation des Konzepts und des Entwurfs (Kapitel 6), dessen Methodik im nachfolgenden Kapitel beschrieben wird, verwiesen.

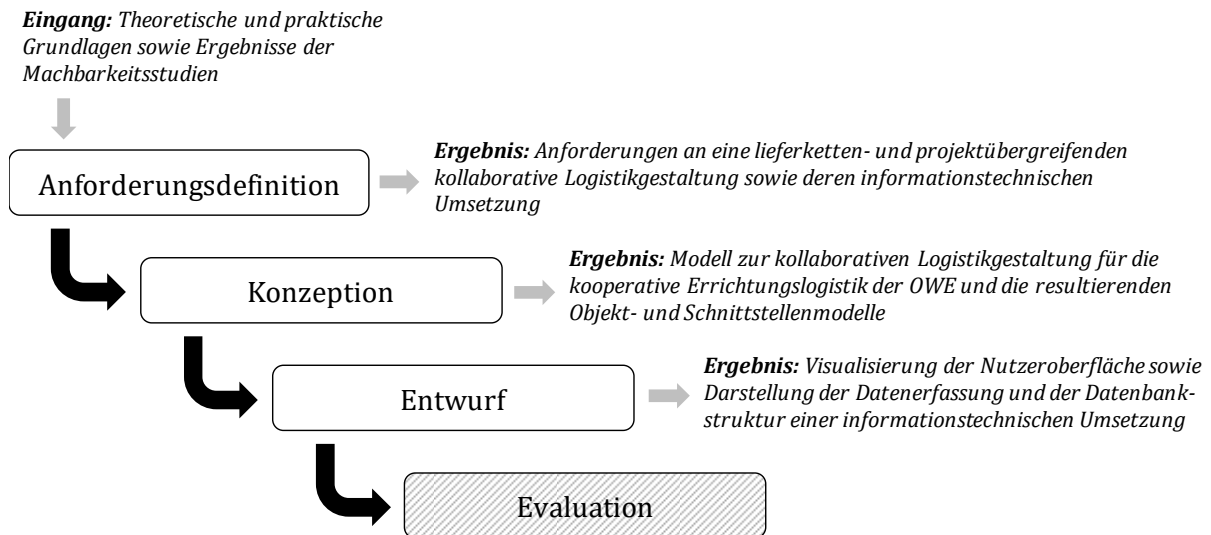


Abbildung 7: Phasen der Entwicklung und die jeweiligen Ergebnisse

2.4 Evaluation

Im Kontext der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik lässt sich für eine Zuordnung von Evaluationsmethoden das Wahrheitsverständnis in die Korrespondenztheorie (u.a. Feld- und Laborexperiment, Feldstudie, positivistische Fallstudie, Aktionsforschung), die Kohärenztheorie (u.a. Literaturanalyse, metamodellbasierte Evaluation, masterreferenzmodellbasierte Evaluation, ontologiebasierte Evaluation oder kognitionspsychologische Evaluierung), die Konsenstheorie (u.a. virtueller Diskurs, Fokusgruppe (mit Experten), Befragung(von Experten) oder Verbalprotokollanalyse) sowie die analytische Wahrheit (formaler Beweis) differenzieren (vgl. u.a. Cleven et al. 2009; Frank 2006; Fettke 2004; Siau und Rossi 2011; Gibson und Arnott 2007; Tremblay et al. 2010). Laut Franke (2000) stellt eine indirekte, ex post durchgeführte Evaluation von Artefakten in betriebswirtschaftlichen Kontexten eine sinnvolle Variante dar. Dies wird begründet in dem Zweck des Artefakts. Fokus der Evaluation sollte hierbei der Erfolgsbeitrag in bestimmten Nutzerkontexten darstellen (vgl. Franke 2000, S. 43). Ausgehend von der praxisorientierten Problemstellung sowie der Zielstellung und Eingrenzung dieser Arbeit erfolgt die Evaluation mittels der Methode des Experteninterviews, welches der Konsenstheorie zuzuordnen ist.

Die Methode des Experteninterviews basiert auf der Methode des Leitfadeninterviews, welche mit einem ausgewiesenen Experten für den zu untersuchenden Sachverhalt geführt wird. Mayer (2012) beschreibt, dass einem Leitfadeninterview offen formulierte Fragen als Rahmen zugrunde liegen. Der Leitfaden gibt folglich dem Interview eine Grundstruktur, welche sich auch in den Antworten darstellt und somit die Antworten der verschiedenen Interviews vergleichbar macht (vgl. Mayer 2012, S. 37). Darüber hinaus stellen Meuser und Nagel (2009) dar, dass im Kontext des Experteninterviews eine Vorstrukturierung die Fokussierung auf das Sonderwissen des Experten

erhöht (vgl. Meuser und Nagel 2009, S. 58). Bedingt durch die offenen Fragestellungen des Leitfadeninterviews, im Gegensatz zu standardisierten Interviews, wird dem Befragten die Verdeutlichung seiner Sichtweise sowie eine Erweiterung der Antworträume und die Ausführung narrativer Passagen ermöglicht (vgl. Schnell et al. 2013, S. 387; Flick et al. 2006, S. 117). Des Weiteren führt der interaktive Prozess zwischen Interviewer und Befragtem zur Schaffung von gemeinschaftlichem Wissen als Mehrwert und gleichzeitig ist der Einfluss des Interviewers als Risiko zu bewerten (vgl. Wassermann 2015, S. 58; vgl. Schnell et al. 2013, S. 388).

Das Ziel des Experteninterviews ist folglich sowohl die Diskussion über bestehende formulierte Sachverhalte, als auch die Ermittlung von unbekanntem Gegenständen, welche auch bedingt durch die Interaktion zwischen Befragten und Interviewer entstehen (vgl. Liebold und Trinczek 2009, S. 53). Der Experte wird hierbei durch sein detailliertes und spezifisches Wissen innerhalb des eingegrenzten Wissensgebiets beschrieben, welches im Kontext dieser Arbeit durch die berufliche Tätigkeit und die Position nachgewiesen wird. Im Rahmen der Arbeit werden sowohl das Kontextwissen, als auch das Betriebswissen des Experten erfragt. Laut Wassermann (2015) stellt Ersteres objektive Wissensbestände im und um das Wissensfeld dar. Das Betriebswissen beschreibt vorrangig implizites Wissen, welches u.a. in der subjektiven Wahrnehmung und im Insiderwissen vorherrscht (vgl. Wassermann 2015, S. 53).

Ausgehend von der Fallauswahl werden im Rahmen dieser Studie drei Experten befragt. Dies bedingt sich durch die Handlungsfelder und das jeweilige unterschiedliche Handlungswissen der befragten Experten sowie durch ihre besondere Charakteristik in Bezug zur Grundgesamtheit (vgl.: Schnell et al. 2013, S. 291). Der erste Interviewte stellt hierbei den Vertreter der Hersteller von OWE-Komponenten dar. Durch seine Position als Werkleiter repräsentiert dieser zugleich die strategische Sicht. Der zweite Experte repräsentiert durch den Leistungsumfang des Unternehmens sowohl den LDL als auch den Hafengebäudebetreiber für OWE-Projekte und ist durch seine Position und seinen Hintergrund Experte für den Bereich unternehmensinterne und -übergreifende IT im Logistikkontext. Der dritte Interviewte hat durch seine berufliche Laufbahn ebenfalls eine Doppelrolle inne und repräsentiert zum einen den IV-Betreiber in der Funktion des Leiters der Arbeitsvorbereitung auf taktischer und operativer Ebene und zum anderen die Betriebsgesellschaft als Verantwortlicher für Transport und Installation während der Errichtungsphase. Die Interviews basieren auf Szenarien und Leitfragen, welche vorab Pilotiert wurden. Eine Erfassung der Interviews erfolgt in Form eines Audiomitschnittes.

Die Auswertung der Experteninterviews erfolgt in einer qualitativen Inhaltsanalyse. Das Audiomaterial der aufgenommenen Interviews wird transkribiert, da in den Interviews das Betriebswissen sowie subjektive Eindrücke erfasst werden (siehe hierzu Wassermann 2015, S. 61). Die Auswertung des verschriftlichten Materials erfolgt durch eine Kodierung der Inhalte. Die Kategorien sind hierbei theoriegeleitet entwickelt, welche durch die Leitfragen des Interviews repräsentiert

sind, wie es Wassermann (2015) für die Analyse des Materials beschreibt (vgl. Wassermann 2015, S. 61). Eine quantitative Auswertung wird, bedingt durch den Fokus und die Anzahl der Interviews sowie der Interviewpartner, welche die Akteure des Errichtungsnetzwerkes darstellen, nicht vorgenommen. Die nachfolgende Abbildung 8 fasst das Vorgehen der Evaluation zusammen.

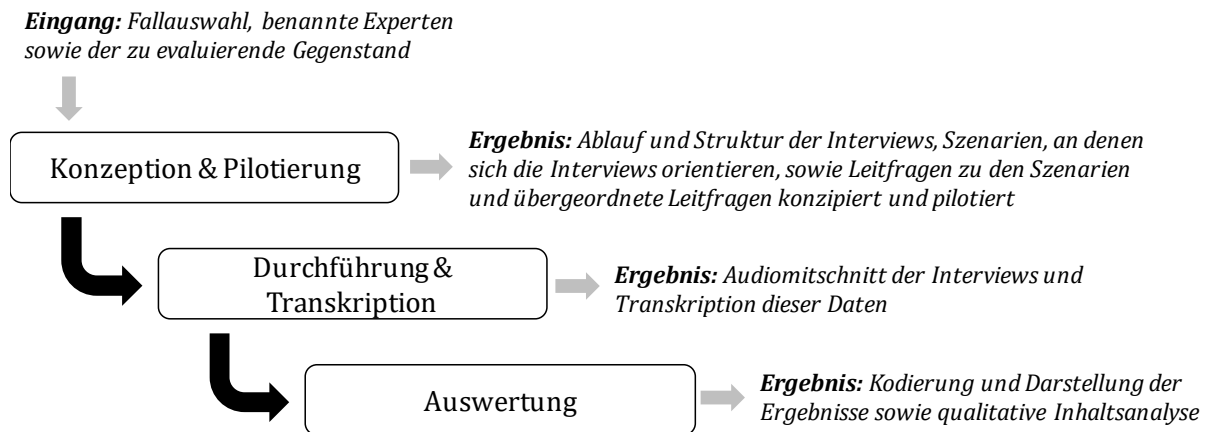


Abbildung 8: Phasen der Evaluation sowie die jeweiligen Ergebnisse

3 Der Gegenstand der Offshore-Windenergie

Das nachfolgende Kapitel gibt einen Überblick über die im Kontext der Arbeit relevanten Grundlagen der OWE. Eine erste Einführung in die Thematik erfolgt auf der Grundlage der politischen, technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen der OWE. Daran schließt sich eine Erläuterung der Wertschöpfungskette der OWE an. Ausgehend von der Beschreibung der Wertschöpfungskette wird die OWEL als verbindendes Element im Netzwerk mit deren Anforderungen und Herausforderungen, den dynamischen Einflüssen, den Rahmenbedingungen und Fertigstellungsrisiken sowie dem aktuellen Stand der Wissenschaft zur Planung und Steuerung der Errichtungslogistik dargestellt. Hieran schließt sich die Erläuterung des Netzwerks der Produktions- und Errichtungsphase eines OWP an. Dies erfolgt mittels der Beschreibung der beteiligten Rollen, der Systemgrenzen sowie der Prozesse. Den Abschluss dieses Kapitels bildet ein Zwischenfazit.

3.1 Hintergrund und Entwicklung der Offshore-Windenergie und dessen Branche

Die OWE stellt im Rahmen der Energiewende eine Schlüsseltechnologie dar (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015, S. 4–5; Hau 2014, S. 725). Dies begründet sich in dem hohen potenziellen Windangebot, der daraus resultierenden hohen Anzahl an Volllaststunden sowie den guten Kraftwerkseigenschaften der OWE und der Möglichkeit der Erzeugung von grundlastfähiger Energie (vgl. Rohrig et al. 2013, S. 86; Hau 2014, 737). Bedingt durch den avisierten Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland stellt die OWE als grundlastfähige Energiegewinnungsform folglich eine wichtige Komponente im zukünftigen Energiemix dar (vgl. Deutsche Bundesregierung 2013, S. 59). Sowohl die spezifischen Herausforderungen der OWE als auch die Wettbewerbssituation mit den konventionellen und den weiteren erneuerbaren Energieträgern führen zu dem Bedarf der Optimierung und Kostensenkung in allen Bereichen der Wertschöpfungskette (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015, S. 4–5).

Wirtschaftlich und gesellschaftlich nimmt die OWE eine wichtige Rolle durch die direkte Schaffung neuer Arbeitsplätze, sowohl in der Produktion, als auch im Betrieb und im Service der Anlagen, ein und ist zugleich als neuer Industriezweig Kunde und Partner für viele bestehende Industrien (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 25–28). Diese Bedeutung der Windenergie und die zunehmende Relevanz der OWE als Industriezweig für ganz Deutschland wird mit der Betrachtung der Beschäftigten in den einzelnen Bundesländern sowie der Verteilung der Beschäftigten nach Sek-

toren ersichtlich. Die nachfolgende Abbildung stellt die Entwicklung der Windenergie in den Jahren 2012 und 2015 auf Bundesebene dar. Dabei stieg die Anzahl der Beschäftigten im Offshore-Sektor in diesem Zeitraum um 15,1 % auf 20.500 Beschäftigte (vgl. Statista 2016)

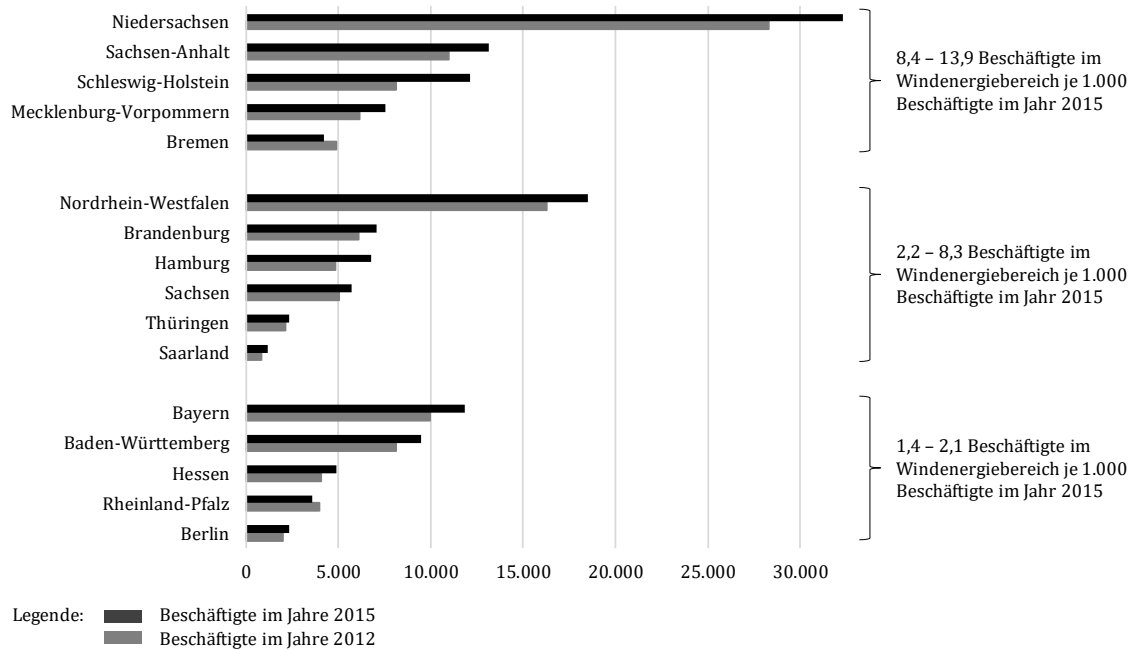


Abbildung 9: Regionale Verteilung der Beschäftigten der Windenergie in Deutschland (Daten: Ulrich und Lehr 2017)

Die Branche der OWE ist im Kern gekennzeichnet durch Hersteller, Errichter, Betreiber und Instandhaltungsunternehmen (vgl. Grantz et al. 2013, S. 39). Planer und Projektierer, Klassifizierungsgesellschaften und öffentliche Stellen, Transport-, Service- und Instandhaltungsunternehmen, die maritime Industrie sowie wie Banken und Versicherungen bilden zusammen mit einer Vielzahl von Zulieferern und Dienstleistern einen Ring um diesen Kern (vgl. Hau 2014, S. 773; Klinke und Klarman, S. 3). Kleine und mittelständische Planungs- und Ingenieurbüros beispielsweise erbringen Dienstleistungen im Bereich technischer, ökologischer und raumplanerischer Begutachtung (Schwieters et al. 2012, S. 64).

Die Entwicklung ist eng mit der deutschen Energiewende verbunden und gleichzeitig durch eine Vielzahl von politischen Vorgaben, Gesetzen und Rahmenbedingungen auf nationaler und europäischer Ebene beeinflusst. Ausgehend von der 20-20-20 Strategie sowie der Energy Roadmap 2050 auf europäischer Ebene stellen das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Energiekonzept die wichtigen politischen Eckpfeiler der deutschen Energiewende dar. Für die OWE, als wesentlicher Baustein der Energiewende, wurde darüber hinaus mit der 2002 beschlossenen Deutschen Offshore Wind Strategie der politische Grundstein gelegt. Neben den politischen Strategien, Gesetzen und Zielvereinbarungen wurde die OWE durch eine Vielzahl weiterer politischer Instrumente beeinflusst, welche in der nachfolgenden Abbildung dargestellt sind.

3 Der Gegenstand der Offshore-Windenergie

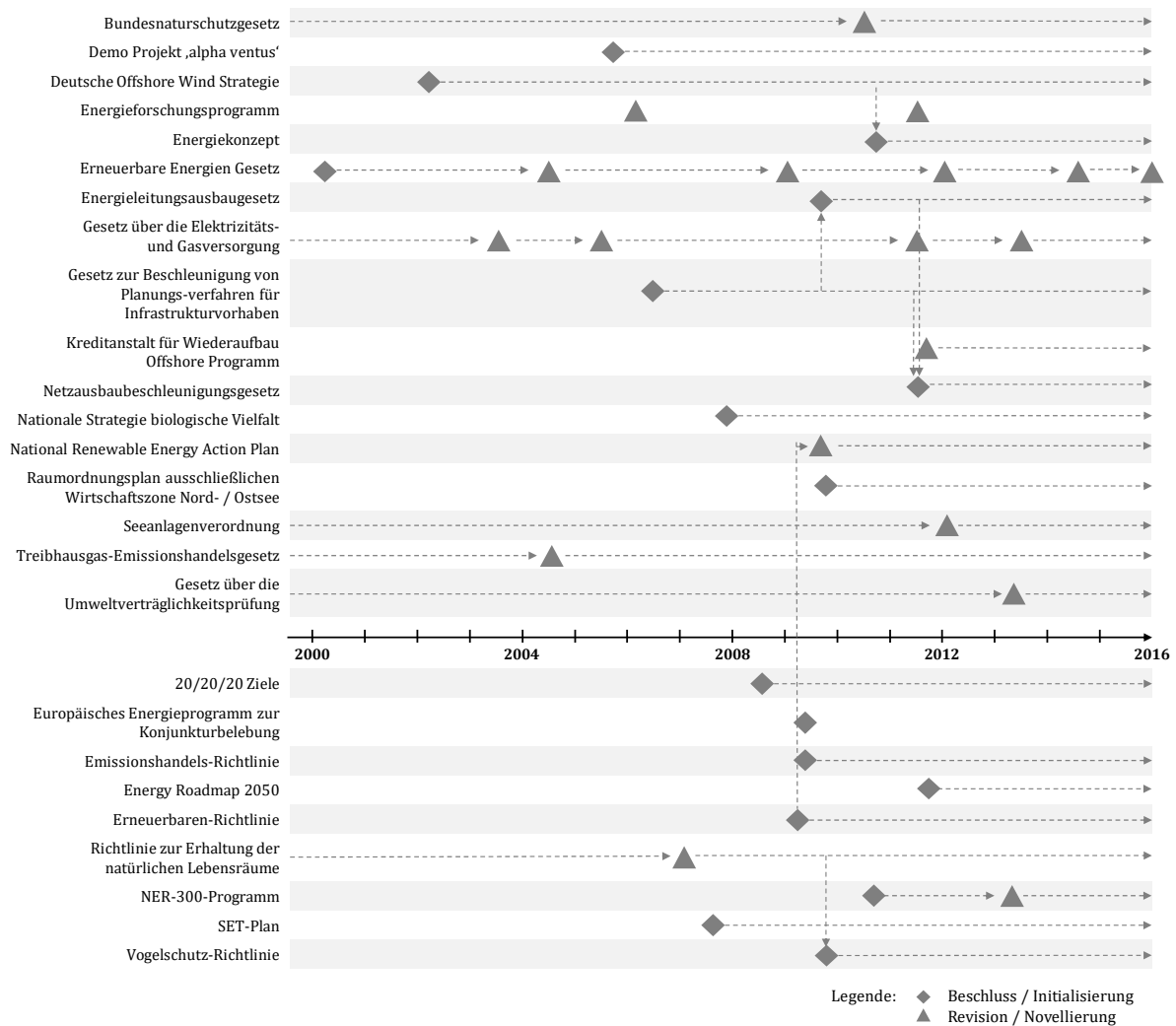


Abbildung 10: Politische Instrumente im Kontext der OWE auf nationaler (oben) und europäischer (unten) Ebene (angelehnt an Meyer 2014, S. 4)

Die technische Entwicklung der Energiegewinnung auf See fußt auf den Vorarbeiten an Land. Wurde die erste Windenergieanlage (WEA) zum Antrieb eines Dynamos bereits 1891 entwickelt bedurfte es erst dem Aufkommen der Ressourcenknappheit und eines verstärkten Umweltbewusstseins um der Abkehr von der regenerativen Energien des Industriezeitalters entgegenzuwirken (vgl. Hau 2014, 25, 36, 47; Schabbach 2007). Die ersten Anstrengungen zur industriellen Nutzung des Windes als Energiequelle unternahmen Kleinunternehmen in den 1980er Jahren (u.a. das heute globaltätige Unternehmen Vestas) (vgl. Gasch und Twele 2013, S. 35). Die ersten Offshore-Windenergieanlagen (OWEAs) wurden 1991 in Dänemark errichtet und basieren auf bewährter Onshore-Technologie. Einzelne Anlagen im deutschen Hoheitsgebiet folgten ab 2004 und der erste deutsche OWP wurde 2010 eröffnet (vgl. Allnoch 2015).

Die Reviere der deutschen OWE liegen zum Schutz der Natur dabei jenseits der 12 sm Grenzen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) mit einer Entfernung mit bis zu 340 km von der Küste entfernt. Neben der Entfernung zur Küste führen die naturbedingten Rahmenbedingungen

zu den erheblichen technischen und organisatorischen Herausforderungen (vgl. Özdirik und Kaltschmitt 2014, S. 546; Dannberg 2013, S. 289). Die höheren Windgeschwindigkeiten, die strömungstechnische Beeinflussung der Anlagen infolge des Parklayouts, zusätzliche Lastfälle durch Wellenbewegung, Gezeiten und Meeresströmung sowie Herausforderungen durch Eisgang und eine erhöhte Anforderung an den Korrosionsschutz, bedingt durch die salzige Atmosphäre, führten zur konstruktiven Weiterentwicklungen der Komponenten der OWE gegenüber den Onshore-Anlagen (vgl. Hau 2014, S. 682–683). Diese Komponenten einer OWEA umfassen dabei das Fundament, den Turm, die Gondel und den Rotor. Abhängig von dem Standort eines OWP, welcher durch Entfernung zum Festland, der Wassertiefe und dem Meeresboden charakterisiert ist, finden unterschiedliche Fundamenttypen Anwendung. Der Turm besteht, je nach Anlagentyp, aus zwei bis drei Stahlurmabschnitten und beherbergt, ebenfalls abhängig vom Anlagentyp, teils umfangreiche elektronische Komponenten (vgl. Hau 2014, S. 499–504). Im Bereich der Gondel, welche zu Beginn der Entwicklung der OWE vorrangig eine Anpassung bestehender und bewährter Technik aus dem Onshore-Bereich war, entwickelten verschiedene Hersteller, bedingt durch die sehr guten Windverhältnisse und die hohen Logistikkosten, Anlagen der 5-6 MW Generation (vgl. Gasch und Twele 2013, S. 547–548). Verbunden mit dieser neuen OWEA-Generation wurden auch die Rotorblätter größer. Die nachfolgende Abbildung greift die Entwicklung der OWEA auf und stellt diese im Kontext des Rotordurchmessers, der Nabenhöhe sowie der Leistung dar.

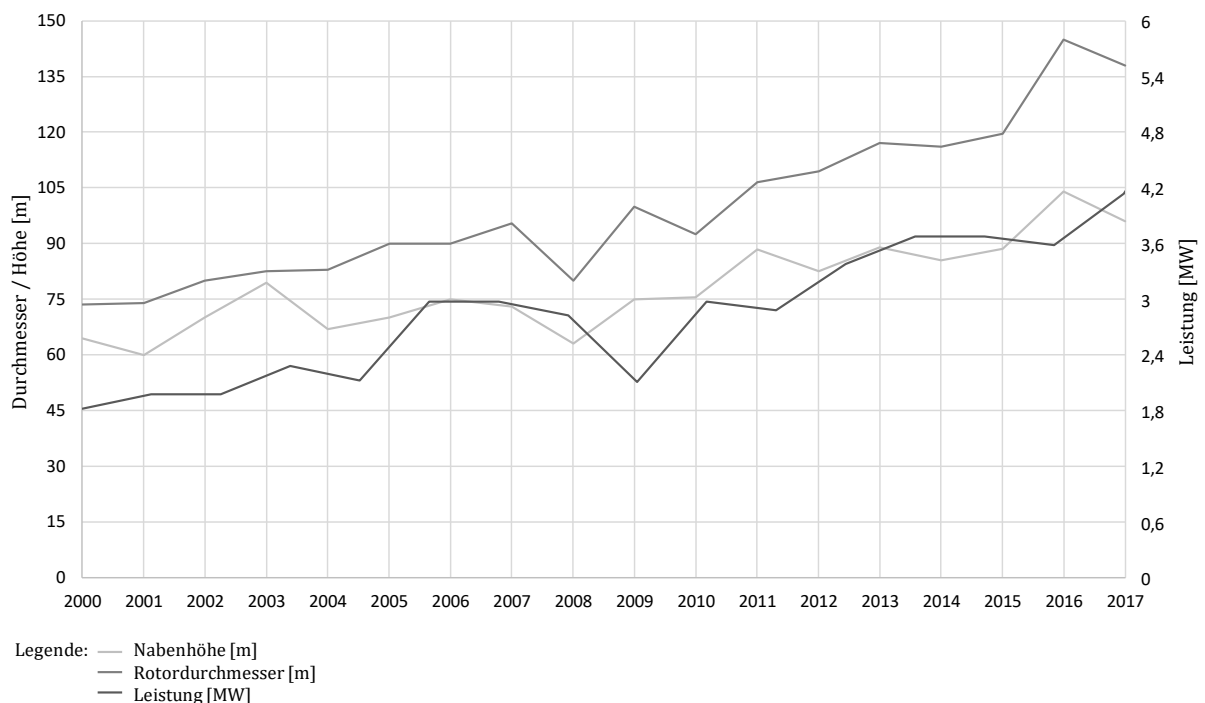


Abbildung 11: Jahresmittel der neuinstallierten Anlagen in der deutschen Nord- und Ostsee der Jahre 2000-2015 (Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Leistung) (Daten: windmonitor.de 2016; Lüers und Rehfeldt 2015, S. 3; Lüers et al. 2018, S. 3, 2017, S. 4)

Neben der eigentlichen Anlagentechnik stellt die Verkabelung innerhalb der OWPs sowie in den einzelnen OWP-Clustern und deren Anbindung an Land einen weiteren wichtigen Gegenstand

beim Ausbau der OWE dar. Bedingt durch die Zielstellung dieser Arbeit wird dieser Bereich jedoch nicht weiter betrachtet.

Ausgehend von dem beschriebenen Beginn der OWE in Deutschland sind zum Ende des Jahres 2017 1.169 Anlagen in Betrieb. Diese liefern, mit einer Nennleistung von 5,39 GW, Energie für rund 6,2 Million Haushalte. Mit der Aufsummierung der sich in Betrieb befindlichen, der derzeit errichteten sowie der geplanten und genehmigten OWEA ergibt sich eine Leistung von 7,7 GW (vgl. Lüers et al. 2018, S. 1). Hierzu stellt die nachfolgende Abbildung den innereuropäischen Vergleich der Installierten Leistung sowie die detaillierte Situation des Ausbaus, der Investitionsentscheidung und der Netzanbindungszusage in Deutschland dar.

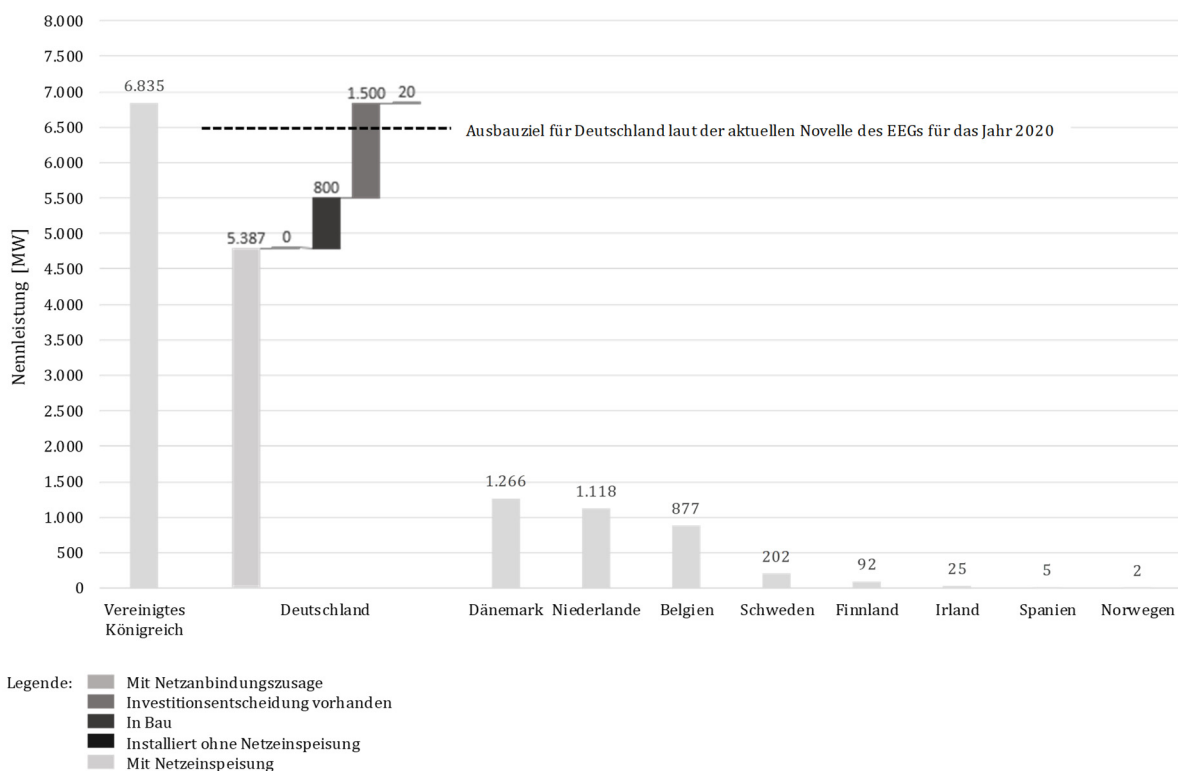


Abbildung 12: Situation der installierten Nennleistung der OWE in Europa und detaillierte Betrachtung des Ausbaus in Deutschland zum 31.12.2017 (Daten: Lüers et al. 2018, S. 8; Statista 2017)

Ausgehend von diesem Hintergrund, welcher einen ersten Einblick die OWE ermöglicht und die Neuartigkeit dieser Branche verdeutlicht, wird nachfolgend in diesem Kapitel, basierend auf der Zielstellung dieser Arbeit, das betrachtete System der OWE näher erläutert. Hierzu wird die Wertschöpfungskette beschrieben, welche die Grundlage für den Gegenstand der Arbeit – die Logistik der Errichtung der OWE – bildet und diese im Gesamtsystem verortet.

3.2 Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie

Angelehnt an das Wertschöpfungsmodell nach Porter (2014) lässt sich die Wertschöpfungskette der OWE in die primären und sekundären Aktivitäten gliedern, welche in der nachfolgenden Ab-

bildung dargestellt sind und anschließend erläutert werden. Ziel der Beschreibung der Wertschöpfungskette stellt die Einordnung der, im Kontext der Arbeit betrachteten, Teilbereiche der OWE im Gesamtsystem der OWE dar.



Abbildung 13: Wertschöpfungskette der OWE (angelehnt an Porter 2014, S. 64)

Ausgehend von dem Herstellungsprozess sowie der Beschaffungslogistik, welche im grundlegenden Porter-Modell die ersten Primäraktivitäten darstellen, ist für die Wertschöpfung der OWE diesen Aktivitäten die Projektentwicklung voranzustellen. Dies bedingt sich durch den hohen zeitlichen Aufwand sowie die ökonomische Relevanz dieser Aktivitäten. Zentraler Bestandteil im Kontext dieser Arbeit stellt die Produktion und Errichtung dar. Die Aktivität der Produktion lässt sich auf die Hauptkomponenten einer OWEA aufgliedern, welche bereits in Kapitel 3.1 beschrieben wurden. Die Errichtung umfasst die Teilbereiche Transport und Montage. Die Errichtung und die Netzanbindung spezifizieren die klassische Aktivität der Ausgangslogistik nach Porter. Die grundlegende Aktivität des Marketing und Sales nach Porter geht in den Inhalten der Projektentwicklung auf. Die klassische Aktivität des After Sales / Service umfasst im Kontext der OWE sowohl den Bereich des Betriebs sowie des Rückbaus der Anlagen nach Beendigung der Betriebsphase.

Die Sekundäraktivitäten umfassen u.a. Health Safety Environment (HSE), Logistik, Personalbeschaffung und -qualifizierung, Dienstleistungen sowie Forschung und Entwicklung. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Aktivitäten näher beschrieben.

3.2.1 Primäraktivitäten

Ausgangspunkt der Wertschöpfungskette der OWE stellt die **Projektentwicklung** dar. Diese umfasst die Planung, Finanzierung und Versicherung. Bedingt durch das aufwändige Genehmigungsverfahren, die Größe der Vorhaben und die schwierigen Standortbedingungen gestaltet sich diese Phase deutlich komplexer ist als bei Windparkprojekten an Land. Die Aktivität der Entwicklung und Planung eines OWPs umfasst neben dem genannten Genehmigungsverfahren sechs weitere Teilbereiche. Zu Beginn erfolgt eine Machbarkeitsstudie, welche die organisatorische, technische

und wirtschaftliche Realisierbarkeit untersucht. Auf deren Grundlage erfolgt eine Risikobewertung, die Ausgestaltung eines Finanzierungskonzepts, die Standortauswahl, die Umweltverträglichkeitsprüfung sowie abschließend eine Technologieplanung. Letzteres umfasst sowohl die Auswahl eines Anlagenkonzepts, als auch die Betrachtung der Kapazitätsauslastung der Anlagenhersteller (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 64). Die Finanzierung und Versicherung unterscheidet sich im Offshore-Bereich aufgrund der standortbedingten Risiken sowie dem hohen Investitionsvolumen von der Finanzierung und Versicherung eines Onshore-Windparkprojekts erheblich. Standortabhängig und anlagengrößenabhängig betragen die Kosten je MW installierter Leistung im Offshore-Bereich 2 bis 2,5 Millionen Euro gegenüber 1 bis 1,4 Millionen Euro im Onshore-Bereich (vgl. Lüers et al. 2015, S. 6; Böttcher 2013, S. 289–290). Dies führt zu einem Investitionsvolumen eines OWPs von bis zu 1,5 Milliarden Euro. Eine Investitionsentscheidung ist hierbei maßgeblich von einem im Rahmen des EEGs wirtschaftlichen Betriebs sowie der verwendeten Technologie abhängig und wird durch eine Vielzahl von Investoren realisiert (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 65). Die Inhalte des Bereichs Versicherung umfassen vorrangig die Optimierung des Risikomanagements, die Bewertung des Versicherungsrisikos und deren Überführung in ein Versicherungskonzept. Hierbei stehen die Errichtung sowie die Gewährleistungs- und Serienversicherung der Hersteller im Mittelpunkt (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 65).

Ausgehend von der Planung und im Speziellen der Technologieplanung erfolgt die Beauftragung der Hersteller zur **Produktion** der Hauptkomponenten Fundament, Turm, Gondel und Rotorblätter. Unabhängig von der Komponente stellt der Beginn jeder Produktion die Fertigungsplanung und die Material- sowie Zulieferteilbeschaffung (**Beschaffungslogistik**) dar. Letzteres beträgt je nach Komponente bis zu acht Monaten. Des Weiteren sind allen Herstellungsprozessen ständige interne und externe Qualitätskontrollen gemein. Nachfolgend wird die Wertschöpfung innerhalb der Produktion der einzelnen Hauptkomponenten beschrieben.

Beispielhaft für die verschiedenen Typen von *Fundamenten* wird die Produktion eines Tripods dargestellt. Die zentralen Elemente des Tripods sind Zulieferteile und werden in der Produktion final zusammengefügt. Der erste Produktionsschritt stellt die Vorfertigung der Pileguides dar. Weiter werden in der Vorfertigung die Teilssegmente des Zentralrohrs mit den nötigen Einbauteilen ausgerüstet. Das obere Zentralrohr wird nachfolgend gestrahlt und beschichtet. In der Endfertigung werden zu Beginn die Pileguides sowie das untere Zentralrohr zueinander ausgerichtet. Mittels der Fußstreben werden diese nachfolgend miteinander verbunden. Der anschließende Produktionsschritt umfasst das Aufschweißen des mittleren Zentralrohrs auf das Untere sowie die Verbindung mit den Pileguides mittels der Kopfstreben. Bevor abschließend das obere Zentralrohr aufgeschweißt und die Schweißnaht beschichtet wird, erfolgen weitere Ausrüstungsarbeiten an dem Tripod (vgl. Beinke et al. 2014, S. 40).

Der erste Schritt bei der Produktion eines *Windkraftturms* ist der Zuschnitt und das Walzen von Stahlblechen. Die gewalzten Stahlbleche werden nachfolgend zu Schüssen verschweißt. Diese kreisrunden Teilsegmente werden anschließend mittels Rundnahtschweißen zu einem Turmsegment zusammengeführt. An die Enden der Segmente werden Flansche angebracht, welche der späteren Verbindung der Segmente bei der Errichtung dienen. Abschließend werden die Turmsegmente lackiert und in der Endfertigung mit den entsprechenden Einbauteilen ausgestattet. Je nach Hersteller der Anlage befinden sich im untersten Turmsegment eine Vielzahl von technischen Komponenten, wie beispielsweise Schaltanlagen, Umrichter und Haupttransformator. Diese werden nach Fertigstellung der Produktion des Turmsegmentes durch den Gondelhersteller endausgerüstet (vgl. Beinke et al. 2014, S. 41–42; Beinke und Beinker 2012, S. 668).

In der Produktion der *Gondel* erfolgt die Vormontage der Teilsysteme parallel, welche bedarfsgerecht in die Endmontage eingesteuert werden. Der Taktgeber zu Beginn der Produktion ist der Triebstrang. Die Endmontage beginnt mit dem Stahlbau des Gehäuses der Gondel, der Montage der ersten vormontierten Anbauteile sowie der elektronischen Ausrüstung der Gondel. Daran schließt sich die Heirat der vormontierten Teilsysteme Triebstrang, Generator, Getriebe und Gehäuse an. Neben dem mechanischen Zusammenführen, erfolgen die elektrischen Arbeiten zur Integration der Teilsysteme. Die letzten Schritte des Montageprozesses bilden die Verbindung mit dem Unterdeck sowie ein Vollasttest der Gondel (vgl. Beinke et al. 2014, S. 37).

Rotorblätter werden im Vakuuminfusionsverfahren produziert und aus mehreren Bauteilen zusammengesetzt. Diese Bauteile umfassen die Ober- und Unterschale sowie strukturgebende Elemente und den Wurzelanschlussbereich. Die Produktion der Bauteile beginnt mit der Vorbereitung der jeweiligen Form und dem Einlegen der Kohlenfaserverbundstofflage. Im nachfolgenden Schritt wird die Form mit Folie bedeckt, ein Unterdruck erzeugt und mittels diesem die Form gleichmäßig mit dem flüssigen Harz gefüllt. Nach der Aushärtung der einzelnen Bauteile werden diese zusammengesetzt und verklebt. Der abschließende Fertigungsschritt eines Rotorblattes stellt das Finishing dar, welches das Abschleifen der Klebekanten sowie die Lackierung des Rotorblattes umfasst. Der Abschluss der Produktion stellt das Auswuchten eines Rotorblättersatzes dar, welches ein gleichmäßiges Laufen des Rotors ermöglicht (vgl. Beinke et al. 2014, S. 38–39).

Die Wertschöpfung innerhalb der Phase der **Errichtung** wird durch den land- und seeseitigen Transport der Komponenten sowie die Montage bzw. Installation der Anlagen auf See erzielt. Der Transport beinhaltet dabei die Materialflüsse von den Herstellern der Anlagenkomponenten zum Hafen, die Lagerung und Bereitstellung der Komponenten im Hafen sowie den Transport zum Baufeld auf See. Geeignete Hafenanlagen mit schwerlastfähigen Kajen sowie Hafenflächen zur Vormontage der Komponenten bilden die Schnittstelle zwischen Land und See. Die landseitige Wertschöpfung wird hierbei vorrangig durch Logistikdienstleister (LDL) erbracht (vgl. Gille 2011,

S. 38). Ab der Kaje übernehmen Installationsschiffe (IVs) den Transport und stellen bei der Montage die Plattform für die nötigen Arbeiten dar. An der Installation der Anlagen sind zahlreicher Akteure beteiligt. Die Wertschöpfung erfolgt jedoch vorrangig durch den Betreiber des IVs sowie die Anlagen- bzw. Komponentenhersteller. Für die Montage „jacken“ sich die IVs auf, dies bedeutet, dass sich die IVs mittels Stelzen aus dem Wasser heben und sind folglich vom Seegang unabhängig. Der Seegang sowie die Windverhältnisse haben einen erheblichen Einfluss auf die Transport- bzw. Montageprozesse, welche bei Überschreitung von Obergrenzen der Wind- und Seegangbedingungen abgebrochen werden müssen. Durch die Abhängigkeit vom Wetter sind verlässliche Vorhersagen entscheidend für eine wirtschaftliche Errichtung (vgl. Voss 2016, S. 135). Neben diesen primären Aufgaben umfasst die Errichtung u.a. die Koordination, Abnahme, Dokumentation und Aufsicht jeglicher Arbeiten, sowie das Projekt- und Risikomanagement der Errichtungsphase (vgl. Klinke und Klarmann 2014, S. 42). Bedingt durch den Fokus dieser Arbeit auf den Transport und die Installation erfolgt die weitergehende Darstellung dieser Prozesse in den Kapiteln 3.3 sowie 3.4.3.

Neben der Errichtung stellt die **Netzanbindung** eine weitere Wertschöpfungsphase des Baus eines OWPs dar. Die Anbindung umfasst dabei die Innerparkverkabelung sowie die Anbindung an die Umspannstationen der einzelnen Cluster. Die Netzanbindung bildet den Abschluss der Entstehung eines OWPs. Hierzu kommen Kabellegerschiffe mit großen Kabel-Karussells zum Einsatz (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 69–70).

Mit einer Dauer von mehr als 20 Jahren stellt der **Betrieb** die längste Wertschöpfungsphase im Lebenslauf eines OWPs dar. Ziel dieser Phase ist es die Kosten, welche bei der Entwicklung, der Errichtung, dem operativen Betrieb sowie dem Rückbau entstanden sind und entstehen werden, zu decken sowie einen operativen Gewinn zu erwirtschaften (vgl. Neulinger et al. 2013, S. 432). Der Betrieb von OWEA ist durch die umwelttechnischen und technischen Rahmenbedingungen der auf See errichteten Großkraftwerke deutlich komplexer und kostenintensiver als bei Onshore-WEAs. Das oberste Ziel in der Betriebsphase stellt eine hohe Anlagenverfügbarkeit und die damit einhergehende hohe Stromeinspeisung dar (vgl. Burckhardt 2013, S. 423). „*Der Betreiber ist [hierbei] verantwortlich für den sicheren und genehmigungskonformen Betrieb eines Windparks und seinen Nebenanlagen bei optimaler Wirtschaftlichkeit, unter Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften und den gültigen technischen Regelwerken.*“ (Neulinger et al. 2013, S. 432) Die Wertschöpfung innerhalb der Betriebsphase lässt sich in die kaufmännische und die technische Dimension differenzieren. Hierbei stellt die kaufmännische Betriebsführung die Kernaufgabe der Betriebsgesellschaft dar. Dies umfasst u.a. das Controlling sowie das Reporting. Die technische Betriebsführung zielt auf die langfristige Erhöhung der technischen Verfügbarkeit der Anlagen sowie die Gewährleistung der allgemeinen Parksicherheit ab. Diese Aufgaben werden vorwiegend durch Dienstleister sowie den Gondelhersteller übernommen, wobei die Koordination der Arbeiten im Windpark

weiter im Aufgabenfeld der Betriebsgesellschaft verbleibt. Durch die herrschenden Rahmenbedingungen stellt gerade die Sicherstellung der technischen Verfügbarkeit mittels Instandhaltung eine besondere Herausforderung dar (vgl. Burckhardt 2013, S. 429).

In der noch jungen Branche bestehen durch die lange Laufzeit der OWEA von mehr als 20 Jahren in Deutschland keine Erfahrungen mit dem **Rückbau** (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 73). Laut der Seeanlagenverordnung sind die Betreiber zum Rückbau der Anlagen verpflichtet (vgl. Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie 23.01.1997, §13). Innerhalb des Genehmigungsverfahrens sind daher Sicherheiten für den Rückbau der OWPs nachzuweisen (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 73). Der Rückbau umfasst dabei auch die umweltgerechte Entsorgung sämtlicher Bestandteile der OWEA (vgl. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) 2007, S. 27). Ansätze des Repowerings¹ aus dem Onshore Bereich zur Verlängerung der Betriebsphase bzw. zur Nutzung bestehender Elemente einer OWEA werden konzeptionell bereits diskutiert (u.a. auf der Offshore-Repowering-Konferenz des Maritimen Kompetenzzentrums am 11.11.2014 in Leer), sind jedoch im deutschen Kontext erst ab dem Jahre 2030, mit dem ersten deutschen Windpark *alpha ventus*, relevant (vgl. Kaiser und Seitz 2014, S. 42).

3.2.2 Sekundäraktivitäten

Neben den beschriebenen primären Aktivitäten umfasst die Wertschöpfungskette der OWE sekundäre Aktivitäten. Diese sind u.a. HSE, Personalbeschaffung und -qualifizierung, Forschung und Entwicklung, Informationstechnik- bzw. Informationstechnologie- (IT-), Beratungs- und Service-dienstleistungen sowie Logistik. Diese Liste lässt sich je nach Detailgrad beliebig erweitern. Nachfolgend werden die genannten Gegenstände kurz erläutert. Ausgehend von der Zielstellung dieser Arbeit wird die Aktivität Logistik im nachfolgenden Kapitel 3.3 separat behandelt.

Die Arbeitssicherheit stellt einen für die Phasen der Errichtung, des Betriebs und des Rückbaus unerlässlichen Aspekt dar, welcher zusammen mit der wirtschaftlichen Betrachtung des Gesamtvorhabens an oberster Stelle steht. Daher stellt der Bereich **HSE** bereits in der Entwicklungsphase einen wichtigen Betrachtungsgegenstand dar. Ziel ist es, durch umfassende Vorbereitung der Mitarbeiter auf ihre jeweiligen Tätigkeiten sowie der Analyse dieser sowie der Gestaltung, Implementierung und Verstetigung von standardisierten Prozessen Unfälle auszuschließen. Dies sowie die Dokumentation der Rettungskette stellen die zentralen Punkte des HSE-Konzepts dar, welche zu Projektbeginn vorliegen muss und ständig erweitert wird (vgl. Böttcher 2013, S. 431).

Im Kontext des HSE sowie durch die Komplexität der Arbeiten wird deutlich, dass in dieser jungen Branche die **Personalbeschaffung und -qualifizierung** besonders wichtig ist. Hierbei stellt der hohe quantitative Bedarf sowohl für die Errichtung als auch für die Instandhaltung auf See und an

¹ Erläuterung Repowering

Land eine besondere Herausforderung dar (vgl. Grantz et al. 2013, S. 72). Durch nötige Zertifikate sowohl im Bereich der Unfallverhütung, als auch im Bereich der Technik sind wiederkehrende und zeitintensive Qualifizierungsmaßen notwendig (vgl. Grantz et al. 2013, 149, 152-153). Folglich befinden sich am Markt bereits mehrere Unternehmen, welche die Ausbildung des Fachpersonals anbieten (vgl. Grantz et al. 2013, S. 151).

Sowohl für die Entwicklung der Branche, als auch für die Wettbewerbsfähigkeit der OWE gegenüber anderen Energieträgern stellt der Bereich **Forschung und Entwicklung** eine wichtige und übergreifende Sekundäraktivität dar. Durch vielfältige Förderprogramme auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene (beispielsweise das Energieforschungsprogramm des Bundes, siehe Abbildung 10) wurde eine zielgerichtete und kooperative Forschung und Entwicklung rund um die OWE motiviert (siehe hierzu Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015, 23-29, 36-40). Ziel und Aufgabe von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind vorrangig im Bereich der Verbesserung der Anlagen und Komponenten für eine höhere Leistungsfähigkeit und Verlängerung der Lebensdauer zu sehen, sowie in der Senkung der Herstellungs-, Errichtungs-, Wartungs- und Transportkosten (vgl. Hau 2014, S. 878-882; Schwieters et al. 2012, S. 73). Darüber hinaus stellt die Begleitforschung für eine ökologische und soziale Energiegewinnung einen wichtigen Gegenstand dar.

Bedingt durch die Vielfalt an unterschiedlichen Aufgaben und der Neuartigkeit der Branche haben sich eine Vielzahl von **IT-, Beratungs- und Servicedienstleistern** entlang des gesamten Wertschöpfungsprozesses der OWE etabliert. Schwieters et al. (2012) erläutern, dass in den ersten Phasen der Wertschöpfung ein Großteil der Entwicklungsarbeit durch Ingenieurbüros erbracht wird. Diese reicht von der Entwicklung und Konstruktion spezifischer Teilsysteme bis hin zur Konzeption und Einführung von Logistikkonzepten. Der Bereich der Tätigkeiten von Dienstleistern bei der Errichtung ist vielfältig. Des Weiteren umfasst die Unterstützung beispielsweise den operativen Transport oder die Taucharbeiten bei der Verkabelung der OWEA. Zahlreiche Unternehmen erfüllen darüber hinaus Teilaufgaben im Rahmen der Instandhaltung. Hierbei wird die Reichweite von der Inspektion der Unterwasserstrukturen bis hin zur Erneuerung des Korrosionsschutzes der Anlage sowie der Verbesserung von Teilsystemen benannt. Weiter wird beschrieben, dass sowohl bei der Errichtung als auch bei dem Betrieb der Bereich des Personal- und Materialtransfers eine wichtige Aktivität darstellt. Bedingt durch den Transfer sowohl per Schiff als auch per Helikopter finden sich hier zahlreiche Servicedienstleister. Darüber hinaus werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette u.a. für die Planung, die Fertigung, den Betrieb sowie die Kommunikation zahlreiche informationstechnische Lösungen angeboten. In diesem Bereich werden eine Vielzahl von IT-Dienstleistern zur Erfüllung der Aufgaben sowie Entwicklung spezifischer Systeme beauftragt (vgl. Schwieters et al. 2012, S. 74-75).

Wie eingangs erläutert, wird die Sekundäraktivität Logistik und im speziellen die Errichtungslogistik, bedingt durch den Fokus dieser Arbeit, im nachfolgenden Kapitel gesondert und tiefergehend behandelt.

3.3 Offshore-Windenergieerrichtungslogistik

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Definitionen für den Begriff der Logistik (siehe hierzu u.a. Christopher 2016, S. 2; Kress 2016, S. 7; Rushton et al. 2014, S. 4). Dieser Arbeit wird die Definition von Schulte (2013) zu Grunde gelegt, welche Logistik als „marktorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und dazugehörigen Informationsflusses zwischen einem Unternehmen und seinen Lieferanten, innerhalb eines Unternehmens sowie zwischen einem Unternehmen und seinen Kunden“ versteht (Schulte 2013, S. 1). Der Gegenstand der maritimen Logistik umfasst die see- und landseitige Transportkette, dessen Gestaltungsbereiche die Schifffahrt und der Seetransport, die land- und seegestützten Hinterlandtransporte sowie die Häfen mit ihrer Wertschöpfung und nötigen Infra- und Suprastruktur umfassen (vgl. Klaus et al. 2012, S. 424). Innerhalb des Betrachtungsgegenstandes der OWE beschreiben Thoben et al. (2014) die Logistik als eine Sammlung von verschiedenen Konzepten, Prozessen und Technologien zur material- und informationstechnischen Abstimmung der Akteure entlang des gesamten Lebenszyklus und stellen die Logistik als kritischen Erfolgsfaktor dar (vgl. Thoben et al. 2014, S. 4–5).

Innerhalb der Wertschöpfungsphasen Errichtung und Betrieb nimmt die Logistik eine entscheidende Rolle mit rund 25% der gesamten Investitionskosten ein (vgl. Hau 2014, S. 694; Heidmann 2010, S. 51). Dabei stellt die Errichtungslogistik, welche den Transport von Material und Personal ab der Kaje umfasst, den größten Anteil dar (vgl. Reichert et al. 2012, S. 3). Dies wird bei der Betrachtung des Kostenverlaufs von On- und Offshore Windenergie-Projekten deutlich (siehe nachfolgende Abbildung)

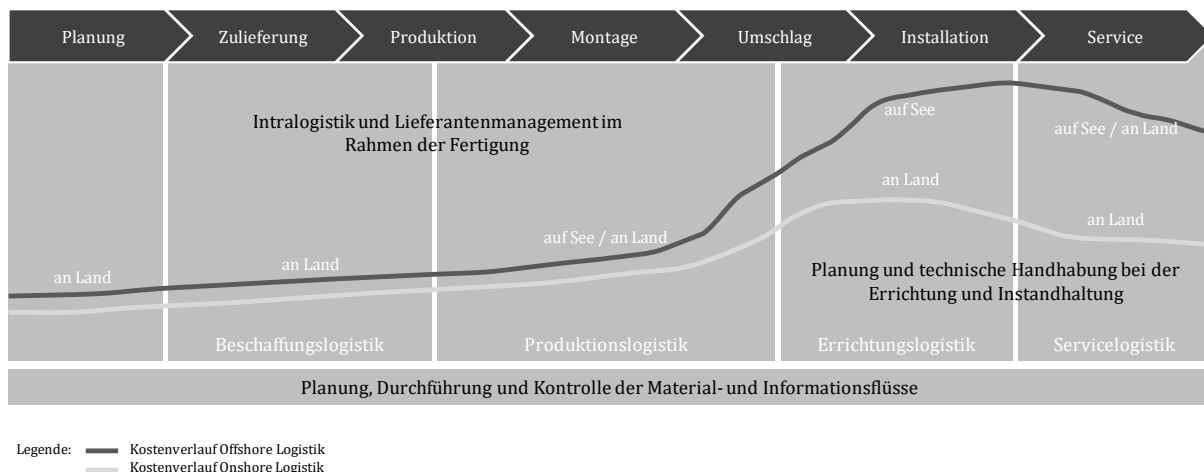


Abbildung 14: Kostenverlauf und Aufgaben der OWEL entlang der Wertschöpfungskette (vgl. Thoben et al. 2014, S. 5; Reichert et al. 2012, S. 3)

Die Themenfelder der Errichtungslogistik sind hierbei vielfältig und umfassen neben den eindeutigen Bereichen der Baustellenlogistik, des Transports, der Lagerung und des Umschlags weitere Bereiche wie das Engineering, die Kosten- und Gefahrenübergangsregelung sowie die Strategieentwicklung zur Ressourceneffizienzsteigerung (vgl. Beinke et al. 2015, S. 7–8). Damit wird deutlich, dass die Prozesse Lagerung, Transport und Umschlag nur einen kleinen sichtbaren Teil der Logistik umfassen, welche auf der Prozessgestaltung und der Steuerung von Material- und Informationsflüssen aufsetzen (vgl. Heidmann 2015, S. 5–6).

Ausgehend von dieser ersten Verortung der Errichtungslogistik folgt in den nachstehenden Unterkapiteln die Beschreibung der Anforderungen und Herausforderungen, der dynamischen Einflüsse, Randbedingungen und Fertigstellungsrisiken sowie des Stands der Wissenschaft zur Planung und Steuerung der Errichtungslogistik. Diese Grundlangen fließen in das später zu entwickelnde Konzept zur kooperativen Logistikgestaltung der Errichtungslogistik der OWE ein.

3.3.1 Anforderungen und Herausforderungen

Die Herausforderungen der Errichtung und der Errichtungslogistik werden in der Literatur vorrangig in den gegebenen Umweltbedingungen sowie den technologischen Herausforderungen beschrieben. Die zunehmende Küstenentfernung, die entsprechende Wassertiefe sowie der nötige Naturschutz stellen zusammen mit der Herausforderung der Nutzung von geeigneten Wetterbedingungen die Umweltfaktoren dar (vgl. Hau 2014, S. 694; Briese und Westhäuser 2013, S. 31; Gasch und Twele 2013, S. 548–549). Der Faktor Wetter wird von Stohlmeyer und Ondraczek (2013) in die Teilbereiche Wind, Welle, Eisgang, Nebel und Strömung aufgeteilt. Der Wind stellt dabei die größte Herausforderung dar, da dieser für eine Vielzahl von Prozessen einen limitierenden Faktor darstellt (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 334). Die technischen Herausforderungen werden mit der Netzanbindung, der Anlagentechnologie, den Dimensionen und Lasten sowie der wachsenden Anlagengröße benannt (vgl. Briese und Westhäuser 2013, 25, 27; Hau 2014, S. 679). Neben den umweltbedingten und technologischen Herausforderungen werden noch u.a. die komplexe Finanzierung und Versicherung, die hohen Charterkosten der IVs, die Zertifizierungsbedarfe an viele Prozesse sowie die nur bedingte Übertragbarkeit von Erfahrungen aus anderen Ländern aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise Großbritannien oder Dänemark, beschrieben (vgl. Hau 2014, S. 694; Gille 2011, S. 38; Briese und Westhäuser 2013, S. 31; Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 333).

Ausgehend von diesen Herausforderungen werden notwendige Anforderungen an und für die Logistik wie folgt in der Literatur formuliert: Burckhardt (2013) beschreibt hierzu, dass bedingt durch naturgegebene Rahmenbedingungen völlig neue Ansätze für die Logistik entwickelt werden müssen (vgl. Burckhardt 2013, S. 423). Briese und Westhäuser (2013) führen weiter aus, dass die Anforderung vorrangig in der Standardisierung der Prozesse, der Entwicklung hin zu einer

Serienproduktion und letztlich in der Professionalisierung der OWE-Branche bestehen. Auf die Logistik bezogen bedeutet dies, ausgereifte und zertifizierte Logistikkonzepte zu einwickeln und entsprechende Logistikprozesse zu etablieren (vgl. Briese und Westhäuser 2013, S. 27–28). Für die technische Logistik² ergeben sich Anforderungen im Bereich der Bereitstellung geeigneter Transportmittel und geeigneter Spezialtechnik, im Bereich des Ausbaus schwerlastfähiger Kajen und der Ertüchtigung von Flächen für die platzintensiven Lagervorgänge sowie im Bereich der Steigerung der Anzahl an IVs und Serviceschiffen (vgl. Gille 2011, S. 38; Hau 2014, S. 694; Gewiese und Dömeland 2011, S. 86, 2011). Um die hohen Kosten der Errichtung und der Errichtungslogistik zu reduzieren, werden darüber hinaus die Anforderung an eine enge Kooperation zwischen den Errichtern und den Häfen sowie die Verbesserung der Wettervorhersage zur Vermeidung von unsicheren Installationsabläufen adressiert (vgl. Gille 2011, S. 38).

3.3.2 Dynamische Einflüsse, Randbedingungen und Fertigstellungsrisiken

Schweizer et al. (2011) beschreiben dynamische Einflüsse auf das Logistiknetzwerk der Errichtungsphase der OWE als nicht beeinflussbare und steuerbare Störungen und grenzen demgegenüber Randbedingungen als beeinflussbare und steuerbare grundlegende Voraussetzungen ab (vgl. Schweizer et al. 2011, S. 11). Dabei erfüllen beide Zustände den Gegenstand eines Fertigstellungsrisikos, welches als Risiko für jegliche Abweichung von der geplanten Fertigstellung beschrieben wird (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 331). Als Randbedingung wird die Auswahl von falschen Komponenten bzw. das Fehlen der richtigen Komponenten benannt, welches in der gesamten Transportkette aufgrund mangelnder Planung, Steuerung und Kontrolle auftreten kann. Die dynamischen Einflüsse umfassen zum einen Beschädigungen an den Komponenten, den Transport-, den Verlade- und den Errichtungsmitteln und zum anderen den Wettereinflüssen und dem Produktionsoutput der Hersteller (vgl. Schweizer et al. 2011, S. 11–12).

Stohlmeyer und Ondraczek (2013) kategorisieren die Fertigstellungsrisiken in die Bereiche Wetter, Netzanschluss, Errichtung und Inbetriebnahme, Lieferanten sowie Gründung. Diese Reihenfolge gibt gleichzeitig auch die Rangfolge wieder, welche empirisch ermittelt wurde. Im Kontext der OWEL sind hierbei das Wetter, die Errichtung und Inbetriebnahme sowie die Lieferanten relevant. Viele erforderliche Arbeiten auf See dürfen im Kontext der Sicherheit von Material und Mensch nur bis zu einer definierten Wettergrenze ausgeführt werden. Damit wird ersichtlich, dass das *Wetter*, als nicht planbare oder beeinflussbarere Störgröße, einen erheblichen Einfluss auf die geplante Fertigstellung hat. Sowohl der Wind, als auch die Welle definieren die verfügbaren Wetterfenster, welche für den Transport und die Installation nötig sind. Neben Wind und Welle stellt

² Unter der technischen Logistik wird der nach Arnold et al. 2008 beschriebene Gegenstand des materialflusstechnischen und informationstechnischen Mittels zur operativen Durchführung logistischer Prozesse verstanden.

der plötzlich und unerwartet auftretende Nebel für die OWEL ein weiteres erhebliches Risiko dar. Bei bis zu 60 Schiffen im Windpark während der Errichtung wird das Risiko, welches vom Nebel ausgeht deutlich. Die Strömung, welche vorrangig für Taucharbeiten ein Risiko darstellt, ist gut vorhersagbar und stellt damit ebenso wie der Eisgang, welcher sich vorrangig auf die Ostsee beschränkt, ein nachgelagertes Wetterrisiko dar (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 332–336).

In den Bereich der *Errichtung und Inbetriebnahme* als Fertigstellungsrisiko fließen die Logistik an Land und See, das Errichtungskonzept, der Technikeinsatz, die Sicherheit auf See sowie die Erfahrung der Beteiligten ein. Der Ausfall an Transportgeräten, Lieferverzögerungen, unzureichende Ausbildung und Detailwissen der Mitarbeiter sowie eine mangelhafte Planung sind i.d.R. der Grund für Verzögerungen in der Lieferkette der Errichtung. Der Ausfall von Errichtungstechnik hat, aufgrund der exponierten Lage der Errichtung und den Auswirkungen auf nachfolgende Errichtungsschritte, erhebliche Auswirkungen auf die Planerfüllung und die Errichtungskosten. Kurzfristige Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Material haben auf See die höchste Priorität, wodurch Prozesse jederzeit gestoppt werden können (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 337–338).

Die *Lieferverzögerungen* können sich sowohl auf die Bereitstellung von Errichtungs- und Transportmitteln, auf die Fertigstellung von Komponenten und deren geplanten Zulauf zum Hafen sowie auf die Verkabelung des Windparks auswirken. Verspätungen bei der Fertigung ergeben sich vorrangig aus zeitaufwändigen Nacharbeiten, welche in Folge von Qualitätsmängeln nötig sind. Verzögerungen im Transport lassen sich vorrangig durch Schäden an den Komponenten sowie durch schwierige Wetterverhältnisse begründen (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 339–340).

Die Folgen jeglicher Fertigstellungsrisiken bestehen in Ertragsausfällen, ausbleibenden Umsatzerlösen, Liquiditätsproblemen und Überschreitung der Investitionskosten (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 341–342). Die nachfolgende Tabelle fasst die von Schweizer et al. (2011) benannten dynamischen Einflüsse und Rahmenbedingungen sowie die von Stohlmeyer und Ondraczek (2013) beschriebenen Fertigstellungsrisiken für den Transport vom Hersteller über den Hafen bis ins Baufeld und der Installation zusammen. Dabei wird deutlich, dass sich diese über den Großteil der Prozesse erstrecken.

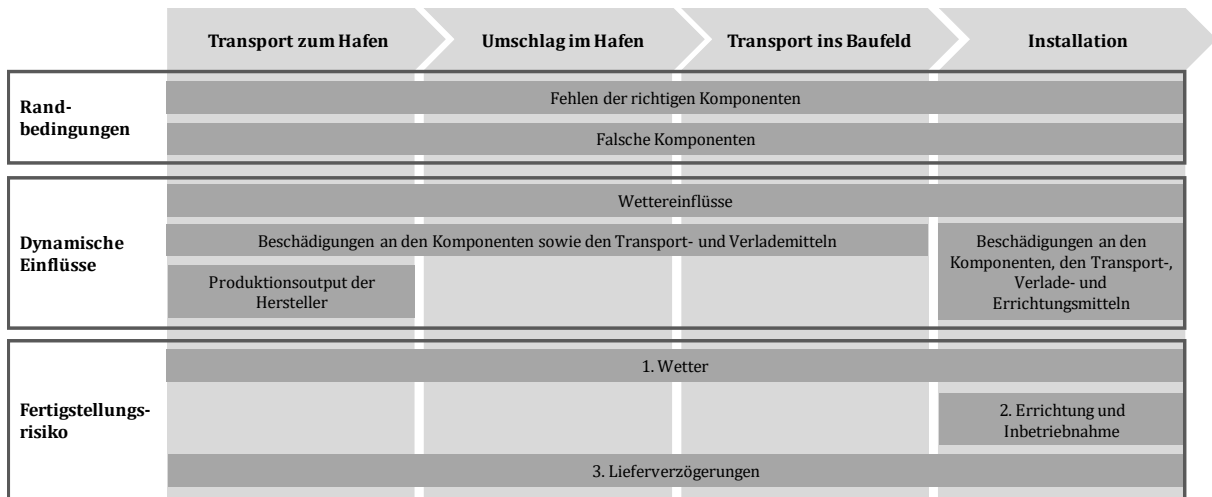


Abbildung 15: Dynamische Einflüsse, Randbedingungen und Fertigstellungsrisiken der Offshore-Errichtungslogistik (vgl. Stohlmeyer und Ondraczek 2013, S. 334–340; Schweizer et al. 2011, S. 11–12)

3.3.3 Planung und Steuerung der Errichtungslogistik

Neben den beiden vorangestellten praxisorientierten Teilen dieses Unterkapitels wird nachfolgend auf den wissenschaftlich dominierten Gegenstand der Planung und Steuerung der Errichtungslogistik eingegangen und der Stand der Wissenschaft präsentiert. Hierbei lassen sich in der wissenschaftlichen Literatur vorrangig zwei Bereiche ausmachen. Der Erste umfasst Ansätze der mathematischen Optimierung zur Ermittlung des Errichtungsplans. Der zweite Bereich beinhaltet Simulationsansätze zur Planung und Steuerung der Transport- und Installationsprozesse, welche häufig mit einer informationstechnischen Umsetzung verbunden sind. Nachfolgend werden diese Bereiche jeweils dargestellt.

Im Kontext der mathematischen Optimierung stellen Scholz-Reiter et al. (2010) einen der ersten Beiträge vor. Die Autoren beschreiben ein mathematisches Modell unter Verwendung von gemischter ganzzahliger linearer Programmierung, welches den optimalen Installationszeitplan für OWPs unter Beachtung unterschiedlicher Wetterbedingungen ermittelt. Dazu werden unterschiedliche Witterungsverhältnisse, Installationsverfahren und Layouts für die IV-Beladung berücksichtigt. Durch die Komplexität des Problems (NP-hart) ist der Lösungsansatz jedoch nur für kleine Szenarien anwendbar. Darauf aufbauend stellen die Autoren in Scholz-Reiter et al. (2011) eine Heuristik zur Lösung größerer Probleme unter Berücksichtigung längerer Zeithorizonte, mehrere Schiffe und einer breiteren Vielzahl von Wetterbedingungen vor. Einen weiteren Ansatz liefern Ait Alla et al. (2013). Sie befassten sich mit dem Problem der aggregierten Installationsplanung von OWPs. Die Autoren stellen ein mathematisches Modell vor, welches unterschiedliche Betriebsbedingungen berücksichtigt, wie Witterungsverhältnisse und Schiffsverfügbarkeiten. Abschließend ist der Beitrag von Irawan et al. (2017) im Kontext der optimierten Errichtungsplanung zu benennen. Die Autoren beschreiben eine bi-objective Optimierung, welche für einzelne Fälle die optimale Lösung ausgibt.

Einen ersten Ansatz zur simulationsgestützten Planung und Steuerung liefern Lütjen und Karimi (2012). In ihrem Beitrag wird ein Simulationsansatz zur Bestimmung der optimierten Lagermenge sowie eine reaktive Planungsheuristik zur Koordination der IVs unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wetterbedingungen beschrieben. Einen weiteren Ansatz liefern Muhabie et al. (2015) mit einer diskreten Ereignis-Simulation für den Transport und die Installation von OWEA. Die Autoren betrachteten sowohl historische Windgeschwindigkeit und Wellenhöhe als auch einen probabilistischen Ansatz bei der Analyse der Logistikketten in der Offshore-Windindustrie.

Simulationswerkzeuge zur strategischen Bewertung von Lieferkettenszenarien liefern u.a. Lange et al. (2012), Görges et al. (2014), Schweizer (2015) und Vis und Ursavas (2016). Lange et al. (2012) präsentieren ein erstes strategisches Simulationswerkzeug zur Entscheidungsunterstützung, welches die logistische Spezifikation einbezieht, die Supply Chain (SC) von der Produktion über Transport und Lagerung bis zur Installation umfasst und letztlich unterschiedliche logistische Strategien und Szenarien vergleichbar macht. Görges et al. (2014) liefern ebenfalls ein Simulationswerkzeug, welches die Analyse verschiedener Offshore-Logistikketten und die Bewertung von planerischen Handlungsalternativen ermöglicht. Darüber hinaus ist ein Vergleich der Robustheit von ermittelten Plänen möglich. Ein prototypisches Simulationsinstrument zur Bewertung unterschiedlicher Netzwerkkonstellation präsentiert Schweizer (2015). Der Ansatz stützt sich auf der Entwicklung eines Informationsfluss-Konzepts zur Steigerung der Transparenz im Netzwerk und ermöglicht darüber hinaus auch eine Steuerung der Prozesse. Vis und Ursavas (2016) befassen sich mit der Kohärenz zwischen logistischen Methoden und der Projektleistung unter Berücksichtigung des äußeren Einflusses des Wetters. Die Studie bezieht die wichtigsten Faktoren der Vormontage, der Schiffsbelastung und der Entfernung zum Festland mit ein. Des Weiteren wird eine Vormontage-Strategie vorgeschlagen, welche aus einer minimalen Anzahl von Komponenten für die Installation und einer maximalen Anzahl je Schiffsladung besteht. Das Ergebnis der Arbeit stellt ein Entscheidungshilfe-Tool auf der Grundlage von Simulation dar. Eine vergleichbare Schlussfolgerung wie Vis und Ursavas (2016) lieferten Sarker und Faiz (2017). Die Autoren stellen hierzu einen Ansatz vor, welcher eine Optimierung der Auswahl aus Transport- und Errichtungsaufgaben beschreibt. Die Autoren identifizieren den Grand der Vormontage an Land als maßgeblichen Einflussfaktor.

Abgrenzend zur vorwiegend strategischen Ausrichtung der präsentierten Ansätze zur Planung und Steuerung der Errichtungslogistik beschreiben Bodenstab et al. (2014) ein Ansatz zur operativen Planung und Steuerung, welcher witterungsbedingte Verzögerungen sowie sämtliche Planänderungen innerhalb der SC allen involvierten Akteuren in Echtzeit bereitstellt. Grundlage stellt eine internetbasierte Plattform dar, welche aktuelle Planänderungen mittels Simulation vorab bewerten kann und folglich eine dynamische Steuerung der wetterabhängigen Prozesse sowie schnelle Reaktionen auf Planabweichungen in der Logistikkette ermöglicht.

3.4 Netzwerk der Produktions- und Errichtungsphase eines Offshore-Windenergieparks

Rollen, Akteure, Prozesse und Systemgrenzen charakterisieren das Netzwerk der Errichtungsphase der OWE. Die sich aus dem Zusammenwirken dieser Rollen im Netzwerk der Logistik der OWE ergebenden Schnittstellen werden in dem nachfolgenden Unterkapitel präsentiert. Hieran schließt die Herleitung und Darstellung des projektübergreifenden Gesamtsystems der Errichtung der OWE, ausgehend von der Lieferkettenebene eines Windparks, an. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Betrachtung auf Prozessebene, welche die Material- und Informationsflüsse in der Errichtungsphase der SC eines OWP beschreibt. Diese Erläuterung des Netzwerks der Produktions- und Errichtungsphase der OWE und seiner Prozesse fußt auf der in Kapitel 3.2 beschriebenen Wertschöpfungskette und wird in der Konzeption in Kapitel 5.3 wieder aufgegriffen.

3.4.1 Rollen im Netzwerk der Offshore-Windenergie

Das Netzwerk der OWE ist durch eine Vielzahl von Rollen gekennzeichnet, welche an den Prozessen beteiligt sind. Die Rollen stellen dabei die Verrichtungsobjekte dar, welche von Akteuren ausgefüllt werden. Eine strikte Koppelung von Rolle und Akteur besteht in der OWE nicht. Demzufolge kann eine Rolle von mehreren Akteuren ausgefüllt werden und ein Akteur mehrere Rollen innehaben (vgl. Beinke et al. 2014, S. 86). Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die Schnittstellen zwischen den beteiligten Rollen des Netzwerks der OWEL.

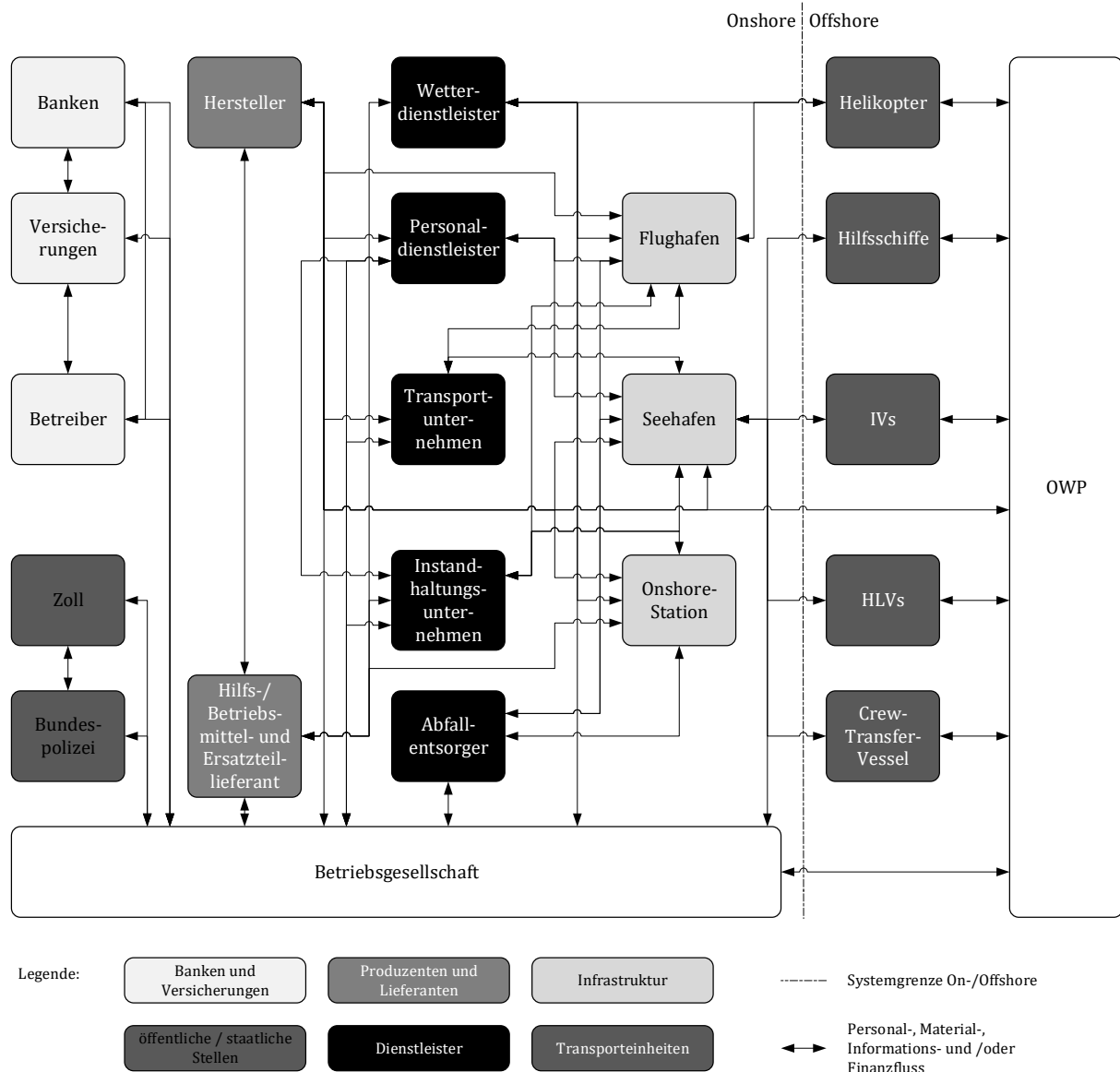


Abbildung 16: Schnittstellen unternehmensübergreifender Abläufe der OWE (vgl. Joschko et al. 2015, S. 33)

Innerhalb der Errichtungsphase stellen der Errichter (Betreiber der IVs), der LDL (in der Abbildung als Transportunternehmen beschrieben), der Hafenbetreiber, die Komponentenhersteller sowie die Betriebsgesellschaft die wichtigen Rollen dar. Letztere repräsentiert den Kunden und nimmt die zentrale Entscheidungsrolle ein (vgl. Klinke und Klarmann 2014, S. 40–41). Die Komponentenhersteller sind für die Fertigung der Anlagenkomponenten sowie ihrer Bereitstellung ab Werk verantwortlich und sind ihrem Kunden dabei zum Nachweis der Qualität verpflichtet. Der jeweilige Produktionsplan der Hersteller richtet sich nach dem Errichtungsplan. Der Hafenbetreiber ist für die termingerechte Bereitstellung der Komponenten im Hafen zur Verladung verantwortlich. Durch den Transport vom Hersteller und der Bereitstellung im Hafen bildet der LDL die Schnittstelle zwischen Komponentenhersteller und Errichter. Hierbei richtet sich der LDL nach dem Errichtungsplan. Der Errichter ist für die Installation der OWEA verantwortlich und hält hier-

für entsprechende technische Geräte vor. Für eine termingerechte Errichtung stellt die Versorgung des IVs einen entscheidenden Faktor dar, welcher durch die LDL sichergestellt wird (vgl. Beinke et al. 2014, S. 87–88).

3.4.2 System und Systemgrenzen der Phase Produktion und Errichtung

Die Logistikkette der Produktion und Errichtung ist, wie in anderen Industriebereichen auch, durch einen gerichteten Materialfluss von der Quelle (Hersteller) zur Senke (Installationsort auf See) gekennzeichnet (vgl. Görges et al. 2014, S. 51). Ausgehend vom Rollenverständnis, welches in Kapitel 3.4.1 beschrieben wurde, stellt sich die Lieferkette der Installationsphase der OWE laut Schweizer et al. (2011) wie folgt dar: Rohstoff- und Halbzeugelieferanten bilden den Ausgangspunkt der Lieferkette. Nachfolgend werden von den Komponentenherstellern die vier Hauptkomponenten einer OWEA gefertigt. Der Transport der fertigen Komponenten zum Hafen sowie die Belieferung der Komponentenhersteller mit Halbzeugen und Rohstoffen werden i.d.R. durch LDL realisiert. Im Hafen werden die Anlagenkomponenten bereitgestellt und von dort durch den Errichter übernommen, in den Windpark transportiert und installiert. Hierbei tritt der Errichter als Kunde am Ende der Lieferkette auf (vgl. Schweizer et al. 2011, S. 10). Dieses System der Lieferkette eines Windparks ist in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst.

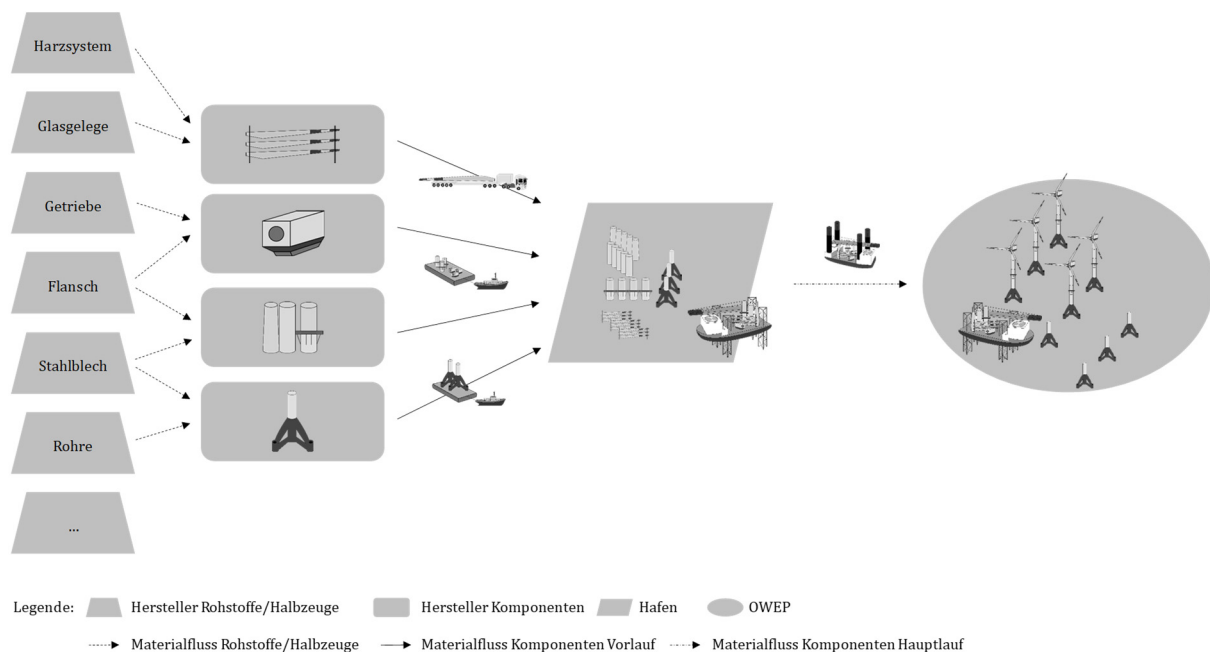


Abbildung 17: Generisches Modell der Offshore-Logistikkette des Materialflusses während der Produktions- und Errichtungsphase (Beinke et al. 2017b, S. 46)

Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass das dargestellte generische Modell den Gegenstand nicht umfassend darstellt. Die Verbindungen zwischen den Rohstoff-, den Teilsystemlieferanten und den Komponentenherstellern sind nicht wie dargestellt ausschließlich gerichtet und nicht nur

über die Lieferkettenebenen hinweg. Dies stellt sich beispielsweise in Form von Sublieferantenverhältnissen oder Teilauftragsvergaben zwischen den Komponentenherstellern dar (vgl. Beinke und Görges 2012, S. 456). Auch der Hafen erfüllt unterschiedliche Aufgaben und übernimmt nicht ausschließlich die Bereitstellung der Komponenten (vgl. Görges et al. 2014, S. 52). Hierbei stellt dieser einen zentraler Knotenpunkt dar, welcher neben der Bereitstellung der Komponenten auch eine Schnittstelle für den Zulauf von Halbzeugen und Teilsystemen zu den Herstellern bildet, da ein ausschließlicher Landtransport bedingt durch die Gewichte und Abmessungen nicht möglich ist (vgl. Görges et al. 2014, S. 52; vgl. Weise et al. 2014, S. 107).

Mit der genauen Betrachtung der im Netzwerk agierenden Hafenarten werden die Wechselbeziehungen im Netzwerk weiter deutlich. Görges et al. (2014) spezifizieren hierzu den Produktionshafen durch den reinen Versorgungscharakter für die Komponentenhersteller und den Abfluss der fertigen Komponenten zum Basishafen. Des Weiteren wird ein reiner Basishafen gekennzeichnet durch die ausschließliche Konsolidierung der Materialflüsse beschrieben. Die dritte Hafenart wird als Basis- und Produktionshafen bezeichnet. Dieser umfasst sowohl die Versorgung der Komponentenhersteller, als auch die Konsolidierung der Komponenten. Darüber hinaus finden auf dem Hafengelände bzw. in angrenzenden Produktionsstandorten wertschöpfende Aktivitäten statt (vgl. Görges et al. 2014, S. 52). Ausgehend von dieser Darstellung verdeutlicht die nachfolgende Abbildung 18, dass es sich bei der Produktion und Errichtung der OWE nicht um eine Kette, sondern um ein Netzwerk handelt.

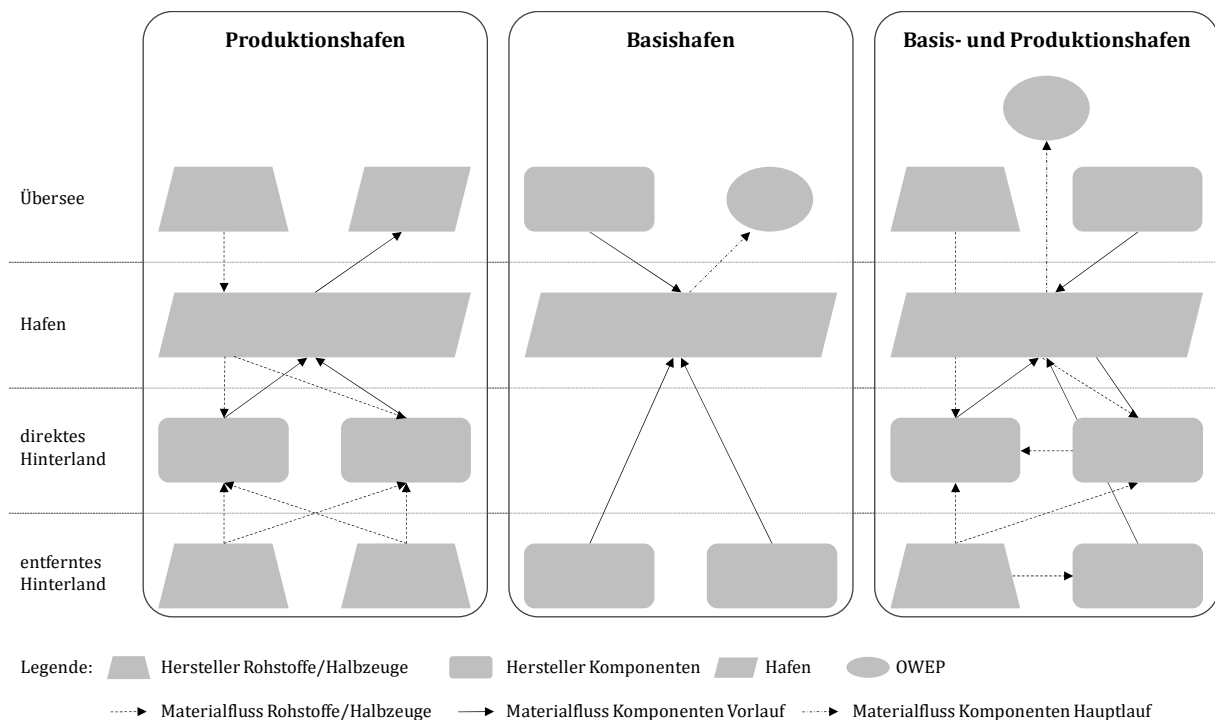


Abbildung 18: Erweitertes Modell der Offshore-Logistikkette der Produktions- und Errichtungsphase (vgl. Beinke und Görges 2012, S. 456)

Mit der Erweiterung des Betrachtungsraums und damit der Systemgrenzen über ein OWP hinaus hin zu einem Netzwerk aus mehreren Projekten, welche in einem abgeschlossenen Zeitraum parallel oder versetzt errichtet werden, ergeben sich weitere Wechselwirkungen (vgl. Beinke et al. 2015, S. 9). Auf der Ebene der Teilsystemlieferanten sowie der Komponentenhersteller sind hierbei mehrere Akteure zeitgleich in unterschiedlichen Projektkonstellationen tätig (vgl. Görges et al. 2014, S. 51). Auch eine gemeinschaftliche Nutzung von Hafenskapazitäten und Errichtungsressourcen ist hierbei denkbar (vgl. Beinke et al. 2015, S. 9).

Ausgangspunkt für die Netzwerkbetrachtung der Produktions- und Errichtungsphase stellen die Halbzeug- und Teilsystemlieferanten dar, welche die Vielzahl von Komponenten- und Anlagenherstellern direkt oder über die Häfen des Netzwerks beliefern. Wie bereits dargestellt, bestehen auf dieser Ebene zwischen den Akteuren weitere Wechselbeziehungen. Die Hersteller liefern nachfolgend die Komponenten an die unterschiedlichen Häfen, von wo aus die Komponenten zu den einzelnen Windparks verbracht und installiert werden. Dieses Netzwerk der Installationsphase der OWE ist nachfolgend dargestellt und verdeutlicht, dass hierbei die einzelnen Akteure zeitgleich in unterschiedliche Projekte integriert sind (vgl. Beinke et al. 2015, S. 9).

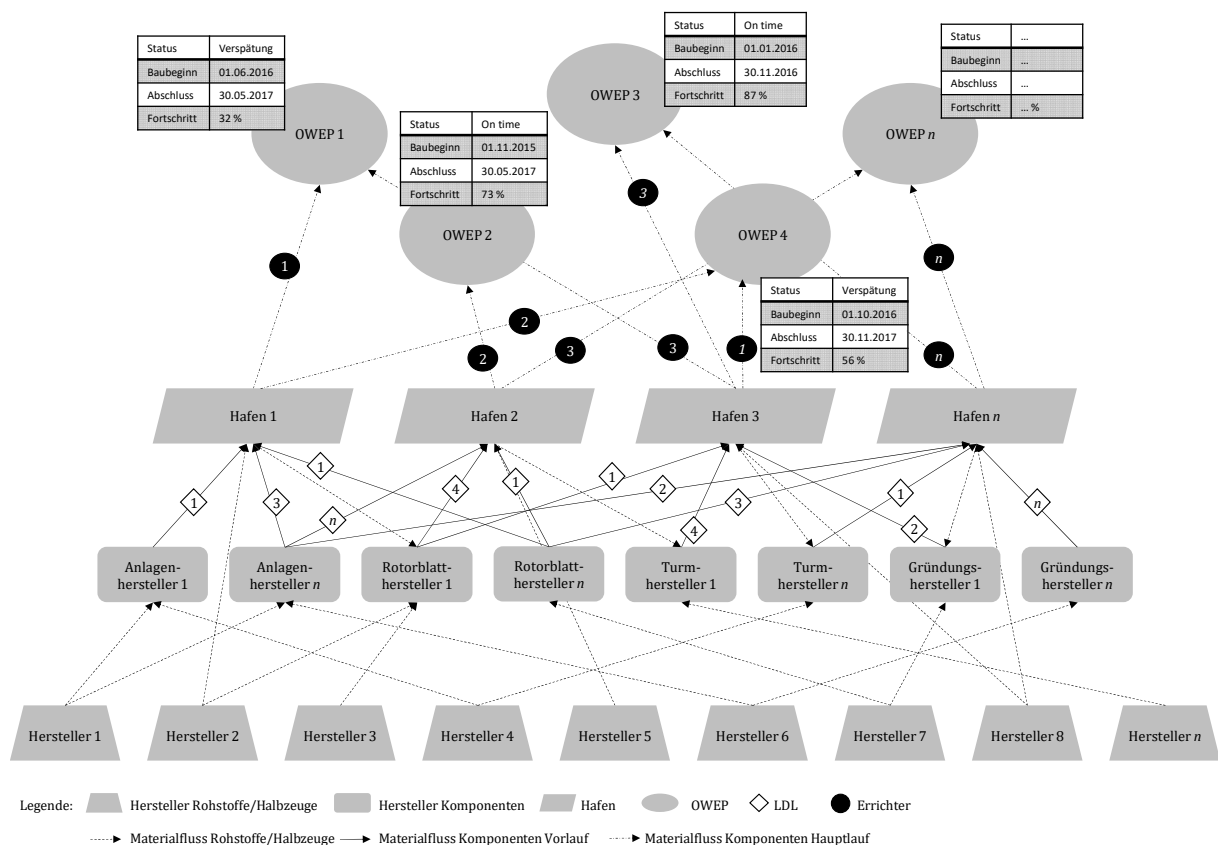


Abbildung 19: Netzwerk von zeitgleich installierten OWP-Projekten (Beinke et al. 2017b, S. 47)

3.4.3 Prozesskonzept des Material- und Informationsflusses der Errichtungslogistik

Das nachfolgende Prozesskonzept des standardisierten Material- und Informationsflusses der Errichtung eines OWP ist im Rahmen des Forschungsvorhabens Mon²Sea (Förderkennzeichen 0325236B) anhand eines realen OWPs entstanden. Das Konzept stellt die Informationsflüsse in den Vordergrund und umfasst dabei den für diese Arbeit relevanten Betrachtungsrahmen. Die Grundlage für den lieferkettenweiten Austausch der Informationen stellt dabei die konzipierte webbasierte Plattform OWELIS (Offshore Wind Energy Logistics Information System) dar. Die beteiligten Partner dieses Prozesskonzepts umfassen den Betreiber des IVs, die Komponentenhersteller sowie den LDL (vgl. Beinke und Schweizer 2012, S. 9–10; Beinke et al. 2018b, 30–31). Die nachfolgende Abbildung gibt einen ersten Überblick über die Informationsflüsse des Prozesskonzepts welche nachfolgend näher betrachtet werden. Hierbei wird deutlich, dass bereits die Entwicklung eines Ausgangszeitplans eine Vielzahl von Abstimmungsprozessen umfasst.

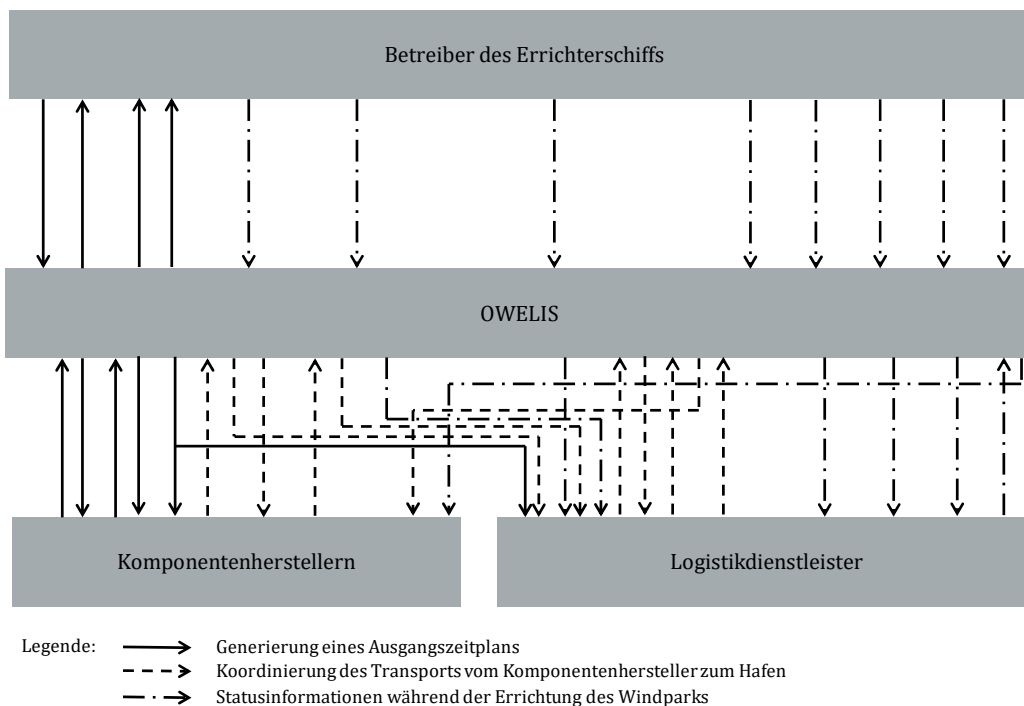


Abbildung 20: Übersicht über das Prozesskonzept (vgl. Bodenstab et al. 2014, S. 80)

Die nachfolgenden Abbildung 21 und 22 stellen das von Beinke et al. (2018b) beschriebene detaillierte Prozesskonzept dar. Der Übersichtlichkeit halber wurde die Prozesslandkarte geteilt.

Zu Beginn des Ablaufes wird ein erster grober Rahmenzeitplan für die Errichtung des OWP durch den Betreiber des IVs erarbeitet und bereitgestellt (0). Auf Basis dieser Rahmenplanung, der Produktionsdurchlaufzeiten der Hersteller sowie ihrer Kapazitäten wird ein Produktionsplan samt Fertigungsaufträgen entwickelt und den entsprechenden Partnern bereitgestellt (1-4) (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 34).

3.4 Netzwerk der Produktions- und Errichtungsphase eines Offshore-Windenergieparks

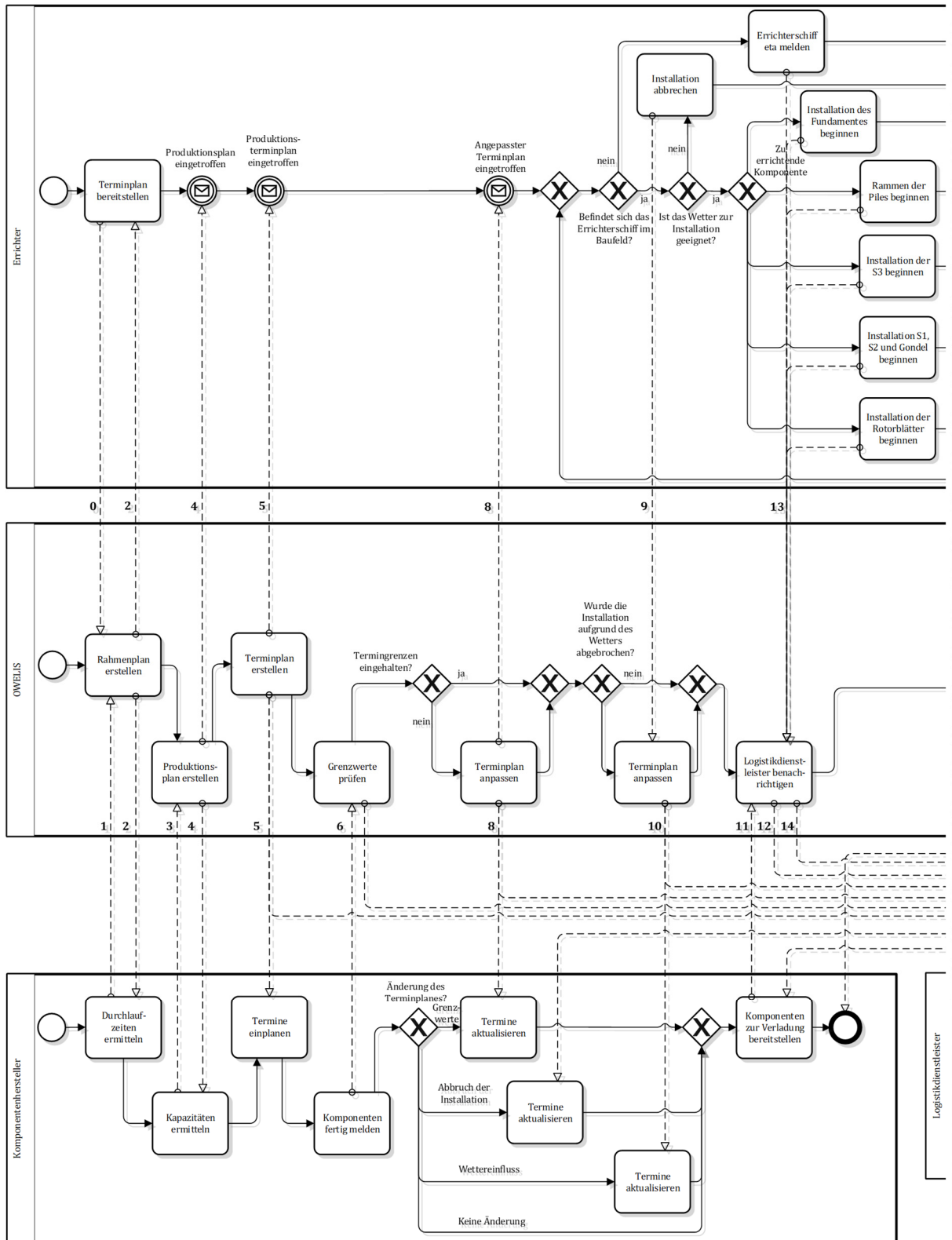


Abbildung 21: Prozesskonzept in BPMN 2.0 – Material- und Informationsfluss – Teil 1 (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 32)

Daran anschließend wird ein Terminplan generiert, welcher die Fertigungsaufträge aufeinander abstimmt und damit unnötige Lagerung von fertigen Produkten verhindert. Innerhalb gesetzter Terminalschranken im Terminplan können die Hersteller ihre Produktionsplanung nachfolgend durchführen (5). Durch die Fertigmeldung einzelner Komponenten und die Weiterleitung an den

LDL kann eine frühzeitige Einplanung in den Gesamttransportplan erreicht werden (6, 7). Bei Überschreitung der Terminschränken erfolgt eine Anpassung des Terminplans und dessen Bereitstellung an alle Partner (8). Dies ermöglicht es frühzeitig auf die auftretenden Störungen reagieren zu können. Vor Beginn der Installation der einzelnen Komponenten werden die avisierten Prozesse hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit auf Basis der aktuellen Wetterprognose geprüft und gegebenenfalls Verzögerungen an OWELIS gemeldet (9) sowie der Terminplan angepasst und den Partnern übermittelt (10). Ausgehend von der Bereitstellung von Komponenten durch den jeweiligen Hersteller und der Übermittlung dieser Statusmeldung erfolgt die Meldung der Verladebereitschaft an den LDL (11, 12). Basierend auf den eintreffenden Statusmeldungen des IVs über den Fortschritt der Installation (13) kann der LDL die Bedarfe für die Bereitstellung weiterer Komponenten im Hafen frühzeitig ermitteln (14). Bei Auftreten eines Schadens im Errichtungsprozess, welcher die weitere Installation verhindert, erfolgt eine entsprechende Statusmeldung an OWELIS (15) und ein entsprechend angepasster Zeitplan wird den LDL weitergeleitet (16). Auf Basis der Statusmeldungen des IVs an den LDL (14) und der Verladebereitschaft für den Transport von Komponenten (12) erfolgt eine Prüfung des prognostizierten Wetters für den Transport der Komponenten zum Hafen (17, 18). Auf dieser Grundlage plant der LDL die Transporte und meldet diese an OWELIS, welches die Planung an die Komponentenhersteller weiterleitet (19, 20). Weitere Statusinformationen des IVs sowie des LDL werden über OWELIS den entsprechenden Partnern in der Lieferkette bereitgestellt. Diese umfassen die Fertigstellung einzelner Installationsschritte oder den Abschluss eines Verladevorgangs (21, 22). Mit dem Verlassen des Baufeldes durch das IV erfolgt eine Meldung an OWELIS (23). Dies wird an den LDL weitergeleitet, welcher eine Ermittlung der Ankunftszeit im Hafen vornehmen kann, um die nachfolgenden Komponenten bereitzustellen (24). Weitere Statusmeldungen erfolgen bei der Einfahrt des IVs in den Hafen, der Verladebereitschaft und der eigentlichen Verladung (25-29). Letztere erfolgt sowohl vom Betreiber des IVs als auch vom LDL. Hierdurch werden Fehlbeladungen verhindert und hohe Folgekosten vermieden. Den Abschluss stellt die Meldung der erfolgreichen Verladung an den entsprechenden Komponentenhersteller dar (30) (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 34–35).

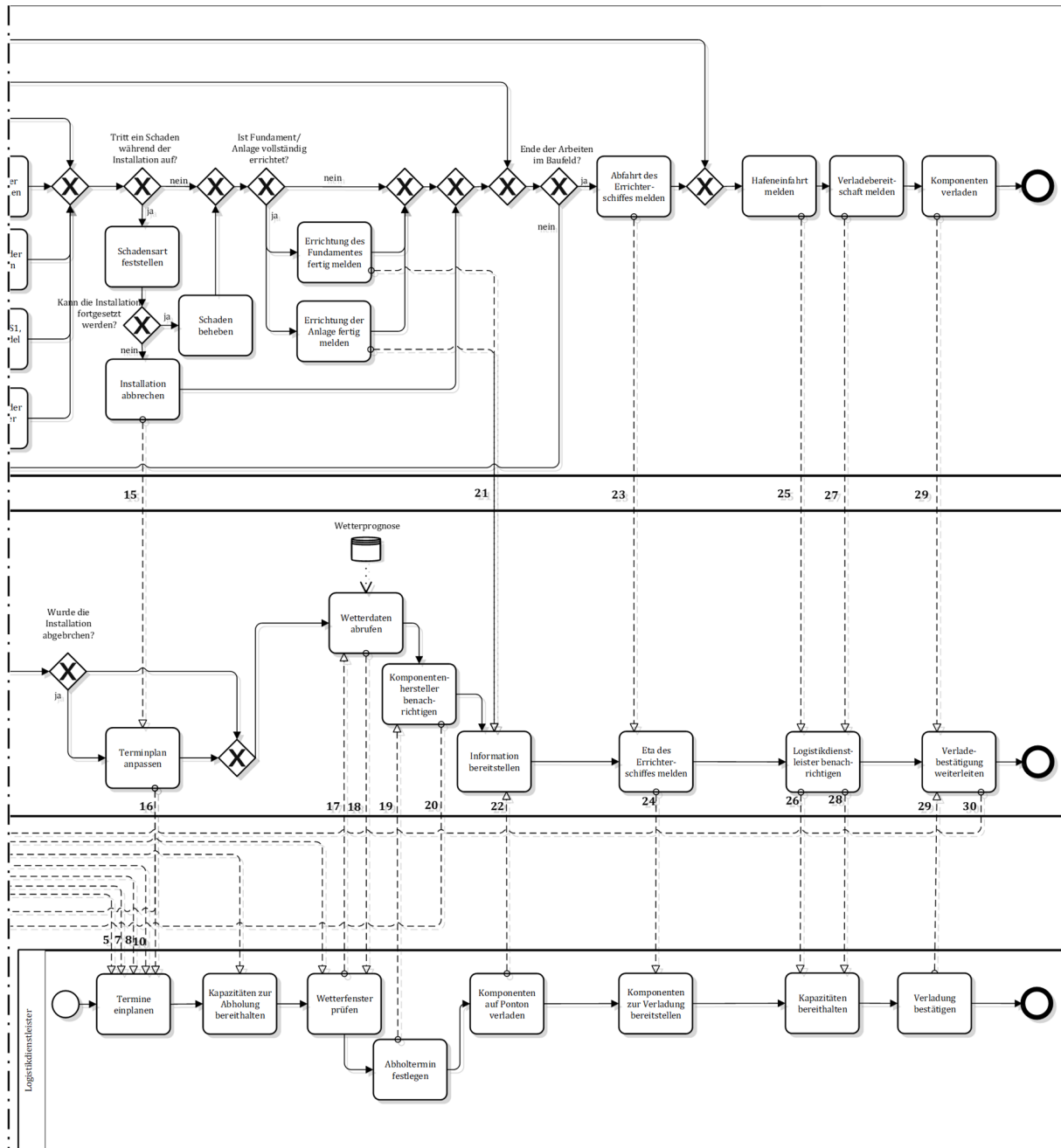


Abbildung 22: Prozesskonzept in BPMN 2.0 – Material- und Informationsfluss – Teil 2 (vgl. Beinke et al. 2018b, S. 33)

3.5 Zwischenfazit

Die dargestellte Entwicklung der OWE unterstreicht den Bedarf zur Optimierung der Prozesse im Netzwerk, um in dem Wettbewerb mit anderen Energiegewinnungsformen bestehen zu können. Die Phasen der Produktion und Errichtung stellen die relevanten Primäraktivitäten der Wertschöpfungskette der OWE im Kontext der Zielstellung dieser Arbeit dar. Darüber hinaus umfasst die Logistik die entscheidende Sekundäraktivität, welche den Fokus auf die Zielstellung einer kollaborativen Errichtung und einer kooperativen Logistikgestaltung verdeutlicht.

Ausgehend von den hohen Kosten für die Logistik in der Wertschöpfung der OWE stellt diese mit der Integration von verschiedenen Konzepten, Prozessen und Technologien sowie der informations- und materialflusstechnischen Abstimmung zwischen den Beteiligten im Netzwerk die zentrale Funktion in der Produktions- und Errichtungsphase der OWE dar. Hierzu verbindet die Errichtungslogistik klassische Bereiche der Baustellenlogistik, der Lagerung sowie des Transports und Umschlages mit weiteren Bereichen u.a. des Engineerings oder der Strategieentwicklung zur Ressourceneffizienzsteigerung. Die technologischen (zunehmende Dimensionen und Lasten, Netzanbindung sowie Anlagentechnologie) und umweltbedingten Herausforderungen (Küstenentfernung, Wassertiefe, Naturschutz sowie Wetterbedingungen) bilden die Grundlage der Anforderungen an die Logistik. Verbunden mit den Randbedingungen, den dynamischen Einflüssen und Fertigstellungsrisiken bilden diese den relevanten Rahmen für diese Entwicklung neuer Ansätze, Prozesse und Konzepte, welche folglich bei der Anforderungsdefinition in Kapitel 5.2 wieder aufgegriffen werden.

Der Stand der Wissenschaft im Kontext der Planung und Steuerung der Errichtungslogistik der OWE verdeutlicht, dass Ansätze zur Errichtungsplanerstellung sowie zur Optimierung der Planung und Steuerung bestehen. Eine parkübergreifende und folglich kooperative Gestaltung sowie kollaborative Errichtungslogistik konnte in der wissenschaftlichen Literatur jedoch nicht ausgemacht werden.

Ausgehend von den Rollen, den Schnittstellen, den Systemgrenzen sowie den Prozessen wurde das Netzwerk der Produktions- und Errichtungsphase von zeitlich parallel zu errichtenden OWE in diesem zweiten Kapitel hergeleitet. Die Koordinationsbedarfe zwischen den Rollen innerhalb eines OWP-Projekts lassen sich hierbei in die Bereiche des Ausgangszeitplans, der Transportplanung sowie des Errichtungsplan differenzieren. Hieraus leiten sich weitere individuelle Zeitpläne der jeweiligen Rollen und Akteure ab, welche durch Planänderungen über die jeweiligen Ebenen hinweg beeinflusst werden. Durch die Beteiligung einzelner Akteure an unterschiedlichen OWP-Projekten wird deutlich, dass eine enge Verflechtung und Abhängigkeit zwischen den OWPs und den Akteuren besteht, welches eine Steigerung des Koordinationsaufwands mit sich bringt. Die dargestellten Instanzen, Prozesse und Informationen fließen in die Konzeption einer kooperativen, lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung der kollaborativen Errichtungslogistik (siehe Kapitel 5) im Rahmen dieser Arbeit ein.

Ausgehend von dem präsentierten Hintergrund der OWE bedarf es nachfolgend einer theoretischen Betrachtung von Ansätzen zu eben dieser lieferkettenweiten sowie projektübergreifenden Gestaltung, um diese im Rahmen der Konzeption einer kooperativen Logistikgestaltung und kooperativen Errichtung zusammenzuführen.

4 Ansätze der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung

Der Beginn dieses Kapitels umfasst die Einleitung in den Gegenstand von Kooperationen und der damit verbundenen Herleitung der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung. Daran anschließend werden die Ansätze des Supply Chain Management und des MPM als lieferkettenweite und projektübergreifende Gestaltungsmöglichkeiten näher betrachtet und der Stand der Wissenschaft dargestellt. Hierzu werden für die lieferkettenweite Gestaltung unterschiedliche Ansätze des Supply Chain Management beschrieben und deren Nutzen vor dem Hintergrund der OWE für diese Arbeit diskutiert. Der resultierende Ansatz – der CPF – wird nachfolgend näher betrachtet und die Rahmenbedingungen der Einführung beschrieben. Das MPM wird zu Beginn des zweiten Unterkapitels vom klassischen Projektmanagement differenziert und im Kontext der OWE konkretisiert. Weiter werden die Methoden und der Rahmen der Implementierung näher dargestellt. Bedingt durch die zentrale Bedeutung von Ressourcen und Informationen, sowohl in der lieferkettenweiten als auch in der projektübergreifenden Gestaltung, wird auf diese Bereiche separat eingegangen und dies im Kontext der Errichtungsphase der OWE betrachtet. Das Kapitel schließt mit einem Zwischenfazit, welches auf die weitere Anwendung der präsentierten Inhalte dieses Kapitels in der weiteren Arbeit verweist.

Zwischenbetriebliche Kooperationen werden als eine zweckorientierte Zusammenarbeit von rechtlich und wirtschaftlich selbständigen Unternehmen beschrieben, welche in Intensität, zeitlicher Dauer und Zielrichtung variieren und sowohl zwischen Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe (horizontale Kooperation), zwischen unterschiedlichen Stufen (vertikale Kooperation) sowie zwischen unterschiedlichen Wertschöpfungsketten (komplementäre oder konglomerate Kooperation) erfolgen können (vgl. Weerth und Mecke 2016; Knoblich 1969, S. 501). Die horizontale Kooperation zielt auf die Vergrößerung der Leistungsbereitschaft, der Erhöhung der Marktmacht und Verdrängung von Mitbewerbern ab. Dahingegen zielt die vertikale Kooperation auf die Sicherung der Zulieferung bzw. des Absatzes entlang einer Wertschöpfungskette ab. Die Ziele der komplementären oder konglomeraten Kooperation bestehen vorrangig in der Diversifikation zur Risikominimierung sowie zur Erweiterung des Leistungsportfolios und der gemeinschaftlichen Nutzung von Ressourcen (vgl. Jung 2016, S. 133–134). Weitere Ausprägungen einer Kooperation lassen sich durch die Morphologie dieser veranschaulichen (siehe Abbildung 23).

Merkmale	Ausprägung					
	FuE	Beschaffung	Produktion	Service	Marketing und Vertrieb	Komplette Wertkette
Intention	Bündelung von Bedarfen	Bündelung von Anforderungen	Bündelung identischer Kompetenzen	Bündelungen komplementärer Kompetenzen	Bündelung von Produkten und/ oder Services	
Bindung	Nicht vertragliche Vereinbarungen	Befristete Verträge	Kooperationsvertrag	Kapitalverflechtung		
Intensität	Erfahrungs- und Informationsaustausch	Abstimmung von Aufgaben / Funktionen	Verschmelzung von Aufgaben / Funktionen	Aufbau neuer Funktionen		
Räumliche Verteilung	regional		national		global	
Richtung der Kooperation	vertikal		horizontal		diagonal	
Zeithorizont	langfristig		mittelfristig		kurzfristig	
Koordination	Eher hierarchisch			Eher heterarchisch		
Zeitliche Dimension	Dynamisch (zeitliche befristet)			Stabil (zeitlich unbefristet)		
Sachliche Dimension	unbegrenzt			begrenzt		

Abbildung 23: Morphologie einer Kooperationen (vgl. Hagenhoff 2004, S. 13; Wiendahl et al. 2005, S. 130)

Ausgehend von dieser Differenzierung werden die Kooperationsformen Virtuelles Unternehmen, Interessensgemeinschaft, Konsortium, Franchising, Supply Chain Management (SCM), Kartell, Strategische Allianz, Joint Venture, Arbeitsgemeinschaft, Kooperationsprojekt und Kooperationsnetzwerk in der Literatur benannt (siehe u.a. Jung 2016, S. 135–147; Killich 2011, S. 14–17). Als Hemmnisse für Kooperationen werden von Becker et al. (2011) der erhöhte Abstimmungs-, Planungs- und Steuerungsaufwand sowie die möglichen und nicht planbaren Folgen von in der Vereinbarung nicht erfassten Eventualitäten des Scheiterns beschrieben (vgl. Becker et al. 2011, S. 21).

Diesen Hemmnissen stehen in den Phasen einer Kooperation (Initiierung, Partnersuche, Formierung und Durchführung) sowie über die Phasen hinweg Erfolgsfaktoren gegenüber. Laut Tjaden (2003) sowie Hoffmann und Schlosser (2001) stellen in der Initiierungsphase die strategischen Bestandteile die Erfolgsfaktoren dar. Dies umfassen komplementäre Ressourcen und Stärken, die Steigerung der strategischen Flexibilität, eine Zielvereinbarkeit auf der Grundlage der Unternehmensstrategien sowie ein Bewusstsein bezüglich des erhöhten Zeitaufwandes bedingt durch die Kooperationsaktivitäten. In der Phase der Partnersuche umfassen die Qualität der Partner, das Zusammenpassen dieser sowie die Zielabstimmung die Erfolgsfaktoren. Diese Faktoren sind gekennzeichnet durch kompatible Wertvorstellung und Einstellungen gegenüber der Kooperation (u.a. Kooperationserfahrung, Lern- und Kooperationsbereitschaft, Verlässlichkeit, Professionalität, Kultur, Ziele, Prinzipien und Beziehungsverhalten). Im Rahmen der Formierungsphase stellen die klare Festlegung der Regelungen der Kooperation sowie die partnerschaftliche Zusammenarbeit, welche eine dauerhafte Ausgeglichenheit und Bedeutung zwischen den Partnern umfasst, die

Faktoren einer erfolgreichen Kooperation dar. In der Durchführungsphase stellt eine Verantwortungsverteilung inkl. geringen Schnittstellenverlusten, Eindeutigkeit von Verantwortung sowie deren Delegation, zusammen mit der Qualität der Zusammenarbeit die relevanten Funktionen einer Kooperation dar. Über diese phasenspezifischen Faktoren stellen Tjaden (2003) sowie Hoffmann und Schlosser (2001) weiter dar, dass klare Ziele, transparente Prozesse, Unabhängigkeit der Partner, Vertrauen (sowohl prozessual als auch persönlich), die Existenz eines Systemführers und eines Koordinators sowie eine entsprechende Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) die Grundlagen einer erfolgreichen Kooperation darstellen (vgl. Tjaden 2003, S. 225; Hoffmann und Schlosser 2001).

Im Vergleich zu Kooperationen, in der die einzelnen Partner ihre unterschiedlichen Teilaufgaben parallel bearbeiten und damit einen Beitrag zum Gesamtergebnis liefern, steht bei Kollaborationen die fortlaufende Zusammenarbeit der interdependenten Partner an einem Gegenstand im Vordergrund (vgl. Schrage 1990, S. 40). Folglich stellt die kollaborative Gestaltung im Kontext des Anwendungsgegenstandes den Bereich der gemeinschaftlichen Planung und Steuerung dar, hingegen die operative Ausführung der Inhalte auf einer kooperativen Ausrichtung basiert. Der Ansatz der kollaborativen Zusammenarbeit kann hierbei durch Web-basierte Anwendungen unterstützt werden.

Vor dem Hintergrund des Betrachtungsgegenstands der Errichtungsphase der OWE wird deutlich, dass Kooperationen die Grundlage für eine lieferkettenweite und projektübergreifende operative Errichtung bilden. In diesem Kontext stellen das SCM und im Speziellen kollaborative Ansätze dessen für die Gestaltung die Grundlagen für eine lieferkettenweite Betrachtung dar. Für eine projektübergreifende Ausrichtung liefert das MPM im Rahmen von Projektkonsortien grundlegende Ansätze der Ausgestaltung. Sowohl im Ansatz des SCM, als auch des MPM bilden Informationen und Ressourcen die Grundlage der gemeinschaftlichen Zielerreichung. Hierbei bedarf die Logistikgestaltung innerhalb dieser lieferkettenweiten und projektübergreifenden Betrachtung eine kollaborative Ausgestaltung. Diese sowie die dynamischen Einflüsse im Kontext der OWE führen dabei zu einem deutlichen Anstieg der Komplexität innerhalb der Planung und Steuerung, bergen jedoch zeitlich erhebliche Einsparpotenziale. Ausgehend von dieser Herleitung werden in den nachfolgenden Unterkapiteln die lieferkettenweite und projektübergreifende Gestaltung sowie das Ressourcen- und Information-Sharing näher betrachtet.

4.1 Ansätze zur lieferkettenweiten Gestaltung im Supply Chain Management

Die unternehmensübergreifende Integration in Netzwerke führt zu multiplen Beziehungen zwischen den Akteuren und einer steigenden Anforderung an die Kooperation und Koordination zwischen den Akteuren (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 459). Das SCM eröffnet Möglichkeiten, aus der

Integration und dem Management dieser intra- und interorganisatorischen Netzwerke Synergieeffekte zu nutzen (vgl. Lambert et al. 1998, S. 1).

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Definitionen des Begriffs des SCM³. Dies begründet sich in der Entstehung des SCM in der Unternehmenspraxis und ihrer anschließenden Erfassung, Beschreibung und Interpretation in der betriebswirtschaftlichen Theorie (vgl. Fandel et al. 2009, S. 1). Die Analyse der Literatur führte zu zwei großen Definitionsgruppen: Die erste Gruppe beschreibt das SCM als Teil der betriebswirtschaftlichen Logistik mit dem Ziel der effizienten Integration der an dem Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen. Da hingegen, beschreibt die zweite Gruppe das SCM als unternehmensübergreifendes Geschäftsprozessmanagement bzw. Kooperationsmanagement ohne direkten Logistikbezug (vgl. Fandel et al. 2009, S. 1–2; Schulte 2013, S. 17–18).

Corsten und Gössinger (2008) haben die Kerninhalte der Definitionen des SCM analysiert und identifiziert. Danach ist der Endkundenbedarf der Ausgangspunkt der Steuerung der gesamten Kette. Der Bedarf ist somit der Auslöser der Material- und Finanzflüsse über die Wertschöpfungsstufen. Das Bestreben des SCM ist eine optimale unternehmensübergreifende Gestaltung der Gesamtprozesse. Die Verknüpfung der unternehmensübergreifenden Stufen umfasst die Material-, die Informations- und die Finanzflüsse und bedarf einer kooperativen Zusammenarbeit der Beteiligten. Die Grundlage der Realisierung des SCM ist eine informationstechnische Vernetzung der Beteiligten zur Sicherstellung eines durchgängigen Informationsflusses (vgl. Fandel et al. 2009, S. 2; Corsten und Gössinger 2008, S. 97).

Laut Hellingrath et al. (2008) bilden der Aufbau von kooperativen Partnerschaften sowie die Analyse und Gestaltung der gemeinsamen Prozesse zusammen mit der Einführung entsprechender Information und Kommunikation (IuK)-Systeme zur Planung und Steuerung des Netzwerks die Grundprinzipien des SCM. Solche IuK-Systeme ermöglichen eine lieferkettenweite Gestaltung, Planung und Steuerung des Materials und der Kapazitäten bei der Einbeziehung unterschiedlicher Zeithorizonte innerhalb von Netzwerken und grenzen sich damit von dem unternehmensinternen Betrachtungsgegenstand von Enterprise-Resource-Planning-Systemen ab (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 460–462).

Basierend auf der Analyse der wissenschaftlichen Literatur beschreibt Heusler (2004) die Steigerung des (End)Kundennutzens, die Kostensenkung, die Realisierung von Zeitvorteilen sowie die Qualitätsverbesserung als Ziele des SCM (vgl. Heusler 2004, S. 17). Eine Ableitung eines Zielkatalogs aus den übergeordneten Zielen liefern Busch und Dangelmaier (2004). Sie beschreiben diese

³ Sichtweisen auf den Begriff SCM: Verflechtung von Geschäftsprozessen (Cooper et al. 1997, p. 2), Design der Absatzwege (Fisher 1997, p. 109), Flussoptimierung (Chopra & Meindl 2010, p. 23) und moderne Sichtweise der Logistik (Simchi-Levi et al. 2008, p. 1; Staberhofer & Wallner, S. 47-48)

als Schaffung von Transparenz innerhalb der Wertschöpfungsprozesse, den Abbau von Informationsasymmetrien zwischen den Akteuren, der umfassenden Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette sowie der Verbesserung der Kontinuität im Material-, Finanz- und Informationsfluss (vgl. Busch und Dangelmaier 2004, S. 8).

Die Differenzierung der Aufgaben des SCM erfolgt hierbei am Zeithorizont. Nach Hellingrath et al. (2008) umfasst die strategische Gestaltungsebene (SC Design) die langfristige Planung u.a. hinsichtlich Produktionsstandorten oder der Auswahl von Partnern. Die mittelfristige taktische Planungsebene (SC Planning) gestaltet die Programmplanung in einem mittel- bis langfristigen Zeithorizont unter Berücksichtigung der Kapazitäts-, Termin- und Ressourcenabhängigkeiten. Die unternehmensübergreifende Steuerung und das Reporting der operativen Prozessabwicklung stellen den Betrachtungsgegenstand der operativen Planungsebene (SC Execution) dar, welche einen kurzfristigen Zeithorizont betrachtet. Die Aktivitäten auf dieser Ebene ermöglichen es den Partnern, schnell und flexibel auf Störungen oder Veränderungen der Rahmenbedingungen zu reagieren sowie die dynamische Komplexität beherrschbar zu machen (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 462–463).

Ausgehend von den Zielstellungen des SCM haben sich eine Vielzahl von SCM-Konzepten entwickelt, welche sich auf unterschiedliche Bereiche der SC beziehen (vgl. Baumgarten und Darkow 2004, S. 93). Eine Differenzierung nach den tangierten Bereichen nehmen Göpfert und Wellbrock (2012) auf Basis des Supply-Chain-Operations-Reference-Modell⁴ (SCOR-Modells) vor und kategorisieren eine Auswahl von Konzepten in den Bereichen Planung und Steuerung, Beschaffung, Produktion sowie Lieferung (vgl. Göpfert und Wellbrock 2012, S. 6–7). Ausgehend von dieser Differenzierung werden nachfolgend ausgewählte Konzepte des SCM benannt und kurz beschrieben.

⁴ Das SCOR-Modell zielt auf eine standardisierte Abbildung der Geschäftsprozesse über die komplette SC ab und umfasst dabei den Material-, Finanz- und Informationsfluss vom Rohstofflieferanten über die einzelnen Wertschöpfungsstufen bis zum Endkunden (vgl. Holten und Melchert 2002, S. 210–211).

4 Ansätze der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung

Tabelle 2: Kurzbeschreibung und Einordnung relevanter SCM-Konzepte (angelehnt an Göpfert und Wellbrock 2012, S. 7; vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 463–480)

SCM-Konzepte	Kurzbeschreibung	Differenzierung nach Kernprozessen des SCOR-Modells			
		Planung und Steuerung	Beschaffung	Produktion	Distribution
SC Monitoring	Umfasst sämtliche operative Aktivitäten zur Steuerung und Kontrolle der Lieferkette (vgl. Arnold et al. 2008, S. 463–464).	X	X	X	X
Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR)	Zusammenführung und gemeinschaftliche Nutzung von Information auf Produzenten- und Abnehmerseite für die Distribution und das Marketing auf taktischer und operativer Ebene (vgl. Seifert 2002a, S. 55).	X		X	X
Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	Als Teilfunktion der Fertigungssteuerung erfolgt ausgehend von dem Kapazitätsbedarf einer jeden Einheit, eine Überprüfung der maximalen Belastung und Einstufung der Dringlichkeit innerhalb definierter Horizonte (vgl. Wiendahl 1987, S. 208–215).	X		X	
Demand Capacity Planning (DCP)	Kollaborative Planung der Produktionskapazitäten innerhalb einer SC zur Reduktion von Engpässen und Unterauslastungen (vgl. Wannewetsch 2014, S. 472).	X		X	
Efficient Consumer Response (ECR)	Durch eine kooperative Zusammenarbeit zwischen Industrie und Handel wird die gesamte Wertschöpfungskette hinsichtlich Optimierungspotenzialen betrachtet und eine Verbindung zwischen logistischer Sicht und dem Marketing verfolgt (vgl. Wannewetsch 2014, S. 627–628).	X			X
Vendor Managed Inventory (VMI)	Bereitstellung der Lagerbestands- und Nachfragedaten für den Zulieferer zur Optimierung der Versorgungsgüter (vgl. Heydt 1999, S. 7).	X			X
Available-to-Promise (ATP) / Capable-to-Promise (CTP)	Betrachtet Fragestellungen hinsichtlich der terminbezogenen Verfügbarkeit von Materialien und Produkten. Betrachtet werden hierbei sowohl Lagerbestände als auch avisierte Zugänge (vgl. Günther und Tempelmeier 2012, S. 358–359).	X			

Sourcing-Konzepte	Definition der Verteilung der Beschaffung auf die jeweiligen Lieferanten (beispielsweise: Single-, Global-, Modular-Sourcing) (vgl. Wannewetsch 2014, S. 171).		X		
Supplier Relationship Management (SRM)	Instrument der strategischen Planung und zentralen Steuerung des Lieferantenmanagements zur engen Bindung jeglicher Lieferanten an das Unternehmen mit Fokus auf die Unterstützung der Beschaffungsprozesse (vgl. Appelfeller und Buchholz 2011, S. 5–7)		X		
Value Added Partnership (VAP)	Enge Zusammenarbeit von Unternehmen zur gemeinschaftlichen Gestaltung der Wertschöpfungskette (vgl. Thompson 1991, S. 193).			X	
Continuous Replenishment (CR) / Efficient Replenishment (ER)	Bestimmung der Lagerbevorratung durch den Produzenten beim Händler auf der Basis von Bestands- und Abverkaufsinformationen sowie Bestellprognosen (vgl. Wannewetsch 2014, S. 635).				X
Konsignationslager (KON)	Bereitstellung von Material durch den Zulieferer in den Räumlichkeiten des Kunden mit Verantwortung für die Bestände beim Zulieferer (vgl. Wannewetsch 2014, S. 635).				X
Quick Response (QR)	Strategie zur Beschleunigung des Material- und Informationsfluss sowie einer schnellen Reaktion auf Marktveränderungen, welche auf einer engen Zusammenarbeit zwischen Handel, Distributor und Produzent basiert (vgl. Wannewetsch 2014, S. 638–639).				X

Im Kontext der Zielstellung, der Entwicklung eines Ansatzes zur projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit sowie einer kollaborativen Gestaltung der Logistik bei der Errichtung der OWE, sind die Bereiche „Planung und Steuerung“, „Produktion“ und „Distribution“, welche im SCOR-Modell benannt sind, relevant. Die Beschaffung ist, bedingt durch die Systemgrenzen dieser Arbeit nicht zu betrachten. Folglich werden die vorgestellten Ansätze Sourcing-Konzepte und SRM ausgeschlossen. Die rein distributions- oder produktionsorientierten Ansätze (CR, ER, KON, QR und VAP) schließen dabei den jeweiligen anderen Bereich aus und liefern folglich keine ganzheitliche Betrachtung im Kontext der Zielstellung. Die Fokussierung auf den Kernprozess der Planung und Steuerung, wie sie bei den Ansätze ATP und CTP bestehen, liefern hinsichtlich der Bereitstellung keinen Mehrwert und werden folglich nicht weiter betrachtet.

Die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe und das DCP liefern bedingt durch die Abgestimmte Produktionsmenge erste aussichtsreiche Ansätze. Die fehlende Einbeziehung des nötigen Absatzes und deren gemeinschaftlichen Planung und Steuerung schließen diese Ansätze für die weitere Betrachtung in dieser Arbeit jedoch aus. Einen weiteren empfehlenswerten Ansatz liefert das SC Monitoring durch den übergreifenden Charakter hinsichtlich der Kernprozesse. Bedingt durch die vorrangige operative Ausrichtung fehlt im Kontext der Zielstellung die Einbeziehung der taktischen Ebene. Folglich wird dieser Ansatz nicht weiter betrachtet.

Das CPFR ist durch eine branchenübergreifende Ausrichtung zur Optimierung unternehmensübergreifender Planungs- und Steuerungsprozesse basierend auf einer hohen Informationstransparenz entlang der SC und einer Orientierung an den Kundenbedarfen gekennzeichnet (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 477). Bedingt durch die letzte Evolutionsstufe im Bereich des SC Collaboration, welches das CPFR darstellt, umfasst es neben der Betrachtung der Lagerbestände, im Gegensatz zu früheren Ansätzen wie dem CRP oder dem VMI, auch die Bereiche der Nachfrageprognose und der Produktionsplanung (vgl. Kamalapur et al. 2013, S. 61). Damit wird deutlich, dass dieser Ansatz eine geeignete Grundlage für eine kollaborative Ausgestaltung der Planung und Steuerung sowie einer kooperativen Durchführung der Errichtungslogistik der OWE darstellt. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird der Ansatz des CPFR näher erläutert und der Stand der Wissenschaft im Kontext der Problemstellung dargestellt.

4.1.1 Gegenstand und Planungsprozess des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment

Ausgangspunkt der Entwicklung des CPFR ist der Ansatz des ECR. Dieser basiert auf einer offenen und partnerschaftlichen Kooperation zwischen vor- und nachgelagerter Instanzen der Wertschöpfungskette und umfasst die Orientierung an den Bedürfnissen der Konsumenten sowie die prozessorientierte und wirtschaftsstufenübergreifende Optimierung der Wertschöpfungskette (vgl. Seifert 2002b, S. 27). Im CPFR werden isolierte ECR-Lösungsansätze zu einem ganzheitlichen Konzept integriert und eine gemeinschaftliche Lösung der Akteure geschaffen, wodurch eine höhere Akzeptanz der kooperierenden Partner erreicht wird (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 477; Baumgarten und Darkow 2004, S. 103). Grundlage hierbei stellt ein umfangreicher Informationsaustausch auf Basis einer gemeinsam genutzten internetbasierten Plattform dar (vgl. Werner 2013, S. 175). Hellingrath et al. (2008) benennen als Ziele des CPFR, im Kontext von Vertrieb und Logistik, die Reduktion von Lagerbeständen, die Steigerung der Auslastung von Betriebsmitteln sowie die Erhöhung der Effizienz von Transport und Auslieferung. Eine verbesserte Kapazitätseinplanung und eine verlässliche und transparente Prognose für die Produktionsplanung stellen darüber hinaus die Ziele des CPFR im Rahmen der Produktion dar (vgl. Hellingrath et al. 2008, S. 477).

Mit der Planung, der Prognose und der abschließenden Bestandsführung umfasst der CPFR-Planungsprozess, welcher erstmals durch die Voluntary Interindustry Commerce Standards Association⁵ (VICS) definiert worden ist, drei Phasen, die in neun Prozessschritte weiter spezifiziert werden (siehe nachfolgende Abbildung 24).

Der Beginn des Planungsprozesses wird mit der Festlegung von Regeln und Grundsätzen der Zusammenarbeit, der Bestimmung von Zielvorstellung, der Definition von Aktivitäten und Ressourcen, die praktische Ausgestaltung der Partnerschaft, die Identifikation der Rollen und die Bestimmung der Leistungsmessung beschrieben (1). Dieser Prozessschritt setzt sich aus zehn Aktivitäten zusammen, welche in der Abbildung 24 ebenfalls näher benannt sind. Die Definition von Rollen, Zielen und Taktiken für die einzelnen Produkte sowie der Austausch der relevanten Auftragsdaten (u.a. Auftragsminimum, -vorlaufzeit und -intervalle) stellt die Inhalte eines gemeinsamen Geschäftsplans dar und bildet für die Kommunikation und Koordination entlang der SC eine geeignete Plattform (2). Auf der Grundlage der Absatzdaten werden nachfolgend Absatzprognosen ermittelt, Ausnahmen von diesen identifiziert und durch die Kommunikation von realen Absatzdaten die Zuverlässigkeit der Absatzprognose stetig verbessert (3-5). Ausgehend von der Absatzprognose erfolgt die Bestellprognose, welche ebenfalls auf Grundlage der Absatzdaten kurzfristige Prognosen (tatsächliche Bestellung) und langfristige Prognosen (Gesamtplanung) sowie die Benennung von Ausnahmen und die stetige Anpassung der Prognosen vornimmt (5-8). Ausgehend von der Bestellprognose wird abschließend die Bestellung ausgelöst (9) (vgl. Seifert 2002a, S. 63–68).

⁵ Die VICS ist ein Branchenverband der größten Industrie- und Handelsunternehmen (u.a. Wal-Mart als Händler, Proctor&Gamble als Hersteller oder SAP als Dienstleister), welches sich als internationale Institution für strategische Diskussionen zwischen Industrie und Handel versteht (vgl. Seifert 2002a, S. 60).

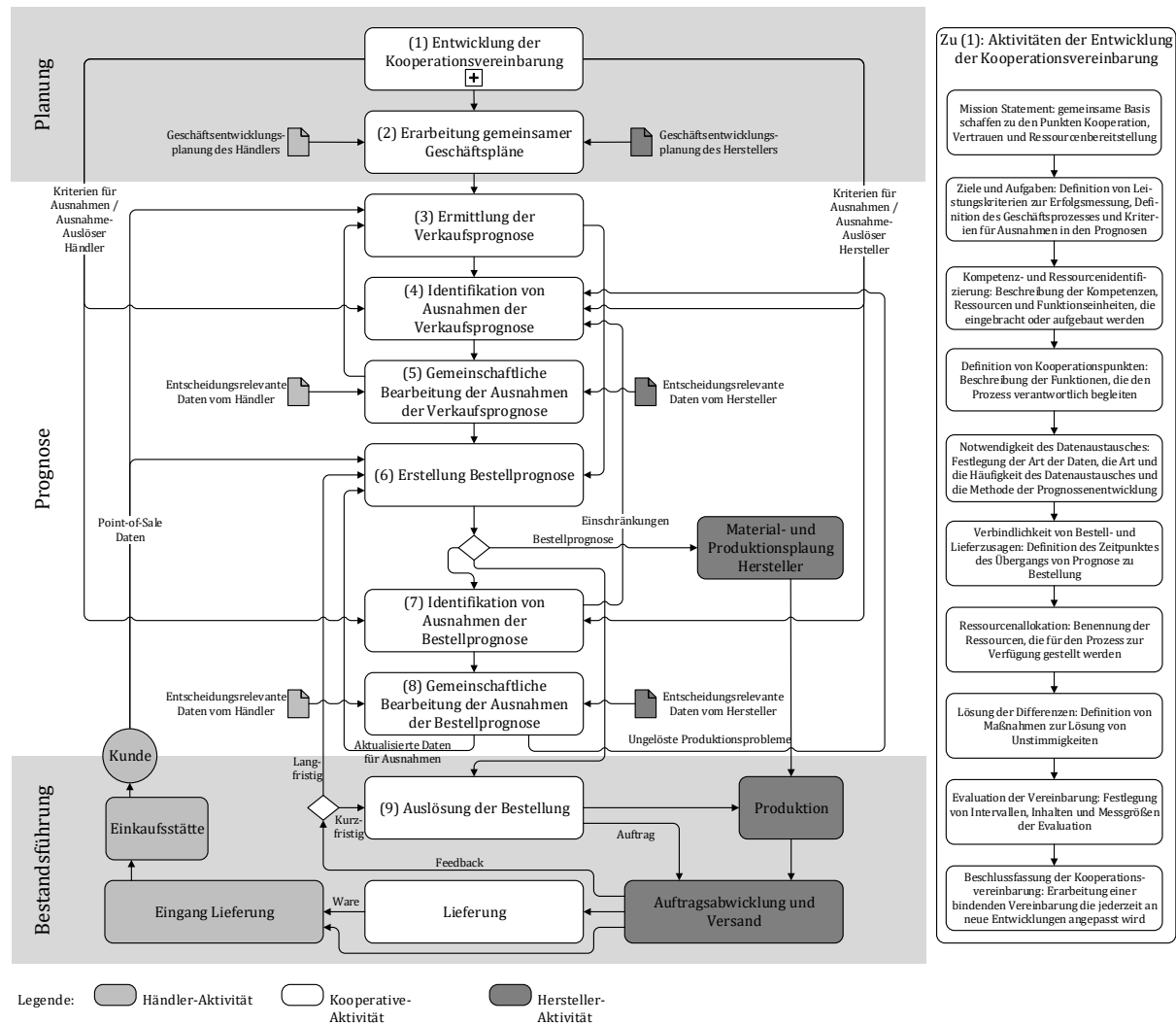


Abbildung 24: CPFR-Planungsprozess der Voluntary Interindustry Commerce Standards Association (vgl. Seifert 2002a, S. 63–65)

Ausgehend von diesem ersten CPFR-Modell der VISIC (1998) wurden nachfolgend Anpassungen dieses Modells vorgestellt. Fliedner (2003) präsentierte einen fünfstufigen zyklischen Ansatz, welcher die Schaffung eines Partnerschaftsabkommen, die Planung des gemeinschaftlichen Handelns, die Entwicklung des Bedarfs sowie die Teilung der Vorhersage umfasst. Dies bildet die Grundlage für ein internetbasiertes System zur Steuerung der Lieferkettenprozesse. Caridi et al. greifen in den Jahren 2005 und 2006 den neunstufigen Ansatz auf und beschreiben eine Möglichkeit der Verbesserung der Verhandlungsschritte mittels eines agentenbasierten Ansatzes, vorrangig für den Bereich des Umgangs mit Ausnahmen. Das von Chang et al. (2007) vorgestellte erweiterte Modell basiert ebenfalls auf dem der VISIC. Mittels der Einbeziehung eines Anwendungsdienstleisters soll die Genauigkeit der Prognose des Nachschubs durch Markinformationen verbessert werden. Eine starke Reduktion auf drei Prozessschritte erfährt das Modell durch Du et al. (2009). Die drei Bereiche umfassen die Entwicklung der Kollaborationsvereinbarung sowie der Geschäftspläne, die Ausgestaltung von Bedarfsprognosen sowie die Bestellung und den Versand. Letzteres wird weiter in die Teile kollaborative Zeitplanung für Produktion und Lieferung, das

Ausnahmemanagement sowie die Durchführung der Belieferung untergliedert. Dabei verbinden Du et al. (2009) den Ansatz des CPFR mit dem des Kollaborativen Transportmanagements (CTMs). Hierbei stellt das CTM ein akteursübergreifendes Kooperationsmodell zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen den Akteuren des Transports von Gütern (Herstellern, Abnehmer, LDL und Frachtführer) mittels einer internetbasierten Plattform dar, mit der Zielstellung der Verbesserung der Effizienz, der Kosten, der Prozesse und letztlich des Services durch den gezielten Informationsaustausch (vgl. Esper und Williams 2003, S. 57–59; VICS Logistics Committee 2004, S. 6, 11; Wen 2012, S. 453). Gegenstand stellt hierbei sowohl der Prozess des Outsourcing der Organisation des Transports, als auch die Vergabe der Ausführung der physischen Transportabwicklung dar (vgl. Wecker 2006, S. 186). Im Kontext des CPFRs wandelt das CTM die Prognosen in Transport- und Sendungsprognosen um und ermöglicht eine höhere Ressourcenauslastung sowie eine Steigerung der Logistikfähigkeit (Feng und Yuan 2007, S. 627; Wen 2012, S. 471). Als letzte Erweiterung des CPFRs-Ausgangsmodells ist das Modell von Shu et al. (2010) zu benennen. Die Autoren gliedern ihr Modell in drei Prozesse und elf Schritte. Die Prozesse orientieren sich hierbei an den Phasen Planung, Vorhersage und Nachschub des VICS Modells. Maßgebliche Anpassung, bedingt durch den Fokus auf das Kreditrisiko in temporären Netzwerken, findet in dem Bereich der Planung statt. Hier stellen die Autoren eine Zerlegung des Gegenstandes in die Teilbereiche und die Suche nach geeigneten Partnern voran.

Bedingt durch zahlreiche Kritiken an dem Modell VICS (1998) (zu starr, zu detailliert, zu umfangreich, zu kompliziert in der Umsetzung sowie das Fehlen von Anreizfaktoren und Vorgaben zur Kosten-, Risiko- und Nutzenverteilung (McCarthy und Golicic 2002; Seifert 2003; Simatupang und Sridharan 2005; Du et al. 2009; Burnette 2010)) liefert die VICS 2004 ein neues zyklisches Modell. Dieses umfasst vier kollaborative Phasen (Strategie und Planung, Nachfrage und Versorgung, Ausführung sowie Analyse), welche in acht Schritte aufgliedert werden und im Vergleich zum Modell von 1998 keine strenge Abfolge mehr bilden. Auf der Grundlage dieses zweiten Modells der VICS stellen Chang und Wang (2008) eine Erweiterung vor, welche die Integration von Ansätzen des Six Sigmas in die Phase der Nachfrage und Versorgung beschreibt. Den letzten Evolutionschritt vollzieht das CPFR Modell 2010. Baumann (2010) beschreibt die Verbindung des CPFR Ansatzes mit dem Sales & Operations Planning Ansatzes zu einem integrativen Geschäftsplanungskonzept. Das Ziel dieser Zusammenführung besteht in Entwicklung eines ganzheitlichen Ansatzes, welcher sowohl die unternehmensinterne Ausrichtung (Sales & Operations Planning) als auch die unternehmensübergreifende Betrachtung (CPFR) einbezieht. Die Vielzahl von Ausgestaltungen in der wissenschaftlichen Literatur liefern kein einheitliches Modell. Die Grundlage für diese Arbeit stellt das Ausgangsmodell der (VICS 1998) dar, welches in der Ausgestaltung um die Ansätze von Fliedner (2003) und Du et al. (2009) sowie den Anpassungen des VICS 2004 Modells

ergänzt wird. Hierdurch findet eine zyklische Gestaltung, welche ebenfalls im Sinne des MPM wieder aufgegriffen wird, und die Integration des CTM, welches Verbindungspunkte zur gemeinschaftlichen Ressourcennutzung darstellt, Einzug in die Konzeption. Die weiteren präsentierten Ansätze stellen Möglichkeiten einer späteren Erweiterung des, in dieser Arbeit zu entwickelnden, Ansatzes dar. Bedingt durch die Orientierung an dem Ausgangsmodell werden nachfolgend die drei Teilbereiche des CPFRRs näher betrachtet.

4.1.2 Teilbereiche des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment

Wie bereits im vorgegangenen Kapitel benannt und in der Abbildung 24 visualisiert, gliedert sich das CPFRR in die drei kollaborativ zu gestaltenden Bereiche der Planung, der Vorhersage und des Nachschubs. Hierbei bildet die **Kollaborative Planung** einen grundlegenden Bestandteil des SCM und stellt die erste der drei Phasen dar (vgl. Panahifar et al. 2015, S. 843). Den zentralen Mittelpunkt bildet hierbei die Entscheidungsfindung und letztlich die Entscheidung, welche im Rahmen eines Plans festgehalten werden (vgl. Bloos 2013, S. 45). Allgemein lässt sich die kollaborative Planung laut Püttmann (2010) in die Ansätze der zentralen und dezentralen Planung differenzieren. Die zentrale Planung bedarf im Gegensatz zur dezentralen Planung eine vollständige Informationstransparenz in allen Bereichen, welche ein erhebliches Vertrauen der Akteure voraussetzt (vgl. Püttmann 2010, S. 19–32). Ziel der kollaborativen Planung stellt das Erreichen von Mehrwerten für alle Partner dar, welche individuell nicht realisierbar wären (vgl. Bloos 2013, S. 48). Im Kontext des CTMs umfasst die kollaborative Planung die Ausgestaltung der Transportplanung sowie die gemeinschaftliche Definition eines Zielsystems und der Belieferungsstrategie (vgl. Wen 2012, S. 463).

Durch den grundlegenden Charakter der kollaborativen Planung beschreibt Attaran (2004), dass ein Mangel innerhalb des Planungsprozesses einen entscheidenden negativen Einfluss auf die Leistung der SC hat (vgl. Attaran 2004, S. 17). Stadler (2009) ergänzt dies und beschreibt, als Ergebnis seiner Studie, dass ein vertrauensvolles Verhältnis sowie die Qualität der geteilten Informationen zwischen den Akteuren einen erheblichen Einfluss auf die kollaborative Planung sowie auf die nachfolgende Leistung der SC hat. Kilger et al. (2008) benennen die grundlegende Voraussetzung der kollaborativen Planung als eine kollaborative Beziehung zwischen den Partnern (vgl. Kilger et al. 2008, S. 270). Eine informationstechnische Unterstützung wird in diesem Kontext von verschiedenen Autoren als wichtiger Gegenstand erachtet, jedoch gleichzeitig auch angemerkt, dass dieser Einsatz keine abschließende Lösung in sich darstellt (vgl. Wang et al. 2005, S. 38; Panahifar et al. 2014, S. 5255).

Innerhalb des Forschungsfeldes der **kollaborativen Vorhersage**, welches die zweite Phase des CPFRR Prozesses darstellt, lassen sich die Ausgestaltung des kollaborativen Vorhersageprozesses, die Bedeutung der Informationsteilung und die kollaborative Entwicklung von Vorhersagen, das

Konzepte zur Kollaboration zwischen internen Unternehmensbereichen sowie die organisatorischen Herausforderungen innerhalb der kollaborativen Vorhersage als maßgebende Bereich benennen (vgl. Panahifar et al. 2015, S. 848). Die Vorteile der kollaborativen Vorhersage werden in der Verbesserung der Lieferkettenleistung durch die Verbesserung der Qualität der Vorhersage mittels vorhersagbaren Bestelzyklen beschreiben, wobei die Komplexität der Kommunikation einen erheblichen Einfluss auf den Prozess hat (vgl. Raghunathan 1999, S. 1054; Eksoz et al. 2014, S. 122–123). Helms et al. (2000) und Voudouris et al. (2008) benennen die Herausforderungen der kollaborativen Vorhersage mit der Einbeziehung der Mitarbeiter und Umgang mit den jeweiligen Vorurteilen, den Veränderungen gegenüber den traditionellen Handlungsweisen sowie die Herausforderungen im Bereich Kommunikation und der definierenen Rechenschaftspflichten. Folglich wird die Forderung eines Teams bestehend aus Mitgliedern mit unterschiedlichen Hintergründen deutlich, welche Innerhalb der Einführungsphase der kollaborativen Vorhersage, die Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit als Hauptziel verfolgen (vgl. Voudouris et al. 2008, S. 3; Helms et al. 2000, S. 401).

Die **kollaborative Bestandsführung**, welche den dritten Bereich darstellt, zielt vorrangig die Erstellung von Aufträgen und die Erfüllung dieser ab. Hierbei steht die Generierung von Aufträgen in Abhängigkeit von der Absatzprognose, welche die unmittelbare Verbindung dieser mit dem kollaborativen Nachschub verdeutlicht (vgl. Liu und Sun 2012, S. 351; Sheffi 2002). Die Vorteile, welche durch eine kollaborative Ausgestaltung der Bestandsführung benannt werden, sind die Verbesserungen des Kundenservices, die Erhöhung der Auftragsgenauigkeit sowie die Verringerung der Bestände (vgl. Pfeifer et al. 2013; Panahifar et al. 2015, S. 848). Neben der Generierung von Aufträgen und der Erfüllung dieser, stellt der eigentliche Transport ein weiteres wichtiges Element innerhalb der kollaborativen Bestandsführung dar (vgl. Lyu et al. 2010, S. 222).

Ebenso, wie für die kollaborative Planung voranstehend benannt, wird dem Einsatz von unterstützenden IT-Systemen für die kollaborative Bestandsführung sowie der kollaborativen Vorhersage eine hohe Bedeutung beigemessen (u.a. Pfeifer et al. 2013, S. 17–18; Zhou und Benton 2007, S. 1348; Aviv 2007, S. 788). Darüber hinaus bedarf es, in allen drei Phasen, der Integration von standardisierten Informationsaustauschprozessen (vgl. Wen 2012, S. 463).

4.1.3 Einführung von Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment

Die Einführung von CPFR wird als eine komplexe Aufgabe beschrieben, welche durch ein stetiges Wachsen realisiert werden sollte (vgl. Seifert 2003, S. 28; Thron et al. 2006, S. 599; Sari 2008, S. 577; Thron et al. 2007, S. 368; Danese 2011, S. 1090). Dabei ist die Implementierung stark von der jeweiligen Branche und letztlich der eigentlichen Lieferkette abhängig (vgl. Seifert 2003, S. 28; Danese 2011, S. 1082). Dies verdeutlicht, dass die kollaborative Datenmodellierung den Schwer-

punkt innerhalb der Implementierungsphase bildet (vgl. Johnson 1999, S. 17). Die Grundlage jeglicher Bemühungen stellen jedoch das Bestehen von Vertrauen zwischen den Partnern, welches zu Beginn der Implementierungsbemühungen geschaffen werden muss, sowie eine entsprechende IKT für den Austausch von Informationen dar (vgl. Barratt und Oliveira 2001, S. 281; Hollmann et al. 2015, S. 987). Den Rahmen zum Aufbau von Vertrauen beschreiben Barratt und Oliveira (2001) mittels dem Aufbau von Kontakten, einer Agenda für die Kollaboration, die Ausdehnung des Kollaborationsprojekts, einer Kontinuität des Informationsaustausches sowie des Aufbaus einer vertrauensvollen Beziehung (vgl. Barratt und Oliveira 2001, S. 283). Bereits benannt, stellt der Informationsaustausch und dessen Qualität den zweiten wichtigen Bereich im Rahmen der Kollaboration dar (vgl. Barratt und Oliveira 2001, S. 283; Simatupang und Sridharan 2005, S. 261–263; Büyüközkan und Vardaloğlu 2012, S. 10440–10441). Die Informationen sind charakterisiert durch ihre Sicht, ihre Genauigkeit, der Rechtzeitigkeit und Schnelligkeit des Austausches, der Kompatibilität und Zugänglichkeit für alle Nutzer sowie der Sicherheit der Informationen und des Austausches (vgl. Whipple et al. 2002, S. 69; Attaran 2004, S. 19; Petersen et al. 2005, S. 16; Whipple und Russell 2007, S. 176; Jain et al. 2009, S. 23; Panahifar et al. 2013, S. 3; Zhu et al. 2017, S. 253). Der Informationsaustausch ist dabei durch CPFR-Systeme zu unterstützen, welche den Austausch von Prognosen, historischen Daten, Status- und Störungsmeldungen und Planänderungen ebenso wie die Unterstützung zur Erarbeitung von gemeinsamen Geschäftsplänen und Kooperationsverträgen ermöglichen und dessen Komplexität von einer einfachen Anwendungen bis zu umfassenden internetbasierten Lösungen reichen (vgl. Danese 2006, S. 3211; Hellingrath et al. 2008, S. 480; Hollmann et al. 2015, S. 980–981; Ghosh und Fedorowicz 2008, S. 464–465).

Die Implementierung bedarf einer Vielzahl von Förderern, welche neben den benannten Bereichen Vertrauen und Informationsaustausch die Einbindung des Top Managements (vgl. Büyüközkan et al. 2009, S. 414; Smith et al. 2010, S. 4–5; Büyüközkan und Vardaloğlu 2012, S. 10440; Ramanathan 2014, S. 216), die Schaffung eines internen Prognoseprozesses (vgl. Smith et al. 2010, S. 5), die Teilung von Risiko und Profit (vgl. Chen et al. 2007, S. 501) sowie einer zielorientierte Mitarbeiterschulung (vgl. Attaran und Attaran 2007, S. 393) beschrieben werden. Diesen stehen eine Vielzahl von Hemmnissen gegenüber, welche als

- fehlen eines gemeinsamen Ziels (vgl. Barratt und Oliveira 2001, S. 281),
- fehlender Investition in nötige Technologien (vgl. Fliedner 2003, S. 19; Småros 2007, S. 713),
- fehlender interner Integration und Kollaboration (vgl. Fliedner 2003, S. 20; Småros 2007, S. 715; Ramanathan und Gunasekaran 2014, S. 258),
- einem falschen Verständnis von Kooperationen (vgl. Ramanathan und Gunasekaran 2014, S. 253),

- einer Inkompatibilität hinsichtlich der Informationssicherheit und -vertraulichkeit sowie der Systeme (vgl. Büyüközkan et al. 2009, S. 414; Smith et al. 2010, S. 6; Audy et al. 2012, S. 646; Büyüközkan und Vardaloğlu 2012, S. 10442),
- einer zu großen Abhängigkeit von der Technologie (vgl. Thron et al. 2006, S. 597, 2007, S. 365) sowie
- den Barrieren bedingt durch die Sicherheitsvorgaben der Unternehmen (vgl. Hvolby und Trienekens 2010, S. 809) benannt werden.

4.2 Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung

Wie zu Beginn der Arbeit dargestellt, liefert das MPM einen sinnvollen Ansatz für die adressierte projektübergreifende Betrachtung und Gestaltung (siehe Kapitel 1.1). Bedingt durch die Vielzahl von Projekten innerhalb von Organisationen, deren Interaktion untereinander sowie dem Anspruch auf Zugriff auf Engpassressourcen besteht der Bedarf einer übergeordneten Koordination und Priorisierung von Projekten, welches die Kernaufgabe des MPM darstellt (vgl. Gemünden et al. 2010, S. 34). Seidl (2011) liefert mit der Darstellung des Spannungsfelds zwischen dem Management einzelner Projekte und des MPMs eine erste tiefgehende Einordnung des Verständnisses von MPM. Bedingt durch die steigende Zahl der beteiligten Stakeholder und ihrer jeweiligen Bedarfe und Interessen bei der parallelen Betrachtung mehrerer Projekte beim MPM rückt die Kommunikation und das Stakeholder-Management mehr denn je in den Fokus. Durch die Fokussierung des MPMs auf die Wechselwirkungen zwischen den Projekten erfolgt die Planung übergeordnet bzw. top-down und nicht wie bei der Einzelprojektbetrachtung aufgabenorientiert, d.h. bottom-up. Diese Aufgabenorientierung legt die Grundlage für die Orientierung am Projektlebensweg des Einzelprojektmanagements. Mit der Erfüllung einzelner Aufgaben werden Teilziele erreicht und letztlich ein Projektabschluss avisiert. Hingegen erfolgt das MPM zyklisch und wiederholend, jedoch nicht zeitlich befristet. Dies begründet sich nicht zuletzt in dem projektübergreifenden Optimierungsstreben im Kontext von Ressourcennutzung bzw. -allokation sowie der Risikohandhabung. Folglich strebt das MPM nach einer effektiven Ausnutzung der Ressourcen über Projektgrenzen hinweg und nicht, wie das Einzelprojektmanagement, nach der effizienten Abwicklung der einzelnen Aufgaben. Ersteres wird auf Einzelprojektebene jedoch häufig als Diskontinuität betrachtet. Ausgehend von dem Effektivitätsstreben des MPM über Projektgrenzen hinweg stellt die Kosten/Nutzen-Relation das Optimierungsziel dar, hingegen das Management von Einzelprojekten sich dem Optimierungsdreiklang aus Leistungserfüllung, Termin- und Kosteneinhaltung gegenüberstellt. Aus Letztem ergibt sich der Bedarf in Projekten Puffer zu bilden, um auf Störungen, welche bedingt durch Unsicherheiten und Unwägbarkeiten erwartet werden, reagieren zu können. Durch hohe Informationsgüte wird auf Multiprojektebene ein exaktes Bild ohne Puffer versucht zu ermitteln. Hierbei wird angenommen, dass sich eine Summierung aller Puffer

zu verzerrten Planungsergebnissen führt (vgl. Seidl 2011, S. 2–3). Diese Differenzierung im Spannungsfeld fasst die nachfolgende Tabelle 3 zusammen.

Tabelle 3: Spannungsfeld zwischen dem Management einzelner Projekte und dem MPM (vgl. Seidl 2011, S. 2–3)

Gesichtspunkt	Management einzelner Projekte	MPM
Situatives Umfeld	Einzelprojektsituation	Multiprojektsituation
Planerische Orientierung	Bottom-up Sichtweise	Top-down Sichtweise
Zeitliche Orientierung	Projektlebensweg	Zyklisch, wiederholender Prozess
Zielorientierung	Effiziente Erfüllung des Projektplans	Effektive Auswahl der Projekte
Optimierungsstrategie	Minimierungsstrategie	Maximierungsstrategie
Steuerungsorientierung	Starker Fokus auf Leistung, Termin und Kosten	Starker Fokus auf Kosten/Nutzen
Informationsbedürfnisse	Akzeptierte Unwägbarkeiten, Notwendigkeit von Puffern	Wunsch nach exakten Informationen

Ausgehend von dieser ersten Einordnung des MPM wird nachfolgend in diesem Kapitel der Gegenstand des MPM durch die Betrachtung der Begrifflichkeiten, der Merkmale, der Verrichtungsobjekte sowie unterschiedlicher Methoden des MPM weiter konkretisiert. Hieran schließt sich eine Darstellung der Anforderungen an die Implementierung von MPM an.

4.2.1 Bestimmung des Gegenstands des Multiprojektmanagements

Der Begriff des MPMs ist in der DIN 69909-1 als „organisatorischer und prozessualer Rahmen für das Management mehrerer einzelner Projekte“ (DIN 69909-1, S. 4) definiert. Des Weiteren wird beschrieben, dass „MPM [...] in Form von Programmen oder Projektportfolios organisiert werden [...] [kann und] die Koordination mehrere[r] Projekte bezüglich ihrer Abhängigkeit und gemeinsamer Ressourcen“ (DIN 69909-1, S. 5) umfasst. Folglich bedarf es zur Bestimmung des Gegenstands des MPMs die Betrachtung dieser genannten Bereiche: Projekt, Programm und Projektportfolio.

Für den Gegenstand des Projekts liefert die DIN 69901-5 eine gängige Definition: Ein Projekt ist ein „Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist.“ (DIN 69901-5, Nr. 3.43). Mittels Merkmalen, welche von Seidl (2011) benannt sind, wird der Gegenstand des Projekts in der nachfolgenden Tabelle weiter konkretisiert und ein Bezug zum dargestellten Anwendungsfall der Errichtung der OWE hergestellt.

4.2 Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung

Tabelle 4: Gegenstand des Projekts im Kontext der Errichtung der OWE

Merkmale	Inhalte nach Seidl (2011, S. 5)	Beispiel für die Errichtung der OWE
Einmaligkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe des Wandels • Keine Routinetätigkeit • Azyklisches Vorgehen 	Bedingt durch natürlichen Bedingungen ist jeder OWP vom Layout und den Komponenten unterschiedlich. Die beteiligten Unternehmen sind meist von OWP zu OWP verschieden. Folglich gestaltet sich das Netzwerk für jeden OWP neu.
Komplexität	<ul style="list-style-type: none"> • Sozio-Technisches System mit vielen Elementen und Beziehungen • Technischer Fortschritt • Interdisziplinäre Beteiligung 	Bei der Produktion und Errichtung sowie deren Logistik eines OWP sind eine Vielzahl von Akteuren entlang der SC beteiligt. Darüber hinaus bedürfen die Produktions-, Errichtungs- und Logistikprozesse spezifische Ressourcen.
Neuartigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Erstmalige Durchführung • Neue Aufgabe für die betroffene Organisation • Herausfordernde Aufgabe 	Bedingt durch die Einmaligkeit sowie der sich ständig ändernden Rahmenbedingungen (den ständigen Weiterentwicklungen der Anlagenkomponenten und den Betriebsmitteln, Entfernung zum Festland, etc.) bei der Errichtung von OWPs.
Restriktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Projektaufgabe ist innerhalb vorgegebener zeitlicher Restriktionen zu leisten 	Durch Charterverträgen für die Schiffe ist der Beginn, das Ende und die jeweiligen Aufbauschritte definiert.
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Unwägbarkeit aufgrund Neuartigkeit, Komplexität, Interdisziplinarität, Restriktion etc. • Gefahren- / Schadenspotenzial 	Risiken bestehen u.a. in der Neuartigkeit und sich stetig ändernden Prozessen, den wechselnden Rahmenbedingungen bedingt durch Wetter- und Seegangeinfluss sowie dem Zusammenwirken von vielen Akteuren aus unterschiedlichen Disziplinen.
Interdisziplinarität	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung erfordert besondere Kenntnisse • Zusammenarbeit unterschiedlicher Organisationen und Spezialisten erforderlich 	An der Produktion und Errichtung sind eine Vielzahl von Akteuren beteiligt (u.a. Errichter, Komponentenhersteller, öffentlichen und staatliche Einrichtungen, unterschiedlichste Dienstleister sowie Schiffsbetreiber).
Spezifische Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Reine Projektorganisation • Matrix-Projektorganisation • Einfluss-Projektorganisation 	Innerhalb der Unternehmen und speziell für eine OWP wird eine spezifische Projektorganisation aufgebaut. Dies zeigt sich auch in der Bildung einer Organisation für die Planung, Steuerung und Durchführung der Errichtung und des Betriebs.
Kultur	<ul style="list-style-type: none"> • Werte • Normen • Verhalten 	Die Kultur wird durch unterschiedlichste öffentliche und OWP spezifische Vorgaben (z.B. Unfallverhütungsvorschriften) bestimmt.

Dynamisches Umfeld	<ul style="list-style-type: none"> • Projekte als Instrument zur Bewältigung des unternehmerischen bzw. organisatorischen Wandels • Wechselnde externe Einflüsse • Diskontinuitäten 	Das Umfeld ist stark durch die Wetter- und Seegangeinflüsse sowie die exponierte Lage der OWP gekennzeichnet. Die Abhängigkeit von den vorgelagerten Prozessen ist als weiterer dynamischer Einfluss zu benennen.
Zielstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnis- und Qualitätsziele • Vorgehensziele 	Definierte Prozesse und klare Zielvorgaben hinsichtlich Ressourceneinsatz, Termin und Qualität kennzeichnen die Produktion und Errichtung eines OWP.

Eine Menge von zueinander in Beziehung stehenden und miteinander verknüpften Projekten, welche auf eine gemeinsame strategische Zielstellung und einen definierten Nutzen für die Organisation ausgerichtet sind, wird im Kontext des MPM, als Programm benannt (vgl. Dammer 2008, S. 14; Seidl 2011, S. 7; DIN 69909-1, S. 5). Bedingt durch die Mehrzahl an umfassenden Projekten stellt ein Programm ein komplexes Gebilde dar, welches umfangreiche Ressourcen und weitgehende Entscheidungs- und Führungskompetenz umfasst (vgl. Dammer 2008, S. 14; Seidl 2011, S. 7). Dammer (2008) beschreibt das Programm-Management als eine formalisierte Koordinationsstelle oberhalb der Einzel-Projektebene, dessen Struktur temporär und an die Laufzeit der inbegriffenen Projekte gebunden ist (Dammer 2008, S. 14).

Neben dem Projekt und dem Programm stellt das Projektportfolio das dritte Verrichtungsobjekt des MPMs dar, welches eine stetige Planung und Steuerung von den Projekten und Projektprogrammen bezogen auf einen begrenzten Verantwortungsbereich umfasst (vgl. Cooper et al. 1999, S. 334–335; DIN 69909-1, S. 5). Das Projektportfolio-Management wird als ein zyklischer Prozess der Bewertung, der Auswahl und der Priorisierung der geplanten, genehmigten und laufenden Projekte und Programme eines Unternehmens, einer Organisation oder eines Geschäftsbereichs beschrieben (vgl. Cooper et al. 1999, S. 334–335).

Ausgehend von diesen drei Verrichtungsobjekten definiert Dammer (2008) das MPM als den zusammenfassenden Überbegriff des ganzheitlichen Managements der gesamten Projekte einer Organisation, welches eine entsprechende Organisationsstruktur, entsprechende Methoden und Prozesse sowie Anreizsysteme bedarf (vgl. Dammer 2008, S. 15). Gemünden et al. (2010) ergänzen diese Auflistung um Rollenmodelle und IT-Systeme (vgl. Gemünden et al. 2010, S. 33). Engwall und Jerbrant (2003) beschreiben den Gegenstand einer Multiprojektumgebung des Weiteren mit dem Rahmen, dass ein Großteil der Aufgaben einer Organisation in simultanen Projekten bearbeitet wird und diese auf einen gemeinsamen Pool von Ressourcen aufbauen (vgl. Engwall und Jerbrant 2003, S. 403). Übergeordnetes Ziel des MPMs ist folglich die effiziente Durchführung der ausgewählten Projekte in Anbetracht der simultanen Abwicklung der miteinander in Beziehung

4.2 Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung

stehenden Projekte und darüber hinaus eine Steigerung der Effektivität und Wettbewerbsfähigkeit der Organisation (vgl. Dammer 2008, S. 11; DIN 69909-1, S. 4). In diesem Kontext beschreibt Otto (2004), dass sowohl divergentes Denken für die Ermittlung von Alternativen und Optionen auf der Basis der Ziele, als auch konvergentes Denken zur Auswahl der Alternativen und Optionen auf Grundlage der Mussziele nötig sind (vgl. Otto 2004, S. 125).

4.2.2 Prozess und Methoden des Multiprojektmanagements

Die nachfolgende Abbildung 25 stellt die erwähnten Prozesse, welche in der DIN 69909-2 definiert sind, im Kontext des Ebenen-Modells (Dammer 2008) und der Einbeziehung des Multiprojektcontrollings (vgl. Steinle et al. 2010a, S. 5) dar. Letzteres ist integriert in einem Überblick über die Gestaltungsbereiche des MPM in den einzelnen Phasen, welche in der DIN 69909-3 beschrieben sind. Diese zielen auf die Analyse und Festlegung der Beziehung der Verrichtungsobjekte zueinander, der Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen, die Erfassung des Nutzens, das Gestalten von Synergien sowie die Bereiche des Ressourcen- und Risikomanagements ab (DIN 69909-3).

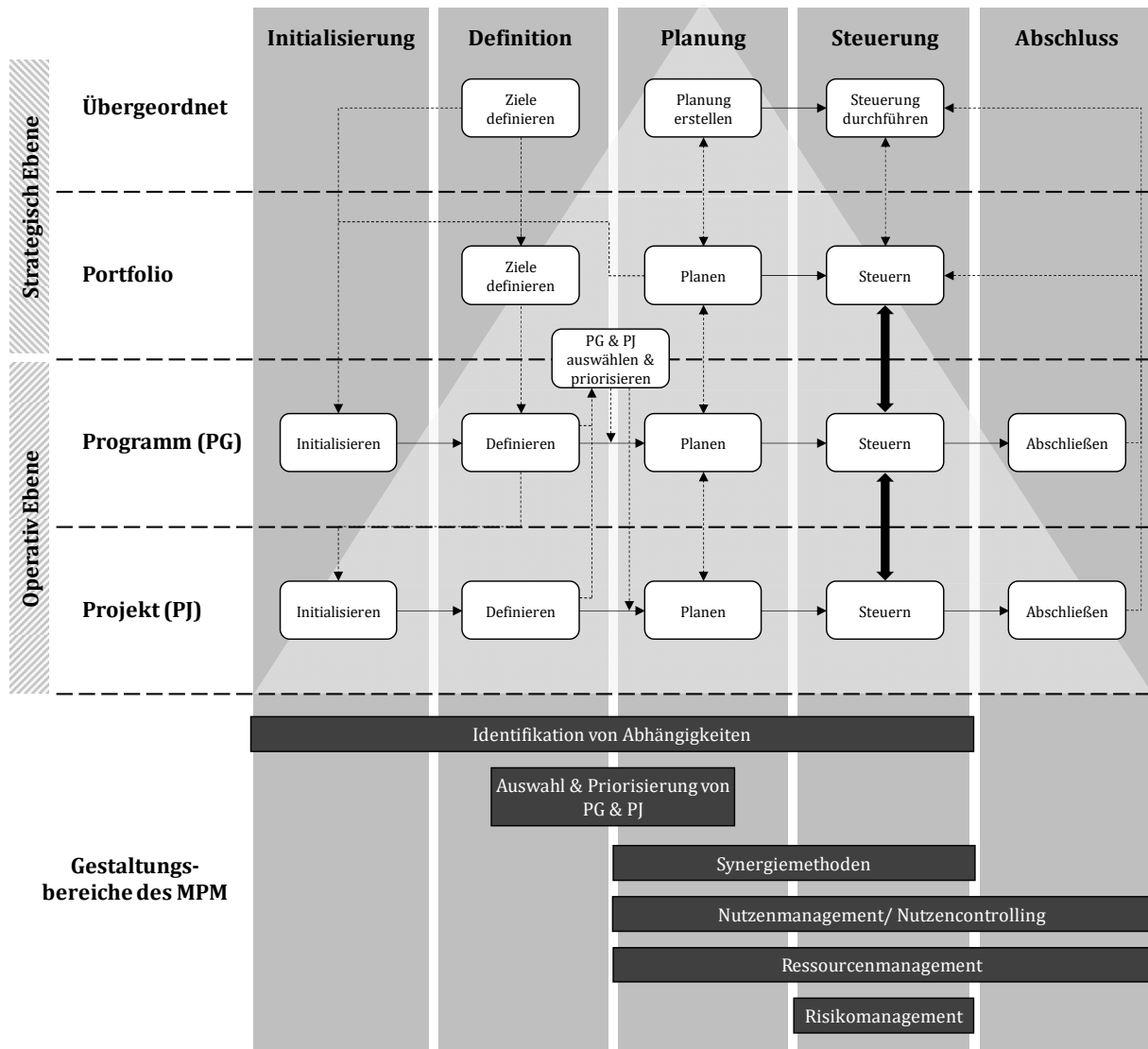


Abbildung 25: Prozesse, Phasen, Ebenen und Gestaltungsbereiche des MPMs (vgl. Dammer 2008, S. 17; Steinle et al. 2010a, S. 5; DIN 69909-2, S. 7; DIN 69909-3, S. 5–11)

Ausgehend von der Zieldefinition der übergeordneten Ebene werden diese „top-down“ über die Ebenen hinweg bis zum Einzelprojekt mittels Vorgaben heruntergebrochen. Wechselseitig erfolgen innerhalb der Phasen Anträge an die höhere Ebene (bottom-up) sowie entsprechende Freigaben (top-down). In der Phase der Steuerung findet zwischen Portfolio- und Programm- sowie Programm- und Projektebene ein Austausch hinsichtlich Berichterstattung, Änderungen, Vorgaben, Ergebnisse, Abnahmen und Lessons Learnd statt. Letzteres erfolgt ebenfalls nach Abschluss von Programmen und Projekten an die strategische Ebene (vgl. DIN 69909-2, S. 7). Die Gestaltungsbereiche des MPM differenzieren sich in Identifikation von Abhängigkeiten, Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen, Nutzenmanagement/ Nutzencontrolling, Syngiemethoden, Ressourcenmanagement sowie Risikomanagement.

Der erste Gestaltungsbereich (**Identifikation von Abhängigkeiten**) umfasst die Ermittlung und Analyse von Wechselwirkungen zwischen Projekten, Programmen und Portfolios. Dieses können

laut DIN 69909-3 u.a. hinsichtlich der Ressourcennutzung, der Risiken sowie zeitlichen und technologischen Abhängigkeiten bestehen (vgl. DIN 69909-3, S. 5). Dabei wird von einer unangemessenen Vereinfachung der Komplexität gewarnt, da diese zu Fehleinschätzungen und -entscheidungen führt (vgl. u.a. Schwienhorst und Purle 2006, S. 33; Seidl 2007, S. 75). Damit wird deutlich, dass die Wechselwirkungen nicht nur hinsichtlich ihrer Existenz, sondern auch ihrer Stärke, Art und Richtung bestimmt werden müssen (vgl. Vester 2015, S. 118). Laut Seidl und Ziegler (2010) sind die Wechselwirkung folglich hinsichtlich inhaltlicher, kapazitiver und zeitlicher Dimension zu differenzieren. Dabei nehmen die Wirkungen konfliktträchtigen bzw. synergetischen Charakter ein (vgl. Seidl und Ziegler 2010, 191-121).

Der Gestaltungsbereich **Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen** obliegt im Rahmen der Planung einer besonderen Bedeutung (vgl. Steinle et al. 2010b, S. 160). Der Fokus dieses Gestaltungsbereichs ist die Unterstützung der Ziele und Strategie der Organisation sowie der Geschäftsbereiche durch die zielgerichtete Auswahl von Projekten und Programmen (vgl. DIN 69909-3, S. 5; Steinle et al. 2010b, S. 162). Darüber hinaus sind mögliche Engpässe hinsichtlich Ressourcen, Zeit und Qualität zu minimieren (vgl. DIN 69909-3, S. 5). Dabei ist eine Auswahl über die Ebenen Projekt, Programm und Portfolio zu betrachten (vgl. Steinle et al. 2010b, S. 160). Das Ergebnis ist die Schaffung einer nachvollziehbaren und transparenten Entscheidungsgrundlage, welche die Methoden des Gestaltungsbereichs der Identifikation von Abhängigkeiten mit einbezieht und sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien berücksichtigt (vgl. DIN 69909-3, S. 6; Steinle et al. 2010b, S. 162). In der DIN 69909-3 werden u.a. folgende Kriterien für die Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen benannt: Operative Dringlichkeit, Risiken, Strategiebeitrag, Erfolgswahrscheinlichkeit, Ressourcenverfügbarkeit und -verbrauch (vgl. DIN 69909-3, S. 6).

Innovationen, Wissens, Kompetenz und Know-how Aufbau, Steigerung der Anpassungsfähigkeit, Effizienzsteigerung und Erhöhung der Ressourcenauslastung sowie Reduktion des Ressourcenbedarfs stellen eine Auswahl an Synergien dar, welcher als übergeordneter Nutzen durch Zusammenwirken der einzelnen Komponenten des MPMs beschrieben werden kann. Der Gestaltungsbereich der **Synergiemethoden** gewinnt bei zahlreichen Wechselwirkungen zwischen den Projekten, Programmen und Projektportfolios an Bedeutung. Hierbei ist zwischen den sequenziellen Abhängigkeiten und den parallelen Wechselwirkungen, welche vorrangig in der Ressourcennutzung begründet sind, zu differenzieren (vgl. DIN 69909-3, S. 7-8).

Laut der DIN 69909-3 ist ausgehend von den Zielen der Organisation in dem Gestaltungsbereich des **Nutzenmanagements und -controlling** der Nutzen der Projekte, Programme und Projektportfolios zu definieren, zu überwachen und zu steuern. Dabei greift dieser Gestaltungsbereich die Ansätze der Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen auf und führt diese

fort. Die Handhabbarkeit der Überwachung und Steuerung ist dabei abhängig von den identifizierten Nutzenaspekten und einer kontinuierlichen Verantwortungszuordnung. Letzteres bedingt sich durch den Gegenstand, dass ein Nutzen vorrangig erst nach dem Abschluss realisiert wird (vgl. DIN 69909-3, S. 7).

Die optimale Steuerung der Ressourcen sowie der rechtzeitige Ressourcenaufbau zur Vermeidung von Ressourcenengpässen ist das Ziel des Gestaltungsbereichs des **Ressourcenmanagements** (vgl. Müller 2010, S. 223; DIN 69909-3, S. 9). Laut der DIN 69909-3 bilden die Forecast-Planung je Vorhaben und Ressourcenart sowie die Priorisierung der Projekte und Programme die Grundlage des Ressourcenmanagements. Eine Konsolidierung dieser Bedarfe erfolgt auf Zeitintervallebene. Die nachfolgende Erfassung von Ressourcenengpässen und Ressourcenunterauslastungen durch Abgleich von Ressourcenbedarfen und Ressourcenbestand je Zeitintervall stellt die Basis für die anschließende Steuerung auf Projekt-, Programm- und Projektportfolioebene dar (vgl. DIN 69909-3, S. 9–10). Dies umfasst die zeitliche Verschiebung und Streckung der jeweiligen Ressourcennutzung sowie den langfristigen Auf- und Abbau der Ressourcenbestände (vgl. Müller 2010, S. 223; DIN 69909-3, S. 10).

Der letzte Gestaltungsgestand stellt das **Risikomanagement** dar. Dies zielt auf die Steuerung der Risiken über die gesamte Projektlandschaft ab. Hierzu ist die Schaffung einer Transparenz der Risiken über Projekt-, Programm- und Portfoliogrenzen sowie den Ebenen hinweg nötig. Die Erfassung und die Bewertung auf Projektebene ist im MPM folglich nicht ausreichend. Im Rahmen der Konsolidierung der Risiken auf höherer Ebene ist auf die einmalige Bewertung pro Auftreten eines Risikos zu achten. Des Weiteren bildet die Zuordnung von Verantwortlichkeiten sowie eine entsprechende Kommunikationsplanung den Rahmen des Risikomanagements (vgl. DIN 69909-3, S. 10–11). Die nachfolgende Tabelle 5 greift die beschriebenen Gestaltungsbereiche des MPMs auf und stellt die Methoden des MPMs in den jeweiligen Bereichen dar.

4.2 Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung

Tabelle 5: Methoden des MPM (vgl. DIN 69909-3, S. 5–11)

Methode	Beschreibung	Gestaltungsbereiche					
		Identifikation von Abhängigkeiten	Auswahl und Priorisierung von Projekten und Programmen	Nutzenmanagement/ Nutzencontrolling	Synergiemethoden	Ressourcenmanagement	Risikomanagement
Paarvergleich	Ermittlung von Abhängigkeiten von zwei Projekten, Programmen oder Projektportfolios hinsichtlich definierter Kriterien (z.B. Ziele, Ressourcen, und Risiken)	X	X				
Beeinflussungsmatrix	Ermittlung der gegenseitigen Wirkung (positiv, neutral und negativ) der Abhängigkeiten von Projekten, Programmen und Portfolios	X					
Korrelationsmatrix	Quantifizierte Ermittlung des Grads des linearen Zusammenhangs zwischen Projekten, Programmen und Portfolios hinsichtlich spezifischer Kriterien (z. B. Termine, Ziele, Ressourcen)	X					
Nutzwertanalyse (Scoring-Modell, Punktwertverfahren oder Punktbewertungsverfahren)	Schaffung einer Auswahlentscheidungsgrundlage durch den Vergleich von Projekten und Programmen hinsichtlich nicht-monetärer Kriterien		X	X			
Kapitalwertmethode (Net-Present-Value-Methode)	Schaffung einer Auswahlentscheidungsgrundlage durch Abzinsung aller zum späteren Zeitpunkt anfallenden Kosten auf den Beginn		X	X			
Auswirkungsanalyse	Ermittlung der Gesamtauswirkungen auf die Projekte, Programme und die Organisation sowie deren Umfeld		X	X			
Break-Even-Methode	Ermittlung des voraussichtlichen Zeitpunkts der Erreichung der Gewinnschwelle		X	X			

	und der entsprechenden Wahrscheinlichkeit						
Nutzendefinition und Nutzenkategorisierung	Definition und Planung des Nutzens von Projekten bzw. Programmen vor Beginn mittels Zieldaten, Meilensteinen, Verantwortlichkeit und Messkriterien (z.B. Umsatz, Cash-Flow, Gewinn, Mitarbeiter Know-how und Zufriedenheit, Technologievorsprung und effizientere Abläufe)			X			
Nutzencontrolling	Kontinuierliche Kontrolle der Nutzenerreichung mittels Messkriterien sowie Verifizierung und Anpassung der Nutzenaspekte			X			
Synergieanalyse und -bewertung	Ermittlung sämtlicher Synergiearten und Bewertung dieser innerhalb des Projekts oder zwischen zwei Projekten sowie die nachfolgende Ableitung von Maßnahmen				X		
Synergiematrix	Synergievorteile zwischen Projekten werden je Einzelsynergie quantifiziert, der gesamte Synergievorteil ermittelt und mittels Summenbildung die Synergie des Portfolios erfasst				X		
Synergiecontrolling	Kontinuierliche Kontrolle der gewünschten Synergien mittels geeigneter Messkriterien, Identifikation von Abweichungen und Entwicklung von entsprechenden Steuerungsmaßnahmen sowie Verifizierung und Anpassung der Synergien				X		
Bedarfsanalyse und -planung	Auflistung jeglicher Ressourcenarten und Identifikation der Bedarfe jeder Ressource innerhalb des Projekts bezogen auf ein Zeitintervall (u.a. mittels Expertenschätzungen oder Abgleich mit vorherigen, ähnlichen Projekten) sowie Ableitung des Gesamtbedarfs (Forecast-Planung)					X	

4.2 Multiprojektmanagement als Grundlage einer projektübergreifenden Planung und Steuerung

Plan-Ist-Vergleich	Ermittlung von Ressourcenengpässen durch Abgleich von Gesamtbedarf (Planung) und verfügbarem Bestand (Ist-Situation) bezogen auf ein definiertes Zeitintervall					X	
Ressourcencontrolling	Kontinuierliche Kontrolle der Ressourcenbedarfe (Trendanalysen) und Entwicklung von entsprechenden Steuerungsmaßnahmen zur Vermeidung von Ressourcenengpässen					X	
Konsolidierung und Eskalation	Risiken aus Projekten, Programmen und Portfolios werden auf der jeweiligen Organisationsebene sowie über diese hinweg zur Eskalation und zu Berichtszwecken zusammengefasst						X
Kommunikationsplan	Definition der Zuständigkeiten und der Rahmenbedingungen zur Eskalation und Berichterstattung von Risiken sowie Verantwortungsregelung für spezifische Risiken						X
Balancierung des Risikoportfolios	Abbildung des Risikoportfolios und Anpassung dessen hinsichtlich der Risikoaffinität bzw. -aversion der Organisation, Definition der Entscheidungshierarchie zur Aufnahme oder Rückstellung von Programmen und Projekten sowie Benennung von Regelungen zum Umgang mit übergreifenden Risiken						X
Kaskadierung	Herunterbrechen von Risiken von der übergeordneten Ebene auf die betreffenden untergeordneten Ebene						X

Ausgehend von der Zielstellung der Entwicklung eines Ansatzes zur projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit sowie einer kollaborativen Planung und Steuerung der Logistik bei der Errichtung der OWE wird deutlich, dass im Rahmen dieser Arbeit sowohl die strategische als auch operative Ebene des MPMs sowie sämtliche vorgestellten Gestaltungsbereiche

Anwendung finden. Im Rahmen der Konzeption werden hierzu eine Vielzahl der benannten Methoden integriert, so dass an dieser Stelle keine weitere Auswahl dieser erfolgt.

4.2.3 Implementierung des Multiprojektmanagements

Die Grundlage des MPMs bildet ein hoher Reifegrad des Einzelprojektmanagements in der Struktur und der Anwendung von entsprechenden Methoden (vgl. Dechange und Friedrich 2013, S. 102). Die Hemmnisse des MPMs und seiner Implementierung werden in einer mangelnden Transparenz der Strategie und der Projektlandschaft, der fehlenden Einhaltung von standardisierten Prozessen, der unzureichenden Anwendung von Priorisierungskriterien und Priorisierungsverfahren, der Angst vor Macht- und Gestaltungsverlusten sowie der einer mangelhaften Nutzung von Synergiepotenzialen zwischen den Projekten beschrieben (vgl. Dechange und Friedrich 2013, S. 102; Gemünden et al. 2010, S. 39–40). Auf der Grundlage empirischer Untersuchungen beschreiben Gemünden et al. (2010), dass Kapazitätskonflikte, Stand der aktuellen und zukünftigen Projekte sowie ungenaue, verspätete und unzuverlässige Informationen die Inhalte einer fehlenden Transparenz darstellen. Dies begünstigt eine falsche Auslegung der Strategie sowie eine fehlerhafte Strategieentwicklung. Letzteres wird durch eine unrealistische Stärken-Schwächen-Beurteilung bedingt. Die mangelhafte Nutzung von Synergiepotenzialen ist in der Vereinfachung von Wechselwirkungen von Projekten mit ihrer Umwelt zur Komplexitätsreduktion begründet und mindert die Vermeidung von Doppelarbeiten und etwaigen Prozessbeschleunigungen sowie der Nutzung von Wissens-, Kompetenz-, Plattform-, Markt- und Kunden-Synergien. Der Bereich der mangelhaften Implementierung von Priorisierungskriterien und Priorisierungsverfahren führt, bedingt durch fehlendes Wissen, zu einer Fehleinschätzung des Wertschöpfungsbeitrags unter Berücksichtigung des Risikos von einzelnen Projekten (vgl. Gemünden et al. 2010, S. 39–40).

Die Voraussetzung für die Implementierung eines MPMs werden von Gemünden et al. (2010) in der Eigenständigkeit des MPMs zur Lösung von Ressourcenkonflikten zwischen den Projekten sowie den Linienaufgaben und der zentralen Rolle des MPMs benannt. Diese Rolle ist dabei nicht nur als eine zusammenführende Stelle von Informationen und deren Aufbereitung oder darüber hinaus als zentrales Ressourcenmanagement zu betrachten, sondern als Gestalter, welche integriert in das strategische Management ist und Impulse für die Strategie liefert sowie die Machbarkeit beurteilt und hierbei in enger Abstimmung mit den Bereichen der Entwicklung von Personal, Technologie und Strategie sowie Investitions- und Kapazitätsplanung agiert benannt (vgl. Gemünden et al. 2010, S. 36–37). Krüger (2010) summiert, dass für ein flexibles MPM die statische Betrachtung der Projektlandschaft aufgebrochen, fortlaufend Veränderungen einbezogen, eine enge Verknüpfung zwischen MPM und der Strategieentwicklung und -überprüfung hergestellt, eine Standardisierung von Prozessen und Verfahren vorgenommen, ein zyklisches Vorgehen bei den

Prozessen zur frühzeitigen Erzeugung von Ergebnissen eingeführt, eine systematisches Änderungsmanagement einbezogen, eine Modularisierung und Selbststeuerung in den Projekten zur Unterstützung einer dynamischen Projektlandschaft ermöglicht, die gemeinsame Nutzung von internetbasierten IT-Systeme zur Kollaborationen über Grenzen hinweg genutzt, der informellen Kommunikation Beachtung schenken, die Verknüpfung über die Ebenen (top-down und bottom-up) verbessert und Lessons Learnd sowie Best Practices um Kontext des organisationalen Lernens einbezogen werden müssen (vgl. Krüger 2010, S. 316–318). Diese Forderungen finden sich auch in den fünf Dimensionen eines ganzheitlichen Ansatzes zur Implementierung von Dechange und Friedrich (2013) wieder. Die Dimensionen sind benannt als Methoden und Prozesse (standardisiert und transparent), Organisation (Rollenbeschreibung, Berichts- und Eskalationswege sowie Entscheidungsgremien), Mensch (Anforderungen an die Besetzung, Aspekte der Zusammenarbeit, Entwicklung und Anreize), Software sowie Strategie (Einbindung der Unternehmensstrategie). Dabei sehen Dechange und Friedrich (2013) die Integration einer MPM-Software, nach der Definition der Prozesse, der Methoden, der organisatorischen Einbindung und der Qualifikation der Beteiligten, als den letzten aber wesentlichen Schritt einer ganzheitlichen Implementierung an (vgl. Dechange und Friedrich 2013, S. 108–115). Die Implementierung ist dabei in sich als ein Projekt zu verstehen, welches eine Ist-Analyse, eine Sollkonzeption, die eigentliche Implementierung sowie die Etablierung umfasst. In der Implementierung stellt die Kommunikation den zentralen Faktor dar (vgl. Dechange und Friedrich 2013, S. 118)

4.3 Ressourcen und Information – Querschnittsobjekte der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung

Ausgehend von den Vorüberlegungen in Kapitel 1.3 und der Bedeutung der Bereitstellung, des Austausches und der Nutzung von Ressourcen und Informationen für eine kooperative Zusammenarbeit, sowohl in einer lieferkettenweiten, als auch in der projektübergreifenden Gestaltung begründen die nachfolgende nähere Betrachtung dieses Gegenstandes. Ressourcen umfassen in diesem Kontext sowohl Maschinen und Anlagen, als auch Mitarbeiter mit ihrer Arbeitskraft, ihren Kompetenzen und ihrem Wissen. Die Spannweite von Informationen ist hierbei vielfältig. Im Kontext einer lieferkettenweiten Betrachtung ist dies vorrangig im Bereich von Statusinformationen und Betriebsdaten zu sehen. Darüber hinaus ist auf der projektübergreifenden Ebene neben der Bereitstellung der Statusinformationen der Austausch von Informationen hinsichtlich der Bedarfe von Ressourcen zu nennen. Damit wird die Bedeutung von Ressourcen und Informationen in den zuvor dargestellten Betrachtungsgegenständen (lieferkettenweite und projektübergreifende Betrachtung) ersichtlich und motiviert die Beschäftigung mit der gemeinschaftlichen Nutzung von

Ressourcen und Informationen, welche in der wissenschaftlichen Literatur als Ressourcen-Sharing und im Informationen-Sharing benannt wird. Die Auseinandersetzung geschieht nachfolgend sowohl allgemein gültig, als auch im Kontext der Errichtungsphase der OWE.

4.3.1 Ressourcen-Sharing

Der Gegenstand der gemeinschaftlichen Nutzung von Ressourcen (nachfolgend Ressourcen-Sharing genannt) wird als eine nahezu uneingeschränkte Ressourcennutzung bei zu vernachlässigend geringen Transaktionskosten und einer Steigerung der Ressourceneffizienz beschrieben (vgl. Schönberger et al. 2014b, S. 81). Dabei zielt die Ressourcenallokation auf eine möglichst effektive und effiziente Verteilung der begrenzten Ressourcen ab (vgl. Dammer 2008, S. 17). Auf der Meta-Ebene werden die Vorteile von gemeinschaftlich genutzten Ressourcen, welche sowohl privat finanziert, als auch öffentlich bereitgestellt werden, als die Erweiterung der nutzbaren Ressourcen und einer damit einhergehenden Erhöhung der Möglichkeiten zur Allokation beschrieben (vgl. Schönberger et al. 2014a, 15). Aus der Sicht des Individuums wird dieser Vorteil um den bedarfsgerechten Ressourceneinsatz und einer höheren Auslastung der eigenen Ressourcen erweitert, welches zu einer ökonomischen Verbesserung führt (vgl. Schönberger et al. 2014b, S. 92). Neben diesen Vorteilen stellen die Reduzierung der Zugriffsmöglichkeiten auf die „eigenen“ Ressourcen, bedingt durch die Nutzungsmöglichkeit aller Akteure auf die Gesamtheit der Ressourcen, und die Steigerung der Komplexität der Allokation die Risiken dar (vgl. Schönberger et al. 2014a, 15). Der Umgang mit diesem Zielkonflikt ist letztlich nur durch die Schaffung von Transparenz bezüglich des Bedarfs, der Verfügbarkeit und dem Status der Ressourcen zu realisieren (vgl. Beinke et al. 2015, S. 9).

Für die Logistik stellt das Ressourcen-Sharing neue Möglichkeiten und Herausforderungen dar. Dies begründet sich laut Schönberger et al. (2014b) in der Leistungserbringung, welche auf der Nutzung von Ressourcen und nicht durch deren Eigentum basiert. Bedingt durch eine hohe Standardisierung der Prozesse und der logistischen Objekte wird in der Logistik folglich kein Wettbewerbsvorteil durch eine exklusive Ressourcennutzung erzielt (vgl. Schönberger et al. 2014b, S. 89). Sammelgut-System, Codesharing im Luftfahrtbereich, Public-Private-Partnership im Bereich des Infrastrukturbaus oder der Handel mit Emissionszertifikaten stellen Beispiele für das Ressourcen-Sharing in der Logistik dar, deren Charakter sehr unterschiedlich ist (vgl. Schönberger et al. 2014a, S. 15–16).

In der wissenschaftlichen Literatur lassen sich unterschiedliche Ansätze des Ressourcen-Sharings im Kontext einer lieferkettenweiten oder projektorientierten Betrachtung ausmachen. Kriegel (2012) stellt beispielsweise im Kontext der Krankenhauslogistik einen Zehn-Punkte-Plan vor, welcher innovative Beschaffungs- und Logistikkonzepte, wie beispielsweise Ressourcen-Sharing,

nutzt um die Wertschöpfung im Krankenhaus zu verbessern. Die von Pinheiro et al. (2016) vorgestellte Studie untersucht empirisch die Rolle von sozialkapitalistischen Dimensionen auf dem Weg zum Ressourcen-Sharing und zeigen, dass geteilte Visionen und Engagements positiv zum Ressourcen-Sharing beitragen. Die Ressource Mensch im Kontext von Projektarbeit stellt den Gegenstand der von Bendoly et al. (2010) präsentierten Arbeit dar. Unter Laborbedingungen wird hierbei der Einfluss der Wirksamkeit von Projektmanager-Aufgaben sowie der Einfluss von Schwierigkeiten bei der Arbeitsplanung auf das Ressourcen-Sharing untersucht. Hierbei wird ersichtlich, dass der Willen zum Teilen einen entscheidenden Faktor für das Ressourcen-Sharing darstellt. Im Kontext des Projektgeschäfts der Bauindustrie untersuchen Zavadskas et al. (2013) Methoden zum Vergleich der Performance von Projekten. Die Arbeit analysiert Projektmanagement-Probleme, Erfolgsfaktoren von Bauvorhaben und verdeutlicht, wie die Effizienz eines Projekts beurteilt wird unter der Berücksichtigung aggregierter Indikatoren eines Unternehmens. Das Ergebnis des Beitrages stellt den Nutzen von aggregierten Indikatoren zum Projekt-Performance-Vergleich dar, dessen Informationen bei der Allokation von Ressourcen oder der strategischen Planung helfen. Kaiafa und Chassiakos (2015) stellen ebenso wie Caballini et al. (2015) Optimierungsverfahren für den Gegenstand des Ressourcen-Sharings vor. Kaiafa und Chassiakos (2015) entwickeln in ihrer Arbeit eine Optimierungsmethode für eine multi-objektive, ressourcenbeschränkte Planung, welche verschiedene zeitliche Beschränkungen von Ressourcen berücksichtigt. Ziel hierbei ist die Minimierung der Kosten, welche sich aus den Kostenfunktionen von Ressourcen-Überbesetzungen, Project-Deadline-Überschreitungen und täglichen Fluktuationen von Ressourcen darstellt. Hingegen der benannten Ansätze der Optimierung im Kontext des Ressourcen-Sharings ermitteln Engwall und Jerbrant (2003) die relevanten Mechanismen des Ressourcen-Sharings im Rahmen des MPM ausgehend von zwei empirisch sehr unterschiedlichen Fallbeispielen. Die Autoren beschreiben, dass Ressourcen-Sharings in MPM nicht einfach nur ein Planungs- und Steuerungsproblem ist, wie es oft in der Literatur dargestellt wird, sondern vorrangig ein Prozess des Aushandelns und der Abstimmung, sprich der Kooperation ist. Dabei bedarf es keiner extra eingeführten Vermittlungsstelle aufbauend auf den traditionellen Strukturen oder einem Mehr an Steuerung, Berichten und Abstimmungstreffen, sondern eine Neugestaltung der gesamten Struktur ausgerichtet auf das MPM (Engwall und Jerbrant 2003, S. 406–408).

Eine Ausgestaltung des Ressourcen-Sharings in der Logistik präsentieren Schönberger et al. (2014b) in Form eines Konzepts, welches die individuelle Bereitstellung auflöst und jegliche, sowohl privat finanzierte, als auch öffentlich bereitgestellte Ressourcen der Netzwerkteilnehmer in einem Ressourcenpool vereint und diese bereitstellt. Dabei sind sowohl bilaterale als auch multilaterale Kooperationen auf einer Wertschöpfungsstufe (horizontale) oder über die Stufen hinweg (vertikal) möglich, wobei nicht jeder Netzwerkakteur sowohl die Rolle des Nutzers, als auch die des Bereitstellers innehaben muss (vgl. Schönberger et al. 2014b, S. 90–93). Der Wandel von der

traditionellen Ressourcennutzung innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks sowie die Überführung in das Konzept der Ressourcen-Sharing SC sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

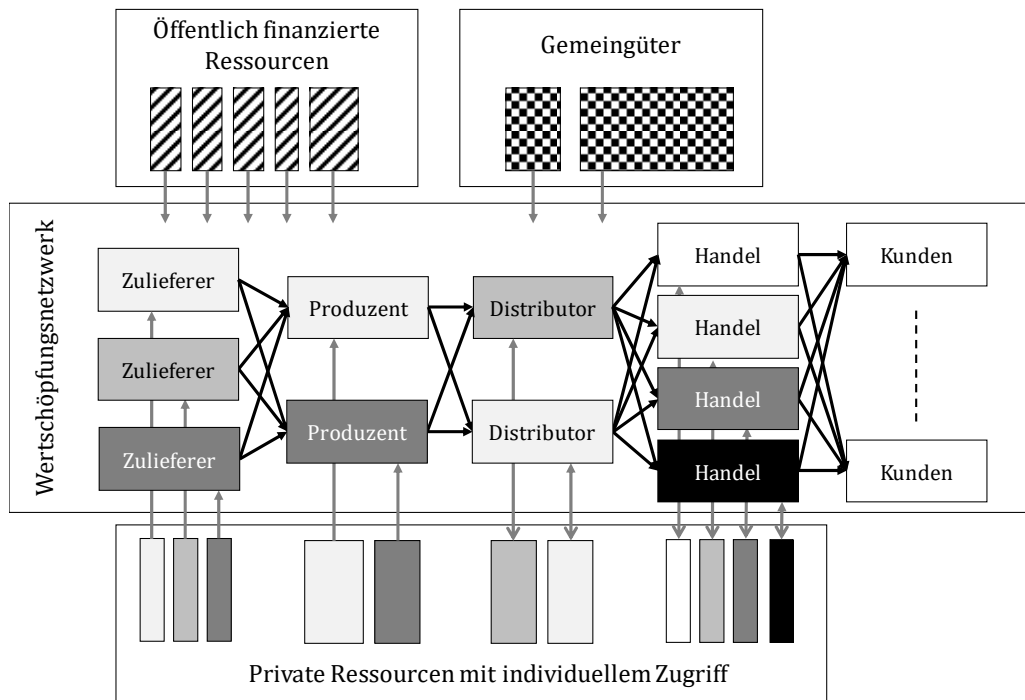


Abbildung 26: Traditionelle Ressourcennutzung in der Wertschöpfungsketten (Schönberger et al. 2014b, S. 86)

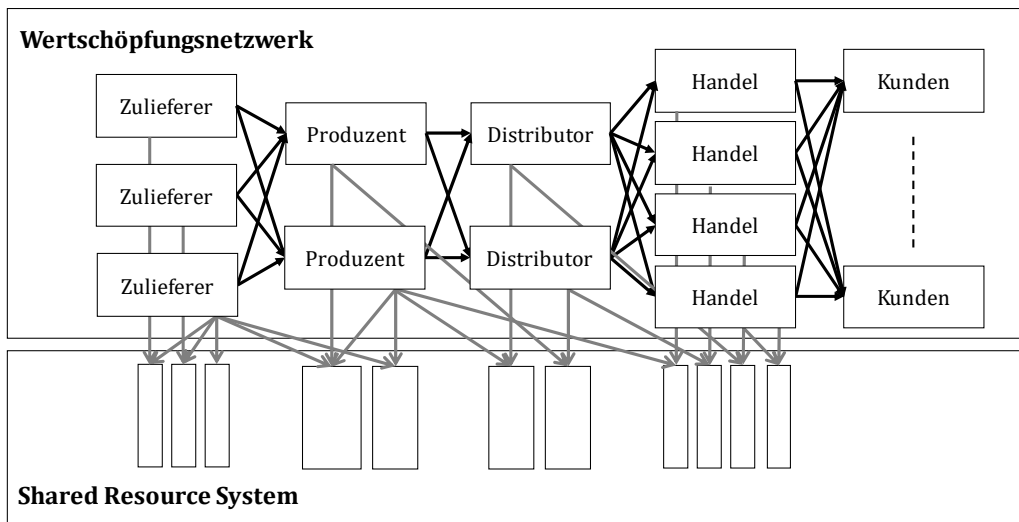


Abbildung 27: Ressourcen-Sharing in SCs (Schönberger et al. 2014b, S. 91)

Eine Überführung des Ansatzes in spezifische Branchen bedarf der Benennung der potenziellen Objekte des Ressourcen-Sharings (vgl. Beinke et al. 2015, S. 10). Im Kontext der OWEL sind dies sowohl Transportmittel, als auch Lager- und Hafenflächen sowie Betriebsmittel für die Errichtung (vgl. Beinke et al. 2015, S. 10). Bedingt durch die Tatsache, dass die beteiligten Akteure von Windparkprojekt zu Windparkprojekt variieren, und gleichzeitig die Akteure parallel in verschiedene Projekte eingebunden sind, bestehen immer wieder Berührungspunkte zwischen den einzelnen

Supply-Chains (vgl. Beinke et al. 2017b, S. 44). Hieraus ergibt sich der Bedarf der parallelen Nutzung von öffentlich bereitgestellten Ressourcen auf gleicher Wertschöpfungsstufe. Bedingt durch hohe Charterraten der IVs und dem sich daraus ergebenden Bedarf einer schnellen und störungsfreien Be- und Entladung der Schiffe findet gegenwärtig beispielsweise eine exklusive Nutzung der Kaikantenabschnitte statt. Dies führt zu einer Reduzierung der Auslastung dieser Ressource und einer Steigerung der Kosten. Beinke et al. (2015) beschreiben, dass die aktuelle Errichtung von Hafeninfrastruktur mittels Public-Private-Partnerships einen ersten Ansatz der Umsetzung des Ressourcen-Sharings darstellt. Die Bereitstellung von privat finanzierten Ressourcen, wie beispielsweise Flurfahrzeugen zum Transport der sehr schweren und großen Halbzeuge und Anlagenkomponenten zwischen Außenlager und Produktion, zwischen Komponentenzulieferern und Herstellern oder Produzent und Hafen sowie innerhalb der Produktion im Sinne eines Sammelgut-Systems oder eines Ressourcenpools für lokalansässige Unternehmen, stellt einen weiteren potenziellen Ansatzpunkt für das Ressourcen-Sharing in der OWEL dar. Dies begründet sich in den geringen Taktzeiten der Produktion der einzelnen Komponenten sowie der aktuell geringen Auslastung der Transportmittel (vgl. Beinke et al. 2015, S. 9–10). Die Umsetzung bedarf jedoch einer Steigerung der Standardisierung der logistischen Objekte und Prozesse (vgl. Görges et al. 2014, 51-52).

4.3.2 Information-Sharing

Der Gegenstand des Teilens von Informationen stellt, wie eingangs bereits erwähnt, sowohl für die lieferkettenweite als auch projektübergreifende Betrachtung eine wichtige Funktion dar. Die Bedeutung des zielgerichteten Informationsaustausches wird durch die zunehmende Digitalisierung gesteigert. Für die Projektperspektive wird die Verdichtung der Informationen sowie der Kommunikation als maßgebliche Veränderung beschrieben (vgl. Wagner 2015). Weiter wird die zunehmende Agilität sowohl der Arbeitsweise, als auch der unterstützenden Systeme zum Abbau der unübersichtlichen Strukturen und Pläne benannt (vgl. IAPM 2017; Oswald und Müller 2017, S. 16). Für die lieferkettenweite Betrachtung und im speziellen der Logistik, dessen Zukunftsbilder in flexiblen, störungsarmen und dezentral geplanten sowie sich in Echtzeit selbststeuernden Prozessen mit kognitiven Fähigkeiten beschrieben werden (vgl. Bauernhansl et al. 2014, S. 615–618), können eingebettete Systeme und Technologien die Informationsgrundlage erhöhen sowie die Transparenz innerhalb von Netzwerken erhöhen (vgl. Hofmann und Rüscher 2017, S. 33). In diesem Zusammenhang werden durch die Verbesserung des Informationsaustausches erhebliche Kosteneinsparungen prognostiziert (vgl. Rüßmann et al. 2015, S. 7–10).

Bedingt durch die Abhängigkeiten der Akteure innerhalb von Kooperationen wird der Bedarf des Austausches von Informationen verstärkt (vgl. Baptista Nunes et al. 2006, S. 116). Die, aus der unvollkommenen Informationslage resultierenden, Unsicherheiten werden durch die schnellen

Veränderungen der Prozesse und den Anforderungen befördert und können nur durch den Willen der Akteure reduziert werden (vgl. Byrne und Heavey 2006, S. 424). Daraus folgt, dass eine Integration von Informationsflüssen innerhalb der Prozesse nötig ist um letztlich Zeit, Kosten, Ressourcenbedarf und Unsicherheit zu reduzieren bzw. zu optimieren (vgl. Fiala 2005, 419; Chen et al. 2007, S. 500).

Dieser Gegenstand des Informationsaustausches wird in der Literatur mit der Begrifflichkeit des Information-Sharings beschrieben. Sun und Yen (2005) beschreiben, dass der Austausch dabei durch den Gegenstand, die Partner, das genutzte IT-System sowie den Zeitpunkt bestimmt ist. Der Anteil der redundanten sowie nützlichen Informationen, die Kosten des Austausches sowie die resultierende Verbesserung der Zusammenarbeit definieren darüber hinaus die Qualität des Austauschprozesses (vgl. Sun und Yen 2005, 427).

Bedingt durch die Entwicklung der IT hat das Information-Sharing stark an Bedeutung gewonnen. Dabei stellt die Existenz einer nutzerfreundlichen und zielorientierten IT lediglich eine wichtige Unterstützung dar, nicht aber eine Grundvoraussetzung, welche hingegen in der Bereitschaft und dem Vertrauen der Akteure Informationen zu teilen benannt wird (vgl. Rosen et al. 2007, S. 262; Tsung 2000, S. 212; Razavi und Iverson 2006, S. 464; Kim und Lee 2006, 377). In diesem Kontext werden die Herausforderungen, welche mit dem Teilen von Informationen einhergehen, in der Literatur u.a. in der Vertraulichkeit, den Anreizen, den Kosten, der Zuverlässigkeit der genutzten IT sowie der echtzeitnahen und genauen Informationsbereitstellung benannt (vgl. Lee und Whang 2000, 14; Khurana et al. 2011, S. 10–14; Fawcett et al. 2008, 334). Weiter werden u.a. die Erhöhung der Sichtbarkeit (signifikante Verringerung der Unsicherheiten), eine verbesserte Ressourcennutzung, eine Steigerung der Produktivität, der Zunahme der organisatorischen Effizienz und der gesteigerten Dienstleistungen sowie ein frühes Erkennen und Ausräumen von Problemen als Vorteile des Information-Sharings benannt (siehe u.a. Fransoo et al. 2011, S. 5–7; Mourtzis 2011, S. 303; Lee und Whang 2005, S. 137).

Im Kontext der lieferkettenweiten Betrachtung beschreiben Chen et al. (2007) sowie Ryu et al. (2009) drei Ebenen der Reichweite des Information-Sharings. Die unterste Ebene stellt hierbei eine dezentrale Informationskontrolle und -speicherung dar, welche keinen Austausch von Informationen zwischen den Akteuren vorsieht. Die mittlere Ebene ist durch eine koordinierte Informationskontrolle beschrieben. Diese umfasst einen partiellen Austausch von Informationen, welcher sich auf den vorgelagerten und dem nachgeschalteten Akteur begrenzt. Die oberste Ebene, und damit höchste Form des Informationsaustausches, bildet eine zentrale Informationskontrolle. Gekennzeichnet ist diese durch den vollständigen Informationsaustausch zwischen sämtlichen Akteuren des betrachteten Systems. Hierbei findet eine zentrale Bereitstellung der relevanten Informationen Anwendung (vgl. Chen et al. 2007, S. 506–508; Ryu et al. 2009, S. 164).

Die Ausgestaltung des Information-Sharings im Kontext des MPM leiten sich aus den Vorgaben des MPMs ab, welche im Kern auf die Bereitstellung und den Austausch von Information zwischen den Phasen sowie den Ebenen des MPMs abzielt (vgl. DIN 69909-1, Kapitel 6.2). Die benannten Information des Information-Sharings umfassen vorrangig die Bereiche Inventar, Verkaufsdaten und -prognose, Auftragsinformationen, Informationen zur Produktionsfähigkeit, Informationen zu neuen Produkten, Qualitätsinformationen, Statusmeldungen und Fortschrittsinformationen, Zeit-, Ressourcen- und Qualitätspläne, Ziele, Vorgaben und Anforderungen (vgl. Lotfi et al. 2013, S. 300; DIN 69909-2, Kapitel 4.3). Im Kontext der OWE sind die relevanten Informationen vorrangig in den Bereichen von Plänen und Statusinformationen zu benennen (vgl. Beinke et al. 2018a, S. 11).

Die Implementierung des Information-Sharings erfolgt mittels Informationssystemen, welche für eine lieferkettenweite Betrachtung beispielsweise durch ein SCM Information Systemen und für die projektübergreifende Betrachtung mit MPM Systemen realisiert werden kann. Hierbei umfassen Informationssysteme die Speicherung, den Abruf, die Verarbeitung sowie die Verbreitung von Informationen, welche durch die Kombination von Personen, Hard- und Software, Kommunikationsnetzwerken, Datenressourcen sowie Richtlinien charakterisiert ist (vgl. Marakas und O'Brien 2013, S. 4). Ausgehend von einer Analyse bestehender SCM Information Systeme haben Tarokh und Soroor (2006) vier Kategorien (Korrespondenzfehler, Prozessfehler, Interaktionsfehler und Erwartungsfehler) sowie jeweils deren Faktoren im Kontext von kritischen Fehlern von SCM Informations Systemen eruiert (vgl. Tarokh und Soroor 2006, S. 427). Ajayi (2013) führen weiter aus, dass eine standardisierte Informationsmanagement Politik nötig sei (vgl. Ajayi 2013, S. 221). Im Kontext der MPM liefert Ahlemann (2004) einen konzeptionellen Ansatz zur Ausgestaltung eines MPM Systems. Hiernach hat das System sämtliche Aufgaben von der Ideengenerierung bis zum Projektabschluss zu unterstützen und darüber hinaus, im Sinne einer Querschnittfunktion, die Bereiche Personal Information Management, Teamzusammenarbeit sowie Administration, Konfiguration und Schnittstellen zu umfassen (vgl. Ahlemann 2004, S. 106). Im Kontext der Verbesserung des Informationsaustausches bei der Errichtung der OWE sind u.a. mit Mon²Sea und Com4offshore zwei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu benennen, welche Informationssysteme in diesen Kontext adressieren. Beide Vorhaben eint eine rein lieferkettenorientierte und -weite Betrachtung als Systemgrenze (siehe Beinke et al. 2014; Raveling 2017).

4.4 Zwischenfazit

Ausgehend von der dargestellten Differenzierung von Kooperation und Kollaboration hinsichtlich des Betrachtungsgegenstands der Errichtungslogistik der OWE sowie einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung dieser, wurden in diesem Kapitel die theoretischen Grund-

lagen hierzu sowie zu den Querschnittsthemen Informations- und Ressourcenallokation beschrieben und spezifische Ansätze betrachtet. Die beschriebenen Anforderungen an Kooperation und Kollaboration stehen Synergieeffekten gegenüber, welche nur gemeinschaftlich erreicht werden können.

Die unternehmensübergreifende Gestaltung bedarf in diesem Kontext die gemeinschaftliche Entwicklung von Prozessen sowie der Teilung der nötigen Informationen. Dieser Sachverhalt sowie die Ziele des SCMs, welche als die Steigerung des Kundennutzens, der Kostensenkung, Generierung von Zeitvorteilen, der Steigerung der Qualität sowie die Realisierung von Informationstransparenz und Abbau von Informationsasymmetrien erfasst wurden, werden in der Anforderungsdefinition in Kapitel 5.2 wieder aufgegriffen. Ausgehend von der Darstellung unterschiedlicher Ansätze des SCMs und der Einordnung dieser in die Kernprozesse des SCOR-Modells, wurde für die weitere Betrachtung im Rahmen dieser Arbeit der Ansatz des CPFRRs eruiert (siehe Kapitel 4.1). Der Ansatz des CPFRRs wurde nachfolgend durch den Prozess und dessen Teilbereiche sowie den Rahmenbedingungen einer Implementierung näher betrachtet, welche jeweils in die Anforderungsdefinition sowie der späteren Konzeption innerhalb dieser Arbeit einfließen (siehe Kapitel 5.2 und 5.3).

Der Einstieg der Darstellung der theoretischen Hintergründe im Kontext einer projektübergreifenden Betrachtung der Errichtungslogistik der OWE liefert die Differenzierung zwischen den Gegenständen des Einzelprojektmanagements sowie des MPMs. Ausgehend von dieser Differenzierung sowie der Begriffsbestimmung der MPMs wurden die Verrichtungsobjekte näher erläutert und in diesem Zusammenhang der Projektcharakter des Anwendungsfalls verdeutlicht. Die anschließende Darstellung der Phasen, Ebenen, Prozesse, Gestaltungsbereiche und Methoden liefern die Grundlage für die Konzeption in Kapitel 5.3. Die abschließende Beschreibung der Rahmenbedingungen der Implementierung des MPMs liefert weitere Anforderungen an die Ausgestaltung des avisierten Ansatzes, welche in der Anforderungsdefinition wieder aufgegriffen werden (siehe Kapitel 5.2).

Der Nutzen und die Relevanz des Ressourcen- und Information-Sharing für die lieferkettenweite und projektübergreifende Betrachtung wurden abschließend in diesem Kapitel dargestellt. Das Ressourcen-Sharing, welches u.a. die Erweiterung der Ressourcenallokation, die Steigerung der Auslastung und einen bedarfsgerechten Ressourceneinsatz ermöglicht, führt zugleich zu einer Steigerung der Komplexität und dem damit verbundenen Bedarf der Schaffung von Transparenz. Ausgehend von der Präsentation verschiedener wissenschaftlicher Beiträge in diesem Kontext wurden die Anforderungen und Bedarfe an das Ressourcen-Sharing, auch im Kontext des Anwendungsfalls dieser Arbeit, präsentiert. Motiviert durch den Bedarf des Austausches von Informationen in Kooperationen zur Reduktion von Unsicherheiten sowie der Bedeutung des Informations-

austausches durch die zunehmende Digitalisierung wurden die Herausforderungen, Anforderungen und Grundvoraussetzungen an das Information-Sharing benannt. Darüber hinaus sind jeweils aus Lieferketten- und Projektperspektive die Anforderungen an eine Integration eines Information-Sharing-Systems benannt. Diese Grundlage liefern sowohl Inhalte für die Anforderungsdefinition und als auch Rahmenbedingungen für die Konzeption (siehe Kapitel 5.2 und 5.3).

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Das nachfolgende Kapitel stellt die konzeptionelle Entwicklung des avisierten Ansatzes der lieferketten- und projektübergreifenden Logistikgestaltung dar. In Rahmen von drei Machbarkeitsstudien werden zu Beginn dieses Kapitels die Auswirkungen der Umsetzung des Information- und Ressourcen-Sharings im projektübergreifenden sowie lieferkettenweiten Kontext der Errichtungslogistik betrachtet. Hieran schließen die Anforderungsdefinition und die Konzeption des avisierten Ansatzes an. Die Anforderungsdefinition stützt sich auf den in Kapitel 3 und 4 beschriebenen Grundlagen sowie den Ergebnissen der Machbarkeitsstudien. Die Konzeption greift die definierten Anforderungen auf und umfasst ein Phasenkonzept, ein Prozessmodell sowie die Systemarchitektur. Der anschließende prototypische Entwurf einer informationstechnischen Umsetzung gliedert sich in die Bereiche Nutzeroberfläche und Datenbankstruktur. Die jeweiligen Unterkapitel schließen mit je einem Zwischenfazit, welches die Inhalte zusammenfasst sowie die Beiträge zu den tangierten Forschungsfragen und -komplexen resümieren.

Die nachfolgende Abbildung stellt die Zusammenhänge innerhalb dieses Kapitels dar und verdeutlicht die Verbindung zu den Fragenstellungen, welche dieser Arbeit zugrunde liegen. Die Darstellung orientiert sich an den Phasen der Entwicklung welche in Kapitel 2.3 beschrieben worden sind (siehe Abbildung 7).

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

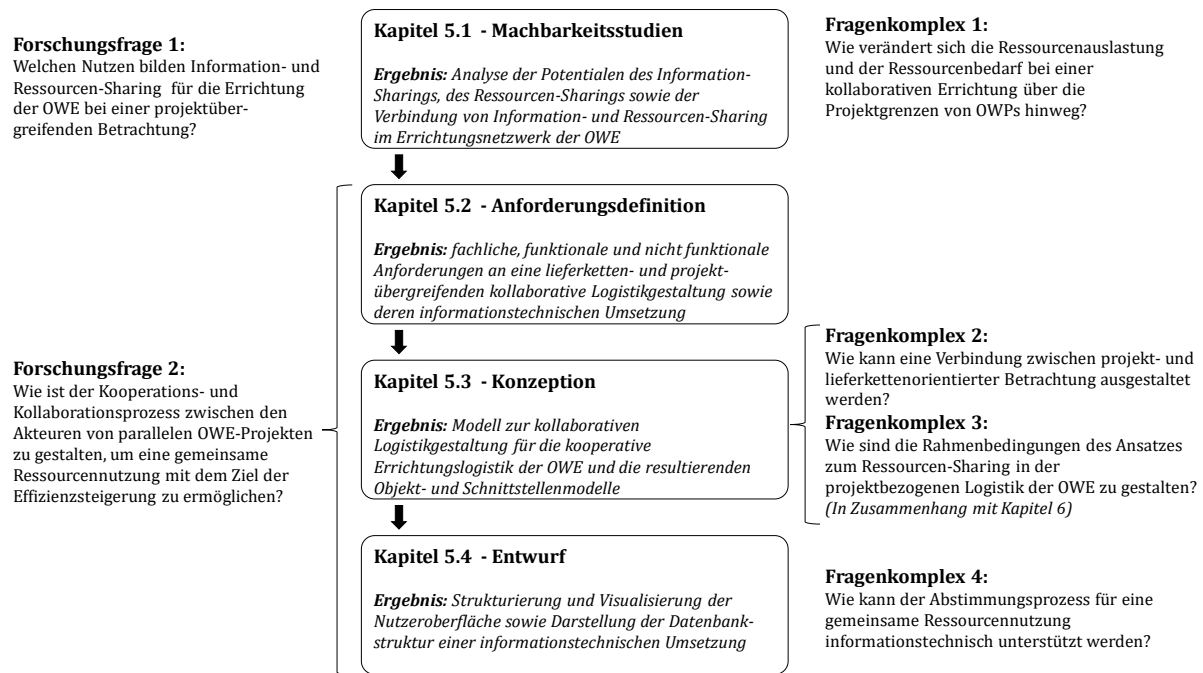


Abbildung 28: Verbindung zwischen den Phasen der Entwicklung in Kapitel 5 und den Forschungsfragen sowie Fragenkomplexen

5.1 Machbarkeitsstudien

Die nachfolgend präsentierten Machbarkeitsstudien zielen auf die Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen sowie des Fragenkomplexes eins ab und nutzen die Methode der Simulation, da sowohl eine Umsetzung und Analyse in der Praxis, aufgrund der ökonomischen Tragweite der betrachteten Systemgrenzen, als auch eine gedankliche Erfassung und Steuerung, bedingt durch die hohe Komplexität des Systems, nicht möglich sind (siehe hierzu Eley 2012, S. 3; Wenzel 2008, S. 15). Im Rahmen der ersten Studie die Auswirkungen der unterschiedlichen geteilten Informationstypen im Netzwerk der Errichtung eines OWPs untersucht. In der zweiten Studie werden auf der Grundlage der in Kapitel 3.4.2 dargestellten Netzwerkstruktur die Ressourcenauslastung und die Errichtungszeiten von zeitlich parallel errichteten OWPs mit einem Ressourcen-Sharing Ansatz sowie einer windparkspezifischen Ressourcenzuteilung untersucht. Die dritte Studie führt die Erkenntnisse der ersten beiden Studien zusammen und untersucht die Auswirkungen des Information-Sharings in dem Ressourcen-Sharing-Netzwerk. Die Ergebnisse und Inhalte dieser Vorstudien wurden in den Veröffentlichungen Beinke et al. (2018a), Beinke et al. (2017b) sowie Beinke et al. (2017a) bereits präsentiert. Die Strukturen der Simulationsstudien orientieren sich an dem Vorgehensmodell der VDI 3633-3. Der Abschluss dieses Unterkapitels stellt ein Zwischenfazit dar, welches die Erkenntnisse der drei Studien zusammenfasst.

5.1.1 Information-Sharing in der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie

Wie bereits beschrieben, zielt diese erste Machbarkeitsstudie auf die Ermittlung der Bedeutung der Teilung von unterschiedlichen Informationstypen innerhalb eines OWP-Projekts ab. Hierzu werden zu Beginn die Informationstypen benannt, die zu betrachteten Szenarien beschrieben sowie die Rahmenbedingungen erläutert. Anschließend erfolgt eine Darstellung der Parameter, der Variablen und der Einschränkungen der Simulation sowie der zur späteren Analyse der Ergebnisse genutzten Leistungsindikatoren. Nach der Beschreibung und Analyse der Ergebnisse werden diese diskutiert und die Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie zum Abschluss dieses Kapitels dargestellt.

Simulationsszenarien

Ausgehend von den relevanten Informationstypen innerhalb der Produktions- und Logistikkette eines OWP, welche in Kapitel 4.3.2 beschrieben sind, untersucht diese Machbarkeitsstudie die drei Informationstypen *Wetterprognose*, *Hafenkapazität* und *IV-Verfügbarkeit*. Bedingt durch den großen Einfluss des Wetters auf die Prozesse der Errichtung stellt die Wettervorhersage einen wichtigen Faktor für die Optimierung der Errichtung dar. Hierzu bildet eine gemeinsame Wettervorhersage die Grundlage für die Entscheidung. Eine abnehmende Prognosegenauigkeit der Wettervorhersagen im zeitlichen Horizont begründet, den in dieser Simulation genutzte Prognosezeitraum von einer Woche. Die aktuelle Hafenkapazität für jede Komponente legt die Grundlage für die zielgerichtete Bereitstellung der Komponenten für das IV. Des Weiteren stellt die Bereitstellung dieser Information die Basis für die bedarfsgerechte Zulieferung des Hafens dar. Der dritte Informationstyp, welcher in dieser Simulation geteilt wird, umfasst die Verfügbarkeit des IVs. Bedingt durch die hohen Charter- und Betriebskosten wird eine hohe Auslastung der IVs motiviert, welches die Bedeutung dieses Informationstyps unterstreicht. Die Teilung dieser Informationstypen sowie ihre Kombination führen zu den betrachteten Szenarien der Simulation, welche in der nachfolgende Tabelle 6 dargestellt sind.

Tabelle 6: *Information-Sharing Szenarien für die Errichtung eines OWPs*

Informationstyp	Szenario							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Wetterprognose		X				X	X	X
Hafenkapazität			X		X		X	X
IV-Verfügbarkeit				X	X	X		X

Die Rahmenbedingungen der Simulation werden durch die operativen Prozesse des Transports und der Installation sowie deren Restriktionen hinsichtlich der dynamischen Einflüsse der Windgeschwindigkeit und der Wellenhöhe beschrieben (siehe Tabelle 7). Die Windgeschwindigkeiten und Wellenhöhen, welche in diese Simulation einfließen, basieren auf historischen Werten der

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Jahre 1954-2004 des Helmholtz-Zentrums für Material- und Küstenforschung (Helmholtz-Zentrum 2012).

Tabelle 7: Wetter- und seegangbedingte Obergrenzen für operative Prozesse des Transports und der Errichtung (vgl. Beinke et al. 2017b, S. 49)

Operation	Maximale Windgeschwindigkeit [m/s]	Maximale Wellenhöhe [m]	Wetterkategorie	Nr. Wetterkategorie
Keine Operation möglich	>21	>3	Sehr schlecht	Cat 1
Transfer zur Errichtungslokation	<21	<2.5	Schlecht	Cat 2
Installation von Gründungsstrukturen	<18	<2.5	Mittel	Cat 3
Installation von Turm und Gondel	<12	<2.5	Gut	Cat 4
Installation von Rotorblättern	<10	<2.5	Sehr gut	Cat 5

Struktur, Parameter, Variablen, Einschränkungen und Leistungsindikatoren der Simulation

Das betrachtete System der Simulation umfasst die Hersteller der vier Hauptkomponenten (Gründungsstruktur, Turm, Gondel und Rotorblätter) und deren jeweiligen Produktionshafen, einen Wetterdienstleister, Transportschiff (HLV) für den Zulauf zum Basishafen sowie diesen, eine übergeordnete Informationsverteilungsinstanz (OWP-Projekt-Manager), das IV sowie abschließend den OWP. Diese Struktur sowie wie ein Auszug der Attribute der einzelnen Objekte sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

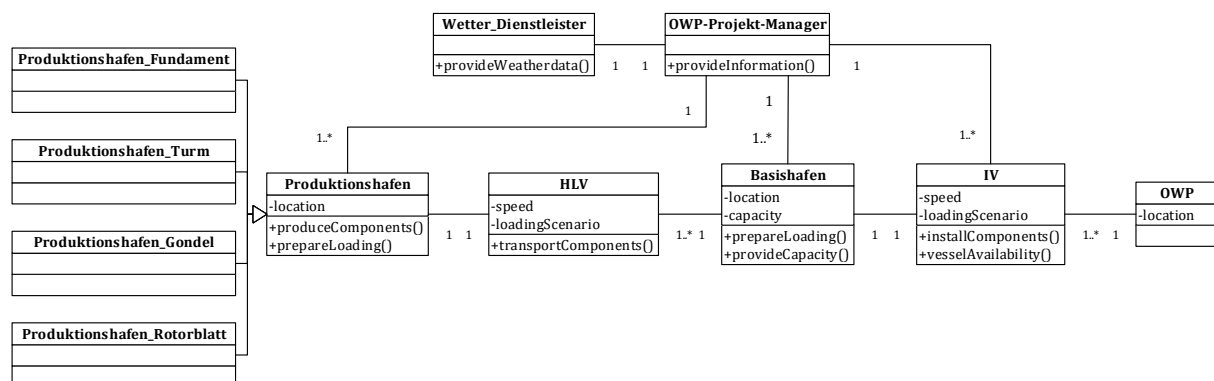


Abbildung 29: UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Information-Sharing in der Errichtungslogistik der OWE

Die **Parameter**, welche dieser Simulation zu Grunde liegen, sind wie folgt definiert:

N Anzahl der OWEA $\in N$

V Gruppe der IVs

ISS	Gruppe der Information-Sharing Szenarien, mit $ ISS = 8$
WC	Gruppe der Wetterkategorien: $\{Cat1, Cat2, Cat3, Cat4, Cat5\}$
m	Komponententyp ($m \in [F, T, N, R]$; <i>Fndament, Turm, Gondel, Rotorstern</i>)
C_m	Gruppe von Komponenten vom Typ m , mit $ C_m = N$
Δt	Zeitintervall (1h); $\forall t \in T, t_{i+1} - t_i = \Delta t = 1$
t	Index der Planungsperiode
c_{mi}	Index einer Komponente vom Typ m , mit $i \in [0, N]$
s	Index des Information-Sharing Szenarios
LT_m	Schiffsbeladungszeit der Komponente vom Typ m
TT	Fahrzeit des IVs vom Hafen zum OWP
IT_m	Benötigte Installationszeit der Komponente von Typ m
WI_m	Wetterkategorie der Komponente vom Typ m für die Installation
WL_m	Wetterkategorie der Komponente vom Typ m für die Beladung im Hafen
WT	Wetterkategorie für das Verlassen des Hafens zur Fahrt zum OWP
WF_t	Kategorie der Wetterprognose für die Planung zum Zeitpunkt t
PC_m	Hafenkapazität der Komponente vom Typ m

Darüber hinaus sind die **Variablen** der Simulation wie folgt beschrieben:

XC_{mvt}	Anzahl der installierten Komponenten vom Typ m mit dem IV v in der Planungsperiode t ; damit ergibt sich die Anzahl der installierten Komponenten vom Typ m in der Planungsperiode t wie folgt: $XC_{mt} = \sum_{i=1}^t \sum_v^V X C_{mvi}$
T	Planungshorizont zur Installation von N OWEA, welcher sich aus einer Anzahl von Planungsperioden t ergibt: $\forall m X C_{mT} = N$
XP_{mt}	Anzahl, der sich im Hafen befindlichen Komponenten vom Typ m in der Planungsperiode t
$TM_{c_{mi}}$	Lagerzeit beim Hersteller von Komponente c_{mi} bis zum Transport zum Hafen
$TP_{c_{mi}}$	Lagerzeit im Hafen von Komponente c_{mi} bis zur Verladung auf das IV
VA_{vt}	Binäre Variable, welche anzeigt ob IV v zum Zeitpunkt t verfügbar ist

EVA_{vt} Geschätzte Zeit der Verfügbarkeit von IV v zum geforderten Zeitpunkt t . Dabei ist

$$EVA_{vt} = 0 \text{ wenn } VA_{vt} = 1 \text{ ist.}$$

Die **Einschränkungen** der Simulation stellen sich nachfolgend dar und werden im Anschluss näher beschrieben:

$$\forall m \in [F, T, N, R]; \forall t \in T, \forall v \in V \sum_{t=1}^T \sum_{v=1}^V XC_{mvt} = N \quad (1)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Tvt} \leq \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Fvt} \quad (2)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Nvt} \leq \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Tvt} \quad (3)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Rvt} \leq \sum_{t=1}^{t'} \sum_{v=1}^{|V|} XC_{Nvt} \quad (4)$$

$$\forall t \in T, \text{ wenn } XC_{mvt} > 0, \text{ dann } WC_t \leq WI_m \quad (5)$$

$$\forall t \in T, \text{ wenn } VA_{vt} > 0, \text{ dann } WC_t \leq WI_m \text{ und } WC_t \leq WL_m \text{ und } WC_t \leq WT \quad (6)$$

$$\forall t \in T, \forall m \in [F, T, N, R]; XP_{mt} \leq PC_m \quad (7)$$

Die erste Einschränkung deckelt die Summe der installierten Komponenten auf die Anzahl der OWEA N im Planungszeitraum t . Die Einschränkungen zwei bis vier stellen sicher, dass nicht mehr Türme als Fundamente, nicht mehr Gondeln als Türme und nicht mehr Rotorsterne als Gondeln durch die IVs installiert werden. Dass eine Installation der Komponenten unter der gegebenen Wetterkategorie im Planungszeitraum t realisierbar ist, wird durch die fünfte Einschränkung garantiert. Neben der Garantie für die Errichtung der Komponenten unter der gegebenen Wetterkategorie wird auch die Schiffsoperation unter der gegebenen Wetterkategorie sichergestellt. Dies erfolgt in Einschränkung sechs. Abschließen wird durch Einschränkung sieben sichergestellt, dass die Hafenkapazität der Komponente vom Typ m im Planungszeitraum t nicht überschritten wird.

Die fünf **Leistungsindikatoren** zur Vergleichbarkeit der Szenarien sind wie folgt zu benennen:

1. Average time in manufacturer storage (ATMS) umfasst die durchschnittliche Lagerzeit der Komponenten beim Hersteller.

$ATMS_m$ Durchschnittliche Lagerzeit der Komponente von Typ m beim Hersteller:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N TM_{cmi}$$

ATMS Durchschnittliche Lagerzeit beim Hersteller: $\frac{1}{4} \sum_m^{[F,T,N,R]} ATMS_m$

2. Average time in port (ATP) stellt die durchschnittliche Lagerzeit der Komponenten im Hafen dar.

ATP_m Durchschnittliche Lagerzeit der Komponente von Typ m : $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N TP_{cmi}$

ATP Durchschnittliche Lagerzeit im Hafen: $\frac{1}{4} \sum_m^{[F,T,N,R]} ATP_m$

3. Average vessel usage (AVU) beschreibt die prozentuale Auslastung der IVs.

$$AVU_m \quad \text{Auslastung des IVs } v: \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (1 - VA_{vt})$$

$$AVU \quad \text{Auslastung aller IVs: } \frac{1}{|V|} \sum_{v=1}^{|V|} AVU_v$$

4. Overall installation time (OIT) ist die Dauer, welche zur Errichtung des gesamten Windparks benötigt wird ($OIT = T$).

5. Average vessel usage time (AVUT) beschreibt die Nutzungszeit der IVs während der gesamten Installation des OWPs.

$$AVUT \quad \text{kumulierter Leistungsindikator aus } AVU \text{ und } OIT: \frac{1}{|V|} AVU * \frac{OIT}{100}$$

Darstellung und Analyse der Simulationsergebnisse

Die Darstellung und Analyse der Simulationsergebnisse erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die Ergebnisse der einzelnen Leistungsindikatoren je Szenario erläutert. In einem zweiten Schritt werden die Wechselwirkungen zwischen den Leistungsindikatoren diskutiert. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Simulationsstudie der einzelnen Szenarien für die beschriebenen Leistungsindikatoren zusammengefasst.

Tabelle 8: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 1

Szenario	ATMS [d]					ATP [d]					AVU [%]	OIT [d]	AVUT [d]
	Gründungsstruktur	Gondel	Rotorblättersatz	Turm	Durchschnitt	Gründungsstruktur	Gondel	Rotorblättersatz	Turm	Durchschnitt			
1	1,6	31,3	32,4	31,6	24,2	11,2	34,2	33,1	33,8	28,1	64,6	336,3	217,3
2	26,3	22,6	19,8	20,2	22,2	18,8	18,3	20,6	20,2	19,5	68,2	277,9	189,5
3	6,1	15,2	11,1	12,2	11,1	16,7	19,8	23,9	23,7	21,0	70,1	269,2	188,7
4	7,4	56,4	56,4	56,4	44,2	9,4	16,6	16,8	16,7	14,9	57,0	373,6	212,9
5	6,1	8,0	8,4	7,9	7,6	16,7	22,0	22,5	22,2	20,8	71,5	263,7	188,6
6	26,3	18,9	18,8	18,9	20,7	18,7	21,4	21,7	21,5	20,8	68,1	277,9	189,3
7	21,4	20,9	20,5	20,7	20,9	13,5	16,8	17,3	17,1	16,2	68,1	277,8	189,3
8	7,4	8,0	7,7	7,8	7,7	15,2	16,7	17,1	16,9	16,5	70,4	268,7	189,1

Die Betrachtung der Ergebnisse der ATMS zeigt, dass eine Kombination aus Hafenkapazität und IV-Verfügbarkeit (Szenario 5) die größte Reduzierung der durchschnittlichen ATMS liefert. Gegenüber dem Szenario 1 werden 5.312 Lagertage eingespart. Eine weitere Kombination mit der Wetterprognose liefert keine signifikante Verbesserung des ATMS (Szenario 8). Dies begründet sich in dem nicht deterministischen Verhalten der Wetterprognose. Die geringe ATMS der Fundamente, beispielsweise in Szenario 1, begründet sich in den geringen Wetterrestriktionen der Fun-

damente für Transport und Installation und dem daraus folgenden ständigen Abfluss der Fundamente aus dem Hafen und dem Nachfluss aus dem Herstellerlager. Die Einzelbetrachtung der Informationstypen verdeutlicht, dass sowohl der Austausch von Wetterdaten, als auch der Austausch der Informationen zur Hafenskapazität erhebliche Einsparungen liefert (Szenario 2: -8,26 % und Szenario 3: -54,13 %). Lediglich der Informationsaustausch hinsichtlich der IV-Verfügbarkeit (Szenario 4) führt zu deutlich längeren ATMS (+82,64 % gegenüber Szenario 1). Dies begründet sich in der Planung des IVs, welche auf einer nicht geteilten Wettervorhersage basiert. Erst durch ein angekündigtes Einlaufen des IVs wird der Materialzufluss aktiviert. Damit verbleiben die Komponenten deutlich länger bei den Herstellern.

Gute Ergebnisse für die ATP liefern die Teilung von Informationen bezogen auf die IV-Verfügbarkeit (Szenario 4: -46,98 % bzw. -1.056 Lagertage) sowie eine Kombination aus dem Informationsaustausch über die Hafenskapazitäten und die Wetterprognose (Szenario 7: -42,35 % und Szenario 8: -41,28 %). Ersteres wurde bereits im Abschnitt zum ATMS durch den Materialabruf, ausgehend von der IV-Ankunft, begründet. Die guten Ergebnisse der Szenarien 7 und 8 begründen sich in der Versorgung des Hafens unter Beachtung der Hafenskapazität und der Wetterprognose. Dies bedeutet, dass nur bei einer guten Wetterprognose und bei Bedarf im Hafen Komponenten geliefert werden. Bei schlechter Wetterprognose oder ausreichend Komponenten im Hafen findet keine Lieferung statt. Darüber hinaus wird ersichtlich dass durch den Austausch jeglicher Informationen eine deutliche Verbesserung der durchschnittlichen ATP gegenüber dem Szenario 1 erreicht wird. Dies ist in der kontinuierlichen sowie nicht bedarfsangepassten Produktion der Hersteller und einem Auffüllen des Hafens unabhängig von den prognostizierten Prozessen begründet.

Bedingt durch die hohen Charterraten der IVs ist eine hohe AVU für die Wirtschaftlichkeit der Errichtung sehr wichtig. Außer in Szenario 4 (-7,6 %) kann durch den Austausch von Informationen eine Steigerung der AVU erzielt werden. Der bereits erwähnte Prozess des Komponentenabrufes beim Hersteller kann hier zu Materialengpässen führen. Sollte die Planung auf Grund der prognostizierten schlechten Wetterverhältnisse kein Einlaufen des IVs vorsehen, dies jedoch zum realen Zeitpunkt trotzdem möglich sein, da das Wetter deutlich besser ist, als die Vorhersage es angekündigt hat, kommt es zu Materialengpässen. Das Ergebnis von Szenario 4 macht deutlich, dass sich trotz der hinterlegten hohen Genauigkeit der Wettervorhersage (70% für die 7-Tagesprognose) die Abweichungen zwischen Prognose und realem Wetter erheblich auf die Gesamtleistungsleistung auswirken. Neben der AVU ist eine Betrachtung der eigentlichen Nutzungszeit der IVs für diese Leistungsindikatoren unabdingbar. Dabei wird deutlich, dass bei allen Szenarien außer Szenario 1 (217 Tage) und Szenario 4 (213 Tage) die Nutzungszeit des IVs rund 189 Tage beträgt

und damit eine Reduktion von 12,90 % gegenüber Szenario 1 erreicht wird. In beiden Szenarien werden viele Layoutwechsel⁶ des IVs durchgeführt, welche die längeren Zeiten begründen.

Aus ökonomischer Sicht ist neben der AVU auch die OIT für die Errichtung relevant. Ebenso wie die AVU liefert diese bei Szenario 1 (73 Tage länger als beim Szenario 5) und Szenario 4 (110 Tage länger als das beste Szenario 5) schlechte Ergebnisse. Für Szenario 4 begründet sich dies in den bereits dargestellten Materialengpässen im Hafen. Bei Szenario 1 ist dies im Zulauf der Fundamente zum Hafen begründet. Die Installation der Fundamente erfolgt schneller als der Hersteller nachliefern kann. Dies wird auch in den ATMS für Fundamente in Szenario 1 ersichtlich. Darüber hinaus ist die hohe OIT des Szenarios 1 auch in dem zugrundeliegenden Masterplan, welcher ein früheres Produzieren der Komponenten ausschließt, begründet. Allgemein liefern alle Szenarien in den Information-Sharing betrieben wird, ausgenommen Szenario 4, bessere Resultate als Szenario 1. Das Szenario 5 liefert mit 264 Tagen die kürzeste Aufbauzeit.

Die Wechselwirkungen zwischen den Leistungsindikatoren werden in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst.

⁶ Layouts sind Ladeszenarien, welche ein IV ausführen kann. In dieser Simulation wurden die Ladelayouts „Gründungsstrukturen“ und „Topstrukturen“ differenziert. Ersteres umfasst sechs Gründungsstrukturen, letzteres ist durch je fünf Türme, Gondeln und Rotorblattsätze gekennzeichnet. Layoutwechsel sind zeitintensiv und folglich zu vermeiden.

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Tabelle 9: Wechselwirkungen zwischen den Leistungsindikatoren

	OIT	AVU	ATP
ATMS	<ul style="list-style-type: none"> + Durch einen frühzeitigen Abfluss der Komponenten von den Herstellern Richtung Hafen wird die Versorgungssicherheit des IVs erhöht. Damit führt eine sehr geringe ATMS zu einem guten OIT (Szenarien 3, 5 und 7). o Bei mittleren ATMS führt eine Halbierung der durchschnittlichen ATMS zu einer mäßigen Reduzierung von 3,3 % des OIT (Szenarien 2 und 3). - Entsprechend führt ein hohes ATMS zu einem hohen OIT. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eine hohe ATMS führt zu einer geringen AVU. Ein hoher ATMS-Wert verlagert die Komponenten in der SC Richtung Quelle. Die Komponenten stehen folglich nicht im Hafen für das Verladen auf das Schiff bereit. Dies ist bei nicht deterministischen Vorhersagen der Bedarfe zwangsläufig der Fall. 	<ul style="list-style-type: none"> + Eine Reduktion der Gesamtlagerzeit ist nur bei einem Austausch sämtlicher verfügbaren Informationen möglich (Szenario 8). - Die Wechselwirkungen zwischen ATMS und ATP wird beim Austausch der IV-Verfügbarkeit sehr deutlich (Szenario 4). Eine maximale Reduktion der ATP führt zu einer sehr hohen ATMS. Die Komponenten werden in der SC weiter zur Quelle verschoben.
ATP	Keine Wechselwirkung identifiziert	Keine Wechselwirkung identifiziert	
AVU	<ul style="list-style-type: none"> + Je höher die AVU ist, desto geringer ist die OIT. o Eine gemeinsame Betrachtung von AVU und OIT führt zu einer Nutzungsdauer der Schiffe. 		

Legende: + Positive Korrelation der Leistungsindikatoren
 - Negative Korrelation der Leistungsindikatoren
 o Weitere Interaktionen / mittlere Korrelation der Leistungsindikatoren

Diskussion der Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie

Die einheitliche Wetterprognose als Informationstyp hat auf die Lagerzeit der Gründungsstrukturen einen negativen Einfluss. Dies begründet sich in den bereits erläuterten geringen Wetterrestriktionen in der Errichtung der Gründungsstrukturen. Information-Sharing bezüglich der Hafenskapazität reduziert direkt die Lagerzeiten bei den Herstellern und führt zu guten OIT. Der alleinige Austausch der IV-Kapazität hat einen negativen Einfluss auf die Gesamtperformanz. Dies ist wie folgt begründet: Sollte die Planung auf Basis eines prognostizierten schlechten Wetters kein Einlaufen des IVs in den Hafen vorsehen, dies dann aber zum tatsächlichen Zeitpunkt trotzdem möglich sein, da sich das Wetter als deutlich besser erweist als es die Prognose vorsah, kommt es zu Materialengpässen im Hafen und damit in der nachfolgenden SC.

Die Ergebnisse der Simulationsstudie zum Information-Sharing in der Errichtungsphase der OWE haben gezeigt, dass für das Netzwerk der Errichtungsphase erhebliche Verbesserungspotenziale

durch den Austausch von unterschiedlichen Informationstypen gehoben werden können. Technisch ist das Erfassen und Verbreiten sowohl der Hafenskapazität als auch der IV-Verfügbarkeit gegenwärtig realisierbar und liefert, wie die Ergebnisse der Simulation zeigen einen hohen Mehrwert. Weiter haben die Ergebnisse gezeigt, dass die Differenz zwischen tatsächlichem Wetter und Wettervorhersage erheblichen Einfluss auf die Performanz des Netzwerks hat. Dies ist in der Unsicherheit und der Streuung der Prognose, welche im Rahmen dieser Studie mit 70 % für die 7-Tage-Vorhersage angenommen wurde, begründet. Des Weiteren haben die Ergebnisse der Information-Sharing-Simulation gezeigt, dass der Einfluss der Wetterdaten aufgrund der Unsicherheit durch den Austausch weiterer Informationen reduziert werden kann. Das Wetter stellt dabei nicht wie aus der Theorie abzuleitenden (siehe Kapitel 3.3.2) die wichtigste Information dar, sondern ist in Verbindung mit weiteren Informationstypen für die Gesamtp Performanz ausschlaggebend. Des Weiteren wird deutlich, dass verlässlichere und präzisere Wetterprognosen eine deutliche Verbesserung der Planung und Steuerung der logistischen Prozesse der Errichtungsphase der OWE ermöglichen.

Die Zusammenfassung der Bewertung der einzelnen Szenarien nach den jeweiligen Leistungsindikatoren verdeutlicht, dass, bis auf den alleinigen Austausch der IV-Verfügbarkeit, eine Verbesserung durch den Austausch von Informationen erzielt werden kann (siehe Tabelle 10) Diese wird in der nachfolgenden Tabelle, welche die Ergebnisse je Leistungsindikator der einzelnen Szenarien zueinander in Relation setzt, ersichtlich.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 1

Szenario	2	3	4	5	6	7	8
ATMS	↗	↑	↓	↑	↗	↗	↑
ATP	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
AVU	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗
OIT	↗	↗	↘	↑	↗	↗	↑
AVUT	↗	↗	-	↗	↗	↗	↗

Legende

- ↑ Deutlich besser im Vergleich zum ersten Szenario (>20 %)
- ↗ Besser als das erste Szenario (5 % bis 20 %)
- Neutral zum ersten Szenario (-5 % bis 5 %)
- ↘ Schlechter als das erste Szenario (-5 % bis -20 %)
- ↓ Deutlich schlechter im Vergleich zum ersten Szenario (<-20 %)

5.1.2 Projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie

Diese zweite Machbarkeitsstudie zielt auf die Analyse der Ressourcenauslastung und der Errichtungszeiten in zeitlich parallel errichteten OWPs bei geteilter Nutzung von Ressourcen ab. Hierzu werden ein Ressourcen-Sharing Ansatz mit einer windparkspezifischen Ressourcenzuteilung verglichen sowie der Einfluss der Wetterrestriktionen mit betrachtet. Ebenso wie in der ersten Machbarkeitsstudie erfolgt zu Beginn die Beschreibung der betrachteten Szenarien sowie die Erläuterung der zugrundeliegenden Rahmenbedingungen. Nachfolgend werden die Parameter, Variablen, Einschränkungen und Leistungsindikatoren der Simulation benannt. Das Kapitel schließt mit der Darstellung und Analyse der Ergebnisse sowie der Diskussion der Ergebnisse und einer Beschreibung der Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie.

Simulationsszenarien

Betrachtet werden drei OWPs mit unterschiedlichen SC und unterschiedlichen Entfernungen zur Küste. Die betrachteten Szenarien variieren hinsichtlich der Ressourcenallokation und Einbeziehung der Wetter- und Seegangrestriktionen. In Szenario 1 und 2 findet eine OWP spezifische Zuteilung der Ressourcen statt. Folglich hat jede Produktionsstätte ein HLV für die Zulieferung zum Basishafen und ein IV für die Errichtung auf See. Die Ressourcen werden mit dem ersten Bedarf bereitgestellt und scheiden nach der Erfüllung ihrer Aufgabe aus dem Projekt aus. Dahingegen findet in Szenario 3 und 4, welche den Ansatz des Ressourcen-Sharings widerspiegeln, ein Ressourcenpool Anwendung. Hierzu stehen die Ressourcen jeweils ab Projektbeginn der drei OWPs und ab dem jeweiligen ersten Bedarf bereit und scheiden mit der Aufgabenerfüllung aus. Die Vergleichbarkeit der Szenarien wird durch die Zuordnung eines jedem HLV zu einem Komponententyp sichergestellt. Die nachfolgende Abbildung 30 stellt schematisch diese beiden Ansätze gegenüber.

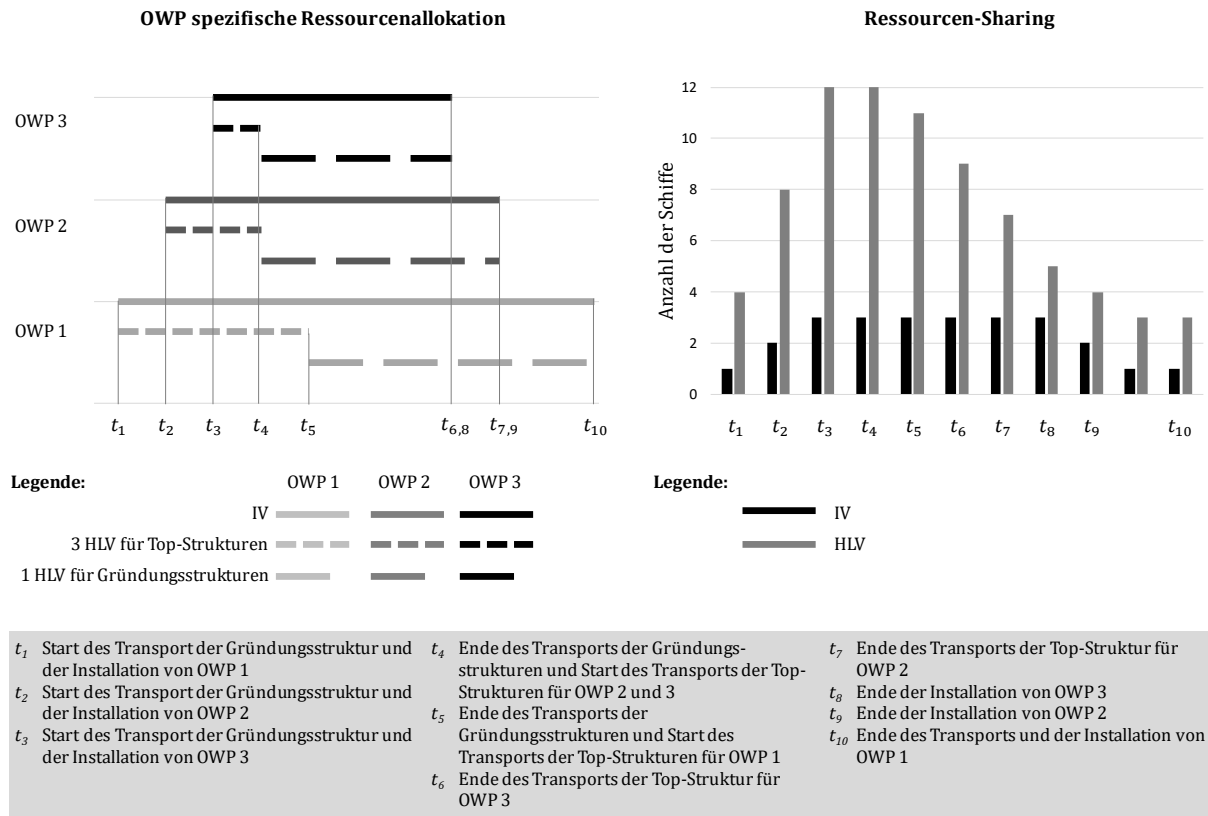


Abbildung 30: OWP spezifische Ressourcenallokation vs. Ressourcen-Sharing

Neben der Variation hinsichtlich der Ressourcenallokation findet eine Differenzierung zwischen den Szenarien hinsichtlich der Einbeziehung der Wetter- und Seegangrestriktionen statt. In den Szenarien 1 und 3 erfolgt keine Einbeziehung dieser umweltbedingten Einflüsse. Folglich stellen diese Szenarien Referenzszenarien dar, dessen Ergebnisse durch die Varianz innerhalb der Prozesszeiten als dynamischer Faktor beeinflusst sind. Szenario 2 und 4 beziehen die Restriktion innerhalb der einzelnen Prozesse, welche nachfolgend in Tabelle 11 zusammen mit den Prozessen dargestellt sind, mit ein und bilden das reale System folglich getreuer ab. Für die Simulation unterliegen diese Prozesszeiten einer Varianz von $\pm 10\%$ um ein realistischeres Abbild des realen Systems darzustellen. Die Simulation erfolgt auf historischen Wetterdaten des Helmholtz-Zentrums für Material- und Küstenforschung (Helmholtz-Zentrum 2012) der Jahre 2000-2006 wobei für den Projektstart die Jahre 2000-2004 gewählt sind.

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Tabelle 11: Prozess, Prozesszeiten, Ressourcen und Restriktionen der Simulation

Nr.	Prozess	Vorgänger-prozess	Nachfolger-prozess	Dauer	IV beteiligt	HLV beteiligt	Windrestriktion [m/s]	Wellenhöhenrestriktion [m]
1	Vorbereitung im Produktionshafen pro Komponente / pro Schiffsladung		1	1h / 3h				
2	Beladung eines HLV mit 10 Türmen	1 & 11	6	20 h		X	14	
3	Beladung eines HLV mit 10 Rotorblättern	1 & 11	6	40 h		X	12	
4	Beladung eines HLV mit 5 Gondeln und 5 Naben	1 & 11	6	50 h		X	14	
5	Beladung eines HLV mit 2 Gründungsstrukturen	1 & 11	6	10 h		X	18	
6	Fahrt zum Basishafen	2-5	7-10	10 sm/h		X		3
7	Entladung eines HLV mit 10 Türmen	6	11	12 h		X	14	
8	Entladung eines HLV mit 10 Rotorblättern	6	11	25 h		X	12	
9	Entladung eines HLV mit 5 Gondeln und 5 Naben	6	11	14 h		X	14	
10	Entladung eines HLV mit 2 Gründungsstrukturen	6	11	8 h		X	18	
11	Fahrt zum Produktionshafen	7-10	2	10 sm/h		X		
12	Vorbereitung von 4 Gründungsstrukturen vor der Verladung im Basishafen	10	15	48				
13	Vorbereitung & Prüfung von 5 Top-Strukturen* vor der Verladung im Basishafen	7-9	14	190 h				
14	Verladung von 5 Top-Strukturen für die Installation	13	16	75 h	X		12	
15	Verladung von 4 Gründungsstrukturen für die Installation	12	16	20 h	X		18	
16	Transport zur Errichtungslokation	14, 15	17, 18	10 sm/h	X		21	2,5
17	Installation von 5 Top-Strukturen	16	19	150 h	X		12	
18	Installation von 4 Gründungsstrukturen	16	19	72 h	X		18	3
19	Fahrt zum Basishafen	18	18	10 sm/h	X		21	2,5

* Ein Turm, eine Nabe, eine Gondel und drei Rotorblätter bilden eine Top-Struktur einer OWEA

Die Anlagenkomponenten für die OWP werden von den Produktionsstandorten mittels HLV zum Basishafen verbracht und von dort mittels IV zu den OWP transportiert und installiert. Die IVs besitzen hierbei spezifische Ladelayouts je Komponente. Die nachfolgende Tabelle 12 stellen die Struktur der OWPs dar. Eine Abbildung zu geografischen Lage der OWPs liefert der im Anhang A.

Tabelle 12: Betrachtete OWPs in der Simulation

OWP	1	2	3
Anzahl der OWEA	120	80	60
Entfernung zum Basishafen	125 sm	68 sm	75 sm
Projektstart	1. Oktober	1. November	1. Dezember
Basishafen	Eemshaven	Eemshaven	Cuxhaven
Produktionsstandort Fundament	Cuxhaven	Bremerhaven	Cuxhaven
Produktionsstandort Turm	Cuxhaven	Bremerhaven	Cuxhaven
Produktionsstandort Gondel	Bremerhaven	Bremerhaven	Bremerhaven
Produktionsstandort Rotorblätter	Bremerhaven	Stade	Bremerhaven

Struktur, Parameter, Variablen, Einschränkungen und Leistungsindikatoren der Simulation

Das betrachtete System der Simulation umfasst neben den jeweiligen Herstellern die Produktions- und Basishäfen, HLVs für den Transport zwischen diesen Häfen sowie IVs für den Transport von den Basishäfen zu den OWPs. Weitere Akteure stellen Wetterdienstleister für die einzelnen Akteure sowie eine zentrale Stelle zur Koordination der nächsten Aufträge. Diese Struktur sowie die Objekte mit ihren Attributen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

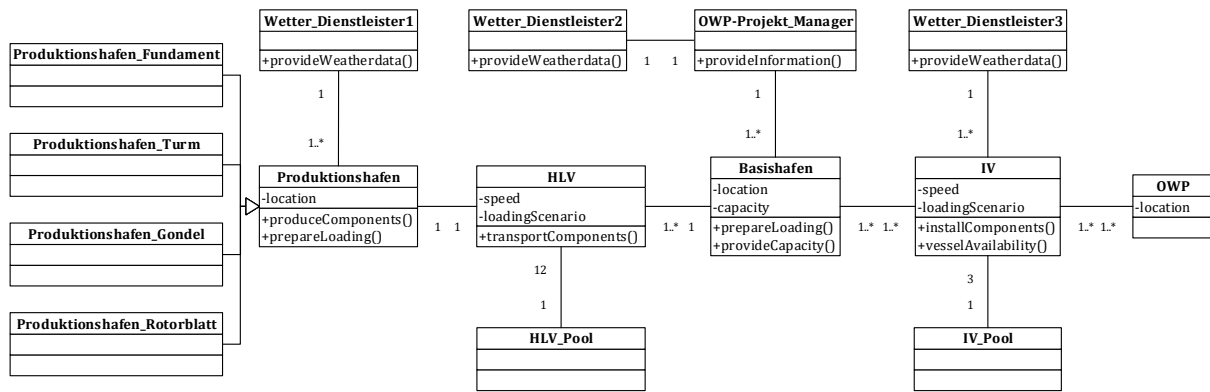


Abbildung 31: UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Ressourcen-Sharing in der Errichtungslogistik der OWE

Die **Parameter**, welche dieser Simulation zu Grunde liegen, sind wie folgt definiert:

WP_i	OWP i , mit $i \in [1, 2, 3]$
N_i	Anzahl der OWEA in OWP i
S	Gruppe der Szenarien, mit $ S = 4$
s	Index der Szenarien $s \in [1, 2, 3, 4]$
c	Komponententyp ($c \in [F, T, N, R]$; <i>Fundament, Turm, Gondel, Rotorstern</i>)
PP_{sci}	Produktionshafen der Komponenten von Typ c , welche bestimmt sind für OWP i im Szenario s
BP_{is}	Basishafen für den OWP i im Szenario s
IV_{si}	Gruppe der IV, welche im Szenario s für die Installation des OWP i genutzt werden
HLV_{sci}	Gruppe der HLV, welche im Szenario s für den Transport der Komponente c vom Produktionshafen PP_{ci} zum Basishafen BP_i genutzt werden
v	Index für ein HVL $v \in [1, 2, \dots, 11, 12]$
T	Planungshorizont
t	Index der Planungsperiode
PT_{jc}	Prozesszeit der Operation j für die Komponente c , siehe Tabelle 11
$PRWave_{jc}$	Wellenhöhenrestriktion der Operation j für die Komponente c , siehe Tabelle 11. In den Szenarien 1 und 3 $PRWave_{jc} = 100m$ (Keine Wellenhöhenrestriktion)

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

$PRWind_{jc}$ Windrestriktion der Operation j für die Komponente c , siehe Tabelle 11. In den Szenarien 1 und 3 $PRWave_{jc} = 100m$ (Keine Windrestriktion)

$Start_i$ Startdatum für die Installation von OWP i , siehe Tabelle 12

Des Weiteren sind die **Variablen** der Simulation folgendermaßen beschrieben:

$EndInst_i$ Endzeitpunkt der Installation von OWP i

$Endtransp_{ic}$ Endzeitpunkt des Transports der Komponente vom Typ c für den OWP i vom Produktionshafen

XC_{cit} Anzahl der Komponenten vom Typ c für die Planungsperiode t für den OWP i

$StartHLV_{sv}$ Startzeitpunkt der Nutzung des HLV v für die Nutzung in Szenario s

$EndHLV_{sv}$ Endzeitpunkt der Nutzung des HLV v für die Nutzung im Szenarien s für den Transport der Komponenten vom Produktionshafen PP_{ci}

$BinHLV_{svt}$ Binärvariable, welche die Nutzung von HVL v in der Planungsperiode t in Szenario s beschreibt

$StartBP_{is}$ Startzeitpunkt der Aktivitäten im Basishafen BP_{is}

$EndBP_{is}$ Endzeitpunkt der Aktivitäten im Basishafen BP_{is}

Die **Einschränkungen** der Simulation sind wie nachfolgend formuliert und werden im Anschluss beschrieben:

$$\forall i \in WP_i, \forall t \in [Start_i, EndInst_i], \text{wenn } s \in [1,2], |IV_{si}| = 1, \text{dann } |IV_{si}| = 0 \quad (1)$$

$$\forall i \in WP_i, \forall t \in [Start_i, EndInst_i], \text{wenn } s \in [3,4], |IV_{si}| = \sum_i |IV_{si}| \quad (2)$$

$$\forall i \in WP_i, \forall c \in [F, T, N, B], \forall t \in [Start_i, Endtransp_{ic}], \text{wenn } s \in [1,2], |HLV_{sci}| = 1, \text{dann } |HLV_{sci}| = 0 \quad (3)$$

$$\forall i \in WP_i, \forall c \in [F, T, N, B], \forall t \in [Start_i, Endtransp_{ic}], \text{wenn } s \in [3,4], |HLV_s| = \sum_i |HLV_{sci}| \quad (4)$$

$$\forall i \in WP_i, \forall c \in [F, T, N, B]; \forall t \in [0, EndInst_i], \sum_i XC_{cit} = N_i \quad (5)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Tit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Fit} \quad (6)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Nit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Tit} \quad (7)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Bit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Nit} \quad (8)$$

Die Einschränkungen eins und drei stellen sicher, dass die IV und HLV in den Szenarien der OWP spezifischen Ressourcenallokation ausschließlich für einen OWP agieren. Eben dieser Sachverhalt ist bei den Szenarien des Ressourcen-Sharings zu vermeiden. Dies wird durch die Einschränkungen zwei und vier sichergestellt. Die Einschränkung fünf reglementiert die zu installierende Anzahl der Komponenten je Planungsperiode auf die Anzahl der noch zu errichtenden OWEA je Park. Die Einschränkungen sechs bis acht stellen sicher, dass nicht mehr Türme als Fundamente, nicht mehr Gondeln als Türme und nicht mehr Rotorsterne als Gondeln durch die IVs installiert werden.

Die vier **Leistungsindikatoren** zur Vergleichbarkeit der Szenarien sind wie folgt benannt:

1. Overall Installation Time (OIT) ist die Dauer, welche zur Errichtung eines OWP i im Szenario s benötigt wird.

$$OIT_{is} = EndInst_{is} - Start_i$$

2. Average usage time of HLV (AUTHLV) stellt die durchschnittliche Nutzungsdauer des HLV v für den Transport der Komponenten für dem OWP i in dem Szenario s dar.

$$AUTHLV_{isv} = EndHLV_{sv} - StartHLV_{sv}$$

3. Average percentage usage of HLV (APUHLV) beschreibt die durchschnittliche prozentuale Nutzung des HLV v für den Transport der Komponenten für den OWP i im Szenario s .

$$APUHLV_{isv} = \frac{1}{AUTHLV_{isv}} \sum_{t=0}^{AUTHLV_{isv}} BinHLV_{svt}$$

4. Average usage time of base port (AUTBP) umfasst die durchschnittliche Nutzungsdauer des Basishafens BP_{is} für den OWP i im Szenario s dar.

$$AUTBP_{is} = EndBP_{is} - StartBP_{is}$$

Darstellung und Analyse der Simulationsergebnisse

Die Beschreibung und Analyse der Simulationsergebnisse erfolgt zum einen auf der Betrachtung des Einflusses der Integration der Wetter- und Seegangrestriktionen sowie der Gegenüberstellung des OWP-spezifische Ressourcenallokation Ansatzes und dem eines Ressourcenpools. Die nachfolgende Tabelle 13 stellt die Simulationsergebnisse der Leistungsindikatoren in Form der Mittelwerte der Simulationsläufe jeweils per OWP und in Summe bzw. Mittelwert dar.

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Tabelle 13: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 2

Leistungsindikator	OWP	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
OIT [d]	OWP 1	389,49	509,83	367,57	457,59
	OWP 2	241,41	289,45	184,41	208,98
	OWP 3	178,54	220,11	182,79	233,71
	Summe	809,44	1,019,39	734,77	900,28
AUTHLV [d]	OWP 1	784,60	982,00	543,20	639,06
	OWP 2	463,60	557,32	289,90	330,08
	OWP 3	324,40	400,40	205,50	284,56
	Summe	1.572,60	1.939,72	1.038,60	1.253,70
APUHLV [%]	OWP 1	35,07	31,41	36,73	35,29
	OWP 2	40,20	37,80	36,39	35,07
	OWP 3	31,64	30,38	35,50	34,39
	Mittelwert	35,64	33,20	36,21	34,92
AUTBP [d]	OWP 1	395,2	516,88	372,2	464,18
	OWP 2	247	296,28	261,6	315,5
	OWP 3	182,4	224,04	189,6	240,26
	Summe	824,6	1037,2	823,4	1019,94

Die Einbeziehung der Restriktion von Wind und Welle erhöht die Errichtungsdauer (ca. 101 bzw. 136 Tage). Die genauere Betrachtung verdeutlicht, dass die Auswirkungen auf die OIT bei der Einbeziehung der Restriktionen in dem klassischen Ansatz, der festen Ressourcenallokation, mit 25,94 % (Szenario 2 zu Szenario 1) höher liegt als beim Ressourcen-Sharing Ansatz mit 22,53 % (Szenario 4 zu Szenario 3). Die längeren Installationszeiten bei der Einbeziehung der Restriktionen ergeben sich aus Wartezeiten, welche die IVs im Hafen verbringen bzw. bei der Installation auf geeignete Wettersituation warten. Dies führt verbunden mit einem reduzierten Abfluss aus dem Basishafen bei den HLV, zu einer Verschlechterung der Auslastung (APUHLV) von 6,85 % bei einer festen Ressourcenallokation (Szenario 2 zu Szenario 1) und 3,56 % bei einer kooperativen Ressourcennutzung (Szenario 4 zu Szenario 3). Die IVs, welche die Engpassressource im Prozess darstellen, haben in allen Szenarien eine sehr hohe Auslastung (97-99 %), so dass die Auswirkungen der Restriktionen als vernachlässigbar zu erachten ist. Die Betrachtung der einzelnen OWP im Kontext der Einbeziehung der Wetterrestriktionen verdeutlicht, dass sich die Dauer der wetterabhängigen Prozesse im Gesamtprozess direkt auf die Nutzungs- und Errichtungsdauer auswirken. Die längere Transportstrecke von OWP 1 führen zu einer deutlich größeren prozentualen Verlängerung der Errichtung als bei OWP 2 und OWP 3.

Für die Auswirkungen des Einflusses des Ressourcen-Sharing Ansatzes auf die Leistungsindikatoren wird nachfolgend der Vergleich Szenario 4 zu Szenario 2 herangezogen um die Wettereinflüsse mit zu betrachten und folglich eine höhere praxisnähe zu untersuchen. Durch das Ressourcen-Sharing reduziert sich die Nutzungsdauer der HLV über alle OPW mit 35,37 % erheblich. Die Reduktion der Nutzungsdauer führt zu einer höheren Auslastung der HLV von 5,18 %. Trotz

einer Verlängerung der Installationszeit bei OWP 3 um 13,60 Tage wird in Summe mit 119,11 Tagen eine deutliche Reduktion der Errichtungszeit aller OWP erzielt. Hierzu verkürzen sich die Installationszeiträume von OWP 1 um 52,24 Tage und OWP 2 um 80,47 Tage. Damit wird nicht nur eine Reduktion der Errichtungszeit, sondern auch eine Reduktion der IV Nutzung realisiert. Neben dieser werden mit dem Ressourcen-Sharing Ansatz in Summe die Nutzungsdauer der HLV um 686,02 Tage reduziert, welcher mit einer Einbeziehung der höheren Auslastung zu einer Ressourcennutzungsreduktion von 643,92 Tagen führt.

Diskussion der Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie

Die Integration der Wetter- und Seegangrestriktionen wirkt sich nicht nur auf die Nutzungsdauer der IVs sondern auch auf andere Ressourcen aus, da die OITs verlängert werden. Hierdurch reduziert sich jedoch die Auslastung der HLV. Der prozentuale Zuwachs, bedingt durch die Integration der Wetter- und Seegangrestriktionen, ist beim Ressourcen-Sharing jedoch geringer (ca. 3,5 %) als beim OWP-spezifischen Ansatz.

Der Vergleich zwischen einer OWP-spezifischer Ressourcenallokation und dem Ressourcen-Sharing zeigt, dass letzteres kein Ansatz zur individuellen Betrachtung darstellt, sondern das Gesamtsystem zur Bewertung herangezogen werden muss. Dies stellt sich beispielsweise in der Errichtungszeit dar, welche für die OWPs 1 und 2 erheblich reduziert werden (-10,25 % bzw. -27,80 %) konnten jedoch bei dem OWP 3 zu einer Verlängerung von 6,18 % führt. Dies Begründet sich in den unterschiedlichen Wettersituationen und den Fahrstrecken der IVs. Diese Unterschiede führen in der Praxis voraussichtlich zu erhöhten Abstimmungsbedarf, welche letztlich immer den Nutzen des Gesamtsystems zur Grundlage haben muss.

Ausgehend von den Ergebnissen fasst die nachfolgende Abbildung abschließend die Ergebnisse im Verhältnis der Szenarien (mit und ohne Einbeziehung der Wetterrestriktionen sowie mit und ohne Ressourcen-Sharing) zusammen.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 2

	S2 zu S1	S4 zu S3	S3 zu S1	S4 zu S2
OIT	↑	↑	↗	↗
AUTHLV	↑	↑	↑	↑
APUHLV	↗	-	-	↗
AUTBP	↑	↑	-	-

Legende

- ↑ Viel besser im Vergleich zum anderen Szenario (>20 %)
- ↗ Besser als das andere Szenario(5-20 %)
- Nur geringe Veränderungen (0-5 %)
- ↘ Schlechter als das andere Szenario (<0 %)
- S Szenario

5.1.3 Information-Sharing und projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungsl Logistik der Offshore-Windenergie

Den Ausgangspunkt dieser dritten Machbarkeitsstudie liefern die Erkenntnisse der vorangestellten zwei Studien. Ziel dieser dritten Studie ist es die Auswirkungen des Austausches der unterschiedlichen Informationstypen (erste Machbarkeitsstudie) im projektübergreifenden Ressourceneinsatz (zweite Machbarkeitsstudie) zu analysieren. Hierzu werden die benannten Informationstypen der ersten Studie in Ressourcen-Sharing Netzwerk, wie es in der zweiten Studie beschrieben ist, integriert und die, in Kapitel 5.1.1 dargestellten, realen Prozesse, deren Prozesszeiten sowie die geografischen Standorte der OWPs und der Häfen zugrunde gelegt. Des Weiteren bildet, ebenso wie bei den vorangestellten Studien, eine agentenbasierte, ereignisdiskrete Simulation, in welcher die einzelnen Akteure des Netzwerks durch Agenten repräsentiert sind und folglich, jeweils in Abhängigkeit der Informationslage Entscheidungen über die nächsten Schritte treffen können, die Grundlage der Studie.

Angelehnt an die Struktur der ersten beiden Machbarkeitsstudien erfolgt zu Beginn die Beschreibung der betrachteten Szenarien sowie die Erläuterung der zugrundeliegenden Rahmenbedingungen. Daran schließt sich die Beschreibung der Parameter, Variablen, Einschränkungen und Leistungsindikatoren an. Den Abschluss bildet die Darstellung und Analyse sowie der Diskussion der Ergebnisse und die Erläuterung der Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie.

Simulationsszenarien

Die betrachteten Szenarien differenzieren sich auf der Grundlage des Umfangs der geteilten Informationstypen. Ausgehend von den Informationstypen in der ersten Machbarkeitsstudie werden die Wetterprognose, Hafenskapazität und IV-Verfügbarkeit der IVs betrachtet, wobei die Hafenskapazität für die parkübergreifende Ressourcennutzung in allen Szenarien integriert ist und folglich kein Unterscheidungsmerkmal für die Szenarien darstellt. Für die Optimierung der Installationsprozesse stellen die wetterbedingten Einschränkungen der Transport- und Installationsprozesse eine wichtige Rolle dar. Folglich bildet eine geteilte Wetterprognose für alle Netzwerkpartner eine einheitliche Entscheidungsgrundlage. Bedingt durch die hohen Chatteraten stellen die IVs die Engpassressource im Netzwerk dar. Damit wird die Bedeutung des Austausches des Informationstyps IV-Verfügbarkeit deutlich, welcher darauf abzielt die Zeitfenster mit ausreichenden Wetterbedingungen für Installationsvorgänge zu nutzen.

Ausgehend von diesen zwei Informationstypen ergeben sich für die Simulation vier Szenarien. Hierbei orientiert sich das erste Szenario an der ersten Ebene des Information-Sharings einer dezentralen Informationskontrolle (siehe Kapitel 4.3.2) in der keine Information zwischen den verschiedenen Akteuren des Netzwerks geteilt werden. Der Versand der Komponenten von den Pro-

duktionshäfen zu den jeweiligen Basishäfen erfolgt in diesem Szenario bis die Hafenskapazität erreicht ist. In den Basishäfen werden alle eingehenden Installationsaufträge in einem Pool gesammelt und gemäß des FIFO-Prinzips die Installationsreihenfolge definiert. Hierbei werden Umrüstungen des Ladungslayouts der IVs vermieden.

Die Szenarien 2 und 3 umfassen eine partielle Informationsteilung. Hierbei wird in Szenarien 2 nur die Wetterprognose und in Szenario 3 ausschließlich die IV-Verfügbarkeit im gesamten Netzwerk geteilt. Im Szenario 2 erfolgt ein Versand der Komponenten von den Produktionshäfen zu den jeweiligen Basishäfen nur, wenn die Wetterprognose für die nächsten drei Tage eine Verfügbarkeit von 85 % für geeignete Wetterbedingungen aufweist. Die Ermittlung der Installationsreihenfolge basiert neben der Vermeidung der Umrüstung der IVs auf der Nutzung der Wetterverfügbarkeit. Hierbei wird der Auftrag mit den höchsten Anforderungen an die Wetterqualität bei der bestehenden Wetterprognose priorisiert.

Bedingt durch die Teilung der IV-Verfügbarkeit in Szenario 3, erfolgt ein Versand der Komponenten von den Produktionshäfen zu den jeweiligen Basishäfen nur, wenn mindestens ein IV in den nächsten zwei Tagen verfügbar ist. Ebenso wie in Szenario 1, orientiert sich die Installationsreihenfolge an dem FIFO-Prinzip und der Vermeidung von Umrüstungen der IVs.

Das letzte Szenario repräsentiert eine zentrale Informationskontrolle und liefert damit eine vollständige Informationstransparenz. Hierbei werden beide Informationstypen IV-Verfügbarkeit und Wetterprognose im gesamten Netzwerk geteilt. Zu Beginn werden zunächst die Fundamente zu den jeweiligen Basishäfen verbracht. Der Versand der Top-Struktur-Komponenten erfolgt erst nach der endgültigen Montage aller Fundamente. Damit ist ein zusätzliches Umrüsten der IVs ausgeschlossen. Darüber hinaus findet die Entscheidung, wann eine Komponente versendet werden sowohl auf der Grundlage der Wetterprognose (siehe Szenario 2) als auch der IV-Verfügbarkeit (siehe Szenario 3) statt. Die Logik der Installationsreihenfolge orientiert sich an der aus Szenario 2. Die nachfolgende Tabelle 15 fasst die Szenarien zusammen.

Tabelle 15: Information-Sharing Szenarien für die parkübergreifende Errichtung

Informationstyp	Szenario			
	1	2	3	4
Wetterprognose		X		X
IV-Verfügbarkeit			X	X

Die Bereitstellung der Ressourcen erfolgt wie in der zweiten Machbarkeitsstudie mit dem ersten Bedarf und die Ressourcen scheiden mit der Erfüllung ihrer Aufgaben aus dem Projekt aus. Des Weiteren werden ebenfalls die historischen Wetterdaten des Helmholtz-Zentrums für Material- und Küstenforschung (Helmholtz-Zentrum 2012) der Jahre 2000-2006 genutzt, die Projektstarts

jeweils im Oktober für die Jahre 2000-2004 gewählt und eine Variation der Prozesszeiten von $\pm 10\%$ integriert.

Struktur, Parameter, Variablen, Einschränkungen und Leistungsindikatoren der Simulation

Das betrachtete System der Simulation umfasst, angelehnt an die vorangestellten Studien, die Hersteller der vier Hauptkomponenten (Gründungsstruktur, Turm, Gondel und Rotorblätter) und deren Produktionshäfen, einen Wetterdienstleister, HLVs für den Zulauf zu den Basishäfen sowie die Betreiber der Basishäfen, eine übergeordnete Informationsverteilungsinstanz (OWE-Installationsmanager), die IVs sowie abschließend die drei OWPs. Die HLVs und die IVs sind dabei jeweils in einem Pool zusammengefasst. Ausgehend von der geografischen Lage dieser drei OWPs, welche identischer zu denen in der zweiten Machbarkeitsstudie sind, und der vorherrschenden Windrichtung der deutschen Nordsee unterscheiden sich die Wetterbedingungen zwischen den OWPs. Abhängig von der Entfernung zum Festland werden die Wetterbedingungen schlechter (+10 % bzw. +5 %). Die Struktur der Simulation sowie wie die Attribute der einzelnen Objekte sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

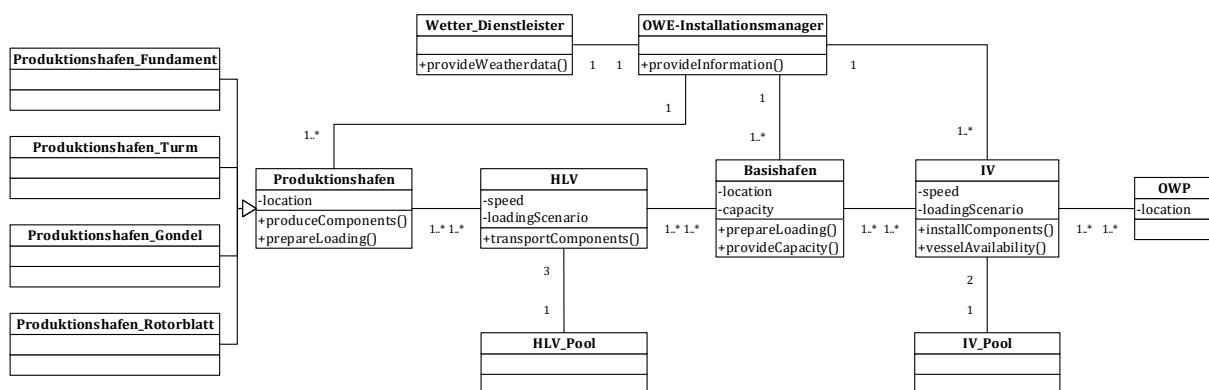


Abbildung 32: UML-Diagramm der Struktur des Simulationsmodells zum Information- und Ressourcen-Sharing in der Er richtungslogistik der OWE

Die Parameter, Variablen und Einschränkungen dieser Simulation orientieren sich an denen vor-gestellten Machbarkeitsstudien. Die **Parameter**, welche dieser Simulation zu Grunde liegen, sind wie folgt definiert:

- WP_i OWP i , mit $i \in [1, 2, 3]$
- N_i Anzahl der OWEA in OWP i
- S Gruppe der Szenarien, mit $|S| = 4$
- s Index der Szenarien $s \in [1, 2, 3, 4]$
- c Komponententyp ($m \in [F, T, N, R]$; *Fundament, Turm, Gondel, Rotorstern*)

BP_{is}	Basishafen für den OWP i im Szenario s
HLV_{sci}	Gruppe der HLV, welche im Szenario s für den Transport der Komponente c vom Produktionshafen PP_{ci} zum Basishafen BP_i genutzt werden
lv	Index für ein HLV $lv \in [1, 2, 3]$
v	Index für ein IV $v \in [1, 2]$
T	Planungshorizont
t	Index der Planungsperiode
Δt	time interval unit (1h); $\forall t \in T, t_{i+1} - t_i = \Delta t = 1$
$Start_i$	Startdatum für die Installation von OWP i
$MAXCap_{ic}$	Maximale Lagerkapazität vom Basishafen BP_{is}

Die **Variablen** dieser Simulation sind wie folgt definiert:

$EndInst_{is}$	Endzeitpunkt der Installation von OWP i im Szenario s
Cap_{ist}	Aktuelle Kapazität von Basishafen BP_{is} in der Planungsperiode t
XC_{cit}	Anzahl der Komponenten vom Typ c für die Planungsperiode t für den OWP i
$StartHLV_{ilvs}$	Startzeitpunkt der Nutzung des HLV lv für die Nutzung in Szenario s für den OWP i
$EndHLV_{ilvs}$	Endzeitpunkt vom HLV lv für die Nutzung in Szenario s zum Transport der Komponenten vom Produktionshafen für den OWP i
$StartIV_{ivs}$	Startzeitpunkt der Nutzung des IVs v für die Nutzung in Szenario s für den OWP i
$EndIV_{ivs}$	Endzeitpunkt vom IV v für die Nutzung in Szenario s für den OWP i
$BinHLV_{lvst}$	Binäre Variable, welche angibt, ob der HLV lv in der Planungsperiode t in Szenario s genutzt wird
$StartBP_{is}$	Startzeitpunkt der Aktivitäten im Basishafen BP_{is}
$EndBP_{is}$	Endzeitpunkt der Aktivitäten im Basishafen BP_{is}

Die **Einschränkungen** der Simulation sind wie nachfolgend formuliert und werden im Anschluss beschrieben:

$$\forall i \in WP_i, \forall c \in [F, T, N, B]; \forall t \in [0, EndInst_i], \sum_i XC_{cit} = N_i \quad (1)$$

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Tit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Fit} \quad (2)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Nit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Tit} \quad (3)$$

$$\forall t' \in T, \sum_{t=1}^{t'} XC_{Bit} \leq \sum_{t=1}^{t'} XC_{Nit} \quad (4)$$

Die Einschränkung eins reguliert die Summe der jeweils zu installieren Komponenten je Planungsperiode auf die Anzahl N der zu errichtenden OWA je OWP i . Die nachfolgenden Einschränkungen zwei bis drei beschreiben, dass nicht mehr Türme als Fundamente (2), nicht mehr Gondeln als Türme (3) und nicht mehr Rotorsterne als Gondeln (4) installiert werden durch die IVs.

Die fünf **Leistungsindikatoren** zur Vergleichbarkeit der Szenarien sind wie folgt definiert:

1. Overall Installation Time (OIT) ist die Dauer, welche zur Errichtung eines OWP i im Szenario s benötigt wird.

$$OIT_{is} = EndInst_{is} - Start_i$$

2. Average usage of Installation Vessel (AUIV) stellt die durchschnittliche prozentuale Nutzung des IVs v für Installation des OWP i in Szenario s dar.

$$AUIV_{isv} = EndIV_{isv} - StartIV_{isv}$$

3. Average usage time of heavy lift vessel (AUTHLV) umfasst die durchschnittliche Nutzungsdauer des Basishafens HLV für den OWP i im Szenario s dar.

$$AUTHLV_{islv} = EndHLV_{islv} - StartHLV_{islv}$$

4. Average usage of HLV (AUHLV) beschreibt die durchschnittliche prozentuale Nutzung des HLV v für den Transport der Komponenten für den OWP i im Szenario s .

$$AUHLV_{isv} = \frac{1}{EndHVL_{ilvs} - StartHVL_{ilvs}} \sum_{t=0}^{EndHVL_{ilvs} - StartHVL_{ilvs}} BinHLV_{lvst}$$

5. Average usage time of base port (AUTBP) umfasst die durchschnittliche Nutzungsdauer des Basishafens BP_{is} für den OWP i im Szenario s dar.

$$AUTBP_{is} = EndBP_{is} - StartBP_{is}$$

6. Average usage of base port (AUBP) beschreibt die durchschnittliche prozentuale Ausnutzung des Basishafens BP_{is} für den OWP i im Szenario s .

$$AUBP_{is} = \sum_{t=0}^{EndBP_{is} - StartBP_{is}} Cap_{ist}$$

Darstellung und Analyse der Simulationsergebnisse

Die Darstellung und Analyse der Simulationsergebnisse erfolgt sowohl auf der Basis der einzelnen Szenarien sowie im Vergleich dieser. In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die Mittelwerte der Simulationsergebnisse zu den einzelnen Leistungsindikatoren per OWP und in Summe bzw. Mittelwert dargestellt.

Tabelle 16: Simulationsergebnisse der Machbarkeitsstudie 3

Leistungsindikator	OWP	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
OIT [d]	OWP 1	542,60	471,28	527,16	449,91
	OWP 2	545,16	526,98	524,47	513,67
	OWP 3	548,38	409,29	527,92	378,93
	Summe	1.636,14	1.407,55	1.579,54	1.342,51
AUIV [%]	OWP 1	91,38	94,86	93,54	97,65
	OWP 2	91,48	94,24	93,60	94,54
	OWP 3	91,47	94,24	93,62	97,74
	Mittelwert	91,44	94,45	93,58	96,64
AUTHLV [d]	OWP 1	430,66	437,52	470,46	414,78
	OWP 2	427,19	516,82	502,59	503,43
	OWP 3	431,53	364,97	468,30	337,43
	Summe	1.289,38	1.319,31	1.441,35	1.255,64
AUHLV [%]	OWP 1	55,06	48,41	52,19	48,38
	OWP 2	55,11	44,63	52,39	43,78
	OWP 3	55,06	51,59	52,13	51,90
	Mittelwert	55,07	48,21	52,24	48,02
AUTBP [d]	OWP 1	551,30	482,42	538,60	460,64
	OWP 2	552,72	537,34	536,28	514,38
	OWP 3	554,74	417,46	538,54	384,96
	Summe	1.658,76	1.437,22	1.613,42	1.359,98
AUBP [%]	OWP 1	56,25	59,48	61,05	41,48
	OWP 2	56,43	60,10	63,87	40,31
	OWP 3	56,67	57,42	60,48	40,53
	Mittelwert	56,45	59,00	61,80	40,77

In Szenario 1 unterscheiden sich die OIT der einzelnen OWPs nur geringfügig. Die Unterschiede sind durch die unterschiedlichen Fahrzeiten von den Basishäfen zu den einzelnen OWPs begründet. Die Ergebnisse des OIT für die Szenarien 2 bis 4 bestätigen die Ergebnisse der ersten Machbarkeitsstudie, welche eine Reduktion der Errichtungsdauer durch die Integration der Informationsteilung liefert. Weiter ist aus den Ergebnissen für den Leistungsindikator OIT abzuleiten, dass die Teilung der Wetterprognose (Reduktion von ca. 229 Tage gegenüber Szenario 1) einen größeren Einfluss hat als die der IV-Verfügbarkeit (Reduktion von ca. 57 Tage gegenüber Szenario 1) hat. Die Reduktion der OIT ist dabei in Szenario 2 über die drei OWPs sehr unterschiedlich. Für

den dichtesten zur Küstenlinie gelegenen OWP 3, welcher darüber hinaus die besten Wetterbedingungen innehat, liefert das Teilen der Wetterprognose mit -25,36 % eine nahezu doppelt so hohe Reduktion wie zum entferntesten und wettertechnisch schlechtesten OWP 1 (-13,14 %). Mit der Betrachtung der Ergebnisse für OWP 2 (Reduktion von -3,33 %) ist eine direkte Abhängigkeit zwischen Wetterqualität bzw. Entfernung und Errichtungszeit auszuschließen. Das Teilen beider Informationstypen liefert für alle OWPs eine höhere Reduktion, als es die Summe der Reduktionen aus den Szenarien 2 und 3 ergeben. Auf OWP Ebene ist dies jedoch nur für die OWPs 1 und 2 zu bestätigen.

Verbunden mit der Reduktion der OIT bedingt sich eine Steigerung der Auslastung der IVs in den Szenarien 2 bis 4. Die Besonderheit bei den Ergebnissen dieses Leistungsindikators (AUIV) ist in Szenario 4 auszumachen. Sind die Summen der Auslastungen der IVs in allen Szenarien über die drei OWPs nahezu identisch liefert das Szenario 4 für die OWP 2 eine rund 3 % Abweichung der Auslastung gegenüber den OWPs 1 und 3. Im Gegensatz zu der Steigerung der AUIV, welche bedingt durch den Engpassressourcencharakter angestrebt ist, reduziert sich die Auslastung der HLVs in allen Information-Sharing-Szenarien gegenüber den Szenario 1.

Mit einer verbindenden Betrachtung der Auslastung (AUHLV) und der Nutzungszeit der HLVs (AUTHLV), bei dem letzteres für die Szenarien 2 und 3 Werte über dem Ausgangsszenario liefert (2,3 % bzw. 11,8 %), wird deutlich, dass mit dem Teilen der Wetterprognose (Szenarien 2 und 4) eine deutliche Reduktion der reinen Nutzungszeit erzielt wird (-10,4 % bzw. -15,1 %). Ein reiner Austausch der IV-Verfügbarkeit führt hingegen zu einem erheblichen Anstieg der Nutzungsdauer und einer geringen Reduktion der Auslastung, welches sich in Summe durch eine Steigerung der reinen Nutzungsdauer von 6,0 % äußert. Die Reduktion der Auslastung der HLVs geht mit der weiteren Optimierung des Einsatzes der HLVs durch die Teilung von Wetterprognose und / oder IV-Verfügbarkeit für die Lieferung der Komponenten von den Produktions- zu den Basishäfen einher.

Die Auslastung der Basishäfen sowie ihr Nutzungsdauer liefert in der gemeinsamen Betrachtung eine Steigerung für Szenario 3 gegenüber Szenario 1 von ca. 61 Tagen. Damit verschlechtert sich diese durch die Teilung der IV-Verfügbarkeit. Die Teilung der Wetterprognose führt zu einer mäßigen Reduktion (ca. -115 Tage) der kumulierten Betrachtung von AUTBP und AUBP. Die Betrachtung der Nutzungsdauer sowie der Auslastung der Basishäfen für die gemeinschaftliche Nutzung von Wetterprognose und IV-Verfügbarkeit liefert den deutlichsten Mehrwert. Steigen die Auslastungen der Basishäfen in Szenario 2 und 3 bei einer zeitgleichen Reduktion der Nutzungsdauer, so liefert Szenario 4 sowohl eine Reduktion der Nutzungsdauer als auch eine Reduktion der Auslastung. Dies führt zu einer kumulierten Reduktion von ca. 382 Tagen der Lagerfläche. Begründet ist dies durch die Lieferung der Top-Struktur-Komponenten erst nach der Installation von Fundamenten. Bedingt durch die Priorisierung des OWP 3, welche durch die kürzen Fahrzeiten und die

besseren Wetterbedingungen begründet sind, findet für diesen die höchste Reduktion von AUTBP und AUBP statt.

Diskussion der Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie

Die Ergebnisse für die Integration des Information-Sharings in das Ressourcen-Sharing-Netzwerk der Errichtungsphase der OWE zeigen, dass jegliche betrachteten Szenarien einen Mehrwert für die Errichtungsdauer (OIT) und folglich die Gesamtleistung darstellen. Für die Errichtungsdauer leistet das Teilen der Wetterprognose im Netzwerk einen höheren Beitrag der Ersparnis (ca. 10 %) gegenüber der Information der IV-Verfügbarkeit. Darüber hinaus liefert die Verbindung der beiden Informationstypen jedoch den größten Mehrwert.

Durch die Verbindung des Ressourcen- und Information-Sharings lässt sich für alle OWPs eine Reduktion der OIT erzielen. Des Weiteren steigt durch die Einbeziehung des Informationsaustausches in der kooperativen Errichtung die Ausnutzung der Engpassressourcen IVs. Auch die Basishäfen erfahren durch die Einbeziehung der benannten Informationstypen, sowohl in der Nutzungszeit (bedingt durch die Reduktion der OIT), als auch durch die Auslastung eine deutliche Ersparung (ca. -41 % effektive Nutzung in Szenario 4 gegenüber dem Szenario 1). Neben der Verbesserung der beiden Ressourcen IV und Basishafen wird durch den Austausch der beiden Informationstypen auch für den HLV eine Reduktion der effektiven Nutzungszeit (-12,2 %) erzielt.

Die nachfolgende Abbildung stellt die Ergebnisse im Vergleich der Szenarien 2 bis 4 (mit Information-Sharing) dem Ausgangsszenario 1 (ohne Information-Sharing) gegenüber und liefert damit eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Tabelle 17: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Leistungsindikatoren der Machbarkeitsstudie 3

Szenario	2	3	4
OIT	↑	↗	↑
AUIV	↗	-	↗
AUTHLV	-	↓	-
AUHLV	↓	↘	↓
AUTBP	↑	↗	↑
AUBP	↗	↗	↓

Legende

- ↑ Viel besser im Vergleich zum ersten Szenario (>10 %)
- ↗ Besser als das erste Szenario (2,5 % bis 10 %)
- Neutral zum ersten Szenario (-2,5 % bis 2,5 %)
- ↘ Schlechter als das erste Szenario (-2,5 % bis -10 %)
- ↓ Viel schlechter im Vergleich zum ersten Szenario (<-10 %)

5.1.4 Zwischenfazit

Die Ergebnisse der drei präsentierten Machbarkeitsstudien sowie die Erkenntnisse hieraus zeigt, dass eine geteilte Nutzung von Ressourcen und Informationen für das Netzwerk der Errichtungsphase der OWE hinsichtlich der Errichtungszeit sowie der Ressourcenbindung und -auslastung einen erheblichen Nutzen darstellt. Die betrachteten Informationen stützen sich hierbei auf empirischen Untersuchungen sowie der Theorie. Hierbei ist zu konstatieren, dass ein bestimmter Informationsmix innerhalb einer kooperativen bzw. einer OWP-spezifischen Errichtung unterschiedliche Auswirkungen besitzt. Die Bedeutung spezifischer dynamischer Einflüsse, Randbedingungen sowie Fertigstellungsrisiken (siehe Kapitel 3.3.2) konnten ebenso bestätigt werden, wie die Relevanz der unterschiedlichen Informationstypen innerhalb des Netzwerks (siehe Kapitel 3.4.3). Die beschriebenen Erkenntnisse der drei Machbarkeitsstudien sowie die sich hieraus abzuleitenden Beiträge zu Beantwortung der Forschungsfrage eins und des Fragenkomplexes eins sind in der nachfolgenden Abbildung abschließend beschrieben.

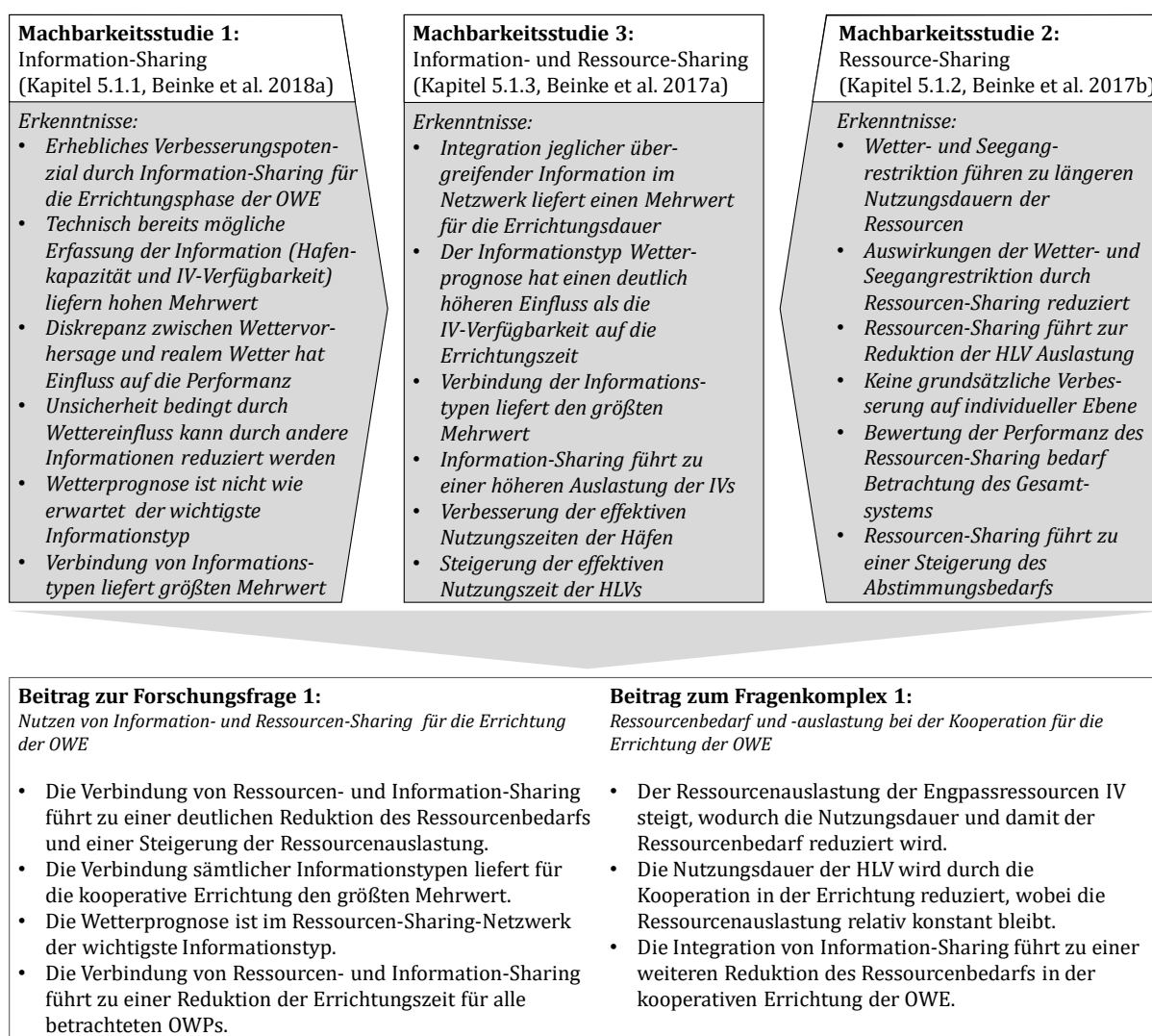


Abbildung 33: Erkenntnisse der Machbarkeitsstudien und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 sowie des Fragenkomplexes 1

5.2 Anforderungsdefinition

Ausgehend von den Vorüberlegungen in Kapitel 1.3, den beschriebenen theoretischen Grundlagen in den Kapitel 3 und 4 sowie den Erkenntnissen aus den voran präsentierten Machbarkeitsstudien werden in diesem Unterkapitel die Anforderungen an den avisierten Ansatz beschrieben. Die Identifikation und Analyse von Anforderungen wird in (I) die anwendungsfallorientierte Betrachtung einer kooperativen Errichtung, (II) den resultierenden Anforderungen aus der Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung über Projektgrenzen hinweg, (III) den Bedarfen aus der Verknüpfung einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik sowie (IV) den Anforderungen aus der Integration der gemeinschaftlichen Nutzung und Bereitstellung von Ressourcen und Information im Kontext der Errichtungslogistik der OWE differenziert. Die Erkenntnisse dieser vier Bereiche und die funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen sowie Randbedingungen werden nachfolgend zusammengeführt. Dies erfolgt in einem Zwischenfazit, welches, analog zu dem Kapitel 5.1.4, den Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage zwei darlegt. Die Anforderungsdefinition orientiert sich dabei an dem in Kapitel 2.3 dargestellten methodischen Vorgehen. Die nachfolgende Abbildung stellt die Struktur und die Bestandteile dieser Anforderungsdefinition zusammengefasst dar und wird für das Zwischenfazit in Kapitel 5.2.5 wieder aufgegriffen.

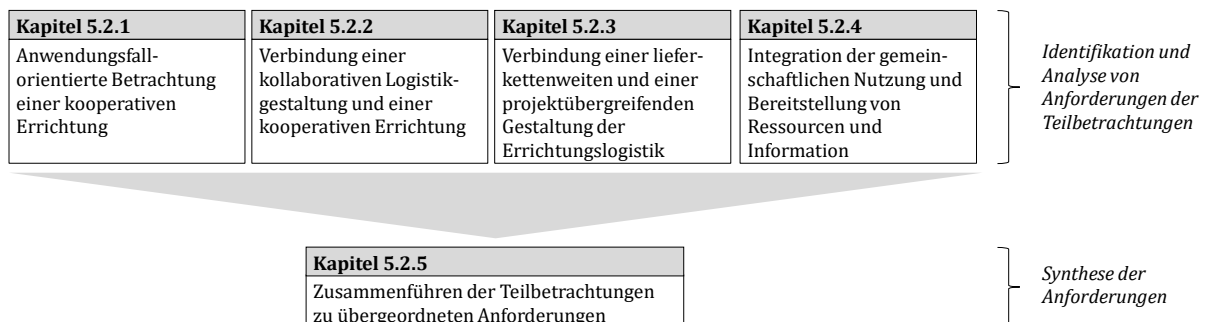


Abbildung 34: Struktur und Gegenstände der Anforderungsdefinition

5.2.1 Anwendungsfallorientierte Anforderungen an eine kooperative Errichtung der Offshore-Windenergie

Die nachfolgend ermittelten Anforderungen aus dem Anwendungsfall, der Errichtung der OWE, gliedern sich in drei Ebenen. Die oberste Ebene stellt die Anforderungen an die Branche der OWE dar. Ausgehend von diesen übergeordneten Bedarfen werden die Anforderungen an eine kooperative OWEL benannt. Die dritte Ebene der anwendungsfallorientierten Anforderungsdefinition umfasst den Bereich der Planung der Errichtungslogistik, welche eine Grundlage für die kooperative Errichtungslogistik darstellt.

Die Optimierung und Kostensenkung stellt die grundlegende Anforderung an sämtliche Wertschöpfungsstufen der OWE dar. Dies bedarf einer zielorientierten Gestaltung und Entwicklung

von Prozessen, Betriebsmitteln und Anlagenkomponenten sowie der Optimierung über die Systemgrenzen hinweg. Hierbei sind die Prozesse an den Rahmenbedingungen auszurichten, welche in der OWE, bedingt durch die Abhängigkeit von der Wettersituation, dynamisch sind. Die Ausrichtung auf diese Einflüsse ist über sämtliche Wertschöpfungsstufen zu integrieren (siehe S. 20). Ausgangspunkt für die avisierte systemgrenzenübergreifende Prozessgestaltung einer kooperativen Errichtung stellt das Prozesskonzept für ein OWP-Projekt von Beinke et al. (2018b) dar (siehe S. 42-45).

Die Errichtungsphase und damit die Installationslogistik liefert einen zentralen Ansatzpunkt des Optimierungsbedarfs der OWE. Dies bedingt sich im Charakter der Logistik als Bindeglied innerhalb des Netzwerks (siehe S. 1), den Kosten für Ressourcen und Lagerflächen und der fristgerechten Fertigstellung der Errichtung für die Wirtschaftlichkeit eines OWP-Projekts. Auf der Ebene einer projektübergreifenden Ausgestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik führen die dynamischen Einflüsse zu einer sich ständig verändernden Situation von Angebot und Nachfrage und damit zu zusätzlichen Anforderungen an die Ressourcenallokation. Hieraus ergibt sich der Bedarf für eine Transparenz des Prozessfortschrittes, sowohl entlang der Wertschöpfungskette, als auch in den jeweiligen Projektportfolios der Akteure (siehe S. 2). Ausgehend von der Anforderung der Gestaltung der Prozesse auf die Rahmenbedingungen (siehe oben) bedarf es im Kontext einer kooperativen Errichtungslogistik Ansätze, welche sämtliche Bereiche der Logistik (Transport, Lagerung, Umschlag, Baustellenlogistik, Engineering, Kosten- und Gefahrenübergang sowie Strategieentwicklung zur Ressourceneffizienzsteigerung), die Umweltfaktoren (Küstenentfernung, Wassertiefe, Naturschutz, geeignete Wetterfenster) sowie die technischen Einflussfaktoren (Anlagentechnologie, Dimension und Lasten und wachsende Anlagengröße) mit einbeziehen (siehe S. 32).

Auf der Ebene der Planung der Errichtungslogistik liefert die wissenschaftliche Literatur eine Vielzahl von Anforderungen, welche bei der Konzeption einer kooperativen Errichtung und deren kollaborativen Logistikgestaltung einzubeziehen sind. Diese werden wie folgt benannt:

- Unterschiedliche Witterungsverhältnisse, witterungsbedingte Verzögerungen sowie Planänderungen im Netzwerk
- Wetterabhängige Koordination der IVs und Einbezug der Schiffsverfügbarkeiten
- Unterschiedliche Installationsverfahren, Schiffsbeladungslayouts, logistischer Spezifikationen (Entfernung zum Festland, Lokation des Hafens etc.), Lagermengen sowie den Grad der Vormontage (siehe S. 35)

Darüber hinaus bestehen die Anforderungen in einer zielorientierten und echtzeitnahen Erfassung und Bereitstellung nötiger Informationen für und von den Akteuren des Netzwerks, einer

dynamischen Steuerung der wetterabhängigen Prozesse, sowie der schnellen Reaktion auf Planabweichungen (siehe S. 36).

Zusammenfassend lassen sich folgende anwendungsfallorientierten Anforderungen an einen Ansatz zur kooperativen Errichtung der Offshore- Windenergie benennen:

- 1.1. *Eine zielorientierte Gestaltung und Entwicklung von systemübergreifenden Prozessen stellt die Grundlage für die Optimierung und Kostensenkung dar.*
- 1.2. *Die systemübergreifenden Prozesse sind auf die dynamischen Wettereinflüsse auszurichten.*
- 1.3. *Ausgangspunkt für die Prozessgestaltung und Entwicklung stellt die Einzelprojektbetrachtung dar.*
- 1.4. *Dem verbindenden Charakter der Logistik im Netzwerk ist Rechnung zu tragen.*
- 1.5. *Aufwände für Ressourcen und Lagerflächen sowie die Einhaltung der Errichtungszeit sind in den Ansatz einzubeziehen.*
- 1.6. *Eine übergreifende Ressourcenallokation bedarf der fortlaufenden Erfassung und Darstellung der Prozess- und Planfortschritte bzw. -änderungen, sowie der Ressourcenbedarfe und -angebote entlang der Wertschöpfungsketten und über die Projektportfolios hinweg.*
- 1.7. *Sämtliche Bereiche der Logistik, der Umweltfaktoren, der technischen Einflussfaktoren sowie der Schiffsspezifika sind in den Ansatz einzubeziehen.*
- 1.8. *Eine wetterabhängige Koordination der Transportressourcen ist durch Einbezug der Verfügbarkeit zu realisieren.*
- 1.9. *Eine dynamische Steuerung der wetterabhängigen Prozesse sowie die schnelle Reaktion auf Planänderungen bedürfen eine zielorientierte und echtzeitnahe Erfassung und Bereitstellung sämtlicher nötiger Informationen innerhalb des Netzwerkes.*

5.2.2 Anforderungen an die Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung über Projektgrenzen hinweg

Die Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung markiert die Schnittstelle zwischen der taktischen Planung über die Akteurgrenzen hinweg für die Errichtung paralleler OWPs und der operativen Durchführung dieser Errichtungslogistik. Hierbei hat die Gestaltung der Logistik der Errichtung einen kollaborativen Charakter inne, welcher sich aus der gemeinschaftlichen Bearbeitung der Abstimmungs-, Planungs- und Steuerungsbedarfe ergibt.

Die operative Durchführung der Errichtungslogistik ist im Sinne einer kooperativen Errichtung durch die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen gekennzeichnet. Diese operative Errichtungslogistik stellt eine horizontale Kooperation dar, wodurch eine Vergrößerung der möglichen

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Errichtungsleistung erreicht wird. Über diese horizontale Kooperation auf operativer Ebene hinaus bedarf eine projektübergreifende Betrachtung eine komplementäre Kooperation zur Abstimmung der Bedarfe der jeweiligen Akteure, wodurch eine gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen ermöglicht, eine Diversifikation zur Risikominimierung unterstützt sowie das Leistungsportfolio erweitert werden kann. Ergänzend hierzu bedarf es entlang der Lieferkette einer vertikalen Kooperation über die Wertschöpfungsstufen hinweg, welches den Abfluss der Komponenten von den Produzenten bis hin zum OWP sicherstellt (siehe S. 47). Dieser dritte Bereich von Kooperation innerhalb der Errichtung eines OWPs ist im Prozesskonzept von Beinke et al. (2018b) umgesetzt (siehe S. 42-45) und liefert damit eine Grundlage für die weitere Ausgestaltung einer projektübergreifenden Betrachtung. Ausgehend von den Merkmalen einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Errichtung lässt sich die Morphologie dieser Kooperation wie in der nachfolgenden Abbildung eingrenzen (siehe S. 48).

Merkmale	Ausprägung						
	FuE	Beschaffung	Produktion	[Errichtung]	Service	Marketing und Vertrieb	Komplette Wertkette
Intention	Bündelung von Bedarfen	Bündelung von Anforderungen	Bündelung identischer Kompetenzen		Bündelungen komplementärer Kompetenzen	Bündelung von Produkten und/ oder Services	
Bindung	Nicht vertragliche Vereinbarungen		Befristete Verträge		Kooperationsvertrag		Kapitalverflechtung
Intensität	Erfahrungs- und Informationsaustausch		Abstimmung von Aufgaben / Funktionen		Verschmelzung von Aufgaben / Funktionen		Aufbau neuer Funktionen
Räumliche Verteilung	Regional		National			Global	
Richtung der Kooperation	Vertikal		Horizontal			Diagonal	
Zeithorizont	Langfristig		Mittelfristig			Kurzfristig	
Koordination	Eher hierarchisch				Eher heterarchisch		
Zeitliche Dimension	Dynamisch (zeitlich befristet)				Stabil (zeitlich unbefristet)		
Sachliche Dimension	Unbegrenzt				Begrenzt		

Abbildung 35: Morphologie einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Kooperation für die Errichtung der OWE (angelehnt an Hagenhoff 2004, S. 13; Wiendahl et al. 2005, S. 130)

Bedingt durch die erhöhten Abstimmungs-, Planungs- und Steuerungsaufwände, welche als Hemmnisse für Kooperationen benannt werden (siehe Seite 48), bedarf es eines klaren Prozesses der Auswahl von Projekten und der Abstimmung zwischen den Akteuren, wie sie in Kapitel 4.1 und 4.2 beschrieben sind. Hierbei sind die allgemeinen Erfolgsfaktoren (klare Ziele, transparente Prozesse, Unabhängigkeit der Partner, Vertrauen (personell und prozessual), Systemführer, Koordinator sowie IKT) und Erfolgsfaktoren der jeweiligen Phasen von Kooperationen, welche wie folgt benannt werden, präsent mit einzubeziehen (siehe Seite 48):

- Initiierungsphase: komplementäre Ressourcen und Stärken, Steigerung der strategischen Flexibilität und der Zielvereinbarung auf der Grundlage der Strategie,

- Partnersuche: Qualität der Partner, Zusammenpassen der Partner sowie Zielabstimmung (kompatible Wertvorstellung und Einstellungen hinsichtlich der Kooperationserfahrung, der Lern- und Kooperationsbereitschaft, der Verlässlichkeit, der Professionalität, der Kultur, der Ziele, der Prinzipien, des Beziehungsverhaltens),
- Formierungsphase: Regelungen der Kooperation und der Zusammenarbeit (Ausgeglicheneheit und Bedeutung zwischen den Partnern) sowie
- Durchführungsphase: Verantwortungsverteilung, Delegation von Verantwortung, geringe Schnittstellenverluste sowie Qualität der Zusammenarbeit.

Die Anforderungen der Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung über Projektgrenzen hinweg für einen umfassenden Ansatz sind aus dieser Beschreibung wie folgt zusammenzufassen:

- 2.1. *Die Verbindung einer systemgrenzenübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung wird mit dem Ansatz ermöglicht.*
- 2.2. *Die kollaborative Logistikgestaltung umfasst die gemeinschaftliche Abstimmung, Planung und Steuerung.*
- 2.3. *Eine gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen ermöglicht eine kooperative Errichtung.*
- 2.4. *Eine Erweiterung der Errichtungsleistung ist durch horizontale Kooperationen zu realisieren, welches komplementärer Kooperationen zur Bedarfsabstimmung und zur Risikominimierung bedarf.*
- 2.5. *Durch vertikale Kooperationen ist der Materialfluss zu unterstützen, welcher die Grundlage für die Gestaltung des Ansatzes darstellt.*
- 2.6. *Die Intentionen der kooperativen Ausgestaltung bestehen in der Bündelung von Bedarfen sowie identischer und komplementärer Kompetenzen und führen zur Verschmelzung von Aufgaben und Funktionen.*
- 2.7. *Dem erhöhten Abstimmungs-, Planungs- und Steuerungsaufwand ist in dem Ansatz Rechnung zu tragen.*
- 2.8. *Klare Prozesse zur Auswahl von Projekten und zur Abstimmung zwischen den Partnern sind zu gestalten.*
- 2.9. *Die formulierten Erfolgsfaktoren von Kooperationen sind in die Gestaltung des Ansatzes einzubeziehen.*

5.2.3 Anforderungen aus der Verbindung einer lieferkettenweiten und einer projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik

Die Verbindung einer lieferkettenweiten (horizontalen) und einer projektübergreifenden (vertikalen) Gestaltung der Errichtungslogistik bedarf der kollaborativen Ausgestaltung des Gesamtsystems und der Einbeziehung der kontextbedingten dynamischen Einflüsse der OWE (siehe S.

49). Der Anstieg der sich hieraus begründenden Komplexität sowie den multiplen Beziehungen innerhalb der erweiterten Systemgrenzen führt zu einer erheblichen Erhöhung des Kooperations- und Koordinationsbedarfs (siehe S. 49-50).

Die Schaffung von Transparenz, die Erhöhung der Ressourcenauslastung, der Abbau von Informationsasymmetrien, die Optimierung und Effizienzsteigerung über die in Abhängigkeit stehenden OWP-Projekte hinweg sowie die Integration von verlässlichen und transparenten Prognosen stellen den operativen Zielkatalog der Verbindung der ermittelten Ansätze des CPFrs und des MPMs dar (siehe S. 50-51, 54, 61). Die Verbindung ist hierbei folglich auf die Schaffung von Synergien und Informationstransparenz zwischen den Akteuren, der Schaffung eines exakten Lagebildes, der Koordination, Priorisierung und Einbeziehung der Wechselwirkungen zwischen den OWP-Projekten sowie der gemeinsamen Ermittlung und Auswahl von Optionen auszugestalten (siehe S. 54, 61, 65).

Ausgehend von dem Grundprinzip der kooperativen und kollaborativen Zusammenarbeit bedarf es zu Beginn einer übergreifenden Prozessgestaltung und einer nachfolgenden Entwicklung eines IuK-Systems zur Planung und Steuerung (siehe S. 50, 58, 73). Im Kontext der Errichtung der OWE ist der Prozess hierbei zyklisch zu gestalten, eine projektübergreifende Ressourcennutzung ist zu unterstützen, der Informationstransfer über die unterschiedlichen Phasen der einzelnen OWP-Projekte zu realisieren sowie die nötige Flexibilität des Projektgeschäftes einzubeziehen (siehe S. 55-57, 61, 66). Hieraus ergibt sich der Bedarf die Gestaltungsbereiche des MPMs mit den Prozessmodellansätzen des CPFrs (siehe hierzu insbesondere VICS 1998, Flidner 2003, Due et al. 2009 und VICS 2004) zu verbinden und im Kontext der kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE auszugestalten (siehe S. 56-58, 66-68). Die informationstechnische Unterstützung bedarf hierzu einer Vernetzung, welche durch eine gemeinsam genutzte Internetplattform realisiert werden kann, und die unterschiedlichen Zeithorizonte der Betrachtung (strategische Gestaltung, taktische Planung und operative Steuerung) einbezieht (siehe S. 50-51, 54).

Die Anforderungen an die Implementierung einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik werden nachfolgend durch die Bereiche Voraussetzungen, Ziele und Hemmnisse näher erläutert. Hierbei bestehen die Voraussetzungen zum einen in einer vollständigen Informationstransparenz, der Qualität der geteilten Informationen sowie dem vertrauensvollen Verhältnis zwischen den Akteuren, und zum anderen in der organisatorischen Eingebundenheit der Entscheider, welche nicht als Informationssammler und -verteiler fungieren, sondern als Gestalter verortet sind und Impulsgeber für die Bereiche Personal, Strategie, Technologie sowie Kapazitäts- und Investitionsplanung sind (siehe S. 58-60, 72-73). Die Ziele, welche mit der Implementierung einhergehen, sind die Integration des Top-Managements, die dynamische und rollierende Betrachtung des Gesamtsystems, inklusive eines systematischen Änderungsmanagements, die Standardisierung von Prozessen und Verfahren, die zielgerichtete Einbeziehung

der Mitarbeiter, deren Schulung sowie ihrer informellen Kommunikation, der Austausch über die Ebenen und über die Grenzen der OWP-Projekte hinweg, welche u.a. durch Lessons Learned und Best Practices abgebildet werden können, sowie die Modularisierung und Selbststeuerung der einzelnen OWP-Projekte (siehe S. 60, 72-73). Die Hemmnisse der Implementierung einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung sind bedingt durch die erhöhten Anforderungen an Kooperation und Koordination und den Umgang mit Vorurteilen sowie den Veränderungen zum traditionellem Handeln (siehe S. 49, 59). Dabei stellt die Komplexität der Kommunikation einen maßgeblichen Einflussfaktor für die Prozesse dar (siehe S. 59). Eine Reduktion der Hemmnisse bedarf gemeinsamer und transparenter Ziele, Strategien und Lagebilder (u.a. hinsichtlich der Kapazitäten und des Prozessstatus) sowie eines gemeinsamen Kooperationsverständnisses, Investitionen in nötige Technologien, der internen und externen Integration und Kollaboration, einer Kompatibilität der Informationssicherheit und -vertraulichkeit, der Einhaltung von standardisierten Prozessen und der Anwendung von Priorisierungskriterien und -verfahren sowie eines bewussten Umgangs mit Macht- und Gestaltungsverlustängsten und des gezielten Nutzens von Synergien (siehe S. 60-61, 72).

Ausgehend von dieser Darstellung lassen sich die Anforderungen an einen Ansatz, welcher die Verbindung einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik umfasst, wie folgt zusammenfassen:

- 3.1 *Die lieferkettenweite und projektübergreifende Errichtungslogistik bedarf einer kollaborativen Ausgestaltung des Ansatzes und der Einbeziehung dynamischer Einflüsse.*
- 3.2 *Dem erhöhten Kooperations- und Kommunikationsbedarf in Folge der erweiterten Systemgrenzen und des resultierenden Komplexitätsanstiegs ist im Ansatz Rechnung zu tragen.*
- 3.3 *Verlässliche und transparente Prognosen sind, bedingt durch die dynamischen Einflussfaktoren, zu integrieren.*
- 3.4 *Durch den Ansatz sind Informationsasymmetrien abzubauen, die Informationstransparenz zu erhöhen, die Ressourcenauslastung zu steigern sowie Optimierungen und Effizienzsteigerungen über die Grenzen hinweg zu realisieren.*
- 3.5 *Die Schaffung eines exakten Lagebildes, die Koordination, Priorisierung und Einbeziehung der Wechselwirkungen sowie die gemeinschaftliche Ermittlung und Auswahl von Optionen sind durch den Ansatz zu unterstützen.*
- 3.6 *Der Entwicklung eines unterstützenden IuK-Systems ist eine übergreifende Prozessgestaltung voranzustellen.*
- 3.7 *Der nötige Prozess ist zyklisch zu gestalten und eine projektübergreifende Ressourcennutzung sowie der Informationstransfer sind über die Projektphasen hinweg zu integrieren.*
- 3.8 *Grundlage für die Prozessgestaltung stellen die Gestaltungsbereiche des MPMs und bestehende Ansätze des CPFRs dar.*

- 3.9 *Die Ausgestaltung eines unterstützenden IuK-Systems ist in Form einer internetbasierten Plattform zu realisieren, welche die strategische, die taktische und die operative Ebene einbezieht.*
- 3.10 *Voraussetzungen der Implementierung stellen ein hoher Grad an Informationstransparenz und -qualität, ein vertrauensvolles Verhältnis zwischen den Akteuren sowie die organisatorische Eingebundenheit der Entscheider dar.*
- 3.11 *Ziele der Implementierung sind die Integration des Top-Managements, die dynamische und rollierende Betrachtung des Gesamtsystems, eine Standardisierung von Verfahren und Prozessen, die Einbeziehung von informeller Kommunikation und der beteiligten Mitarbeiter, die Modularisierung und Selbststeuerung von Einzelprojekten sowie der Austausch über die Ebenen und Grenzen hinweg.*
- 3.12 *Dem Umgang mit Vorurteilen, mit Macht- und Gestaltungsverlustängsten sowie den Veränderungen zum traditionellen Handeln und weiteren Hemmnissen der Implementierung sind in dem Ansatz Rechnung zu tragen.*
- 3.13 *Gemeinsame Ziele, Strategien und Lagebilder, das Kooperationsverständnis sowie die Kompatibilität der Informationssicherheit und -vertraulichkeit bilden zusammen mit der Einhaltung von Prozessen und Verfahren Reaktionen auf die Hemmnisse der Integration.*

5.2.4 Anforderungen aus der Integration der gemeinschaftlichen Nutzung und Bereitstellung von Ressourcen und Information

In den Machbarkeitsstudien in Kapitel 5.1 konnte nachgewiesen werden, dass die Verbindung von Information- und Ressourcen-Sharing im Kontext der Errichtung von parallelen OWPs eine deutliche Reduktion des Ressourcenbedarfs und der Errichtungszeit sowie eine Steigerung der Ressourcenauslastung ermöglicht. Hierbei liefert die Verbindung sämtlicher Informationstypen den höchsten Mehrwert, wobei die Wetterprognose den größten Einfluss besitzt (siehe S. 110). Damit wird deutlich, dass der effiziente Einsatz von Ressourcen durch eine hohe Informationstransparenz gefördert wird (siehe S. 2, 110). Dies wird bedingt durch eine Verringerung der Unsicherheit (siehe S. 77). Durch die Betrachtung des Gesamtsystems erhöht sich die Möglichkeit der Ressourcenallokation, welche durch den Einsatz von Optimierungsmethoden weiter gesteigert werden kann (siehe S. 74, 75). Auf der Ebene des einzelnen OWPs führt dies zu der ermittelten Reduktion der Ressourcenbedarfe und der Errichtungszeit (siehe S. 74, 110).

Ein unterstützendes System zur Ressourcenallokation hat diesen Anstieg der Komplexität in der Verteilung der begrenzten Ressourcen zu berücksichtigen und frühzeitig Engpässe und Probleme zu erkennen und auszuräumen (siehe S. 74, 78). Hierzu sind die Material- und Informationsflüsse umfassend einzubeziehen und das Angebot, die Nachfrage, die dynamischen Einflüsse, die Pläne und ihre Anpassungen sowie die Statusinformation transparent abzubilden (siehe S. 2, 79). Neben

der systemseitigen Speicherung, Aufbereitung und Verbreitung dieser Informationen bedarf es für die organisatorische Einbindung der Gestaltung einer geteilten Vision, dem allseitigen Engagement in der Kooperation und der Kollaboration sowie dem Willen Ressourcen zu teilen (siehe S. 75, 79). Durch diese enge Verflechtung steigt der Bedarf des Informationsaustausches, welcher durch den Gegenstand, die Akteure, den Zeitpunkt und das IT-System bestimmt ist, und dessen Qualität vorrangig vom Anteil an redundanten und nützlichen Informationen gekennzeichnet ist (siehe S. 78).

Folglich lassen sich die Anforderungen an ein unterstützendes und nutzerfreundliches System in der echtzeitnahen und zielorientierten Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung der nötigen Status- und Planungsinformationen zu einer vollkommenen Informationslage benennen. Dies umfasst transparente Lösungen von Zielkonflikten zwischen Bedarf und Verfügbarkeit bzw. der Unterstützung des Aushandlungs- und Abstimmungsprozesses, der Unterstützung sämtlicher Aufgaben von der Ideengenerierung bis zum Projektabschluss und den Querschnittsthemen sowie die Einhaltung der Informationspolitik benennen (siehe S. 74, 75-75, 78, 79). Hierbei ist das Agieren der einzelnen Akteure in den mehreren OWP-Projekten abzubilden und die parallele Nutzung von öffentlichen Ressourcen einzubeziehen (siehe S. 76). Hierzu stellt die Standardisierung der logistischen Objekte sowie der Prozesse eine nötige Voraussetzung dar (siehe S. 74, 77).

Eine mögliche Ausgestaltung für die Errichtungslogistik ist dabei durch ein Ressourcenpool, eine bilateraler oder multilateraler sowie horizontaler (Lieferkettenweit) und / oder vertikaler (projektübergreifend) Beziehung zwischen Nutzern und Bereitstellern zu realisieren, welches die Benennung der logistischen Objekte der gemeinschaftlichen Nutzung (im Kontext der OWEL vorrangig Transportmittel und Umschlagsflächen) bedarf (siehe S. 75, 76). In diesem Rahmen ist eine Umsetzung durch eine sukzessive Integration der einzelnen logistischen Objekte sowie die Erweiterung von einer koordinierten Informationskontrolle hin zu einer zentralen Informationskontrolle möglich (siehe S. 76, 78).

Die Anforderungen aus der Integration der gemeinschaftlichen Nutzung und Bereitstellung von Ressourcen und Information im Kontext der OWEL für den avisierten Ansatz lassen sich hieraus wie folgt zusammenfassen:

- 4.1 *Die Schaffung einer hohen Informationstransparenz und Reduktion von Unsicherheit ist sicherzustellen, um einen effizienten Einsatz von Ressourcen zu ermöglichen.*
- 4.2 *Eine Betrachtung des Gesamtsystems und der Einsatz von Optimierungsmethoden zur Steigerung der Ressourcenallokationsoptionen ist zu forcieren.*
- 4.3 *Engpässe und Probleme der Ressourcenallokation sind frühzeitig zu erfassen und zu beheben.*
- 4.4 *Informations- und Materialflüsse, Angebot und Nachfrage, dynamische Einflüsse, Pläne und Plananpassungen sowie Statusinformationen sind transparent in dem Ansatz abzubilden.*

- 4.5 *Die nötigen Informationen sind zielgerichtet zu speichern, aufzubereiten und für alle Akteure bereitzustellen.*
- 4.6 *Die organisatorische Einbindung und eine geteilte Version sind zu Gestalten sowie ein Rahmen für ein allseitiges Engagement und den Willen zur Ressourcenteilung zu schaffen.*
- 4.7 *Die abgebildeten Informationen sind durch den Gegenstand, den Zeitpunkt, die beteiligten Akteure und das IT-System zu definieren, wobei die Qualität durch den Anteil an redundanten und nützlichen Informationen gekennzeichnet ist.*
- 4.8 *An ein unterstützendes und nutzerfreundliches System sind Anforderungen hinsichtlich der echtzeitnahen und zielorientierten Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung der nötigen Status- und Planungsinformationen für eine vollkommene Informationslage, der transparenten Lösung des Zielkonflikts zwischen Bedarf und Verfügbarkeit bzw. der Unterstützung des Aushandlungs- und Abstimmungsprozesses, der Unterstützung sämtlicher Aufgaben von der Ideengenerierung bis zum Projektabschluss und der Querschnittsthemen sowie der Einhaltung der Informationspolitik zu richten.*
- 4.9 *Die zeitgleiche Beteiligung der einzelnen Akteure an unterschiedlichen OWP-Projekten ist in den Ansatz einzubeziehen.*
- 4.10 *Die logistischen Objekte und die Prozesse sind für eine kooperative Errichtung zu standardisieren und die Ressourcen in Pools oder bilateralen bzw. multilateralen Beziehungen zwischen Nutzer und Bereitsteller über die Park- bzw. Wertschöpfungsebenen hinweg zu verwalten.*
- 4.11 *Die Implementierung ist durch eine sukzessive Integration der einzelnen logistischen Objekte sowie des Grades des Informationsaustausches auszugestalten.*

5.2.5 Zwischenfazit

Die Synthese der ermittelten Anforderungen aus den vier vorangestellten Teilbetrachtungen führt zu den nachfolgend benannten fünf Bereichen einer übergeordneten Anforderungsdefinition:

- Prozessgestaltung des avisierten Ansatzes (PG)⁷
- Funktionen des avisierten IT-Systems (FS)
- Umgang mit Informationen innerhalb des Netzwerks (IN)
- Ausgestaltung einer projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit (ZA)
- Implementierung des avisierten Ansatzes (IA)

⁷ Eine Kodierung der übergeordneten Anforderung erfolgt mittels der in Klammern benannten Abkürzung sowie einer fortlaufenden Nummerierung.

Die Synthese der einzelnen Anforderungen hinsichtlich der Prozessgestaltung führt zu den folgenden vier übergeordneten Anforderungen⁸:

PG 1 – Die Prozessgestaltung hat die übergeordneten Ziele des avisierten Ansatzes zu unterstützen.

Der Abbau von Informationsasymmetrien (3.4), die Schaffung bzw. Steigerung der Informationstransparenz (3.4 und 4.1), die Unterstützung der Optimierung und Kostensenken innerhalb der Errichtungsphase (1.1) und der effiziente Ressourceneinsatz (4.1) stellen die übergeordneten Ziele des Ansatzes dar. Hierzu und für die nachfolgende informationstechnische Systementwicklung (3.6) sind standardisierte und übergreifende Prozesse zu definieren (3.6, 3.11 und 4.10).

PG 2 – Die Prozessgestaltung ist an den identifizierten Rahmenbedingungen auszurichten.

Den Ausgangspunkt der Prozessgestaltung stellen das System, die Systemgrenzen, das OWP-Projekte sowie der projektphasenübergreifenden Aufbau dar (1.1, 1.2, 2.1, 3.6, 3.7 und 4.9). Dies führt zu einem erheblichen Anstieg der Komplexität (3.6), welche in die Prozessgestaltung einbezogen werden muss. Die Gestaltungsgrundlage bilden die Ansätze des CPFRs und der Gestaltungsbereiche des MPMs, dessen Ausgangspunkt jeweils die Modularität der Einzelprojekte abbilden muss (1.3, 3.8 und 3.11). Die zyklische Ausgestaltung und die Orientierung am Materialfluss fördern den verbindenden Charakter der Logistik (1.4, 2.5 und 3.7), welcher die Standardisierung von logistischen Objekten bedarf (4.10). Weitere Rahmenbedingungen stellen die Unterstützung sämtlicher Kooperationsrichtungen (2.3, 2.4 und 2.5), die Verbindung von kollaborativer Logistikgestaltung und kooperativer Errichtungslogistik (2.1 und 3.1) sowie die organisatorische Eingebundenheit (4.6) dar.

PG 3 – Die Prozessgestaltung hat sämtliche identifizierte Einflussfaktoren einzubinden.

Den Einflussfaktoren auf das Gesamtsystem ist in der Prozessgestaltung Rechnung zu tragen und diese sind für den Entscheidungs- und Planungsprozess fortlaufend zu erfassen und bereitzustellen. Diese Einflussfaktoren sind in den dynamischen Wettereinflüssen (1.2, 1.7, 3.1 und 4.4), den Bedarfen der Akteure hinsichtlich der Kommunikation (3.2, 3.3, 3.11 und 4.4), der Koordination (2.2 und 3.2) und der Ressourcenallokation (3.3, 3.7 und 4.4) sowie den technischen und logistichspezifischen Einflussfaktoren (1.7) zu benennen. Hierbei sind sowohl die Informations- als auch Materialflüsse abzubilden (4.4), als auch die Wechselwirkungen des projektübergreifenden und kollaborativen Charakters (2.2 und 3.7) einzubeziehen.

⁸ In der Erläuterung der einzelnen übergeordneten Anforderungen werden die einfließenden Anforderungen aus den Zusammenfassungen der Teilbetrachtungen durch ihre jeweilige Nummerierung verdeutlicht.

PG 4 – Teilfunktionen des avisierten Ansatzes sind prozessseitig abzubilden.

Zur Bündelung der Bedarfe und der Kompetenzen (2.6) im Kontext einer wetterabhängigen Koordination der Ressourcen (1.8), der Optimierung der Ressourcenallokation (4.2) sowie der frühzeitigen Erkennung von Engpässen (4.3) bedarf es der Unterstützung im Abstimmungs- und Aushandlungsprozess sowie in der Planung und Steuerung (2.7 und 4.8) über die Grenzen hinweg (1.6). Folglich sind neben der Erfassung und transparenten Bereitstellungen von Plänen und Planänderungen (1.6 und 4.4) sämtliche Statusinformationen, Fortschrittsdaten, Prognosen, Ressourcenbedarfe und Ressourcenverfügbarkeiten transparent über die Wertschöpfungsketten, Portfolios, Programme und Projekte hinweg bereitzustellen (1.6, 1.8, 3.3 und 4.4). Des Weiteren ist die Abstimmung zwischen den Partnern (2.8), die Ermittlung und Auswahl von Optionen (2.8 und 3.5) sowie die Aufgaben des PM und MPM (2.8 und 4.8) prozessseitig abzubilden.

Für die Funktion des Systems lassen sich folgende fünf übergeordnete Anforderungen zusammenfassen:

FS 1 – Die Gestaltung des Systems ist auf die Rahmenbedingungen einer kooperativen und kollaborativen Errichtungslogistik auszurichten.

Die kooperative und kollaborative Errichtungslogistik bedarf der zeitgleichen Bearbeitung mehrerer OWP-Projekte je Akteur (4.9), der OWP-übergreifenden Optimierung der Ressourcenallokation (3.11 und 4.2) sowie dem Informationsaustausch über die Grenzen und Ebenen hinweg (3.9 und 3.11). Dies führt zu den Bedarfen an das System, den Informationsaustausch über die Projektphasen und den Gestaltungsebenen hinweg (strategisch, taktisch und operativ) zu unterstützen (3.7, 3.9, 4.8) und damit Informationstransparenz zu steigern sowie Informationsasymmetrien abzubauen (3.4 und 4.1). Der resultierenden Steigerung der Komplexität (3.2) ist durch die Selbststeuerung in den Projekten, der Standardisierung von Verfahren (3.11), der Unterstützung von Kooperation und Kommunikation (3.2) sowie der Ausgestaltung des Systems als internetbasierter Plattform (3.9) zu begegnen.

FS 2 – Fortlaufend soll das System die Ermittlung, Priorisierung und Auswahl von Entscheidungsoptionen unterstützen.

Die Entscheidungsgrundlage ist durch eine Ermittlung und transparente Bereitstellung der relevanten Entscheidungsfaktoren Ressourcenverfügbarkeit, Errichtungsdauer sowie Bedarfe vorzubereiten (1.5, 1.8, 4.1 und 4.8). Durch die Abbildung von Wechselwirkungen (3.5) und einer optimierten und effizienten Ressourcenallokation (4.1) ist eine Priorisierung zur Entscheidungsfindung (3.5) anzubieten. Eine nachfolgende Auswahl und Kommunikation ist durch eine transparente Darstellung der Lösung des Zielkonflikts (4.8) zu unterstützen.

FS 3 – Fortlaufend soll das System die projektübergreifende Ressourcenallokation unterstützen.

Die Ziele einer projektübergreifenden Ressourcenallokation und gemeinschaftlichen Ressourcennutzung sind in der Bündelung und Abstimmung von Bedarfen und Kompetenzen, der Risikominimierung, dem effizienten Einsatz von Ressourcen sowie der Koordination und Priorisierung zwischen den Wechselwirkungen zu benennen (1.6, 2.3, 2.4, 2.6, 3.5 und 4.1). Hierzu sind die Kosten für Ressourcen und Lagerflächen, die Errichtungszeit und die Verfügbarkeit der Ressourcen (1.5 und 1.8) einzubeziehen und die Ressourcen im Sinne eines Ressourcenpools zu verwalten (4.10).

FS 4 – Zyklisch sollen durch das System Pläne erstellt und angepasst werden.

Die Planerstellung bedarf der Einbeziehung von Errichtungszeiten, Ressourcenverfügbarkeiten, Wettereinflüssen sowie einer kollaborativen Zusammenarbeit im Abstimmungs- und Entstehungsprozess (1.5, 1.8, 2.2 und 2.7). Dynamische und wetterbedingte Anpassungen, die Einbeziehung verlässlicher und transparenter Prognosen, die Erfassung und Behebung von Engpässen sowie die schnelle Reaktion auf Planabweichungen kennzeichnen die kollaborative Plananpassung (1.9, 2.2, 3.3, 4.3 und 4.4).

FS 5 – Fortlaufend sind durch das System relevante Informationen zu erfassen, zu verarbeiten und zu verbreiten.

Der Abbau von Informationsasymmetrien und Unsicherheiten (3.4 und 4.1), die frühzeitige Engpassbehebung (4.3), die Abstimmung zwischen den Partnern zur Planung und Steuerung (2.2, 2.8 und 4.4) sowie die Lösung von Zielkonflikten (4.8) innerhalb des Netzwerks (1.9) bedürfen einer fortlaufenden, zielorientierten und echtzeitnahen Erfassung, Verarbeitung und transparenten Bereitstellung von Prognosen sowie Status- und Planungsinformationen (1.9, 3.3 und 4.8). Diese ist über die Projektphasen, Ebenen und Systemgrenzen hinweg zu realisieren (3.7 und 3.11).

Eine Aggregation der Anforderung an den Umgang mit Informationen innerhalb des Netzwerk der Errichtungsphase der OWE ist in den drei nachfolgend dargestellten übergeordneten Anforderungen vorzunehmen:

IN 1 – Die Einhaltung der Informationspolitik soll über das gesamte Netzwerk unterstützt werden.

Das vorrangige Ziel einer gemeinschaftlichen Informationspolitik innerhalb des Netzwerks stellt die Grundlage für die Schaffung einer hohen Informationstransparenz über die Projekte, ihre Phasen sowie die Ebenen (strategisch, taktisch und operativ) hinweg dar (3.7, 3.11 und 4.1). Hierzu sind in die nötigen Informationen zielgerichtet, hinsichtlich des Gegenstands und dem Akteur, sowie echtzeitnah zu erfassen, zu verarbeiten und bereitzustellen (4.5, 4.7 und 4.8). Die Informationsqualität stellt hierbei einen wichtigen Faktor

dar, welche durch den Anteil an redundanten und nützlichen Informationen gekennzeichnet ist (4.7).

IN 2 – Eine fortlaufende und echtzeitnahe Erfassung der relevanten Informationen ist sicherzustellen.

Die relevanten Informationen innerhalb der Errichtungsphase der OWE sind die Umweltfaktoren, die technischen und logistischen Einflussfaktoren, die Schiffsspezifika sowie die Verfügbarkeit der Ressourcen und die Prozessfortschritte, welche zielorientiert und echtzeitnah zu erfassen sind (1.7, 1.8, 1.9, 4.5 und 4.8). Im Kontext der OWP-projektübergreifenden Betrachtung sind darüber hinaus die Kompetenzen der einzelnen Akteure zu erfassen (2.6).

IN 3 – Eine fortlaufende und echtzeitnahe Bereitstellung der relevanten Informationen ist sicherzustellen.

Die Informationsbereitstellung, welche das Ziel einer hohen Transparenz und eines exakten Lagebildes innehat (3.4 und 3.5), stellt die Grundlage für die Planung sowie für die Planänderungen über die Grenzen von Wertschöpfungsketten, Portfolios, Programmen und Projekten dar (1.6). Durch die echtzeitnahe und zielorientierte Bereitstellung von Prozess- und Planfortschritten sowie der Verfügbarkeit und der Bedarfe von Ressourcen (1.6, 1.8, 4.4 und 4.8) ist eine dynamische, wetterabhängige Plananpassung sowie die Ermittlung und Bereitstellung von verlässlichen und transparenten Prognosen möglich (1.9 und 3.3). Hierbei besteht die Hauptaufgabe in der zielgerichtet Bereitstellung der nötigen und relevanten Informationen für alle Akteure (4.5 und 4.8).

Das Zusammenführen der Anforderungen hinsichtlich der Ausgestaltung einer projektübergreifenden und lieferkettenweiten Zusammenarbeit sowie der Implementierung des avisierten Ansatzes führen zu den nachfolgenden übergeordneten Anforderungen:

ZA – Die Gestaltung der Zusammenarbeit hat die Verbindung einer kollaborativen Gestaltung und kooperativen Errichtung innerhalb des avisierten Ansatzes zu unterstützen.

Die Verbindung einer kollaborativen Gestaltung, welche die Abstimmung, Planung und Steuerung der logistischen Prozesse umfasst (2.2), mit der kooperativen Errichtung, welche die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen fokussiert (2.3), stellt das übergeordnete Ziel des avisierten Ansatzes dar. Die gesteigerten Anforderungen der Abstimmung, Kommunikation, Kooperation, Planung und Steuerung (2.7 und 3.2) innerhalb der nötigen horizontal, vertikal und komplementär auszugestaltenden Kooperationen ermöglichen die Steigerung der Errichtungsleistung und unterstützen die Bedarfsermittlung, die Risikominimierung und den Materialfluss (2.4 und 2.5). Eine phasenübergreifende Kooperation ermöglicht die Bündelung von Bedarfen und Kompetenzen sowie der Verschmelzung

von Aufgaben und Funktionen (2.6 und 2.9). Dies bedarf für die Gestaltung der Zusammenarbeit gemeinsamer Ziele, Strategien und Leitbilder, eines gemeinschaftlichen Verständnisses von Kooperation, Informationssicherheit und -Vertraulichkeit sowie der strengen Einhaltung von Prozessen und Verfahren (3.13).

- IA – *Die Implementierung hat die übergeordneten Ziele des avisierten Ansatzes zu unterstützen.* Die Verbesserung der Informationslage und der -qualität stellen eine essenzielle Grundlage für die Umsetzung des avisierten Ansatzes dar (3.10). Dies umfasst auch die Einbindung der informellen Kommunikation (3.11) und führt zu dem Bedarf der Gestaltung und Einhaltung einer gemeinsamen Informationspolitik sowie der Standardisierung von Verfahren und Prozessen (3.11 und 4.8). Hierzu sind organisatorische Rahmenbedingungen zu schaffen, welche eine organisatorische Einbindung sicherstellen (3.10, 3.11 und 4.6) sowie einen Rahmen zum Einbringen von Engagement und dem Willen zur Zusammenarbeit fördern (4.6). Darüber hinaus sind für die Implementierung mögliche Hemmnisse und Ängste proaktiv anzugehen (3.12) und der Betrachtungsrahmen, welcher den Gros des Informationsaustausches sowie die logistischen Objekte umfasst, sukzessive zu erweitern (4.11). Den Hemmnissen und Ängsten ist durch vertrauensvolle Verhältnisse, gemeinsame Zielen, Strategien, Visionen und Leitbilder sowie ein gemeinsames Kooperations-, Informationssicherheits- und -vertraulichkeitsverständnis und der Einhaltung von Prozessen und Verfahren zu begegnen (3.10, 3.13 und 4.6).

Neben diesen ermittelten übergeordneten Anforderungen der Konzeption ist für die Umsetzung eines unterstützenden IT-Systems auf die Qualitätsanforderungen der ISO/IEC 25000 zu verweisen. Hierbei stehen im Kontext eines lieferketten- und projektübergreifenden Systems für die Errichtungsphase der OWE folgende Qualitätsanforderungen im Vordergrund:

- QA 1. Anpassungsfähigkeit: Sukzessive Erweiterung von Objekten und Informationen (4.11)
- QA 2. Modularität: Verbindung von kollaborativer Gestaltung und kooperativer Errichtung und parallele Beteiligung einzelner Akteure an unterschiedlichen OWP-Projekten (2.1 und 4.9)
- QA 3. Vertraulichkeit: Durch die Einhaltung einer gemeinsamen Informationspolitik, den Aufbau eines vertrauensvollen Verhältnisses und den bewussten Umgang mit Hemmnissen (3.10, 3.11 und IN 1)
- QA 4. Zeitverhalten: Schnelle Reaktion durch echtzeitnahe Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung der relevanten Informationen (1.6, 1.9, IN 2 und IN 3)

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Ausgehend von den übergeordneten Anforderungen sowie den genannten Qualitätsanforderungen an eine informationstechnische Umsetzung lassen sich die Erkenntnisse der Anforderungsdefinition sowie der Beitrag zur Forschungsfrage zwei, wie in der nachfolgenden Abbildung 36 dargestellt, zusammenfassen:

Kapitel 5.2.1	Kapitel 5.2.2	Kapitel 5.2.3	Kapitel 5.2.4
Anwendungsfallorientierte Betrachtung einer kooperativen Errichtung	Verbindung einer kollaborativen Logistikgestaltung und einer kooperativen Errichtung	der Verbindung einer lieferkettenweiten und einer projektübergreifenden Gestaltung der Errichtungslogistik	Integration der gemeinschaftlichen Nutzung und Bereitstellung von Ressourcen und Information

Übergeordnete Anforderungen:

- PG 1 – Die Prozessgestaltung hat die übergeordneten Ziele des avisierten Ansatzes zu unterstützen.
 PG 2 – Die Prozessgestaltung ist an den identifizierten Rahmenbedingungen auszurichten.
 PG 3 – Die Prozessgestaltung hat sämtliche identifizierten Einflussfaktoren einzubinden.
 PG 4 – Teilfunktionen des avisierten Ansatzes sind prozesseitig abzubilden.
 FS 1 – Die Gestaltung des Systems ist auf die Rahmenbedingungen einer kooperativen und kollaborativen Errichtungslogistik auszurichten.
 FS 2 – Fortlaufend soll das System die Ermittlung, Priorisierung und Auswahl von Entscheidungsoptionen unterstützen.
 FS 3 – Fortlaufend soll das System die projektübergreifende Ressourcenallokation unterstützen.
 FS 4 – Zyklisch sollen durch das System die Pläne erstellt und angepasst werden.
 FS 5 – Fortlaufend sind durch das System relevante Informationen zu erfassen, zu verarbeiten und zu verbreiten.
 IN 1 – Die Einhaltung der Informationspolitik soll über das gesamte Netzwerk unterstützt werden.
 IN 2 – Eine fortlaufende und echtzeitnahe Erfassung der relevanten Informationen ist sicherzustellen.
 IN 3 – Eine fortlaufende und echtzeitnahe Bereitstellung der relevanten Informationen ist sicherzustellen.
 ZA – Die Gestaltung der Zusammenarbeit hat die Verbindung einer kollaborativen Gestaltung und kooperativen Errichtung innerhalb des avisierten Ansatzes zu unterstützen.
 IA – Die Implementierung hat die übergeordneten Ziele des avisierten Ansatzes zu unterstützen.

Qualitätsanforderungen an eine informationstechnische Umsetzung :

QA 1 – Anpassungsfähigkeit QA 2 – Modularität QA 3 – Vertraulichkeit QA 4 – Zeitverhalten

Beitrag zur Forschungsfrage 2:

Kooperations- und Kollaborationsprozess zwischen den Akteuren von parallelen OWE-Projekten zur gemeinsamen Ressourcennutzung mit dem Ziel der Effizienzsteigerung

- Grundlage der Gestaltung bilden die Ansätze des CPFRRs, die Gestaltungsbereiche des MPMs sowie die Einzelprojektbetrachtung.
- Der Prozess ist systemgrenzenübergreifend (Wertschöpfungskette, Portfolio, Programm, Projekt und Projektphase) zu gestalten und die Wechselwirkungen sind zu verdeutlichen.
- Eine fortlaufende Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung von relevanten Informationen ist in einem materialflussorientierten und zyklischen Prozess übergreifend abzubilden.
- Sämtliche Einflussfaktoren (dynamische Wettereinflüsse, Bedarfe der Akteure, Ressourcenverfügbarkeiten sowie technische und logistische Einflüsse) sind in den entsprechenden Prozessschritten einzubeziehen.
- Sämtliche Aufgaben (Abstimmungs- und Aushandlungsprozess, Planung und Steuerung, Optimierung der Ressourcenallokation, Ermittlung und Auswahl von Optionen sowie die des PMs und des MPMs) sind prozesseitig abzubilden.
- Die Verbindung und die Schnittstellen der kollaborativen Gestaltung und der kooperativen Errichtung sowie die organisatorische Einbindung sind im Prozess abzubilden.

Abbildung 36: Erkenntnisse der Anforderungsdefinition und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2

5.3 Konzeption

Basierend auf den Ergebnissen der vorangestellten Kapitel umfasst dieses Kapitel die Konzeption des avisierten Ansatzes einer kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE. Der Ansatz gliedert sich in drei Bereiche, welche in der nachfolgende Abbildung 37 dargestellt sind, und orientiert sich an dem Ansatz vom System über den Prozess hin zur Technologie. Hierbei bildet ein übergeordnetes Phasenkonzept (Kapitel 5.3.1) die oberste Ebene, welches die Teilbereiche verdeutlicht. Nachfolgend werden die Prozesse der Gestaltung und operativen Umsetzung einer projektübergreifenden und lieferkettenweiten Errichtung der OWE innerhalb der einzelnen Phasen im Rahmen des Prozesskonzepts konkretisiert und beschrieben (Kapitel 5.3.2). Die dritte Ebene liefert die Systemarchitektur, welche die Grundlage für eine Überführung der dargestellten Prozesse in den nachfolgenden Entwurf einer IT-seitigen Umsetzung zur Unterstützung des Ansatzes in Kapitel 5.4 bildet (Kapitel 5.3.2).

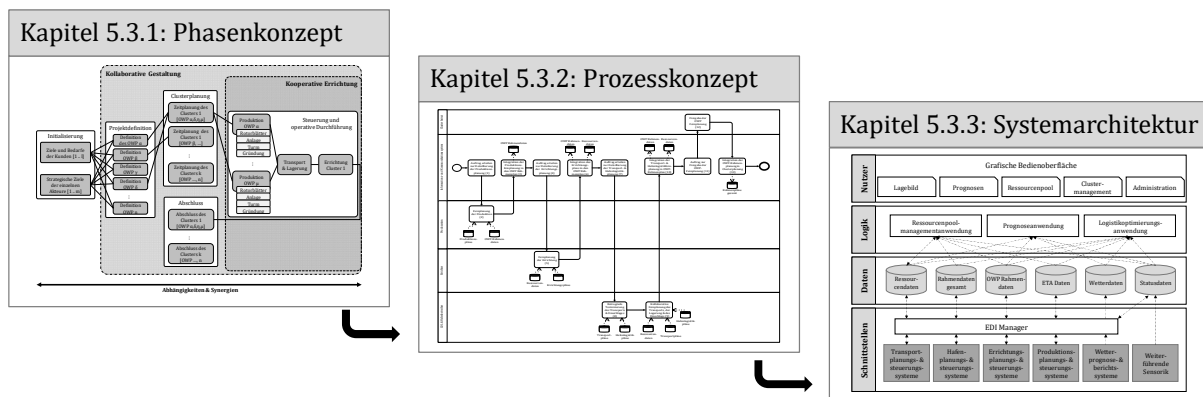


Abbildung 37: Ebenen der Konzeption für den Ansatz einer kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE

5.3.1 Phasenkonzept einer lieferketten- und projektübergreifenden Errichtungslogistik

Ausgehend von den Phasen des MPM (siehe Kapitel 4.2.2) sind für den Ansatz einer kollaborativen und kooperativen Errichtungslogistik fünf Phasen zu benennen. Beginnend mit den individuellen Bedarfen und Ziele der Akteure im Netzwerk folgen die Definition und Planung einzelner OWP-Projekte und -Cluster in der zweiten und dritten Phase des Konzepts. Cluster bilden hierbei eine Mehrzahl von OWPs, welche bedingt durch ihre räumliche Nähe, den beteiligten Akteuren, der Anlagentechnologie und / oder weiterer gemeinschaftlicher Eigenschaften der Projekte kollaborativ und kooperativ geplant und errichtet werden. Basierend auf der Planung der Cluster und OWPs stellt die Steuerung der Produktion, des Transports und der Errichtung die vierte Phase dar. Die letzte Phase umfasst den Abschluss der kollaborativen Gestaltung und kooperativen Errichtung des Clusters. Über alle Phasen hinweg bestehen, im Kontext der clusterweiten Betrachtung, Synergien und Abhängigkeiten, sowohl innerhalb eines OWPs und eines Clusters, als auch über die Cluster hinweg. Im Kontext einer projektübergreifenden Betrachtung sind die Phasen der Definition, der Planung und des Abschlusses sowie die Steuerung der Produktion, des Transports

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

und der Errichtung kollaborativ zu gestalten, um die Grundlage für eine kooperative Errichtung und eine gemeinschaftliche Ressourcennutzung zu ermöglichen (siehe Anforderungen PG 2 und ZA). Die Abbildung 38 gibt einen Überblick über das Phasenkonzept. Die Inhalte sowie die Gestaltungsbereiche einer lieferketten- und projektübergreifende Planung und Errichtung innerhalb der einzelnen Phasen werden nachfolgend näher erläutert.

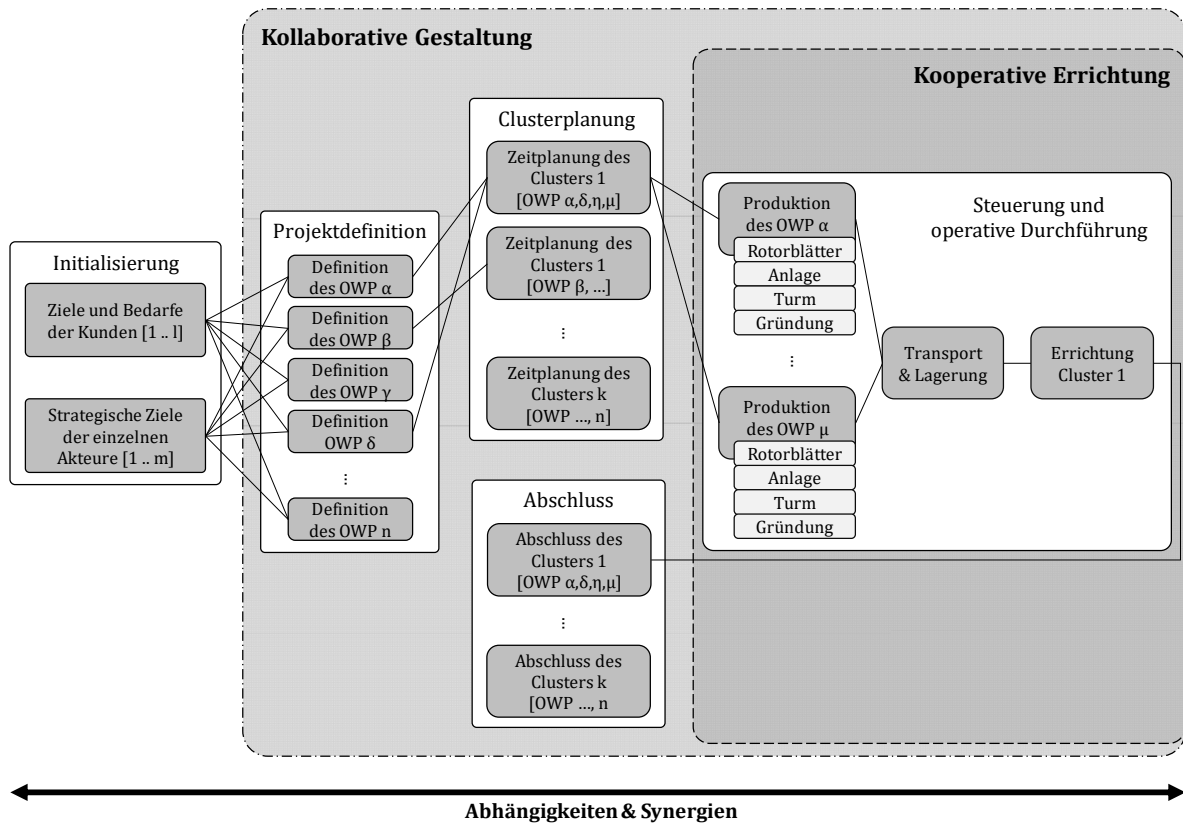


Abbildung 38: Phasenkonzept einer kollaborativen und kooperativen Errichtung der OWE

Die **Initialisierung** neuer OWP-Projekte basiert auf den Bedarfen und Zielen der Kunden⁹ sowie den strategischen Zielen der einzelnen Akteure, welche an der Produktion, am Transport und an der Errichtung der OWE beteiligt sind. Auf Seiten der Kunden ist hierbei die Ausgestaltung der Integration eines neuen Projekts in das eigene bestehende Programm auf der Grundlage der eigenen Ziele voranzustellen. Weiter sind Abhängigkeiten und Synergien mit bestehenden OWPs vorrangig für die nachfolgende Phase des Betriebs des OWPs zu identifizieren. Diese können beispielsweise in einer gemeinsamen Nutzung von Transportressourcen oder der Ersatzteilhaltung bestehen. Die strategischen Ziele der an der Produktion und Errichtung der OWE beteiligten Akteure umfassen u.a. die Entwicklung der Produktions- und Errichtungskapazitäten.

⁹ Ein Kunde kann hierbei sowohl eine Betreibergesellschaft, als auch ein Projektierer sein, welcher den OWP nachfolgend veräußert.

Der Zeitkorridor, welcher für die Errichtung des OWPs durch den Kunden angestrebt wird, stellt den Ausgangspunkt der **Projektdefinition** dar. Mit dieser zeitlichen Vorstellung sowie den Eckdaten des Windparks sind Produktions-, Transport- und Errichtungsressourcen zu definieren, potenzielle Partner sowie mögliche Cluster zu identifizieren und die individuellen Kapazitäten der einzelnen Akteure sowie vorrangig der Engpassressourcen mit den Bedarfen abzugleichen. Hier steht im kollaborativen Ansatz die Ermittlung von Abhängigkeiten und Synergien zwischen Ressourcen, Akteuren sowie anderen OWPs innerhalb und außerhalb des Clusters im Fokus der Projektdefinition. Hierzu sind Strukturen nötig, welche zielgerichtete, zeitnahe und kollaborative Auswahl- und Entscheidungsprozesse unterstützen. Diese bedürfen bei mehreren Akteuren je Rolle einer eindeutigen Definition der späteren kooperativen Zusammenarbeit, um eine kollaborative Gestaltung zu ermöglichen.

Die nachfolgende **Clusterplanung** umfasst die Ausgestaltung der groben Rahmenpläne, welche innerhalb der Phase der Projektdefinition entwickelt wurden, sowie die Integration dieser zu umfassenden und clusterweiten Plänen. Hierzu bedarf es der individuellen Detaillierung der Produktions-, der Transport- sowie der Errichtungsplanung der einzelnen Akteure im Netzwerk und der Synthese dieser zu einer umfassenden Detailplanung des OWPs und des Clusters. Bedingt durch die Abhängigkeiten der nachfolgenden Prozesse haben die Produktions- und Errichtungspläne eine priorisierte Stellung in der kollaborativen Gestaltung der kooperativen Errichtung gegenüber den Transportplänen inne. Die Identifikation, die Generierung und die Umsetzung von Synergien, vorrangig hinsichtlich des Einsatzes und der Auslastung der Engpassressourcen, stellen neben der Auswahl und Priorisierung der Aufträge sowie der Ermittlung des jeweiligen Nutzens der Beteiligten an dem OWP-Projekt die relevanten Gestaltungsbereiche dieser Phase dar.

Die vierte Phase des Konzepts beinhaltet die **Steuerung** der operativen Produktion, des Transports und der Lagerung sowie der Errichtung. Ausgehend von der Produktion der einzelnen Komponenten, welche durch die jeweiligen Produktionspläne definiert, durch Wechselwirkungen mit anderen Aufträgen beeinflusst und durch die Ermittlung der Einhaltung der Zielvorgaben konkretisiert wird, sind der Transport und die Lagerung sowie die Errichtung, bedingt durch die Ermittlung von alternativen Plänen bei Produktionsverzug oder der Optimierung der Errichtungspläne des Clusters auf der Grundlage von Wettereinflüssen oder weiteren Verzögerungen, durch einen kooperativen Charakter gekennzeichnet. Folglich ist auf der Grundlage von Prognosen und resultierenden Abhängigkeiten ereignisorientiert zu ermitteln, welche Akteure zu welchem Zeitpunkt, an welchem Ort, welchen Auftrag operativ bearbeiten. Dies bedarf einer vollständigen Informationstransparenz hinsichtlich der aktuellen und geplanten Aktivitäten und der Ressourcennutzung, welches wiederum zu einer deutlichen Reduktion der Risiken der zentralen Planung und Steue-

rung auf der Grundlage einer gemeinsamen Datengrundlage führt. Durch diese fortlaufende Anpassung der operativen Pläne werden zukünftige Aktivitäten beeinflusst, welches zu dem Bedarf der unmittelbaren Bereitstellung von Statusinformationen für alle Beteiligte führt.

Die fünfte und damit letzte Phase bildet der **Abschluss** eines Clusters bzw. eines OWPs. Hierbei steht der Informationsaustausch hinsichtlich Verbesserungspotenzialen im Fokus, welcher für zukünftige Vorhaben genutzt werden kann. Des Weiteren ist der Nutzen eines OWP-Projekts für den einzelnen Akteur zu ermitteln und die Entwicklung des Ressourcenpools zu diskutieren.

5.3.2 Prozessmodell einer kollaborativen Logistikgestaltung für die kooperative Errichtungsl Logistik der Offshore-Windenergie

Aufbauend auf das vorangestellte Phasenkonzept werden nachfolgend die Prozesse innerhalb der Phasen¹⁰ beschrieben. Auf der Ebene eines OWP-Projekts werden die dargestellten Phasen nacheinander durchlaufen. Durch die Wechselwirkungen mit anderen OWP-Projekten innerhalb des Clusters gestaltet sich der Ansatz auf Cluster-Ebene jedoch zyklisch. Die Prozessgestaltung fußt auf dem in Kapitel 3.4.3 beschriebenen Prozesskonzept des standardisierten Material- und Informationsflusses der Errichtung eines OWPs, dem Modell des CPFs (siehe Kapitel 4.1.1) sowie den Gestaltungsbereichen und Phasen des MPMs (siehe Kapitel 4.2.2) und bezieht die Rahmenbedingungen der Errichtung der OWE mit ein (siehe 3.3.2 und Anforderungen PG 2 und PG 3). Dies bildet die Grundlage für jegliche übergreifende Entscheidung sowie Ermittlung der Wechselwirkungen zwischen den Projekten und Phasen (siehe Anforderungen FS 2 und PG 4).

Ausgehend von der Phase der Initialisierung erfolgt in der Phase der **Projektdefinition** zu Beginn eine erste grobe Definition des avisierten OWPs durch den Kunden (siehe Abbildung 39). Hierbei werden die Rahmendaten des Projekts definiert, welche u.a. die geografische Lage, die Anzahl und Größe der Anlagen, die Ressourcenbedarfe der Errichtung, die beteiligten Partner sowie den zeitlichen Horizont der Produktion und Errichtung umfassen (1). Hieran schließt sich eine Integration dieses OWP Rahmenplans in die Langzeitclusterplanung durch das System an (2). Ausgehend von dieser projektübergreifenden Planungsgrundlage erfolgt durch das System weiter die Ermittlung von Ressourcenengpässen sowie die Identifikation von Synergien bei der Ressourcennutzung durch den Abgleich mit bereits im Cluster befindlichen OWPs. Hierzu sind, neben den bestehenden Informationen aus dem vorangegangenen Prozessschritt, die Daten sämtlicher im Ressourcenpool befindlichen Ressourcen einzubeziehen, welche neben der Verfügbarkeit u.a. auch mögliche Beladungsszenarien sowie Prozesszeiten und -geschwindigkeiten beinhalten (3). Eine nachfolgende kollaborative Entscheidung über die Aufnahme des OWPs in das Cluster erfolgt durch den Clusterbeirat, welcher aus Vertretern der beteiligten Akteure gebildet wird (4). Ausgehend

¹⁰ Die Phase der Initialisierung wird nicht näher beschrieben, da diese akteursindividuelle Prozesse umfasst und nicht Gegenstand der kollaborativen Gestaltung und der kooperativen Errichtung sind.

von der positiven Entscheidung über die Integration des OWP in das Cluster folgt die kollaborative Entwicklung der Kooperationsvereinbarung. Dieser Subprozess orientiert sich an den Aktivitäten der Entwicklung der Kooperationsvereinbarung des CPFrs, welche in Kapitel 4.1.1 beschrieben und in Abbildung 24 dargestellt wurden. Die Beschlussfassung der Kooperationsvereinbarung geht in die Rahmendaten des Clusters ein (5).

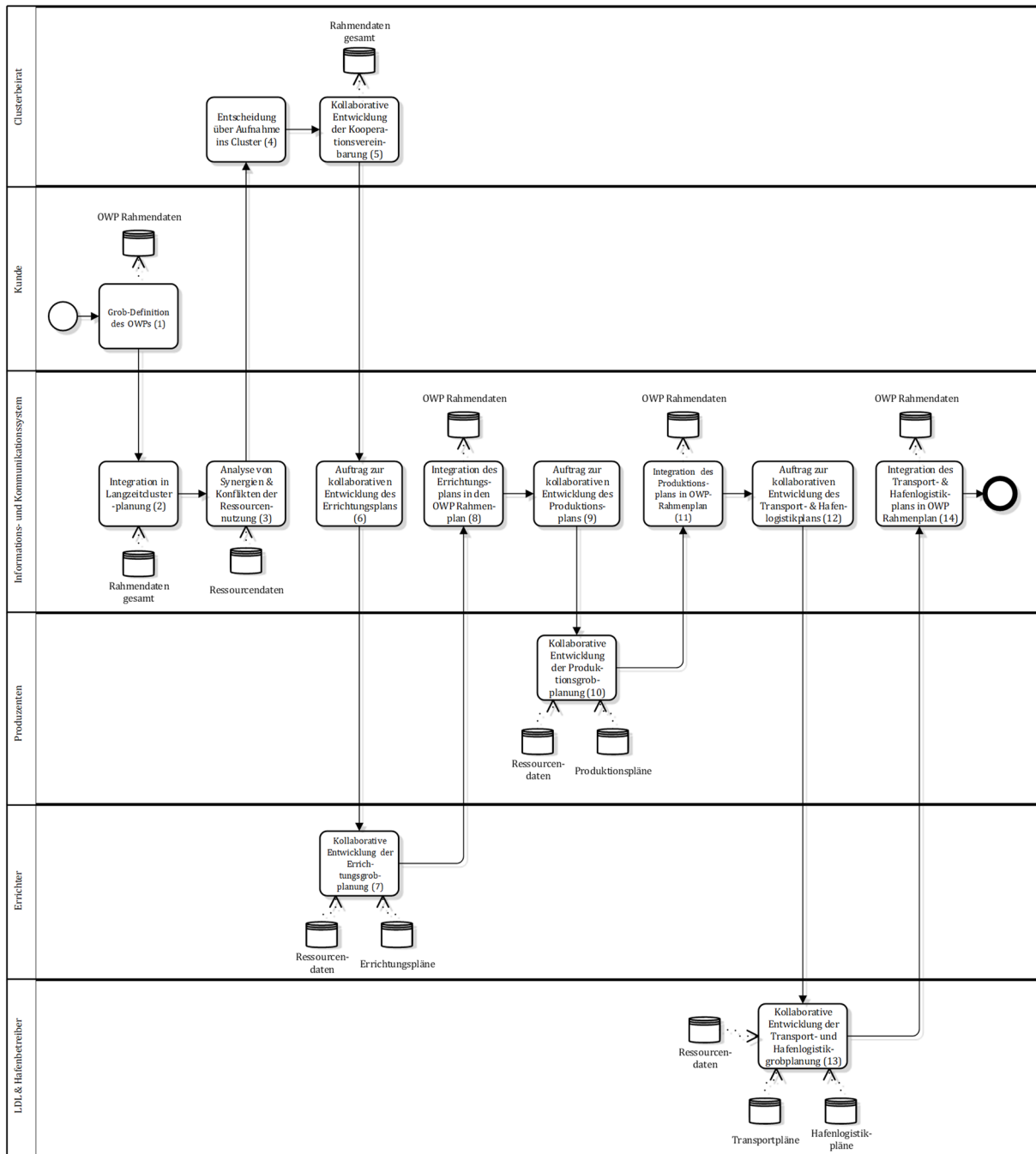


Abbildung 39: Teilprozess – Projektdefinition

Nachfolgend werden die Grobplanung für Produktion, Transport und Errichtung durch die jeweiligen Akteure vorgenommen und der Rahmenplan des OWP sukzessive detailliert beschrieben (6-14) (siehe Anforderung FS 4). Bedingt durch den Charakter der Engpassressource stellt die

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Planung der Errichtung den Ausgangspunkt der Grobplanung dar. Bedingt durch die avisierte kooperative Errichtung erfolgt die Planung kollaborativ zwischen den beteiligten Errichtern. Für die Planung sind die Ressourcendaten sowie die Errichtungspläne einzuziehen und anzupassen (7). Auf der Grundlage des angepassten OWP Rahmenplans durch die Grobplanung der Errichtung erfolgt im Anschluss die Grobplanung der Produktion. Bedingt durch die Vielzahl an Komponenten, welche zu einem durch die Errichtungsplanung definierten Zeitpunkt bereitstehen müssen, sowie dem Zusammenwirken der an der Produktion beteiligten Akteure hat die Grobplanung der Produktion gemeinschaftlich zu erfolgen. Hierzu sind die einzelnen Produktionspläne abzustimmen und anzupassen sowie eine gemeinschaftliche Ressourcenallokation vorzunehmen (10). Der Abschluss der Projektdefinition wird durch die kollaborative Entwicklung und nachfolgende Integration der Grobplanung der Transport- und Hafenlogistik gebildet. Hierzu sind auf der Grundlage des OPW Rahmenplans der Ressourcenkapazitäten und der -bedarfe sowie der Pläne der beteiligten Akteure die Transporte, die Umschläge sowie die Lagerung kollaborativ und retrograd zu planen (13).

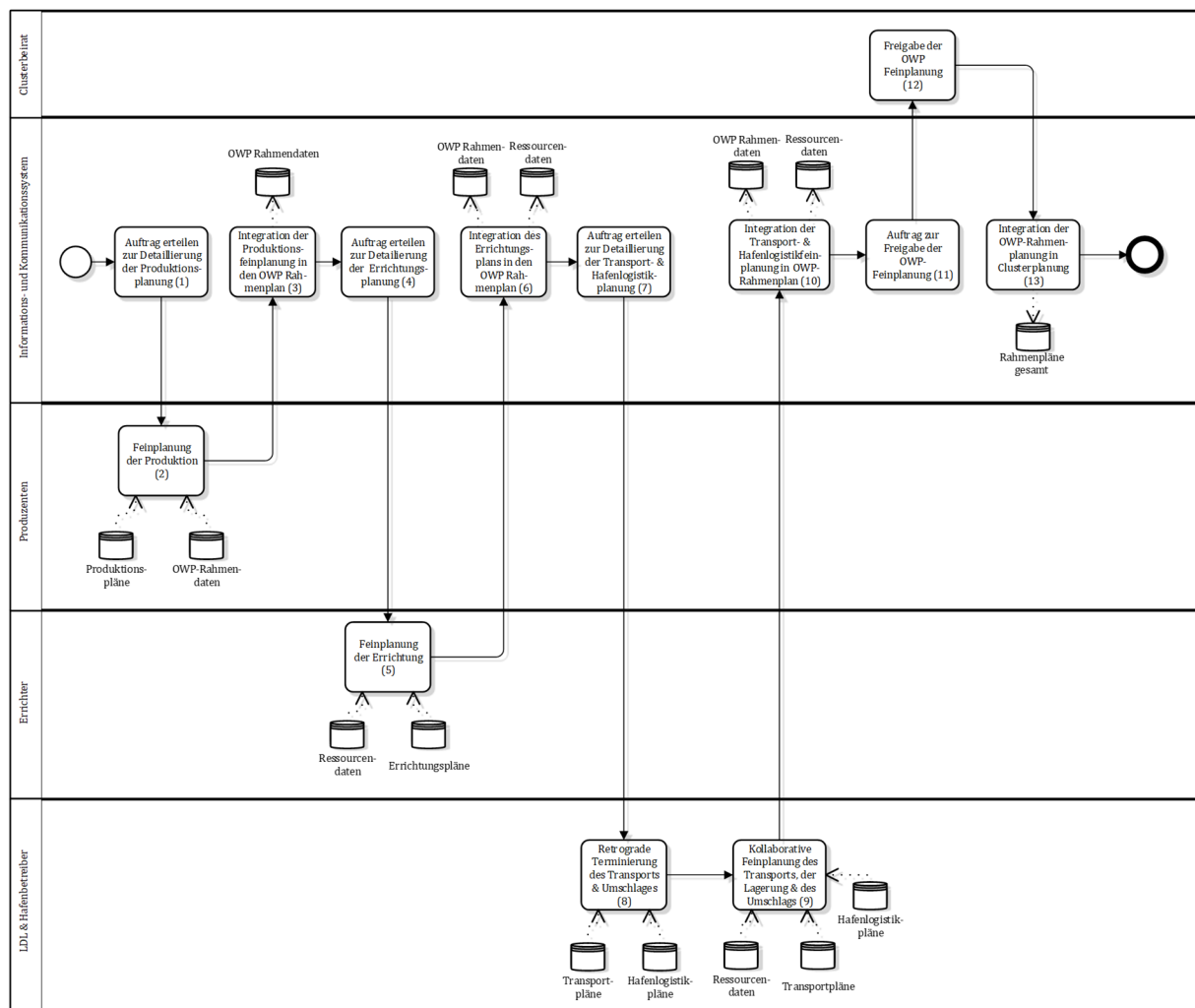


Abbildung 40: Teilprozess – Clusterplanung

Der Teilprozess der **Clusterplanung**, welcher in der vorangestellten Abbildung 40 dargestellt ist, umfasst die weitere Detaillierung der OWP Rahmendaten hin zu einer Feinplanung und die Integration dieser zu einer Clusterplanung (siehe Anforderungen FS 4 und PG 4). Der Ablauf dieses Teilprozesses orientiert sich an den Schritten der Projektdefinition (siehe Schritt 6-14 des Teilprozesses Projektdefinition). In der Clusterplanung ist der Planungsumfang durch den zeitlichen Horizont jedoch deutlich umfangreicher und die Wechselwirkungen sind zwischen den einzelnen OWP-Projekten innerhalb des Clusters deutlich größer. Ausgehend von der Produktionsfeinplanung und der Errichtungsfeinplanung (1-6), welche durch die jeweiligen Akteure erfolgt, erfolgt die Logistikfeinplanung (7-10). Der Beginn dieser stellt eine retrograde Terminierung des Transports und des Umschlages dar, welcher durch die Feinplanung des Transports, der Lagerung sowie des Umschlages erweitert wird (8-9). Die Feinplanung der LDL und der Hafenbetreiber werden nachfolgend in den OWP Rahmenplan integriert (10). Den Abschluss des Teilprozesses bilden die Freigabe der OWP-Feinplanung durch den Clusterbeirat sowie die Integration des OWP Rahmenplans in den Clusterrahmenplan (11-13).

Den dritten Teilprozess stellt die **Steuerung der Produktion und des Vorlaufes** dar, welche in den nachfolgenden Abbildung 41 und 42 dargestellt wird. Durch einen fortlaufenden Abgleich von Statusinformationen der Produktion, welche durch die Produzenten manuell oder durch entsprechende Sensorik automatisch erfasst und bereitgestellt werden, und den avisierten Zielwerten, welche durch Grenzwerte innerhalb des OWP Rahmenplans beschrieben sind, ist eine frühzeitige Ermittlung von produktionsbedingten Verzögerungen für den nachfolgenden Transport der Komponenten vom Produzenten zum Hafen durch das System möglich (1-2). Die Folge einer ermittelten Abweichung stellt eine Anpassung der OWP Rahmenplanung dar (siehe Anforderung FS 4), welche die Analyse der Abweichung und Prioritäten, die Ermittlung von Alternativen, die Entscheidung über die Anpassung sowie die Anpassung der betroffenen und nachfolgenden Prozesse umfasst (3-6). Durch die Analyse der Priorität des jeweiligen Auftrages und der Auswirkungen auf die Folgeprozesse wird die Grundlage für eine nachfolgende Ermittlung von Alternativen ermittelt. Die Analyse erfasst auf der Grundlage der Clusterfeinplanung auch die Auswirkungen auf andere OWPs innerhalb des Clusters (3). Folglich sind bei der anschließenden Ermittlung von Alternativen OPW-projekt- und akteursinterne sowie -übergreifende Szenarien zu ermitteln und zu bewerten (4). Auf dieser Grundlage sind durch den Clusterbeirat Entscheidungen über eine Plananpassung zu treffen (5). Ausgehend von dieser Entscheidung sind die tangierten Prozesse der jeweiligen Feinplanung kollaborativ anzupassen. Dieser Subprozess der Plananpassung orientiert sich an den Prozessschritten der Phase der Clusterplanung und ist im Anhang B dargestellt (6). Mit der Bereitstellung der Komponenten durch den Produzenten zur Abholung erfolgt durch das System eine Überprüfung der Wetterprognose für den geplanten Verladezeitraum (7-8). Mit einer

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

negativen Bewertung der Situation erfolgt für den Transportauftrag sowie für die nachfolgenden Prozesse eine Plananpassung (9).

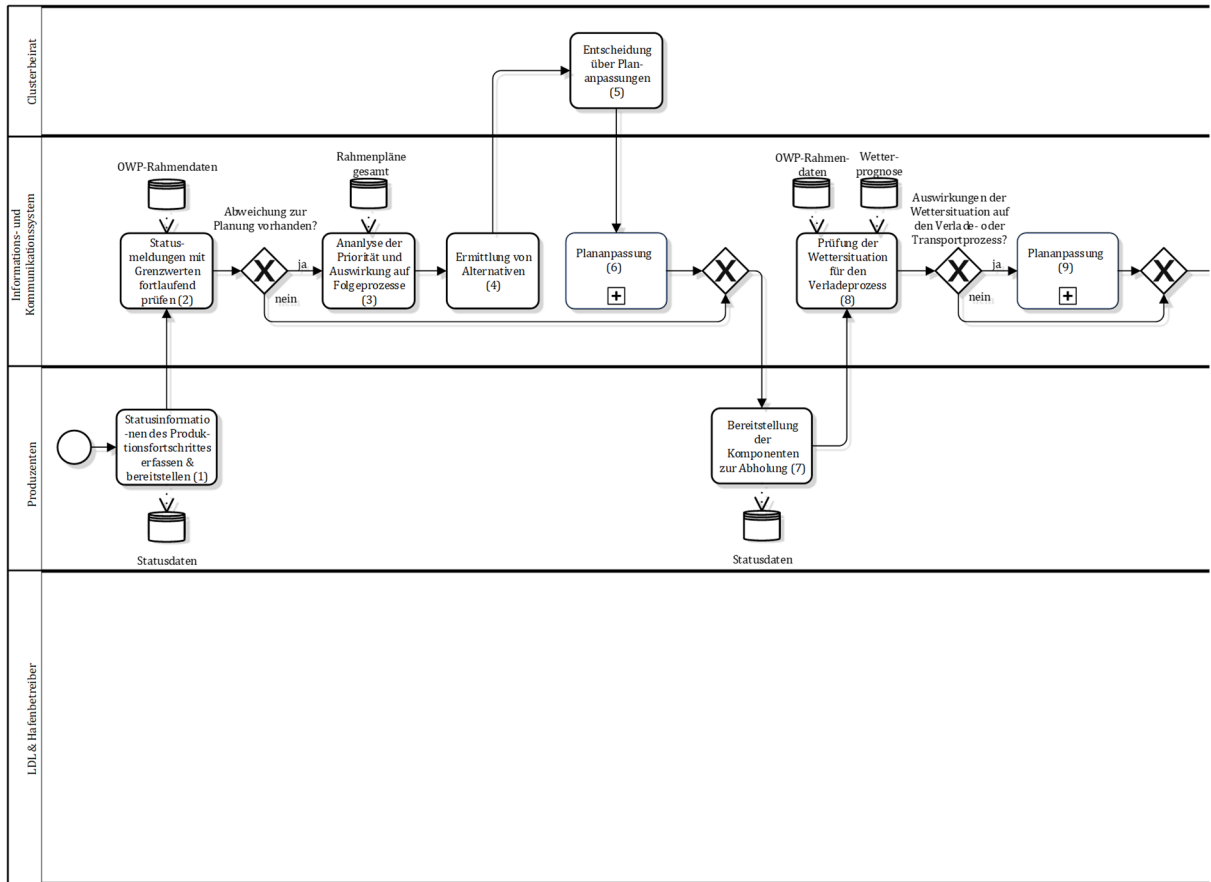


Abbildung 41: Teilprozess - Steuerung Produktion und Vorlauf (1/2)

Nach der Erteilung eines Auftrages zur Abholung der Komponenten (10) erfolgt durch den LDL eine Bereitstellung der nötigen Transportressourcen (11). Die nachfolgende Verladung der Komponenten führt zu weiteren Statusinformationen (12). Mit dem Abschluss der Verladung werden fortlaufend zum Transport der Komponenten ETA-Daten durch den LDL generiert, welche darüber hinaus auch den Zeitraum der Ressourcennutzung konkretisieren (13). Mit der Ankunft der Transportressource am Hafen differenziert sich der Prozess hinsichtlich des nachfolgenden Umschlags, welcher entweder direkt auf das IV oder auf die Lagerfläche des Hafens erfolgt (14-15).

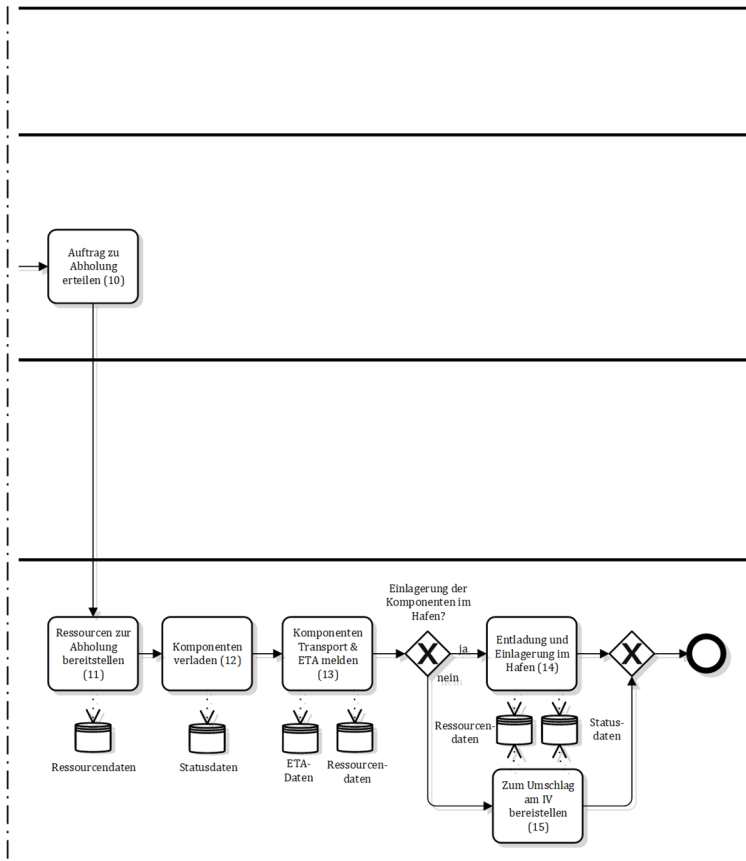


Abbildung 42: Teilprozess – Steuerung Produktion und Vorlauf (2/2)

Die operativen Prozesse des Transports in das Baufeld und der **Errichtung** sowie deren Steuerung beginnen mit der Bereitstellung von ETA-Daten durch den Errichter bei der Abfahrt aus dem Baufeld zum Hafen (1). Ausgehend von diesen ETA-Daten, den Ressourcendaten, den Rahmendaten des OWPs und des Clusters sowie der Wetterprognose für den nächsten Installationszeitraum werden für das IV potentielle Aufträge mit hohem Nutzen für das Cluster ermittelt (2). Beinhalten diese Aufträge nicht den avisierten Auftrag des IVs folgte eine Entscheidung über eine Anpassung der Pläne durch den Clusterbeirat sowie eine nachfolgende Anpassung der Pläne der beteiligten Akteure (siehe hierzu Subprozess Plananpassung im Anhang B) (3-4). Mit der Bereitstellung der Komponenten zur Verladung auf das IV, welche für den nächsten Auftrag benötigt werden, werden entsprechende Statusmeldungen erzeugt (5). Eine anschließende Überprüfung der Wettersituation für den Verladeprozess führt zu einer etwaigen weiteren Plananpassung (6-7).

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

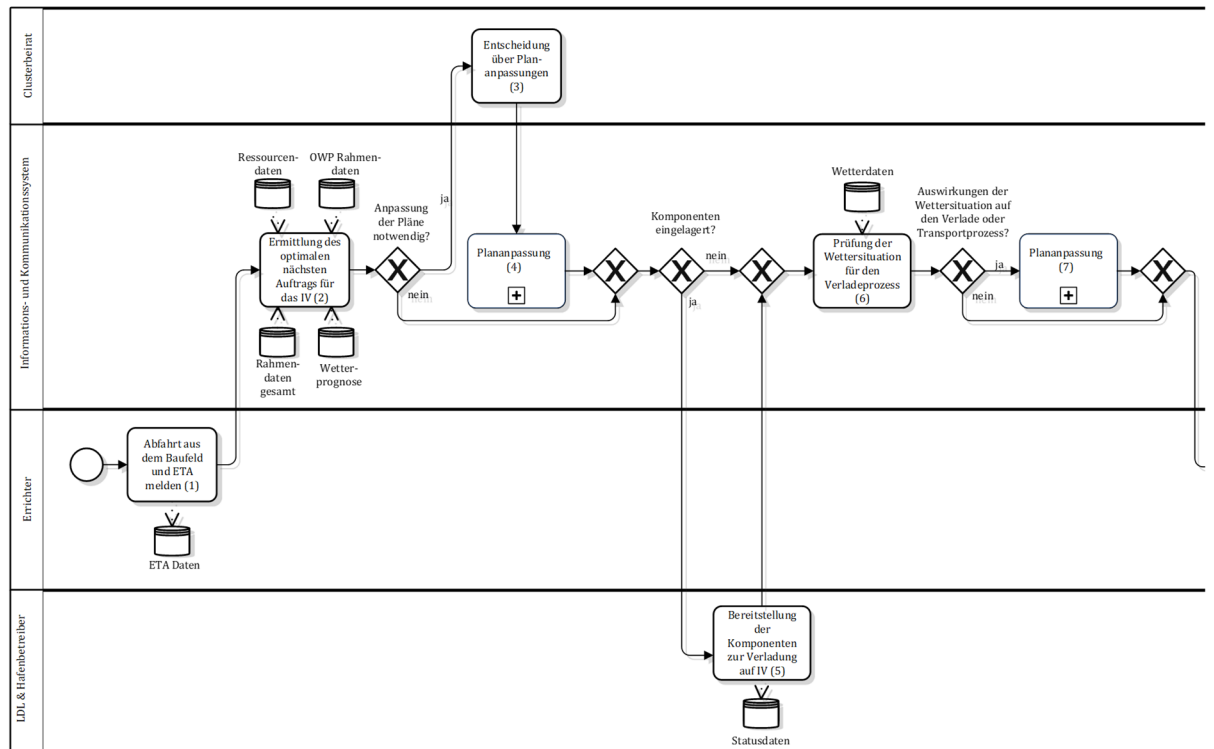


Abbildung 43: Teilprozess – Errichtung (1/2)

In Anschluss an die nachfolgende Verladung der Komponenten auf das IV erfolgen der Transport ins Baufeld und die zyklische Sendung von aktualisierten ETA-Daten (8-9). Mit dem Erreichen des Baufelds werden sowohl die Wetterprognose für den nachfolgenden Errichtungsprozess, als auch eine Überprüfung des nötigen Equipments durchgeführt. Negative Ergebnisse dieser Prüfungen führen zu einer Anpassung der Errichtungspläne sowie der zeitlich nachfolgenden Prozesse (13) (siehe Anforderung FS 4). Die nachfolgende Installation der Komponenten führt zu weiteren Statusmeldungen (14). Die Prozesse von der Überprüfung der Wettersituation des Equipments bis zur Installation der Komponenten erfolgt bis zum Abschluss der Arbeiten im Baufeld in einer Schleife (11-14).

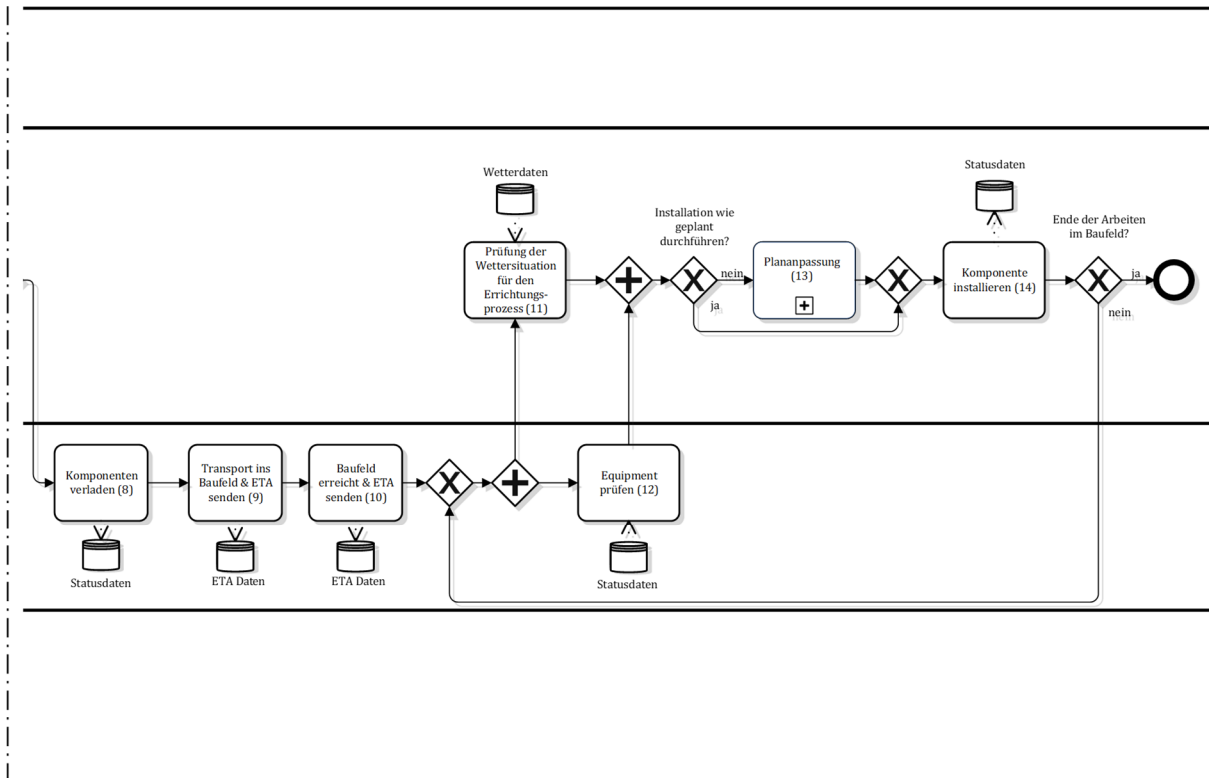


Abbildung 44: Teilprozess - Errichtung (2/2)

5.3.3 Systemarchitektur

Ausgangspunkt der Systemarchitektur stellen die Datenpools auf der Datenebene dar, welche im vorangestellten Kapitel innerhalb der Prozesse aufgeführt wurden. Diese umfassen die Ressourcen-, die ETA-, die Wetter- und die Statusdaten sowie die Rahmendaten der OWP's sowie der Gesamtheit. Die Ressourcendaten beinhalten hierbei sämtliche relevante Informationen zu den im Netzwerk bereitgestellten und genutzten Logistikressourcen. Die ETA-Daten umfassen die avisierten Ankunftszeiten dieser Logistikressourcen. Diese Daten bilden nachfolgend für die Prognose und Plananpassung die Grundlage. Die Wetterdaten stellen eine qualitative Aufbereitung der aktuellen Situation sowie der Prognosen dar, welche nach Gegenstand und Position individuell abgerufen werden können. Die Aggregation der prozessbezogenen Daten, welche für die Anpassung sämtlicher Planungen die Basis liefert, erfolgt im Pool der Statusdaten. Die Daten liefern die Grundlage für die übergreifende Entscheidungsfindung und Kommunikation (siehe Anforderungen FS 2 und PG 4) Diese Datenebene stellt die Verbindung mit externen Informationsquellen sowie der darüber liegenden Logik- und Nutzerebene dar.

Die Grundlage der Datenerfassung liefern vorrangig externe Systeme sowie die prozessintegrierte Sensorik. Erstere stellen neben Wetterinformationssysteme vorrangig Planungs- und Steuerungssysteme dar, welche bedingt durch die individuellen Anforderungen der jeweiligen Akteure divergent sowohl in ihrer Oberfläche, als auch in der Datenstruktur sind. Eine Harmonisierung und Standardisierung dieser Vielzahl von Systemen, welches die Grundlage für eine konfliktfreie und

echtzeitnahe Datenerfassung darstellen kann, würde die Umsetzung einer kollaborativen Logistikgestaltung erheblich erschweren und den Aufwand exponentiell steigern. Mittels eines Elektronischer Datenaustausch (EDI)-Managers, welcher die Schnittstellen koordiniert, wird dieser Aufwand erheblich reduziert. Mögliche prozessintegrierte Sensoriken könnten Tracking-and-Tracing-Systeme für den Transport sowie Ansätze der automatischen Identifikation für die Lagerhaltung darstellen.

Die Logikebene umfasst die drei Anwendungen: Ressourcenmanagement-, Prognose- und Logistikoptimierungsanwendung. Für die Umsetzung des Ressourcen-Sharings stellt die Verwaltung der Ressourcen den entscheidenden Gegenstand dar. Hierzu sind die Bedarfe und das Angebot gegenüberzustellen. Innerhalb einer IT-seitigen Umsetzung stellt eine Ressourcenmanagementanwendung, welche dieses Dilemma löst, eine nötige Komponente dar (siehe Anforderung FS 3). Darüber hinaus sind durch diese Anwendung die ökonomischen und rechtlichen Belange abzubilden. Ausgehend von Prozessrestriktionen, aktuellen und prognostizierten Prozess- sowie Wettersituationen liefert eine Prognoseanwendung, auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeiten, ein Abbild der Zukunft, welches der Planung ermöglicht frühzeitig auf Abweichungen zu reagieren. Die dritte Anwendung liefert die Grundlage für die übergeordnete Zielstellung der Reduktion der Errichtungszeit und deren Kosten. Durch die zentrale und fortlaufende Ermittlung einer optimalen Nutzung der Logistikressourcen über die OWP-Grenzen hinweg liefert die Logistikoptimierungsanwendung einen wichtigen Baustein für die Schaffung eines Mehrwerts durch eine lieferketten- und projektübergreifende Gestaltung der Errichtungslogistik.

Auf der Nutzerebene liefert die grafische Benutzeroberfläche eine nutzerorientierte Bereitstellung der relevanten Daten und liefert Unterstützung bei der Planung und Steuerung der Prozesse. Die grafische Benutzeroberfläche wird nachfolgend in Kapitel 5.4 im Zuge der prototypischen Umsetzung näher erläutert. Die nachfolgende Abbildung 45 bildet diese beschriebene Systemarchitektur ab.

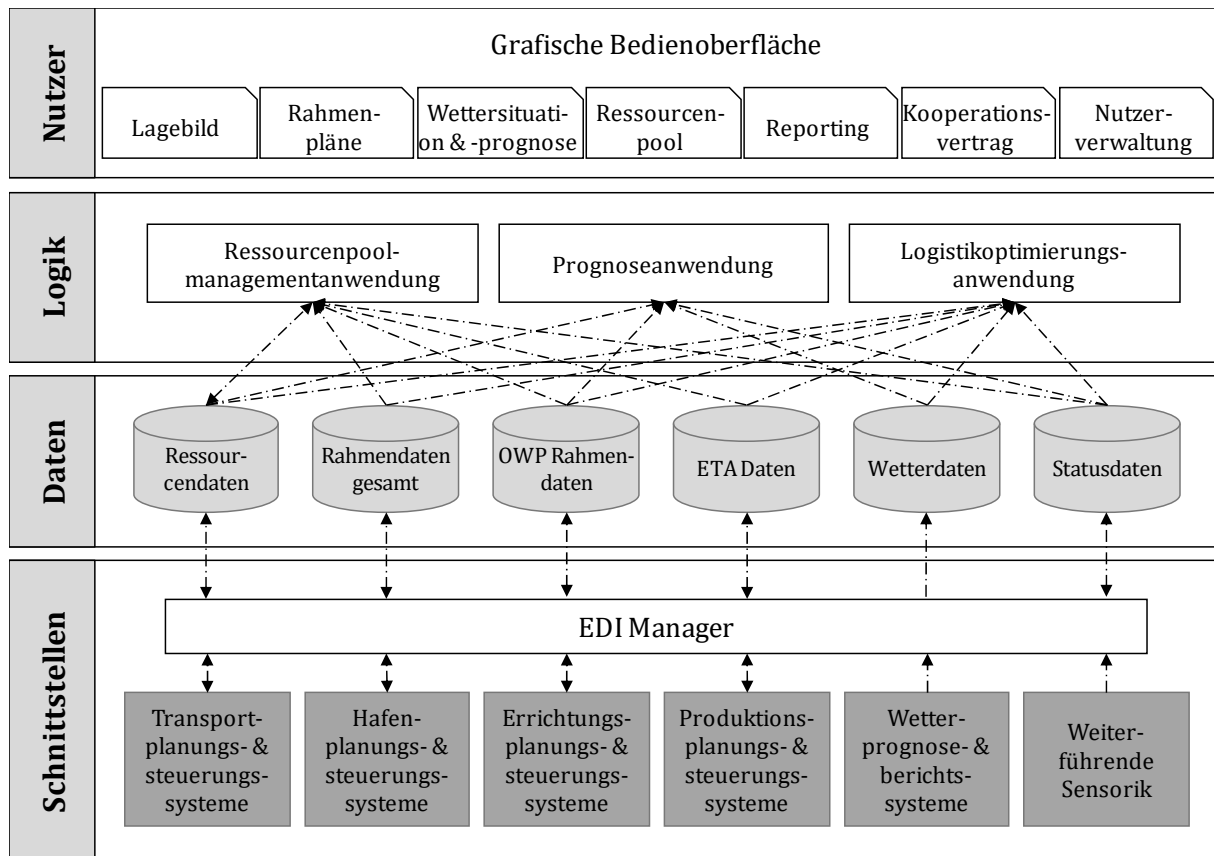


Abbildung 45: Systemarchitektur

5.3.4 Zwischenfazit

Ausgehend von der Entwicklung des Phasenkonzepts (Kapitel 5.3.1) auf der Grundlage der in Kapitel 5.2 erarbeiteten Anforderungen und den Grundlagen des MPMs (siehe Kapitel 4.2) sowie der nachfolgenden Ausgestaltung der nötigen Prozesse (Kapitel 5.3.2), welche durch die Prozesse des CPFs (siehe Kapitel 4.1) sowie der lieferkettensorientierten Betrachtung der Errichtungsphase der OWE (siehe Kapitel 3.4) beeinflusst worden, sind die nötigen Informationen und Funktionen eines unterstützenden Systems entwickelt worden. Im Rahmen dieses Kapitels ist weiter die Systemarchitektur für ein unterstützendes System präsentiert worden, welches die kollaborative und kooperative Errichtung der OWE in einem projekt- und lieferketteübergreifenden Ansatz fördert (siehe Anforderung PG 1). Die Erkenntnisse dieser Bereiche der Konzeption sind zusammen mit den Beiträgen dieser Systemarchitektur zur Beantwortung der Forschungsfrage zwei und der Fragenkomplexe zwei und drei in der nachfolgenden Abbildung zusammengefasst.

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

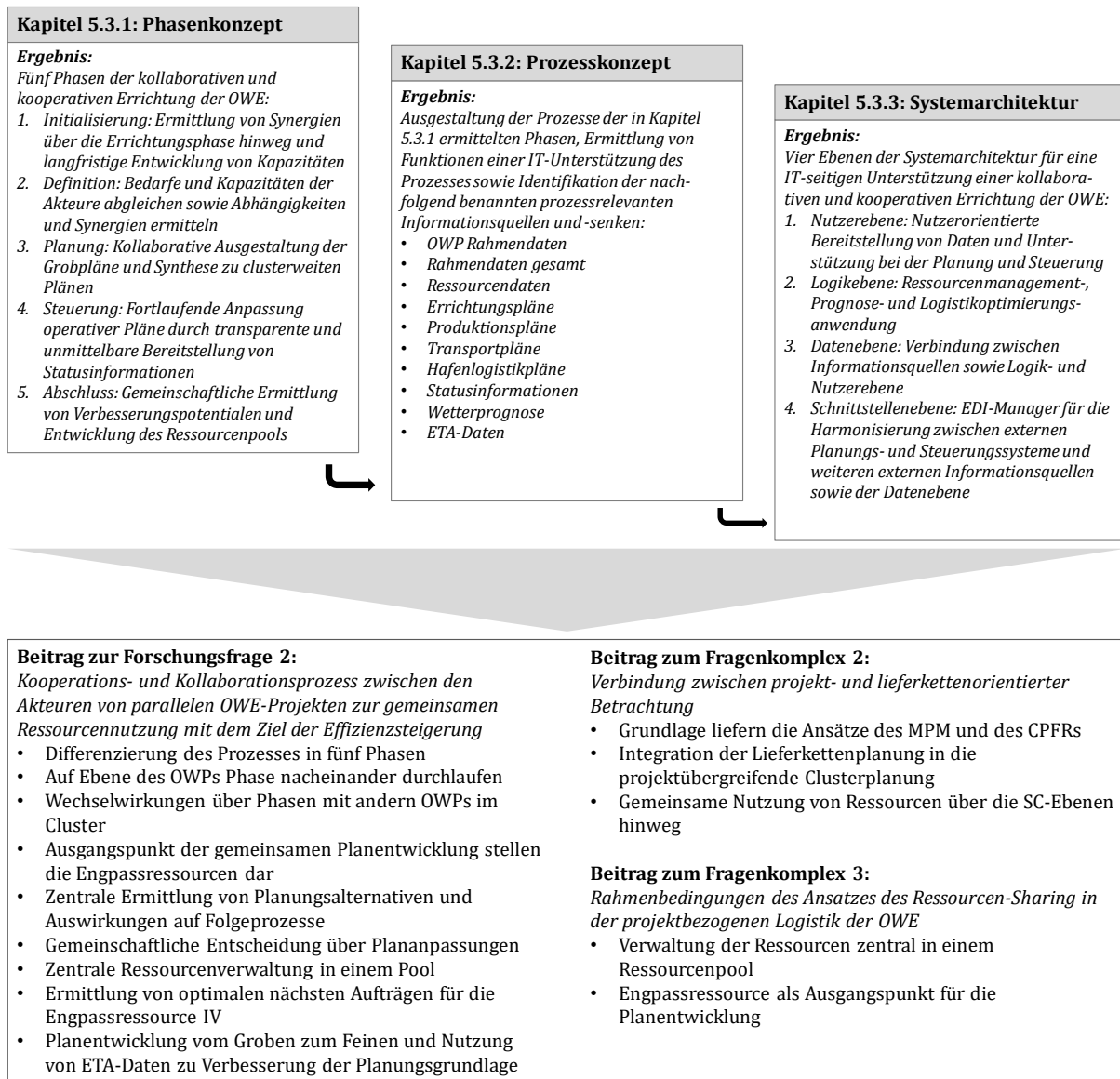


Abbildung 46: Erkenntnisse der Konzeption und Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 sowie den Fragenkomplexen 2 und 3

5.4 Entwurf einer prototypischen Umsetzung

Nachfolgend wird der Entwurf einer prototypischen Umsetzung der IT-seitigen Unterstützung des Ansatzes einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung als Websystem (siehe Anforderung FS 1) beschrieben, welcher auf der vorangestellten Konzeption und vorrangig der Nutzer-Ebene der beschriebenen Systemarchitektur (siehe Kapitel 5.3.3) basiert. Hierzu werden nachfolgend die Struktur (dargestellt in der Abbildung 47) und die nötigen Oberflächen (prototypische Umsetzung der Bedieneroberflächen siehe Anhang C) sowie die zugrundeliegende Datenbankstruktur (siehe abschließende Abbildung 48) beschreiben.

Das System ist in sieben Bedieneroberflächen strukturiert, denen eine Benutzeranmeldung voransteht. Die erste Bedieneroberfläche – **Lagebild** – stellt die Informationen des aktuellen Standes der operativen Tätigkeiten für den Akteur dar. Darüber hinaus werden aktuelle Meldungen sowie die einzelnen Aufgaben, welche neben den operativen Tätigkeiten auch die kollaborative Mitarbeit an der Entwicklung der Kooperationsvereinbarung bzw. der Planentwicklung sowie -anpassung umfassen, nutzerdifferenziert dargestellt (siehe Anforderung FS 1). Durch die Schnittstellen mit externen Planungs- und Steuerungssystemen der einzelnen Akteure werden die nötigen Informationen und Plananpassungen zielgerichtet und zeitnah integriert und bereitgestellt (siehe Anforderung FS 4).

Die Bedienoberfläche **Rahmenpläne** orientiert sich an einer tabellarischen Projektmanagementoberfläche und ermöglicht die Darstellung der einzelnen OWP-Pläne sowie des gesamten Rahmenplans eines einzelnen Clusters. Hierbei sind die einzelnen Tätigkeiten durch eine ID, ihre Benennung, den Zeitraum der Bearbeitung sowie den zugehörigen OWP, OWEA, Komponente und Akteur definiert. Ein Status des Fortschrittes der einzelnen Tätigkeit wird durch die Wahrscheinlichkeit für die zeitliche Einhaltung erweitert. Dies wird auf der Grundlage von ETA- sowie Fortschrittsdaten, welche durch externe Planungs- und Steuerungssysteme sowie weiterführender Sensorik gewonnen werden, konkretisiert. Der Status kann durch den jeweiligen Akteur auch in diesem Plan angepasst werden.

Durch die Definition der Lokation, der Ressource und des Zeitraumes kann die **Wettersituation und -prognose** innerhalb des gleichnamigen dritten Bereichs der Bedienoberfläche in tabellarischer Form konfiguriert werden. Durch die Bestimmung der Ressource werden spezifische Auswirkung der Situation auf die jeweilige Ressource Schiff präsentiert (siehe Anforderung FS 4). Neben der tabellarischen Darstellung ermöglicht eine Kartenansicht eine Übersicht über die verschiedenen Wettersituationen in den einzelnen OWPs. Hieran schließt sich die Oberfläche des **Ressourcenpools** an. Durch einen engen Austausch mit einer Ressourcenmanagementanwendung werden die Daten in dieser Oberfläche verwaltet. Hierzu wird die avisierte Ressourcennutzung, hinsichtlich ihres Zeitraumes, der aktuellen Position der Ressource, des Nutzers und des

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

Status beschrieben. Weiter können Ressourcenbedarfe durch diese Oberfläche an eine Ressourcenmanagementanwendung kommuniziert sowie Information über einzelne Ressourcen eingeholt werden. Letzteres lässt sich hinsichtlich des Ressourcentyps, des Status, der Ressourcen-ID sowie des Akteurs differenzieren. Dies ermöglicht die OWP-übergreifende Optimierung der Ressourcenallokation (siehe Anforderung FS 1).

Mittels der Oberfläche des **Reportings** lassen sich logistisch motivierte Auswertungen hinsichtlich der Auftragserfüllung und der Ressourcennutzung durchführen. Die Aufträge lassen sich hierbei hinsichtlich des zugehörigen Windparks, der Tätigkeit, des Zeitraums und des Status differenzieren. Für die Auswertung der Ressourcennutzung ist dies durch die Ressource, den jeweiligen OWP, einem definierten Zeitraum sowie des Nutzers möglich. Mittels eines Exports dieser Analyse können die Ergebnisse für die weitere Verarbeitung genutzt werden.

Der vorletzte Bereich, welcher die Entwicklung eines clusterspezifischen **Kooperationsvertrags** unterstützt, liefert sowohl ein Arbeitsplan, als auch eine Historie der kollaborativen Entwicklung des Kooperationsvertrages. Durch die Benennung des Gegenstandes, welcher die Aufgabe eines bestimmten Nutzers an der Weiterentwicklung der Vereinbarung umfasst, des Status dieser Aufgabe, des betreffenden Akteurs sowie des Zieldatums lassen sich die einzelnen Tätigkeiten bei der Vertragsentwicklung definieren. Durch die Benennung einer nachfolgenden Tätigkeit der Weiterentwicklung des Kooperationsvertrages ist eine Auftragsgenerierung möglich. Die Arbeitsversion ist hierbei in einer Cloud hinterlegt, welches die kollaborative Entwicklung des Kooperationsvertrags unterstützt. Die abschließende Bedieneroberfläche stellt eine **Nutzerverwaltung** dar, welche die Rolle und die Funktion eines Akteurs je OWP differenziert erfasst und darüber hinaus eine attributorientierte Akteurssuche ermöglicht. Die nachfolgende Abbildung fasst diese Struktur zusammen.

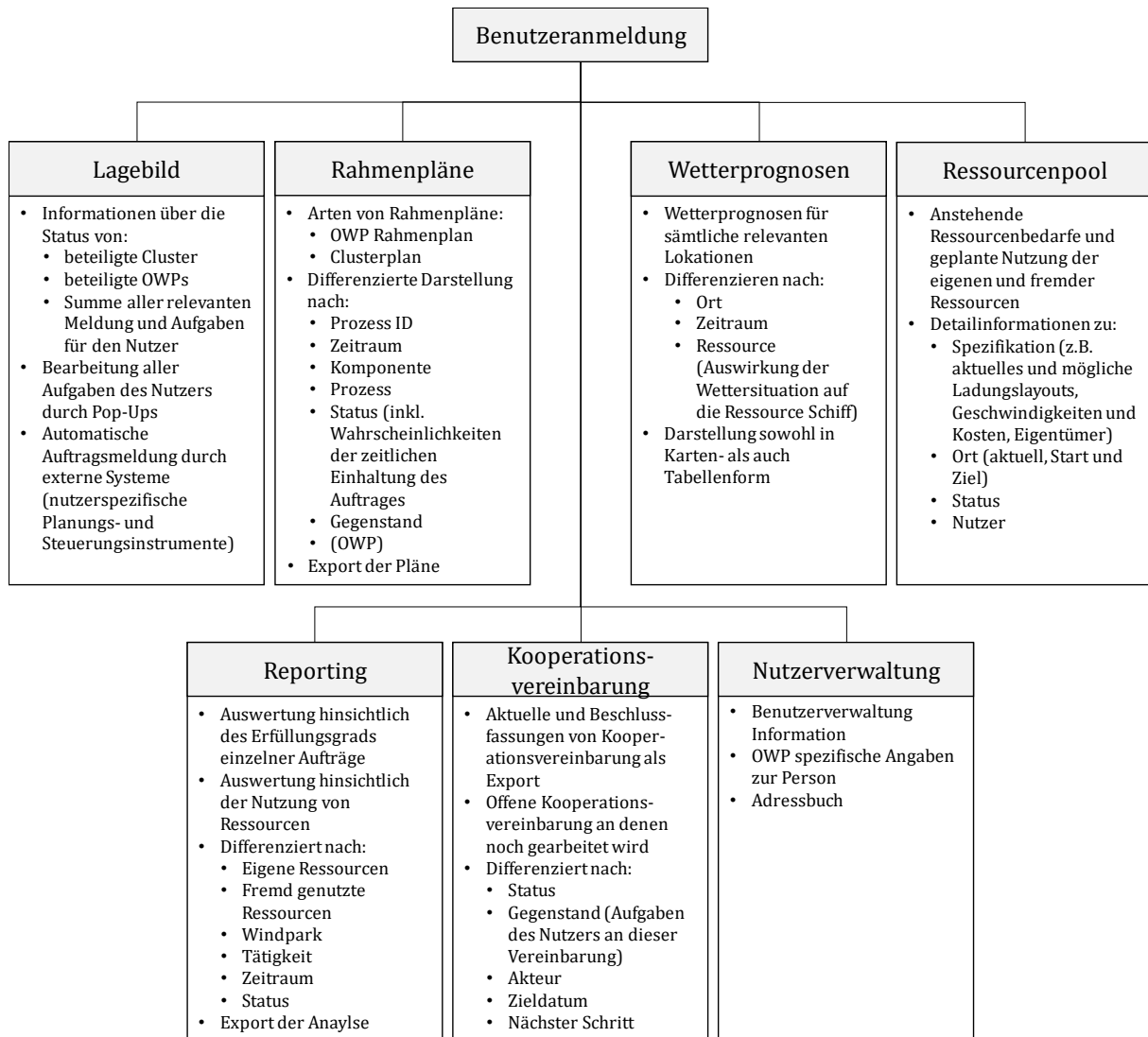


Abbildung 47: Struktur der Nutzeroberfläche

Wie in der Systemarchitektur in Kapitel 5.3.3 beschrieben wurde, stellt die Grundlage für die systemseitige Unterstützung eine zielgerichtete und echtzeitnahe Erfassung, Aufbereitung, Speicherung und Bereitstellung von Informationen dar (siehe Anforderungen FS 5, IN 1, IN3 und IN 3). Hierzu sind die nötigen Daten zentral zusammenzuführen, welches eine hohe Informationstransparenz ermöglicht (siehe Anforderung FS 1). Die nachfolgende Abbildung liefert hierfür sowie für die beschriebene Nutzeroberfläche die Datenbankstruktur. Hierbei stellen die Ressource, der Nutzer sowie der OWP die zentralen Elemente dar. Die Funktionen des Akteurs ist dabei auch maßgeblich durch den jeweiligen OWP bestimmt. Bedingt durch das Nutzer- als auch Eigentümerverhältnis zwischen Nutzer und Ressource wird dies sowohl über den Akteur (Eigentümer), als auch die Ressourcenbuchung (Nutzer) realisiert.

5 Konzeptionelle Entwicklung einer lieferketten- und projektübergreifenden kollaborativen Logistikgestaltung

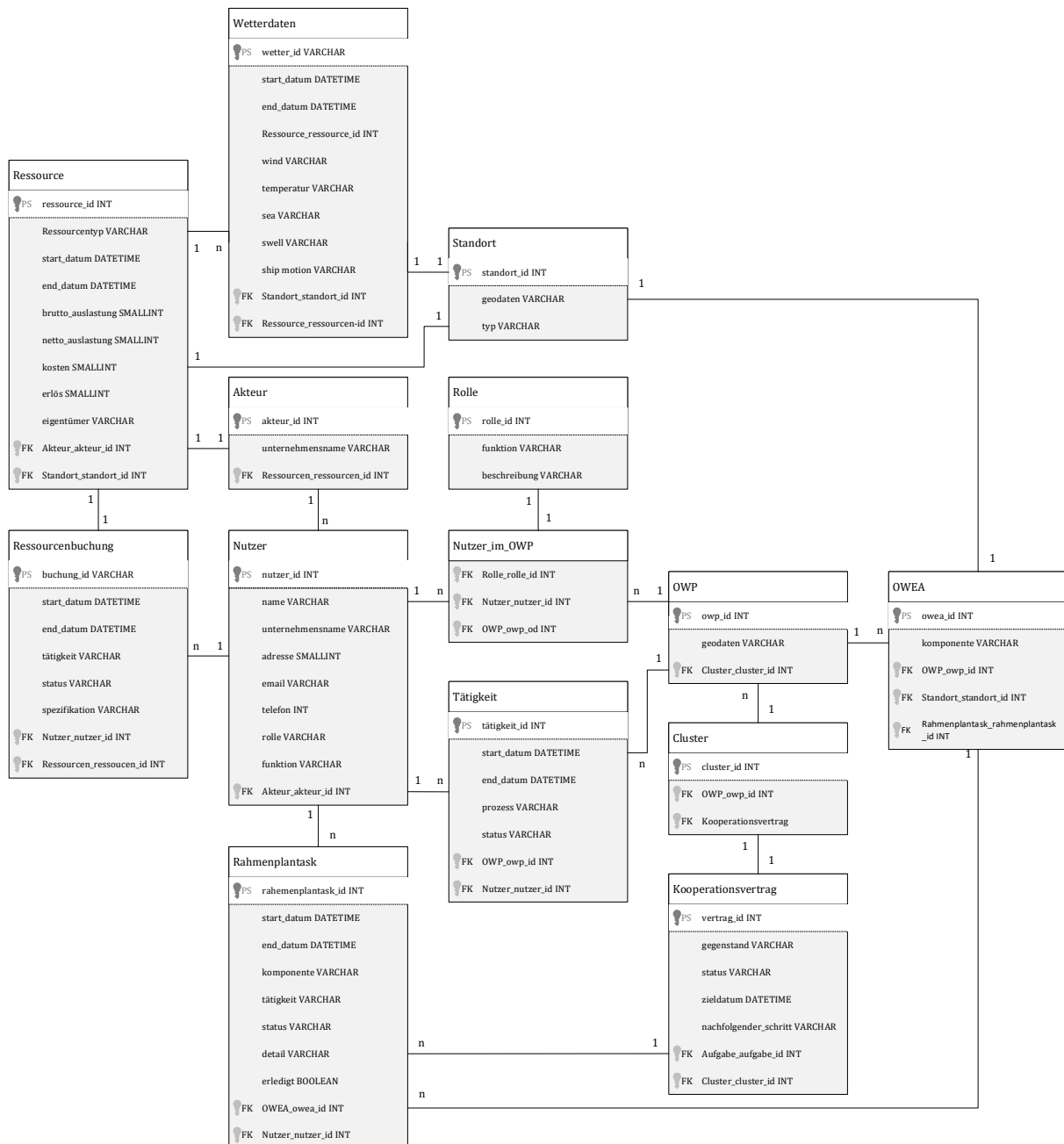


Abbildung 48: Datenbankstruktur einer IT-seitigen Umsetzung zur Unterstützung des entwickelten Ansatzes

Die dargestellten Strukturen der Nutzeroberfläche sowie der Datenbank liefern für die Forschungsfrage zwei sowie den Fragenkomplex vier folgenden Beitrag:

Beitrag zur Forschungsfrage 2:

Kooperations- und Kollaborationsprozess zwischen den Akteuren von parallelen OWE-Projekten zu gestalten zur gemeinsamen Ressourcennutzung mit dem Ziel der Effizienzsteigerung

- Aufgaben der einzelnen Akteure werden differenziert bereitgestellt
- Zuweisung von Aufträgen zu den einzelnen Akteuren und Nutzern sowohl für die operative Errichtung, als auch für den Planungsprozess

Beitrag zum Fragenkomplex 4:

Informationstechnische Unterstützung des Abstimmungsprozesses für eine gemeinsame Ressourcennutzung

- Abbildung der aktuellen Ressourcennutzung differenziert nach Attributen
- Ermittlung von freien Ressourcen
- Differenzierung nach Eigentümer und Nutzer einer Ressource

Abbildung 49: Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 und dem Fragenkomplex 4

6 Evaluation des entwickelten Ansatzes

Ausgehend von der Praxisrelevanz der Themenstellung, dem zugrundeliegenden Forschungsdesign sowie der wissenschaftlich geprägten Konzeption des vorliegenden Ansatzes erfolgt die Evaluation dessen mittels Experteninterviews. Diese Experten repräsentieren zum einen die relevanten Akteure des Errichtungsnetzwerks und zum anderen die entscheidenden Funktionen innerhalb der Unternehmen. Die Interviews orientieren sich an Szenarien, welche zusammen mit dem Aufbau sowie der Durchführung der Evaluation nachfolgend erläutert werden. Die erfassten Daten dieser empirischen Erhebung werden anschließend kontextsensitiv auf der Grundlage der benannten Fragestellungen beschrieben. Die nachfolgende Diskussion der Ergebnisse umfasst die in Kapitel 5.3.2 erarbeiteten Prozesse, den Entwurf einer prototypischen Umsetzung (siehe Kapitel 5.4) sowie die Erfolgsfaktoren einer kooperativen und kollaborativen Errichtungslogistik und die Rahmenbedingungen der Umsetzung des Ressourcen-Sharing Ansatzes in diesem Kontext.

6.1 Aufbau und Durchführung

Die Evaluation des entwickelten Ansatzes erfolgt mittels Experteninterviews. Diese umfassen, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, sowohl die relevanten Akteure des Errichtungsnetzwerks (Errichter, Produzent, LDL, Hafensbetreiber sowie Kunde) und bilden zugleich die entscheidenden Funktionen und Ebenen innerhalb der Unternehmen ab. Die Interviews orientieren sich an drei Szenarien und entsprechenden Leitfragen. Letztere umfassen jeweils drei Fragen zu den Szenarien sowie darüber hinaus fünf weiterführende bzw. abschließende Fragen. Die Leitfragen wurden vorab pilotiert und auf der Grundlage des Feedbacks angepasst. Nachfolgend werden die Szenarien und die Leitfragen dargestellt, bevor im anschließenden Kapitel die Ergebnisse präsentiert werden.

Szenario 1 – Ressourcenkonflikte als Folge von Verzögerung

Das erste aufgezeigte Szenario integriert den Gegenstand des Ressourcen-Sharings, welches eine exklusive Nutzung der Transportressourcen für die einzelnen Akteure ausschließt und damit von der jetzigen Situation in der Praxis deutlich abweicht. Das Szenario beschreibt die Situation der Verzögerung im Zulauf, wobei der Verzug erst kurz vor der Bereitstellung zum Transfer bekannt wird und bedingt durch die Abhängigkeit von Dritten keine abschließende Terminierung des Umschlags möglich ist. Die Transportressourcen sind nachfolgend für weitere Einsätze eingeplant, sodass ein Warten und damit der Verzug des Transports nicht möglich ist. Zur Diskussion dieses

Szenarios wurden den Interviewten die entwickelte Bedieneroberfläche „Lagebild“ und die Struktur der Nutzeroberfläche sowie der Prozess des Vorlaufes bzw. der Prozess der Bereitstellung zur Verladung auf das IV präsentiert. Die Leitfragen zu diesem ersten Szenario stellen sich wie folgt dar:

- S1-1. Wann ist der richtige Zeitpunkt zum Abruf von Transport- / Errichtungsressourcen?
- S1-2. Wie ist mit kurzfristigen Verzögerungen systemseitig umzugehen?
- S1-3. Welche weiteren relevanten Informationen sind im entwickelten Lagebild abzubilden?

Szenario 2 – Integration eines zusätzlichen Projekts

Das zweite Szenario betrachtet den Projektdefinitions- und Clusterplanungsprozess wobei die Integration eines weiteren Projekts in das bestehende Cluster beschrieben wird. Hierbei werden keine weiteren Akteure ins Netzwerk aufgenommen, jedoch ermöglicht ein zusätzlicher Basishafen mit geringen Lagerkapazitäten, die pro Zeit zu verschiffenden Komponenten rechtzeitig im Hafen bereitzustellen. Dieser kann von allen Projekten genutzt werden. Auf der Grundlage der Prozesse der Projektdefinition und der Clusterplanung werden folgende Fragestellungen zu diesem Szenario diskutiert:

- S2-1. Welche weiteren nötigen Bereiche gibt es für Prognosen und Ausnahmen?
- S2-2. Welche relevanten Informationen sind in der Grobplanung durch das System ergänzend abzubilden?
- S2-3. Ist eine zentrale oder dezentrale Ressourcenallokation anzustreben?

Szenario 3 – Nicht-Einhaltung der Kommunikationspolitik

Der zuverlässige Umgang mit Informationen sowie die Einhaltung einer definierten Kommunikationspolitik sind für die Planungssicherheit der einzelnen Akteure sowie die Zielerreichung eines Netzwerks unabdingbar. Dieses dritte Szenario greift diesen Gegenstand auf und stellt den Sachverhalt der bewussten Zurückhaltung von nötigen Informationen durch einen Akteur auf. Dieser hält dabei selbstverschuldete Verzögerungen zurück. Hieraus erwachsen Konsequenzen für die nachfolgenden Prozesse anderer Akteure, welche u.a. durch kurzfristige Umplanungen gekennzeichnet sind. Dieser Umstand wird auf der Grundlage des Produktions- und Vorlaufprozesses (LDL und Hafengebiete), des Zulaufs zum Produktionsprozess (Produzent) sowie des Vorlaufprozesses (Errichter) mit den Akteuren differenziert entlang folgender Fragestellungen diskutiert:

- S3-1. Inwieweit sollten Statusinformationen automatisiert erfolgen (Aufwand versus Nutzen)?
- S3-2. Wie sind die Aufwände als Folge für ein Fehlverhalten eines Partners im Netzwerk abzugelten?

S3-3. Inwiefern sind Ansätze wie beispielsweise Ticket-Systeme zielführend für die Einhaltung des Informationsaustausches?

Ergänzend zu den dargestellten Fragstellungen im Kontext der Szenarien lauten die weiterführenden bzw. abschließenden Leitfragen (AF) im Rahmen der Interviews wie folgt:

- AF1. Was sind die nötigen Voraussetzungen, damit Ressourcen-Sharing in der Logistik der OWE umgesetzt werden kann?
- AF2. Wie weit ist eine Automatisierung der Ressourcenallokationsentscheidung in der Logistik der OWE realisierbar?
- AF3. Welches sind die entscheidenden Anforderungen an ein akteursübergreifendes Planungs- und Steuerungs- bzw. IuK-System für die Produktions-, Transport-, Hafen- und Errichtungslogistik?
- AF4. Welches sind die Stellschrauben für den Erfolg von Kollaboration und Kooperation in der Logistik der OWE?
- AF5. Welche Rolle nehmen LDL / Hafenbetreiber / Produzent / Errichter im Netzwerk einer kollaborativen und kooperativen Logistik der OWE ein?

6.2 Darstellung der Ergebnisse der Experteninterviews

Die nachfolgende Darstellung der Antworten aller Experten erfolgt anhand der einzelnen Leitfragen, welche im vorangestellten Kapitel beschrieben wurden. Die Transkriptionen der einzelnen Interviews sind den Anhängen D bis F zu entnehmen. Die dort genutzte fortlaufende Codierung wird in der nachfolgenden Darstellung zum Verweis innerhalb der eckigen Klammern genutzt. Die nachfolgend genannten Antworten bilden die Einschätzung aller befragten Experten ab. Sofern sich die Einschätzungen maßgeblich unterscheiden oder eine spezielle Perspektive abgebildet wird, wird diese gesondert vermerkt.

Zu S1-1: Wann ist der richtige Zeitpunkt zum Abruf von Transport- / Errichtungsressourcen?

Allgemein sei, laut dem LDL und Hafenbetreiber, ein Abruf sowie eine Vorankündigung in unterschiedlichen Detailgraden nötig [66]. Aus Sicht des Logistikers wäre anderenfalls ein Vorhalten von einem Maximum an Ressourcen erforderlich [2]. Grundlegend wird mit ETA-Daten geplant, welche über die Zeit immer feingranularer werden [2]. Dies reiche, laut LDL und Hafenbetreiber, von einer groben Jahresplanung auf Wochenbasis hin zu einer Feinplanung auf Tagesebene [2]. Für die seeseitige Abholung der Komponenten habe eine Vorankündigung zwei Wochen vor Verladetermin sowie eine formelle und endgültige Detailankündigung, inkl. der Angaben zum Zeitraum, der Komponenten sowie der Transport- bzw. Errichtungsressource, drei Tage vor Verla-

derung zu erfolgen [12, 58, 66]. Diese Vorlaufzeit der Vorankündigung bedingen sich, laut dem Produzenten, durch die nötige Einplanung von Infrastruktur und Transport- bzw. Laderessourcen sowie durch die Koordination der beteiligten Akteure (Kunde, Hersteller, Stauer, Hafenbetreiber, Kran, LDL und Errichter) [66]. Diese Abstimmung könnte, aus Sicht des Herstellers, gut durch übergreifendes System erfolgen [66]. Die Zeit ab der Detailankündigung sei, laut B nötig, um evtl. vorbereitende Tätigkeiten sowie die Bereitstellung der Komponenten durchzuführen, wobei die physische Bereitstellung innerhalb eines Tages möglich sei [58, 66]. Ziel der Gestaltung des Abrufes sei es, einen Kompromiss aus Flexibilität und Planung zu finden, so der LDL und Hafenbetreiber [2]. Der Kunde beschreibt, dass die Erreichung einer höheren Flexibilität die Einbindung von Zulieferern und Unterauftragsnehmern bedarf [98]. Hierdurch kann die Störanfälligkeit der gesamten Kette, laut dem Produzent, beispielsweise durch Probleme mit dem Schiff oder der Ladungssicherung, reduziert werden [58]. Hinsichtlich der Steigerung der Flexibilität der Schiffe bedarf dies standardisierter Ladungssicherungssysteme, um schnell zwischen Projekten wechseln zu können und Rüstzeiten zu reduzieren, so der Errichter [98].

Zu S1-2: Wie ist mit kurzfristigen Verzögerungen systemseitig umzugehen?

Der Hauptunternehmer, als Verantwortungsträger für die fristgerechte Errichtung, hat Interesse seine gesamte Kette zu optimieren, so der Produzent [54]. Weiter wird ausgeführt, dass hierzu die Hauptkomponentenhersteller i.d.R. zum Reporting verpflichtet seien (Abgleich zwischen Produktionsplan und Fertigstellung auf Wochenbasis oder Meldung jedes fertiggestellten Produktionsschritts) [54]. Dieses Reporting erfolgt systemgestützt [54]. Gefahr besteht bei manuellen Prozessen bzw. der manuellen Erfassung, laut dem LDL und Hafenbetreiber, von Inkonsistenzen bei den Statusmeldungen [18]. Ganz kurze Verzögerungen lassen sich i.d.R. aufholen, wobei keine standardisierten Prozesse für kurzfristige Ereignissen bestehen, sondern ad-hoc Lösungen realisiert werden [4, 58]. Aufgrund von fehlenden Standards, nicht vergleichbaren Komponenten sowie fehlenden, sehr flexiblen Ladungs- und Sicherungssystemen besteht, laut dem Errichter, bei einer späten Transport- und Errichtungsressourcenbildung die Gefahr von längeren Verzögerungen und Stillständen [98]. Allgemein führen Verzögerungen zu einer Kette von Verschiebungen, so der LDL und Hafenbetreiber [4]. Dieser führt weiter aus, dass Lösungsansätze, um Verzögerungen aufzuholen bzw. abzufedern, in der Nutzung von Ressourcen dritter und der Nutzung bestehender Zeitfenster um andere Aufträge bzw. Prozess vorzuziehen bestehen [4, 8]. Hierbei haben Akteure, welche sämtliches Equipment besitzen und selbst disponieren können, bessere Möglichkeiten Verzögerungen auszugleichen, so der Errichter und Kunde [98]. Die Kalkulation mit Wahrscheinlichkeiten oder Pufferkapazitäten um die Flexibilität zu erhöhen wären, laut dem LDL und Hafenbetreiber, denkbare Ansätze, werden aber aus ökonomischer Sicht als zweifelhaft betrachtet [12].

Zu S1-3: Welche weiteren relevanten Informationen sind im entwickelten Lagebild abzubilden?

Informationen, welche zwar vorhanden sind, aber nicht zur richtigen Zeit am richtigen Ort und in der richtigen Qualität vorliegen, stellen ein großes Problem, laut dem Errichter, für alle Beteiligte dar [112]. Die Vielzahl an Informationsbrüchen entlang der Kette könnte mit einem übergreifenden System behoben werden, so der Produzent [62]. Die Herausforderungen liegen hierbei im Projektcharakter der OWE [62]. Maßgebliche Informationen stellen, so auch der Errichter und Kunde, Dokumente und Pläne sowie die wesentlichen Termine dar [62, 100]. Entlang der Wertschöpfungskette umfassen letztere, in Richtung des Zulieferers, die Lieferzeitpunkte, sowie eine aktuelle Abbildung des Fertigungsfortschrittes und der Qualität [62]. In die entgegengesetzte Richtung, sprich Richtung der Kunden, umfassen diese Pläne den Produktions- bzw. Installationsfortschritt des Kunden, Termine zur Abholung von Komponenten und Ist-Soll-Abgleiche zur Entwicklung von Forecasts [62]. Neben Anforderungen an die Bereitstellung der Informationen werden für die Darstellung sehr individualisierbare Reportings, deren Export in Excel oder vergleichbare Systeme, die grafische und tabellarische Darstellung sowie die benutzerindividuelle Anpassung der Oberfläche vom IT-Experten des LDL und Hafenbetreibers benannt [14, 16]. Für den Logistiker wäre eine Geländeübersicht, welche abbildet, welches Objekt sich auf dem jeweiligen Lagerplatz befindet und „wo gerade wieviel Geld verdient wird“ hilfreich [26]. Aus der Herstellerperspektive stellen aktuelle Informationen über die nachfolgenden Prozesse und etwaigen Probleme, welche auf Mängel in den vorangestellten Prozessen hindeuten und welche an den noch zu fertigenden Bauteilen abgestellt werden könnten, einen deutlichen Mehrwert dar [62]. Dies könnte den Aufwand der Fehlerbehebung und der Folgekosten deutlich reduzieren [62].

Zu S2-1: Welche weiteren nötigen Bereiche gibt es für Prognosen und Ausnahmen?

Prognosen liefern, laut dem LDL und Hafenbetreiber eine Entscheidungsgrundlage, dessen verschiedene Alternativen bewertet werden müssen [30]. Die unterschiedlichen Akteure innerhalb des Netzwerks kommen hierbei höchstwahrscheinlich zu unterschiedlichen Bewertungen der gleichen Situation [30]. Dies führt zu dem Bedarf, dass Prognosen mit Wahrscheinlichkeiten belegt werden müssen [32]. Ziel von Prognosen müsse die Steigerung der Verlässlichkeit, der Planbarkeit und der Kontinuität sein, so der Produzent [72]. Dieser führt weiter aus, dass hierfür und zur Vermeidung von Claims der gegenseitige Austausch des Fortschrittes eine Grundlage sein kann [72]. Spezifische Prognosen ergeben sich für die Logistik- und Installationsprozesse, so der Errichter. Für den Einsatz des Installationsequipments müssen je OWP und abhängig vom jeweiligen IV spezifische Annahmen und Rahmenbedingungen hinsichtlich der Limits von Wetter und Seegang für bestimmte Tätigkeiten definiert werden [104]. Um hierbei eine hohe Flexibilität der Logistik- und Installationsprozesse zu erreichen, bedarf es Equipment mit geringen Limits, dessen technische und finanzielle Mehraufwände durch längere Arbeitszeiten kompensiert werden [104]. Dies stellt eine Grundvoraussetzung für das zeitgleiche agieren in mehreren OWPs dar und

bildet die Grundlage für robuste Prognosen [104]. In diesem Kontext sind auch Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen für wetterabhängige Prozesse auf Seiten des LDL zu nennen [12, 30]. Um die Risiken zu reduzieren, wäre eine Planung mit Puffer eine komfortable Situation [12].

Zu S2-2: Welche relevanten Informationen sind in der Grobplanung durch das System ergänzend abzubilden?

Für die Grobplanung stellen die Zieltermine der Spezifikationsbereitstellung, der Lieferung von Hauptmaterial und Beistellungen, der favorisierte Fertigungszeitraum und die Abholtermine die zentralen Informationen für die Hersteller dar [68]. Für das gesamte Netzwerk ist es im Rahmen der Grobplanung relevant, Kompensationsmöglichkeiten des Verzugs und die OWP-spezifischen Schlüsselkomponenten frühzeitig zu identifizieren, so der Kunde und Errichter [104]. Auf der Grundlage dessen sollten die Grobpläne gestaltet werden [104]. Des Weiteren stelle der frühzeitige Austausch von Kapazitäten eine Informationsgrundlage für erste Planungsüberlegungen dar, ergänzt der Produzent [68]. Für den LDL und Hafengebiete stellen Informationen zu Flächen und Verkehrsträgern einen relevanten Gegenstand dar, welcher über die im Ansatz präsentierten Informationen zu ergänzen wäre [34].

Zu S2-3: Ist eine zentrale oder dezentrale Ressourcenallokation anzustreben?

Alle Interviewten präferieren eine zentrale Ressourcenallokation [36, 74, 110]. Dies wird begründet in der ausschließlichen Konfliktlösungsmöglichkeit mittels eines zentralen Ansatzes (LDL und Hafengebiete) [36], der Möglichkeit einer übergreifenden Optimierung (Produzent) [74] sowie der ganzheitlichen Gestaltung der Prozesse (Errichter und Kunde) [104]. Es wird von dem LDL und Hafengebiete differenziert, dass vorrangig kritische Ressourcen, welche nur in einer begrenzten Menge vorhanden sind, im Fokus einer zentralen Allokation stehen [36]. Ressourcen, die in ausreichender Menge vorhanden seien, könnten auch dezentral allokiert werden [36]. Grundlage für eine zentrale Ressourcenallokation stellen Standards, Pufferkapazitäten der Lagerung sowie eine übergreifende Funktion zur Optimierung und Konfliktlösungsfindung dar [36, 74, 108, 110]. Der Bedarf an Pufferkapazitäten wird mit der Möglichkeit des Abfederns von Wettereinflüssen sowie der Entkopplung von Vor- und Hauptlauf durch den Errichter und Kunden begründet [108].

Zu S3-1: Inwieweit sollten Statusinformationen automatisiert erfolgen (Aufwand versus Nutzen)?

Gegenwärtig erfolge die Erfassung von Statusinformationen, laut dem Produzenten, i.d.R. händisch [78]. Eine Bereitstellung dieser an den Kunden erfolge mittels Onlineportalen oder wöchentlichen Reports [78]. Eine automatische Erfassung von Statusinformation sei gerade im logistischen Bereiche, so der LDL und Hafengebiete, technisch und ökonomischen gut realisierbar

[38]. Die Erfassung sollte dabei auf systemgestützte Prozesse aufbauen [22, 24]. Fokus sollte jedoch, laut Errichter und Kunde, nicht auf den fertigen Hauptkomponenten, sondern auf den kritischen Prozessen des Zulaufs zur Produktion der komplexen Teilsysteme liegen [114]. Die automatische Erfassung bedürfe einer verstärkten Standardisierung der Transportwege und der Produkte, welche gegenwärtig nicht existiere, so Logistiker und Errichter [24, 114].

Zu S3-2: Wie sind die Aufwände als Folge für ein Fehlverhalten eines Partners im Netzwerk abzugelten?

Bei jeglichen Verzögerungen, sei es vorsätzlich oder nicht, stehe, laut Logistiker und Kunde, die Problemlösung im Vordergrund, wobei der Verursacher für den Schaden hafte [40, 116]. Daher sei eine Abkehr vom Ansatz der Strafzahlung bei Verzug in Gänze nicht möglich, so der LDL und Hafengebireiber [40]. Dies liege in der ökonomisch getriebenen Motivation des Handelns begründet [40]. Dies umfasse zu einen die Aufwände, welche mit einer Lösung der Problemsituation einhergehe, so der Errichter und Kunde, [116] und zum anderen, dass alle Partner im Netzwerk auf die Funktion des Netzwerks angewiesen seien, so der LDL und Hafengebireiber [40]. Letzteres begründet sich in der Motivation, mit einem Netzwerk ein Produkt oder eine Dienstleistung anzubieten, welches bzw. welche alleine nicht angeboten werden könne, entweder aufgrund der fehlenden Kompetenzen oder der Nicht-Realisierbarkeit eines konkurrenzfähigen Preises [40]. Innerhalb der Lieferkette erwarten die Kunden gegenwärtig, dass der Zulieferer seine Zulieferer hinsichtlich der fristgerechten Erfüllung seiner Inhalte kontrolliere und rechtzeitig interveniere, so der Produzent [80]. Die Tendenz zur Optimierung der gesamten Zulieferkette tangiere auch diesen Bereich, sodass hier ein Wandel möglich sei [80]. Die Änderungsbedarfe zur aktuellen Praxis werden, so der LDL und Hafengebireiber als auch Errichter und Kunde, in der Anpassung der Höhe der Strafzahlung an die tatsächlichen Kosten, der Integration einer neutralen Instanz für die Verursacherklärung sowie eine gemeinschaftliche Entwicklung eines übergreifenden Risikoprofils benannt [40, 116].

Zu S3-3: Inwiefern sind Ansätze wie beispielsweise Ticket-Systeme zielführend für die Einhaltung des Informationsaustausches?

Eine automatische Erfassung des Fortschrittes bedürfe einer systemgestützten Abbildung der Arbeitsprozesse, so der LDL und Hafengebireiber [42]. Dies geschehe durch den Soll-Ist-Abgleich in der Produktion bereits in Teilen, sei im Projektgeschäft, bedingt durch die Einmaligkeit von einzelnen Prozessen, allerdings nicht immer möglich, so dass hier Ansätze wie Ticket-Systeme, Laut LDL und Hafengebireiber sowie Produzent, sinnvoll seien [42, 82]. Des Weiteren seien die Überwachung und Berichterstattung sowie deren Aufwand an die Situation anpassbar zu gestalten, ergänzt der Errichter und Kunde [118]. Punch-Listen stellten hier eine gute Möglichkeit dar, flexibel auf Probleme reagieren zu können [118]. Diese oder vergleichbare Systeme stellten einen

deutlichen Fortschritt gegenüber dem Informationsaustausch mittels E-Mails dar, da Informationen an die Aufgabe oder den Projektabschnitt angehängt und der Status zu jeder Komponente klar ersichtlich werden könnten, beschreiben der LDL und Hafengebiete sowie der Errichter und Kunde [42, 118]. Die Einbeziehung von Terminen innerhalb des Systems ermöglichen, laut dem LDL und Hafengebiete, auch nicht-lineare und nicht-standardisierte Arbeitsabläufe mit einzu beziehen [42]. Somit sei der Einsatz innerhalb von Netzwerken sinnvoll um die Transparenz zu erhöhen [42, 82].

Zu AF1: Was sind die nötigen Voraussetzungen, damit Ressourcen-Sharing in der Logistik der OWE umgesetzt werden kann?

Die Standardisierung der Produkte sowie der internen und übergreifenden Prozesse stellen die maßgebliche Grundvoraussetzung für das Ressourcen-Sharing in der Logistik der OWE dar [44, 86, 88, 120]. Den Anfang bilde die Standardisierung des Produkts, so der Produzent [88]. Nachfolgend seien die Prozesse bei den einzelnen Akteuren zu standardisieren, woran sich eine Standardisierung je Rolle anschließen könne, erweitern der Logistik und der Produzent [44, 86]. Ziel sei es, durch standardisierte Prozesse, Produkte und Landungsträger eine hohe Flexibilität und hohe Auslastung der Ressourcen aus Sicht des Produzenten sowie des Errichters und Kunden zu erreichen [88, 120]. Neben der Standardisierung stelle die Schaffung formaler Hürden für den Eintritt in ein Netzwerk eine weitere Voraussetzung, laut dem LDL und Hafengebiete dar [44]. Dies begründe sich in der Notwendigkeit eines jeden Partners im Netzwerk für das Netzwerk, sodass ein Ausfall aufgrund von Finanzschwäche vermieden werden könne [44]. Weiter sorgen formale Hürden hinsichtlich der Größe der beteiligten Unternehmen, dass ein Kräfteungleichgewicht vermieden werde [44].

Zu AF2: Wie weit ist eine Automatisierung der Ressourcenallokationsentscheidung in der Logistik der OWE realisierbar?

Laut dem Produzenten stelle für eine übergreifende automatisierte Ressourcenallokation eine übergreifende manuelle Ressourcenallokation die Grundlage dar [90]. Die Automatisierung der Ressourcenallokation sei grundsätzlich realisierbar bzw. sehr gut durch eine Automatisierung zu unterstützen, so LDL und Hafengebiete sowie Produzent [46, 90]. Eine reine autonome Entscheidung sei, aus Sicht des LDL und Hafengebiete, für nur sehr wenige Ressourcen, beispielsweise Flächen, möglich [46]. Für IVs sei eine Planungsunterstützung denkbar, welche Szenarien zwar bewerte, eine Buchung letztlich jedoch durch eine Person erfolge [46]. Diese formale Kriterienbewertung stelle eine große Herausforderung dar, da viele Parteien beteiligt seien, die unterschiedlichen Bedürfnisse einheitlich bewertet werden müssten, nicht alle Folgen quantifizierbar seien und eine Priorisierung evtl. nicht umfassend realisierbar sein könnte, so der Logistiker sowie Errichter und Kunde [46, 122]. Daher sei, laut Errichter und Kunde, frühzeitig zu überlegen,

welche Entscheidungen getroffen werden müssen [122]. Dabei seien alle kostenrelevanten Entscheidungen und Streitigkeiten den operativen Prozessen fernzuhalten [122]. Eine Ausgestaltung der übergreifenden Ressourcenallokation bedürfe, laut dem Produzenten, einer gemeinsamen Plattform [90].

Zu AF3: Welches sind die entscheidenden Anforderungen an ein aktorsübergreifendes Planungs- und Steuerungs- bzw. IuK-System für die Produktions-, Transport-, Hafen- und Errichtungslogistik?

Eine übergreifende Planung wird als sinnvoll bewertet, bedürfe jedoch einer IT-seitigen Abbildung der vertraglichen Gegebenheit und muss die Informationstransparenz gewährleisten [48, 92, 124]. Die vertraglichen Gegebenheiten müssten sich einer entsprechenden Softwarearchitektur wiederfinden, so der Logistiker [48]. Die Transparenz von bestehenden Informationen bedürfe, laut dem Produzenten, einer richtigen Bereitstellung und Verteilung der Informationen [92]. Mittels eines Vermittlers seien Schnittstellen auszugestalten, welche langfristig zu standardisieren seien, so der LDL und Hafenbetreiber [48].

Zu AF4: Welches sind die Stellschrauben für den Erfolg von Kollaboration und Kooperation in der Logistik der OWE?

Die Realisierung von Mehrwerten für jeden beteiligten Akteur stelle, laut dem Produzenten, die Motivation zur Kollaboration und Kooperation dar [94]. Dabei lieferten die Aufwände in eine gemeinsame Planung Nutzen für alle Beteiligten, ergänzt der Errichter und Kunde [126]. Laut LDL und Hafenbetreiber sowie Errichter und Kunde stellten klare Spielregeln, ein gutes Risikomanagement sowie nötige Redundanzen die Grundlage dar [50, 126]. Dabei sollten eine Selbstoptimierung der Akteure auf Kosten der anderen ebenso vermieden werden wie Claims [50, 126]. Die Planung und Verträge seien sehr detailliert und frühzeitig im Dialog zu entwickeln [50, 126]. Die fehlenden Erfahrungen solch großer Kollaborationen seien durch Erfahrungen aus einzelnen OWP-Projekten zu gewinnen, postuliert der LDL und Hafenbetreiber [50]. Die drei wesentlichen Stellschrauben umfassen daher die Realisierung der Priorisierung, die Entscheidungsfindungsprozesse sowie die Geschwindigkeit der Lösungsfindung [50].

Zu AF5. Welche Rolle nehmen LDL / Hafenbetreiber / Produzent / Errichter im Netzwerk einer kollaborativen und kooperativen Logistik der OWE ein?

Der LDL sowie der Hafenbetreiber seien an vielen Prozessen beteiligt und könnten somit als Drehscheibe bezeichnet werden [52]. Hierbei hätten diese Akteure nur wenig Entscheidungsbefugnis am Gesamt Ablauf und seien letztlich Dienstleister für das Netzwerk und Unterstützer für Hersteller und Errichter, so die Selbstverortung [52]. Um die Funktion des Netzwerkes sicherzustellen,

müsse das Interesse der Selbstoptimierung hinter den Bedürfnissen der anderen Netzwerkpartner zurückstehen [52]. Dies bedinge sich durch ein kostentechnisches Gesamtoptimum, welches durch eine gut funktionierende Produktion und Errichtung, unabhängig von der Höhe der Logistikkosten geprägt sei [52]. Die Komponentenhersteller stellen ebenfalls Dienstleister und reine Ausführer dar [96]. Bestehende Ressourcen ermöglichen jedoch weitere Dienstleistungen anzubieten, auch für Mitbewerber [96]. Bedingt durch die höchsten Kosten für die Ressource IV sei eine hohe Auslastung anzustreben, hinter der sich die Akteure im Netzwerk ein Stück weit einordnen müssen [128].

6.3 Diskussion der Ergebnisse

Die Diskussion der Ergebnisse gliedert sich in vier Bereiche auf. Der erste verfolgt die Ermittlung der Rahmenbedingungen des Ressourcen-Sharings in der projektbezogenen Logistik der OWE. Hieran schließt sich die Diskussion hinsichtlich der Erfolgsfaktoren einer kooperativen und kollaborativen sowie lieferketten- und projektübergreifenden Errichtungslogistik an. Die Bereiche drei und vier umfassen zum einen die Diskussion hinsichtlich der entwickelten Prozesse, und zum anderen hinsichtlich der prototypischen, informationstechnischen Umsetzung.

Rahmenbedingungen für das Ressourcen-Sharing in der OWEL

Der Bedarf der Standardisierung für das Ressourcen-Sharing, welches bereits in den Anforderungen formuliert wurde (siehe Anforderungen 3.11, 4.9 und 4.10), ist auf der Grundlage der Aussagen innerhalb der Interviews als die Grundvoraussetzung für das Ressourcen-Sharing in der OWEL zu betrachten (siehe Antworten zu S1-1, S1-2, S2-3 und AF1). Dabei lassen sich die Produkte und Komponenten, sehr flexible Ladungsträger und Ladungssicherungssysteme sowie die internen Prozesse und das Rollenverständnis der beteiligten Akteure als maßgebliche Bereiche und Gegenstände für eine nötige Standardisierung ausmachen (siehe Antworten zu S1-1, S1-2, S2-3 und AF1). Für die Prozesse sowie das Rollenverständnis wird durch das übergreifende Modell sowie die Erläuterung der Aufgaben der Akteure ein Beitrag geleistet (siehe Kapitel 3.4.3 und 5.3.2). Die Folgen, welche die Standardisierung mit sich bringt, und damit die Grundlage für das Ressourcen-Sharing bildet, sind in dem schnellen Ressourcenwechsel und -austausch zwischen den Projekten sowie der Reduktion, sowohl des Abstimmungsaufwandes, als auch der Gefahr von Verzögerungen und Stillstand benannt (siehe Antworten zu S1-1, S1-2, S2-3 und AF1). Die Mehrwerte durch den Austausch der Errichtungsressourcen konnte in den Machbarkeitsstudien gezeigt werden (siehe Kapitel 5.1.2 bis 5.1.4). Neben der Standardisierung sind Pufferkapazitäten für die Lagerung, welche ebenfalls für den speziellen Fall in den Machbarkeitsstudien quantifiziert wurden (siehe Kapitel 5.1.2 bis 5.1.4), formale Hürden zum Beitritt in das Netzwerk, sowie eine übergreifende Funktion zur Optimierung und Konfliktlösung als Voraussetzungen des Ressourcen-Sharings benannt. Letztere, welche im MPM in der Funktion des Gestalters mit Einflüssen auf

die Entscheidung beschrieben wird (vgl. Gemünden et al. 2010, S. 36–37), wurden in den Ansatz einbezogen und in Form der Rolle des Clusterbeirats integriert (siehe Kapitel 5.3.2). Für die notwendige übergreifende Ressourcenallokation wird der Bedarf einer gemeinsamen Plattform herausgestellt (siehe Antworten zu S1-1, S1-2, S2-3 und AF1), welcher in der Literatur ebenfalls benannt ist (vgl. Krüger 2010, S. 316–318; Dechange und Friedrich 2013, S. 108–115) und dem durch das präsentierte System nachgekommen werden kann (siehe Kapitel 5.4). Hierbei stellt eine automatische Ressourcenallokation, welche nicht in den Ansatz einbezogen wurde, laut den Experten, einen zweiten Schritt dar, welcher als Grundlage einer erfolgreichen manuellen übergreifenden Ressourcenallokation bedarf (siehe Antworten zu AF2). Der herausfordernden übergreifenden Kriterienbewertung der übergreifenden Ressourcenallokation (siehe Antworten zu AF2) wird im präsentierten Ansatz durch die übergeordnete Funktion des Clusterbeirats sowie einer gemeinschaftlichen Planerstellung begegnet, welches in Kapitel 5.3.2 dargestellt ist und die Erfüllung der Anforderung FS 4 adressiert. Diese Voraussetzungen des Ressourcen-Sharings in der OWEL lassen sich durch die Gestaltung eines entsprechenden Rahmens unterstützen, welcher neben den bereits benannten Pufferkapazitäten eine Differenzierung der betrachteten Ressourcen umfasst (siehe Anforderung 4.11 und Antworten zu S1-2, S2-3 und AF2). Die in den Anforderungen benannte sukzessive Integration der einzelnen logistischen Objekte wurde von den Experten konkretisiert und ein nötiger Fokus auf die kritischen und knappen Ressourcen benannt (siehe Anforderung 4.11 und Antworten zu S2-3). Eine mögliche Umsetzung des Ressourcen-Sharings in der OWEL wurde als erstrebenswert bewertet, welches sich durch die benannten Vorteile ableiten lässt (siehe Antworten zu S1-2, S2-3 und AF1). Diese Vorteile werden in der Nutzung von Ressourcen Dritter zur Aufholung von Verzögerungen, einer zentralen Ressourcenallokation als ausschließliche Konfliktlösungsmöglichkeit, der übergreifenden Optimierung sowie der ganzheitlichen Prozessgestaltung sowie der hohen Flexibilität und hohen Auslastung von Ressourcen benannt (siehe Antworten zu S1-2, S2-3 und AF1).

Erfolgsfaktoren für eine kooperative und kollaborative Zusammenarbeit

Ausgangspunkt für die Beschreibung der Erfolgsfaktoren stellt die Definition der Zielstellung dar, welche im Kontext einer kooperativen und kollaborativen Zusammenarbeit das Angebot eines gemeinsamen Produktes bzw. Dienstleistung darstellt (siehe Antworten zu S3-2). Dabei sind die Herausforderungen der Zielerreichung maßgeblich im Projektcharakter der Errichtungsphase der OWL sowie wie in der Abhängigkeit der einzelnen Akteure von der Funktionsfähigkeit des Netzwerks begründet (siehe Antworten zu S1-3 und 3-2). Letzteres begründet den Bedarf auch in einer kooperativen und kollaborativen Zusammenarbeit das Verursacherprinzip sowie die Haftung für die Zulieferer beizubehalten, dessen Umsetzung einen weiteren Erfolgsfaktor darstellt (siehe Antworten zu S3-2). Ausgehend von der benannten Zielstellung liefert die Realisierung von Mehrwerten für jeden einzelnen Akteur die Motivation zur Kollaboration und Kooperation und

bildet damit einen weiteren Erfolgsfaktor (siehe Antworten zu AF4). Diese Ermittlung von Mehrwerten sowie klare Spielregeln, ein gutes Risikomanagement, ein Fokus auf die Problemlösung, das Vermeiden von Selbstoptimierung auf Kosten anderer und der Aufbau nötiger Redundanzen bilden Erfolgsfaktoren, welche als Grundvoraussetzungen zu beschreiben sind (siehe Antworten zu S3-2 und AF4). Hinsichtlich der operativen Ausgestaltung sind eine Vielzahl von Erfolgsfaktoren benannt worden, welche nachfolgend der Umsetzung im präsentierten Ansatz gegenübergestellt werden. Im Gegenstand der Planung und Steuerung wurde eine gemeinschaftliche Planentwicklung, die Integration von Prognosen als Entscheidungsgrundlage, eine übergreifende Ressourcenallokation sowie eine übergeordnete Instanz zur Entscheidung und Schlichtung im Ansatz berücksichtigt (siehe Kapitel 5.3.2 und 5.3.3), welche als Erfolgsfaktoren benannt wurden (siehe Antworten zu S2-1, S3-2, AF2 und AF4). Des Weiteren sind die Auslastung der IVs durch die vorrangige Einplanung dieser sowie der unterstützende Charakter des LDL durch die nachrangige Einplanung im Prozess berücksichtigt (siehe Kapitel 5.3.2 und Antwort zu AF5). Der weiterführende Erfolgsfaktor im Kontext der Planung und Steuerung, die Entwicklung eines gemeinschaftlichen Risikoprofils, ist in dem Ansatz bislang nicht bedacht, könnte aber durch den Clusterbeirat realisiert werden (siehe Antworten zu S3-2). Weitere Erfolgsfaktoren, welchen systemseitig nachgekommen wird, sind die zeitnahe Kommunikation von Problemen und Mängeln zur Vermeidung von Wiederholungen und zur Reduktion von negativen Folgen, die systemgestützte Zuordnung von Aufgaben, welche bedingt durch die Einmaligkeit der Aufgaben gerade im Projektgeschäft große Bedeutung innehaben und eine flexible Reaktion auf Probleme ermöglicht, sowie der netzwerkweite Einsatz des Systems zur Steigerung der Transparenz (siehe Kapitel 5.3.1 und 5.4 sowie Antworten zu S1-3 und S3-3).

Prozesse einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden Betrachtung

Hinsichtlich der Granularität sowie der Koordination zwischen den beteiligten Akteuren wurden innerhalb der Prozessgestaltung, durch eine Planung von grob zu fein bzw. mit ETA-Zeiten sowie der akteursübergreifenden Koordination mittels akteursspezifischen Aufgaben (siehe Kapitel 5.3.2), zwei wesentliche genannte Bedarfe erfüllt (siehe Antworten zu S1-1). Durch diesen Gegenstand werden die Vorlaufzeiten für die einzelnen Transporte deutlich reduziert (siehe Antworten zu S1-1). Neben diesen zeitlichen Aspekten, innerhalb der Diskussion der Prozesse, wurden über die bereits integrierten Termine der Bedarf der zeitlichen Festlegung der Spezifikationsbereitstellung in der Grobplanung benannt, welche durch einen zusätzlichen Prozessschritt innerhalb des Ansatzes realisiert werden sollte (siehe Antworten zu S2-2). Durch die Einbeziehung vielfältiger Datenquellen, die jeweilige Zuordnung zu den einzelnen Prozessschritten sowie die prozessbezogene Bereitstellung und Erfassung von Informationen sind die Prozesse auf das System ausgerichtet und ermöglichen eine Automatisierung der Statuserfassung (siehe Kapitel 5.3.2 und 5.3.3 sowie Antworten zu S3-1). Diese automatisierte Erfassung u.a. von Statusinformationen innerhalb

der kooperativen Errichtung ist durch die Systemarchitektur und die Ausgestaltung in der prototypischen Umsetzung realisiert worden (siehe Kapitel 5.3.3 und 5.4 sowie Antworten zu S3-3). Der Herausforderung des Umgangs mit ungeplanten Verzögerungen wurde innerhalb des Prozesskonzepts durch die Integration einer übergeordneten Entscheidungsinstanz begegnet (siehe Kapitel 5.3.2) und liefert damit ein Ansatz der Lösungsentwicklung und Entscheidungsfindung für bislang unstrukturierte ad-hoc Lösungen einen Prozessschritt zuzuordnen (siehe Antworten zu S1-2). Ausgangspunkt der Planerstellung innerhalb des vorgestellten Konzepts bildet die Planung der Engpassressource IV (siehe Kapitel 5.3.2), welches eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung von Kompensationsmöglichkeiten für etwaigen Verzug sowie die Identifikation und Planausrichtung auf die OWP-spezifischen Schlüsselkomponenten ermöglicht (siehe Antworten zu S2-2). Eine Einbeziehung von Flächen und Verkehrsträgern in der Grobplanung sollte darüber hinaus ergänzt werden (siehe Antworten zu S2-2).

Prototypische Umsetzung

Innerhalb der Evaluation der prototypischen Umsetzung wurden eine Vielzahl von nötigen Funktionen und Eigenschaften eines lieferketten- und projektübergreifenden Planungs- und Steuerungssystems für die Errichtungsphase der OWE erwähnt, welche durch den Entwurf realisiert sind. Dies umfasst die Grundaufgaben des Systems, den Umgang mit Statusinformationen, die Integration von Terminen und Aufgaben, die Ausgestaltung von Schnittstellen, die Darstellung von Berichten sowie die Grundlagen von Prognosen (siehe Kapitel 5.4 und Antwort zu AF3). Hinsichtlich der Grundaufgaben wurde maßgebliche die Abbildung der vertraglichen Gegebenheiten benannt sowie die Sicherstellung von Transparenz (siehe Antwort zu AF3). Dies ist durch die Abbildung des aktuellen Stands und der akteursindividuellen Aufgaben sowie der vertraglichen Rahmenbedingungen innerhalb des Systems realisiert (siehe Kapitel 5.4). Weiter wird benannt, dass durch das präsentierte System Informationsbrüche gut vermieden werden könnten (siehe Antwort zu S1-3). Bezüglich des Umgangs mit Informationen wurden die Vorteile einer systemgestützten Statuserfassung (siehe Antwort zu S1-2), der Bedarf von Schnittstellen zur automatischen Erfassung (siehe Antwort zu S3-1) sowie die nötige Beachtung innerhalb der Prozesse (siehe Antwort zu S3-1 und S3-3) hervorgehoben, welche integriert sind (siehe Kapitel 5.3.2 und 5.3.3). Durch die Darstellung der Aufgaben, Termine und Rahmenpläne wird der weiteren Forderung der zielorientierten Darstellung von Informationen (richtiger Zeitpunkt, richtiger Ort und richtige Qualität) nachgekommen (siehe Antwort S1-3). Die Verbindung und Zuweisung von Terminen und Aufgaben zu einzelnen Akteuren (siehe Kapitel 5.4) ermöglicht auch nichtlineare und -standardisierte Abläufe einzubeziehen, welche bedingt durch die dynamischen Rahmenbedingungen der OWEL einen wichtigen Gegenstand darstellen (siehe Antwort zu S3-3). Hinsichtlich der Schnittstellen wurde ein Ansatz genutzt, welcher mittels einer vermittelnden Instanz einen

zielgerichteten Austausch unterstützt (siehe Kapitel 5.3.3 und Antwort zu AF3). Ebenfalls als positiv erachtet wurden die Darstellung der Berichte sowie ihre Möglichkeiten der Auswahl der akteursrelevanten Inhalte (siehe Antwort zu S1-3). Hinsichtlich der Integration von Prognosen wurde hervorgehoben, dass diese auf der Grundlage des gegenseitigen Austausches des Fortschrittes sowie je Lokation, Ressource und Tätigkeit erfolgen müssten (siehe Antwort zu S2-1). Betreffend des Austausches sowie der jeweiligen Tätigkeit wird dies durch den Rahmenplan und das Lagebild ermöglicht (siehe Kapitel 5.4). Durch die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen und der Verwaltung dieser in einem Pool (siehe Kapitel 5.4) besteht für die Prognosenentwicklung eine qualitativ hochwertige Informationsgrundlage. Darüber hinaus sind Erweiterungsmöglichkeiten des Systems ermittelt worden. Diese umfassen die Ausweitung der Systemgrenzen, um die Störanfälligkeit des Netzwerks zu reduzieren (siehe Antwort zu S1-1), die Integration von relevanten Dokumenten und ihre Verbindung mit einzelnen Tätigkeiten (siehe Antwort zu S1-3), die Integration einer Warnfunktion für Probleme und Mängel, welche zeitnah dies an alle relevanten Stellen kommuniziert um Folgen und Wiederholungen zu reduzieren oder zu vermeiden (siehe Antwort zu S1-3) sowie die Einbeziehung und Darstellung von Wahrscheinlichkeiten für die Prognose (siehe Antwort zu S2-1).

Die Beiträge aus der Evaluation zu der Forschungsfrage zwei sowie dem Fragenkomplex drei sind in der nachfolgenden Abbildung abschließend zusammengefasst:

<p>Beitrag zur Forschungsfrage 3: <i>Erfolgsfaktoren für eine kooperative und kollaborative, lieferketten- und projektübergreifende Gestaltung der Errichtungslogistik der OWE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsame Zielstellung und Mehrwert für alle Beteiligten • Beibehaltung des Verursacherprinzip und Haftung für Fehlern von Zulieferern gegenüber Kunden um Funktionstüchtigkeit des Netzwerks aufrecht zu erhalten • Klare Spielregeln • Gemeinschaftliches Risikomanagement • Fokus auf Problemlösung • Vermeidung von Selbstoptimierung auf Kosten anderer • Aufbau von Redundanzen • Gemeinschaftliche Planentwicklung, Integration von Prognosen als Entscheidungsgrundlage und übergreifende Ressourcenallokation für Planung und Steuerung • Übergeordnete Instanz zur Entscheidungsfindung und Schlichtung • Zielfunktion stellt die Auslastung der IVs dar • Zeitnahe Kommunikation von Problem und Mängel zur Vermeidung von Wiederholungen und Folgen • Netzwerkweiter Einsatz des präsentierten Systems zur Steigerung der Transparenz 	<p>Beitrag zum Fragenkomplex 3: <i>Rahmenbedingungen des Ansatzes des Ressourcen-Sharing in der projektbezogenen Logistik der OWE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundvoraussetzung stellt die Standardisierung von Produkten, Komponenten, flexiblen Ladungsträger und Ladungssicherungssysteme, interne Prozesse und Rollenverständnissen • Pufferkapazität für die Lagerung • Formale Hürden zum Beitritt in das Netzwerk • Übergreifende Funktion (Clusterbeirat) zur Optimierung und Konfliktlösung • Übergreifende Ressourcenallokation bedarf eine gemeinsame IT-Plattform • Eine automatische übergreifende Ressourcenallokation bedarf einer erfolgreichen manuellen übergreifenden Ressourcenallokation • Sukzessive Integration der einzelnen logistischen Objekte
---	---

Abbildung 50: Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 3 und dem Fragenkomplex 3

7 Fazit

Dieses abschließende Kapitel umfasst zum einen ein Resümee und die Erläuterung des Forschungsbeitrags und zum anderen einen Ausblick sowie eine Benennung weiterer Forschungsbedarfe. Auf der Grundlage der Benennung der Themenstellung und seiner Relevanz werden die Zielstellung sowie der Handlungsbedarf dieser Arbeit für die nachfolgende Zusammenfassung der Arbeit und der Ergebnisse resümiert. Die nachfolgende Zusammenfassung orientiert sich an der Struktur dieser Arbeit und bezieht die in Kapitel 2 benannten Leitlinien des DSR Ansatzes sowie eine summierte Beantwortung der Forschungsfragen und -komplexe mit ein. Dies erste Unterkapitel schließt mit einer expliziten Darstellung des Forschungsbeitrages dieser Arbeit. Im Rahmen des nachfolgenden und abschließenden Unterkapitels werden Bedarfe und Desiderate für die Weiterentwicklung des präsentierten Ansatzes sowie für weiterführende Bereiche benannt.

7.1 Resümee und Forschungsbeitrag

In der vorliegenden Arbeit wurde das bedeutende Thema der Planung und Steuerung in dem Netzwerk der Errichtungsphase der OWE betrachtet. Bedingt durch den Kostenanteil der Errichtungsphase an den Gesamtkosten eines OWPs über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg und dem Bedarf zur Optimierung der Branche, um gegenüber anderen Energieträgern wettbewerbsfähig zu sein, wird die Relevanz dieses Themas ersichtlich. Die Branche der OWE konsolidiert und professionalisiert sich schrittweise, jedoch finden Optimierungen vorrangig nur akteursindividuell bzw. innerhalb von Lieferketten statt. Diese Ansätze der Optimierung stoßen, bedingt durch die hohen Charraten und komplexen Charterverträge der IVs, die spezifischen Transportsysteme und -mittel, die Flächenbedarfe zur Lagerung sowie die wetterbedingten dynamischen Einflüsse an Grenzen. Ausgehend von der Veränderung der politischen Rahmenbedingungen u.a. bezüglich der Einspeisevergütung sowie der Vergaberegulungen sind Veränderungen der OWE-Branche nötig, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Ausgehend von diesen Veränderungs- und Optimierungsbedarfen wurde in dieser Arbeit ein Ansatz zur Verbindung der lieferketten- und der projektorientierten Sichtweise bei der durch dynamische Einflüsse geprägten Errichtung der OWE entwickelt, welcher die Einbeziehung des Ressourcen-Sharing Ansatzes in die projektbezogene Logistik der Errichtungsphase der OWE sowie eine kollaborative Gestaltung und kooperative Durchführung dieser integriert. Des

Weiteren wurden die Erfolgsfaktoren für eine entsprechende Einführung ermittelt und die Bedeutung und Ausgestaltung des Austausches spezifischer Informationen innerhalb des Netzwerks erarbeitet und konzipiert. Folglich ergaben sich für die Arbeit folgende drei thematische Schwerpunkte:

- (I) Die Ausgestaltung einer kooperativen Errichtungslogistik mittels einer gemeinschaftlichen Ressourcennutzung der Transport- und Errichtungsmittel.
- (II) Die Verbindung zu einer lieferkettenweiten und projektübergreifenden und damit kollaborativen Gestaltung der Errichtungslogistik der OWE.
- (III) Die Ermittlung der nötigen Erfolgsfaktoren für die Implementierung einer kooperativen Errichtungslogistik und der nötigen kollaborativen Logistikgestaltung in die Praxis.

Das Vorgehen der Forschung im Rahmen dieser Arbeit orientierte sich an dem gestaltungsorientierten Problemlösungsprozess des DSR. Einstiegspunkt in den DSR-Prozess nach Peffers et al. (2007) stellte die praxisorientierte Problemstellung dar, welche zu Beginn dieser Arbeit in Kapitel 1 dargestellt wurde und welche einen direkten Beitrag zum zweiten Punkt der Leitlinien des DSR nach Hevner et al. (2004) (Problemrelevanz) leistete. Nachfolgend wurde das Objekt in den Kapiteln 2 bis 4 dargestellt, wobei das Kapitel 2 die Forschungsmethodik beschrieb und damit wesentlich zum fünften Punkt der Leitlinien des DSR (sorgfältige Forschung) beitrug. Die Darstellung der Grundlagen der OWE (Kapitel 3) bestärkte und konkretisierte die Problemrelevanz (Leitlinie 2 des DSR), hingegen die Beschreibung der Ansätze der lieferkettenweiten und projektübergreifenden Gestaltung (Kapitel 4) einen Beitrag zur Erfüllung der sechsten Leitlinie (Design als Suchprozess) bildete. Die erarbeiteten Inhalte der nachfolgenden Phase des DSR-Prozesses – Konzeption und Entwurf – wurden in Kapitel 5 beschrieben. Hierbei lieferten die Machbarkeitsstudien in Kapitel 5.1 sowie die Anforderungsdefinition in Kapitel 5.2 ebenfalls einen Beitrag zur sechsten Leitlinie. Darüber hinaus bildeten die Machbarkeitsstudien eine weitere Verstärkung der Problemrelevanz (Leitlinie 2). Die präsentierten Entwicklungen der Konzeption und prototypischen Umsetzung, in Kapitel 5.3 und 5.4 stellten die Artefakte dar, welches die Forderung der ersten Leitlinie ist. In den Zwischenfazits des fünften Kapitels wurden die Forschungsbeiträge explizit dargestellt, welche zusammen mit den Inhalten des nachfolgenden Kapitels 6 die Beiträge für die Leitlinie vier umfassen. Dieses sechste Kapitel stellte zusammen mit dem Kapitel 7 den dritten Schritt (Evaluation und Validierung) des DSR-Prozesses dar. Neben dem genannten Beitrag der Evaluation zur Leitlinie des Suchprozesses adressierte dies maßgeblich Leitlinie 3 – Design Evaluation. Die letzte Phase des DSR-Prozesses umfasste die Diffusion und Kommunikation, welche wortgleich mit der siebten Leitlinie ist und welche vorrangig durch diese Schrift an sich und ihre Disputation erfolgt. Er-

gänzend wurden vorab durch die in dieser Schrift referenzierten Veröffentlichungen meinerseits (maßgeblich die drei Beiträge Beinke et al. (2018a), Beinke et al. (2017b) sowie Beinke et al. (2017a) der Machbarkeitsstudien) und zahlreiche Vorträge zu diesem Gegenstand in Wissenschaft und Praxis ein Beitrag zur siebten Leitlinie geleistet.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass durch die gemeinschaftliche Ressourcennutzung und den Austausch sämtlicher betrachteter Informationstypen eine deutliche Reduktion des Ressourcenbedarfs, eine Steigerung der Ressourcenauslastung und eine Reduktion der Errichtungszeiten in einer kooperativen Errichtung der OWE möglich ist. Hierbei findet eine Steigerung der Ressourcenauslastung vorrangig für die Engpassressource IV statt. Bedingt durch die Besonderheiten der OWE stellt die Teilung der Wetterprognose hierbei den größten Einflussfaktor dar (Resümee zu Forschungsfrage eins und Fragenkomplex eins). Um diese mittels Simulation ermittelten Effizienzsteigerungspotenziale für die Praxis nutzbar zu machen, wurden Prozesse im Rahmen dieser Arbeit gestaltet, welche in ein Phasenkonzept für die kollaborative Gestaltung und kooperative Errichtung eingebettet sind und eine Integration der Lieferkettenplanung und projektübergreifenden Clusterplanung ermöglichen. Diese Prozesse fußen auf der Grundlage des Ansatzes des CPFRs, der Gestaltungsbereiche des MPMs sowie der Einzelprojektbetrachtung. Dabei sind die Prozesse systemgrenzenübergreifend gestaltet, sämtliche spezifische Einflussfaktoren sind einbezogen und der Ausgangspunkt der kollaborativen Planentwicklung stellt die Engpassressource IV dar. Die Prozesse bilden sämtliche netzwerkrelevanten Aufgaben akteursdifferenziert ab, ermöglichen die fortlaufende Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung der relevanten Informationen, fördern die Zusammenarbeit bei der Planentwicklung und der Entscheidungsfindung und ermöglichen die gemeinschaftliche Ressourcennutzung über die SC-Ebene sowie die Projektphasen hinweg (Resümee zu Forschungsfrage zwei sowie Fragenkomplex zwei). Letzteres wurde durch eine Ressourcenverwaltung in einem zentralen Pool umgesetzt. Diese ermöglicht zum einen die Abbildung der Ressourcennutzung differenziert nach Attributen sowie Eigentümern und Nutzern, und zum anderen die Ermittlung von freien Ressourcen zur zielorientierten Ressourcennutzung. Dabei stellt die Standardisierung von Produkten, Komponenten, flexiblen Ladungsträgern und Ladungssicherungssystemen, internen Prozessen und eines klaren Rollenverständnisses die Grundvoraussetzung des Ressourcen-Sharings dar. Des Weiteren bilden Pufferkapazitäten für die Lagerung, formale Hürden zum Beitritt in das Netzwerk, eine übergreifende Funktion (Clusterbeirat) zur Optimierung und Konfliktlösung und eine sukzessive Integration der einzelnen logistischen Objekte den Rahmen für das Ressourcen-Sharing in der Errichtungsphase der OWE (Resümee zu Fragenkomplex drei und vier). Hierauf bauen die Erfolgsfaktoren für eine kooperative und kollaborative lieferketten- und projektübergreifende Errichtungslogistik

auf, welche als vorrangig in der Schaffung von Mehrwerten für alle Beteiligte sowie die Vermeidung der Selbstoptimierung der einzelnen Akteure auf Kosten andere benannt sind. Darüber hinaus sind u.a. klare Spielregeln, eine gemeinschaftliche Planentwicklung und eine gemeinschaftliche Gestaltung des Risikomanagements, die zeitnahe Kommunikation von neuen Herausforderungen über das gesamte Netzwerk sowie die bereits schon erwähnte übergeordnete Instanz zur Entscheidungsfindung und Schlichtung anzuführen (Resümee zu Forschungsfrage drei).

Damit liefert diese Arbeit einen maßgeblichen Forschungsbeitrag zu dem adressierten wissenschaftlichen Desiderat, welches die Verbindung der lieferketten- und der projektorientierten Sichtweise, die Ausgestaltung des Ressourcen-Sharing-Ansatzes in der projektübergreifenden OWEL, die Ermittlung von Erfolgsfaktoren der Einführung einer Zusammenarbeit über Lieferketten- und Projektgrenzen der OWE hinweg sowie einer kollaborativen Planung und kooperativen Durchführung dieser umfasst.

7.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Der entwickelte Ansatz einer kooperativen Errichtung und kollaborativen Logistikgestaltung der Errichtungsphase der OWE über die Grenzen von Projekten und Lieferketten hinweg bedarf für eine etwaige Überführung und Anwendung in die Praxis der durchgängigen Integration von systemgestützten Prozessen, der Ausweitung der Systemgrenzen auf weitere Stufen der Wertschöpfungskette, der Entwicklung von formalen Entscheidungsregeln zur Steuerung, für die Projektdefinition sowie für die automatische Ressourcenallokation und abschließend die Gestaltung der nötigen rechtlichen Rahmenbedingungen. Ersteres umfasst die Analyse sämtlicher Prozesse hinsichtlich der Möglichkeit einer systemgestützten Erfassung des Prozessfortschrittes sowie der Integration nötiger Technologien zur Fortschrittserfassung sowie zur Identifikation. Hierbei bieten sich die Einbeziehung weiterer aktueller Forschungsthemen u.a. Industrie 4.0, cyber-physische Systeme und digitaler Zwilling im Kontext der OWEL an. Die Ausweitung der betrachteten Systemgrenzen bezieht sowohl die vorgelagerten Wertschöpfungsstufen durch die Zulieferer, als auch die nachfolgenden Produktlebensphasen von OWEA ein (Letzteres wird am Ende dieses Kapitels näher betrachtet). Die Ausweitung der Systemgrenzen führt zu einer deutlichen Steigerung der Komplexität und damit zu dem Bedarf der Erforschung von Ansätzen, welche eine Optimierung des Gesamtsystems auf der Grundlage der Quantifizierung der Akteursbedarfe sowie der Folgen von Entscheidungen ermöglicht. Das Forschungsdesiderat der formalen Entscheidungen zur Projektdefinition sowie zur Steuerung und automatischen Ressourcenallokation greift diesen Gegenstand ebenfalls auf. Die Entwicklung formaler Entscheidungsregeln bedarf ebendieser Quantifizierung der Folgen von Entscheidungen, um eine bewertbare Grundlage zu schaffen. Der weitere Forschungsbedarf der

rechtlichen Aspekte eines projekt- und lieferkettenübergreifenden Ansatzes stellt einen interdisziplinären Forschungsgegenstand dar. Hierbei sind sowohl die rechtlichen Rahmenbedingungen auszugestalten, als auch diese in ihrer Komplexität systemseitig umzusetzen.

Über diese benannten weiteren Forschungsinhalte an dem Gegenstand der kooperativen und kollaborativen Errichtung der OWE hinaus drängt sich, wie bereits erwähnt, eine weiterführende Betrachtung der nachfolgenden Produktlebensphasen – die Nutzungs- und Instandhaltungsphase sowie der Rückbau bzw. das Repowering – auf. Hierbei sind die spezifischen Rahmenbedingungen dieser Phasen zu ermitteln, Potenziale des Ressourcen-Sharings für diese sehr unterschiedlichen Gegenstände zu analysieren und abschließend das präsentierte Konzept auf den jeweiligen Anwendungsfall und dessen Rahmenbedingungen zu übertragen. Nachfolgend ist eine Integration der einzelnen phasenspezifischen Ansätze in einen übergreifenden Ansatz zielführend, welches einer spezifischen Betrachtung der Wechselbeziehungen der Logistik zwischen den einzelnen Produktlebensphasen bedarf.

Literaturverzeichnis

- Ahlemann, Frederik (2004): Comparative market analysis of project management systems. 2. Aufl. Osnabrück: EiS, Universität Osnabrück.
- Ait Alla, Abderrahim; Quandt, Moritz; Lütjen, Michael (2013): Simulation-based aggregate Installation Planning of Offshore Wind Farms. In: *International Journal of Energy* 7 (2), S. 23–30.
- Ajayi, Nurudeen (2013): The role of information system in supply chain information management. In: Charles Shoniregun (Hg.): International Conference on Information Society (i-Society), 2013. 24 - 26 June 2013, Toronto: IEEE, S. 218–221. Online verfügbar unter <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6636376>.
- Allnoch, Norbert (2015): Windparks. Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien. Online verfügbar unter <http://www.offshore-windenergie.net/windparks>, zuletzt geprüft am 19.06.2015.
- Appelfeller, Wieland; Buchholz, Wolfgang (2011): Supplier Relationship Management. Strategie, Organisation und IT des modernen Beschaffungsmanagements. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Lehrbuch).
- Arnold, Dieter; Kuhn, Axel; Furmanns, Kai; Isermann, Heinz; Tempelmeier, Horst (Hg.) (2008): Handbuch Logistik. 3., neu bearbeitete Aufl. Berlin: Springer (VDI-Buch).
- Attaran, Mohsen (2004): Nurturing the Supply Chain. In: *Industrial Management* 46 (5), S. 16–20.
- Attaran, Mohsen; Attaran, Sharmin (2007): Collaborative supply chain management. In: *Business Process Mgmt Journal* 13 (3), S. 390–404. DOI: 10.1108/14637150710752308.
- Audy, Jean-François; Lehoux, Nadia; D'Amours, Sophie; Rönnqvist, Mikael (2012): A framework for an efficient implementation of logistics collaborations. In: *Intl. Trans. in Op. Res.* 19 (5), S. 633–657. DOI: 10.1111/j.1475-3995.2010.00799.x.
- Aviv, Yossi (2007): On the Benefits of Collaborative Forecasting Partnerships Between Retailers and Manufacturers. In: *Management Science* 53 (5), S. 777–794. DOI: 10.1287/mnsc.1060.0654.
- Balzert, Helmut (2009): Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und requirements engineering. Unter Mitarbeit von Heide Balzert, Rainer Koschke, Uwe Lämmel, Peter Liggesmeyer und Jochen Quante. 3. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.

- Baptista Nunes, Miguel; Annansingh, Fenio; Eaglestone, Barry; Wakefield, Richard (2006): Knowledge management issues in knowledge-intensive SMEs. In: *Journal of Documentation* 62 (1), S. 101–119. DOI: 10.1108/00220410610642075.
- Barratt, Mark; Oliveira, Alexander (2001): Exploring the experiences of collaborative planning initiatives. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31 (4), S. 266–289. DOI: 10.1108/09600030110394932.
- Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Baumann, Fred (2010): The Shelf-Connected Supply Chain: Strategically Linking CPFR with S&OP at the Executive Level. In: *Journal of Business Forecasting* 29 (4), S. 21–28.
- Baumgarten, Helmut; Darkow, Inga-Lena (2004): Konzepte im Supply Chain Management. In: Axel Busch und Wilhelm Dangelmaier (Hg.): Integriertes Supply Chain Management. Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 91–110.
- Becker, Jörg; Probandt, Wolfgang; Vering, Oliver (2012): Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Becker, Thomas; Dammer, Ingo; Howaldt, Jürgen; Loose, Achim (Hg.) (2011): Netzwerkmanagement. Mit Kooperation zum Unternehmenserfolg. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Beinke, Thies; Ait Alla, Abderrahim; Freitag, Michael (2017a): Resource and Information Sharing for the Installation Process of the Offshore Wind Energy. In: Hermann Lödding, Ralph Riedel, Klaus-Dieter Thoben, Gregor von Cieminski und Dimitris Kiritsis (Hg.): Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing. Cham: Springer International Publishing (514), S. 268–275.
- Beinke, Thies; Ait Alla, Abderrahim; Freitag, Michael (2017b): Resource Sharing in the Logistics of the Offshore Wind Farm Installation Process based on a Simulation Study. In: *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 7, S. 42–54. DOI: 10.1016/j.enavi.2017.06.005.
- Beinke, Thies; Beinker, Daniel (2012): Lean Management in der Kleinserienfertigung. Effizienzsteigerung bei der Produktion von Windkrafttürmen. In: *ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 107 (09/2012), S. 666–670.
- Beinke, Thies; Freitag, Michael; Zint, Hans-Peter (2015): Ressourcen-Sharing für eine bezahlbare Energiewende. Betrachtung der Produktions- und Errichtungslogistik der Offshore-Windenergie. In: *Industrie 4.0 Management* 31 (4), S. 7–11.

- Beinke, Thies; Görges, Michael (2012): Giganten in Bewegung - Betriebsmittel zum Handling von Offshore-Komponenten. In: *Hebezeuge Fördermittel* 9, S. 454–456.
- Beinke, Thies; Quandt, Moritz; Ait Alla, Abderrahim; Freitag, Michael (2018a): Process modeling and simulation based analysis of the impact of information sharing on installation processes of offshore wind farms. In: *Int. Journal of Shipping and Transport Logistics*, (akzeptiert).
- Beinke, Thies; Quandt, Moritz; Freitag, Michael (2018b): Providing Standardized Processes for Information and Material Flows of Offshore Wind Energy Logistics. In: Hamid (Hg.): *Offshore Mechatronics Systems Engineering*, 20-40.
- Beinke, Thies; Quandt, Moritz; Görges, Michael (2014): Projekt Mon2Sea: Echtzeitmonitoring des Transports und Umschlags von Komponenten zur Offshore-Montage von Windkraftanlagen : Förderprogramm Innovation und neue Energietechnologie ; Schlussbericht ; Berichtszeitraum: 01.12.2010 - 30.11.2013. Online verfügbar unter <http://doi.org/10.2314/GBV:826924611>.
- Beinke, Thies; Schweizer, Anne (2012): Standardisierung von Informationsflüssen und logistischen Prozessen in der Offshore-Windenergie-Logistik. In: Uwe-H. Pradel, Wolfram Süßen-guth, Jochem Piontek und Armin Schwolgin (Hg.): *Praxishandbuch Logistik. Erfolgreiche Logistik in Industrie, Handel und Dienstleistungsunternehmen*. 6. Aufl. 50. Aktualisierungslieferung. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst, Kapitelnummer 3.4.6.
- Bloos, Melanie (2013): Collaborative planning for decentralized carrier networks. Hamburg: Kovač (Schriftenreihe innovative betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, Bd. 371).
- Bodenstab, Marc; Sagert, Christian; Beinke, Thies (2014): Konzeption einer operativen Planung und Steuerung für die Offshore-Windenergielogistik der Errichtungsphase. In: Klaus-Dieter Thoben, Hans-Dietrich Hassis und Marco Lewandowski (Hg.): *Logistik für die Windenergie. Herausforderungen und Lösungen für moderne Windkraftwerke*. Berlin: epubli, S. 75–84.
- Böttcher, Jörg (Hg.) (2013): *Handbuch Offshore-Windenergie. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte*. München: Oldenbourg Verlag.
- Briese, Dirk (2016): Ausblick: Trends und Entwicklungen, Chancen und Risiken. In: Jessica Wegener, Lina Harms, Marie Hartinger und Andreas Findeisen (Hg.): *Schnittstellenmanagement Offshore Wind*. Praxishandbuch. Hamburg, S. 281–288.
- Briese, Dirk; Westhäuser, Mareike (2013): Zukunftsperspektiven und Herausforderungen der Offshore-Windenergie. In: Jörg Böttcher (Hg.): *Handbuch Offshore-Windenergie. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte*. München: Oldenbourg Verlag, S. 1–54.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2007): Standard - Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen. Hamburg, Rostock.

Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (23.01.1997): Verordnung über Anlagen seawärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres, die durch Artikel 55 der Verordnung vom 02.06.2016 geändert worden ist. SeeAnlV. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/seeanlv/gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 08.06.2016.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2015): Offshore-Windenergie. Die Energiewende - ein gutes Stück Arbeit - Ein Überblick über die Aktivitäten in Deutschland. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/offshore-windenergie,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 07.07.2016.

Burckhardt, Claus (2013): Logistik- und Wartungskonzepte. In: Jörg Böttcher (Hg.): Handbuch Offshore-Windenergie. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte. München: Oldenbourg Verlag, S. 423–431.

Burnette, Ron (2010): CPFR: Fact, Fiction, or Fantasy? In: *Journal of Business Forecasting* 29 (4).

Busch, Axel; Dangelmaier, Wilhelm (2004): Integriertes Supply Chain Management - ein koordinationsorientierter Überblick. In: Axel Busch und Wilhelm Dangelmaier (Hg.): Integriertes Supply Chain Management. Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 1–21.

Büyükköçkan, Gülçin; Feyzioğlu, Orhan; Vardaloğlu, Zeynep (2009): Analyzing CPFR supporting factors with fuzzy cognitive map approach. In: *World Academy of Science* (31), S. 412–417.

Büyükköçkan, Gülçin; Vardaloğlu, Zeynep (2012): Analyzing of CPFR success factors using fuzzy cognitive maps in retail industry. In: *Expert Systems with Applications* 39 (12), S. 10438–10455. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.02.014.

Byrne, P. J.; Heavey, Cathal (2006): The impact of information sharing and forecasting in capacitated industrial supply chains. A case study. In: *International Journal of Production Economics* 103 (1), S. 420–437. DOI: 10.1016/j.ijpe.2005.10.007.

Caridi, M.; Cigolini, R.; Marco, D. de (2005): Improving supply-chain collaboration by linking intelligent agents to CPFR. In: *International Journal of Production Research* 43 (20), S. 4191–4218. DOI: 10.1080/00207540500142134.

Caridi, M.; Cigolini, R.; Marco, D. de (2006): Linking autonomous agents to CPFR to improve SCM. In: *Journal of Ent Info Management* 19 (5), S. 465–482. DOI: 10.1108/17410390610703620.

- Chang, K. K.; Wang, F. K. (2008): Applying Six Sigma methodology to collaborative forecasting. In: *Int J Adv Manuf Technol* 39 (9-10), S. 1033–1044. DOI: 10.1007/s00170-007-1276-5.
- Chang, Tien-Hsiang; Fu, Hsin-Pin; Lee, Wan-I; Lin, Yichen; Hsueh, Hsu-Chih (2007): A study of an augmented CPFR model for the 3C retail industry. In: *Supp Chain Mnagmnt* 12 (3), S. 200–209. DOI: 10.1108/13598540710742518.
- Chen, Hsinchun (2011): Editorial. In: *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.* 2 (1), S. 1–10. DOI: 10.1145/1929916.1929917.
- Chen, Mu-Chen; Yang, Taho; Yen, Chi-Tsung (2007): Investigating the value of information sharing in multi-echelon supply chains. In: *Qual Quant* 41 (3), S. 497–511. DOI: 10.1007/s11135-007-9086-2.
- Christopher, Martin (2016): *Logistics & supply chain management*. 5. Rev ed. Harlow: Pearson Education Limited (Always learning).
- Cleven, Anne; Gubler, Philipp; Hüner, Kai M. (2009): Design alternatives for the evaluation of design science research artifacts. In: Vijay Vaishanvi und Sandeep Purao (Hg.): *the 4th International Conference*. Philadelphia, Pennsylvania, S. 1–8.
- Cooper, Robert G.; Edgett, Scott J.; Kleinschmidt, Elko J. (1999): New Product Portfolio Management. Practices and Performance. In: *Journal of Product Innovation Management* 16 (4), S. 333–351. DOI: 10.1111/1540-5885.1640333.
- Corsten, Hans; Gössinger, Ralf (2008): *Einführung in das Supply-Chain-Management*. 2., vollst. überarb. und wesentlich erw. Aufl. München, Wien: Oldenbourg.
- Dammer, Henning (2008): *Multiprojektmanagement*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Gabler-Edition Wissenschaft).
- Danese, P. (2006): Collaboration forms, information and communication technologies, and coordination mechanisms in CPFR. In: *International Journal of Production Research* 44 (16), S. 3207–3226. DOI: 10.1080/00207540600557991.
- Danese, Pamela (2011): Towards a contingency theory of collaborative planning initiatives in supply networks. In: *International Journal of Production Research* 49 (4), S. 1081–1103. DOI: 10.1080/00207540903555510.
- Dannberg, Lothar (2013): Offshore-Windenergieanlagen und Entwicklungstendenzen. In: Jörg Böttcher (Hg.): *Handbuch Offshore-Windenergie*. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte. München: Oldenbourg Verlag, S. 289–329.

- Dechange, André; Friedrich, Bernd (2013): Multiprojektmanagement in der Energiewirtschaft. In: Carsten Lau, André Dechange und Tina Flegel (Hg.): Projektmanagement im Energiebereich. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 101–124.
- Deutsche Bundesregierung (2013): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. Deutschlands Zukunft gestalten. 18. Legislaturperiode. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=FD211173E8BB9D03ECD87F7A09C57AE7.s6t1?__blob=publication-File&v=2, zuletzt geprüft am 08.07.2016.
- Du, Fang Xiao; Leung, Stephen C.H.; Long Zhang, Jin; Lai, K. K. (2009): Procurement of agricultural products using the CPFR approach. In: *Supp Chain Mngmnt* 14 (4), S. 253–258. DOI: 10.1108/13598540910970081.
- Eksoz, Can; Mansouri, S. Afshin; Bourlakis, Michael (2014): Collaborative forecasting in the food supply chain. A conceptual framework. In: *International Journal of Production Economics* 158, S. 120–135. DOI: 10.1016/j.ijpe.2014.07.031.
- Eley, Michael (2012): Simulation in der Logistik. Einführung in die Erstellung ereignisdiskreter Modelle unter Verwendung des Werkzeuges "Plant Simulation". Berlin, Heidelberg: Springer.
- Engwall, Mats; Jerbrant, Anna (2003): The resource allocation syndrome. The prime challenge of multi-project management? In: *International Journal of Project Management* 21 (6), S. 403–409. DOI: 10.1016/S0263-7863(02)00113-8.
- Esper, Terry; Williams, Lisa (2003): The Value of Collaborative Transportation Management (CTM): Its Relationship to CPFR and Information Technology. In: *Transportation Journal* 42 (4), S. 55–65.
- Fandel, Günter; Giese, Anke; Raubenheimer, Heike (2009): Supply-chain-Management. Strategien - Planungsansätze - Controlling. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Fawcett, Stanley E.; Magnan, Gregory M.; McCarter, Matthew W. (2008): Supply chain alliances and social dilemmas. Bridging the barriers that impede collaboration. In: *International Journal of Procurement Management* 1 (3), S. 318. DOI: 10.1504/IJPM.2008.017528.
- Feng, Cheng-Min; Yuan, Chien-Yun (2007): Application of Collaborative Transportation Management to Global Logistics: An Interview Case Study. In: *International Journal of Management* 24 (4), S. 623–636.
- Fettke, Peter (2004): Entwicklung eines Bezugsrahmens zur Evaluierung von Referenzmodellen. Langfassung eines Beitrages. Mainz: ISYM (Working papers of the Research Group Information Systems & Management, Paper 20).

- Fiala, P. (2005): Information sharing in supply chains. In: *Omega* 33 (5), S. 419–423. DOI: 10.1016/j.omega.2004.07.006.
- Flick, Uwe; Kardorff, Ernst von; Steinke, Ines (Hg.) (2006): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. 4. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch-Verl. (Rororo, 55628 : Rowohlts Enzyklopädie).
- Fliedner, Gene (2003): CPFR. An emerging supply chain tool. In: *Industrial Management and Data Systems* 103 (1), S. 14–21. DOI: 10.1108/02635570310456850.
- Frank, Ulrich (2006): *Towards a pluralistic conception of research methods in information systems research*. Essen: ICB (ICB research report, No. 7).
- Franke, Ulrich (2000): *Evaluation von Artefakten in der Wirtschaftsinformatik*. In: Lutz Jürgen Heinrich und Irene Häntschel (Hg.): *Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik. Handbuch für Praxis, Lehre und Forschung*. München, Wien: Oldenbourg, S. 35–48.
- Fransoo, Jan C.; Wäfler, Toni; Wilson, John R. (Hg.) (2011): *Behavioral operations in planning and scheduling*. New York: Springer.
- Freund, Jakob; Rücker, Bernd (2014): *Praxishandbuch BPMN 2.0*. 4., aktualisierte Aufl. München: Hanser.
- Funk, Burkhardt; Marx Gómez, Jorge; Niemeyer, Peter; Teuteberg, Frank (2013): *Geschäftsprozessintegration mit SAP. Fallstudien zur Steuerung von Wertschöpfungsprozessen entlang der Supply Chain*. Softcover. Berlin: Springer.
- Gadatsch, Andreas (2013): *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Gadatsch, Andreas (2017): *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gasch, Robert; Twele, Jochen (2013): *Windkraftanlagen. Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb*. 8., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Gemünden, Hans Georg; Dammer, Henning; Jonas, Daniel (2010): *Die Zusammenarbeit der Akteure im Multiprojektmanagement: Empirische Untersuchungsergebnisse*. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): *Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern*. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 33–49.

- Gewiese, Armin; Dömeland, Ulrike (2011): Frischer Wind in Deutschlands Häfen. In: *Schiffahrt, Hafen, Bahn und Technik – Magazin für intermodalen Transport und Logistik* 30 (4), S. 84–86.
- Ghosh, Anupam; Fedorowicz, Jane (2008): The role of trust in supply chain governance. In: *Business Process Mgmt Journal* 14 (4), S. 453–470. DOI: 10.1108/14637150810888019.
- Gibson, Marcus; Arnott, David (2007): The use of focus groups in design science research. In: *ACIS 2007 Proceedings*, S. 327–337.
- Gille, Denny (2011): Kein Standard in Sicht. In: *Erneuerbare Energien* 21 (1), S. 38–43.
- Glinz, Martin (2008): A Risk-Based, Value-Oriented Approach to Quality Requirements. In: *IEEE Softw.* 25 (2), S. 34–41. DOI: 10.1109/MS.2008.31.
- Goll, Joachim (2012): Methoden des Software Engineering. Funktions-, daten-, objekt- und aspektorientiert entwickeln. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Göpfert, Ingrid; Wellbrock, Wanja (2012): Zielerreichungsgrad bestehender Supply-Chain-Management-Konzepte - Ergebnisse einer Praxisstudie. 4 Bände. Marburg: Lehrstuhl für ABWL und Logistik, Philipps-Universität Marburg (Discussion Papers on Logistics and Supply Chain Management, 2).
- Görges, Michael; Möller, Jörg; Shao, Jincheng (2014): Simulationsgestützte Planung und Steuerung in der Offshore-Logistik. In: Klaus-Dieter Thoben, Hans-Dietrich Hassis und Marco Lewandowski (Hg.): *Logistik für die Windenergie. Herausforderungen und Lösungen für moderne Windkraftwerke*. Berlin: epubli, S. 49–58.
- Grantz, Torsten; Molzow-Voit, Frank; Spöttl, Georg; Windelband, Lars (2013): *Offshore-Kompetenz. Windenergie und Facharbeit - Sektorentwicklung und Aus- und Weiterbildung*. Frankfurt, M: Lang-Ed. (Vocational education and training Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt, Bd. 9).
- Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst (2012): *Produktion und Logistik*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Gutenschwager, Kai; Rabe, Markus; Spieckermann, Sven; Wenzel, Sigrid (2017): *Simulation in Produktion und Logistik. Grundlagen und Anwendungen*. Berlin: Springer Vieweg.
- Hagenhoff, Svenja (2004): *Kooperationsformen: Grundtypen und spezielle Ausprägungen*. Hg. v. Matthias Schumann. Institut für Wirtschaftsinformatik - Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen (Arbeitsbericht, 4/2004).
- Hau, Erich (2014): *Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit*. 5., neu bearb. Aufl. Berlin: Springer.

- Hedtstück, Ulrich (2013): Simulation diskreter Prozesse. Methoden und Anwendungen. Berlin [u.a.]: Springer (eXamen.press).
- Heidmann, Roger (2010): Anfänge im Hinterland. In: *Erneuerbare Energien* 20, S. 50–53.
- Heidmann, Roger (2015): Windenergie und Logistik. Losgröße 1: Logistikmanagement im Maschinen- und Anlagenbau mit geringen Losgrößen. 1. Aufl. Berlin: Beuth (Management).
- Hellingrath, Bernd; Hegmanns, Tobias; Maaß, Jan-Christoph; Toth, Michael (2008): Prozesse in Logistiknetzwerken – Supply Chain Management. In: Dieter Arnold, Axel Kuhn, Kai Furmanns, Heinz Isermann und Horst Tempelmeier (Hg.): *Handbuch Logistik*. 3., neu bearbeitete Aufl. Berlin: Springer (VDI-Buch), S. 459–486.
- Helmholtz-Zentrum, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (2012): coastDat-1 Waves North Sea wave spectra hindcast (1948-2007).
- Helms, Marilyn M.; Ettkin, Lawrence P.; Chapman, Sharon (2000): Supply chain forecasting – Collaborative forecasting supports supply chain management. In: *Business Process Mgmt Journal* 6 (5), S. 392–407. DOI: 10.1108/14637150010352408.
- Heusler, Klaus Felix (2004): Implementierung von Supply Chain Management. Kompetenzorientierte Analyse aus der Perspektive eines Netzwerkakteurs. 1. Aufl. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. (Gabler Edition Wissenschaft).
- Hevner, Alan; March, Salvatore; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly* 28 (1), S. 75–105.
- Heydt, Andreas von der (1999): *Handbuch efficient consumer response*. Konzepte, Erfahrungen, Herausforderungen. München: Vahlen.
- Hoffmann, Werner H.; Schlosser, Roman (2001): Success Factors of Strategic Alliances in Small and Medium-sized Enterprises—An Empirical Survey. In: *Long Range Planning* 34 (3), S. 357–381. DOI: 10.1016/S0024-6301(01)00041-3.
- Hofmann, Erik; Rüsçh, Marco (2017): Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. In: *Computers in Industry* (89), S. 23–34. DOI: 10.1016/j.com-pind.2017.04.002.
- Hofmann, Marcus; Krawatzek, Robert; Jacobi, Frieder (2013): Entwicklung eines Software-Prototyps zur automatischen Erstellung nutzerspezifischer ETL-Dokumentation. Ein detailliertes Fallbeispiel für gestaltungsorientierte, problemzentrierte Forschung. In: *CEUR Workshop Proceedings*, S. 21–34.

- Hollmann, Roberto Luis; Scavarda, Luiz Felipe; Thomé, Antônio Márcio Tavares (2015): Collaborative planning, forecasting and replenishment. A literature review. In: *Int J Productivity & Perf Mgmt* 64 (7), S. 971–993. DOI: 10.1108/IJPPM-03-2014-0039.
- Holten, Roland; Melchert, Florian (2002): Das Supply Chain Operations Reference (SCOR)-Modell. In: Jörg Becker und Ralf Knackstedt (Hg.): *Wissensmanagement mit Referenzmodellen*: Physica-Verlag HD, S. 207–226.
- Hvolby, Hans-Henrik; Trienekens, Jacques H. (2010): Challenges in business systems integration. In: *Computers in Industry* 61 (9), S. 808–812.
- IAPM (2017): Industrie 4.0 und das Projektmanagement. Hg. v. International Association of Project Management. Online verfügbar unter <https://www.iapm.net/de/news-events/iapm-blog/!/show/265/industrie-40-und-das-projektmanagement/>, zuletzt geprüft am 08.09.2017.
- Irawan, Chandra Ade; Jones, Dylan; Ouelhadj, Djamila (2017): Bi-objective optimisation model for installation scheduling in offshore wind farms. In: *Computers & Operations Research* 78, S. 393–407. DOI: 10.1016/j.cor.2015.09.010.
- ISO/IEC 25000: ISO/IEC 25000 - Systems and software engineering.
- Jain, Vipul; Wadhwa, Sanjay; Deshmukh, S. G. (2009): Revisiting information systems to support a dynamic supply chain. Issues and perspectives. In: *Production Planning and Control* 20 (1), S. 17–29. DOI: 10.1080/09537280802608019.
- Johnson, Matt (1999): Collaboration Data Modeling: CPFR Implementation Guidelines. In: Council of Logistics Management (Hg.): *Annual Conference Proceedings of the Council of Logistics Management 1999*. Chicago, S. 13–23.
- Joschko, Philip; Widok, Andi; Appel, Susanne; Greiner, Saskia; Albers, Henning; Page, Bernd (2015): Modeling and simulation of offshore wind farm O&M processes. In: *Environmental Impact Assessment Review* 52, S. 31–39. DOI: 10.1016/j.eiar.2014.09.009.
- Jung, Hans (2016): *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 13., aktualisierte Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Kaiser, Oliver; Seitz, Heike (2014): Ressourceneffizienz von Windenergieanlagen. Hg. v. VDI Zentrum Ressourceneffizienz. Berlin (Kurzanalyse, 9). Online verfügbar unter http://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/kurzanalysen/2014-Kurzanalyse-VDI-ZRE-09-Ressourceneffizienz-Windenergieanlagen.pdf, zuletzt geprüft am 12.09.2016.

- Kamalapur, Raj; Lyth, David; Houshyar, Azim (2013): Benefits of CPFR and VMI Collaboration Strategies: a Simulation Study. In: *JOSCM* 6 (2), S. 59–73. DOI: 10.12660/joscmv6n2p59-73.
- Kemper, Alfons; Eickler, André (2011): Datenbanksysteme. Eine Einführung. 8., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Oldenbourg, R.
- Khurana, Manoj; Mishra, P. K.; Singh, A. R. (2011): Barriers to Information Sharing in Supply Chain of Manufacturing Industries. In: *International Journal of Manufacturing Systems* 1 (1), S. 9–29. DOI: 10.3923/ijmsaj.2011.9.29.
- Kilger, Christoph; Reuter, Boris; Stadtler, Hartmut (2008): Collaborative Planning. In: Hartmut Stadtler und Christoph Kilger (Hg.): Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Springer e-books, S. 263–284.
- Killich, Stephan (2011): Formen der Unternehmenskooperation. In: Thomas Becker, Ingo Dammer, Jürgen Howaldt und Achim Loose (Hg.): Netzwerkmanagement. Mit Kooperation zum Unternehmenserfolg. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 13–22.
- Kim, Soonhee; Lee, Hyangsoo (2006): The Impact of Organizational Context and Information Technology on Employee Knowledge-Sharing Capabilities. In: *Public Administration Review* 66 (3), S. 370–385. DOI: 10.1111/j.1540-6210.2006.00595.x.
- Klaus, Peter; Krieger, Winfried; Krupp, Michael (2012): Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse. 5. Aufl. 2012. Wiesbaden: Gabler Verlag (SpringerLink : Bücher).
- Klinke, Joachim; Klarmann, Michael (2014): SystOp Offshore Wind - German Wind Power Plant Model. Referenzprozessmodell für den Lebenszyklus von Offshore-Windparks. Abschlussbericht. BTC Business Technology Consulting AG, Hochschule Bremen, Universität Hamburg, Ingenieurgesellschaft Zuverlässigkeit und Prozessmodellierung Dresden.
- Knoblich, Hans (1969): Zwischenbetriebliche Kooperation : Wesen, Formen und Ziele. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 39 (8), S. 497–514.
- Kress, Moshe (2016): Operational logistics. The art and science of sustaining military operations. 2. Aufl. London: Springer (Management for professionals).
- Krüger, Wilfried (2010): Ansatzpunkte für ein flexibles Multiprojektmanagement. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 305–318.

- Lambert, Douglas M.; Cooper, Martha C.; Pagh, Janus D. (1998): Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. In: *The International Journal of Logistics Management* 8 (2), S. 1–20.
- Lange, Kerstin; Rinne, André; Haasis, Hans-Dietrich (2012): Planning Maritime Logistics Concepts for Offshore Wind Farms: A Newly Developed Decision Support System. In: Hao Hu (Hg.): Computational logistics. Third international conference, ICCL 2012, Shanghai, China, September 24 - 26, 2012 ; proceedings, Bd. 7555. Berlin [ua.]: Springer (Lecture notes in computer science, 7555), S. 142–158.
- Lee, Hau L.; Whang, Seungjin (2000): Information sharing in a supply chain. In: *IJMTM* 1 (1), S. 79. DOI: 10.1504/IJMTM.2000.001329.
- Lee, Hau L.; Whang, Seungjin (2005): e-Business and Supply Chain Integration. In: Terry P. Harrison, Hau Leung Lee und John J. Neale (Hg.): The practice of supply chain management. Where theory and application converge, Bd. 62. Boston: Kluwer Academic Pub (International Series in Operations Research & Management Science), S. 123–138.
- Liebold, Renate; Trinczek, Rainer (2009): Experteninterview. In: Stefan Kühl (Hg.): Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und qualitative Methoden. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss., S. 32–56.
- Liu, Xiaohui; Sun, Youwang (2012): Information Integration of CPFR in Inbound Logistics of Automotive Manufacturers Based on Internet of Things. In: *Journal of Computers* 7 (2), S. 349–355.
- Lotfi, Zahra; Mukhtar, Muriati; Sahran, Shahnorbanun; Zadeh, Ali Taei (2013): Information Sharing in Supply Chain Management. In: *Procedia Technology* 11, S. 298–304. DOI: 10.1016/j.protcy.2013.12.194.
- Lüers, Silke; Rehfeldt, Knud (2015): Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. 2015. Hg. v. Deutsche WindGuard GmbH. Varel. Online verfügbar unter <https://www.windenergie.de/sites/default/files/attachments/page/statistiken/factsheet-status-offshore-windenergieausbau-jahr-2015.pdf>, zuletzt geprüft am 01.09.2016.
- Lüers, Silke; Wallasch, Anna-Kathrin; Rehfeldt, Knud (2015): Kostensituation der Windenergie an Land in Deutschland. Update. Varel. Online verfügbar unter https://www.windenergie.de/sites/default/files/download/publication/kostensituation-der-windenergie-land-deutschland-update/20151214_kostensituation_der_windenergie_an_land_in_deutschland_update.pdf, zuletzt geprüft am 12.09.2016.

- Lüers, Silke; Wallasch, Anna-Kathrin; Vogelsang, Kerstin (2017): Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. 2016. Hg. v. Deutsche WindGuard GmbH. Varel. Online verfügbar unter https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2017/Status%20des%20Offshore-Windenergieausbaus%20in%20Deutschland%2C%20Gesamtjahr%202016.pdf, zuletzt geprüft am 11.07.2018.
- Lüers, Silke; Wallasch, Anna-Kathrin; Vogelsang, Kerstin (2018): Status des Offshore-Energieausbaus in Deutschland. 2017. Hg. v. Deutsche WindGuard GmbH. Varel. Online verfügbar unter https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2018/Status%20des%20Offshore-Windenergieausbaus%20in%20Deutschland%2C%20Gesamtjahr%202017.pdf, zuletzt geprüft am 11.07.2018.
- Lütjen, Michael; Karimi, Hamid Reza (2012): Approach of a Port Inventory Control System for the Offshore Installation of Wind Turbines. In: Jin S. Chung, Ivar Langen, Sa Young Hong und Simon J. Prinsenbergh (Hg.): The Proceedings of The Twenty-second (2012) International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE). Rhodes, Greece, S. 502–508.
- Lyu, Jung; Ding, Jyh-Hong; Chen, Ping-Shun (2010): Coordinating replenishment mechanisms in supply chain. From the collaborative supplier and store-level retailer perspective. In: *International Journal of Production Economics* 123 (1), S. 221–234. DOI: 10.1016/j.ijpe.2009.07.017.
- Marakas, George M.; O'Brien, James A. (2013): Introduction to information systems. 16th ed. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- Mayer, Horst O. (2012): Interview und schriftliche Befragung. Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. 6., überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg.
- McCarthy, Teresa M.; Golicic, Susan L. (2002): Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. In: *Int Jnl Phys Dist & Log Manage* 32 (6), S. 431–454. DOI: 10.1108/09600030210437960.
- Meuser, Michael; Nagel, Ulrike (2009): Experteninterview und der Wandel der Wissensproduktion. In: Bogner, Alexander, Littig, Beate und Wolfgang Menz (Hg.): Experteninterviews. Theorie, Methoden, Anwendungsfelder. 3., grundlegend überarbeitete Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwiss., S. 35–60.
- Meyer, Ronny (2014): Offshore-Wind in Deutschland. Keynotes. WAB e.V. LogDynamics. Bremen, 03.12.2014.

Mourtzis, D. (2011): Internet based collaboration in the manufacturing supply chain. In: *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 4 (3), S. 296–304. DOI: 10.1016/j.cirpj.2011.06.005.

Muhabie, Yohannes Tekle; Caprace, Jean-David; Petcu, Cristian; Rigo, Philippe (2015): Improving the Installation of Offshore Wind Farms by the use of Discrete Event Simulation. 5th World Maritime Technology Conference. Providence, USA. Online verfügbar unter <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/188270>.

Müller, Wolfgang (2010): Ressourcenmanagement im strategischen und operativen Multiprojektmanagement. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): *Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern*. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 209–226.

DIN 69909-2, 2013-03: Multiprojektmanagement - Management von Projektportfolios, Programmen und Projekten - Teil 2: Prozesse, Prozessmodell.

DIN 69909-3, 2015-11: Multiprojektmanagement - Management von Projektportfolios, Programmen und Projekten - Teil 3: Methoden.

DIN 69909-1, 2013-03: Multiprojektmanagement - Management von Projektportfolios, Programmen und Projekten - Teil 1: Grundlagen.

Naiburg, Eric J.; Maksimchuck, Robert A. (2001): *UML for database design*. Bosten (Addison-Wesley).

Neulinger, Ralf; Clark, Roderick; Perinic, Kreso; Hentschel, Alexander; Stuible, Lars (2013): Betriebserfahrungen und Betriebskosten. In: Jörg Böttcher (Hg.): *Handbuch Offshore-Windenergie. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte*. München: Oldenbourg Verlag, S. 432–454.

Österle, Hubert; Becker, Jörg; Frank, Ulrich; Hess, Thomas; Karagiannis, Dimitris; Krcmar, Helmut et al. (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* (11), S. 664–669.

Oswald, Alfred; Müller, Wolfram (2017): *Management 4.0. Handbook for Agile Practices*. Norderstedt: BoD - Books on Demand.

Otto, Werner (2004): Die Pyramide des virtuosen Projektmanagements. In: Andreas Frick, Gerrit Kreber, Dietmar Lange und Roland Marré (Hg.): *Dokumentation / InterPM 2004, Konferenz zur Zukunft im Projektmanagement*. Nürnberg: Dt. Ges. für Projektmanagement, S. 121–128.

- Özdirik, Burcu; Kaltschmitt, Martin (2014): Potenziale und Nutzung. In: Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher und Andreas Wiese (Hg.): Erneuerbare Energien. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 543–550.
- Panahifar, Farhad; Byrne, P. J.; Heavey, Cathal (2014): ISM analysis of CPFR implementation barriers. In: *International Journal of Production Research* 52 (18), S. 5255–5272. DOI: 10.1080/00207543.2014.886789.
- Panahifar, Farhad; Ghadimi, Pezhman; Azadnia, Amir Hossein; Heavey, Cathal; Byrne, P. J. (2013): A Study on CPFR Implementation Critical Factors for the Automotive Spare Part Industry. In: 2013 8th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation (EUROSIM). Cardiff, United Kingdom, S. 1–6.
- Panahifar, Farhad; Heavey, Cathal; Byrne, P. J.; Fazlollahtabar, Hamed (2015): A framework for Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR). In: *Journal of Ent Info Management* 28 (6), S. 838–871. DOI: 10.1108/JEIM-09-2014-0092.
- Peffer, Ken; Tuunanen, Tuure; Rothenberger, Marcus; Chatterjee, Samir (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: *Journal of Management Information Systems* 24 (3), S. 45–77. DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302.
- Petersen, Kenneth J.; Ragatz, Gary L.; Monczka, Robert M. (2005): An Examination of Collaborative Planning Effectiveness and Supply Chain Performance. In: *J Supply Chain Management* 41 (2), S. 14–25. DOI: 10.1111/j.1055-6001.2005.04102002.x.
- Pfeifer, C.; Hensolt, J.; Wolfinger, K.; Kornas, N.; Erath, S. (2013): Investigation of opportunities that exist within the automotive supply chain for collaborative planning forecasting and replenishment. Online verfügbar unter www.vics.org, zuletzt aktualisiert am 10.11.2013.
- Plewan, Hans-Jürgen; Poensgen, Benjamin (2011): Produktive Softwareentwicklung. Heidelberg: Dpunkt Verlag.
- Porter, Michael E. (2014): Wettbewerbsvorteile (competitive advantage). Spitzenleistungen erreichen und behaupten. 8., durchgesehene Auflage: Campus Verlag.
- DIN 69901-2, 2009-01: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 2: Prozesse, Prozessmodell.
- DIN 69901-5, 2009-01: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe.
- Püttmann, Carolin (2010): Collaborative planning in intermodal freight transportation. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Produktion und Logistik).

- Raghunathan, Srinivasan (1999): Interorganizational Collaborative Forecasting and Replenishment Systems and Supply Chain Implications. In: *Decision Sciences* 30 (4), S. 1053–1071. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1999.tb00918.x.
- Ramanathan, Usha (2014): Performance of supply chain collaboration – A simulation study. In: *Expert Systems with Applications* 41 (1), S. 210–220. DOI: 10.1016/j.eswa.2013.07.022.
- Ramanathan, Usha; Gunasekaran, Angappa (2014): Supply chain collaboration. Impact of success in long-term partnerships. In: *International Journal of Production Economics* 147, S. 252–259. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.06.002.
- Raveling, Jann (2017): Zwischen Weltall, Wind und Welle. Kommunikation in Offshore-Windparks. Hg. v. Wirtschaftsförderung Bremen. Online verfügbar unter <https://wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/zwischen-weltall-wind-und-welle-kommunikation-in-offshore-windparks>, zuletzt geprüft am 08.09.2012.
- Razavi, Maryam N.; Iverson, Lee (2006): A grounded theory of information sharing behavior in a personal learning space. In: Pamela Hinds und David Martin (Hg.): Conference proceedings / Conference on Computer Supported Cooperative Work. 20th anniversary, November 4 - 8, 2006, Banff, Alberta, Canada. the 2006 20th anniversary conference. Banff, Alberta, Canada, 4/11/2006 - 8/11/2006. CSCW. <2006, Banff, Alberta>. New York, NY: ACM Press, S. 459.
- Reichert, Frank; Kunze, Robert; Kitvarametha, Saman (2012): Expedition Offshore Windlogistik. Hintergrundinformation. München.
- Rohrig, Kurt; Richts, Christoph; Bofinger, Stefan; Jansen, Malte; Seifert, Malte; Pfaffel, Sebastian; Durstewitz, Michael (2013): Energiewirtschaftliche Bedeutung der Offshore-Windenergie für die Energiewende. Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesysteme. Kassel. Online verfügbar unter http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/SOW_Download_Langfassung-EnergiewirtschaftlicheBedeutungderOffshore-Windenergie.pdf, zuletzt geprüft am 07.07.2016.
- Rose, Oliver; März, Lothar (2011): Simulation. In: Lothar März, Wilfried Krug, Oliver Rose und Gerald Weigert (Hg.): Simulation und Optimierung in Produktion und Logistic. Praxisorientierter Leitfaden mit Fallbeispielen. Heidelberg: Springer (VDI-Buch), S. 13–19.
- Rosen, Benson; Furst, Stacie; Blackburn, Richard (2007): Overcoming Barriers to Knowledge Sharing in Virtual Teams. In: *Organizational Dynamics* 36 (3), S. 259–273. DOI: 10.1016/j.orgdyn.2007.04.007.
- Rushton, Alan; Croucher, Phil; Baker, Peter (2014): The handbook of logistics and distribution management. Understanding the supply chain. 5. Aufl.: Kogan Page Publishers.

- Rüßmann, Michael; Lorenz, Markus; Gerbert, Philipp; Waldner, Manuela; Justus, Jan; Engel, Pascal; Harnisch, Michael (2015): Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Hg. v. The Boston Consulting Group. Online verfügbar unter <https://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2017.
- Ryu, Seung-Jin; Tsukishima, Takahiro; Onari, Hisashi (2009): A study on evaluation of demand information-sharing methods in supply chain. In: *International Journal of Production Economics* 120 (1), S. 162–175. DOI: 10.1016/j.ijpe.2008.07.030.
- Sari, Kazim (2008): On the benefits of CPFR and VMI. A comparative simulation study. In: *International Journal of Production Economics* 113 (2), S. 575–586. DOI: 10.1016/j.ijpe.2007.10.021.
- Sarker, Bhaba R.; Faiz, Tasnim Ibn (2017): Minimizing transportation and installation costs for turbines in offshore wind farms. In: *Renewable Energy* 101, S. 667–679. DOI: 10.1016/j.renene.2016.09.014.
- Schabbach, Thomas (2007): Geschichte der Regenerativen Energien. Antrittsvorlesung an der Fachhochschule Nordhausen, 2007.
- Schatten, Alexander; Demolsky, Markus; Winkler, Dietmar; Biffel, Stefan; Gostischa-Franta, Erik; Östereicher, Thomas (2010): Best Practice Software-Engineering. Eine praxiserprobte Zusammenstellung von komponentenorientierten Konzepten, Methoden und Werkzeugen. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl.
- Schnell, Rainer; Hill, Paul B.; Esser, Elke (2013): Methoden der empirischen Sozialforschung. 10., überarb. Aufl. München: Oldenbourg Verlag.
- Scholz-Reiter, Bernd; Heger, Jens; Lütjen, Michael; Schweizer, Anne (2010): A MILP for Installation Scheduling of Offshore Wind Farms. In: *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* 5 (2), S. 371–378.
- Scholz-Reiter, Bernd; Karimi, Hamid Reza; Lütjen, Michael; Heger, Jens; Schweizer, Anne (2011): Towards a heuristic for scheduling offshore installation processes. In: Maneesh Singh, Raj Rao und Jayantha Prasanna Liyanage (Hg.): Proceedings of the 24th international congress on condition monitoring (COMADEM), S. 999–1008.
- Schönberger, Jörn; Kopfer, Herbert; Kotzab, Herbert (2014a): Common Pool Resources for Logistics. Bremen (Literature Series: Supply Chain Management, 03 / 2014).
- Schönberger, Jörn; Kopfer, Herbert; Kotzab, Herbert (2014b): Shared Resources in Produktion und Logistik. In: Christian Mieke (Hg.): Logistikorientiertes Produktionsmanagement. Berlin: Logos, S. 81–96.

Schrage, Michael (1990): Shared minds. The new technologies of collaboration. [1st ed.]. New York: Random House.

Schulte, Christof (2013): Logistik. Wege zur Optimierung der Supply Chain. 6. Aufl. München: Vahlen, Franz (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

Schweizer, Anne (2015): Konzeption und Bewertung dynamischer Logistikprozesse für Netzwerke der Offshore-Windenergie. Berlin: GITO mbH Verl. (Informationstechnische Systeme und Organisation von Produktion und Logistik, 19).

Schweizer, Anne; Beinke, Thies; Scholz-Reiter, Bernd (2011): Das Logistiknetzwerk der Offshore-Windenergie. In: *Industrie Management* 27 (6), S. 9–12.

Schwienhorst, Rudolf; Purle, Enric (2006): Gesundung. damit die Sanierung sich erübrigt. In: *Führung und Organisation* 75 (1), S. 29–34.

Schwieters, Norbert; Ull, Thomas; Meyer, Ronny (2012): Volle Kraft aus Hochseewind. Hg. v. PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. PwC, WAB. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter http://www.wab.net/images/stories/PDF/studien/Volle_Kraft_aus_Hochseewind_PwC_WAB.pdf, zuletzt geprüft am 25.06.2014.

Seidl, Jörg (2007): Konvergentes Projektmanagement : Konzepte der Integration von Projektportfoliosteuerung und operativem Programm- und Projektmanagement, Bremen.

Seidl, Jörg (2011): Multiprojektmanagement. Übergreifende Steuerung von Mehrprojektsituationen durch Projektportfolio- und Programmmanagement. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (Xpert.press).

Seidl, Jörg; Ziegler, Thorsten (2010): Management von Projektabhängigkeiten. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 115–130.

Seifert, Dirk (2002a): CPFR als neuer Strategieansatz. In: Dirk Seifert (Hg.): Collaborative planning, forecasting and replenishment. Ein neues Konzept für state-of-the-art Supply Chain Management. 1. Aufl. 2002. Bonn: Galileo, S. 55–88.

Seifert, Dirk (2002b): Efficient Consumer Response als Ausgangspunkt von CPFR. In: Dirk Seifert (Hg.): Collaborative planning, forecasting and replenishment. Ein neues Konzept für state-of-the-art Supply Chain Management. 1. Aufl. 2002. Bonn: Galileo, S. 27–53.

Seifert, Dirk (2003): Collaborative planning, forecasting, and replenishment. How to create a supply chain advantage. New York [u.a.]: AMACOM.

Sheffi, Y. (2002): The value of CPFR. RIRL Conference Proceedings. Lissabon, 2002.

- Shu, Tong; Chen, Shou; Xie, C. H.I.; Wang, Shouyang; Lai, K. Keungi (2010): AVE-CPFR working chains on the basis of selection model of collaboration credit-granting guarantee approaches. In: *International Journal of Information Technology & Decision Making* 09 (02), S. 301–325. DOI: 10.1142/S021962201000383X.
- Siau, Keng; Rossi, Matti (2011): Evaluation techniques for systems analysis and design modeling methods - a review and comparative analysis. In: *Information Systems Journal* 21 (3), S. 249–268. DOI: 10.1111/j.1365-2575.2007.00255.x.
- Simatupang, Togar M.; Sridharan, Ramaswami (2005): An integrative framework for supply chain collaboration. In: *The International Journal of Logistics Management* 16 (2), S. 257–274. DOI: 10.1108/09574090510634548.
- VDI 3633, Dezember 2013: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen - Begriffe, zuletzt geprüft am 15.08.2016.
- VDI 3633-3, Dezember 1997: Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen - Experimentplanung und -auswertung, zuletzt geprüft am 15.08.2016.
- Slama, Dirk; Nelius, Ralph (2011): Enterprise BPM. Erfolgsrezepte für unternehmensweites Prozessmanagement. Heidelberg: Dpunkt.verlag.
- Småros, Johanna (2007): Forecasting collaboration in the European grocery sector. Observations from a case study. In: *Journal of Operations Management* 25 (3), S. 702–716. DOI: 10.1016/j.jom.2006.06.005.
- Smith, Larry; Andraski, Joseph C.; Fawcett, Stanley E. (2010): Integrated business planning: a roadmap to linking S&OP and CPFR. In: *Journal of Business Forecasting* 29 (4), S. 4–13.
- Sommerville, Ian (2012): Software Engineering. 9., aktualisierte Aufl. München: Pearson (Pearson Studium - IT).
- Stadtler, Hartmut (2009): A framework for collaborative planning and state-of-the-art. In: *OR Spectrum* 31 (1), S. 5–30. DOI: 10.1007/s00291-007-0104-5.
- Statista (2016): Beschäftigungszahl in der deutschen Windenergiebranche. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/271271/umfrage/beschaefigtetenzahl-in-der-deutschen-windenergiebranche/>, zuletzt geprüft am 10.11.2017.
- Statista (2017): Installierte Offshore-Windenergieleistung in Europa nach Ländern im Jahr 2017 (in Megawatt). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/269809/umfrage/wichtigste-laender-europas-nach-installerter-offshore-windenergiekapazitaet/>, zuletzt aktualisiert am 19.03.2018.

Steinle, Claus; Eßeling, Verena; Eichenberg, Timm (2010a): Multiprojektmanagement und Multiprojektcontrolling. Standortbestimmung und Konzept. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 3–16.

Steinle, Claus; Eßeling, Verena; Mach, Kristina (2010b): Entwicklung einer Konzeption zur Priorisierung und Selektion von Projekten im Rahmen des Projektportfolio-Managements. In: Claus Steinle, Verena Eßeling und Timm Eichenberg (Hg.): Handbuch Multiprojektmanagement und -controlling. Projekte erfolgreich strukturieren und steuern. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Erich Schmidt, S. 159–172.

Stohlmeyer, Heiko; Ondraczek, Janosch (2013): Darstellung und Mitigierung zentraler Fertigungsrisiken. In: Jörg Böttcher (Hg.): Handbuch Offshore-Windenergie. Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte. München: Oldenbourg Verlag, S. 330–352.

Sun, Shuang; Yen, John (2005): Information Supply Chain: A Unified Framework for Information-Sharing. In: Paul Kantor (Hg.): Intelligence and security informatics. IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics, ISI 2005, Atlanta, GA, USA, May 19 - 20, 2005 ; proceedings, Bd. 3495. Berlin [u.a.]: Springer (Lecture notes in computer science, 3495), S. 422–428.

Tarokh, Mohammad Jafar; Soroor, Javad (2006): Supply Chain Management Information Systems Critical Failure Factors. In: Grace Lin, Robin G. Qui und Peng Tian (Hg.): International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics. Shanghai, China, 21-23.06.2006. IEEE, S. 425–431.

Thoben, Klaus-Dieter; Hassis, Hans-Dietrich; Lewandowski, Marco (2014): Offshore-Logistik - Herausforderungen an die Logistik für die Windenergie und Potentiale der angewandten Forschung. In: Klaus-Dieter Thoben, Hans-Dietrich Hassis und Marco Lewandowski (Hg.): Logistik für die Windenergie. Herausforderungen und Lösungen für moderne Windkraftwerke. Berlin: epubli, S. 3–11.

Thompson, Grahame (1991): Markets, hierarchies, and networks. The coordination of social life. London, Newbury Park: Sage Publications.

Thron, Thomas; Nagy, Gábor; Wassan, Niaz (2006): The impact of various levels of collaborative engagement on global and individual supply chain performance. In: *Int Jnl Phys Dist & Log Manage* 36 (8), S. 596–620. DOI: 10.1108/09600030610702880.

- Thron, Thomas; Nagy, Gábor; Wassan, Niaz (2007): Evaluating alternative supply chain structures for perishable products. In: *Int Jnl Logistics Management* 18 (3), S. 364–384. DOI: 10.1108/09574090710835110.
- Tjaden, Gregor (2003): Erfolgsfaktoren Virtueller Unternehmen. Eine theoretische und empirische Untersuchung. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH (Schriften zum europäischen Management).
- Tremblay, Monica Chiarini; Hevner, Alan R.; Berndt, Donald J. (2010): The Use of Focus Groups in Design Science Research. In: Alan Hevner und Samir Chatterjee (Hg.): *Design Research in Information Systems*, Bd. 22. Boston, MA: Springer US (Integrated Series in Information Systems), S. 121–143.
- Tsung, Fugee (2000): Impact of information sharing on statistical quality control. In: *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. A* 30 (2), S. 211–216. DOI: 10.1109/3468.833103.
- Ulrich, Philip; Lehr, Ulrike (2017): Beschäftigung in Deutschland durch Windenergie. Bundesländerergebnisse. Einzelprofile der Bundesländer. Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturfor- schung mbH. Osnabrück. Online verfügbar unter <https://www.wind-energie.de/system/files/attachments/press-release/2017/zukunftsbranche-windindustrie-ist-bundesweit-einstarker-beschaefigungsfaktor/wind-profile2015-gws-170320.pdf>, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- Vester, Frederic (2015): Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Aktualisierte und erweiterte Ausgabe, 10. Auflage. München: dtv (dtv, 33077).
- VICS Logistics Committee (2004): White Paper Collaborative Transportation. Version 1.0, developed by the CTM Sub-Committee of the VICS Logistics Committee.
- Vis, Iris F.A.; Ursavas, Evrim (2016): Assessment approaches to logistics for offshore wind energy installation. In: *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 14, S. 80–91. DOI: 10.1016/j.seta.2016.02.001.
- Voss, Tobias (2016): Wetter. In: Jessica Wegener, Lina Harms, Marie Hartinger und Andreas Findeisen (Hg.): *Schnittstellenmanagement Offshore Wind*. Praxishandbuch. Hamburg, S. 135–140.
- Voudouris, Christos; Lesaint, David; Owusu, Gilbert (2008): *Service Chain Management. Technology Innovation for the Service Business*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Wagner, Reinhard (2015): Sechs Megatrends und ihre Bedeutung für das Projektmanagement. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement. Online verfügbar unter

<http://gpm-blog.de/sechs-megatrends-und-ihre-bedeutung-fuer-das-projektmanagement/>, zuletzt geprüft am 08.09.2017.

Wang, WenJie; Yuan, Yufei; Archer, Norm; Guan, Jian (2005): Critical Factors for CPFR Success in the Chinese Retail Industry. In: *Journal of Internet Commerce* 4 (3), S. 23–39. DOI: 10.1300/J179v04n03_03.

Wannenwetsch, Helmut (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. 5., neu bearb. Aufl. 2014. Berlin: Springer Vieweg (Springer-Lehrbuch).

Wassermann, Sandra (2015): Das qualitative Experteninterview. In: Marlen Niederberger und Sandra Wassermann (Hg.): Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung. Wiesbaden: Springer VS (Springer VS), S. 51–67.

Wecker, Roman (2006): Internetbasiertes Supply Chain Management. Konzeptionalisierung, Operationalisierung und Erfolgswirkung. Wiesbaden: DUV.

Weerth, Carsten; Mecke, Ingo (2016): Gabler Wirtschaftslexikon. Stichwort: Kooperation. Hg. v. Springer Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/7992/kooperation-v11.html>, zuletzt geprüft am 07.09.2016.

Weise, Sigurd; Schimmel, Annette; Möller, Jörg (2014): Anforderungen an den Umschlag von Gründungsstrukturen für Offshore-Windenergieanlagen. In: Jürgen Grabe (Hg.): Offshore Basisshäfen. Hamburg: Techn. Univ. Hamburg-Harburg, Inst. für Geotechnik und Baubetrieb (Veröffentlichungen des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb, 31), S. 103–113.

Wen, Yuh-Horng (2012): Impact of Collaborative Transportation Management on Logistics Capability and Competitive Advantage for the Carrier. In: *Transportation Journal* 51 (4), S. 452. DOI: 10.5325/transportationj.51.4.0452.

Wenzel, Sigrid (2008): Modellbildung und Simulation in der Logistik. In: Axel Lehmann und Thomas Krieger (Hg.): Modellbildung und Simulation, Operations Research. Methoden zur Gestaltung der Zukunft der Bundeswehr und zur Unterstützung von Einsätzen. München, S. 68–84.

Wenzel, Sigrid; Weiß, Matthias; Collisi-Böhmer, Simone; Pitsch, Holger; Rose, Oliver (2008): Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik. Planung und Durchführung von Simulationsstudien. Berlin: Springer (VDI).

Werner, Hartmut (2013): Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 5., überarb. u. erw. Aufl. 2013. Wiesbaden: Springer Gabler.

- Whipple, Judith M.; Frankel, Robert; Daugherty, Patricia J. (2002): Information support for alliances. Performance implications. In: *Journal of Business Logistics* 23 (2), S. 67–82. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2002.tb00026.x.
- Whipple, Judith M.; Russell, Dawn (2007): Building supply chain collaboration. A typology of collaborative approaches. In: *Int Jnl Logistics Management* 18 (2), S. 174–196. DOI: 10.1108/09574090710816922.
- Wiendahl, Hans-Peter (1987): Belastungsorientierte Fertigungssteuerung. Grundlagen, Verfahrensaufbau, Realisierung. München, Wien: C. Hanser.
- Wiendahl, Hans-Peter; Dreher, Carsten; Engelbrecht, Arne (2005): Erfolgreich kooperieren. Heidelberg: Physica-Verlag.
- windmonitor.de (2016): Offshore - Technik - Anlagengröße. Hg. v. IWES. Online verfügbar unter http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/windmonitor_de/4_Offshore/2_technik/3_Anlagengroesse/, zuletzt geprüft am 01.09.2016.
- Zelewski, Stephan (2007): Kann Wissenschaftstheorie behilflich für die Publikationspraxis sein? Eine kritische Auseinandersetzung mit den Guidelines von Heevner et al. In: Franz Lehner und Stephan Zelewski (Hg.): *Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik*. Berlin: GITO-Verlag, S. 71–120.
- Zhou, H.; Benton, C. (2007): Supply chain practice and information sharing. In: *Journal of Operations Management* 25 (6), S. 1348–1365. DOI: 10.1016/j.jom.2007.01.009.
- Zhu, Kevin; Kraemer, Kenneth; Xu, Sean (2017): Electronic business adoption by European firms. A cross-country assessment of the facilitators and inhibitors. In: *European Journal of Information Systems* 12 (4), S. 251–268. DOI: 10.1057/palgrave.ejis.3000475.

Anhang

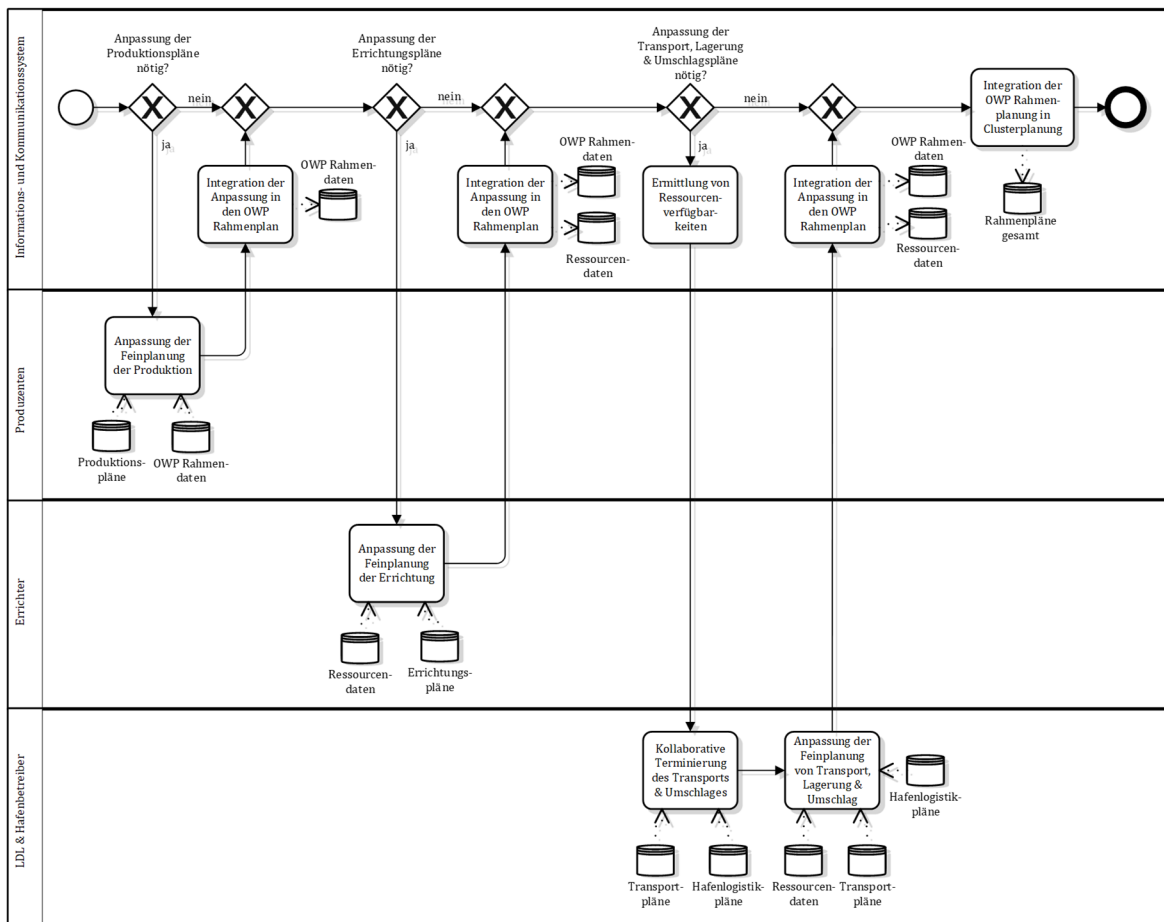
A. Karte der AWZ der deutschen Nordsee und die Lokationen für die Machbarkeitsstudie „Projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungslogistik der OWE“	190
B. Subprozess „Plananpassung“ für das Prozesskonzept.....	191
C. Nutzoberflächen der prototypischen Umsetzung der IT-seitigen Unterstützung des Ansatzes	192
D. Transkription des ersten Experteninterviews – LDL und Hafenbetreiber	198
E. Transkription des zweiten Experteninterviews – Produzent.....	216
F. Transkription des dritten Experteninterviews – Errichter und Kunde.....	228

A. Karte der AWZ der deutschen Nordsee und die Lokationen für die Machbarkeitsstudie „Projektübergreifender Ressourceneinsatz in der Errichtungslogistik der OWE“



- Legende:**
- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1 - Eemshaven (NL) | A - OWP A (N55°10', E5°00') |
| 2 - Cuxhaven (D) | B - OWP B (N54°25', E5°50') |
| 3 - Bremerhaven (D) | C - OWP C (N54°15', E6°40') |
| 4 - Stade (D) | |

B. Subprozess „Plananpassung“ für das Prozesskonzept



C. Nutzoberflächen der prototypischen Umsetzung der IT-seitigen Unterstützung des Ansatzes

Benutzeranmeldung

localhost:4200

Login

Für Nutzerverwaltung und Aufgaben erledigen

Email

Passwort

Login!

Noch nicht registriert?

Registrieren

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

localhost:4200/register

Registrierung

Name

Email

Passwort

Unternehmen

Anschrift

Telefon

Handy

Registrieren!

Schon registriert?

Login

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

Lagebild

localhost:4200/lagebild
Suchen

Lagebild

Aktuelle & nächste Aktionen

10 Einträge anzeigen
Suchen

ID	Tätigkeit	Startzeitpunkt	Endzeitpunkt	OWP	OWA	Komponente	Status	Details
Keine Daten in der Tabelle vorhanden								

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

Meldungen & Aufgaben

10 Einträge anzeigen
Suchen

ID	Tätigkeit	Soll-Zeitpunkt	Ist-Zeitpunkt	OWP	OWA	Komponente	Absender	Status	Details
Keine Daten in der Tabelle vorhanden									

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

Aufgabe erstellen

Email des Empfängers:

Tätigkeit:

Zeitpunkt (YYYY-mm-dd / e.g. 2018-09-21):

OWP:

OWA:

Komponente:

Status:

Details:

Speichern

Rahmenpläne

Rahmenpläne

10 Einträge anzeigen Suchen

ID	Tätigkeit	Start	Ende	OWP	OWA	Komponente	Akteur	Status	Details
Keine Daten in der Tabelle vorhanden									

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

PDF

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

Wetter

Wettersituation und -prognose

10 Einträge anzeigen Suchen

UTC	Wind	Temperature	Sea	Swell	Ship notices	Latitude	Longitude
Keine Daten in der Tabelle vorhanden							

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

Wetterkarte

Kartendaten © 2018 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google Nutzungsbedingungen

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

Ressourcenpool

← → 🏠

localhost:4200/ressourcen
80%
⋮
🔍 Suchen

📑
🔔
🌐
📄
☰

Ressourcenpool

Eigene Ressourcen

10 Einträge anzeigen Suchen

Ressourcen Typ	Startzeitpunkt	Sollzeitpunkt	Aktueller Ort	Status	Spezifikation	Gebucht
Keine Daten in der Tabelle vorhanden						

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

< >

Ressourcenanfragen - Ressourcen an User freigeben

10 Einträge anzeigen Suchen

Ressourcen Typ	Startzeitpunkt	Sollzeitpunkt	Startort	Zielort	Tätigkeit	Anfrage Bestätigen
Keine Daten in der Tabelle vorhanden						

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

< >

Eigene Ressourcenbuchungen

10 Einträge anzeigen Suchen

Ressourcen Typ	Startzeitpunkt	Sollzeitpunkt	Startort	Zielort	Tätigkeit	Buchung beenden (Haken entfernen um Ressource wieder freizugeben)
Keine Daten in der Tabelle vorhanden						

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

< >

Alle Ressourcenbuchungen

10 Einträge anzeigen Suchen

Ressourcen Typ	Startzeitpunkt	Sollzeitpunkt	Istzeitpunkt	Startort	Zielort	Tätigkeit	Gebucht
Keine Daten in der Tabelle vorhanden							

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

< >

- Lagebild
- Rahmenpläne
- Wetter
- Ressourcenpool
- Reporting
- Kooperationsvertrag
- Nutzerverwaltung

Ressourcenbedarfsmeldung eingeben

Typ:

Startzeitpunkt (YYYY-mm-dd / e.g. 2018-09-21):

Endzeitpunkt (YYYY-mm-dd):

Startort:

Endort:

Tätigkeit:

Speichern

Ressourceninformationen aller Ressourcen

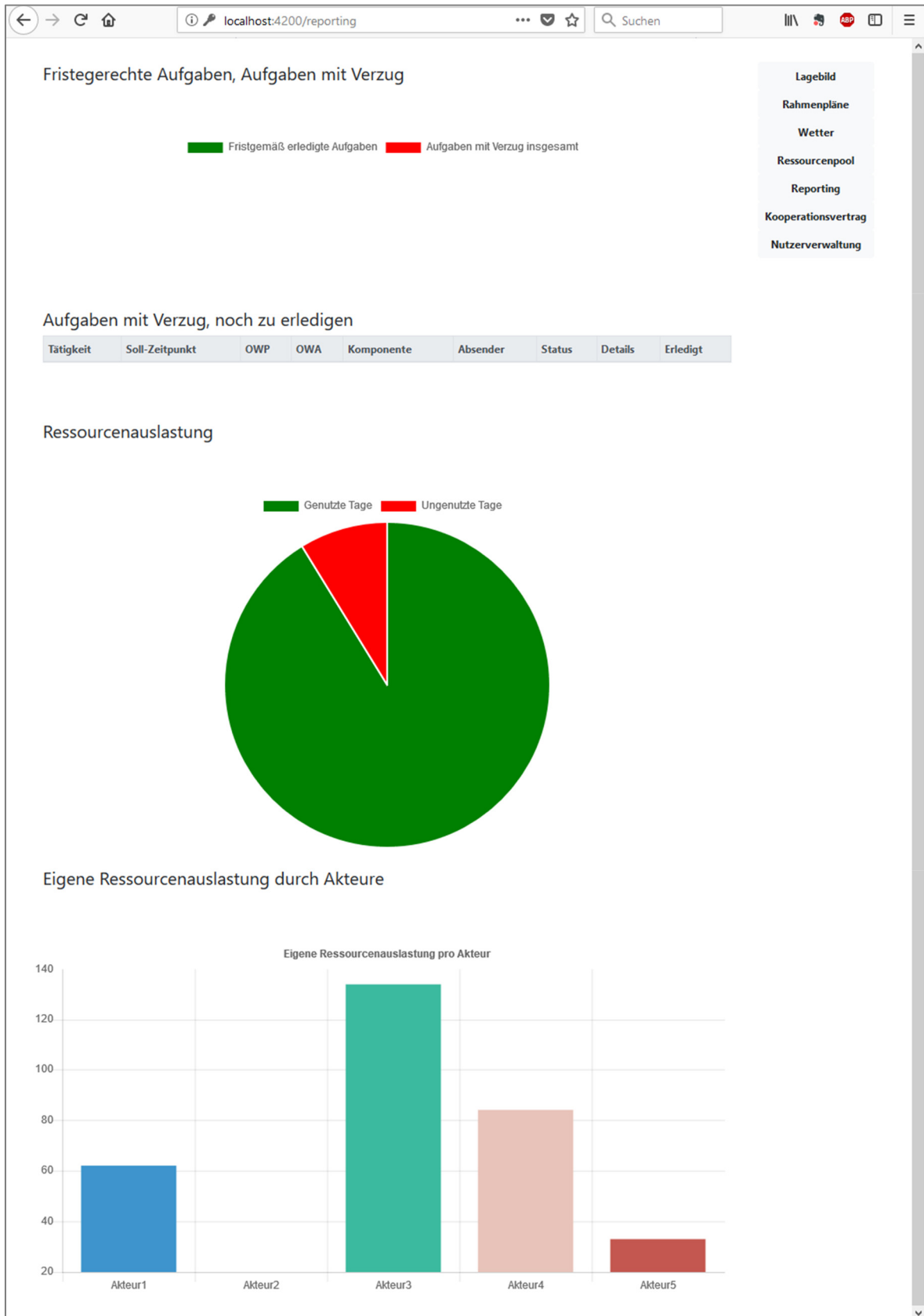
10 Einträge anzeigen Suchen

Ressourcen Typ	Startzeitpunkt	Endzeitpunkt	Aktueller Ort	Nutzer	Status	Spezifikation
Keine Daten in der Tabelle vorhanden						

0 bis 0 von 0 Einträgen Zurück Nächste

< >

Reporting



Kooperationsvertrag

The screenshot shows a web browser at localhost:4200/kooperation. The main heading is 'Kooperationsvertrag'. Below it, there is a dropdown menu set to '10' and the text 'Einträge anzeigen', followed by a search bar labeled 'Suchen'. A table with columns 'ID', 'Gegenstand', 'Status', 'Akteur', 'Zieldatum', and 'Nachfolgender Schritt' is displayed, but it is empty with the message 'Keine Daten in der Tabelle vorhanden'. Below the table, it says '0 bis 0 von 0 Einträgen' and has 'Zurück' and 'Nächste' navigation buttons. A 'PDF' button is visible at the bottom left. On the right side, there is a vertical sidebar menu with items: 'Lagebild', 'Rahmenpläne', 'Wetter', 'Ressourcenpool', 'Reporting', 'Kooperationsvertrag' (highlighted), and 'Nutzerverwaltung'.

Nutzerverwaltung

The screenshot shows a web browser at localhost:4200/profile. The main heading is 'Nutzerverwaltung'. On the right side, there is a vertical sidebar menu with items: 'Lagebild', 'Rahmenpläne', 'Wetter', 'Ressourcenpool', 'Reporting', 'Kooperationsvertrag', and 'Nutzerverwaltung' (highlighted). The main content area is divided into two sections: 'Personendaten allgemein' and 'Personendaten OWP spezifisch'. The 'Personendaten allgemein' section has a form with fields for 'Name', 'Unternehmen', 'Anschrift', 'Email', 'Telefon', and 'Handy'. The 'Personendaten OWP spezifisch' section has a dropdown for 'OWP:', text input fields for 'Rolle:' and 'Funktion:', and a green 'Speichern' button. Below these sections is an 'Adressbuch' section with a dropdown set to '10' and 'Einträge anzeigen', a search bar, and a table with columns 'OWP', 'Name', 'Kontaktdaten', 'Rolle', and 'Funktion'. The table is empty with the message 'Keine Daten in der Tabelle vorhanden'. Below the table, it says '0 bis 0 von 0 Einträgen' and has 'Zurück' and 'Nächste' navigation buttons.

D. Transkription des ersten Experteninterviews – LDL und Hafengebtreiber

- (1) F: Im ersten Szenario geht es um Ressourcenkonflikte, welche durch Verzögerungen im Prozess entstanden sind. Das Szenario sieht vor, dass es keine exklusive Ressourcennutzung gibt, sondern Ressourcen in einem Pool verwaltet werden, und die Nutzer diese bedarfsorientiert einsetzen können. In diesem Beispiel kommt es im Finishing der Produktion zu einer Verzögerung und der Prozess der Abholung dieser betroffenen Komponenten steht an. Sprich, die Transportressource ist eingeplant und danach weiter verplant. Eine genaue Zeitspanne der Verzögerung kann nicht bestimmt werden, da diese von Dritten abhängig ist. Ich habe hier den Prozess des Vorlaufes. Dieser umfasst die Akteure Kunde bzw. Projektierer, Hersteller, LDL und Hafengebtreiber sowie ein System zum Informationsaustausch. Der Vorlauf hat eine Grenzfeldprüfung und eventuell eine Anpassung der Zeiten. Danach, wenn die Komponenten zur Verladung bereitstehen, gibt es erst die Meldung, dass die Komponenten bereitstehen. Grundlage ist ein Zeitplan, in dem die Ressourcen eingeplant sind. Die Frage ist nun, zum einen, wann ist der richtige Zeitpunkt um einen Abruf für Komponenten zu machen bzw. wenn man in dem Ressourcen-Sharing-Gedanken bleibt, plane ich überhaupt vorher noch was ein oder mache ich es erst ad-hoc wenn es soweit ist?
- (2) A: Ich glaube das funktioniert nicht. Ad-hoc bringt immer ziemlich viele Schwierigkeiten mit sich. Je kurzfristiger es ist, desto teurer wird das Ganze am Ende, weil ich natürlich relativ viele Ressourcen vorhalten muss. Was wir ja in anderen Industrien haben, wo wir Produktionsversorgung machen, sprich, wo wir dicht dran sind mit Logistikdienstleistungen an dem, was in der Produktion passiert, dass man mit ETA-Daten anfängt zu arbeiten, die hinterher feiner werden. Auf der gröbsten Ebene ist der Jahresproduktionsplan, wo für das ganze Jahr geplant ist was in welchem Monat, bis auf welche Woche theoretisch gemacht wird und dies wird dann durch Grob- und Feinabrufe mit dem Zeithorizont immer feingranularer. Das heißt, du hast für den Monat einen Grobabruf aus dem Jahresproduktionsplan, in dem gesagt wird, für diesen Monat sind wir inzwischen mit einem Kenntnisstand, dass wir glauben, dann und dann werden wir das und das machen. Dann kommt irgendwann ein Feinabruf, der dann relativ spät ist. Wo dann ganz konkret gesagt wird und diese Woche möchte ich am Montag das, am Dienstag das und am Mittwoch das. Hier besteht schon ein Planungszustand, der den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst ist. Im Feinabruf kann es passieren, dass gesagt wird, es gibt hier eine Verzögerung, auch wenn morgen eigentlich etwas geliefert oder abgeholt werden soll, machen wir es nicht. Das fällt erstmal raus. Also das Szenario „ich weiß noch nicht genau wann das passiert“, dieses gibt es heute in der Produktionsversorgung oder auch in der Produktionsentsorgung und fordert ein gewisses Maß an Flexibilität. Aber man

versucht sich nicht völlig von der Planung zu verabschieden, und zu sagen: „Planung ist das Ersetzen von Unsicherheit durch Irrtum, also machen wir das gar nicht“. Das passiert normalerweise nicht, weil dies dazu führt, dass immer mit völliger Unwissenheit das Maximum an Ressourcen bereitgehalten werden muss, um kurzfristig reagieren zu können. Folglich ist ein Kompromiss zu finden zwischen „ich habe was geplant, was sich sehr schlecht planen lässt und einer gewissen Unsicherheit unterliegt“ und „ich habe gar keine Planung“ und nähert sich daran an.

- (3) F: Wenn ein Auftrag ausfällt, wird dieser später eingetaktet oder verschoben, sprich schneller gearbeitet? Gerade wenn die Dauer der Verzögerung unklar ist.
- (4) A: Das kriegt man ja meistens nicht hin. Daher wird versucht, den Verzug irgendwie aufzuholen. Wenn es nicht nur ganz kurze Verzögerungen sind, dann erfolgt eine spätere Eintaktung. Wie auch in diesem Szenario gibt es Hintertakte oder Aufträge, die kommen oder andere Abhängigkeiten. Folglich kann die Ressource nicht ohne weiteres einfach länger blockiert werden und z.B. einen Tag später anfangen und wir sind einen Tag später fertig. Wenn das sich nicht in relativ engen Grenzen bewegt, wo man sagen kann, es wird eine Stunde kürzer Pause gemacht um es abzufedern, dann fällt das sozusagen aus und muss zu einem späteren Zeitpunkt, ggf. auf Kosten anderer Aufträge, wieder eingeplant werden. Dies kann eine Kette von Verschiebungen nach sich ziehen. In anderen Bereichen, was für die Windenergie bedingt gilt, kann das Nutzen anderer Verkehrsträger eine Lösung darstellen. Dann wird geschaut, was auf die Bahn oder ins Flugzeug gebracht werden kann. Dies geht bei OWE-Komponenten normalerweise nicht. Wenn das nicht eine Kiste mit Schrauben oder Segmenten, die nicht ganz so groß sind, ein Generator geht vielleicht auch noch irgendwie, ist. Da findet sich vielleicht noch ein anderer Dienstleister, bei dem sich die Kapazitäten einkaufen lassen.
- (5) F: Sprich Kooperation mit anderen LDLs?
- (6) A: Dies ist dann ein Netzwerk und alles, was auf einen „normalen“ Tieflader geht, der in ein paarhundertfacher Ausfertigung in Deutschland zu finden ist und eingekauft werden kann. Vorausgesetzt, es sind keine besonderen Genehmigungen mit viel Vorlaufzeit nötig, mag dies vielleicht noch gehen. Aber spätestens bei einem speziellen Rotorblatt mit 30m Länge, was eine spezielle Auflage braucht und man auf spezielle Werkzeuge sowie Genehmigungen angewiesen ist, dann geht das nicht mehr. Dann hast du gar keine andere Chance, außer ein anderes Zeitfenster zu finden.
- (7) T. Sprich, die Ressourcen zu definieren nach Engpassressourcen bzw. welche Prozesse kritisch sind, dass diese mit einer bestimmten Ressource durchgeführt werden, ist nötig?

- (8) A: Normalerweise besteht eine Art Perlenkette, welche relativ getaktet ist hinsichtlich dessen, wie sie produziert werden und es besteht normalerweise eine ziemlich starke Abhängigkeit zwischen "ist fertig produziert" und "muss dann irgendwo hin". Ich glaube aber zumindest bei einigen Komponenten, z.B. bei den Rotorblättern, besteht zumindest eine Chance umzudisponieren und zu sagen, „jetzt habe ich das Transportmittel und die Genehmigung schon da, das, was eigentlich schon weg sollte ist nicht fertig, aber möglicherweise gibt es was, was schon produziert ist, welches noch nicht benötigt wird, ich aber das Zeitfenster trotzdem nutzen kann. Gerade bei Windparks mit mehreren Anlagen. Besteht die Pufferfläche vor Ort oder erfolgt die Verladung aufs Schiff von einem anderen Hafen und es dort Flächen gibt, könnte ich mir vorstellen, dass man dann noch Prozesse vorziehen kann wie z.B. Transporte, die eigentlich noch nicht priorisiert gewesen sind, die noch gar nicht terminiert waren.
- (9) F: Es wurde bereits erwähnt, dass IT-seitig mit ETA-Daten gearbeitet wird. Wie sieht da die Umsetzung aus? Es besteht ein System des LDL, in dem es eine Grobplanung gibt und es gibt eine Feinplanung und zwischenzeitlich gibt es immer Statusinformationen?
- (10) A: Im Grunde genommen gibt es ein definiertes Format, in der diese Produktionspläne oder diese Abrufdaten eingehen. Letzten Endes ist das relativ einfach. Im Grunde genommen steht da drin was wann gebraucht wird und mit welchem Volumen. Am Anfang ist das relativ grob und nachher nimmt auch die Informationsdichte zu. Also in dem Jahresplan weißt du noch nicht ganz genau, welches Teil für welche Anlage gebraucht wird, sondern da weißt du dann, es werden im Januar voraussichtlich 20 Rotorblätter gebraucht. In der Grobplanung auf Monatsebene, die dann ein Bisschen später kommt, weißt du dann mit drei Monaten im Voraus, es werden 20 Rotorblätter gebraucht und davon sind zehn für diesen Typ, drei für diesen Typ, drei für diesen Typ und eins ist eine Sonderanfertigung, Ersatzteil für etwas, was irgendwann kaputtgegangen ist. Wenn dann der Feinabruf kommt, der vielleicht zwei Wochen vorher kommt, besteht etwas längere Vorlaufzeit als bei Waggonen von Zügen, da hier die Straßengenehmigung noch gebraucht und beantragt werden muss. Dann weißt du auch ganz genau, am Montag sollen die und die Seriennummer gefahren werden, für Windanlage eins und am Dienstag kommt das dritte Rotorblatt hinzu und noch eins für Windanlage zwei. Sprich, dort besteht dann die Feingranulierung schon, wo ganz genau definiert ist um welches Teil es geht, wie schwer das genau ist und welche Abmessungen das haben wird.
- (11) F: Wird mit Wahrscheinlichkeiten bei der Grobplanung gearbeitet?
- (12) A: Nein, wir als LDL oder Hafenbetreiber selber nicht. Wie weit der Produzent das macht, das kommt immer darauf an. Errichter machen Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen für

gewisse Prozesse, welche wetterabhängig sind, um Wahrscheinlichkeiten zu errechnen, wie viele Tage benötigt werden für bestimmte Installationsschritte. Worauf dann deren Zeitplanung basiert. Als LDL werden ausschließlich die zeitlichen Anforderungen oder die gegebenen Zeitpläne vom Produzenten als gegeben hingenommen. Dies bedeutet, wir rechnen damit, dass das kommt wie es angekündigt ist und reagieren letzten Endes nur noch auf die Veränderungen, die sich ergeben. Trotz der Gefahr, dass etwas ausfällt, planen wir die Woche nicht nur 90% der Kapazität, da mit gewisser Wahrscheinlichkeit irgendwas ausfallen wird. Dies wäre natürlich schick, da aus ökonomischen Gesichtspunkten etwas rauszuholen wäre, aber das Risiko ist natürlich da, dass die Kapazitäten trotzdem gebraucht werden und sie dann so kurzfristig nicht besetzt werden können und das wäre im Regelfall für uns sehr, sehr teuer. Das machen wir nicht und wir gehen davon aus, dass, was angekündigt ist, gesetzt ist und reagieren dann auf die sich ändernde Situation.

- (13) F: Der Ansatz bezieht Cluster von OWPs ein um überhaupt Ressourcen-Sharing nutzen zu können. Dies begründet sich in einer nötigen Standardisierung, denn ohne Standardisierung können die Transportressourcen nicht untereinander ausgetauscht werden. Grundlage liefern Pläne für ein Cluster und für jeden OWP. Im Lagebild sind für den jeweiligen Nutzer all diejenigen Meldungen, die ihn betreffen, sowie auch alle seine Aufgaben und die Bearbeitung dieser Aufgaben dargestellt. Gibt es bei solchen Lagebildern oder Informationssystemen noch ein Thema, was aus der Logistiksicht hohe Bedeutung hat?
- (14) A: Tatsächlich gibt es oft sehr individuelle Reportinganforderungen, d.h. auch wenn im Grunde genommen das Geschäft vergleichbar ist. Ein Beispiel: Nehmen wir einen Automobilhersteller. Da kann es sogar bei demselben Automobilhersteller in der Produktionsversorgung, bei unterschiedlichen Standorten, unterschiedliche Anforderungen an das Reporting geben, weil der eine Standort sagt, mich interessiert aus irgendwelchen Gründen eine Information, wo der andere sagt, das ist mir egal. Obwohl man annehmen sollte, dass ein großer OEM sehr standardisierte Prozesse hat, ist das selbst da oft so, dass es unterschiedliche Anforderungen gibt. Ich glaube, du bist vor allen Dingen mit dem Thema grafische und tabellarische Darstellung auf einem sehr guten Weg. Was du vielleicht ergänzen könntest, wäre nochmal ein Hinweis darauf, benutzerindividuell veränderbar. Ich denke da an individuelle Sortierung, einzelne Informationen Ein- und Ausblenden, sprich, jeder Nutzer kann es sich selber einstellen. Dies ist eine Anforderung, die fast immer kommt. Wir haben i.d.R. einen Standardreport, z.B. wertet der aus, wie gut Sachen angeliefert worden sind, liefert der Lieferant die Menge bei uns an die unser Kunde bestellt hat, in der richtigen Verpackung etc. und die Reaktion der Kunden lautet

dann z.B.: „Das sind super Informationen, aber die Verpackung interessiert mich gar nicht, ich will die nicht da drin haben, mach das bitte weg“.

- (15) F: Nicht nur für die Anzeige auf dem Bildschirm frei wählbare Bereiche und Sortierungen, sondern auch für die Ausgaben?
- (16) A: Genau. Darüber hinaus ist noch ein Export solcher Darstellungen sinnig. Damit bist du ziemlich gut unterwegs, bezogen auf das, was uns jeden Tag begleitet.
- (17) F: Wir hatten das Thema Planung hinsichtlich Grob- und Granular- bzw. Fein-. Gerade die Produzenten haben alle ihre individuelle Produktionsplanungs- und Steuerungssoftware. Ihr als LDL bringt i.d.R. noch Systeme mit. Wie ist da der Austausch? Sind die Logistiksysteme eigentlich nur nochmal Systeme, die die Daten aufbereiten oder ist es eine wirkliche Schnittstelle, in beide Richtungen?
- (18) A: Das sind wirkliche Schnittstellen, die in beide Richtungen kommunizieren. Sprich, ganz wichtig ist für uns ein EDI-Manager, also ein Tool, was zwischen den Systemen sitzt und unsere ganze Kommunikation nach innen und nach außen regelt, d.h. wir haben ein extra Werkzeug, wo es auch Menschen bei uns gibt, die das Ding betreuen und auch ganz eng monitoren. Dies macht im Grunde genommen nichts, außer unsere ganze Kommunikation nach innen und nach außen zu regeln, d.h. alle Schnittstellen, die wir mit unseren Kunden haben, ein- und ausgehend, die laufen erstmal über das Tool, bevor sie überhaupt in das eigentliche System gehen. Die Informationen aus Managementsystemen oder Transportleitsystemen etc. gehen, damit die operativen Systeme, welche unsere eigentlichen Logistikprozesse steuern, nicht so sehr mit den Besonderheiten der jeweiligen Kunden auseinandersetzen müssen, vorab durch diesen EDI-Manager. Trotz VDA-Norm etc. ist es nicht möglich, die Schnittstellen soweit zu standardisieren, dass man sagen kann: wenn eine VDA-Norm 4005 kommt, dann sieht die auch immer gleich bei allen Kunden aus. Obwohl das im Grunde genommen festgelegt ist, wie das Ding auszusehen hat. Leider ist der Individualisierungsgrad doch noch so hoch, dass eine Zwischenschicht nötig ist, mit der dies ganz gut abgedeckt und zu allen Seiten eine ziemlich hohe Zufriedenheit erreicht wird, was den Komfort und die individuellen Bedürfnisse angeht. Beispielsweise: ein Kunde schreibt hinter die Menge keine Einheit und man weiß damit nicht, ob das Stückgut oder Kilo ist, dann kann damit umgegangen werden. Ebenso wenn bekannt ist, dass der eine Kunde Kommazahlen mit einem Punkt oder mit einem Komma schreibt. Weiteres Beispiel: einer möchte in ein bestimmtes Feld immer irgendwie eine bestimmte Identifizierungsnummer, die uns als LDL identifizierbar macht, reingeschrieben haben, welche es als Standard vielleicht nicht gibt, dann kann dies einbaut werden, ohne jedes Mal sein Logistiksystem anfassen zu müssen um irgendwas anzupassen. Dies

erfolgt durch einen EDI-Manager. Und ja, es ist nicht nur so, dass wir Informationen von unserem Kunden dazubekommen, sprich Stammdateninformation und Auftragsinformationen, sondern, dass die Kunden i.d.R. immer Statusmeldungen von uns zurückerwarten, oft sehr feingranular. Das heißt wir haben sowohl die Situation, dass wir manchmal nur melden: jawohl, Auftrag ist erledigt, haben wir ausgeliefert oder haben wir irgendwo abgeholt. Es gibt aber auch Kunden, die wollen das sehr feingranular haben, d.h. die erwarten von uns, dass wir Sämtliches zurückmelden. Wann ist ein bestimmter LKW bei uns angekommen, nachfolgend ein Zeitstempel, wann wir diesen entladen haben, dann ein Zeitstempel wann wir den ins Lager gestellt haben, dann ein Zeitstempel wann wir bestimmte Materialien zu einer Sammelpalette zusammengebaut haben, bis hin zu: ist es vorgestaut im Container oder im LKW und abgeholt worden. Anderes Beispiel: Ist zum bestimmten Zeitpunkt gesperrt worden oder ist ein Zollvorgang abgeschlossen worden. Unser Highlight ist aktuell ein Kunde, mit dem wir 40 Schnittstellen für den Logistikprozess definiert haben. Diese sind sehr feingranular, wo der eine sehr hohe Transparenz hat und wo natürlich auch ziemlich viel Aufwand darin besteht, das zu bedienen. Natürlich muss auch immer geguckt werden, wie geht man mit Inkonsistenzen um, die gegebenenfalls auftreten können, wenn es z.B. manuelle Prozesse gibt, z.B. wenn der Kunde sich auch die Freiheit nimmt zu sagen: ich habe zwar eine Auftragschnittstelle, aber in bestimmten Fällen will ich die nicht bedienen, sondern dann will ich da anrufen können, wenn es mir ganz eilig ist und dann will ich, dass ihr das macht was ich euch am Telefon sage, egal ob wir dafür einen Prozess definiert haben, der schnittstellenseitig bedient wird oder nicht.

- (19) F: Dies sind dann Ausnahmen vom Prozess?
- (20) A: Die gibt es im Regelfall trotzdem und je mehr Projektcharakter das Ganze hat, desto größer wird die Anzahl der Ausnahmen. Grund ist, dass nicht so viel standardisiert werden kann in den Prozessen, wodurch wirklich jede Möglichkeit abgebildet werden kann und mit einer Schnittstelle oder einem IT-gestützten Prozess unterstützt wird. Es gibt immer noch einen Bodensatz. Je mehr Projektcharakter besteht, desto größer werden im Regelfall die Sonderprozesse.
- (21) F: Automatisieren von Statusinformationen, erfolgt dies oder sind Mitarbeiter oft einfach zu günstig?
- (22) A: Nee, das machen wir. Dort, wo das geht, machen wir das. Dadurch gewinnen wir auch an Qualität. Viele Statusinformationen gewinnen wir aus Prozessen, die systemgestützt sind. Dies bedeutet, wir buchen z.B. die Wareneingänge und irgendwann bekommt der LKW-Fahrer auch seine Papiere mit einem Stempel mit. Das vollziehen wir systemseitig

nach und dann erzeugen wir bestimmte Meldungen auch automatisch. Oder auch wenn Mitarbeiter mit Handscannern sowieso systemgestützt dokumentieren, beispielsweise wenn ein Produkt an einen bestimmten Platz gestellt wurde. Dies erzeugt auch automatisch eine Meldung. Es laufen auch Projekte dazu z.B. RFID-gestützt Meldungen zu erzeugen, so dass der Mitarbeiter im Grunde genommen nichts machen muss und der Arbeitsplatz sowie der Ladungsträger oder das Packstück mit RFID-Equipment ausgestattet wird und entsprechende Tags automatisch erfasst werden, wenn sie sich in einem bestimmten Bereich bewegen. Das Problem dabei ist halt immer, dass es eine gewisse Unzuverlässigkeit mitbringt. Die Unzuverlässigkeit ist hierbei in den meisten Fällen viel höher als bei mitarbeitergesteuerten Prozessen. Um an die 100% ranzukommen sind räumlich sehr beschränkte Prozesse nötig. Wenn man z.B. eine Förderstrecke zwischen den Orten hat oder sowas, wo wirklich ein systemgestützter Prozess, welcher ausschließlich automatisiert abläuft, so eng geführt wird, dass es keine Möglichkeit gibt, dass ein Paket dran vorbei geht an dieser Förderstrecke oder an einem bestimmten Quality Gate, an dem etwas automatisch erfasst wird. Dort, wo mit Stückgut oder mit großen Waren gearbeitet wird oder im Außengelände mit Windenergiekomponenten, ist nicht sicherzustellen, dass immer ein bestimmter Weg gefahren wird.

(23) F: Besteht eine Faustformel, wie häufig ein Prozessschritt pro Zeit erfolgen muss bevor eine Automatisierung der Statusinformationserfassung sinnvoll ist?

(24) A: Nee, haben wir so leider nicht, weil das von so vielen Faktoren abhängig ist. Die Frage ist auch immer, wie gleichförmig sind die Packstücke. Bestehen sehr unterschiedliche Größen oder Gewichte, dann werden diese, ich will nicht sagen wahllos, aber sehr individuell irgendwo platziert, um die Flächenlasten berücksichtigen zu können. Dann besteht die Frage, ob genug Schwerlastflächen bestehen. Meistens ja nicht, heißt dort werden wirklich nur die Dinge hingestellt, die da auch wirklich hinmüssen. Andere Sachen werden irgendwo auf billigere Lagerflächen ausgelagert. Wieder andere wie z.B. die Gondeln, welche z.B. foliert, teilweise klimatisiert werden, damit sie nicht feucht werden, in einer bestimmten Phase der Montage zumindest, dann wird ein Platz mit Stromanschluss benötigt. Vielleicht ist dann die Überlegung, das unter einem Dach zu lagern, wenn solche Möglichkeiten bestehen und sich dann die Kosten für Folierung einsparen lassen, wenn das geht. Im Kontext Windenergie, ist das jedoch fast nicht möglich. Da hängt man dann immer dran, dass man die systemgestützten Logistikprozesse, sprich das Buchen z.B. von Produkten auf einen bestimmten Bereich, zumindest mitnutzen muss, um an der Stelle Systeminformationen zu generieren. Das bekommt man mit ziemlich hoher Zuverlässigkeit hin. Das ist jetzt kein Punkt, wo ich sagen würde, da hätte ich

Bedenken, dass das zum Bottleneck wird. Dass für solch ein Gesamtsystem die Informationsgüte so schlecht wird, dass solch ein Gesamtsystem gefährdet wird, das glaube ich nicht, weil du als LDL ein hohes Eigeninteresse hast, diese Information zu haben, weil du deine eigenen Prozesse damit steuerst, z.B. eine Abrechnung, was für uns daran hängt, wie viele Flächen sind belegt, wie viele Flächen in einem bestimmten Bereich sind belegt. Dies ist nur möglich, wenn bekannt ist, zu welchem Zeitpunkt das Objekt dort gestanden hat und wie lange. Da damit Geld verdient wird ist es elementar, eine relativ hohe Güte zu haben. Wenn wir das nicht abrechnen können, funktioniert unser ganzes Konzept nicht.

- (25) F: Wäre dies noch etwas, was mit in das Lagebild eingehen sollte, sprich „wo wird gerade Geld verdient“?
- (26) A: Ja, das wäre schon noch eine ganz gute Information. Einen Status über die Prozesse zu haben. Für den Produzenten halt auch, also ganz viele wollen das auch ganz gerne wissen, was ist eigentlich gerade wo. Steht das noch auf der Sperrlastfläche, sind die noch dabei den LKW zu entladen.
- (27) F: Wie ist es dann mit Datenschutz?
- (28) A: Ist in der Regel nicht so ein Problem, da es keine personenbezogenen Daten sind. Im schlimmsten Falle ist es codiert, d.h. es gibt vielleicht ein Kennzeichen. Der Kunde bekommt auch keine Information darüber, wer etwas wohin gebracht hat. Der weiß nicht welcher Staplerfahrer das gewesen ist, der im Zweifelsfall etwas kaputt gemacht hat. Diese Informationen sind nicht auf die Person zurückführbar. Des Weiteren findet der Informationstransfer durch Schnittstellen normalerweise in einer gesicherten Umgebung statt. D.h. man einigt sich auf einen Transportweg, der schon einen relativ hohen Absicherungsgrad hat. Normalerweise sind das Schnittstellen, die abgesichert sind, beispielsweise über VPN-Tunnel, die dann von beiden Seiten durch Firewalls und Verschlüsselungen so abgesichert sind, dass sie schon eine ziemlich große Hürde für Außenstehende bieten, das irgendwie abzufangen oder mitzulesen. Das ist kein unverschlüsselter Mail-Verkehr oder irgendwas, was ohne größere technische Hindernisse mitzulesen wäre.
- (29) F: Im zweiten Szenario besteht die Idee, ein weiteres Projekt bzw. einen nächsten Auftrag zu integrieren. Wir haben ein Cluster aus mehreren Windparks und in dieses soll ein zusätzliches Projekt integriert werden. Grundsätzlich gibt es zwei Phasen bei der Planung. Die erste ist die Definitionsphase, in der die Windparks ermittelt werden, welche zum Cluster zusammengefügt werden können. Bspw. räumlich bedingt oder durch die Kom-

ponenten oder die Akteure. Der zweite Schritt umfasst die wirkliche Planung. Ausgangspunkt stellen Daten vom Kunden dar, sprich eine Langzeitprognose hinsichtlich der bestehenden Cluster und einer Analyse der Ressourcenbedarfe. Sprich, welche großen Ressourcen werden benötigt, Schiffe etc., um den Kundenwunsch abzubilden. Darauf aufbauend ist, im Sinne dieser Kooperationsidee, eine Vereinbarung zu erarbeiten und diesen Windpark bzw. das Cluster zu definieren, um erstmal eine grobe Einschätzung zu machen, ob es möglich ist. Ein Bisschen feingranularer dann die Frage, welche Akteure nehmen an dem Windpark teil und wie wird es jeweils in die Langfristplanung eingetaktet. Ausgehend von einem bestehenden Cluster ist in diesem Szenario somit die Integration eines weiteren Windparks zu betrachten. Hierbei bleiben die Netzwerkpartner gleich, wodurch der Bereich Kooperation nicht angefasst wird. Ein weiterer Basishafen kommt hinzu. Dieser Basishafen kann nicht nur von diesem neuen Projekt, sondern im Sinne von Ressourcen-Sharing, von allen genutzt werden. Da der Hafen relativ klein ist, muss er Just-in-Sequence beliefert werden. Das ist der Rahmen. Da ist die Frage, welche Prognosen sind für diesen Gegenstand nötig? Da haben wir auf der Ebene des Errichters sicher das Wetter und den Errichtungsfortschritt, und auf der Produzentenebene den Produktionsfortschritt sowie den Status des Zulaufs. Sind dies für den LDL das Wetter im Hafen sowie der Ressourcenstatus, und für den Hafensbetreiber darüber hinaus zusätzlich noch mögliche Rückläufer? Oder gibt es weitere Prognosen oder auch Ausnahmen, welche vorab zu definieren sind?

- (30) A: Wenn ich das übertrage auf vergleichbare andere Industrien, da haben wir durchaus Situationen, was man als das Clustern bezeichnen könnte. Wir haben Kunden, die vertraglich zueinander oder zur selben Firmengruppe gehören, die wir auf einem Gelände mit mehreren Hallen bedienen, und bei denen wir grundsätzlich versuchen Synergiepotenzial zu nutzen um bestimmte Prozesse gemeinsam abzuwickeln und zu sagen, auch wenn das einzelne Gesellschaften sind, trotzdem besteht ein gemeinsames Interesse, also versucht man z.B. den Wareneingang zu bündeln und bestimmte Warenflüsse zu steuern um die Synergieeffekte so gut wie möglich zu nutzen. Auf Seiten des Warenausgangs wäre dies z.B., gemeinsam den LKW-Verkehr zu priorisieren. Jetzt kommt einer daher, der sagt: ich möchte gerne ein neues Werk in Brasilien aufbauen und das macht mal bitte auch in diesem Konglomerat. Wickelt dies bitte gemeinsam ab, dann ist das nicht dasselbe, aber dann ist das ein Szenario, welches ein Bisschen das berührt, was man hier vielleicht in einem Cluster haben könnte. Sprich, dass man Ressourcen gemeinsam nutzen will, eine Abstimmung untereinander notwendig ist, und es gemeinsame Abhängigkeiten gibt. Ich glaube, das größte Problem daran ist die Priorisierung innerhalb einer windparkübergreifenden Steuerung. Sprich, wenn ich da gemeinsam Ressourcen

nutze und Prognosen mache, dann mache ich das heute nur für ein einziges Projekt, für einen einzigen Windpark. Wenn das übergreifend geschieht, dann entstehen wahrscheinlich ziemlich schnell Konflikte und es muss an einem bestimmten Punkt entschieden werden, welcher Windpark vor dem anderen bedient wird. Das wird wahrscheinlich eine ziemlich große Herausforderung sein, und muss in der Prognose mit integriert werden. Denn am Ende müsste man sagen, die Prognose muss berücksichtigen, was für das Gesamtkonstrukt das Beste ist, und damit nicht für den einzelnen Windpark, sondern für den gesamten Cluster die beste Lösung darstellt. Das ist, glaube ich, die größte Herausforderung, die man meistern muss. Das wird alle Akteure betreffen, also uns als LDL und Hafенbetreiber am Ende auch. Weiter ist das Wetter zu beachten, welches die Verladeprozesse betrifft und die Frage besteht: habe ich so wenig Wind, dass ich bestimmte Teile überhaupt auf das Schiff verladen oder entladen kann. Da würde man oftmals das Problem haben, dass das Zeitfenster nur eine bestimmte Größe hat und vielleicht zu klein ist, um all das zu schaffen, was eigentlich aus der Planungssituation heraus gemacht werden müsste für den Tag. Auch hier ist zu entscheiden, was priorisiere ich und was lasse ich liegen. Das ist in dem Cluster wahrscheinlich die größte Herausforderung, die eine Prognosefunktion im Idealfall abbilden müsste und dabei vorausschauend ermitteln muss, was die eine oder andere Entscheidung für das gesamte Cluster bedeutet. Im besten Fall würde dies auf der Grundlage einer monetären Bewertung stattfinden, so dass ein Strich drunter gemacht und gesagt werden kann: in Variante 1 lässt du vielleicht 2 Gondeln stehen und es kostet dich am Ende 10.000 € oder in Variante 2, in der du die Gondeln von einem anderen Windpark mitnimmst und es kostet 20.000 €, da der Park später an das Netz geht als der andere. Dies ist wahnsinnig kompliziert zu berücksichtigen und man wird es wahrscheinlich nicht hinbekommen, selbst wenn man alle Parameter definieren würde, die am Ende für eine Bewertung wichtig sind. Der Grund dafür wäre, dass die verschiedenen Akteure wahrscheinlich zu unterschiedlichen Bewertungen der jeweiligen Parameter kommen würden. Dies wäre sicher auch durch jeweils unterschiedliche vertragliche Konstruktionen begründet, sprich, der eine muss für irgendwas Pönalen zahlen, der andere nicht. Das wird wahrscheinlich nicht ganz zu automatisieren sein, sondern es muss jemanden geben, der entscheidet und das ist jemand, der dann aus der Vertragsgestaltung heraus befähigt ist.

- (31) F: Bedeutet dies, dass man dann Prognosen im Grunde genommen mit Wahrscheinlichkeiten belegen muss?
- (32) A: Genau, anders geht es sowieso nicht. Die Frage ist, ob vielleicht für einen LDL, sprich für uns, neben dem Wetter auch eine Straßenverkehrsprognose relevant sein könnte. Das kann ich mir vorstellen, immer dann, wenn Landtransporte als Zuliefertransporte

zum Seehafen relevant sind. Dies hat natürlich auch was mit Wahrscheinlichkeiten zu tun, aber ich glaube zumindest auf einer gewissen Ebene kann man das machen, also gerade solche Dinge wie Feiertage und der damit verbundene Verkehr. Sowa kann man sicherlich gut berücksichtigen, auch auf einer langfristigen Ebene, die man zur Planung nutzen kann. Kurzfristige Ereignisse wie ein Unfall etc., können immer passieren und das kann man damit nicht abbilden. Das ist eine Störgröße und die kann man nicht in der Planung berücksichtigen, aber Ferienverkehre und Feiertage, Brückentage etc. schon. Grundsätzliche Zeitfenster wie Rushhour morgens oder Berufsverkehr können sicherlich mit eingeplant werden. Eine Verkehrsprognose für den Landverkehr wäre vielleicht noch etwas. Was man neben dem Wetter noch mit aufnehmen könnte.

- (33) F: In der Grobplanung haben wir bislang eigentlich nur die jeweiligen Bereiche Gesamt-rahmenplan, sprich, in dem das ganze Cluster abgebildet ist. Darüber hinaus haben wir den Ressourcenpool und den Rahmenplan für den einzelnen Windpark. Sind diese Informationen für eine Grobplanung für einen Logistiker ausreichend?
- (34) A: Das reicht. Man wird kaum mehr Informationen zusammenbekommen, die das Bild irgendwie verbessern, denke ich. Am Ende geht es darum auf diese Zeitschiene zu gucken, beispielsweise reicht der Ressourcenpool aus. Dazu gehören am Ende Flächen und Verkehrsträger wie Schiffe, Landverkehrsträger und Sondertransporte. Das sind die hauptsächlichen Planungsgrößen, auf die man sich dann erstmal fokussiert und da würde ich sagen, das ist ausreichend.
- (35) F: Das Thema der zentralen Ressourcenallokation haben wir gerade schon angesprochen. Letzten Endes muss es einen Entscheider für manche Situationen geben. Kannst du das noch mal weiter ausführen?
- (36) A: Ich kann mir das fast nur zentral vorstellen, um diesen Konflikt zu lösen. Bei einer dezentralen Allokation müsste es ein Bisschen abgestuft werden. Sicherlich wird es einige Ressourcen geben, die nicht so kritisch sind, die kann man sicherlich dezentral verwalten. Wenn es z.B. um einen Gabelstapler geht, dieser in ausreichender Anzahl vorhanden ist und dezentral vorgehalten wird, dann ist eine dezentrale Allokation sicherlich nicht das Problem. Aber Ressourcen, die kritisch sind, die in der Anzahl gering verfügbar sind, beispielsweise ein Errichterschiff oder ein Sondertransport mit einem ganz bestimmten Auflieger für Rotorblätter, den man ganz begrenzt zur Verfügung hat, da kann ich mir nur ein zentrales Management vorstellen. Sprich, dass es zentral allokiert und zentral verwaltet wird.
- (37) F: Das dritte Szenario zielt auf den Informationsaustausch ab. Im speziellen der Nichteinhaltung der vereinbarten Kommunikationspolitik im Netzwerk. Ein Produzent hält

Informationen zurück um eine selbstverschuldete Verzögerung zu vertuschen. Nachfolgende Transportprozesse werden dadurch verzögert und müssen um- bzw. neugeplant werden. Die benötigten Ressourcen sind allokiert, welche bei rechtzeitigen Statusinformationen angepasst werden könnte. Wir hatten das Thema der automatisierten Statusinformationen bereits. Ist die Frage, bei welchen Punkten ist eine Automatisierung die einzige Lösung oder genügt eine verbindliche Definition von Statusinformationen?

- (38) A: Grundsätzlich ist Betrug, sprich das Nichteinhalten von vereinbarten Regeln vor Ort nicht zu verhindern und kann auch technisch nicht soweit abgesichert. Sprich wenn es jemand forciert ist es auch möglich, mit mehr oder weniger Aufwand. Sicher ist es sinnvoll Statusinformationen soweit zu automatisieren, wie das technisch möglich ist. Gerade sowas wie Informationen über Track-and-Trace-Technik an Bord von einem LKW, sprich, die Informationen über den aktuellen Ort bzw. der Zielorterreicherung, das ist sehr gut möglich. Das nimmt an der Stelle jegliche Möglichkeit zu manipulieren ohne sehr viel Aufwand. Wenn ich automatische Statusupdates dadurch generiere, dass ich weiß, zu einem festen Zeitpunkt ist das Objekt noch 300km entfernt vom Zielort, wenn ich das manipulieren will, kann ich das auch, aber dann muss ich schon viel kriminelle Energie aufbringen und bewusst viel Aufwand betreiben das zu tun. Folglich erhält man eine hohe Informationsqualität und die Hürde zu manipulieren ist sehr hoch. Also viel höher als halt das heutige Vorgehen den Disponenten anzurufen und dem zu sagen, dass der LKW schon hinterm Elbtunnel ist. Anderes Beispiel: buchen auf eine Sperrfläche und der Information an den Partner dass es ein Qualitätsproblem gibt, weil ein Teil gesperrt worden ist und dies zu einem Zeitpunkt zu tun, der den persönlichen vertraglichen Gegebenheiten entgegenkommt. Die technischen Möglichkeiten soweit auszureizen, wie das gerade noch möglich ist ohne in beweisbare Erklärungsnot zu kommen, da ist die Hemmschwelle viel niedriger und bei allen Beteiligten werden die Möglichkeiten soweit ausgenutzt, wie es mit dem eigenen Gewissen vereinbar ist und wie es auch die vertragliche Gestaltung hergibt. Oft hat man ja dann eine Vereinbarung mit einem gewissen Spielraum, weil man weiß, dass man den täglichen Betrieb auch braucht und wenn man Zeitfenster definiert, in dem bestimmte Inhalte passieren müssen. Dies kann man natürlich im Zweifelsfall bis zum letzten ausreizen, wenn die Entscheidung bei einem Menschen liegt das zu tun. Wenn jemand mit Absicht manipuliert, weil seine Prozesse nicht in Ordnung sind oder er Probleme hat, von denen er zu dem Zeitpunkt auch noch glaubt, sie selber reparieren oder auffangen zu können, ohne dass es am Ende in der Kette auffällt oder zu Problemen führt, dann wird er die Grenzen nutzen. Grundsätzlich ist das Automatisieren ein erstrebenswertes Ziel. Man kann das nicht an allen Stellen bewerkstelli-

gen, aber da, wo es technisch möglich ist, sprich, gerade bei dem Thema Positionsinformation – wann befindet sich eigentlich was wo, z.B. bei großen Komponenten oder einem Transportmittel – ist die Automatisierung erstrebenswert und technisch gut realisierbar. Das ist mit dem Stand der Technik ganz gut machbar und auch nicht so teuer, dass es sich nicht lohnen würde.

- (39) F: Wenn ein solches Fehlverhalten auftritt und auf Grund der Konsequenzen ein Partner aus dem Netzwerk ausscheidet, hat das Netzwerk doch schon ein Problem, oder?
- (40) A: Das ist immer eine Gratwanderung. Wir kennen das heute aus der Produktionsversorgung nur zu gut. Eine Minute Bandstillstand kostet x-tausend Euro und das kann sehr schnell, wenn man pönalenbehaftete Vereinbarungen hat, sehr teuer werden. Zur Windenergie: wenn dein Schiff in diesem Zeitfenster nicht zur Verfügung steht, dann kostet jeder Tag Verzögerung im Hafen am Ende Geld. Das wird natürlich am Ende sehr schnell teuer. Ich glaube, man kann davon aber kaum Abstand nehmen, weil am Ende alle Partner in einem Netzwerk darauf angewiesen sind, dass der Rest des Netzwerks funktioniert, und das ist am Ende immer finanziell getrieben. Sprich, normalerweise kommt ein Netzwerk deswegen zusammen, weil die Partner eine Dienstleistung oder ein Produkt gemeinsam anbieten können oder zum anderen, es eine Konkurrenzsituation gibt, bei der jemand anderes das anbieten könnte, das aber nicht zu einem konkurrenzfähigen Preis machen kann. Wenn jemand anderes das Produkt zu einem günstigeren Preis anbietet, bekommt er den Zuschlag und darf mitspielen. Heißt auch immer, alle arbeiten in einer Situation, wo sie drauf angewiesen sind, dass das Netzwerk funktioniert und wo sie dies aus wirtschaftlichen Gründen einfordern müssen. Letztlich muss mir der Schaden ersetzt werden, wenn jemand anderes in dem Netzwerk nicht funktioniert, dann kann ich das nicht auf mich nehmen, sondern dann muss der Verursacher dafür mindestens meinen Schaden tragen. Ein Ansatz wäre für mich die Reduktion der Pönalen auf den tatsächlich entstandenen Schaden. Das ist eine ganz wichtige Sache, weil es heute oft nicht so ist. Heute hat man oft Kontrakte, wo der Fehler eines Partners nicht nur den Schaden ersetzt, sondern bei dem anderen sogar noch ein ganz einträgliches Geschäft ist. Sprich, dieser sich noch darüber freut, dass der andere einen Fehler macht, weil das am Ende noch mehr Geld einbringt, als wenn er seine Dienstleistung ordentlich erbracht hätte. Dies darf nicht passieren, dies kann man vielleicht auch durch eine neutrale Instanz regeln. Die muss bei der Vertragsverhandlung darauf achten, dass Gutachter mit einbezogen werden und Pönalen so gestaltet werden, dass sie den tatsächlichen Schadenshöhen entsprechen und nicht irgendwelche Fantasiebeträge sind, die dazu dienen, am Ende davon zu profitieren, dass am Ende ein Netzwerkpartner ein Problem hat. Man wird da nicht drum herumkommen, aber man kann sie fair gestalten. Das ist in einem

Netzwerk schon möglich, den Beteiligten dahin zu bringen auch gemeinschaftlich zu denken.

- (41) F: Sind Ticketsysteme Ansätze, um Informationsabrufe besser zu gestalten?
- (42) A: Ja, auf jeden Fall. Ob man das nun Ticketsystem oder Workflowsystem oder wie auch immer nennt ist gleich, aber grundsätzlich Arbeitsabläufe systemgestützt zu digitalisieren, das hat sich bewährt. An den Stellen, wo das nicht über Schnittstellen geregelt werden kann, weil das nicht systemgestützt passiert, sondern Menschen Informationen austauschen. Sicherlich, im Projektgeschäft unterstützt dies an vielen Stellen sehr gut, da es eine sichere Dokumentation ermöglicht. Viel besser, als wenn Emails hin und her geschickt werden. Man hat die Sachen an die jeweiligen Aufgaben oder Projektabschnitte angehängt, so dass es dann auch gut zuzuordnen ist, wo es hingehört. Man kann sicherstellen, dass alle Partner die für sie relevanten Informationen auch erhalten haben, dass niemand im Mailverteiler vergessen worden ist oder Sachen weitergeleitet werden, wo sie vielleicht nichts zu suchen haben. Man bekommt die Frage wie Dokumentation zu erfolgen hat, wie Informationen distribuiert werden sehr gut geregelt und auch Prozesse unterstützt. Wenn man das Ganze auch noch mit Terminen versehen kann, also so wie man das in einem Ticket- oder Workflowsystem halt typischerweise hat, bekommt man auch nicht-lineare und nicht-standardisierte Arbeitsabläufe, wie sie in Projekten oft auch vorkommen, trotzdem ganz gut abgesichert. Das ist auf jeden Fall etwas, was sich in verschiedenen Formen bewährt hat. Was man in so einem Cluster gut einsetzen kann.
- (43) F: Ich glaube, das, was du da gerade gesagt hast, passt da schon ganz gut zur nächsten Frage. Du sprachst von abhängig im Netzwerk und dementsprechend den Folgen von der Nichterfüllung von Prozessen und auch über das Thema Standardisierung. Was sind die nötigen Voraussetzungen, welche erfüllt sein müssen, damit Ressourcen-Sharing in der Logistik umgesetzt werden kann?
- (44) A: Was mir da noch einfällt ist, dass man möglicherweise formale Hürden schaffen muss. D.h. ein Netzwerk wie die Windenergie braucht eine gewisse Eintrittshürde. Ich kann mir vorstellen, dass man schnell dahin kommt, dass man sagt, für ganz kleine Partner ist das eher schwierig und diese sind eher nicht so geeignet, weil gerade diese besonders schnell Probleme damit bekommen, wenn irgendwo im Netzwerk etwas klemmt. Ein Partner, der darauf angewiesen ist auf funktionierende Prozesse in einem Netzwerk, der rechtzeitig Zahlungen erhalten muss, welches auch eine Frage von Finanzkraft und der Abhängigkeit von einzelnen Projekten ist. Sprich, je mehr er davon abhängig ist und je weniger andere Kunden und andere Projekte er hat, welche Probleme ein Bisschen abpuffern können, desto schwieriger kann das sein, in so einem Netzwerk Bestand zu haben,

gerade wenn man ein paar große Partner hat, die natürlich Leistung abfordern und wo es dann auch sicherlich immer Dinge gibt, die zu klären sind. Gerade Pönanen ist ja was, wo es selten sofort Einigkeit darüber gibt, sondern die unheimlich viel Ressourcen in der Klärung dann binden. Daher ist es vielleicht notwendig eine gewisse Eintrittshürde zu schaffen, und damit kein Kräfteungleichgewicht entstehen kann in so einem Netzwerk, was am Ende für alle schwierig sein könnte. Fällt ein Partner aus, kann dies das ganze Netzwerk behindern oder das Netzwerk sogar zusammenbrechen lassen. Daher muss es von vornerein so gestaltet sein, dass ein Ausfall nach Möglichkeit nicht passiert oder zumindest sehr unwahrscheinlich wird. Da könnte ich mir das vorstellen. Dies haben andere Industrien auch durchgemacht. Dann muss man leider sagen: es gibt eine Eintrittshürde und dann kann jemand, der nicht finanzkräftig genug ist, an so einem Cluster nicht teilnehmen, da das Risiko zu groß ist, dass er damit nicht umgehen kann oder dass er das nicht überstehen kann, wenn es dann zu Situationen kommt, wo der ideale Geradeausprozess zum Stocken kommt.

- (45) F: Die nächste Frage dreht sich um Automatisierung der Ressourcenallokation. Wir haben viel von Automatisierung von Statusinformationen gesprochen. Automatisierung von Ressourcenallokation haben wir auch ein kleines Bisschen angerissen. Da sagtest du, dass es im Grunde genommen zu irgendeinem Zeitpunkt eine zentrale Stelle geben muss, die die Entscheidung trifft. Habe ich das richtig verstanden?
- (46) A: Ich bin überzeugt davon, dass das Thema sehr gut durch Automatisierung unterstützt werden kann. Eine echte automatische Ressourcenallokation im Sinne eines Automaten, welcher entscheidet, wird dies aber sicher nur für sehr wenige Ressourcen hinbekommen. Die Ressourcen, die kritisch sind, für die wird es wahrscheinlich nicht möglich sein, da man selten die komfortablen Situationen haben wird, dass man alle gleich priorisierten Anforderungen erstmal nach formalen Kriterien bedienen kann. Das ist vermutlich das Problem dabei. Bei Flächen kann ich mir gut vorstellen, dass man das gut automatisieren könnte. Man hat ein System und wenn ich da eine Anfrage stelle, dann bekomme ich eine verbindliche Aussage zurück, ob eine Fläche verfügbar ist und kann die auch verbindlich reservieren, für ein Projekt. Bei anderen Ressourcen, wie bei einem Errichterschiff kann ich mir vorstellen, dass das nicht zu automatisieren ist, sprich, man bekommt sicherlich eine Planungsunterstützung hin für denjenigen, der das entscheiden muss, also im Sinne einer Szenario-Planung, aber dass ich ein Buchungssystem entwickle, wo der eine sagen kann, schick da eine Buchungsanfrage hin, wie im Stadion, wo ich mir einen konkreten Sitzplatz reservieren kann, ist, glaube ich, bei den Rahmenbedingungen nicht möglich. Das werde ich da wahrscheinlich nicht hinbekommen. Da man die Priorisierung nicht sauber genug hinbekommt. Da sind wir wieder bei der Frage, wie

kann ich überhaupt die Bedürfnisse aller bewerten, dass ich am Ende eine Entscheidungsgrundlage habe, wie es ganz einfach ist zu sagen: na klar selbstverständlich muss ich dieses Teil stehen lassen und mache das zuerst. Das bekomme ich wahrscheinlich nicht hin, weil ich am Ende kein Preisschild dran steht, was so exakt ist, dass alle Beteiligten mit der Entscheidung einverstanden sind.

- (47) F: Welches sind die entscheidenden IT-seitigen Anforderungen an ein Planungs- und Steuerungs- bzw. Informations- und Kommunikationssystem für die Transportlogistik, Hafenlogistik und Projektlogistik? Ich glaube, einen ganz wichtigen Punkt hast du schon gesagt, dass man im Grunde genommen noch einen Transmitter braucht, damit Systeme sauber miteinander kommunizieren können. Gibt es da noch weitere Punkte?
- (48) A: Ein paar hast du hier schon in deiner Übersicht mit genannt. Ganz groß ist halt immer die Frage, wie bekomme ich die vertraglichen Gegebenheiten IT-seitig so abgebildet, dass sich alle da wiederfinden. Das betrifft vor allen Dingen die Frage der Berechtigungen, also wer darf eigentlich was sehen, wer bekommt welche Information, wer darf was ändern, wer darf welche Entscheidungen treffen, das ist ja was, was ich vor allen Dingen vertraglich regeln muss, aber das muss ich auch in so einer Softwarearchitektur wiederfinden und sicherstellen. Folglich muss ich das, was ich vertraglich geregelt habe, IT-seitig so abbilden. Dass derjenige, der z.B. eine Ressourcenentscheidung treffen darf, auch nur der das kann. Dass also nur bestimmte Informationen zu einem bestimmten Zeitpunkt allen beteiligten Personen zur Verfügung gestellt werden, und dass nicht einer Informationen früher bekommt als ein anderer. Wenn man fair in einem Netzwerk miteinander umgehen will, gehört auch das Sicherstellen von einer gewissen Transparenz dazu. Das führt oft zu viel Diskussion. Du hast das im Bereich Admin schon mit drin. Da kannst du vielleicht noch Rechteverwaltung oder sowas hervorheben. Das Thema Schnittstellen auf jeden Fall. Am Ende wird jeder der Beteiligten seine eigene Systemwelt haben. Man wird es in begrenzter Zeit nur bedingt hinbekommen, Kommunikation vollständig zu standardisieren. Also braucht man einen Vermittler in der Mitte. Vielleicht sowas wie EDI-Manager. Dies ist sehr hilfreich und das wird man da brauchen, um die Unterschiede, die es da gibt, zu egalisieren. Auf einen Grundsatz muss man sich einigen, über das, was man austauschen will, aber dann muss man ja nicht jedes Teil mit jedem Partner abstimmen, sondern kann einen gewissen Freiheitsgrad in den individuellen Bedürfnissen zulassen.
- (49) F: Was sind die Stellschrauben für den Erfolg von Kollaboration und Kooperation in der Logistik?

- (50) A: Ich glaube, sehr wichtig ist das klare Verfassen der Spielregeln, die im Netzwerk gelten. Problematisch ist es, wo jeder versucht, sich auf Kosten der anderen zu optimieren. Das Optimieren liegt in der Natur der Sache, da jeder eigene finanzielle Interessen hat und zusehen muss, seine eigenen Prozesse für sich so optimal wie möglich zu gestalten. Das ist immer so. Das lässt sich auch nicht verändern. Um zu verhindern, dass es auf Kosten der anderen geht, muss man sehr klare Spielregeln haben. In der Vertragsgestaltung wird wahrscheinlich eine große Herausforderung sein, viele Dinge sehr detailliert zu regeln. Das ist immer schwierig und wird eine große Lernkurve sein, weil man viele Sachen nicht von Anfang an in der Planungsphase weiß. Heute haben wir so eine Situation nicht, dass wir so große Kollaborationen haben, wir haben das nur aus den einzelnen Windparks, wo die Konsortien miteinander auskommen müssen und sicherlich kennt man einige der Schwierigkeiten, die auftreten und ist da auch schon besser geworden, was das angeht. Tatsächlich die Kooperation in einer Form dahin zu bekommen, die übergreifend funktioniert, ist sicherlich eine Herausforderung. Am Ende landet man wieder bei der Frage: übergreifend in so einem Cluster, wie funktioniert Priorisierung, wer kann da Entscheidungen treffen. Eine weitere große Stellschraube ist die Geschwindigkeit. Wie bekommt man es hin zu Entscheidungen schnell zu kommen. Das stell ich mir sehr schwierig vor. Wenn es einen Konflikt gibt und die Partner sind sich nicht einig, wenn man dann Streitereien auf juristischer Ebene führt, würde es das verzögern? Was passiert dann in solch einem Cluster? Da müssen Mechanismen dafür bestehen, wie in der Lage weiter zu arbeiten ist, auch wenn man sich nicht in allen Punkten einig ist. Die Frage: wer hat was kaputt gemacht und wer muss das bezahlen, darf am Ende nicht dazu führen, dass das ganze Cluster nicht funktioniert und am Ende die Projekte stehen. Das ist etwas, was gerade an der Schnittstelle Produktion und Logistik ziemlich häufig vorkommt. Also der Gegenstand: irgendwas ist nicht in dem Zustand oder nicht zu dem Zeitpunkt irgendwo angekommen, wo es sein soll. Die Frage ist: wer hat das verursacht, war das nicht gut verpackt, wurde es schlecht transportiert, war der LKW nicht rechtzeitig da, war das Wetter zu schlecht um es zu verladen, waren die Anschlagsmittel des Kunden oder des Produzenten nicht in Ordnung oder hat er die Füße an die falsche Stelle geschweißt. Das sind oft keine trivialen Fragen.
- (51) F: Jetzt noch eine abschließende Frage. Welche Rolle würde ein LDL bzw. ein Hafentreiber in so einem Netzwerk einnehmen? Ist der LDL der Macher im Netzwerk, welcher alles zusammenführt oder haben andere Akteure größeren Einfluss auf das Netzwerk, beispielsweise die Engpassressource Schiff?
- (52) A: Also man könnte sich natürlich in so einem Cluster auch ein Szenario vorstellen, wo der LDL derjenige ist, dem die Ressource Schiff zur Verfügung steht. Dies haben wir ja

nicht, aber wäre ja denkbar. Eine wichtige Erkenntnis, die wir aus der Vergangenheit mitgenommen haben, ist, denke ich, dass der LDL zwar an vielen Stellen eine wichtige Rolle spielt, im wahrsten Sinne des Wortes Drehscheibe für viele Prozesse ist, aber letzten Endes ziemlich wenig Entscheidungsbefugnis beim LDL liegt, was den gesamten Projektablauf angeht. D.h. die Frage, wie mit Verzögerungen an bestimmten Stellen umzugehen ist, die entscheidet in Zweifelsfall nicht der LDL, sondern er ist da nur Dienstleister und versucht nach besten Möglichkeiten die Prozesse des Produzenten und des Errichters zu unterstützen. Er kann von den zentralen Entscheidungen, welche eigentlich in so einem Netzwerk getroffen werden, nur sehr wenige eigenständig treffen, weil er am Ende dem gesamten Netzwerk dienen muss und das ist sicherlich eine Herausforderung für den LDL. Optimal für das Netzwerk ist es vermutlich, ohne dass ich das aus dem Stehgreif bewerten kann, sprich, es wäre nur meine erste Einschätzung, wenn der LDL seine eigene interne Optimierung hinter die Bedürfnisse der anderen Netzwerkpartner stellt. Vermutlich funktioniert dann ein Cluster gesamtgesehen am besten, wenn der LDL mit Priorität die Prozessbedürfnisse des Errichters und der Produktion bedient und weniger seine eigenen. Also auch gesamtkostentechnisch kann ich mir vorstellen, dass wenn man das bewerten könnte und würde, dass man wahrscheinlich zu einer Einschätzung kommt, wo man sagt, das ganze Unterfangen verursacht die geringsten Kosten dann, wenn die Produktion gut funktioniert und der Errichter gut arbeiten kann. Unabhängig davon, ob die Logistik relativ teuer ist. Ich kann mir vorstellen, auch bei der Ressourcenbetrachtung, dass es wahrscheinlich in dem gesamten Cluster gegenläufig zu dem sein kann, was wir häufig heute an den Stellen haben, dass man lieber mehr Ressourcen, mehr Schwerlaststapler oder mehr Fläche bei einem LDL sich leisten und bezahlen sollte, obwohl man an der Stelle immer sehr eng versucht zu optimieren, weil es dann günstiger für das Gesamtsystem ist, als wenn man Verzögerungen bei der Errichtung oder bei dem Produzenten in Kauf nimmt, weil man auf der Ressourcenseite zu stark optimiert hat. Am Ende ist es wie ein Kräftedreieck. Man findet am Ende nie die goldene Mitte, wo es für alle am Ende gleich gut ist, und wenn man am Ende dann Kosten dranschreibt, dann wird man wahrscheinlich eine Verschiebung feststellen, und wird sagen: aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist es für das gesamte Netzwerk besser, wenn der LDL ein bisschen mehr verdient.

E. Transkription des zweiten Experteninterviews – Produzent

- (53) F: Im ersten Szenario geht es um den Umgang mit Ressourcenkonflikten bei Verzögerungen innerhalb der Kette. Ressourcen sind hierbei Logistikressourcen, sprich Transportressourcen, Schiffe, SPMT's, Lagerflächen etc. Dabei besteht im Szenario keine exklusive Ressourcennutzung für einen Akteur, sondern ein Pool in dem die Ressourcen verwaltet und allokiert werden, inkl. Grob- und Feinplanung. Die genannte Verzögerung entsteht im Finishing zur Produktion. Dabei ist der Termin fest eingeplant und die Information über die Verzögerung, dessen Dauer nicht klar ist und von Dritten abhängt, erfolgt erst kurz vor Beginn. Die Ressourcen für Umschlag und Transport sind gebucht und haben nachfolgend weitere Aufträge. Die Frage ist nun, wie mit kurzfristig Verzögerungen umgegangen wird und was passiert? Beispielsweise, die Komponente muss weg, wir brauchen den Platz und es ist egal wer es holt, Hauptsache es kommt weg. Oder ist es so, dass dann etwas anderes, was fertig ist aber eigentlich erst nächste Woche transportieren sollte, vorgezogen wird? Wie agiert man zurzeit und wie könnte man agieren, wenn man sagt, wir versuchen es als großes Ganzes zu sehen?
- (54) A: Also konkret die Frage, wenn man das Szenario nimmt, was du jetzt beschrieben hast und mal an ein Beispiel bindet: wir sind in der Produktion von Turm eins bis Turm zehn für einen bestimmten Kunden und es gibt zwei Abholtermine zu je fünf Türmen. Der Kunde liefert nicht termingerecht Beistellungen, die in den Turm reingebaut werden müssen. Das heißt, wir haben das Rohr fertig, haben es konserviert, fertig lackiert und wir würden nun final die Beistellungen, sprich Kundenmaterial, welches noch zusätzlich mit verbaut wird, einbauen wollen, aber der Kunde liefert nicht fristgerecht, da hast du ja genau das Szenario. Dann ist das trotzdem so, dass der Kunde ein Interesse hat, die gesamte Kette zu optimieren. Von Herstellerseite sagen wir erstmal: das Teil muss raus, wir benötigen den Platz etc.. Dass das meistens nicht die Realität ist, steht erstmal noch auf einem anderen Papier. I.d.R. kann das Bauteil noch zwei Wochen dort liegen bleiben, da die Flächenressource so umfassend ist, dass die Komponente irgendwo zwischengelagert werden kann. Wenn es gut läuft können die Beistellungen dann draußen nachrüsten und die Komponente muss nicht reingeholt werden um diese evtl. zu drehen oder ähnliches. Dies würde Extratransporte bedeuten, die definitiv in Rechnung gestellt werden. Das kannst du ja auch gut im Nachweis führen. Aber normalerweise wird eher die Strategie gefahren, dass gesagt wird: wir haben einen Produktionsplan und das Bauteil muss raus, das erzeugt Kosten wie auch immer. Sprich, wenn der Kunde das Material nicht rankriegt, muss er die Kosten übernehmen. Der Kunde kommt an sich schon an und sagt: Ich hole dann einen anderen Turm ab oder so. Die wissen ja ganz genau, welche Komponenten fertig sind, und welche nicht und sie haben ja ein Eigeninteresse die Kette

zu optimieren, um halt die auflaufenden Kosten, die wir dann anzeigen würden, zu vermeiden oder möglichst gering zu halten. Durch das nötige Reporting ist der Kunde informiert über den Status der einzelnen Bauteile. Zu dem Reporting sind wir gegenüber dem Kunden verpflichtet. Es gibt Kunden, die fordern das einmal wöchentlich ein. Beispielsweise muss der Produktionsplan mit den einzelnen Fertigungsschritten bei einem Kunden immer freitags übermittelt werden. Andere Kunden haben ein Portal, in dem jeder Fertigungsschritt online fertig gemeldet werden muss. Sprich, die wissen immer genau, welches Bauteil jetzt wie weit ist, inkl. Zwischenschritten. Dabei muss man eigentlich nichts dem Kunden sagen. Die wissen ganz genau wie der Prozessablauf ist, das fordern die Kunden ab und das muss vorher auch eingereicht und freigegeben werden. Das ist das eine, also Reporting, entweder digital oder analog, je nach Häufigkeit und das andere ist Fremdüberwachung. Der Kunde hat eine Fremdüberwachung im Werk, welche dann nicht nur Qualität, sondern auch Fortschrittprobleme kontrolliert. Von daher sind die Kunden eigentlich immer gut informiert, wie weit was ist. Und daher ist es auch schwierig irgendwelche Nacht- und Nebelaktionen zu starten. Oder besser gesagt irgendetwas auszubessern, also wenn du es nicht ganz geschickt machst, dann kriegen die das mit.

- (55) F: Das bedeutet, dass Abrufe für Transportressourcen nicht durch den Hersteller, sondern durch den Kunden erfolgen, da dieser Bescheid weiß und dementsprechend eine Anfrage an seinen LDL schickt?
- (56) A: Ja, und dabei ist dann ganz wesentlich, was im Vertrag vereinbart ist. Sprich, wann ist das Handover an den Kunden, wann geht das Eigentum über, bzw. das Bauteil physisch über. Das Thema Eigentum sei mal dahingestellt, ist ja nun auch eine kommerzielle Geschichte. Hinsichtlich des physischen Übergangs unterschieden wird zwischen Ex-Work, wobei wir das Bauteil fertigmachen, es auf das Lager legen und dies melden, der Kunde kommt und macht nochmal eine Abnahme und macht einen Haken drunter. Dann meldet der Kunde irgendwann, dass jetzt das Schiff kommt und er das Bauteil zu einem bestimmten Zeitpunkt an die Kaikante gerne hätte. Oder es gibt FAS, dass du das Bauteil fertigmachst, es zwar eine Abnahme gibt, es den Kunden aber im Endeffekt nicht interessiert, was danach mit dem Bauteil geschieht und es dann irgendwann, mit ein bisschen Vorlauf an der Kaikante bereitstellst. Das ist jeweils vertraglich geregelt. Und dann gibt es noch andere Modalitäten, aber das sind so die beiden gängigen.
- (57) F: Ja ok. Und die Einlagerung? Lassen die Kunden dann frühzeitig produzieren, so dass alle Komponenten im Hafen stehen, bevor mit der Errichtung angefangen wird?
- (58) A: Nein, diese Zeiten sind vorbei. Wenn es ein klassischer Projektablauf ist, dann wird es losweise gefertigt und auf das Lager gelegt. Jedes Los wird dann meist einzeln abgeholt.

Meist während die ersten Lose abgeholt werden, wird der Rest noch produziert. Für die Abholung gibt es ein Forecast. Und hier beginnen dann auch die Informationsbrüche beziehungsweise auch es herrscht eine erschwerte Planbarkeit. Es gibt gewisse Regelungen im Vertrag, wie etwas kommuniziert werden muss und mit welchen Vorlaufzeiten. Gängig ist zum Beispiel eine Vorankündigung von zwei Wochen. Drei Tage vorher wird nochmal formell und endgültig informiert, dass das Schiff dann und dann kommt sowie dann und dann ist Ladezeit. Dies ist nötig, damit dann auch die SPMT dahin bereitgestellt werden können und das Bauteil hochgenommen und die Übergabe gemacht werden kann. Das ist meist so im Vertrag geregelt. Dann geht es aber los: Da diese ganze Installationskette sehr lang ist und da dementsprechend sehr viele Störgrößen auftreten können, ist es häufig der Fall, dass diese Vertragssituation oder dieser vereinbarte Ablauf gar nicht erfolgt. Beispielsweise gibt es Probleme das Schiff bereit zu stellen, irgendwelche Vorrichtungen sind noch nicht fertig, etc.. Und da ist die ganze Branche meines Erachtens viel zu dünn aufgestellt, was diese „Claimerei“ angeht. Beziehungsweise ist das nicht standardisiert, das ist viel zu ad-hoc getrieben. Wenn da jemand ist, der den Vertrag vernünftig aufbereitet hat, den vernünftig begleitet hat, die Vertragsinhalte genau kennt und da halt auch konsequent ist, holt er vielleicht viele Claims raus. Entweder Kunde beim Lieferant, oder Lieferant beim Kunden, je nachdem. Und wenn da einer ist, beispielsweise bei einem Personalwechsel, dann ist dieser halt nicht mehr so vertragssicher und dann rutscht halt auch relativ viel durch. Das heißt, es gibt einen geregelten Prozess- und Informationsfluss diesbezüglich. Die Realität war in den letzten drei, vier Jahren doch eine andere. Ändert sich jetzt aber auch wieder, weil diese großen Spieler da einen ganz anderen Standard drin haben. Und auch ein ganz anderes Knowhow und auch alles aus einer Hand machen und weniger hier und dort eine Leistung zukaufen.

- (59) F: Ist es dadurch komplexer? Oder ist es dadurch strukturierter und einfacher?
- (60) A: Das wird jetzt strukturierter und einfacher für die Kette. Aber der Kunde hat auch mehr Macht. Ein Teil der Akteure auf dem Markt haben auch einfach die Größe um das ganze Kostenvolumen zu stemmen und dann auch das konsequent durchzustrukturieren. Was für den Zulieferer nicht gut ist, weil dann auch die Abholtermine, die im Vertrag vereinbart wurden, immer näher an die Realität kommen und auch immer öfter eingehalten werden. Wo wir damals sehr viel Geld verdient haben war, dass Bauteile fertig eingelagert wurden und wir Lagergebühren kassiert haben.
- (61) F: Ich habe hier das Konzept eines Lagebilds, welches den Status über das Cluster abbildet. Sprich, wie entwickelt sich das ganze Cluster, die einzelnen Parks, an denen ich beteiligt bin und wo steht der Rest. Hier nun die Frage: Sind aus deiner Sicht alle nötigen Informationen abgebildet oder fehlt dort etwas?

- (62) A: Also was wesentlich ist sind Termine. Insbesondere sowohl Richtung Kunde, d.h. wenn wir das Beispiel aufgreifen, was wir eben besprochen haben. Das ein oder X Windparks gefertigt werden und die holen Lose ab und wir sind noch in der Fertigung. Dann wären da Termine, Kunde, insbesondere wie weit ist das Schiff, wieviel haben sie gerammt, wieviel Pfähle, wie ist die Termineinhaltung. Also wie ist die Termineinhaltung, wie ist der Ist-Fortschritt der Termine zum Soll des Gesamtprojektplans. Ob so ein Kunde das offenlegt, das sei mal dahingestellt. Termineinhaltung wäre interessant, um dann abschätzen zu können, wann kommt das Schiff wieder rein um wieder was zu laden. Ein Beispiel: Der Kunde sagt, nächste Woche kommen wir und wir hören von Dritten, dass das Schiff noch wegen schlechtem Wetter feststeckt. Aber wenn wir mal annehmen, dass alle Interesse an Transparenz haben, dann ist mir als Komponentenlieferant eigentlich egal, ob die jetzt fünf oder sieben Gründungen gerammt haben, und zwei von fünf Türmen gestellt haben. Mir geht es eigentlich nur darum, wann kommt das Schiff wieder rein. Also wann ist wieder Ladetermin. Was noch wesentlich ist sind technische Erkenntnisse, welche bei der Installation auftreten, beispielsweise beim Übergang Turm zu Gründung passt die Flanschbindung gerade noch so, oder so. Damit könnte man reagieren. Anderes Beispiel: die Leiterüberstände passen nicht. Hier ist es wichtig, dass die Information möglichst schnell zu uns als Lieferant kommt, dass wir noch reagieren können bei den Komponenten, die sich noch in der Produktion befinden. Sprich, ein lessons learned und das just in time. Denn häufig ist es so, dass alles fertiggestellt ist und aus irgendwelchen Gründen, sei es Anbaufehler oder andere Fehler, dass die Abstände nicht passen und die Informationen erst ganz spät zu einem kommen. Dann hast du schon alle fertig und musst sie alle nochmal anpassen. Du kriegst die Informationen ja erstmal ganz spät und dann betreibst du Ursachenforschung, um zu ermitteln wer dann für die Kosten haftet. Und diese können enorm sein, wenn du Pech hast und nochmal auf See musst um es korrigieren. Also was ich sagen will, solche Informationen kommen ganz häufig im Nachlauf und wenn du sie eher gehabt hättest, hättest du es viel kostengünstiger haben können, für alle. Und ganz oft auch die Ursache dahinter, warum, weshalb. Und wer ist dann in der Verantwortung, wer ist haftbar. Also Installationserkenntnisse ad-hoc. Das wäre ein wesentlicher Punkt. Und Termine der Lieferanten, das ist ein weiterer wesentlicher Punkt. Sprich, wann liefert der Lieferant auf den Hof und wie ist der Produktionsfortschritt beim Lieferanten etc.
- (63) F: Wie genau ist sowas interessant? Ist das Verladen beim Lieferanten und der fährt jetzt los? Oder ist es so, am besten möchte ich wissen wann er bei mir auf den Hof fährt, minutengenau?

- (64) A: Nein, wenn es so zuverlässig ist, dass ich weiß, die Sachen erreichen zum Termin XY den Hof, dann reicht mir das. In der entsprechenden Qualität. Da das aber nicht die Realität ist, ist es schon für uns als Unternehmen wichtig, dass wir unsere Lieferanten natürlich dann auch so ein Bisschen an der Kandare haben. Dass wir halt wissen, wie ist der Produktionsfortschritt, wie ist die Qualität. Um damit das, was von oben kommt, nach unten weiterzugeben. Und das ist für uns als Mittelständler sehr schwer, weil wir eine hohe Lieferantenbreite haben. Ob man das noch ein Bisschen einengen kann sei mal dahingestellt, kann man bestimmt. Die kannst du gar nicht alle betreuen. Also, wenn du Termine noch irgendwie eingetaktet und die Lieferanten verpflichtet bekommst, vorausgesetzt du hast gute Verträge, welche die Konsequenz aus Verzug abfangen, dann ist schon viel gewonnen. Das ist aber meistens nicht so. Und gleiches gilt für die Qualität. Weiter: Hat der Lieferant alle Informationen, die er braucht oder haben wir was dem Lieferanten nicht übergeben, weil wir es entweder selber vergessen haben oder vom Kunden nicht richtig gekriegt haben? Sprich, das sind dann ganz viele Informationsbrüche, die dann darin resultieren, dass der Lieferant dir irgendwas, irgendwie und irgendwann auf den Hof stellt. Und da könnte man viel machen, wenn es eine bessere Durchgängigkeit vom Kunden zum Lieferanten und vielleicht noch zu deren Lieferanten gibt. Wobei die Schwierigkeit im Projektcharakter besteht. Jeder Windpark sieht irgendwie anders aus. Der eine Hersteller hat z.B. drei Windkraft-Turmtypen, viele Gleichteile und ist sehr durchstrukturiert. Aber nichtsdestotrotz, diese entwickeln sich auch ständig weiter und dementsprechend gibt es auch immer wieder viele Neuteile. Dann fließen die Informationen nicht, dann hat der Lieferant ganz am Ende der Kette irgendwas nicht und kann nicht richtig fertigen. Das ist ein ganz schwierigerer und träger Prozess, dass die Informationen vom Kunden dann irgendwann zeitgerecht und in der richtigen Qualität durchschlagen, damit jeder weiß, was er zu tun hat. Das, was du hier vorstellst, könnte auf jeden Fall ein gutes Werkzeug sein um das zu beschleunigen.
- (65) F: Dann eine letzte Frage zu diesem Szenario. Wann, findest du, ist der richtige Zeitpunkt für den Abruf der Transporte? Gibt es diesen eigentlich bzw. wenn der Feinplan stimmt, wie der Grobplan es vorhergesagt hat, braucht man dann überhaupt einen Abruf?
- (66) A: Du brauchst einen Abruf. Ich sag mal, das bezieht sich jetzt auf die Infrastruktur in unserem Hafen. Du brauchst einen Abruf mindestens drei Tage vorher. Nein das ist zu wenig. Besser zwei Wochen vorher. Wir fahren die Komponenten mit unseren Betriebsmitteln bzw. mit unseren Ressourcen von der internen Lagerfläche rüber zum Hafen. Das muss eingeplant und vorbereitet werden. Wenn die Komponenten lange liegen müssen sie vielleicht nochmal gewaschen werden oder man muss das Wasser rauskehren. Die

Vorbereitung ist Arbeit, das Fahren selber ist mit Anschlagen und Ablegen und Vorrichtung an einem Tag machbar. Aber was auch noch wesentlich ist, ist dass an der Kaikante, wo der Gefahrenübergang stattfindet, an dem viele Parteien involviert sind, sprich wir, der Kunde, ein Stauer, vielleicht noch der Hafenbetreiber und ein Kran, wenn das Schiff nicht als Selbstlader kommt, sprich, an der Schnittstelle, geregelt ist, wer ist wann in welchem Teil des Prozesses verantwortlich. Das muss ja alles im Vorwege geregelt sein. Und dann musst du mit einer Einlaufkurve, auch immer abstimmen, wann, wie, Ressourcenplan und so, das ist schon ein Zusammenspiel und das könnte hier auch gut passieren.

- (67) F: Gegenstand des zweiten Szenarios ist die Integration eines neuen Projekts in ein bestehendes Cluster. Die Unternehmen im Netzwerk bleiben dabei alle gleich, sprich, der Bereich Kooperationsvereinbarungen wird nicht grundlegend neu aufgerollt. Weiter gibt es eine zusätzliche Hafefläche, über die, bedingt durch ihre Größe, nur Just-in-Sequence verladen werden kann. Die erste Frage hierbei, welche relevanten Informationen benötigt ihr als Komponentenhersteller, um eine Grobplanung zu machen und eine Entscheidung fällen zu können, ob an einem neuen Projekt teilgenommen werden kann?
- (68) A: Die Anfrage erfolgt im Austausch mit dem Kunden. Dabei teilen wir dem Kunden, vielleicht auch vorab schon in gewissen Reports, mit, wann und wo wir wieviel Kapazitäten haben. Vertraglich werden zum Teil auch gewissen Kunden ein Anteil der Gesamtkapazität zugesichert. Zum Beispiel 30% und dann müssen wir immer 30% freihalten, obwohl noch kein Auftrag vergeben ist. Nun zur Frage was wir für Informationen benötigen: Den Zeitpunkt, wann die Spezifikation des Produktes verfügbar ist, und in welchem Umfang. Den Zeitpunkt wann die Hauptmaterialien bereitgestellt werden, bzw. verfügbar sind. Denn wenn wir die Hauptmaterialien, sprich Blech, etc. selber zukaufen, benötigen wir eine Deadline für einen Termin, wann die dafür notwendigen technischen Informationen verfügbar sein müssen vom Kunden. Beispielsweise hinsichtlich der Länge, Breite, Höhe. Wenn der Kunde die Materialien beistellt, das Material, was auch häufig vorkommt, dann wäre die Frage, wann diese bei uns im Werk sind. Dann, neben den Hauptmaterialien, sind Beistellungen als solches, die in den Turm zusätzlich verbaut werden und die der Kunde bereitstellt. Hier sind dann die Informationen und der Termin des Eingangs dieser Informationen der jeweiligen Spezifikation wichtig, egal ob wir diese nur einbauen oder auch selber zukaufen müssen. Für den Vorlauf muss natürlich alles eingerechnet werden, Beschaffungszeit etc.. Dann gibt es sehr häufig einen vom Kunden favorisierten Fertigungszeitraum. Hier müssen wir abprüfen, wie ist da die Auslastung. Als drittes, was jedoch am allerwichtigsten und maßgebend ist und über allem steht, sind die Abholtermine. Also die Klammer ist eigentlich der Abholtermin und da gibt es selten etwas dran zu rütteln. Und auf der anderen Seite die Bereitstellung der Informationen hinsichtlich

Materialien usw.. Hier müssen wir dann schauen, ob wir in diesem Zeitraum in der Lage sind es zu fertigen, wie ist unsere Auslastung, passt das rein? Das sind eigentlich so die Informationen, die man braucht. Meistens passt es aber nicht, und dann muss es mit dem Kunden abgestimmt werden. Beispielsweise, kann man an den Endterminen noch was drehen? Das ist in der Tat ab und zu möglich. Vielleicht können wir auch was nach hinten verschieben, das i.d.R. aber nicht geht, da die nachfolgenden Prozesse der Kette an die Termine gebunden sind. Aber was auch mit dem Kunden abgestimmt werden kann ist, wenn du ein Auslastungsloch hast, dass du etwas vorziehst. Das ist eigentlich das, was wir an Informationen brauchen um entscheiden zu können, Folgendes bieten wir an oder nicht.

- (69) F: Sind einzelne Windparks immer Projektgeschäft und damit immer alles neu oder gibt es Kunden, bei denen fast von Serie gesprochen werden kann, was sicher auch wieder Auswirkungen auf die nötigen Informationen hat?
- (70) A: Das ist unterschiedlich. Manche Windparkbetreiber gründen für nur einen Windpark eine Gesellschaft. Dann ist alles neu. Große Anlagenhersteller haben solche Volumina, dort werden die Komponenten nicht nach Windpark definiert. Dann gibt es Rahmenverträge, welche pro Quartal eine bestimmte Menge an Komponenten zusichern. Das bedarf natürlich kompletter Gleichteile und Austauschbarkeit der Komponenten. Bei solchen Konstrukten haben wir mit dem eigentlichen Kunden kaum etwas zu tun, außer dass diese auch Reports zum Fortschritt und zur Qualität bekommen. Das ist dann bei Fremdüberwachung ein Bisschen schwierig, da wir ja eigentlich keine vertragliche Beziehung zu diesen haben. Auch gibt es teils zwischen Anlagenhersteller und Kunde Meinungsverschiedenheiten über unser Arbeit, welches dann natürlich zwischen diesen gelegt werden muss.
- (71) F: Bei diesem zweiten Szenario stellt sich die Frage: wie gehen wir mit Prognosen und mit Ausnahmen von diesen Prognosen um? Weiter ist die Frage: wie genau muss diese Prognose sein bzw. wie genau muss sie im Laufe der Zeit von der Grob- zur Feinplanung werden? Und hierbei, inwieweit sind Ausnahmen von dieser Regel nötig?
- (72) A: Betrachtet man die Entwicklung, dann war es in der Vergangenheit der Fall, dass es eher vage war und wir oft Teile noch einmal eingelagert haben statt dass diese abgeholt wurden. Da hätte uns das wirklich geholfen, weil du dann sagen kannst: guck mal, die sind noch lange nicht so weit, und wir hängen auch wieder mit unseren Terminen hinterher, ist alles nicht schlimm, können wir mit dem Kunden ausdealen. Sprich, die ganzen vertraglichen Regelungen mit Pönalen lassen wir fallen, da die Bauteile noch gar nicht benötigt werden. Alles gar kein Problem, war ziemlich easy. Nun ist es so, dass wir ja

kontinuierlich unseren Fertigungsfortschritt berichten müssen. Das heißt, die Kunden haben dafür Kennzahlen, an denen wir gemessen werden. Du musst einen Plan abgeben und darstellen: hier schneide ich das erste Blech zu, das ist der erste Schritt in der Produktion und das mache ich am 01.04.. Dann habe ich das erste Mal rumgebogen und fertig geschweißt am 10.04.. Sprich, ein sehr feiner Soll-Terminplan. Und dann gleichen die Kunden das einfach ab. Dann musst du immer melden, wann was fertig ist und dann schätzen die ab, ob das hinkommt. Und dementsprechend entwickelt sich dann dein KPI und das hat dann auch überhaupt nichts mehr mit dem von mir dargestellten Szenario zu tun, wenn die mal wieder was hinten nicht brauchen, das ist egal. Es geht dann darum, wie sehen deine Kennzahlen aus und dann gibt es am Jahresende, oder in einem gewissen Turnus, eine Managementebene höher diese Kennzahlen aus. Und wenn du Pech hast fliegst du dann raus als Lieferant, wenn die Kennzahlen nicht passen. Und das gilt für Fertigungskennzahlen, HSE-Kennzahlen, das gilt für alles. Du kriegst sogar eine Kennzahl dafür, wie oft du an Besprechungen nicht teilgenommen hast. Die Intention ist nicht den Auftragnehmer zu schröpfen, sondern die wollen eine Planbarkeit und eine Kontinuität haben. Die sagen klar, wir brauchen einen Plan für die nächsten ein, zwei Jahre. Und dann wollen die einfach eine Planbarkeit, eine Verlässlichkeit beim Lieferanten haben, damit sie keine Kontrollinstanzen mehr brauchen. Und dann sind die einfach sicher und damit können die ihre ganze Logistikkette viel sauberer und viel besser takten und durchstrukturieren. Weil die wissen, der Lieferant hat die und die Kennzahlen, der ist planbar und das ist ein Lieferant für uns, der ist qualifiziert für uns und das ist denen wichtig. Die sind da schon relativ drauf erpicht, dass die Kosten runter kommen, aber mit Sinn und Verstand und nach einem Plan.

- (73) F: Wir haben eben über die Verladung gesprochen, und du hast gesagt: ihr transportiert die Komponenten mit SPMTs von euer Lagerfläche zum Kai und dann kommt ein Dritter, wenn ein Schiff nicht selber laden kann, welcher den Kran stellt und so weiter und sofort. Dies ist ja alles eine dezentrale Ressourcenallokation. Jeder organisiert seinen Bereich. Wäre da eine zentrale Ressourcenallokation denkbar, auch hinsichtlich der Auslastung der Ressourcen?
- (74) A: Ja das ist richtig und denkbar, weil es Sinn macht. Die Liegeplätze, die Abholplätze, SPMTs, diese ganzen Ressourcen, würde definitiv Sinn machen in einem Sharing-Prinzip. Ich kann jetzt nur für unseren Seehafen sprechen und die Parteien, die da beteiligt sind. Das ist bei uns bislang noch recht weit weg davon. Als Beispiel: wenn es gut läuft, dann spricht der Meister Transport, welcher den SPMT unter sich hat, mit den Meistern der Fertigungsbereiche, ob an dem Tag Bauteile gefahren werden müssen. Obwohl es angeblich nichts gibt, meldet sich um elf Uhr ein Meister, dass da ja noch etwas raus muss und

das natürlich ganz dringend. Dann kommen die rüber und mit viel ad-hoc wird es gemacht. Das ist eher die Realität. Die anderen hier bei uns im Hafen sind genauso. Das ist schon sehr komplex, aber dadurch, dass es einfach keine standardisierten Produkte sind, ist es halt echt schwer, die Prozesse im Seehafen zu standardisieren. Das bedeutet, die ganzen Spieler müsste man in eine Struktur rein bekommen, die einen gewissen Standard hat. Problem ist, dass es keinen gibt, der da wirklich Interesse dran hat es zu tun. Um das Ganze noch mal zu verdeutlichen: ein Anlagenhersteller hat einen Vertrag mit dem Hafen, welcher ihm die Fläche zusichert. Weiter macht der Anlagenhersteller einen Vertrag mit der Kranfirma, damit diese den Kran stellt. Wie dann die Schnittstellen geklärt sind ist mal besser mal schlechter, aber dem Anlagenhersteller als Kunden ist es egal, ob unser SPMT geteilt wird oder nicht. In dem Sinne gibt es keine übergreifende Instanz, die sich um diese knappen Ressourcen kümmert, um diese optimal einzusetzen.

(75) F: Gibt es denn exklusive Flächen und Liegeplätze, oder werden diese bedarfsorientiert vergeben?

(76) A: Der Hafen ist öffentlich, damit auch die Liegeplätze. Nur ein Hersteller hat eine eigene Rampe, da er hier Ro-Ro Maschinen verlädt. Der Rest ist Koordination oder Absprache. Die Lagerflächen sind hingegen im Eigentum bzw. verpachtet an einzelne Unternehmen. Die Anlagenhersteller, die mieten sich was, entweder über den Hafenbetreiber oder auch, was wir auch viel gemacht haben, bei uns, wobei wir die Hafenlogistik bzw. interne Logistik auch verkauft haben. Sprich, auch Kranleistung zu verkaufen in unserem eigenen Hafenbecken. Ein Hersteller macht seine ganze Verschiffung von hier. Hier wird abgeladen und dann kommen die LKW, die laden das dann auf und stehen bei uns, wofür wir auch wieder Geld kassieren.

(77) F: Dann sind wir beim letzten Szenario. Einiges haben wir sicher schon vorweggenommen. In diesem Szenario geht es um die Kommunikation bei Verzögerungen und die Folgen bei versuchter Vertuschung. Die Statusmeldungen, du hast es eben schon gesagt, in der Produktion, dass sie ganz genau zu definieren sind. Geschieht das alles händisch oder ist das automatisiert durch verbundene Systeme bzw. lässt es sich automatisieren?

(78) A: I.d.R. erfolgt das händisch. Einzelne Kunden haben ein Portal, wo wir einen Zuliefererzugang haben und dort muss es eingegeben werden. Automatisierte Statusinformationen sind das aber natürlich nicht. Das ist für die Zukunft sinnvoll und wir haben mit der aktuellen Einführung eines ERP-Systems sicher auch schon eine Grundlage geschaffen. Das muss dann natürlich verknüpft werden mit den Systemen unserer Kunden. Es kann aber gut sein, dass einer der großen Spieler ein System entwickelt, das vorgibt und welches dann zu verknüpfen ist mit den Maschinen. Das kann auch alles sein.

- (79) F: Wie wird mit Aufwendungen für Folgen von Fehlverhalten anderer Partner umgegangen? Beispielsweise, wenn der Kunde nicht rechtzeitig bereitgestellt hat, dann hat der Kunde die Verzögerungen verschuldet bzw. wenn euer Lieferant nicht rechtzeitig geliefert hat, könnt ihr es auch nicht oder, wenn ihr es selbst verschuldet habt. Wie wird damit in der Kette umgegangen?
- (80) A: Unsere Kunden erwarten, dass wir unsere Lieferanten selber im Griff haben und es damit unser Problem ist. Aber, das ist noch nicht der Fall. Aber ich denke, das wird so kommen und es ist der Trend, dass die großen Spieler wissen wollen, welche Lieferanten haben wir bzw. geben uns auch Lieferanten vor. Ist auch ganz stark im Kommen und hat da dann auch Einfluss in die Lieferantenauswahl. Damit versuchen die ihre Kette zu ihren Gunsten zu optimieren und mehr als nur das Perlenlied hinter ihnen. Sprich, wenn unser Kunde sagt: du nimmst den Lieferanten und wir sagen, dass wir mit dem Lieferanten schon immer Probleme hatten, das interessiert unseren Kunden nicht. Das Risiko bleibt beim direkten Lieferanten, sprich, bei uns.
- (81) F: Du sagtest, dass ihr den Status melden müsst, der auf Basis von einem Plan ist. Das heißt aber, dass der Plan statisch ist und ihr dementsprechend liefert oder wäre es denkbar, bspw. mit einem Ticketsystem das Ganze ein bisschen dynamischer anzugehen?
- (82) A: Früher war es so, dass es einen Abholtermin gab und alles, was dazwischen passierte, war egal, wie eine Blackbox. Das hat uns natürlich einen gewissen Spielraum gegeben und uns Vorteile verschafft. Jetzt ist es, was ich gerade meinte, sehr fein getaktet und sehr detailliert. Der Kunde sagt aber nicht: ihr müsst jetzt den Plan so abarbeiten wie wir das sagen, sondern er sagt, ihr macht einen Plan und der wird überwacht. Vielleicht werden noch Nachforderungen gestellt, wenn der Plan zu grob ist. Sie machen aber in dem Sinne keine Vorgaben. Und dann gibt es nur einen Soll-Ist-Abgleich. Daher, was du abgegeben hast, musst du dann einhalten. Dann brauchst du kein Ticketsystem.
- (83) F: Damit wären dynamische Änderungen, beispielsweise „die Installation läuft nicht wie geplant“, nicht möglich?
- (84) A: Da haben wir ja eben drüber gesprochen, dass das ja dieses Kennzahlen-Denken ist. Die sagen diese und diese Kennzahlen und ob wir jetzt in der Installation Probleme haben, das hat die nicht zu interessieren. Die Selbstoptimierung bzw. die Optimierung der Zulieferer stehen im Fokus, damit man zu allem bereit ist.
- (85) F: Ich habe abschließend noch fünf weiterführende Fragen, die wir wahrscheinlich zum Großteil schon beantwortet haben. Was ist aus deiner Sicht eine nötige Voraussetzung,

die erfüllt werden muss um ein Ressourcen-Sharing in der Logistik der OWE umzusetzen?

- (86) A: Ein stärker standardisiertes Produkt und einen stärker standardisierten Prozess bei den einzelnen Spielern/Akteuren. Damit sie intern erstmal standardisiert sind.
- (87) F: Also brauchen die einen Standard pro Akteur, oder brauchen die Standards pro Rolle?
- (88) A: Das ist schon der zweite Schritt pro Rolle. Stärkere Standards pro Akteur einerseits, aus eigenem Interesse des Akteurs aber andererseits, wenn der Kunde in die Richtung gehen will aus Sicht des Kunden. Standardisiere du dich erstmal, Lieferant A, und der Wettbewerber von Lieferant A standardisiert sich auch und danach kann man noch ausarbeiten, wie die Rolle dann standardisiert werden kann. Das ist die Grundlage. Dann kannst du anfangen die Schnittstellen zu bearbeiten. Ganz zu Anfang steht die Standardisierung des Produkts.
- (89) F: Die zweite Frage: Wie weit ist eine Automatisierung der Ressourcenallokation überhaupt realisierbar?
- (90) A: Das ist sicher realisierbar. Das ist aber der zweite Schritt. Im ersten Schritt muss eine übergreifende Ressourcenallokation erstmal manuell möglich sein. Sprich, dass es eine Plattform gibt, in der jeder Akteur seine Ressourcen einträgt und diese auch pflegt. Das kann ich mir durchaus vorstellen. Und wenn du die dann teilst, kannst du ja Geld damit verdienen. Wenn wir sagen, wir stellen unseren SPMT da rein und jemand möchte den haben, kann man den buchen und es kostet Geld. Das ist dann ja schon ein Anreiz. Das kann ich mir schon vorstellen.
- (91) F: Wenn wir uns eine akteursübergreifende Planung und Steuerung anschauen, was sind die entscheidenden Anforderungen an die Transportlogistik, Hafenlogistik und Produktionslogistik?
- (92) A: Transparente Informationen, das ist das A und O. Häufig ist es so, du hast eine Komponente fertig, dann fahren wir diese an den Hafen und die letzte Hand muss noch angelegt werden, die letzte Schraube muss noch reingeschraubt werden. Letzteres klappt nicht, weil einfach die Informationen nicht da sind, nicht richtig verwendet werden oder nicht richtig geteilt werden.
- (93) F: Was sind die Stellschrauben für einen Erfolg von Kollaboration und Kooperation? Ist es auch wieder Informationstransparenz?

- (94) A: Die Stellschraube? Ich hätte das jetzt eher so verstanden, was ist die Motivation, jeder muss damit Geld verdienen können. Hört sich blöd an, aber bevor man zusammenarbeitet muss dargestellt werden, was jeder einzelne durch das Gesamthandeln bekommt. Sprich, wenn eine Kollaboration stattfinden soll, dann muss ein Mehrwert erzeugt werden.
- (95) F: Die letzte Frage: Welche Rolle, meinst du, nimmt der Produzent ein, wenn man mehr in dem Netzwerk zusammenarbeiten würde?
- (96) A: Dadurch, dass wir kein eigenes Produkt haben, wir als Komponentenhersteller, ist es ja eine Dienstleistung, die wir erfüllen. Der Kunde sagt: „Bau mir das so“ und dann machen wir das. Wenn der dann noch ein Loch reingebohrt haben will, dann machen wir das. Das macht es so schwer zu standardisieren. Wir führen also „nur aus“. Mit einem eigenen Produkt würde das anders aussehen. Bislang sind wir ausführende Partei, aber diese strikte Trennung löst sich auf. Es sind nicht mehr reine Produzenten, sondern durch gewisse Infrastrukturen und Ressourcen fängt es an, dass wir auch ein bisschen Hafen-LDL werden. Logistische Dienstleistung für jemanden oder irgendwelche Mehrwerte an einem Produkt, was du nicht gebaut hast. Beispiel: ein Mitbewerber liefert eine Komponente und dann besteht ein Stahlbauproblem. Das können wir als Dienstleistung reparieren. Sind zwar Krümel auf dem Boden, aber Kleinvieh macht auch Mist und wird stärker werden, meines Erachtens. Das bedeutet, dass die klare Aufteilung und Differenzierung einfach weniger wird. Aber so ist jetzt der Stand heute. Da ist der Produzent reiner Ausführer.

F. Transkription des dritten Experteninterviews – Errichter und Kunde

- (97) F: Das erste Szenario beschäftigt sich mit Konflikten bei der Nutzung von Transportressourcen, welche durch kurzzeitige und in der Dauer nicht absehbare Verzögerungen der vorangestellten Prozesse bedingt sind. Das ergibt sich aus der Abhängigkeit von Dritten. Als Beispiel zur Verdeutlichung nehmen wir an, dass bei einem Turmsegment einzelne Einbauteile nicht rechtzeitig fertiggestellt bzw. geliefert wurden. Hieraus ergibt sich die Frage, wann ist der richtige Zeitpunkt zum Abruf von Transport- und Errichtungsressourcen? Ausgehend von einem Grobplan und dessen Verfeinerung bis hin zu einem Tagesplan, an welcher Stelle ist der Abruf der Ressource sinnvoll?
- (98) A: Interessante Frage, wir haben uns mit solchen Themen mehrfach hier beschäftigt. Es ist zu beachten, dass wir als Kunde durch die Vertragsgestaltung bei jeglichen Verzögerungen schadlos bleiben. Auf der anderen Vertragsseite, auf der ich ja jahrelang tätig war, ist mit diesem Thema anders umzugehen, wenn hier die Verantwortung zu tragen ist. Jedoch als Kunde und in der jetzigen Vertragssituation, welche vorsieht, dass das Errichtungsunternehmen für die Bereitstellung der Ressourcen verantwortlich ist. Dabei ist zwischen den jeweiligen Akteuren auf dem Markt zu differenzieren. Am oberen Ende sind Unternehmen, welche sämtliches Equipment besitzen und dieses disponiert, so dass Verzögerungen nicht durchschlagen, da diese Unternehmen die Möglichkeit haben, die Ressourcen anderweitig zu nutzen. Andere Unternehmen haben keine eigenen Transportkapazitäten, geschweige denn Installationskapazitäten. Bei dem gleichen Thema, sprich, einer späten Bindung der Ressource, besteht das Problem, dass diese nicht in der Lage sind, das Engineering, welches nötig ist um eine bestimmte Komponente transportieren zu können, nicht rechtzeitig fertig zu bekommen, sodass es zu weiteren Verzögerungen kommt. Damit stellt sich die Frage, wann genau mache ich den Abruf bzw. wann fange ich damit an. Für das aktuelle Projekt haben wir diese Frage mit dem Unternehmen, das keine eigene Transport- und Installationsressourcen besitzt, diskutiert und unser Vorschlag war, da das Errichtungsunternehmen noch nicht sagen konnte welches HLV eigentlich genutzt wird und es eventuell auch nur eine Zuladung ist, dass zwei technische Bearbeitungen gemacht werden, welches zwar erst mehr kostet, aber durch einen Tag weniger Stillstand wieder ausgeglichen ist. Vorausgesetzt, wir hätten eine hohe Standardisierung, sprich, vergleichbare Komponenten, und ein sehr flexibles Ladungs- und Sicherungssystem für die Komponenten, dann würde eine späte Bindung gut umsetzbar sein, aber dies haben wir in der Praxis nur sehr begrenzt bzw. es gibt es so noch nicht. Bezogen auf das genannte Szenario und der Tatsache, dass wir keine Rahmenbedingungen wie im Containerbereich haben, ist das nur schwer möglich. Für die Ladungssicherung ist für fast alle Komponenten ein System nötig. Ein Beispiel: Ein Akteur auf dem

Mark hatte geplant mit einem Schiff, sowohl Monopiles als auch Transitionpieces auf einem Trip mitzunehmen und zu installieren. Da dann einzelne Transitionpieces nicht fertig waren, wurde umdisponiert und es wurden nur die Monopiles installiert. Die Ressource für die nachfolgende Installation der Transitionpieces wurde erstmal offen gelassen. Erste Planungen für den Einsatz bestimmter Schiffe wurden, bedingt durch andere Aufträge der avisierten Ressourcen, revidiert und es wurden andere Schiffe aus dem Flottenverband genutzt. Das Ladungssicherungs- und Installationssystem konnte dann aber sehr schnell auf das andere Schiff übernommen werden. Das ist nur möglich durch eine hohe Standardisierung, welches andere Akteure so nicht realisieren können, gerade wenn die Transport- und Errichtungsressourcen eingekauft werden müssen. Damit wird deutlich, dass die Unternehmen am Markt sich in ganz unterschiedlichen Phasen befinden. Dies ist der richtige Weg, aber die Flexibilität ist durch Zulieferer und Unterauftragnehmer nur bedingt realisierbar. Um das Beispiel weiter zu verdeutlichen: Ob ein Monopile 7,60 m oder 7,80 m im Außendurchmesser ist, kann das erstgenannte Unternehmen mit einer Einlage kompensieren. Das heißt, es ist kaum ein Umbau nötig. Und wenn man sich vorstellt, dass in einem Projekt eine Verzögerung auftritt und es bestehen Folgeprojekte für die Ressource, was ähnliche Abmessungen hat, kann die Ressource zum nächsten Hafen fahren und dort das Projekt aufladen ohne große Rüstzeiten. Um nochmal zur Frage zurückzukommen, wann der richtige Zeitpunkt für den Abruf ist: Wenn der Terminplan fix ist, sollte as soon as possible mit dem Engineering begonnen werden. Entscheidend für den Erfolg ist, ob das Engineering fertig ist. Wir hatten in der Vergangenheit als Grobplanung vor dem Verladestart drei bis vier Monate Vorlauf für das Engineering für geprüfte Pläne. Das bedingt sich durch die fehlende Standardisierung und es kann nicht einfach ein anderer Anbieter genutzt werden, wie es im Containerbereich möglich ist.

(99) F: Was nutzen Sie für Systeme, um Statusinformationen mit den Partnern im Projekt auszutauschen?

(100) A: Wir nutzen aktuell im Projekt ein Dokumentenaustauschsystem, welches den Transfer von Daten, wie beispielsweise Pläne, aber auch Korrespondenz abbildet. Dies wird von allen Beteiligten genutzt. Damit ist es ein durchgehendes System, welches webbasiert funktioniert. Damit kann ich mir von überall sämtliche Statusinformation besorgen.

(101) F: Und in diesem System sind für jegliche Prozessschritte der Status dargestellt? Und Sie als Kunde können sehen, welcher Akteur zu welchem Zeitpunkt mit seinen Prozessen wie weit ist? Oder ist die Transparenz geringer?

- (102) A: Das ist nur begrenzt möglich. Ich kann die offizielle Version von einem Dokument sehen, auch wenn es eine Arbeitsversion ist, wenn diese für mich freigegeben ist. Wenn es aber intern bei einem der Akteure erfolgt und der das nicht freigibt, sehe ich es nicht. Intern ist natürlich sichtbar, wer arbeitet gerade woran .
- (103) F: Im zweiten Szenario geht es um Cluster von Windparks bzw. die Integration eines neuen Windparks in ein bestehendes Cluster. Hier nun die Frage in wie weit neue Prognosen und Ausnahmen in die Betrachtung mit einzubeziehen sind oder sind diese i.d.R. für jegliche OWP vergleichbar?
- (104) A: Für jeden Windpark gibt es spezifische Annahmen bezogen auf den Einsatz von Equipment. Das ist nicht auf ein Cluster bezogen. Es kommt dabei vielmehr auf das Schiff und dessen Einsatz in dem spezifischen Windpark an. Das sind beispielsweise Limits von Wetter und Wind für bestimmte Tätigkeiten. Weiter geht es mit dem Verhalten des Ladungsgutes und für welche Randbedingungen ist es gemacht worden. Um ein überzogenes Beispiel zu nennen: Ich fahre irgendetwas mit einem Anhänger vom Nachbargrundstück zu mir, dann wird die Ladungssicherung oder Anhängersicherung anders aussehen, als wenn ich 300 km über die Autobahn und am Ende über eine schlecht befestigte Straße, sieht die Befestigung anders aus. Das ist vergleichbar. Angenommen, das Limit ist eine Welle von 1,5 m, dann wird häufig die Situation sein, dass eine Fahrt zur Lokation gar nicht zulässig ist oder sie zwar 100 sm fahren dürfen, dann aber einen Hafen anlaufen müssen. Um eine hohe Flexibilität zu haben, muss man hohe Randbedingungen akzeptieren. Mit wird die Ladungssicherung dann wahrscheinlich deutlich teurer. Wird dann aber über einen längeren Zeitraum gearbeitet, kann die Investition kompensiert werden, da weniger Wartezeiten oder Zeiten zum Abwettern anfallen. Das ist natürlich nicht generell der Fall, aber ganz global: wenn eine hohe Verfügbarkeit angestrebt wird über das ganze Jahr für ein Equipment hat das auch eine positive Auswirkung auf die Flexibilität. Kleiner Exkurs: Bei *alpha ventus* wurde im September 2007 oder 2008 entschieden, dass nicht mehr rausgegangen wird, da als Installationsequipment ein Schwimmkran genutzt wurde. Dieser hatte ein maximal schlechtes Wetterfenster mit einer signifikanten Welle von 0,7 m und damit in den Monaten von November bis Februar eine Verfügbarkeit von 20 %. Das bedeutet, dass jeder Arbeitstag draußen mit Faktor 5 multipliziert werden muss und damit kostet die Installation richtig viel Geld. Die Alternative ist ein Installationsequipment, dasin der Tagesrate zwar das 1,5- bis 2-fache kostet, aber die Verfügbarkeit bei 70 % liegt. Um das zusammenzufassen, wenn der Errichter mehrere Windparks in einem Cluster hat und das Errichtungsequipment ist robust mit hohen Einsatzlimits, besteht die beste Chance für eine hohe Auslastung der Geräte und damit die Kosten zu reduzieren.

- (105) F: Wenn wir uns den Status Quo der Grobplanung – Anzahl der Anlagen, Art und Typ der Komponenten, Lokation, Installationszeitfenster etc. – anschauen, gibt es aus ihrer Sicht und den Erfahrungen der letzten Jahre Gegenstände, die eigentlich noch mit einbezogen werden sollte?
- (106) A: Ja, das gibt es. Das, was wir den Banken vorlegen hinsichtlich der Verzögerung der Hauptkomponenten, dies sollte nachfolgend auf berücksichtigt werden. Und hierauf sollte auch zunächst der Projektterminplan basieren und generieren. Dieser muss robust sein. Das bedeutet erst die Installation der Fundament und Kabel und erstlaufend die Installation der Anlagen eintakten. Und dann in einer ganz frühen Phase überlegen, welche Kompensationsmöglichkeiten bestehen. Das sollte auch noch vor dem Abschluss der Finanzierungsangelegenheiten geklärt sein. Das bedeutet auch die Schlüsselkomponenten zu ermitteln. Beispielsweise der Anschluss des Parks an das Netz. Im aktuellen Projekt haben wir uns überlegt, was passiert eigentlich, wenn wir eine Verzögerung haben. Und haben daraus Maßnahmen abgeleitet. Für den Investor bedeutet das, dass die Ausgangslage ein robuster Terminplan sein muss und nachfolgend eine Bewertung aller möglichen Szenarien stattfindet. Schaut man über die deutschen Grenzen hinaus, dann gibt es beispielsweise in Taiwan Bestrebungen innerhalb von zwei Jahren bis zur Einspeisung zu kommen. Das bedarf standardisierter Komponenten. Sonst sind mindestens 3,5 Jahre nötig.
- (107) F: Wir sprachen über Unternehmen am Markt, die vergleichbare und damit austauschbare Schiffe unterhalten. Gegenwärtig haben wir oft die Konstellation, dass wir LDL haben, die den Vorlauf übernehmen und Errichter, die ab Basishafen dann agieren. Hiervon ausgehend, ist für Sie eine zentrale Steuerung sämtlicher Transport- und Errichtungsressourcen oder eine Trennung zwischen Hinterland und Offshore sinnvoller?
- (108) A: Ich halte das für gut. Wir haben in den Projekten immer einen Basishafen, in dem auch noch vorbereitende Arbeiten erledigt werden. Damit haben wir immer noch diesen Puffer. In der Fertigung ist diese Pufferkapazität immer begrenzt. Im aktuellen Projekt haben wir Fertigungsstätten in Spanien und Frankreich sowie einen Basishafen in den Niederlanden. Die Puffermöglichkeiten im Basishafen ermöglichen Unzulänglichkeiten des Transports von der Fertigung zum Basishafen abzufedern. Bei einer direkten Just-In-Time hätte man eine zweite direkt vorlaufende Wetterbetrachtung, die anders sein kann als in der Installation. Sprich, in der Nordsee in der Ziellokation können ideale Bedingungen herrschen, aber dass der Weg von Spanien, bedingt durch schlechtes Wetter, nicht möglich ist. Das führt direkt zum Stillstand der Installation. Ich sehe die Lösung der Trennung, mit einem etablierten Basishafen als sehr gut an.

- (109) F: Das bedeutet aber doch, dass die Transportprozesse ganzheitlich betrachtet werden müssen und nicht nur zum bzw. ab dem Basishafen?
- (110) A: Ja, man muss es ganzheitlich gestalten. Wir haben es dadurch gemacht, dass wir uns ganz bewusst für einen Puffer im Basishafen entschieden haben. Sprich, das Risiko des Transports haben wir minimiert. Dabei sind die Kosten der Lagerung, ob nun beim Hersteller oder im Basishafen, nahezu identisch.
- (111) F: Kommen wir zum dritten Szenario. Es geht hierbei um Informationspolitik und im Detail darum, was passiert, wenn Informationen zurückgehalten werden. Das ist für Sie sicher auch aus der Vergangenheit als Errichter ein wichtiges Thema.
- (112) A: Da möchte ich Ihnen gerne ein Zitat von einem Auftragnehmer nennen, was er auch gar nicht so lustig fand: „Ich habe das Gefühl, dass Sie besser informiert sind als ich selber.“ Das ist natürlich als Kunde genau das, was ich haben will. Früher auf Seiten des Auftragnehmers und auch jetzt als Kunde sind Informationen, die vorhanden sind, die ich aber nicht habe, ein riesiges Problem.
- (113) F: Inwieweit ist es daher sinnvoll, den Status der einzelnen Fortschritte automatisch zu ermitteln? Bzw. ist es in der OWE überhaupt möglich, das aus ihrer Sicht zu automatisieren in einem hohen Detailgrad?
- (114) A: Das, was wir direkt vor der Installation haben, sind Großkomponenten. Da ist es sicher nett, ist aber nur begrenzt sinnvoll. Viel wichtiger wäre es früher, sprich, der gesamte Zulaufprozess für die Anlage ist ein ganz entscheidender Punkt. Da läuft viel mehr. Nehmen wir mal ein Monopile, da sind es Stahlplatten, die gebogen und verschweißt werden. Ein Transitionpiece ist da gleich viel umfangreicher. Dort haben wir elektrische Systeme, sprich, es wird schon komplizierter. Wenn wir uns aber die Anlage anschauen, da haben wir ein hochkomplexes Maschinengebilde mit Steuerungselementen etc. Dort würde ich es für sinnvoll erachten. Das bedarf dann aber einer höheren Standardisierung und die haben wir aktuell nicht. Im aktuellen Projekt haben wir 66 GE-Anlagen und das sind 66 Einzelanlagen und damit noch nicht wirklich bei einer Serie. Das sieht bei anderen Herstellern, die einen höheren Durchsatz haben, vielleicht auch schon anders aus
- (115) F: Wie gehen Sie mit Verzug eines Partners im Netzwerk um? Gibt es direkt Strafzahlungen oder wird partnerschaftlich agiert und versucht, das Problem gemeinschaftlich zu beheben?
- (116) A: Auf der Grundlage der vertraglichen Situation steht die Problemlösung im Vordergrund, doch das ist i.d.R. nie umsonst. Da das sehr, sehr komplex ist, gibt es zig Varianten damit umzugehen. Als Kunde wird das Risiko bewertet, auch gegenüber den Banken. Das

Risiko hat aber auch jeder der Auftragnehmer. Und wenn es nun ein Netzwerk ist, dann ist es ein sehr weitgefächertes Risikoportfolio. Andere Möglichkeit ist, dass man sich das Gesamtrisiko anschaut und das gemeinsam behandelt. Das verfolgen wir und hierfür ist der Dialog mit den Hauptkomponentenherstellern zu suchen. Ziel ist, dass nicht jeder ein großes Risikoportfolio für sich ermittelt, sondern alle machen das gemeinsam. Das ist dann aber ein anderes Thema. Dennoch, wenn die Zeitpunkte der Lieferung nicht eingehalten werden, sind Strafzahlungen fällig. Dies ist auch nötig für den Umgang mit der Bank um eine Absicherung zu schaffen.

- (117) F: Am Markt gibt es unterschiedliche Systeme, die Aufgaben verwalten und verteilen, z.B. Ticktsysteme. Ist das für Sie eine gute Möglichkeit, der Pflicht nach Kommunikation Nachdruck zu verleihen oder ist das nur zusätzlicher Aufwand ohne einen wirklichen Mehrwert?
- (118) A: Unsere Erfahrung ist, dass wenn ein Projekt sehr, sehr gut läuft, brauchen Sie nur einen überschaubaren Aufwand um die Berichterstattung zu machen. Wenn es aber zu einer Schieflage kommt, muss die Überwachung sofort erhöht werden. Beispielsweise wenn Komponenten fehlerhaft sind. Wir nutzen dort eine Punch-Liste, in die Fehler eingetragen werden und die bis zur Beseitigung und der beiderseitigen Abnahme nachverfolgt werden. Damit kann ich mir zu jeder Komponente den Status anzeigen lassen. Das ist ein Online-Tool um von Excel-Listen der Vergangenheit wegzukommen, die dann immer hin und her geschickt werden müssen.
- (119) F: Wir kommen nun zu den abschließenden Fragen. Zur ersten Frage würde ich versuchen, aus Ihren vorherigen Aussagen dieses zusammenzufassen und Sie können das gleich kommentieren: Sie haben gesagt, um Ressourcen gemeinschaftlichen nutzen zu können, bedarf es einer Standardisierung der Prozesse und vor allem der Ladungsträger. Habe ich Sie da richtig verstanden?
- (120) A: Ja, oder Sie müssen sich darauf vorbereiten, dass sie eine hohe Flexibilität haben. Als Beispiel, wir sehen das in unserem Basishafen, in dem mehrere Projekte parallel laufen. Dort sind SPMTs etc. und dort muss man sich auf ein Minimum an Standardisierung einstellen. Ansonsten haben Sie ein Menge ungenutzter Ressourcen im Hafen stehen.
- (121) F: Stellt sich ja grundsätzlich die Frage, inwieweit wir als Mensch vorausschauen können. Bei der Betrachtung mehrerer Windparkprojekte und deren Ressourcenallokation wird der Rahmen des Ganzen deutlich größer und komplexer. Ist aus Ihrer Sicht eine Automatisierung dieser Ressourcenallokation und damit die Schaffung einer Entscheidungsvorlage für die Entscheidung der Prozessabfolge realisierbar, oder ist eine Optimierung durch die Komplexität jedes einzelnen Prozesses nicht möglich?

- (122) A: Das ist nicht ganz einfach zu beantworten. Ich nenne ein Beispiel: Auf dem Schiff befinden sich vier Anlagen und bei der Installation der dritten wird das Wetter schlechter. Die Entscheidung, zurück zum Hafen zu fahren ist extrem komplex, da nicht klar ist wie die Situation nach der Fahrt im Basishafen aussieht. Besteht vielleicht schlechtes Wetter. Folglich gibt es so viele verschiedene Möglichkeiten. Wir hatten gerade die Diskussion um die Automatisierung und sind aktuell bei dem Stand, ein Flussdiagramm zu nehmen und die unterschiedlichen Möglichkeiten zu betrachten. Denn ob die Entscheidung bei der Installation richtig war oder nicht ist immer wetterabhängig. Rückblickend ist das kein Problem, aber Prognosen in die Zukunft basieren auf historischen Daten und wenn wir eine Arbeitsfähigkeit in gewissen Monaten von unter 50 % haben, dann gibt es nur eine begrenzte Möglichkeit der Allokation. Natürlich ist es notwendig, sich über solche Entscheidungsschritte im Vorwege Gedanken zu machen, aber gerade da viele Parteien beteiligt sind, ist es sinnvoll, sich frühzeitig gemeinsam zu überlegen, welche möglichen Entscheidungen müssen getroffen werden. Ziel muss es sein, kostenrelevante Entscheidungen und die Streitigkeiten vom IV fern zu halten. Denn die Frage, wer es bezahlen soll, sollte immer Onshore entschieden werden. Das ist aber eine Frage der Vertragsgestaltung.
- (123) F: Das fließt schon in die nächste Frage ein. Welche Anforderungen stellen sich an eine akteursübergreifende Planung. Ist das damit beantwortet?
- (124) A: Ja. Das ist beispielsweise in Teilen zu sehen bei einem Single-Contracting. Dort hat der Auftragnehmer die Freiheiten, übergreifende Planung zu machen und damit eine Verbesserung für sich zu erzielen. Wenn wir als Kunde in einem Multi-Contracting das machen würden, müssten wir uns überlegen, wie wir das steuern würden. Sprich, sinnvoll ist eine gemeinschaftliche Planung auf jeden Fall.
- (125) F: Was sind die Stellschrauben aus Sicht der Logistik, um eine gemeinschaftliche und partnerschaftliche Errichtung zu realisieren?
- (126) A: Um es ganz einfach zu sagen: Sorgen Sie dafür, dass es keinen Claim gibt. Wenn es einen Claim gibt, verliert jeder. Das bedeutet, im Dialog sehr, sehr früh eine offene Planung auf den Tisch zu legen, gutes Risikoregister, welches Abschätzung ermöglicht, und dann Redundanzen aufbauen um dann sagen zu können, das und das und das muss ich machen. Wir haben gerade die Situation, dass auf dem Schiff zwei Partner tätig sind. Einer ist verantwortlich für Schiff und Wetter und der andere für die Installation. Es dauert zwar eine Zeit, aber irgendwann versteht jeder, dass nur beide gewinnen oder beide verlieren können. Sollte man sich gegenseitig Claims zuschieben, wird das letzten Endes

dazu führen, dass einer, wenn nicht sogar beide, weniger verdient. Das Bedarf aber Planung und dabei nicht nur der optimale Weg, sondern auch eine Betrachtung des Risikos, sprich, Risikomanagement und eine Redundanzplanung ist eine absolute Notwendigkeit. Sprich, Aufwand in die Planung liefert Nutzen für alle Partner.

(127) F: Die nächste Frage bitte ich Sie sowohl aus Ihrer Erfahrung als Errichter, als auch in der jetzigen Rolle als Kunde zu beantworten. Was ist die jeweilige Rolle innerhalb eines partnerschaftlichen Netzwerks? Stellt der Errichter die zentrale Rolle dar, welcher die Zeit vorgibt, wie es noch bei GlobalTech1 der Fall war, oder ist es der Kunde, welcher den Takt vorgeben muss oder vielleicht auch die Produktion?

(128) A: Die teuersten Ressourcen, die eingesetzt werden, sind die IVs. Folglich müssen diese vernünftig ausgelastet sein und alle anderen müssen sich ein Stückweit angleichen. Das muss aber auf einer sehr frühzeitigen und verlässlichen Basis geschehen und dann kann die weitere Planung erfolgen. Dazu gehört auch ein entsprechendes Finanzmodell sowie die Produktionsplanung. Letzteres arbeitet ja nun auch nicht immer nur für ein Projekt wodurch sich auch eine Flexibilität ergibt. Soweit sind wir aber halt noch nicht. Es werden ja auch noch keine Maschinen auf Halde produziert. Denn bislang sind es immer Unikate. Das wäre eine schöne Welt, wenn es wie in der Automobilbranche wäre. Damit wird auch deutlich, dass die unterschiedlichen Akteure durch ihre Herkunft unterschiedlich planen.