

Publiziert in: Alt et al. (Hrsg.), Tagungsband 15. Interuniversitäres Doktorandenseminar Wirtschaftsinformatik der Universitäten Chemnitz, Dresden, Freiberg, Halle-Wittenberg, Jena und Leipzig, Leipzig, 2011, S. 22-33.

## RealTime and Anytime Supply Chain Planning

Dirk Schmalzried

OR Soft Jänicke GmbH, Geusaer Straße FH Geb. 104, 06217 Merseburg

Universität Leipzig, Grimmaische Straße 12, 04109 Leipzig

[dirk@schmalzried.com](mailto:dirk@schmalzried.com)

**Abstract:** Bisher sind die Planungsebenen des Supply Chain Management (SCM) konzeptionell, personell und softwaretechnologisch getrennt und oft hierarchisch organisiert. Geschäftsprozesse definieren die Übergänge von und Rückkopplung zwischen Ebenen grober, strategisch/ taktischer Planung und Ebenen feiner, operationaler Planung. Diese Trennung führt zu konzeptionellen, prozessualen und temporalen sowie zu systemtechnischen Defiziten im Supply Chain Planning (SCP).

Kerngedanken des neuen Konzepts sind, alle heute üblichen Planungsebenen vollständig auf das operative Modell zu gründen die neuen Softwaresysteme vollständig im RAM zu verankern sowie mit neuen Nutzeroberflächen auszustatten, die den Aspekt der virtuellen Aggregation und Disaggregation der Daten zur Laufzeit befördern.

Durch die Ergebnisse der Arbeit wird das den Stand der Technik darstellende Paradigma der sequenziellen, hierarchischen Planung verändert zu einem Konzept einer jederzeit ausführbaren (Anytime) Planung, welche Planungsergebnisse innerhalb sehr kurzer Antwortzeiten (Real-Time) liefert. Durch die schnellen Antworten können zudem ganz neue interaktive, simulationsbasierte Planungsprozesse anstelle bisheriger batch-orientierter Prozesse eingeführt werden. Es werden Vorteile gegenüber dem alten Konzept und die praktische Machbarkeit anhand von Softwarefallstudien bewertet.

### 1 Einleitung, Motivation und Ziele

Veränderte produktionslogistische Randbedingungen und neue Ziele im SCM erfordern ein Redesign von Supply Chain Planning Systemen. Insbesondere sich schnell wandelnde Bedingungen und Einflußfaktoren wie volatile Rohstoff-, Transport- und sonstige Kosten oder auch Wechselkurse erfordern eine genauere und schnellere Planung.

Neue Produktionstechnologien (wie 3F Factories in Modulbauweise), aber auch die zunehmende Komplexität, Fragilität und Dynamik der Supply Chain Prozesse selbst verstärken den Wunsch nach schnelleren Planungsergebnissen und bewirken zusätzlich den Wunsch nach weitreichender Simulationsfähigkeit in der Supply Chain Planung.

Außerdem sollen durch verschiedene aktuelle Trends, wie serviceorientierte Strukturen, verteilte Planung und Nutzung mobiler Geräte klassisch organisierte Geschäftsprozesse bereits in bestehenden Systemen verbessert werden, ohne Planungskonzepte zu ändern.

Erweiterte technische Möglichkeiten bezüglich Hardware, Datenbanken und Architekturen ermöglichen heute ganz neue SCM-Systeme. Zum Zeitpunkt der Konzeption heutiger SCM-Systeme Mitte der 1990er Jahre musste im Design Rücksicht auf die zum Betrieb der Systeme verfügbare Hardware genommen werden. Die dadurch heute in den Systemen anzutreffende Sequenzialität, die ungenaueren Grobplanungsmodelle, die Modellbrüche an den Modellgrenzen und die daraus entstehenden Defizite waren nicht

nur prozess-, sondern vor allem auch technisch bedingt. Sie können heute aufgrund besserer technischer Möglichkeiten behoben werden. Seit der Designzeit der SCM-Systeme hat sich die verfügbare Rechenleistung mehr als vertausendfacht. Zudem bieten aktuelle Hardwaresysteme die Nutzung von Mehrkern-CPU's (z.B. 16 Kerne auf handelsüblichen PCs) und die Nutzung von GPU's (z.B. hunderte Kerne auf handelsüblichen Grafikkarten). Damit werden parallele Algorithmen preiswert umsetzbar. Die Datenübertragungsrate für externe Festplatten hat sich seit der Designzeit der SCM-Systeme mehr als ver Hundertfacht. Die Nutzung von Flash-Speicher statt konventioneller Festplatten beschleunigt die Datenübertragung um den Faktor 10.000 gegenüber den Werten zur Designzeit der SCM-Systeme.

Es wird die These vertreten, dass heute im SCM verankerte Paradigmen zu Defiziten in Bezug auf Zuverlässigkeit, Aktualität, Machbarkeit und Genauigkeit führen, die wiederum negativ auf die Zielerfüllung des Supply Chain Managements wirken. Die Defizite werden durch umfassende Literaturrecherche belegt und in Anlehnung an die Systematik des Geschäftsprozessmanagements in konzeptuelle Defizite, prozessuale und temporale Defizite und systemtechnische Defizite gegliedert.

Ziel der Arbeit ist, ein neues Planungskonzept und technische Realisierung für künftige SCP-Systeme vorzuschlagen. Dieses Konzept verändert vor allem die strategische und die Produktionsgrobplanung und soll sich dadurch auszeichnen, dass es sowohl jederzeit ausgeführt werden kann und dabei zuverlässige Ergebnisse liefert („Anytime“) als auch dadurch, dass die Planung mit sehr kurzen Antwortzeiten auskommt, welche Simulationen und Variantenvergleiche ermöglichen („Real-Time“). Als Titel der Arbeit wird deshalb „Real Time and Anytime Supply Chain Planning“ vorgeschlagen, selbst wenn „Real-Time“ zumeist mit „garantierten“ statt nur mit „kurzen“ Antwortzeiten assoziiert wird [Kopetz 2011].

Das Real-Time Supply Chain Planning (RT-SCP) soll Unternehmen helfen, zu einem Real-Time-Enterprise (RTE) zu transformieren [Alt et al 2004]. Ein RTE ist definiert als Unternehmen, das Verzögerungen im Management und Ablauf seiner kritischen Geschäftsprozesse abbaut, um seine Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. [Gartner 2002]

Das neue Planungskonzept wird durch Analyse aktueller Quellen aus den Defiziten bestehender Konzepte abgeleitet und softwaretechnisch in Demonstratoren realisiert.

## **2 Grundlagen des SCM und Einordnung der Arbeit**

Der Gegenstand des Supply Chain Managements ist die Gestaltung (strategischer Aspekt), Planung und Koordination (taktischer und operativer Aspekt) sowie Steuerung (operativer Aspekt) von Netzwerken, in denen eine Wertschöpfung durch Produktion, Handel oder Dienstleistung stattfindet. Es umfasst Material-, Informations- und Geldflüsse. Das Ziel des SCM ist das nachhaltige, wirtschaftlich erfolgreiche Agieren der beteiligten Akteure am Markt und kann gegliedert werden in die Zielklassen Bedarfsbefriedigung, Zeit, Qualität, Flexibilität und Margen. Aus der Analyse verschiedener Quellen (etwa 12 Quellen, darunter [Zelewski 2008], [Klaus 2008], [Kurbel 2005]) wurde im Rahmen der wiss. Arbeit eine um Modetrends bereinigte Zieldefinition abgeleitet, an der sich der Erfolg des neuen Planungskonzeptes messen lassen soll:

Ziel des SCM ist die Konzeption, Planung und Steuerung der Logistikkette derart, dass

- durch Kunden verursachte Nachfragen (Bedarfe) an Produkten und verbundenen Leistungen oder Informationen unmittelbar oder mittelbar innerhalb der Grundsätze ethischen kaufmännischen Handelns befriedigt werden,
- zeitlich relevante Bedingungen eingehalten werden, Prozesse in ihrem zeitlichen Ablauf entweder einen Wettbewerbsvorteil darstellen oder bezüglich der Marge wirksam werden,
- Qualitätsanforderungen bezüglich der Produkteigenschaften, der zu erbringenden Dienstleistungen (Service) und der prozessbezogenen Informationen bestmöglich innerhalb der gesetzten Rahmenbedingungen erfüllt werden,
- auf sich wandelnde Bedarfssituationen, sich wandelnde Verfügbarkeiten von Produktionsmitteln und sich wandelnde äußere Rahmenbedingungen unter Zugrundelegung des jeweils besten und aktuellsten Wissens über die Zukunft und der zugehörigen Risiko-/Kostenabwägung mit einer hohen Flexibilität reagiert werden kann, so dass sich im eintretenden Fall einer Veränderung die Wettbewerbsposition des Unternehmens nicht verschlechtert und die Margenziele nicht verfehlt werden,
- eine definierte angestrebte Marge unter gewöhnlichen Umständen nicht unterschritten, die Gesamtmenge unter Abwägung aller weiteren Ziele und Bedingungen maximiert wird und gleichzeitig langfristige Kapitalwertvorgaben erreicht werden.

Innerhalb der fünf funktionalen (horizontalen) Phasen des SCM, nämlich Beschaffung (Supply, Source), Produktion (Production, Make), Distribution (Transportlogistik), Absatz (Demand, Vertrieb, Sales) und Return (Recycle, Rückführung oder Entsorgung) konzentriert sich die Forschung im Rahmen dieser Arbeit auf die Prozesse innerhalb der Produktion, jedoch unter Einbeziehung aller Phasen außer „Return“.

Neben der funktionalen (horizontalen) Gliederung, kann das SCM auch vertikal in drei Ebenen strukturiert werden, die Supply Chain Configuration, Supply Chain Planning und Supply Chain Execution. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Prozesse des Supply Chain Planning mit Berührungspunkten zum Supply Chain Design betrachtet.

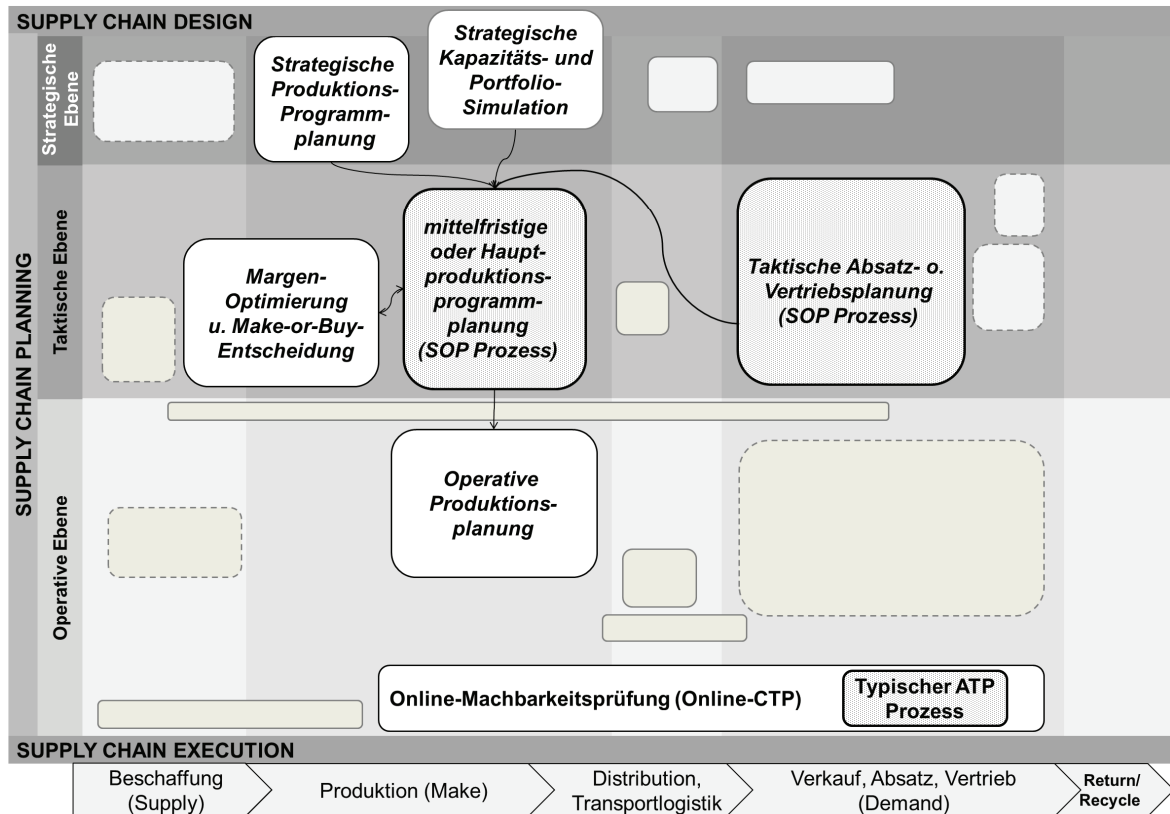


Abbildung 1: Im Rahmen der Arbeit betrachtete SCP Prozesse

Bezogen auf die Supply Chain Planung aus der zuvor genannten Gliederung unterscheidet man wiederum die Strategische Planung, die Taktische Planung (Grobplanung) und die Operative Planung (Feinplanung).

In der Arbeit sollen die planerischen Prozesse der Sales and Operations Planning (SOP) derart erweitert werden, dass der Prozess der „Strategischen Kapazitäts- und Portfoliosimulation“, der „Strategischen Produktionsprogrammplanung“, der „Margenoptimierung“ und der Prozess der „Operativen Produktionsplanung“ in einem gemeinsamen Prozess mit den klassischen SOP-Prozessen zusammengefasst werden und daraus zusätzliche Nutzenspotenziale erwachsen. Als zweiter in einem Demonstrator zu realisierender Prozess wird die Erweiterung der klassischen ATP-Prüfung auf eine „Online-Capable-To-Promise-Prüfung“ (CTP, PTP) basierend auf einem RT-SCM betrachtet.

### 3 Defizite bestehender SCM-Konzepte und -Systeme

Für die Beschreibung eines Real Time Supply Chain Planning Systems wird die Strukturierung des Business Engineerings in Strategische Ebene mit der zugehörigen Geschäftsarchitektur, Prozessebene mit der zugehörigen Prozessarchitektur und Systemebene mit der zugehörigen Applikationsarchitektur genutzt [Österle/Blessing 2005]. Für bestehende Supply Chain Planning Konzepte und Systeme werden in der Literatur entlang dieser Gliederung konzeptionelle-strategische, prozessuale-temporale und systemtechnische Defizite benannt, welche negativ auf die Erfüllung der Ziele des Supply Chain Managements wirken. Aus deren Analyse ergeben sich folgende Erkenntnisse:

**Konzeptionelle Defizite** sind u.a. hierarchische Planung mit mangelnder Kopplung, semantisch zu grobe Modelle, die fehlende Präsenz strategischer Ziele in der Planung, unterschiedliche Messmethoden und Kennzahlen in der Planung per definitionem, mangelnde Berücksichtigung verteilter Interessen und das Fehlen einer aspektübergreifenden Planung.

**Temporale und prozessuale Defizite** sind u.a. der isolierte Modulcharakter der Planungsprozesse, mangelnde Aktualität wegen fehlender Rückkopplung oder andersherum sehr häufig auftretende Rückkopplung mit hoher Latenz, mangelnde Aktualität wegen organisatorisch fest definierter Planungszyklen und die verzögerte Pflege relevanter Informationen (Aspekt „Anytime“ – siehe Abb. 2), mangelnde Aktualität und Genauigkeit wegen grober Zeitraster, die lange Planungsdauer und die fehlende Simulationsfähigkeit in Prozessen (Aspekt „Realtime“ – siehe Abb. 2).

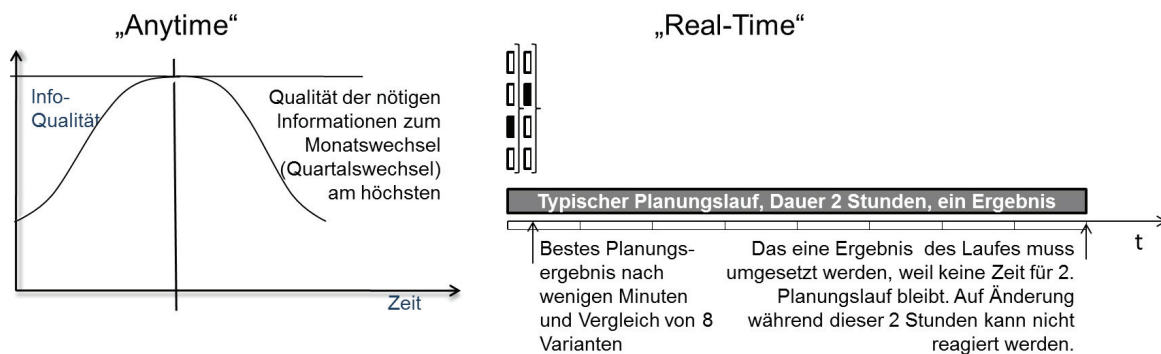


Abbildung 2: Illustration der Aspekte „Anytime“ und „Real-Time“

**Informationstechnische Defizite** sind u.a. die redundante Datenhaltung in den Systemen, die mangelnde Berücksichtigung überbetrieblicher Aspekte, fehlende simultane Kapazitäts- und Materialplanung, mangelnde Transparenz, schlechte Handhabbarkeit, geringe Performanz und lange Durchlaufzeiten aufgrund grober Modelle.

Die Defizite wirken in unterschiedlicher Weise auf alle in Kapitel 2 aufgeführte Zielklassen des SCM. Zelewski führt mit Blick auf die auch im Kontext von Produktionsplanungssystemen (PPS) auftretenden Defizite aus: [Zelewski 2008] S. 489 „*Folglich bleibt eine große „Spielwiese“ bestehen, auf der weitere moderne PPS-Konzepte darum ringen können, die Unzulänglichkeiten des hierarchisch-sequenziellen PPS-Konzepts auf jeweils neue, überlegene Weise zu überwinden.*“

## 4 Real Time Supply Chain Planning Systeme

### 4.1 Lösungsansatz und Methodik

Ausgehend von den analysierten Defiziten bestehender Konzepte und Systeme können wesentliche Merkmale und Eigenschaften von neu zu entwerfenden RT-SCP-Systemen definiert werden. Deren Nützlichkeit wiederum muss daran gemessen werden, inwieweit sie die zuvor analysierten Ziele des SCM befördern. Darüber hinaus werden die Merkmale von RT-SCP-Systemen daraufhin geprüft, ob sie mit allgemeinen Eigenschaften von betrieblichen Real Time Systemen übereinstimmen.

Die Merkmale selbst werden abgeleitet von den aus der Literaturanalyse gewonnen Erkenntnissen zu den Defiziten aktueller Konzepte und Systeme. Die Gliederung der

Merkmale erfolgt wieder anhand des Business Process Reengineering. Es wird deutlich, dass gerade im Bereich der temporalen Merkmale basierend auf den neuen zeitlichen Möglichkeiten ganz neue und bessere Planungsprozesse entworfen werden können.

Bei der Realisierung der RT-SCP-Systeme bieten sich über das reine Systemdesign hinaus eine Veränderung bestehender Planungsprozesse (Prozessebene) und eine Definition von Services an (Service-Architektur). Die neuen Systeme wirken zusätzlich auf die Strategie- und Konzeptebene des sie einsetzenden Unternehmens.

Aus dem Design und der Realisierung der Systeme entlang dieser Merkmale erwachsen wiederum Herausforderungen, z.B. aus der einhergehenden wachsenden Datenfülle. Diesen Herausforderungen ist geeignet zu begegnen, damit die neu entworfenen RT-SCP-Systeme auch basierend auf den heute verfügbaren Technologien praktikabel sind.

## 4.2 Merkmale von RT-SCP-Systemen

### 4.2.1 Konzeptionelle Merkmale

Die logistische Planung soll intern auf einem einheitlichen Modell, dem Feinplanungsmodell, beruhen. So werden die bisher bestehenden Brüche zwischen Planungsebenen vermieden und in der Folge immer umsetzbare Ergebnisse garantiert. Damit lassen sich nicht nur Hierarchieebenen wie der Grob- und Feinplanung nahtlos verzahnen, sondern auch nebeneinanderstehende Geschäftsbereiche wie Personal-, Qualitätskontroll-, Instandhaltungs- und Produktionsplanung ganzheitlich betrachten. Das Feinplanungsmodell ist das genaueste Modell und bezüglich der Abbildung von Grobplanungsmerkmalen und Grobplanungsprozessen suffizient. Damit sind alle Planungsergebnisse jederzeit aktuell und ermöglichen so eine jederzeit ausführbare Planung, denn in das Feinplanungsmodell fließen alle relevanten Änderungen mit kürzester Latenz ein.

Die logistische Planung soll in allen Ebenen und Geschäftsbereichen anhand gleichartig definierter Kennzahlen und gleichartiger Methoden gemessen und bewertet werden. Dies gestattet eine prospektive Bewertung der aus der Planung resultierenden Prozesse und eine Einflussnahme im Vorhinein (prospektiv) anstelle einer nachträglichen Bewertung einer eingetretenen Situation (retrospektiv).

Die strategischen Ziele des Unternehmens sollen in allen Planungsebenen und Planungsprozessen transparent sein und Planungsaktionen sollen sich an der Erfüllung der strategischen Ziele messen und prüfen lassen. Entstehen Zielkonflikte aus widerstreitenden Vorgaben, dann sollen Planungssysteme Lösungsangebote ausgehend von strategischen Unternehmenszielen unterbreiten.

Konventionelle SC-Planung	RT-SC-Planung
Getrennte Modelle für Grob- und Feinplanung mit Brüchen	Ein gemeinsames Modell für alle Planungsebenen und Aggregation zur Laufzeit
Keine ganzheitliche Betrachtung von nebeneinanderstehenden Geschäftsbereichen	Aspektübergreifende, ganzheitliche Planung im Konzept verankert
Strategische Ziele nicht in allen Prozessen auf allen Ebenen präsent, verschiedene Kennzahlensysteme möglich	Strategische Ziele auf allen Planungsebenen präsent und ein gemeinsames Kennzahlensystem im Konzept verankert

*Tabelle 1: Konzeptionelle Merkmale im Vergleich*

#### 4.2.2 Prozessuale und temporale Merkmale

In Übereinstimmung mit der Gründung auf ein einheitliches, detailreiches Modell müssen RT-SCP-Systeme zur Laufzeit semantische Aggregationen aus den Objekthierarchien und zeitliche Aggregationen aus der Betrachtung unterschiedlicher Zeiträume wie Woche, Monat, Quartal basierend auf den gleichen Detaildaten unterstützen. Neben der Aggregation muss natürlich auch die Disaggregation und das Arbeiten auf aggregierten Daten, z.B. durch Verteilungsfunktionen, unterstützt werden.

Zudem sollen die Planungsprozesse inkrementell, also fortlaufend und jederzeit ausführbar sein und basierend auf den jeweils besten verfügbaren Daten bezüglich der Aspekte Genauigkeit und Aktualität operieren.

Typische Planungsprozesse sollen interaktiv anstelle von Batchläufen entworfen werden. Völlig neue, bisher nicht im ERP- oder SCM-Planungskonzept enthaltene Abläufe, sind dann möglich. So kann eine CTP- (capable to promise) und eine PTP- (profitable to promise) Prüfung direkt aus der Kundenauftragserfassung gestartet und der entsprechende Fertigungsauftrag wenn nötig gleich angelegt werden. Außerdem können Planungsvarianten mit Hilfe automatischer Methoden im Dialog erstellt und beurteilt werden, statt auf die Ergebnisse eines Nachlaufes warten zu müssen.

Weiterhin sollen Planungsprozesse auf Simulation basieren. Während in einem klassischen ERP das Konzept „Simulation“ nicht vorgesehen ist, kann ein klassischer, bisher sequenzieller ERP-Prozess neu definiert werden, so dass wesentliche mögliche Entscheidungsalternativen in einem einzigen Schritt statt nacheinander präsentiert werden.

Durch die Betrachtung einer Eigenschaft als Merkmal des Algorithmus statt des Objekts können Planungsprozesse flexibler gehandhabt werden. Während z.B. im SAP APO der Fintheitsgrad an der Ressource eingestellt wird, kann man durch ein wahlweises Einlasten gegen begrenzte Kapazität oder ein Einlasten gegen unbegrenzte Kapazität unterschiedliche Planungsergebnisse erzielen, ohne die Eigenschaften (Stammdaten) der Ressourcen ändern zu müssen.

Konventionelle SC-Planung	RT-SC-Planung
Prozesse basieren auf vorberechneten Daten wie z.B. Zeitreihen	Gleiche Daten können zur Laufzeit aggregiert und disaggregiert und in verschiedenen Prozessen genutzt werden
Etliche Planungsprozesse (z.B. SOP) können nur zu bestimmten Zeitpunkten ausgeführt werden, weil nur dann die Datenqualität ausreichend ist	Planungsprozesse sollen jederzeit auf der jeweils aktuellen Datenlage ausführbar sein (Anytime)
Typische Planungsabläufe sind als Batch-Läufe konzipiert	... sind interaktiv und mit kurzen Antwortzeiten konzipiert (Realtime)
Simulative Prozesse basieren auf Kopien für Simulationsvarianten	Simulative Objekte und bestätigte Objekte werden gemeinsam geplant

*Tabelle 2: Temporale und prozessuale Merkmale im Vergleich*

#### 4.2.3 Systemtechnische Merkmale

Wichtigstes systemtechnisches Merkmal der neuen RT-SCP-Systeme ist die Gründung aller Modelle im RAM und der Verzicht jeglicher plattenbasierter Speicherung zur Laufzeit für eine deutlich bessere Performance.

Durch die Ausnutzung moderner Prozessorstrukturen mit vielen parallelen Kernen können Algorithmen beschleunigt werden.

Ein weiteres Merkmal ist die Nutzung einer serviceorientierten Architektur, welche Hardwaretrends wie Cloud Computing unterstützt und zudem die zunehmende Mobilität von Planungsprozessen unterstützt. Mit einer effizienten Datenorganisation muss insbesondere den umfangreichen Datenvolumina begegnet werden und durch geeignete Hilfsstrukturen für kurze Antwortzeiten gesorgt werden.

Nutzerfreundliche, prozessorientierte und schnell erlernbare Oberflächen (UIs) sollen bestehende transaktional orientierte Oberflächen ablösen.

Konventionelle SCM-Systeme	RT-SCP-Systeme
Daten werden sowohl im Hauptspeicher als auch auf Platte gehalten	Alle zur Laufzeit nötigen Daten komplett im RAM gegründet
Zumeist nicht für Multiprozessorsysteme optimiert	Auch Prozesse und Algorithmen für Multiprozessorsysteme ausgelegt
zögerlich in der Anwendung von Service-orientierten Architekturen	SOA-gegründet
Maskenorientierte, transaktionale, objektweise Bedienung	leicht bedien- und erlernbare UIs, z.B. suchmaschinenartige Bedienung

*Tabelle 3: Systemtechnische Merkmale im Vergleich*

### 4.3 In der Realisierung zu meisternde Herausforderungen

Das vorgeschlagene Design von RT-SCP-Systemen führt bei der praktischen Umsetzung zu Herausforderungen. Begründet sind diese vor allem in der zu verarbeitenden Datenfülle (Speicherbedarf), in den Anforderungen an die Antwortzeiten (Performanz) und in der neu zu definierenden Interaktivität und daraus resultierend der geforderten Nutzerakzeptanz. Man kann sie strukturieren in Herausforderungen:

- bezüglich der Datengewinnung und Interaktion mit Quellsystemen
- bezüglich Datenorganisation, Informationsfülle und der Aggregationshierarchien
- bezüglich der Darstellung und Präsentation verdichteter Daten
- und der Real-Time-Interaktion auf verdichteter Information.

Damit die analysierten Eigenschaften in praktikablen und erfolgreichen Systemen umgesetzt werden können, muss den entstehenden Herausforderungen begegnet werden. Verschiedene Ideen und Konzepte wie semantisches Zooming, suchmaschinenartige Bedienkonzepte für ERP- und SCM-Systeme und weitere neuartige Nutzeroberflächen sollen dies unterstützen und bezüglich Machbarkeit und Nützlichkeit bewertet werden.

Auf der technischen Ebene werden auch Hauptspeicherbasierte spaltenorientierte Datenbanken betrachtet, welche Vor- und Nachteile bieten. Die Nachteile liegen vor allem bei den Schreiboperationen, die ein Sperrkonzept erfordern, welches gerade bei Spaltenorientierung u.U. weitreichende Konsequenzen hat.

## 5 Demonstratoren und praktische Fallstudien

### 5.1 Nachweisidee und Erfolgskriterien

Mit Software-Demonstratoren soll gezeigt werden, dass RT-SCP-Systeme mit den zuvor vorgeschlagenen Eigenschaften technisch möglich sind, dass sie zu Verbesserungen



gegenüber dem Stand der Technik beitragen und wie sich diese Verbesserungen in Bezug auf die Ziele des SCM messen lassen. Die Bewertung soll erfolgen nach den drei Kriterien „Betriebswirtschaftliche Rentabilität“ und „Empfundene Nützlichkeit“, insbesondere mit Blick auf die Ziele des SCM, sowie „Technische Machbarkeit“.

Der erste Prototyp „Erweiterte SOP-Planung“ vereint Prozesse, die heute noch auf den Ebenen der strategischen Planung, der taktischen Planung und der operativen Planung verteilt liegen. Aus der Zusammenführung ergeben sich nützliche Synergien. Der zweite Prototyp „Online-CTP“ zeigt exemplarisch, welcher Nutzen sich dadurch erzielen lässt, dass typischerweise an anderer Stelle verortete Prozesse in eine Online-CTP- und PTP-Prüfung übertragen werden. An der Softwareentwicklung der Demonstratoren waren verschiedene Mitarbeiter von OR Soft beteiligt.

## **5.2 Erweiterte SOP-Planung**

Derzeit ist die SOP-Planung ein Prozess der taktischen Grobplanung für einen mittelfristigen Horizont, der in Zyklen (einmal im Monat, einmal im Quartal) abläuft, zu denen aktualisierte Daten bereitgestellt werden. Er basiert auf einem vergrößerten Modell, z.B. mit Volumen-Zeit-Bedarfen. Im Ergebnis des Prozesses sollen Mengenaussagen und Kapazitätsaussagen getroffen werden. Die Defizite liegen in mangelnder Aktualität, mangelnder Präzision und Zuverlässigkeit, der Nutzung verschiedener Kennzahlen und ungenügender Verrechnung der taktischen Zahlen mit der aktuellen Feinplanung („frozen period“ statt überlappender Planung).

Grundidee des alternativ vorgeschlagenen Planungsprozesses und seiner Realisierung in einem Demonstrator ist, sowohl operative als auch taktische und strategische Maßnahmen anzubieten (siehe auch Abbildung 1). Anstelle eines groben Modells liegt das operative Modell zugrunde, welches nur vergrößert dargestellt wird. Das strategische Modell muss nicht extra aufgebaut werden, sondern kann aus dem zumeist bestehenden operativen Modell generiert werden. Ressourcenerweiterungen können durch Kopieren bestehender Stammdaten simuliert werden. In der prozessualen Betrachtung werden der SOP-Prozesses auf alle Ebenen der Planung ausgedehnt, die Planung als jederzeit möglicher Regelkreis angenommen und semantische und temporale Aggregationen eingeführt (siehe Abbildung 3). Modifikationen an aggregierten Werten werden regelbasiert in die Detailwerte transformiert.

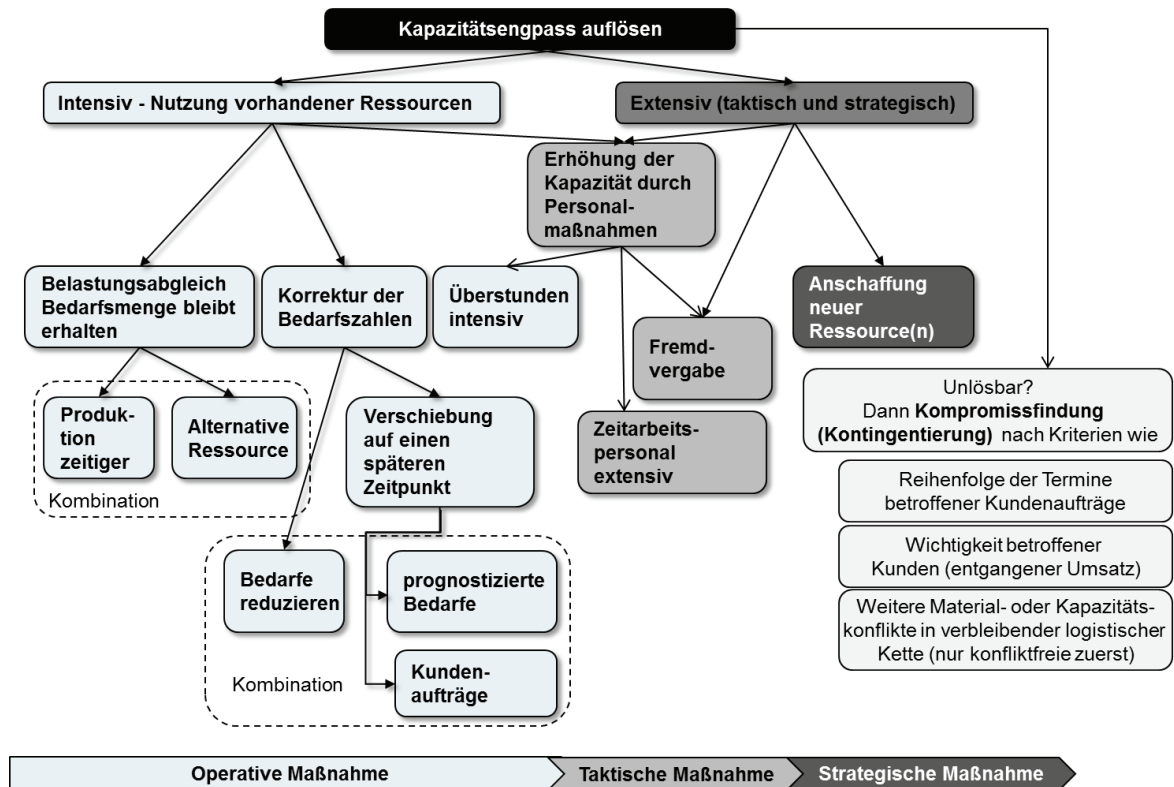


Abbildung 3: Erweiterung des Teilprozesses „Kapazitätsengpass auflösen“ innerhalb des SOP-Prozesses auf operative und strategische Maßnahmen

### 5.3 Online-CTP und PTP-Prüfung

Derzeit sind Auftragsannahme und Machbarkeitsprüfung in bestehenden SCM- und ERP-Systemen getrennte Prozesse. Die Auftragsannahme erfolgt bisher in Hoheit des Verkaufs und unter Einhaltung von durch die Produktionsplanung vorgegebenen Eckterminen (frühesten Zusagen, frozen period). Die Produktionsplanung plant dann die Produktionsaufträge gegen die Bedarfe aus dem Verkauf. Diese getrennten Prozesse haben die folgenden Defizite:

- Kundenwünsche werden ggf. zu unnötig späten (sicheren) Terminen zugesagt mit der Folge, dass Kunden abspringen. „Chefaufträge“ drängeln sich dazwischen.
- Die echten Kosten eines Kundenauftrags lassen sich zum Zeitpunkt der Annahme nicht bewerten. Ein Auftrag, der aufwendige Umrüstungen erfordert, ist u.U. sehr viel teurer und daher unattraktiv gegenüber einem Auftrag, dessen Menge ohnehin im Überschuss der Normansatzmenge eines anderen Kundenauftrags enthalten ist.
- Stellt sich im Zuge der Produktionsplanung heraus, dass ein zugesagter Auftrag doch nicht rechtzeitig realisierbar ist, wird der Kunde verprellt.

Grundidee des alternativ vorgeschlagenen Prozesses ist, die CTP- und auch die PTP-Prüfung bereits im Prozess der Auftragsannahme zu verankern (siehe auch Abb. 4). So sind zuverlässige Aussagen bezüglich der Machbarkeit direkt bei der Kundenauftragsannahme möglich. Zusätzlich können individuelle Preise je nach Termin, Kontext und Umfang des Auftrags gebildet werden, die sich an den realen Kosten orientieren.

Es lassen sich im Bereich der CTP Prüfung (in der Abbildung 4 als dunkelgraues Kästchen „Simulierte Fertigungsaufträge zulässig terminieren“ zu erkennen) zusätzliche Planungsalgorithmen verankern. Diese können z.B. eine Schnittpunkt-Optimierung enthalten,

welche über die Termineinhaltung hinaus auch das Ziel der Reduzierung der Produktionskosten verfolgt. Solche Kosten sind z.B. Werkzeugkosten, Verschnitt (Materialwert) oder Schnittdauer. Im Ergebnis werden die Produktionskosten gesenkt und die Planungssicherheit erhöht. Weil der Prozess komplett in einen bestehenden Auftragsannahmeprozess eingebunden und im Hintergrund abgearbeitet wird, entsteht kein Schulungsaufwand und kaum Aufwand für die technische Infrastruktur.

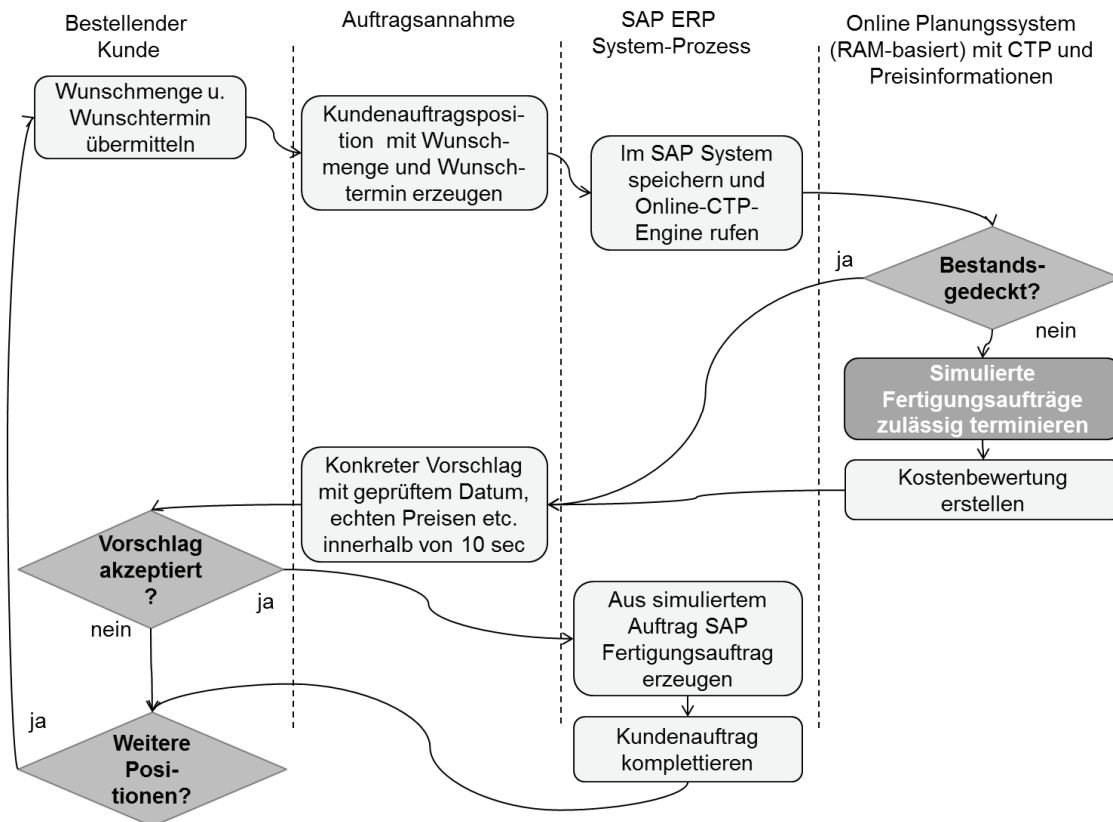


Abbildung 4: Der Online-CTP- und PTP-Prozess in einem RT-SCP-System

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von einer um Buzz-Words bereinigten, universellen Definition der Ziele des Supply Chain Managements wurden die in bestehenden Konzepten und Systemen bestehenden Defizite analysiert, klassifiziert und in Beziehung zu den Zielen gesetzt. Weiter wurden wichtige Merkmale neuer RT-SCM-Systeme herausgearbeitet und Lösungsmöglichkeiten zur Überwindung resultierender Herausforderungen aufgezeigt. Schließlich wurde anhand der Prototypen gezeigt, dass RT-SCP-Systeme die Ziele des SCM befördern, bestehende Defizite beheben und technisch realisierbar sind.

In künftigen Arbeiten könnten darüber hinaus sowohl technische Alternativen untersucht werden, als auch die Merkmale und Prinzipien der RT-SCP auf weitere fachliche und inhaltliche Domänen angewendet werden.

Alternative Architekturalternativen und Lösungsmöglichkeiten könnten z.B. in Form von autonomen, verteilten Systemen oder auch in der Nutzung spaltenorientierter RAM-Datenbanken liegen. Diese wurden nicht näher untersucht. Auch die Ausdehnung des Ortes der Planung hin zum Punkt der Datenerfassung und damit sofortiges Reagieren auf erfasste Daten könnte eine interessante Weiterentwicklung der Arbeit sein.

Fachlich und inhaltlich bietet sich natürlich die Umstellung weiterer Domänen und Geschäftsprozesse auf RT-SCP-Methoden an. Dazu gehören die Ressourcengrobplanung in weiteren Domänen wie der Krankenhausplanung oder die Planung im Projektssystem mit der gleichzeitigen Betrachtung virtueller Prozesse wie Genehmigungsverfahren oder Konstruktionsprozesse im Zusammenspiel mit der Produktionsplanung. Auch die Ausdehnung auf die Bereiche Supply Chain Design und Supply Chain Execution erscheinen erfolgversprechend. So können durch die Kopplung der SC-Planung mit den darunter liegenden MES- und PLS-Ebenen auf der MES-Ebene Informationen und Kennzahlen aus dem RT-SCP-System verfügbar gemacht werden, um dort autonom bessere Entscheidungen zu treffen.

Konventionelle SCM-Systeme	RT-SCP-Systeme
Lange Reaktionszeiten durch zyklische Planungsrunden und lange Planungsdauer	Kurze Reaktionszeiten durch ein einziges, aktuell gepflegtes Modell, Wegfall von Transformationen; jederzeit-Planung
Unzuverlässige Planungsergebnisse der Grobplanung in Bezug auf Aktualität und Genauigkeit	Zuverlässige und genaue Ergebnisse, gerade in Branchen mit langlaufenden logistischen Ketten
Geringe Nutzerfreundlichkeit	Hohe Akzeptanz und Nutzerfreundlichkeit
kaum strategische Ziele	Sehr gute Unterstützung strategischer Ziele

*Tabelle 4: Auswahl signifikanter Vorteile von RT-SCP-Systemen*

## Literatur

- Alt, R; Cäsar, M; Leser, F; Österle, H; Puschmann, T; Reichmayr, C: Architektur des Echtzeitunternehmens in: Real-time Business: Lösungen, Potentiale und Herausforderungen des Business Networking, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2004
- Gartner Research Note #COM-18-3057;  
[www.gartner.com/pages/story.php.id.2632.s.8.jsp](http://www.gartner.com/pages/story.php.id.2632.s.8.jsp), 01.10.2002.
- Klaus, P; Krieger, W: Gabler Lexikon Logistik; Gabler Verlag, Wiesbaden 2008.
- Kopetz, H: Real-Time Systems - Design Principles for Distributed Embedded Applications; Springer Verlag, Berlin, zweite Ausgabe, 2011.
- Kurbel, K: Produktionsplanung und –steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management; Oldenbourg Wissenschaftsverlag München, sechste Auflage, 2005.
- Österle, H; Blessing, D: Ansätze des Business Engineering; in HMD 241 (2005), Nr. 42, S. 7, 2005.
- Zelewski, S; Hohmann, S; Hügens, T: Produktionsplanungs- und –steuerungssysteme – Konzepte und exemplarische Implementierungen mithilfe von SAP R/3; Oldenbourg Wissenschaftsverlag München, 2008.