

Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Peter Mertens

Sebastian Hauptmann, Alexander Zeier

**Ein Beitrag zu einer
Kern-Schalen-Architektur für
Supply-Chain-Management (SCM)-Software**

Teil I:

Anforderungen an den Kern einer SCM-Software
und deren Abdeckung in SAP APO 2.0/3.0

Herausgeber:

Prof. Dr. Dieter Bartmann

Prof. Dr. Freimut Bodendorf

Prof. Dr. Otto K. Ferstl

Prof. Dr. Armin Heinzl

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Peter Mertens

Prof. Dr. Elmar Sinz

Prof. Dr. Rainer Thome



FORWIN-Bericht-Nr.: FWN-2000-007

© FORWIN - Bayerischer Forschungsverbund Wirtschaftsinformatik,
Bamberg, Bayreuth, Erlangen-Nürnberg, Regensburg, Würzburg 2000

Alle Rechte vorbehalten. Insbesondere ist die Überführung in maschinenlesbare Form
sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Einwilligung von FORWIN gestattet.

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht stellt den ersten Teil unseres Beitrags zu einer Kern-Schalen-Architektur für Supply-Chain-Management-Software (SCM-SW) dar. Ziel ist es, die Entwicklung eines Kern-Schalen-Modells anzustoßen, mit dem sich die Eignung einer SCM-SW für eine Branche überprüfen lässt.

Teil I stellt Kernanforderungen vor und untersucht den Grad ihrer Abdeckung durch die SCM-SW der SAP AG, APO.

Teil II des Beitrags befasst sich darauf aufbauend mit betriebstypischen und branchenspezifischen Anforderungen und überprüft exemplarisch die Eignung des APO für die High-Tech- und die Konsumgüterindustrie.

Stichwörter: Supply Chain Management, SAP APO, Kern-Schalen-Modell, Anforderungskatalog an eine SCM-Software, SCM-Kernfunktionen, betriebstypologische Analyse, branchentypische Funktionen.

Abstract

This report constitutes the first part of our contribution to a core shell architecture for SCM-SW. The purpose is to set off the development of a core shell model which can be used to test the suitability of a SCM-SW for a specific industry.

Part I introduces the core requirements and examines to what extent they are covered by the SCM-SW of SAP, APO.

Part II of the contribution deals with typological and industry specific requirements and offers an exemplary examination of the suitability of APO for the high-tech and consumer packaged goods industries.

Keywords: Supply Chain Management, SAP APO, core shell model, requirements catalog for SCM Software, SCM core functions, typological analysis, industry specific functions.

Inhalt

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	1
1.2	AUFBAU.....	1
1.3	UNTERSUCHUNGSOBJEKT	3
2	KERNANFORDERUNGEN.....	5
2.1	AUSGEWÄHLTE MODULÜBERGREIFENDE ANFORDERUNGEN.....	5
2.2	STRATEGISCHE NETZWERKPLANUNG	6
2.3	ÜBERWACHUNG UND CONTROLLING DER LIEFERKETTE	8
2.4	BEDARFSPLANUNG/ABSATZPROGNOSE	12
2.5	PRIMÄRBEDARFSPLANUNG	17
2.6	LOGISTIKNETZPLANUNG	18
2.7	PRODUKTIONSPLANUNG	21
2.8	TRANSPORTPLANUNG	27
2.9	VERFÜGBARKEITSPRÜFUNG.....	29
2.10	ÜBERBETRIEBLICHE KOOPERATION.....	32
2.10.1	<i>Generelle Anforderungen</i>	<i>34</i>
2.10.2	<i>Arten der überbetrieblichen Kooperation</i>	<i>37</i>
2.10.2.1	Anforderungen der lieferantengesteuerten Nachbevorratung.....	38
2.10.2.2	Anforderungen der kooperativen Planung.....	39
2.10.2.2.1	Anforderungen der kooperativen Absatzplanung.....	40
2.10.2.2.2	Anforderungen der kooperativen Produktionsplanung.....	42
3	ZWISCHENFAZIT	44
	ANHANG	45

FORTSCHRITTE IN DER BENUTZUNGSFREUNDLICHKEIT DES APO	45
SZENARIEN DER KOOPERATIVEN PLANUNG	46
ERGEBNISSE DER ANALYSE DES APO HINSICHTLICH DER KERNANFORDERUNGEN	48
LITERATURVERZEICHNIS	52

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Das Walldorfer Unternehmen SAP AG ist neben i2 Technologies und Manugistics Marktführer für Supply-Chain-Management-Software (SCM-SW) [Pete00a]. Die Entwicklung der SCM-SW der SAP (Advanced Planner and Optimizer, APO) basiert auf der Annahme, dass APO den Anforderungen verschiedenster Branchen gerecht werden kann. Hingegen bezweifeln Beobachter, dass dies durch eine einzige SCM-SW zu verwirklichen ist [KnMe99, 19]. Diese gegensätzlichen Hypothesen untersuchte man am Bayerischen Forschungsverbund Wirtschaftsinformatik (FORWIN) in Kooperation mit der SAP AG. Die Autoren identifizierten und beschrieben eine Auswahl von Anforderungen an SCM-SW und entwickelten darauf aufbauend Werkzeuge, mit denen sich überprüfen lässt, ob der APO in einer Branche sinnvoll eingesetzt werden kann. Dieses Instrumentarium wandte man exemplarisch auf die High-Tech- und die Konsumgüterindustrie an, da hier die Hauptanwender von SCM-SW zu finden sind [Gehr00, 15].

1.2 Aufbau

Die Autoren wählten ein Vorgehen nach dem Kern-Schalen-Prinzip (vgl. Abbildung 1). Im Kern finden sich dabei Funktionen, die Anwender und Marktbeobachter i. Allg. von SCM-SW erwarten und somit bei allen üblichen Anwendern Verwendung finden. In der Schale der betriebstypischen Anforderungen diskutiert man Funktionen, die nicht

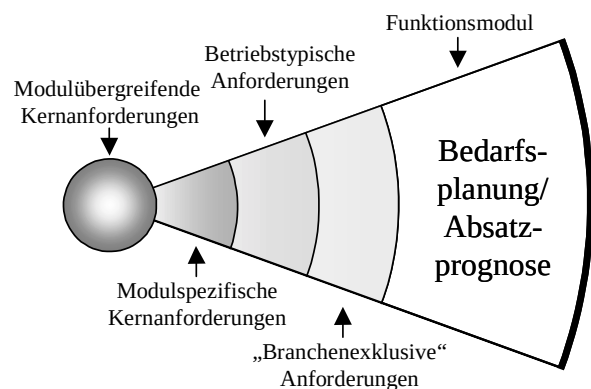


Abbildung 1: Aufbau der Analyse

in allen Branchen relevant sind, aber auch nicht ausschließlich einer Branche zugeordnet werden können. Letztere Gruppe wird in der Schale der „branchenexklusiven“ Anforderungen analysiert. Diese Vorgehensweise erlaubt es, gewonnene Erkenntnisse rasch auf andere Branchen zu übertragen, da aus einem großen Pool vorhandener Anforderungen die relevanten nur ausgewählt und lediglich um „branchenexklusive“ Elemente ergänzt werden müssen.

Der Bericht stellt somit einen Beitrag zu einer Kern-Schalen-Architektur für SCM-SW dar. Er gliedert sich in zwei Teile. Der vorliegende **Teil I** befasst sich in Kapitel 2 mit Kernanforderungen an SCM-SW und deren Abdeckung in SAP APO. Dabei geht man – beginnend mit der Strategischen Netzwerkplanung – nach Funktionsmodulen vor, wie Abbildung 2 andeutet. **Teil II** des Berichtes nimmt in Kapitel 1 zunächst eine betriebstypologische Einordnung der einzelnen Module vor und identifiziert anschließend betriebstypische Anforderungen. In Kapitel 2 des zweiten Teilberichts finden die entwickelten Werkzeuge exemplarische Anwendung in Form von Branchenanalysen für die High-Tech- sowie die Konsumgüterindustrie. Ein Fazit der

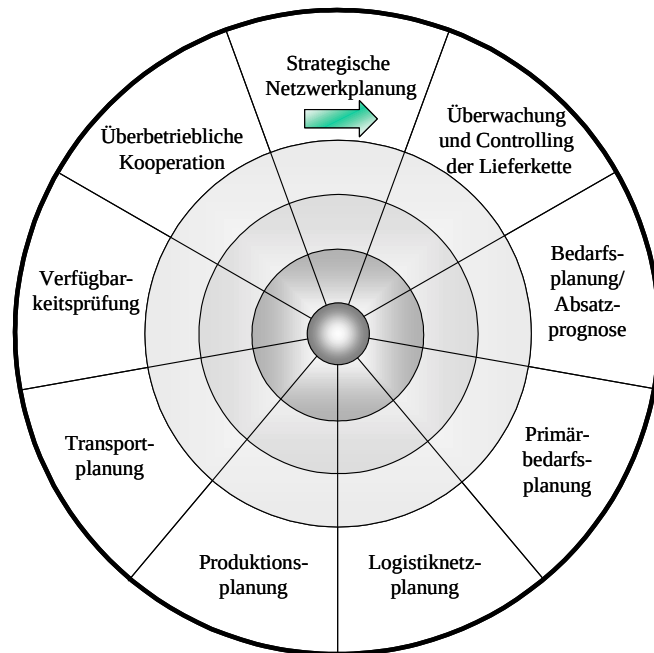


Abbildung 2: Kern-Schalen-Modell zur Strukturierung der Anforderungen

Analyse, Handlungsempfehlungen für die weitere Entwicklung sowie mögliche Entwicklungstendenzen für SCM-SW zeigt Kapitel 3 des zweiten Teilberichts auf.

Die identifizierten Anforderungen wurden mit A 1. bis A 90. nummeriert, um Querverweise zu ermöglichen. Der Grad ihrer Abdeckung durch den APO wird mit den in Abbildung 3 dargestellten Symbolen bewertet, wobei ein voller Punkt weiteres Verbesserungspotenzial nicht gänzlich ausschließt. Weichen die Bewertungen von APO 2.0 und 3.0 voneinander ab, so werden zwei Symbole vergeben, von denen das erste für Version 2.0 steht, also z. B. ○/●. Anforderung und Abdeckung werden durch das Symbol ☞ optisch voneinander getrennt. Die Ergebnisse der branchenübergreifenden und -spezifischen Analyse fasst der Anhang in Betriebstypologien (in Tabellenform) sowie in Kern-Schalen-Modellen zusammen. Es sei darauf hingewiesen, dass man sich im Folgenden in der „SAP-Welt“ bewegt, die von Anglizismen und einer spezifischen Terminologie geprägt ist.

- | | |
|---|-----------------------|
| ○ | nicht abgedeckt |
| ◐ | kaum abgedeckt |
| ◑ | teilweise abgedeckt |
| ◒ | weitgehend abgedeckt |
| ● | vollständig abgedeckt |

Abbildung 3: Symbole zur Bewertung der Anforderungsabdeckung durch den APO

1.3 Untersuchungsobjekt

Die Funktionen von SCM-SW sind in die Gruppen Supply Chain Planning (SCP), Supply Chain Execution sowie Unterstützungsfunktionen einteilbar. **SCP** umfasst dabei „alle strategischen, taktischen und operativen Planungsaufgaben zur Steigerung der Produktivität eines Liefernetzwerkes“ [FHG99]. **Supply Chain Execution** fokussiert hingegen die Ausführung der Pläne. Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht das SCP. Wo es bedeutsam erscheint, gehen die Autoren auch auf **Unterstützungsfunktionen** näher ein, etwa hinsichtlich des unternehmensübergreifenden Datenaustausches.

Abbildung 4 stellt die Aufgaben des SCP so dar, wie sie in der Arbeit gesehen werden (das folgende Kapitel 2 beschreibt sie detailliert). Die Abgrenzung der Funktionen und deren Positionierung auf der Abszisse (strategisch-taktisch-operativ, Zeitrahmen) fanden bereits mit Blick auf die SAP SCM-SW statt. Rechts bzw. unten sind die jeweils unterstützten betrieblichen Prozesse vermerkt.

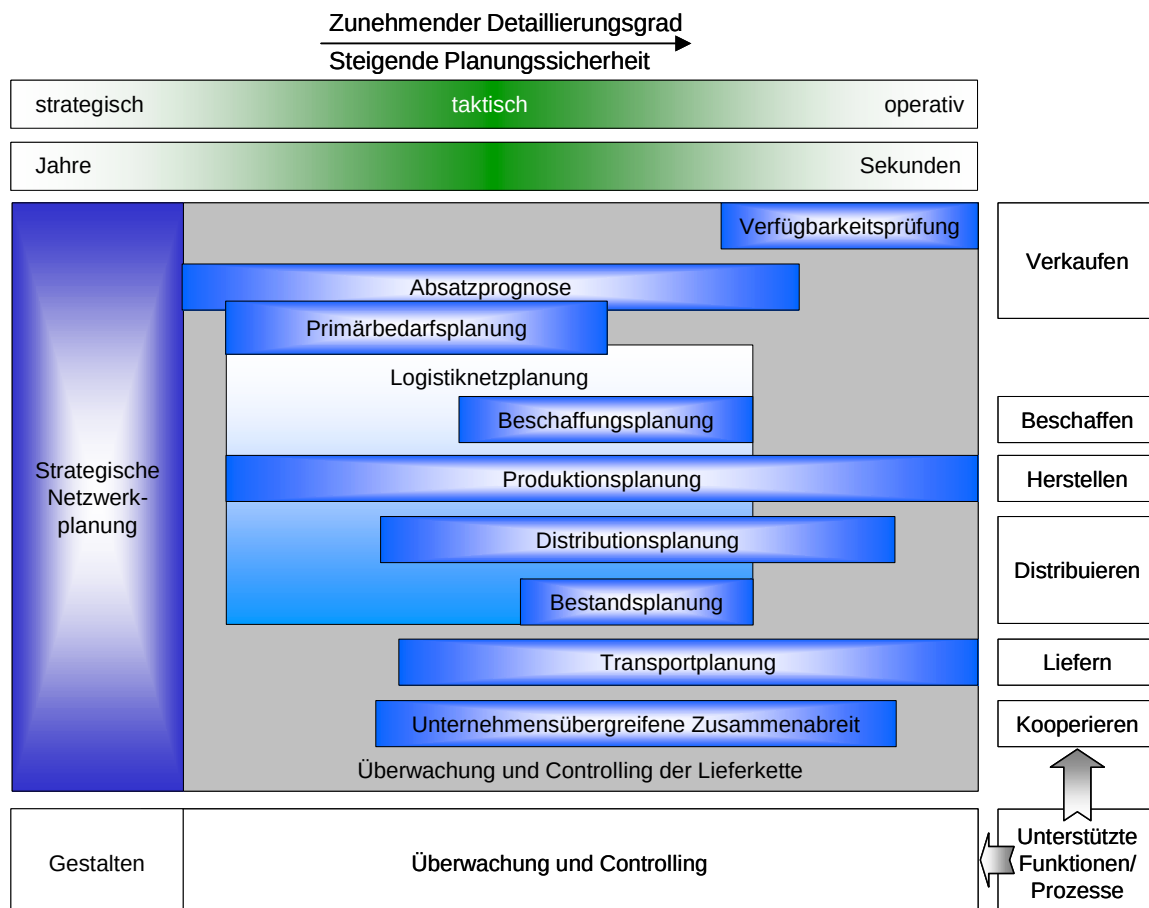


Abbildung 4: Aufgabenmodell SCP-Software [Eigene Darstellung in Anlehnung an KuHe98, 9; KaWe99, 91; AMR00a, 19]

Dabei weicht die vorgenommene Einteilung in zwei Bereichen vom Gros der Literatur ab: Funktionen zur **Kooperation**, z. B. im Rahmen des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR), sind weitgehend in anderen Modulen, etwa der Absatzprognose, eingebettet. Man behandelt diesen Bereich dennoch separat, um seiner Bedeutung für SCM Rechnung zu tragen und die Zusammenhänge zu verdeutlichen. Diese Sichtweise findet bei Beobachtern des Marktes und den SW-Anbietern zunehmend Verbreitung. Ebenso schenken neuere Analysen dem **Controlling der Lieferkette** verstärkte Aufmerksamkeit [AMR00a, 25-26; META00a].

Im Software-Angebot der SAP AG übernimmt der APO die SCP-Funktionen, während Supply Chain Execution im SAP R/3 bzw. im Logistics Execution System (LES) abgedeckt wird. APO 2.0 wurde im November 1999 ausgeliefert und im Februar 2000 um ein Modul für unternehmensübergreifende Planung ergänzt. Die allgemeine Verfügbarkeit des Folgeproduktes APO 3.0 ist für das vierte Quartal 2000 geplant. Beide Versionen werden – soweit möglich – in der Analyse berücksichtigt.

2 Kernanforderungen

Dieses Kapitel untersucht Kernanforderungen, also Funktionen, die Anwender und Marktbeobachter üblicherweise von SCM-SW erwarten, und deren Abdeckung durch den APO. Die Grenze zwischen Kern- und betriebstypischen Anforderungen (vgl. Kapitel 1 Teil 2) ist dabei teilweise fließend, u. a. weil eine exakte Definition, welche Branchen als „typische“ Zielgruppen für diese Art von SW zu sehen sind, nicht existiert.

2.1 Ausgewählte modulübergreifende Anforderungen

- **A 1. Integration mit dem zu Grunde liegenden ERP-System** – Es gilt, die SCM-SW mit den für die „Planung notwendigen Stamm- und Transaktionsdaten“ [PiKu99, 71] zu versorgen und die Planungsergebnisse an das Enterprise Resource Planning (ERP)-System zurückzureichen (teilweise werden in dieser Arbeit „ERP-System“ und „R/3“ gleichgesetzt, da dies die vorherrschende Systemumgebung für APO ist). Diese Integration sollte nicht batchorientiert, sondern automatisch synchronisiert sein, um die Konsistenz der Datenbestände zu gewährleisten [SII99, 9-10]. ☞ Für die Kopplung des APO mit R/3 bietet SAP die „Echtzeit-Schnittstelle“ *Core Interface (CIF)* an [SAP99a]. Hinsichtlich anderer Integrationsszenarien sei auf [KnMe99, 151-153] verwiesen.
- ● **A 2. Benutzungsfreundlichkeit** – Der breite Anwenderkreis einer SCM-SW, der auch Unternehmensexterne einschließt, macht eine intuitiv bedienbare, grafische Oberfläche notwendig [AMR99a, 14]. ☞ Seit Version 2.0 ist APO Teil der sogenannten „Enjoy“-Initiative der SAP, die eine Steigerung der Benutzungsfreundlichkeit zum Ziel hat und der unabhängige Institute einen großen Erfolg bescheinigen [MaSa99, 6]. Weitere Verbesserungen soll die Zusammenarbeit mit Cooper Design bringen, einem Spezialisten für die Gestaltung von Benutzungsoberflächen. Die Fortschritte der Bemühungen geben Abbildung A 1 – Abbildung A 3 (S. 45 – 46 im Anhang) wieder.
- /● **A 3. Hohe Leistungsfähigkeit der Planung** – Durchführbare Pläne sind – im Gegensatz zu bisherigen Planungssystemen mit teilweise mehrtägigen Berechnungsläufen [Both98, 34] – in einer für die jeweilige Aufgabe akzeptablen Zeit zu generieren [KaWe99, 94]. ☞ Die sog. *LiveCache*-Technologie des APO ermöglicht es, viele Planungsvorgänge schnell (SAP verwendet den Begriff „in Echtzeit“) durchzuführen. Die Laufzeit der Heuristiken und Optimierungsverfahren hängt einerseits von der gewünschten Lösungsqualität, andererseits von

dem zu verarbeitenden Datenvolumen ab. Jedoch beschränkt das dem APO zu Grunde liegende Betriebssystem (Windows NT) den *liveCache* bisher auf vier Gigabyte (GB). Insbesondere bei großen Datenmengen, bspw. bedingt durch die Variantenvielfalt in der Produktionsplanung der Automobilindustrie, stellt dies ein Hemmnis für einen sinnvollen Einsatz dar. SAP löst das Problem durch APO 3.0, da die Programmversion auch für UNIX verfügbar sein wird. Dieses Betriebssystem ist in der Lage, bis zu 64 GB Arbeitsspeicher zu adressieren.

- /● **A 4. Geeignete Datenstruktur** – Unabdingbar ist auch eine geeignete Datenstruktur, die die speziellen Erfordernisse der SCM-SW erfüllt, dabei jedoch so „schlank“ wie möglich gestaltet sein muss, um eine hohe Geschwindigkeit der komplexen Rechenprozesse zu gewährleisten.
 - ☞ Für den APO wurde das *Produktionsprozessmodell (PPM)* entwickelt, bei dem es sich um eine Kombination aus Stückliste und Arbeitsplan handelt und das die gestellten Anforderungen i. Allg. gut erfüllt [ScZe00, 4-9]. Ein Weiterentwicklung zu APO 3.0 stellt das *integrated Product and Process Engineering (iPPE)-Modell* dar. Hiermit können Produktvarianten, Arbeitspläne und Fabrik-Layout sowie deren Verknüpfung untereinander abgebildet werden. Es eignet sich vor allem für Produkte mit hoher Variantenvielfalt [SAP00f].

2.2 Strategische Netzwerkplanung

Werkzeuge der Strategischen Netzwerkplanung dienen v. a. der Simulation und Bewertung von (Des-) Investitionsmaßnahmen sowie Material- und Produktflussanalysen [AMR00a, 18]. Das aktuelle Abbild der Supply Chain (SC; im Folgenden verwendet man die Begriffe „Wertschöpfungskette“, „Lieferkette“, „Logistiknetz(werk)“ und SC synonym) stellt die Randbedingungen für die weiteren Planungsebenen dar [PhPi99, 17-18]. Die Anforderungen der Strategischen Netzwerkplanung deckt im APO 2.0 der *Supply Chain Engineer (SCE)* ab. Im APO 3.0 wird *SCE* erweitert und in *Network Design (ND)* umbenannt.

- **A 5. Modellierung** – Die SCM-SW soll es erlauben, ein Modell der heutigen oder zukünftigen SC zu erstellen,
 - ① ● das nicht nur die Elemente der logistischen Kette (Produktions-, Lager-, Transport- und ggf. Entsorgungsressourcen des eigenen Unternehmens und der Partner) mit ihren Merkmalen (Kapazitäten, Kosten etc.) festlegt, sondern auch, wo welches Produkt gefertigt, gelagert etc. wird,

- ② das Produktstrukturen und Charakteristika von Produktionsverfahren erfasst,
- ③ das der flexiblen, manipulierbaren Natur bestimmter Restriktionen (sog. Soft constraints), wie bspw. Arbeitszeit (Überstunden, geänderte Schichtpläne) und Bezugsquellen für Materialien (z. B. Eigenfertigung oder Fremdbezug) Rechnung trägt und
- ④ das die komplexen Zusammenhänge einer mehrstufigen Fertigung abbildet [PiRe98, 65].

Die Übernahme bereits vorhandener Daten soll den Aufbau des Modells unterstützen. Ebenso ist es wünschenswert, dass die SW den Anwender schon bei der Modellierung auf Probleme und Inkonsistenzen hinweist (z. B. „Werk Leipzig fehlt die erforderliche Bezugsquelle für den Rohstoff Stahl“).

☞ Im APO dient der SCE dem Aufbau und der Pflege des Netzwerkmodells, dessen wichtigste Elemente im Folgenden beschrieben sind [Schn99, 38; KnMe99, 107-108; SAP99b, 8]:

- ① **Lokationen** werden u. a. durch ihren Typ (Produktionswerk, Distributionszentrum, Warenlager, Umschlagsplatz, Kunde, Zulieferer, lieferantengeführtes Bestandskonto etc.), ihren Namen, geografische Informationen, Angaben über Ressourcen, Werkskalender etc. beschrieben.
- ② **Transportbeziehungen** markieren die Wege, die physische Güter zwischen den Lokationen nehmen können. Ihnen sind Attribute wie Transportverfahren, -ressourcen, -prioritäten, -kalender, -dauer und Gültigkeitsperioden zuordenbar.
- ③ **Ressourcen**, z. B. Handhabungs-, Produktions-, Lager- und Transportressourcen, lassen sich u. a. hinsichtlich ihrer leistungsbezogenen Restriktionen und Kosten näher definieren.
- ④ **Produkte** weist man den Lokationen und Transportbeziehungen mit gewissen Prioritäten oder Kosten (z. B. Fertigungs- oder Transportkosten) zu.
- ⑤ **Produktionsprozessmodelle** fassen die traditionelle Stückliste und den Arbeitsplan als wesentliche Produktinformationen für die Produktionsplanung zusammen.

Soft constraints sind über Strafkosten modellierbar. Ebenso ist die Abbildung ein- oder mehrstufiger Fertigung möglich. Für die Bestimmung günstiger Reihenfolgen in der Produktionsplanung lassen sich umfangreiche Regeln und Informationen festlegen, z. B. Rüstmatrizen. Im APO 2.0 können aus dem R/3-System Stammdaten u. a. für Lokationen, Ressourcen, Produkte, Arbeitspläne und Stücklisten (ab 3.0 auch für Transportbeziehungen) sowie Bewegungsdaten, z. B. Bestände oder Aufträge und deren Status, übernommen werden. Da ihre Komplexität SC-Modelle schnell unübersichtlich macht, ist es möglich, sich die Zu-

sammenhänge nicht nur geografisch, sondern auch logisch anzeigen zu lassen und zu zoomen. Man kann auch mehrere Arbeitsbereiche definieren, sodass etwa der Planer für Italien auf seinem Bildschirm nur die für ihn relevanten Informationen sieht [SAP99b, 8; SAP99d]. *Alerts* (vgl. Abschnitt 2.3) informieren den Anwender über Inkonsistenzen im Modell.

- /● **A 6. Simulation** – Bei der Analyse des komplexen Verhaltens der Prozesse einer Wertschöpfungskette kommt der Simulation eine besonders große Bedeutung zu. Sie macht „das dynamisch stochastische Verhalten eines Systems transparent und bewertbar“ und kann so „Einsparungs- und Verbesserungspotenziale aufzeigen“ [KuHe98, 10]. ☞ APO 3.0 wird mit *ND* umfangreiche Simulationsmöglichkeiten bieten, z. B. das Neueröffnen, Verändern, Verlagern oder Schließen von Fabriken, Distributionszentren und Lieferrouten. Dabei finden u. a. Kosten und Kapazitäten der Ressourcen bzw. Lokationen sowie die prognostizierte Nachfrage Berücksichtigung [SAP99b, 9; Lieb99, 7].
- /● **A 7. Optimierungsmethoden und Heuristiken** – Es sollten Verfahren (z. B. gemischt-ganzzahlige Optimierungsmodelle) zur Verfügung stehen, um bspw. Produktions-, Lager- und Distributionsstandorte hinsichtlich deren geografischer Lage, Kapazität sowie ihrer Verknüpfungen untereinander zu planen [PhPi99, 20]. Um auch die Lösung spezifischer Probleme einzelner Unternehmen zu ermöglichen, bedarf es einer Schnittstelle für die Einbindung von Verfahren anderer Anbieter (z. B. ILOG S. A.) oder bereits beim Anwender vorhandener Methoden [META00b]. ☞ *ND* wird optimierende Verfahren und Heuristiken enthalten. Jedoch ist es hier nicht möglich, zusätzliche Optimierungsverfahren einzubeziehen.
- /● **A 8. Vergleich alternativer Szenarien** – Hat man, bspw. durch Simulation, alternative logistische Szenarien entwickelt, so soll die SCM-SW deren Vergleich „in Bezug auf Ziel-faktoren wie Kosten, Kundenservice etc.“ ermöglichen [PhPi99, 18]. Dabei benötigen die Entscheider nicht nur Analysen hinsichtlich Kosten und Gewinn, sondern auch bezüglich anderer Kennzahlen (z. B. Cashflow oder Abschreibungen) [META00b]. ☞ Ab APO 3.0 erlaubt der *Plan Monitor* als Bestandteil des *ND*, die unterschiedlichen Szenarien anhand frei definierbarer Kennzahlen zu vergleichen.

2.3 Überwachung und Controlling der Lieferkette

Im Zusammenhang mit SCM wird vermehrt die Bedeutung eines Controllings und Benchmarkings der Lieferkette betont [z. B. Wild00, 81-83; KnMe99, 5; ZäPi96]. Während der

Bedarfszog nach Controlling insbesondere von der großen und (z. B. im Zusammenhang mit Outsourcing) oft noch zunehmenden Komplexität der Betrachtung ganzer Lieferketten ausgeht [AMR00a, 25], trägt das Benchmarking der Notwendigkeit Rechnung, die eigene Wettbewerbsposition hinsichtlich des SCM zu verbessern.

Das Controlling beinhaltet mehrere Aufgaben. Im Sinne von Kontrolle überwacht es zunächst die Erreichung bestimmter Vorgaben in der SC, die etwa im Rahmen eines Benchmarking ermittelt wurden, z. B. Pünktlichkeit der Lieferungen. Soweit notwendig, kann man anschließend Korrekturprozesse (Controlling im Sinne von Steuerung) anstoßen. Hierzu mag sich der Anwender etwa der oben beschriebenen Netzwerkplanung bedienen.

- **A 9. Übersicht über die SC** – In allen Bereichen muss die SW dem Planer die Möglichkeit geben, den Ist-Zustand und die Abweichungen vom Soll in der gesamten SC grafisch darzustellen [PiRe98, 64]. ☞ Diese Aufgabe nimmt im APO insbesondere das *Supply Chain Cockpit* (SCC) wahr (vgl. Abbildung 5). Dabei handelt es sich um eine grafische Schalttafel zum Modellieren (vgl. Abschnitt 2.2), Navigieren und Kontrollieren der Logistikkette. Das SCC fungiert als oberste Planungsstufe, von der aus der Benutzer andere Planungsebenen innerhalb des Unternehmens zu überblicken vermag.



Abbildung 5: Supply Chain Cockpit

Es stellt über das *Control Panel* (❶ in Abbildung 5) auch den Einstiegspunkt in die einzelnen Module dar. Zusätzlich können durch Auswahl bspw. einer Lokation zahlreiche Informationen (z. B. Bestände und Bedarfe an Produkten und Material) abgefragt werden.

- **A 10. Überwachung der SC** – Auf der operativen Ebene muss die SCM-SW Ausnahmesituationen erkennen und im Sinne einer Information by Exception dem zuständigen Entscheider melden [Helf99, 40]. Standardsituationen sollen durch ereignisgesteuerte Regelwerke automatisiert behandelt werden. Im Sinne des unternehmensübergreifenden Informationsaustausches ist dabei auch der Zugriff auf Daten der SCM-Systeme der SC-Partner wichtig (vgl. Abschnitt 2.10).

☞ Der *Alert Monitor* des APO verständigt „betroffene Fach- und Führungskräfte über als relevant definierte Ausnahmesituationen in Echtzeit“ [KnMe99, 109]. Es gibt zwei Arten von *Alerts*: *Status-Alerts* erfordern eine Aktion des Benutzers, z. B. bei einer unzulässigen Überlappung von Arbeitsgängen. *Meldungs-Alerts* enthalten Informationen, z. B. über die Prognosequalität, und haben zwei Prioritätsstufen. So mag eine Abweichung bis 10 % als Warnung, darüber hingegen als Fehler angezeigt werden. In Abbildung 5 (❷) wird bspw. eine Warnung für das Modul *PP/DS* gemeldet.

Diese *Alerts* lassen sich auch als „Früherkennungssysteme“ nutzen [Both98, 35]. Beispiele für überwachbare Frühindikatoren sind etwa die Kapazitätsauslastung, die Lagerbestände [Lück99] oder die Termintreue von Lieferanten und das Nachfragevolumen wichtiger Kunden [Krys87, 174 u. 196]. Die geforderte ereignisgesteuerte, automatisierte Behandlung von Standardsituationen ist jedoch weder im APO 2.0 noch im APO 3.0 umsetzbar.

- **A 11. Ursachenforschung** – Der Planer muss z. B. durch umfangreiche Drill-Down-Funktionen sowie Möglichkeiten zur Visualisierung von Zusammenhängen bei der Analyse der Ursache eines Problems unterstützt werden. ☞ Im APO lassen sich sowohl einzelne Ausnahmemeldungen als auch verdichtete Daten darstellen. Eine Drill-Down-Funktion erlaubt es, im sog. *Problem Resolution Screen* nach Eintreffen einer Warnung eine detaillierte Ursachenforschung vorzunehmen und aufgedeckte Zusammenhänge zu visualisieren [KnMe99, 109].
- **A 12. Beobachtung und Benchmarking von KPIs** – Da es gilt, die eigene Leistung und die der Partner im Vergleich zum Wettbewerb zu beurteilen, liegt die Forderung nach Beobachtung und Benchmarking der „Key Performance Indicators“ (KPIs) nahe [Chri98, 103].

In dieser Arbeit wurden die Führungsinformationen geschlossen den Kernfunktionen zugeordnet. Es sind aber auch Ausdifferenzierungen nach Branchen und Betriebstypen denkbar, wie die folgenden Beispiele zeigen:

- ❶ Prozentsatz der wegen Verderbs vernichteten Lagerbestände in der Nahrungsmittel/Pharmaindustrie
- ❷ „Engineering Schrott“, der vor allem in den der High-Tech-Industrie zuzurechnenden Branchen anfällt
- ❸ Prozentsatz, der durch Rückgriff auf ausländische Lager zu versorgende Aufträge, beim Betriebstyp „international operierende Unternehmen“

Erkenntnisse über externe Partner sollte man diesen mitteilen. *So beurteilt die Hornbach-Baumarkt AG Lieferanten ihres neuen Cross Docking Centers „nach der Abweichung der Lieferung zum Lieferschein und zur Bestellung, nach Pünktlichkeit sowie nach der Gesamtdurchlaufzeit von Marktbestellung bis zum Eintreffen der Ware im Markt“ und stellt ihnen diese Informationen zur Verfügung [MaWü99, 84].* Ferner dürfte es nützlich sein, Maßnahmen(-kombinationen) für bestimmte Szenarien zu hinterlegen, die die SW (einem Expertensystem ähnlich) dem Anwender bei Eintreten der spezifizierten Situation vorschlägt [ZäPi96, 86].

In diesem Zusammenhang sei auf die vom (branchenübergreifenden) Supply Chain Council vorangetriebene Entwicklung des standardisierten Prozessmodells SCOR (Supply Chain Operation Reference) verwiesen, das es u. a. ermöglichen soll, „einheitliche, vergleichbare und bewertbare Prozessmodelle von Supply Chains“ zu erstellen und diese „mit Best Practices, Benchmarkingdaten und Softwarefunktionen“ zu vergleichen, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren [KuHe98, 9; SCC99a; SCC99b]. Weitere Informationen finden sich unter <http://www.supply-chain.org>.

☞ Das SCC bietet in Kombination mit dem *SAP Business Information Warehouse (BW)* eine große Auswahl an vordefinierten Kennzahlen, die teilweise auf dem SCOR-Modell beruhen [SAP99b, 7]. Das BW, eine Data-Warehouse-Lösung zur „Bereitstellung und Verarbeitung großer Datenmengen“ aus unternehmensinternen wie –externen Quellen [BuKö00, 113], ist Bestandteil einer APO-Auslieferung. Die Online-Analytical-Processing (OLAP)-Technologie des BW erlaubt umfangreiche Analysen [Krep99, 28] und stützt sich dabei auf multidimensionale „Informationswürfel“ (*InfoCubes*), die die wichtigste Datenstruktur für Planung, Analyse und Auswertungen bilden. Sie enthalten Kennzahlen (z. B. Absatz in Stück) und de-

ren Merkmale (z. B. Produktgruppe und Kunde), die das jeweilige Organisations-Level definieren. Abbildung 6 veranschaulicht einen *InfoCube* mit den Dimensionen Material, Region und Periode.

Das in Microsoft Excel eingebettete Frontend des BW, der sog. *Business Explorer*, erlaubt es dem Anwender, flexible Abfragen durchzuführen, z. B. über Lagerbestände, Servicegrade und andere KPIs. Diese Kennzahlen lassen sich gewichten und kombinieren sowie zu individuellen *Scorecards* zusammenstellen. Jedoch ist es nicht möglich, wie gefordert, Maßnahmenempfehlungen für bestimmte Szenarien zu hinterlegen [SAP99b, 7; SAP99e].

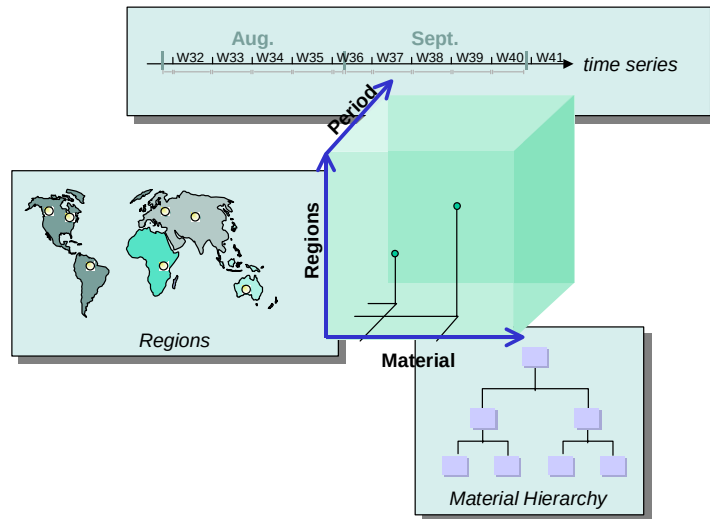


Abbildung 6: Visualisierung eines InfoCube
[KnMe99, 109]

2.4 Bedarfsplanung/Absatzprognose

Im APO deckt das Modul *Demand Planning (DP)* die Absatzprognose ab. Zentrales Merkmal von *DP* sind die konfigurierbaren Planungsmappen. Sie bestehen aus einer Baumstruktur für die Datenselektion sowie Diagrammen und/oder Tabellen. Dem Autor erscheinen diese sehr benutzungsfreundlich. So mag sich ein Vertriebsmanager im Rahmen einer Absatzprognose über die Verkäufe in Europa informieren, dann durch einen Maus-Klick einen Drill-Down auf Frankreich vornehmen, um sich auf dieser Ebene durch einen weiteren Maus-Klick den Umsatz pro Produktgruppe anzeigen zu lassen. Dabei kann er Maßeinheit und Periode der Darstellung modifizieren. Eine Schnittstelle zu Microsoft Excel erlaubt es, bereits vorhandene Werkzeuge weiterzunutzen [SAP99f, 7-9].

- **A 13. Breite Informationsbasis der Prognose** – Die Bedarfsplanung muss über unternehmensinterne historische Werte hinaus auch andere Informationen berücksichtigen. Beispiele hierfür sind Wissen über geplante verkaufsfördernde Maßnahmen oder neue Substitutionsprodukte auf dem Markt, nicht realisierte Absätze bei Lieferproblemen, Erkenntnisse der Marktforschung sowie Daten anderer SC-Partner, insbesondere deren Bestände und Verkäufe an Endverbraucher (Point-of-Sale (POS)-Daten). ☞ Die enge Integration des DP mit dem BW (vgl. Abbildung 7) macht eine breite Informationsbasis verfügbar. So lassen sich neben Vergangenheitswerten, wie Absatz- oder Auftragsdaten, auch Analysen externer Marktforschungsinstitute (z. B. Nielsen oder IRI) sowie Informationen über Wettbewerber berücksichtigen. Durch personelle Modifikation der Zeitreihe können die Anwender Erfahrung und Wissen einbringen.

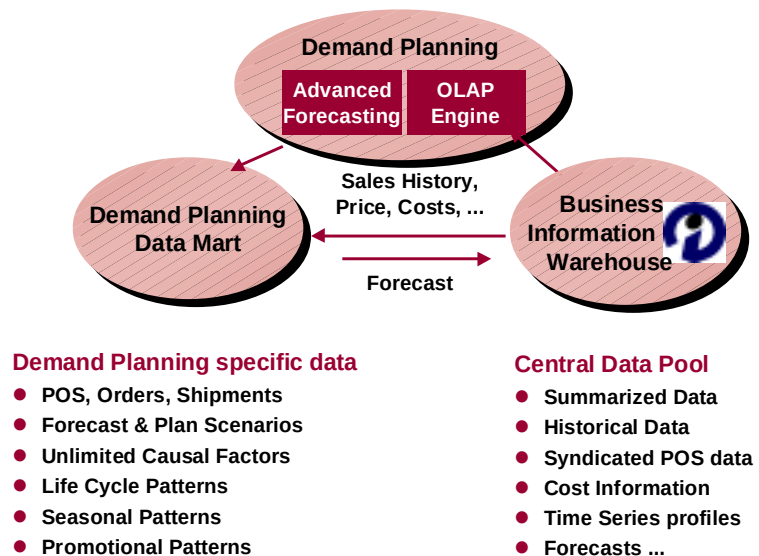


Abbildung 7: Datenbestände in und Datenflüsse zwischen DP und BW

- **A 14. Planen auf mehreren Aggregationsebenen** – Da eine Prognose den Zwecken unterschiedlicher Abteilungen dienen soll, um so die verbreitete Praxis zu vermeiden, dass jeder Bereich seine eigene Prognose erstellt („islands of analysis“), muss die SW in der Lage sein,

③ 8263775

④ sowohl top-down als auch bottom-up zu planen [Sher97, 71].

Bspw. gehen bei dem Batteriehersteller Rayovac funktions- und spartenübergreifende Teams von einer rein quantitativen bottom-up-Prognose aus, reichern diese um qualitative Faktoren an und vergleichen sie dann mit dem (top-down ermittelten) Jahresgeschäftsplan. Weicht die Prognose vom Plan ab, so untersucht das Team den Einsatz absatzbeeinflussender Maßnahmen oder passt in Absprache mit der Unternehmensführung den Geschäftsplan an [Mari99, 81]. ☞ Die Kopplung von DP und BW ermöglicht den Einsatz fortgeschrittener OLAP-Verfahren, etwa für Drill-Down-Funktionen oder die Analyse historischer Daten aus verschiedenen Perspektiven. Produkte können durch sog. Merkmalsbasierte Hierarchien auf

vielfältige Weisen zu Gruppen aggregiert und disaggregiert und in unterschiedlichen Dimensionen angezeigt werden (vgl. Ausführungen zu *InfoCubes* im vorigen Abschnitt). *DP* unterstützt die Planungsansätze top-down, bottom-up und middle-out [SAP99f, 2, 6 u. 9]. Unter einer middle-out-Planung versteht man dabei eine Prognose auf mittlerem Aggregationsniveau, an die darüber wie darunter liegende Ebenen angepasst werden.

- **A 15. Umfassendes Angebot an Prognosealgorithmen** – Es soll eine Auswahl der wichtigsten Prognosemethoden verfügbar und deren Kombination möglich sein. Die für die Praxis bedeutendsten Verfahren stellt Abbildung 8 dar. So wird bspw. die multiple lineare Regressionsanalyse häufig für die Analyse des Einflusses von Kausalfaktoren, wie Wetter und Saisonalität, auf den Absatz genutzt. *In einem Projekt der Manugistics GmbH wurde ermittelt, dass die Außentemperatur nicht die bestimmende Größe für den Abverkauf von Eis ist, sondern ein viel stärkerer Zusammenhang mit der Dauer des Sonnenscheins besteht* [PiRe98, 63-64]. Da nicht alle evtl. erforderlichen Algorithmen angeboten werden können, soll die SW die Einbindung weiterer Verfahren erlauben.

- ❶ Gleitender Mittelwert
- ❷ Exponentielle Glättung erster und zweiter Ordnung
- ❸ Trendmodell
- ❹ Trend-Saison-Modell (Holt-Winters-Modell)
- ❺ Croston-Methode für sporadische Bedarfe
- ❻ Multiple lineare Regressionsanalyse

Abbildung 8: Wichtige Prognoseverfahren
[KnMe99, 111-112]

☞ SAP stellt in der *Statistical Forecasting Toolbox* eine breite Palette an Prognoseverfahren zur Verfügung, u. a. auch die in Abbildung 8 genannten. Der Benutzer kann den Methodeneinsatz individuell konfigurieren und unterschiedliche Verfahren mit Gewichtungen (z. B. dem jeweiligen Restfehler) kombinieren (*Composite Forecasting*). Es ist auch möglich, die Gewichtung vom Zeithorizont abhängig zu machen, sodass in der Kurzfristplanung eine Methode das größte Gewicht erhält, während sie auf die Langfristplanung nur geringen Einfluss nimmt. Zur Erhöhung der Ergebnisqualität identifiziert *DP* fehlende Werte und Ausreißer und passt die Daten oder das Prognoseverfahren entsprechend an [SAP99f, 11-12; KnMe99, 111-112]. *Beim Reifenhersteller Goodyear berechnet DP „mithilfe saisonaler Trendmodelle, multilinearer Regression und exponentieller Glättung (...) den zukünftigen Absatz. Unterschiedliche Faktoren, wie z. B. winterliche Wettereinbrüche, Zulassungszahlen von Pkw und Lkw sowie Testergebnisse des ADAC und deren Auswirkungen auf die Nachfrage spezieller Produkte, werden automatisch in die Prognose des Planungsmoduls integriert“* [BuKö00, 164].

Die *Forecasting Extension Workbench* gestattet die Einbindung zusätzlicher Prognosealgorithmen. Mit *Multi-Tier Forecasting* prognostiziert der Planer zunächst die Endverbraucher- nachfrage, die er mit dem Wissen über Lagerbestände und Einflussfaktoren des Bedarfs der Zwischenstufen (etwa Promotionen) kombiniert. So kann er unter Berücksichtigung der Zeit- verzögerungen zwischen den einzelnen Stufen zukünftige Lieferungen prognostizieren [SAP99f, 11].

- **A 16. Automatisierte Auswahl geeigneter Prognoseverfahren** – Eine „aktive Selektion des Prognoseverfahrens, das auf Basis der Vergangenheitsdaten die besten Ergebnisse geliefert hätte“, soll dem Anwender die Auswahl erleichtern [Rins99, 85]. ☞ *DP* kann mit der *Pick-the-Best-Option* entweder alle Verfahren oder eine vordefinierte Auswahl durchrechnen und automatisch das – gemessen an historischen Daten – am besten geeignete Verfahren an- wenden. Dabei lässt sich der Horizont für das Übereinstimmungskriterium auf kurz-, mittel- oder langfristig festlegen [SAP99f, 12].
- **A 17. Automatisierte Planung** – Die SW soll alle Prognosen automatisiert durchführen und den Planer nur auf diejenigen hinweisen, die etwa hinsichtlich der Bedeutung betroffener Kunden oder einer geringen Vorhersagegüte in der Vergangenheit die Aufmerksamkeit des Planers verdienen [MeBi98, 82]. ☞ Im APO lassen sich *erweiterte Makros* nutzen, um eine Stapelverarbeitung anzustoßen, die entsprechende Planungen durchführt und anhand vordefinierter Kriterien (z. B. Abweichung der Prognose zum Vorjahr) überprüft. Über- schreitet eine Prognose die festgelegten Toleranzschwellen für ein oder mehrere Kriterien, so generiert APO einen *Alert* (vgl. Abschnitt 2.3).
- **A 18. Automatisierte Analyse der Prognosegüte** – Da viele Unternehmen die Prognosegüte nicht häufig genug nachverfolgen [CPFR99a], sollen automatisierte Überprüfungsroutinen über die erreichte Vorhersagegenauigkeit informieren und Trendabweichungen anzeigen. So unterstützt die SW eine kontinuierliche Verbesserung der Prognosen. *Bei Rayovac erhält jedes der abteilungsübergreifenden Teams, das für eine Prognose zuständig ist, eine Scorecard, die u. a. Aufschluss über Prognosequalität und Lieferfähigkeit pro Kunde und Vertriebsweg gibt* [Mari99, 81]. ☞ Im APO misst die *Forecast Accuracy Analysis* die Abweichung zwischen Prognose und Ist-Werten. Der *Alert Monitor* informiert den Planer durch eine E-Mail oder Ausnahmemitteilung, sobald ein vordefinierter Abweichungskorridor verlassen wird. Reports stellen die Abweichungen auf jeder Ebene und Dimension dar. Sie vergleichen z. B. Ist-Werte mit der tatsächlichen, einer zeitverzögerten oder einer

ursprünglichen Prognose. Darüber hinaus identifiziert *DP* Änderungen in Mustern (z. B. in Trends) und informiert den Planer oder nimmt selbstständig Anpassungen vor [SAP99f, 13].

- **A 19. Verwaltung der Erläuterungen zu Prognosen** – Angesichts der großen Komplexität jeder Form der Qualitätskontrolle von Prognosen (vgl. Abbildung 9) gilt es zu erfassen, wann und von wem eine Prognose erstellt wurde, auf welchen Informationen sie basiert, auf welchen Detaillevel sie abstellt, wie sie aus welchen Gründen angepasst wurde und wer ggf. Einwände erhoben hat etc. [FiHa94, S. 93].

Unterschiedliche
Zeitpunkte der Planung
Aggregationsstufen, z. B. - Zeiträume (Wochen-, Monats-, Quartalsplan etc.) - Produkte (Einzelprodukt, Produktgruppe etc.) - Regionen (Vertriebsgebiete etc.)
Verfahren, z. B. - Gleitender Mittelwert - Multiple lineare Regressionsanalyse
Beteiligte an Prognoseerstellung, insbesondere bei konsensbasierten Prognosen innerhalb eines Unternehmens und unternehmensübergreifend
treiben die Komplexität des Prognosecontrollings

☞ Das *Notes Management* im APO gestattet es, Notizen zu Diskussionen oder Annahmen zu erstellen und so den Entscheidungsprozess zu dokumentieren [SAP99f, 6].

Abbildung 9: Komplexitätstreiber des Prognosecontrollings

- **A 20. Konsensbasierte Prognosen** – Da die Qualität der Prognosen umso besser ist, je mehr Wissen von unterschiedlichen Abteilungen in sie einfließt, muss die SCM-SW die Erstellung konsensbasierter Prognosen unterstützen (unternehmensübergreifende Szenarien behandelt Abschnitt 2.10). Alle Beteiligten benötigen Zugriff auf die Prognosen, etwa um diese zu aktualisieren oder Simulationen durchzuführen [MeBi98, 80]. ☞ Im APO ist es möglich, parallel mehrere Absatzpläne für verschiedene Ziele und Prognoseschwerpunkte (z. B. einen strategischen Geschäftsplan und einen taktischen Vertriebsplan) zu erstellen und diese – auch wenn sie sich auf unterschiedliche Dimensionen oder Ebenen beziehen – in einen konsensbasierten Plan zu überführen [SAP99f, 2, 5 u. 9].
- **A 21. Datenbanken mit Prognosen und Absatzverläufen** – Für die Untersuchung „von Ereignissen, die die Vorhersagen in besonderer Weise beeinflussen, bzw. die ex-post-Analyse von Abweichungen“ [Mert95, 179] fordert man die Einrichtung von Datenbanken mit Prognosen und Absatzverläufen. ☞ Im *Time Series Management* des APO lassen sich einmal erstellte Zeitreihen abspeichern und später wiederverwenden. So ist bspw. die Nachfrage für Neuprodukte auf Basis des historischen Absatzes ähnlicher Produkte („like modelling“) prognostizierbar (vgl. Abschnitt 3.3.2) [SAP99f, 6 u. 10].

2.5 Primärbedarfsplanung

Die Primärbedarfsplanung (auch Sales and Operations Planning) zielt auf die mittelfristige Abstimmung zwischen Prognosen und Aufträgen auf der einen sowie Kapazitäten und Beständen auf der anderen Seite ab. Sie unterstützt die Planer in der Festlegung der Produktionskapazitäten und in deren Aufteilung auf Produktgruppen und Vertriebsstrukturen [PiRe98, 64]. Der Primärbedarfsplan ist die Eingangsinformation für die folgenden, detaillierteren Planungen [PhPi99, 21].

Sales & Operations Planning (SOP) stellt im APO kein eigenständiges Modul dar, sondern basiert auf einer engen Integration von *Demand Planning* und *Supply Network Planning (SNP; dieses Modul ist für die Logistiknetzplanung zuständig)*. Nach der Freigabe des Absatzplans aus *DP* an *SNP* werden im *liveCache* Aufträge angelegt. Der Planer kann diese nun in *SNP* bearbeiten und durch einen *SNP-Lauf* mit langem Zeithorizont (vgl. Abschnitt 2.6) ihre Durchführbarkeit und Rentabilität prüfen [SAP99g, Kapitel 5, 18]. Der aus *SOP* resultierende restriktionsbasierte Bedarf stellt ein Produktionsprogramm dar, das hinsichtlich mehrerer Dimensionen durch Heuristiken dem theoretischen Optimum angenähert wurde.

- **A 22. Berücksichtigung wichtiger Restriktionen** – Der Abgleich zwischen Prognosen und Aufträgen einerseits sowie Kapazitäten und Beständen andererseits soll möglichst die gesamte SC mit ausreichend vielen Restriktionen abdecken. ☞ APO beschränkt sich hier i. d. R. auf Engpasskapazitäten und Materialien bzw. Erzeugnisse, die gravierenden Einfluss auf den gesamten Produktionsprozess haben, wenn auch mittelfristig geplant ist, diese Einschränkung aufzuheben.
- **A 23. Detailliertes Kostenmodell** – Da in der Primärbedarfsplanung auch eine Zuteilung ggf. knapper Ressourcen zu Produkten erfolgt, sollte der zukünftige Deckungsbeitrag eines restriktionsbasierten Produktionsprogramms als Leitkriterium nutzbar sein [Helf99, 40]. ☞ Der APO erlaubt dies und greift hierfür auf das im *SCE* erstellte Modell zurück.
- /● **A 24. Reichweitzenszenarien** – Insbesondere bei Lagerfertigung muss der Planer Reichweitzenszenarien analysieren können [PiRe98, 64]. *Erweiterte Makros* und Berichtsfunktionen erlauben es, Kennzahlen wie Reichweite, Kapazitätsauslastung, Lieferbereitschaftsgrad etc. zu ermitteln, die die Auswirkungen von Entscheidungen im *SOP* auf die SC verdeutlichen. ☞ Ab APO 3.0 können auch Planzahlen in das *BW* übermittelt und mit den dort vorhandenen Mitteln ausgewertet werden.

- ①/● **A 25. Überprüfung der Planung** – Die SW hat regelmäßig die Abweichungen der eintreffenden Kundenaufträge von der ursprünglichen Prognose zu überprüfen und die Bedeutung für die Primärbedarfsplanung hochzurechnen. Bei signifikanter Abweichung vom ursprünglichen Plan soll sie eine Warnung generieren. ☞ Im APO 2.0 ist dies in der hier geforderten Form in *SNP* nicht möglich, jedoch erzeugt *DP* eine entsprechende Meldung. Zu Version 3.0 soll jedoch eine durchgängige Integration der Module *DP* und *SNP* geschaffen werden, die es APO ermöglicht, der Anforderung voll zu entsprechen [SAP99g, Kap. 6, 5; SAP99f, 12-13].

2.6 Logistiknetzplanung

Die Logistiknetzplanung (LNP) führt auf taktischer Ebene die restriktionsfreie Nachfrage aus der Bedarfsplanung in restriktionsbasierte Produktions-, Beschaffungs-, Distributions-, Bestands- und Transportpläne über [AMR00a, 17]. Die Integration dieser Bereiche soll eine umfassende Analyse der SC ermöglichen und somit bspw. die Wahl zwischen erhöhten Frachtkosten oder Sonderschichten unterstützen [Sher97, 75]. Die LNP bildet ein Bindeglied zwischen der Bedarfsvorhersage und den Modulen zur Kapazitäts- und Produktionsplanung [PiRe98, 64]. Ziel ist es, den Materialfluss der SC auf aggregierter Ebene zu planen. Nach Abschluss der Produktionsplanung (vgl. Abschnitt 2.7) ist es oft notwendig, die ursprüngliche Distributionsplanung zu aktualisieren, da zwischenzeitlich u. U. Abweichungen (z. B. Nachfrageänderungen oder ein Streik) aufgetreten sind. Diese eher kurzfristige Verteilplanung muss in solchen Fällen die Zuteilung des zu erwartenden bzw. bereits vorhandenen Angebots zu den Bedarfen vornehmen, oft unter Berücksichtigung auftragsindividueller Prioritäten [PWC99, 107; Mert00, 219]. APO deckt die LNP in *Supply Network Planning (SNP) & Deployment* ab.

- **A 26. Optimierung der SC** – Die LNP soll unternehmens-, werks- und bereichsübergreifende Funktionen bieten [HuPa99, 63]. Dabei verlangen Faktoren wie Verfügbarkeit und Kosten der Ressourcen, aber auch Lagerbestände und Transportkosten Berücksichtigung. Die Optimierungsverfahren streben u. a. kurze Durchlaufzeiten, niedrige Bestände sowie eine hohe Termintreue und Maschinenauslastung an. Diese Ziele sind interdependent und teilweise konfliktär [KnMe99, 68].

☞ Im APO plant *SNP* zur Deckung der in *DP* prognostizierten Absatzmengen mittelfristige „Distributions-, Produktions- und Einkaufsbedarfe über das gesamte Supply-Chain-Netzwerk hinweg und erstellt die zugehörigen Transportvorschläge“ [Schn99, 37]. Die simultane Planung gestattet „einen globalen Abgleich der Ressourcenkapazitäten und der begrenzten

Legende: + → gut geeignet/ja ○ → mittlere Eignung - → weniger gut geeignet/nein	Periodenorientiert		Auftragsorientiert
	Mathematische Optimierung	SNP-Heuristik	Capable to Match
Lösungsqualität	+	-	○
Berücksichtigung von			
Produktionskapazitäten	+	In zweitem Schritt lokal	Global +
Transportkapazitäten	+	In zweitem Schritt lokal	+
anderen Kapazitäten	+	In zweitem Schritt lokal	-
Geschwindigkeit	-	+	○
Berücksichtigung von Kosten	+	-	-
Berücksichtigung von Prioritäten	Insb. für Materialien +	-	Insb. für Lokationen/Mat. +
Berücksichtigung von Quoten	Werden optimiert	+	+

Abbildung 10: Gegenüberstellung der im SNP implementierten Lösungsmethoden [SAP99g, Kap. 6, 19; KnMe99, 125]

Materialien zur Abdeckung der rentabelsten Bedarfe“ sowie einen Ausgleich zwischen Produktions- und Lagerhaltungskosten. *SNP* schließt dabei u. a. die „Planungslücke des R/3-Systems für die werks-, buchungskreis- und systemübergreifende Planung“ [HuPa99, 63]. Auch in mehrstufigen Produktions- und Distributionsumgebungen wird ein günstiger Lieferweg bestimmt und Lieferungen werden Kunden und Vertriebswegen zugeordnet. Hieraus ergibt sich (unter Berücksichtigung zahlreicher Restriktionen) die Bestands- und Transportgrobplanung. Zur Ermittlung des durchführbaren Plans („*SNP-Lauf*“) nutzt der Anwender heuristische Methoden oder ein Optimierungsverfahren. Diese erfüllen die gestellten Anforderungen in unterschiedlicher Weise (vgl. Abbildung 10). Für eine detaillierte Beschreibung der Verfahren sei auf [SAP99h, 7-11] verwiesen. Die Auswahl der jeweils geeigneten Planungsmethode stellt ein Kosten/Nutzen-Problem dar, hängt aber auch von bestimmten Eigenschaften des Unternehmens ab, insbesondere vom Grad der Auftragsorientierung und der Komplexität des Produktions- und Distributionsnetzwerkes. Ggf. wendet man auch mehrere Verfahren nacheinander an [SAP99h, 5 u. 6].

☞/● **A 27. Unterstützung der Beschaffung** – Die SW soll weitgehend automatisiert aus der Planung – unter Berücksichtigung der Wiederbeschaffungszeiten [PiKu99, 75] – die

notwendigen Bestellanforderungen generieren und an Zulieferer weiterleiten. Nur in bestimmten Situationen (z. B. bei Überschreiten bestimmter Wertgrenzen oder Ausfall der üblichen Lieferanten) ist der Vorgang dem Disponenten zur Entscheidung vorzulegen. Eine aktuelle Herausforderung in diesem Zusammenhang ist die Anbindung der SCM-SW an elektronische Auktionen und Marktplätze im Internet. Daher ist es erforderlich, dass die SCM-SW hier automatisch Bedarfe ausschreiben, Angebote überprüfen und ggf. annehmen kann.

☞ Der APO generiert aus dem *SNP-Lauf* Bestellanforderungen und leitet sie als Bestellungen direkt oder nach weiteren Schritten an die Zulieferer weiter. Ab APO 3.0 unterstützt die *Purchasing Workbench (PWB)* die Einkaufsdisponenten bei der Beschaffung von Fremdbezugsteilen für die Produktion (im Gegensatz dazu fokussiert SAP *Business-to-Business Procurement* die Beschaffung von Gütern und Dienstleistungen, die nicht direkt in das Endprodukt eingehen [SAP99i]). Die *PWB* erlaubt Simulationen für die Entscheidung zwischen Eigenfertigung, Umlagerung und Fremdbeschaffung. Bei Fremdbeschaffung bietet *PWB* Informationen zur Auswahl des Lieferanten (z. B. Beschaffungszeiten, -kosten) und zur Losgrößenbestimmung (z. B. Lager- und Transportkosten sowie Preisstaffeln) an. Es wird noch zu prüfen sein, ob die Losgrößenbetrachtung branchenspezifisch zu differenzieren ist. Die Bestimmung der Lieferpläne ist ebenso möglich wie ein Zugriff auf die Transportplanung (vgl. Abschnitt 2.8). Auch eine Anbindung an Internet-Marktplätze ist vorgesehen, z. B. indem die SW dort automatisiert Bedarfe ausschreibt. Gibt ein Zulieferer ein Gebot ab, so legen Regeln die weitere Vorgehensweise fest: Ist das Unternehmen als zuverlässig bekannt, sagt der APO automatisiert zu. Ist dies nicht der Fall, wird die Entscheidung an den Disponenten weitergeleitet. Durch die Integration mit *Collaborative Planning* (vgl. Abschnitt 2.10) kann der APO Lieferanten über Änderungen automatisch informieren [Schn99, 38-39].

- **A 28. Bestandsplanung und –steuerung** – Die Bestandsplanung und –steuerung soll dem Planer die Kontrolle der Materialbestände sowie die Planung von Umlagerungs- oder Nachschubvorgängen in der Lieferkette ermöglichen. Außerdem gilt es, unterschiedliche Regeln für Lagerein- und –abgänge sowie für Sicherheitsbestände festzulegen [PiRe98, 64; PhPi99, 21]. ☞ *SNP* schlägt diese dem Anwender auf Basis von Beschaffungszeiten, Nachfrageschwankungen, durchschnittlicher Prognoseabweichung und angestrebtem Servicegrad vor. Auch geplante verkaufsfördernde Maßnahmen und Intransitbestände lassen sich berücksichtigen [SAP99h, 6].

Die folgenden beiden Anforderungen beziehen sich auf die Verteilplanung.

- **A 29. Zuteilung des Produktangebots** – Übersteigt die Nachfrage das Angebot, so soll die SCM-SW die Zuteilung nach Bedarfsprioritäten (z. B. A-Kunden vor C-Kunden), Aufteilungsregeln oder einer Kombination der beiden vornehmen (bspw. werden die Aufträge von A-Kunden zu 80 % erfüllt, dann die von B-Kunden zu 60 %; bleibt noch Angebot übrig, teilt man dieses auf die A-Kunden auf) [PWC99, 107]. Gegebenenfalls sind Rahmenverträge oder Mindestzuteilungen zu berücksichtigen. Dabei soll die Berechnung die „disponiblen Fertiglagerbestände“ zu Grunde legen, d. h. auch zu erwartende Lieferungen der Produktion an das Fertigwarenlager in die Zuteilung miteinbeziehen [Mert00, 225-226]. ☞ *Deployment* plant die Verteilung des vorhandenen Angebotes innerhalb des Netzwerkes. Um den kurzfristigen Bedarf zu decken, beachtet APO u. a. offene Kundenaufträge, Sicherheitsbestände, Absatzprognosen sowie die Kapazität der Distributionszentren und Transportressourcen. Übersteigt der Bedarf das Angebot, so berücksichtigt *SNP* Bedarfsprioritäten und wendet ggf. eine *Fair-Share-Aufteilungsregel* an, die auch Rahmenverträge und garantierte Mindestzuteilungen einbezieht. Steht andererseits z. B. zu wenig Lagerplatz zur Verfügung, wird der Bestand über eine sog. „Push-Logik“ im Netzwerk verteilt, d. h. der gesamte Bedarf innerhalb des Planzeitraums („*Deployment Horizon*“) wird (auch früher als erforderlich) befriedigt. *Deployment* beachtet auch Quertieferungen und die Nachbevorratung interner Lager [Schn99, 38; SAP99h, 6 u. 11-12].
- **A 30. Zuordnung alternativer Produkte** – Ist der gewünschte Artikel nicht in ausreichender Menge vorrätig, muss die Zuordnung alternativer Produkte möglich sein, um die von den wichtigsten Kunden wahrgenommene Lieferfähigkeit zu maximieren [PWC99, 107]. ☞ Jedoch beinhalten weder APO 2.0 noch 3.0 Regeln für solche Produktsubstitutionen, wenn sie auch mittelfristig vorgesehen sind.

2.7 Produktionsplanung

In den Modulen der Produktionsplanung wird häufig unterschieden zwischen der übergreifenden Kapazitäts- und der lokalen Reihenfolgen- bzw. Feinplanung innerhalb eines Werkes oder einer einzelnen Anlagengruppe. Die **Produktionsgrobplanung** detailliert den für die Produktion relevanten Teil der im vorigen Abschnitt beschriebenen LNP. Sie legt (vorläufig) fest, welches Material bzw. welcher Auftrag zu welchem Zeitpunkt an welcher Anlage und in welcher Menge zu fertigen ist. Dabei muss sie sicherstellen, dass ausreichend Produktionskapa-

zität und Rohstoffe zur Verfügung stehen [PiRe98, 64-65]. In der **Feinplanung** hingegen werden die Produktionsaufträge „unter Berücksichtigung neuester Entwicklungen bei Terminen, personellen und maschinellen Ressourcen feindisponiert“ [Mert00, 183]. Hauptaufgaben „sind die Festlegung des Zeitpunktes der Auftragsfreigabe, die Ressourcenzuordnung und die Reihenfolgeplanung“ [KnMe99, 79].

Im APO deckt das Modul *Production Planning/Detailed Scheduling (PP/DS)* die Produktionsplanung ab. Zum besseren Verständnis seien zunächst Anwendungsbereich und Funktionen von *SNP* und *PP/DS* verglichen.

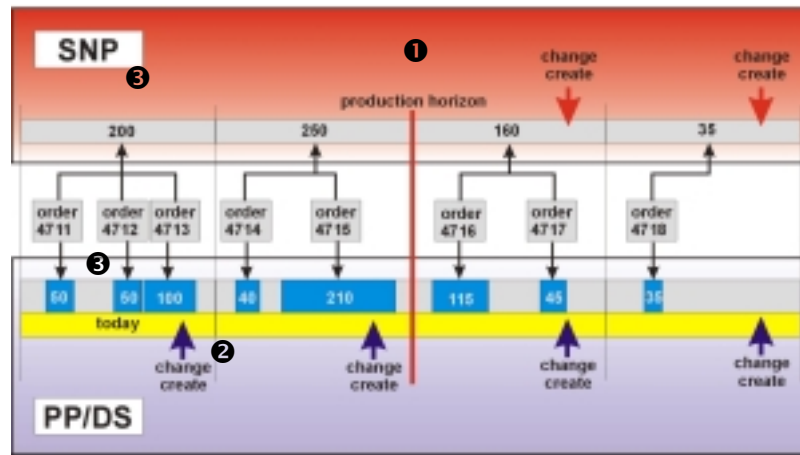


Abbildung 11: Der Produktionshorizont begrenzt den Anwendungsbereich des SNP [verändert nach SAP99g, Kap. 7, 6]

Wie Abbildung 11 (❶) zeigt, begrenzt der (frei definierbare) Produktionshorizont den Anwendungsbereich des *SNP*. Ein Auftrag, dessen Starttermin innerhalb dieses Zeitfensters liegt, kann nicht mehr mit *SNP*, sondern nur noch mit *PP/DS* geplant werden (❷). Die Darstellung verdeutlicht (❸), dass die mittelfristige Planung des *SNP* Aufträge in sog. *Buckets* aggregiert,

Eigenschaft	SNP	PP/DS
Anwendungshorizont: Planung der (z. B.) ...	...nächsten Wochen	...nächsten zehn Schichten
Planungszeitraum, -genauigkeit	Periode (bis Tagesgenauigkeit)	Bis Sekunde
Planungsobjekte	(Aggregierte) Bucket-Ressourcen	Ausgewählte Ressourcen
Liefertermine	Ja	Ja
Produktionskapazitäten	Ja	Ja
Zusatzschichten	Ja	Ja
Lagerkapazitäten	Ja	Ja
Handhabungskapazitäten	Ja	Ja
Transportkapazitäten	Ja	Ja
Unterbrechungen	z. B. Wochenenden	z. B. Schichtwechsel, Pausen
Umrüstzeiten	Nein	Ja
Reihenfolgeplanung	Nein	Ja
Aus Reihenfolgen resultierende Minimal- und Maximalzeiten	Nein	Ja
Limitierung von Losgrößen	Ja	Ja
Sicherheitsbestände	Ja	Ja

Tabelle 1: Ähnlichkeiten und Unterschiede von SNP und PP/DS [KnMe99, 122]

die maximal tagesgenau sind, wohingegen *PP/DS* sekundengenau terminieren kann [SAP99g, Kap. 7, 6]. Tabelle 1 stellt Ähnlichkeiten und Unterschiede von *SNP* und *PP/DS* einander gegenüber.

PP ordnet die Produktionsbedarfe (die in *SNP* erzeugten Planaufträge) den Ressourcen eines bestimmten Werkes zu und prüft die Materialverfügbarkeit. Ergebnis ist ein durchführbarer Produktionsplan, der dann an *DS* weitergegeben wird [Schn99, 37]. *DS* bietet verschiedene Werkzeuge, die dazu genutzt werden, eine geeignete Bearbeitungsreihenfolge und Betriebsmittelauswahl zu bestimmen [SAP99j, 6].

- **A 31. Plantafel für die Produktionsplanung** – Die SW soll dem Produktionsplaner durch eine grafische Plantafel (ähnlich einem Leitstand) umfangreiche Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten zur Verfügung stellen. Probleme, wie z. B. Verletzungen von Restriktionen, müssen angezeigt und der Planer bei deren Beseitigung unterstützt werden. Dabei sind „die optischen Anzeigen durch leistungsfähige Entscheidungsunterstützungssysteme, darunter auch wissensbasierte, anzureichern“ [Mert00, 185]. Da sich nicht alle Um-dispositionen algorithmisch beherrschen lassen, ist die Plantafel auch für die *Feinplanung* wichtig. Hier erfolgen dann personelle Umplanungen, z. B. wenn eine Maschine ausfällt oder ein Arbeiter erkrankt, sowie die Freigabe der Fertigungsaufträge.

☞ *PP/DS* umfasst „benutzerfreundlich gestaltete, grafische Plantafeln, die Leitstandssystemen ähneln“ [KnMe99,

126] und sich an die individuellen Erfordernisse des Anwenders anpassen lassen. Wie Abbildung 12 zeigt, kann der Planer in der Baumstruktur ❶ die für ihn relevanten Daten selektieren. Treten bzgl. dieser Elemente *Alerts* auf, so werden ihm diese in ❷

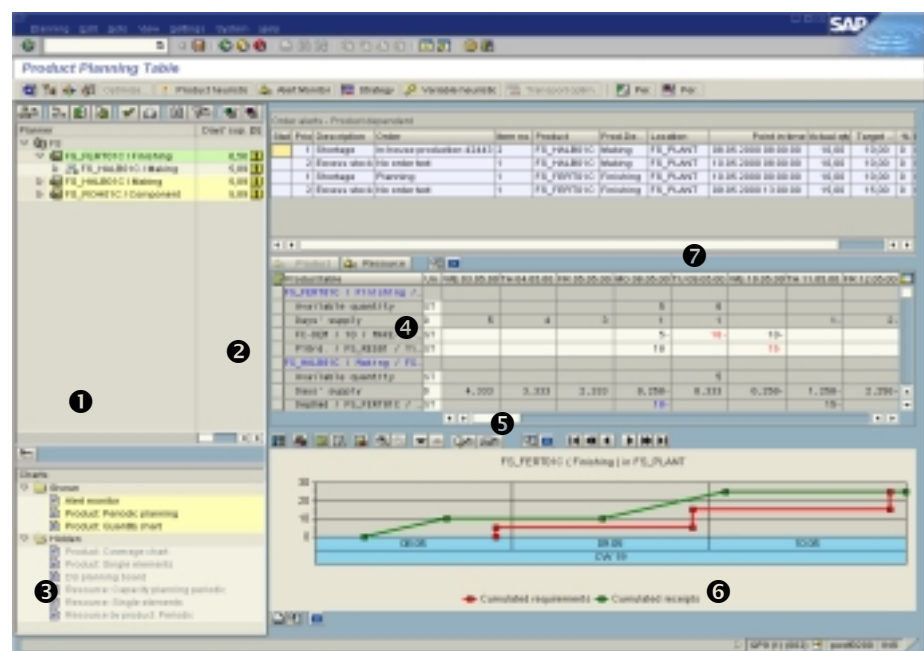


Abbildung 12: Produktplantafel in PP/DS

angezeigt. Mit Komponente ③ kann er die Plantafel seinen Ansprüchen gemäß gestalten. Im abgebildeten Beispiel hat sich der Anwender für die Anzeige des *Alert Monitor* (④), eine Übersicht über die geplante Entwicklung der Bestände eines Halb- und eines Fertigerzeugnisses (⑤) sowie eine Darstellung von Fortschrittszahlen (⑥) entschieden. Über die Schalterleiste ⑦ hat der Planer u. a. Zugriff auf Heuristiken (siehe A 32.), um durchführbare Produktionspläne zu generieren. Es liegen jedoch keine wissensbasierten Systeme zur Entscheidungsunterstützung vor. Zwar erwogen die Entwickler der SAP den Einsatz von Case-Based Reasoning, kamen jedoch zu dem Schluss, dass dieses im Vergleich zu Genetischen Algorithmen keine wesentlichen Vorteile beinhaltet, aber erheblichen Aufwand für die Ablage und spätere Zuordnung historischer Produktionspläne bedingt hätte.

Auch die Reihenfolgeplanung ist in *PP/DS* benutzungsfreundlich gestaltet, insbesondere durch Gantt-diagramme. Rüstzeiten werden hier durch farbliche Hervorhebung dargestellt. Wählt der Planer einen Vorgang aus, so zeigt ihm der APO Reihenfolge, Status und ggf. Probleme von anderen, mit dem gewählten Vorgang in Zusammenhang stehenden Operationen und Materialien an. Personelles Umplanen ist mit Drag-and-Drop möglich. Die Auftragsfreigabe kann jedoch erst ab Version 3.0 direkt von APO aus erfolgen.

- **A 32. Optimierende Verfahren für die Produktionsplanung** – Der Planer benötigt optimierende Verfahren, die durchführbare Produktionspläne generieren und dabei die bestmögliche Nutzung von Ressourcen und Werken sowie die Verringerung der Lager- und Rüstkosten anstreben. Um dem theoretischen Optimum näher zu kommen, soll die Planung die in traditionellen Konzepten sequenziell durchlaufenen Planungsstadien (Materialbedarfsplanung, Durchlaufterminierung/Kapazitätsabgleich, Verfügbarkeitsprüfung (Ressourcen, Material)) simultan durchführen [Serv98, 16]. Dabei gilt es, Engpässe zu erkennen und eine ausreichende Vorproduktion sicherzustellen. In der mehrstufigen Fertigung kann erschwerend hinzukommen, dass auch wandernde dynamische Engpässe im Produktionsnetz erkannt werden müssen [PiRe98, 65]. Die Planung soll Produktionsaufträge auf alternative Ressourcen in mehreren Werken verteilen können. Darüber hinaus sind Auftragssplitting und überlappende Fertigung als Mittel der Durchlaufzeitverkürzung

- ① Minimale Gesamtdurchlaufzeit der Lose
- ② Minimale Kapitalbindung in der Produktionsstätte
- ③ Minimale Leerkosten/
maximale Kapazitätsauslastung
- ④ Minimale Umrüstkosten
- ⑤ Maximale Terminalsicherheit

Abbildung 13: Beispiele für Ziele der Bearbeitungsreihenfolgeplanung [Mert00, 184]

erforderlich [Knol97, 323].

Auch die *Feinplanung* benötigt optimierende Verfahren, die unter Beachtung bestimmter Ziele (vgl. Abbildung 13) und Restriktionen die Bearbeitungsreihenfolge, die Betriebsmittelauswahl sowie Beginn- und Endzeitpunkte der Arbeitsgänge festlegen. Dabei sind verschiedene Strategien, wie Vorwärts-, Rückwärts- und Mittelpunktsterminierung, zu ermöglichen [Mert00, 168-169].

Um den Anwender von der algebraischen Modellformulierung zu entlasten, soll er die Optimierungsmodelle über eine grafische Benutzungsoberfläche spezifizieren können (dies gilt auch für andere Module). Die Lösungsmethoden müssen Ergebnisse in sehr kurzer Zeit liefern, da sie nur dann „eine schnelle Reaktion auf plötzlich auftretende Engpässe, Änderungen etc.“ ermöglichen [Both98, 34].

☞ APO bietet die Verfahren *Constraint Propagation* und *Genetische Algorithmen* (vgl. Abbildung 14 ❶). Diese generieren unter simultaner Berücksichtigung der Kapazitäts- und Materialrestriktionen über mehrere Werke hinweg durchführbare Produktionspläne und verbessern die Terminierung etwa hinsichtlich der Summe der Auftragsverspätungen, der Gesamtdurchlaufzeit, der Rüstzeiten oder –kosten (❷) [HuPa99, 64]. Eine Gewichtung der teilweise konfliktären Kri-

terien kann man in ❸ vornehmen. Den Verfahren ist gemein, dass die Lösungsqualität von der Zeit abhängt, die der Planer dem Prozess gewährt. „Eine Bestimmung des exakten Optimums [ist] in vielen Problemklassen aus Rechenzeitgründen unmöglich“ [KnMe99, 130]. Eine generelle Aussage, unter welchen Bedingungen sich welches Verfahren eignet, kann nicht getroffen werden. Vielmehr empfiehlt es sich, im jeweiligen Anwendungsfall die Qualität der Ergebnisse beider Verfahren nach einer als realistisch eingeschätzten Laufzeit anhand mehrerer

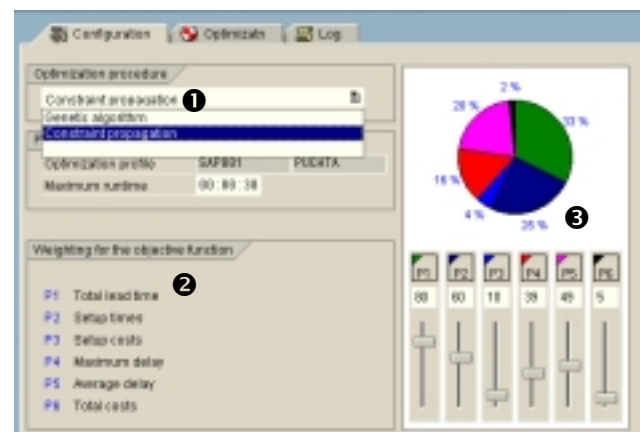


Abbildung 14: Im PP/DS Optimizer gewichtet der Anwender die Zielkriterien und legt die anzuwendende Heuristik fest [Brau99a, 14]

- ❶ Infinite Planung
- ❷ Finite Vorwärtsplanung
- ❸ Finite Rückwärtsplanung
- ❹ Finite Vor- und Rückwärtsplanung (Mittelpunktsterminierung)
- ❺ Auflösung von Rückständen (Backlog Elimination)
- ❻ Sequencing (für eine Ressource)

Abbildung 15: Planungsstrategien von APO DS in der Reihenfolgeplanung [SAP99j, 10; Kuhn99, 20]

Testfälle zu vergleichen. Für die eher kurzfristig orientierte Reihenfolgeplanung bietet DS die in Abbildung 15 dargestellten Planungsstrategien an. Diese unterscheiden sich u. a. dadurch von den oben genannten Planungsverfahren, dass sie lediglich lokale statt globale Zusammenhänge berücksichtigen. So wählen sie als Nachfolger eines Auftrags z. B. denjenigen, der die niedrigsten Rüstkosten hat, ohne jedoch zu analysieren, ob dies auch die Summe der Rüstkosten über mehrere Folgeaufträge hinweg minimiert. Die *Fixin Logic* ermöglicht es, dass die Optimierung keine Aufträge ändert, bspw. wenn sie der Planer modifiziert hat oder sie sich innerhalb des sog. Fixierungshorizonts befinden, in dem keine Änderungen mehr vorgenommen werden dürfen [SAP99j, 12]. Generell kann der Anwender zwischen fixierter und dynamischer Zuordnung von Material zu Fertigungsaufträgen wählen („Pegging“). Die Planung überlappender Fertigung ist bereits seit APO 1.0 möglich, wird jedoch ab 3.0 noch erweitert, z. B. durch eine Abstimmung der Ressourcen bei unterschiedlichen Fertigungsgeschwindigkeiten. Auch das Auftragsplitting wird unterstützt.

Es ist möglich, die Planungsverfahren als Stapelverarbeitung im Hintergrund laufen zu lassen, z. B. jeden Morgen, bevor der Planer seine Arbeit beginnt. „Zudem existiert eine Modellbibliothek, aus der Anwender durch Parametrierung und unter Berücksichtigung der Branchegegebenheiten spezifische Modelle generieren können. Der Benutzer kann für die einzelnen Betriebsmittelgruppen definieren, ob eine die Kapazitätsgrenzen berücksichtigende Finite Planung vorgesehen werden soll“

[KnMe99, 84]. Die Performance der Verfahren ist nach Erfahrung der SAP-Entwicklungsabteilung kein Problem. Für Änderungen in der letzten Minute ermöglicht *Real-time Planning and Scheduling* eine Beschleunigung des Lösungsprozesses durch die Kombination

von *Constraint Propagation* mit einem *edge-finding-Algorithmus*, der den Lösungsraum, in dem sich das Optimum befinden kann, einschränkt [SAP99j, 12].

Da jedoch auch das breite Angebot an Algorithmen nicht sicherstellen kann, dass die Bedürfnisse aller Anwender befriedigt werden, enthält APO ab Version 2.0 die *APO Optimization Extension Workbench (APX)* (vgl. Abbildung 16). Diese ermöglicht die Einbindung zusätz-

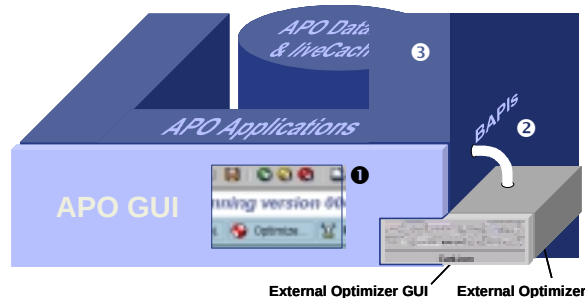


Abbildung 16: APO Optimization Extension Workbench [Siet99, 16]

licher Verfahren in die APO-Umgebung, die etwa schon im Unternehmen vorhanden sind oder von Drittanbietern offeriert werden. Hier ist insbesondere auf den Marktführer bei der Bereitstellung mathematischer Komponenten für SCM-Software, ILOG S. A., zu verweisen, dessen Algorithmen im APO breite Anwendung finden [KnMe99, 84]. Abbildung 16 beschreibt die Funktionsweise der APX. Gemäß der Idee „ILOG Components are to high performance software what computer chips are to hardware“ [Alao99, 5] kann man „Extension Modules“ einbinden, die aus PP/DS aufrufbar sind (❶) und über Business Application Programming Interfaces (BAPIs) (❷) direkten Zugriff auf die APO-Daten und den *liveCache* (❸) haben. Die ersten Implementierungen wurden bei einem deutschen Unternehmen der Stahlbranche bereits erfolgreich vorgenommen [AMR00c]. Hierbei wird ein Algorithmus von ILOG kundenspezifisch angepasst, der die Belegung der einzelnen Fertigungsstraßen organisiert. Aufgrund der ähnlichen Problemstellung wird in einem weiteren Projekt derselbe Basis-Algorithmus von ILOG für die Optimierung der Produktionssequenzbildung bei der Daimler-Chrysler AG eingesetzt [Berg99, Bisc00].

2.8 Transportplanung

Die eher kurzfristig orientierte Transportplanung befriedigt den aus der Distributions- und Bestandsplanung resultierenden Transportbedarf durch Auswahl der Beförderungsart und Bestimmung von Beladung und Fahrtroute. Sie stellt einer Untersuchung der META Group zufolge zurzeit einen der wichtigsten Bereiche in den Anstrengungen der Anbieter von SCM-SW dar [META00c], was zum einen an den Erfolgen bisheriger Transportplanungssoftware [PWC00a, 10] und zum anderen am zunehmenden Interesse von Logistikdienstleistern an SCM-SW liegen mag [Kran99a, 71]. Jedoch ist angesichts der enormen funktionalen Breite der Transportplanung noch kein Anbieter von SCM-SW erkennbar, der die ganze Spannbreite von der Routenplanung bis hin zu Anwendungen mit dreidimensionalen Grafiken für die Optimierung der Beladung eines Lkw abdecken kann [META00c].

APO 3.0 fokussiert diesen Aufgabenbereich mit dem neuen Modul *Transportation Planning and Vehicle Scheduling (TP/VS)*. Da *SNP Deployment* die Auswahl der Auslieferungslager, aus denen ein Transport erfolgen soll, vornimmt (vgl. Abschnitt 2.6), lautet die erste Anforderung an diesen Programmteil die Auswahl der Transportart.

- /● **A 33. Auswahl der Transportart** – Es stehen oft mehrere Transportmittel in Konkurrenz, etwa betriebseigene und mietbare Lkw, Spediteure, Bahn sowie Luftfracht [Mert00, 231-232].

Die SCM-SW soll bei deren Auswahl vielfältige Aspekte, wie Gewicht, Volumen, Anzahl der Paletten [PiRe98, 64] und ggf. Sicherheitsbestimmungen einer Lieferung, aber auch Kosten, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Transportart berücksichtigen. Eine zukunftsweisende Anforderung ist die Einbindung von Transportbörsen im Internet [MeFa98], wie z. B. die Plattformen von eLogistics für „temperaturgeführte Güter“ [Hast00] und von i2 Technologies (<http://www.freightmatrix.com>). Solche Börsen lassen sich auch für Lieferungen nutzen, die nur Teile einer Transporteinheit („Less than Truck Load“, LTL) in Anspruch nehmen. Ein Unternehmen kann hier einen LTL-Bedarf ausschreiben oder ggf. selbst als Anbieter von Transportleistungen auftreten, wenn es einen Lkw nur teilweise zu beladen vermag. ☞ *TP/VS* erfüllt diese Anforderungen voraussichtlich weitgehend.

🔍/🔍 **A 34. Optimierung der Transportmittelbeladung** [Kahl99, 3] – Der *Transport Load Builder* des APO 2.0 macht hier nur eine grobe Vorplanung. *TP/VS* verspricht Verbesserungen in Form einer detaillierteren Planung, die umfangreichere Restriktionen berücksichtigt. Jedoch kündigt SAP für die Version nach APO 3.0 eine Schnittstelle zu entsprechenden Programmen anderer Anbieter an, die deutliche Verbesserungen bringen sollen, was darauf schließen lässt, dass SAP selbst die Leistungsfähigkeit des *TP/VS* in diesem Bereich als begrenzt ansieht [SAP00a, 15].

🔍/🔍 **A 35. Tourenplanung** – Abbildung 17 stellt exemplarisch Restriktionen dar, die es bei der Tourenplanung zu beachten gilt. Die SCM-SW soll nicht nur die Auslieferung von Ware terminieren können, sondern auch die Beladung des Transportmittels auf der Rückfahrt, z. B. durch Leerbehälter, zu beschaffende oder zum Recycling rückzunehmende Güter. Die Routenplanung sollte unter Verwendung digitaler Straßenkarten stattfinden und aktuelle Standortdaten der Lkw berücksichtigen [PWC99, 107-108; PiKu99, 75]. ☞ Die Tourenplanung des *TP/VS* erfüllt zwar die erstgenannten Anforderungen weitgehend, basiert jedoch auf im Netzwerkmodell des APO angelegten

- ❶ Öffnungszeiten der Kundenbetriebe und Depots
- ❷ Gewünschte Liefertermine
- ❸ Priorität der Lieferung
- ❹ Ent-/Beladezeiten
- ❺ Fahrzeugbesonderheiten (z. B. Hebebühne)
- ❻ Ausstattung des Kunden (z. B. Gabelstapler, Laderampe)
- ❼ Fahrerbezogene Restriktionen, z. B. vorgeschriebene Pausen, Maximalfahrzeiten (Sicherheitsbestimmungen), Verfügbarkeit entsprechend qualifizierter Fahrer (z. B. für Gefahrgut-Transporte), Absprachen mit dem Betriebsrat (z. B. Zahl der Touren pro Woche)
- ❽ Streckenbezogene Restriktionen, z. B. hinsichtlich des Gewichtes oder der Höhe des Fahrzeugs, Zulässigkeit von Gefahrgut-Transporten (z. B. Wasserschutzgebiet)

Abbildung 17: Beispiele für Restriktionen der Tourenplanung [Mert00, 233]

Transportation Lanes, also nicht auf digitalen Straßenkarten. Für zukünftige Versionen des

APO ist eine Schnittstelle vorgesehen, welche die Einbindung von Routenplanungssystemen erlaubt, die auf Straßenebene planen [SAP00a, 7-8, 15].

- /● **A 36. Distributionsleitstand** – Ein Leitstand soll es dem Benutzer ermöglichen, geringe Auslastungen zu vermeiden oder kurzfristig eine eilige Lieferung einzuplanen. Neben Umplanungsheuristiken und der Darstellung von Alarmen fordert MERTENS [Mert00, 234] auch eine IV-technische Anbindung der Fahrer und Fahrzeuge sowie die Verbindung mit Fahrzeugortungssystemen wie GPS. So kann der Planer kurzfristig neu- bzw. umdisponieren und etwa durch Stauvermeidung sicherstellen, dass Liefertermine eingehalten werden [PWC99, 107]. ☞ Hier scheint *TP/VS* die Anforderungen recht gut zu erfüllen.
- /● **A 37. Cross Docking** – Dies wird in *TP/VS* ermöglicht.

Tracking und Tracing ist in der SAP SCM-Initiative vorgesehen, jedoch nicht als Teil des APO, sondern entweder im *Logistics Execution System* oder als separater *Tracking- und Tracing-Server*.

2.9 Verfügbarkeitsprüfung

Terminprüfungsmodule gestatten die frühzeitige Zusage verbindlicher Liefertermine (Available-to-Promise, ATP) und sind im Grenzbereich zwischen Supply Chain Planning und Execution angesiedelt. Dementsprechend findet man hier – verglichen mit den anderen Planungsmodulen – oft eine große Anwenderzahl. ATP-Module nutzen den hohen Integrationsgrad von SCM-SW, indem sie gegen Bestände, Produktionskapazitäten, Transportmöglichkeiten etc. prüfen. Dabei sind sichere „Buchbestände“ durch sorgfältige Inventursteuerung die Grundvoraussetzung für eine hohe Effektivität des ATP [MeZe99, 378]. Ist ein von einem Kunden gewünschtes Produkt nicht in ausreichender Menge im Bestand oder Produktionsplan vorgesehen, so nennt man die notwendige simulative Änderung der Pläne zur Identifikation eines möglichen Liefertermins eine „Capable-to-Promise(CTP)-Prüfung“. Im Folgenden wird CTP als Teil von ATP gesehen. Es ist anzunehmen, dass die Bedeutung von ATP nicht zuletzt durch den zunehmenden Electronic Commerce in der nahen Zukunft weiter steigt [Fabi00]. In *SAP APO* deckt *Global ATP* diese Anforderungen ab.

- **A 38. Prüfen gegen Bestände** – Fragt ein potenzieller Kunde nach dem Liefertermin für seinen Auftrag, so prüft ein ATP-Modul zunächst die verfügbaren Bestände des Endproduktes. Dabei muss es Sicherheitsbestände und prognostizierte Bedarfe anderer, ggf. wichtigerer (A-)Kunden berücksichtigen. Umgekehrt mag man evtl. schon für andere (C-)

Kunden reservierte Ware zu Gunsten eines A-Kunden freigeben [MeZe99, 378]. ☞ APO gibt dem Disponent die Möglichkeit, gegen Lagerbestände, Kontingentierungspläne, Prognosen etc. zu prüfen [Schn99, 38]. Man kann frei definieren, welche Bestände oder geplanten Zu- und Abgänge in den ATP-Check miteinbezogen werden sollen. Auch Kundenprioritäten werden berücksichtigt. Die Verfügbarkeitsprüfung ist dynamisch, d. h. das System berechnet die aktuelle Situation bei jeder Abfrage neu. Als Ergebnis erhält der Disponent folgende Informationen:

- ❶ die Menge, die zum Wunschtermin verfügbar ist,
- ❷ ein Datum für die vollständige Lieferung,
- ❸ ggf. Daten über mehrere Teillieferungen [SAP99k, 6].

Kann keine Lieferung vom Fertigwarenlager stattfinden, so ergeben sich die beiden folgenden Anforderungen.

- **A 39. Automatisierte Alternativensuche** – Die SCM-SW soll Vorschläge generieren, wie sich der Bedarf aus anderen Lagern/Fertigungsstandorten, durch Produktsubstitution oder durch Fremdbezug befriedigen lässt. Dabei sind jeweils die Kosten zu ermitteln und die Alternativen entsprechend zu priorisieren. ☞ Im APO erzeugt das *regelbasierte ATP* Vorschläge, wie der Bedarf unter Berücksichtigung von Prüfungen gegen alternative Lokationen, Produktsubstitutionen (vgl. Abbildung 18, 1-3) oder durch Fremdbezug gedeckt werden kann, und ermittelt die jeweiligen Kosten [SAP99l, 5; Grüne99, 17].

- **A 40. Prüfen gegen Kapazitäts- und Materialsituation** – Um zu ermitteln, bis wann ein Produkt gefertigt werden kann, muss die SCM-SW den Liefertermin unter Berücksichtigung der aktuellen Kapazitäts- und Materialsituation (insbesondere Verfügbarkeit von Zwischenprodukten und Rohstoffen, Beschaffungszeiten von Fremdbezugsteilen [KnMe99, 46]) und der Kosten von Alternativmöglichkeiten (z. B. erweiterter Fremdbezug) zur Auftragserfüllung ermitteln. Dazu ist es notwendig, Anfragen und Aufträgen Ressourcen

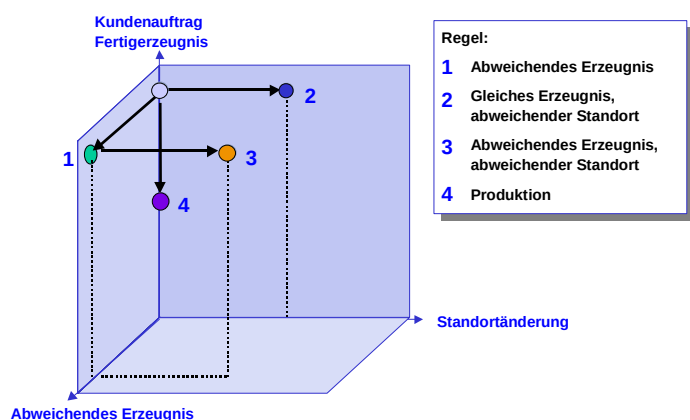


Abbildung 18: Darstellung einer Regel im ATP Decision Cube [SAP99g, Kap. 9, 11]

zuzuordnen [PWC99, 106]. Es soll also die Einplanung eines Auftrags im Produktionsplan (CTP) simuliert werden. „Streng genommen müsste der vollständige Fertigungsablauf einschließlich aller durch den fraglichen Auftrag bewirkten Losänderungen durchgerechnet sein, bevor die Einhaltung eines Kundenwunschtermins beurteilt werden kann“ [KnMe99, 46]. Die Komplexität der Optimierungsprobleme erfordert „Simulationen, Heuristiken und wissensbasierte Elemente in Gestalt von Regelwerken“ [MeZe99, 378-379]. Dabei muss die SCM-SW dem Disponenten darlegen, wie sich der aktuelle Vorschlag auf bereits gebuchte oder geplante Aufträge auswirkt [PiRe98, 64].

☞ Im APO ist mithilfe der Funktion *CTP* die Einplanung eines Auftrags im Produktionsplan simulierbar, um die Material- und Kapazitätsverfügbarkeit auf jeder Produktionsebene zu prüfen (vgl. Abbildung 18, 4) [Schn99, 39]. Die *Erklärungs- und Simulationskomponente* von *Global ATP* hilft dem Anwender, die Ergebnisse der Prüfungen zu interpretieren. Hierzu bietet es Daten über die Verfügbarkeit und bestätigte Mengen, aber auch komplexe, mehrstufige Dialoge. Sie erläutern bspw. die während der regelbasierten Verfügbarkeitsprüfung getroffenen Entscheidungen oder die Auswirkungen der Einplanung eines Produktionsauftrags [SAP99], 6].

- **A 41. Geringe Antwortzeiten** – Der höchste Nutzen ist realisierbar, wenn die Antwortzeiten gegen Null tendieren, da der (potenzielle) Kunde – etwa am Telefon oder über Internet – auf die Antwort wartet und ihn eine lange Wartezeit verärgert. Eine prompte Auskunft reduziert darüber hinaus die Chancen der Konkurrenz, den Auftrag zu erringen. ☞ Im APO steht durch die Integration aller Planungsdaten im *liveCache* „die ATP-Information in Echtzeit zur Verfügung und kann durch die Anbindung an das R/3-System zu einer sofortigen Verbuchung führen“ [BuKö00, 109].
- **A 42. Einbezug von Partnersoftware** – Da Liefertermine häufig auch von Partnerunternehmen abhängig sind, muss die SCM-SW mit deren unterschiedlichen Standard- und Individualsoftware-Modulen zusammenarbeiten können. ☞ „*Global ATP* schafft prinzipiell die Möglichkeit, die Verfügbarkeitsprüfung gegen mehrere R/3-Systeme, Produkte anderer Standardsoftware-Anbieter und Legacy-Systeme gleichzeitig durchführen zu lassen“ [KnMe99, 135]. *Local ATP* dagegen erlaubt den ATP-Check gegen ein einziges R/3-System. Für den Einbezug von Partnersoftware lässt sich auch der *Business Connector* (vgl. Abbildung 21) nutzen.

- **A 43. Konsistenz bei parallelen Prüfungen** – Insbesondere bei Herstellern, die direkt an Endkunden verkaufen (z. B. Dell Computer), muss eine Vielzahl von parallelen ATP-Checks konsistent gehalten werden, um etwa zu verhindern, dass ein vorhandener Bestand mehreren Kunden gleichzeitig zugesagt wird. ☞ Im APO blockiert der ATP-Check sowohl Material als auch Kapazität, bis die Prüfung abgebrochen oder als Auftrag verrechnet wird.
- **A 44. Überwachung der zugesagten Liefertermine** – Die SCM-SW soll die Fortschritte in Beschaffung, Produktion und/oder Auslieferung überwachen und den zuständigen Disponenten informieren, sobald die Pünktlichkeit der Lieferung in Gefahr gerät. ☞ *Global ATP* ermöglicht dies. Das Modul generiert aber auch Meldungen, die die Erreichung des Zieltermins unterstützen, etwa beim Eintreffen eines für die Lieferung zeitkritischen Teiles in der Warenannahme [SAP99l, 8].
- /● **A 45. Bevorzugte Neutermminierung bei Verspätung** – Ist der bereits zugesagte Liefertermin nicht zu halten, gilt es – soweit der Kunde seine Bestellung nicht zurückzieht – einen neuen Termin zu bestimmen. Die erneute ATP-Prüfung soll nun den Kundenbedarf hoch priorisieren und ihn nicht wie eine Erstanfrage behandeln. ☞ Diese Form der Rückstandsbearbeitung wird erst ab APO 3.0 möglich sein.
- **A 46. Internetanbindung** – Die SCM-SW soll Kunden, Zulieferern und Außendienstmitarbeitern Verfügbarkeitsprüfungen über das Internet gestatten. ☞ *Global ATP* ermöglicht dies [SAP99l, 11]. *So können bei Peugeot Automotive Kunden im Internet ihr Wunschauto konfigurieren und erhalten durch den APO eine sofortige ATP-Information [Jörn00a, 3; Jörn00b].*

2.10 Überbetriebliche Kooperation

Die bisherigen Abschnitte beschäftigten sich v. a. mit unternehmensinternen Abläufen. SCM betont jedoch die überbetriebliche Integration, mit der sich die folgenden Ausführungen befassen. Den Kooperationsgedanken treibt u. a. das CPFR Committee (<http://www.cpfr.org>) voran, in dem Repräsentanten von ca. 70 Industrie- und Handelsunternehmen vertreten sind. Es entwickelte bisher ein Prozess- und ein Datenmodell für CPFR zwischen Handel und Konsumgüterherstellern. Auch RosettaNet (<http://www.rosettanet.org>), eine ähnliche Initiative der High-Tech-Industrie, übernahm dieses Modell [META00d; Whit99, 10].

Bisher findet Kooperation meist über Telefon, Fax, E-Mail oder Electronic Data Interchange (EDI) statt [Kahl99, 7]. Jedoch kann SCM-SW in vielen Bereichen wichtige Unterstützung

bieten, die den Aufwand für Kooperationen senkt und gleichzeitig die Qualität der Planung erhöht. Dabei verspricht insbesondere das Internet interessante Perspektiven. Es sei jedoch ausdrücklich betont, dass nicht jede Art der internetbasierten Kommunikation gleich „Collaboration“ darstellt: „True collaboration alters business processes to facilitate mutual goals and integration of planning activities through shared intelligence“ [META00d]. Somit sind die folgenden Beispiele nicht Kooperation im Sinne von Collaboration: Ausschreibung von Transportbedarf an entsprechenden Internet-Börsen, Beschaffung von C-Teilen auf Internet-Marktplätzen, Nutzung eines Lagers durch zwei ansonsten unverbundene Unternehmen. Die folgenden Ausführungen stellen vertikale Kooperationskonzepte an 1:1-Beziehungen (z. B. Handel – Konsumgüterhersteller) dar. Dies soll jedoch weder eine Zusammenarbeit, die sich über mehrere SC-Glieder erstreckt, noch solche horizontaler Art in ihrer Bedeutung schmälern.

APO deckt die kooperative Planung durch *Collaborative Planning (CP)* ab. CP ist kein eigenständiges Modul, sondern setzt sich aus dem *Alert Monitor*, speziellen *internetfähigen Planungsmappen*, *erweiterten Makros* und *SAP Office* für die Kommunikation zwischen den Partnern zusammen [SAP99m, 11]. CP wurde im Rahmen von APO 2.0 im Oktober 1999 an Pilotkunden ausgeliefert und ist seit Februar 2000 allgemein verfügbar. Abbildung 19 zeigt die Komponenten von CP.

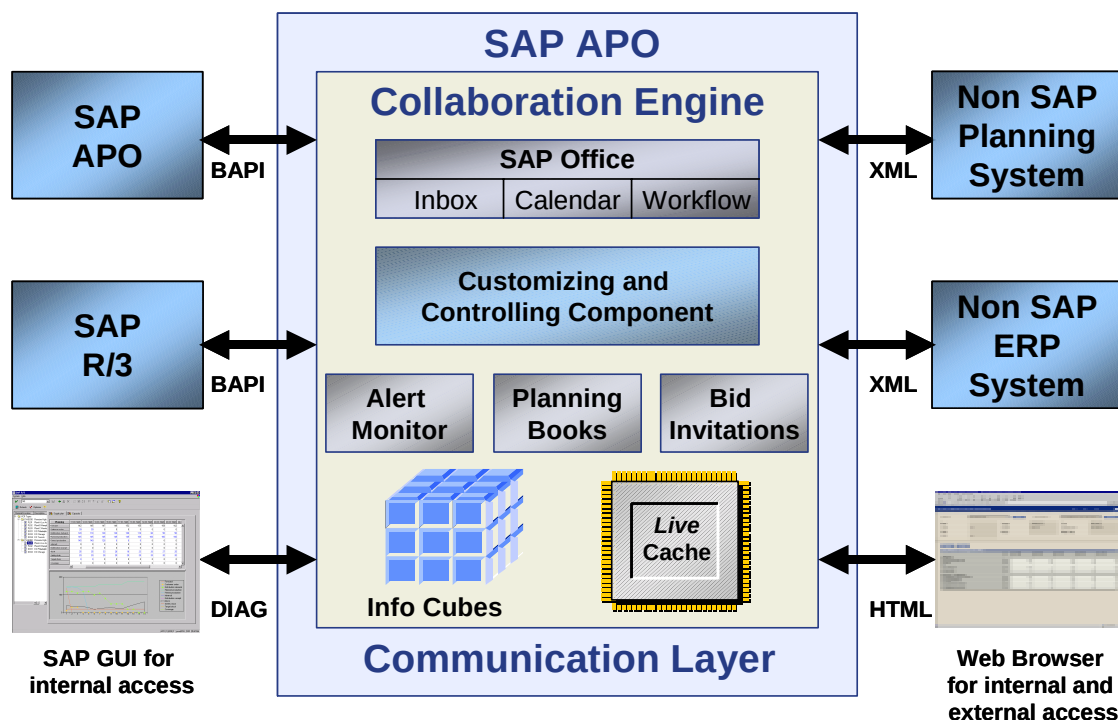


Abbildung 19: Architektur von APO Collaborative Planning [SAP00d, 23]

Die sog. *Collaboration Engine* ist dabei „verantwortlich für die Planung, Leitung und Steuerung des Prozesses der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit. Sie enthält die Anwendungslogik und nutzt bereits vorhandene Komponenten wie *InfoCubes*, *erweiterte Makros* und den *Planning-Book-Designer* [SAP99m, 13]. Der *Communication Layer* dient v. a. dem Datenaustausch mit Partnern (vgl. A 47. im folgenden Abschnitt).

2.10.1 Generelle Anforderungen

Die genauen Anforderungen von Kooperationen an SCM-SW sind wenig erforscht. Eine Analyse des Lebenszyklus von Kooperationen (vgl. Abbildung 20) ergibt, dass einige Phasen auf bereits diskutierte Funktionen zurückgreifen. So können umfangreiche Darstellungs-, Simulations- und Bewertungsmöglichkeiten (vgl. insbesondere Abschnitt 2.2) Kosten-Nutzen-Analysen zur

Identifikation von
Verbesserungs-
potenzialen unter-

stützen. Ebenso er-
möglichen sie ein ge-



**Abbildung 20: Phasen im Lebenszyklus von Kooperationen
[erweitert nach KuHe98, 10-11]**

meinsames Verständnis der Partner hinsichtlich der zu Grunde liegenden Prozesse und können darüber hinaus zur Ausarbeitung der Kooperation beitragen, bspw. im Rahmen der Ermittlung eines Algorithmus zur Verteilung der Nutzeffekte [KuHe98, 9]. Bei *dm-drogerie markt* prüft man schon seit Anfang der 90er Jahre durch Simulationen, welche logistischen Aufgaben von *dm* und welche von kooperierenden Herstellern übernommen werden sollen [FrHi99, 4]. Zusätzlich mag man für die permanente Anpassung der Arbeitsabläufe im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ein IT-gestütztes Kooperationscontrolling fordern (vgl. Abschnitt 2.3) [KuHe98, 11]. Es ergeben sich jedoch auch generelle Anforderungen, die noch nicht diskutiert wurden:

- /● **A 47. Datenaustausch mit Partnerunternehmen über EDIFACT und internetbasierte Lösungen** – Den meisten Kooperationskonzepten ist die „unternehmensübergreifende Synchronisation und Transparenz sowie Priorität von Messwerten vor allem aus dem überbetrieblichen Bereich gegenüber Prognosewerten“ gemein [MeFa98]. Zur Erreichung der geforderten Transparenz stellt der Datenaustausch einen kritischen Erfolgsfaktor dar. Der traditionelle Standard für den Datenaustausch im zwischenbetrieblichen Bereich ist EDIFACT

(Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) [SpHe00, 95]. Jedoch steht die EDI-Technologie im Ruf, teuer und unflexibel zu sein [AMR00a, 4]. Die **hohen Kosten** werden häufig als Hauptgrund für die geringe Akzeptanz von EDI bei kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) genannt [WöKr98a]. *So muss Lufthansa Air Plus, ein Anbieter von Abrechnungssystemen und Informationsdienstleistungen für Geschäftsreisen, Logistik und Einkauf, wöchentlich 14.000 Kunden eine Rechnung übermitteln, von denen lediglich 35 EDI einsetzen [Afif99, 22].* Jedoch bringt ein solch vereinzelter Informationsaustausch mit wenigen Partnern keine signifikanten Verbesserungen [CPFR99b]. Vielmehr gilt es, etwa hinsichtlich der Vollständigkeit der Daten, einen sehr großen Teil der Partner abzudecken, was eine Anbindung auch von KMUs bedingt. *So rechnet Lufthansa Air Plus erst dann mit spürbaren Einsparungen, wenn 50 bis 60 Prozent der Transaktionen online durchgeführt werden können [Afif99, 26].* Es ist jedoch unklar, ob die Kritik der hohen Kosten heute noch angebracht ist. So wurden Partner der Schöller AG schon durch eine einmalige Investition von 8.000 DM (und geringe laufende Kosten) EDI-fähig [Schi00a]. Der zweite Kritikpunkt, die **Unflexibilität von EDI**, beschränkt das Kooperationspektrum [CPFR99b]. Ein Beispiel im Rahmen des CPFR stellen sog. „forecast comparison exceptions“ dar, die sich nicht in EDI abbilden lassen [Sync98, 3].

Diese Defizite sollen internetbasierte Systeme beheben, da der „Einsatz des Internet als Übertragungsmedium mit nur geringem Kostenaufwand verbunden“ und „die Kompatibilität mit den meisten unternehmensinternen Systemen“ gegeben ist [Wild00, 69]. Auf diese Weise ist auch eine Einbindung von KMUs möglich, da ca. 94 % der mittelständischen Unternehmen in Deutschland über einen Internetzugang verfügen [Zerf00, 8]. Gleichzeitig bilden sich – insbesondere im Rahmen von XML (eXtensible Markup Language, vgl. <http://www.w3c.org>) – neue Standards für den zwischenbetrieblichen internetbasierten Datenaustausch, die auch ein breites Kooperationspektrum erlauben [AMR00a, 13]. Eine detaillierte Analyse der Vorteile von XML findet sich in [Sync98]. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass EDIFACT durchaus auch Vorteile aufweist. Erstens erlauben die schlankeren Datenstrukturen, die auf beschreibende Elemente verzichten, eine effizientere Datenübertragung und –verarbeitung, was insbesondere bei großen Datenmengen von Bedeutung ist. Zweitens existiert mit EDIFACT ein akzeptierter Standard, während für XML zurzeit zahlreiche Initiativen konkurrieren, bspw. Biztalk von Microsoft, cXML (Commerce XML) sowie RosettaNet für die High-Tech-Branche [DöHe00, 60-62]. Drittens scheint die Sicherheitstechnologie von EDI sehr verlässlich, was für Kommunikation über das Internet nicht uneingeschränkt gilt.

Da EDIFACT und XML mittelfristig voraussichtlich parallel existieren werden [AMR00a, 15], soll die SCM-SW beide Standards unterstützen. Darüber hinaus fordert man, Partnern über konventionelle Web-Browser „wechselseitige Einblicke in den Datenhaushalt der anderen Unternehmen“ (z. B. für Informationen über Bestände, Vorhersagen, Auftragsverfolgung oder den Versandstatus [KnMe99, 14]) zu gewähren und ihnen zu erlauben, „in gewissen Grenzen steuernd in (...) Abläufe einzugreifen“ [KuHe98, 10-11]. Zusätzlich soll die SCM-SW die Beteiligten der SC aktiv über Planänderungen oder Probleme, sei es ein unerwartet eingehender Großauftrag oder ein Maschinenausfall, informieren [AMR99a, 13].

☞ APO verfügt über eine EDI-Schnittstelle, die einen Teil der in Abbildung 19 dargestellten Kommunikationsschicht darstellt. Um mit Partnersystemen auch über XML kommunizieren zu können, nutzt CP den *SAP Business Connector* (vgl. Abbildung 21). Die Partnersysteme müssen so lediglich

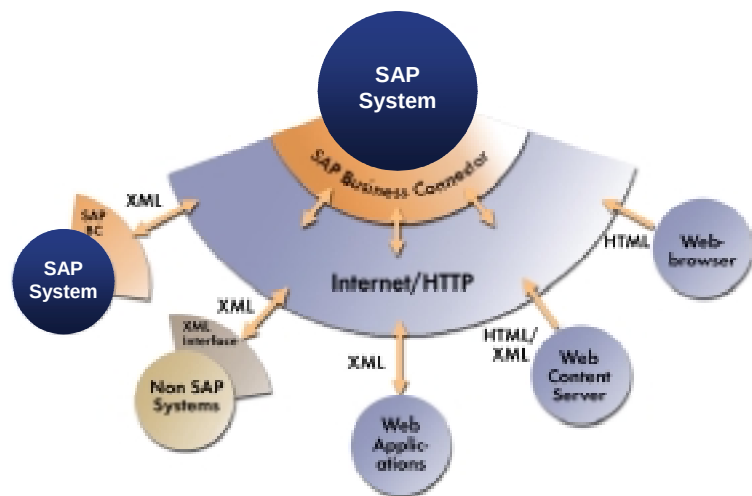


Abbildung 21: SAP Business Connector

die Fähigkeit besitzen, XML-Nachrichten zu empfangen und zu verarbeiten. Internetfähige Planungsmappen des DP (APO 2.0) und des SNP (APO 3.0) erlauben externen Partnern, über konventionelle Web-Browser unternehmensinterne Daten zu lesen und – im Rahmen ihrer Berechtigung – zu ändern oder hinzuzufügen (vgl. Abbildung 22). So lassen sich z. B. POS-Daten, Promotionsdaten, Bestandsdaten, Produktionspläne, Distributionspläne, Transportpläne etc. gemeinsam nutzen und bearbeiten. Vordefinierte Makros können aufgerufen werden, etwa um Abweichungen von Prognosen zu ermitteln. Jedoch sind die Darstellungsoptionen dieser Mappen bisher beschränkt. So sind bspw. keine Diagramme anzeigbar [SAP99m, 6 u. 11-13; ScTh99, 11].

Der internetfähige *Alert Monitor* ermöglicht es, (externe) SC-Planer über den Status von Prozessen oder Ausnahmen zu informieren. Dies kann via Fax oder E-mail (ggf. mit angehängten Dokumenten z. B. Absatzpläne in Excel-Format) oder durch Bereitstellen der Informationen auf einer Webseite erfolgen, ergänzt um eine E-mail, die die Adressaten über die Verfügbar-

	UN	W 44.1999	W 45.1999	W 46.1999	W 47.1999	W 48.1999
Trade Inventory Position						
...OH / Intransit	PCS	0	0	0	0	0
...Total Sales Forecast	PCS	325	450	100	150	0
...Proposed Order Forecast	PCS	400	50	100	100	0
Trade Inventory	PCS	400	0	0	-50	-50
Detailed Sales Forecast						
...Max Promotional Forecast	PCS	100	100	100	150	0
...Total Promotional Forecast	PCS	225	350	0	0	0
...BOGO	PCS	200	300	0	0	0
...5 cents off	PCS	25	50	0	0	0

Abbildung 22: Internet-Planungsmappe für kooperative Planung [ScTh99, 12]

keit der Informationen in Kenntnis setzt. Es besteht die Möglichkeit, direkt vom *Alert* in die Planungsmappe mit der Merkmalskombination zu verzweigen, die den *Alert* verursacht hat [SAP99b, 7; SAP99m, 7 u. 11].

- **A 48. Sicherheit des Datenaustauschs** – KUHN ET AL. Nennen als Hauptgrund für die geringe Zahl weitreichender überbetrieblicher Kooperationen in der Praxis das mangelnde Vertrauen zwischen Unternehmen [KuHe98, 10-11]. Pilotprojekte finden oft nur innerhalb von Konzernen statt [Kran99b, 51]. Dies verdeutlicht zwei Dinge: Erstens stellt die in dieser Arbeit aufgezeigte technische Lösung nur einen Baustein solcher Kooperationen dar – die sog. „weichen Faktoren“ sollten nicht unterschätzt werden. Zweitens muss die Technik hier durch ausgefeilte Sicherheitskonzepte gewährleisten, dass nur autorisierte Benutzer Einsicht bzw. Einfluss nehmen können. ☞ Im APO nutzt CP moderne Internet-Sicherheitstechnologie um die Vertraulichkeit der Daten zu gewährleisten. Ein Berechtigungskonzept mit Passwortabfrage beschränkt den Benutzerzugriff auf ausgewählte Daten und Aktivitäten. So kann ein Planer bspw. nur die *Alerts* abfragen, für die er autorisiert ist [SAP99m, 6, 11 u. 14; ScTh99, 19].

2.10.2 Arten der überbetrieblichen Kooperation

Nach HOLMSTRÖM ET AL. [HoHo00] lassen sich Kooperationen in drei Gruppen gliedern:

- ❶ Kooperative Nachbevorratung, die nicht der Lieferant steuert (z. B. Just-in-Time, Quick Response)
- ❷ Kooperative Nachbevorratung, die der Lieferant steuert (z. B. Vendor Managed Inventory)
- ❸ Kooperative Planung (z. B. CPFR)

Da sowohl für Just-in-Time als auch für Quick Response keine Anforderungen identifizierbar sind, die über das bisherige Spektrum hinausgehen, bleiben diese Kooperationsarten im Folgenden außer Betracht.

2.10.2.1 Anforderungen der lieferantengesteuerten Nachbevorratung

Hier ist insbesondere das bei Wal-Mart und Kmart aus Continuous-Replenishment-Programmen (CRP) entwickelte Vendor Managed Inventory (VMI) zu nennen [Mari99], das inzwischen auch in vielen anderen Branchen Anwendung findet [META00e]. Da die Anforderungen des VMI die des CRP im Wesentlichen abdecken, wird auf CRP im Folgenden nicht weiter eingegangen.

VMI kennzeichnet einen vom Lieferanten gesteuerten „Material- oder Warenbestand, der sich in den Räumlichkeiten des in der Logistikkette nachgeordneten Kunden (Hersteller oder Händler) befindet“ [KlKr98, 483]. Der Anbieter übernimmt „die Verantwortung für Lagerbestände und die darauf bezogene Zielerreichung des Kunden; letztere wird z. B. durch Service Levels oder Lagerumschlagszahlen gemessen“ [KnMe99, 59]. Der Lieferant erhält durch VMI Einsicht in die ihm nachgelagerten bestandshaltenden Einheiten und die Endverbrauchernachfrage, häufig auch in die Bedarfsplanung seiner Kunden. Hierdurch vermag er den Einsatz seiner Bestände und/oder Produktionsanlagen besser zu planen. Allerdings bezahlt der Empfänger die Ware oft erst, wenn er sie in Anspruch genommen bzw. verkauft hat (Konsignationsware) [Chri98, 195]. Nur eine signifikant verbesserte Disposition des Lieferanten verhindert dann, dass VMI lediglich Kosten auf diesen verschiebt [Blat98, 11]. Der Abnehmer profitiert insbesondere von einer besseren Produktverfügbarkeit bei geringeren Beständen [MaTo97, 141]. *So erreichte ein VMI-Programm zwischen Reckitt & Colman (Hersteller von Produkten wie Kukident, Airfresh und Sagrotan) und dm-drogerie markt bei einem konstant hohen Lieferservice von 99 % eine Verdopplung der Umschlagshäufigkeit, die mit einer Reduktion der Kapitalbindungskosten um ca. 25 % einherging [Kran99c, 95].* ☞ Im APO war VMI schon vor CP möglich. Ein VMI-Kunde kann als Lokation im APO-Supply-

Chain-Modell angelegt und im *Supply Chain Engineer* über Transportbeziehungen mit der restlichen SC verknüpft werden. In der Planung wird er wie ein Distributionszentrum behandelt [SAP00b, 1]. Das CPFR Committee beschreibt den Prozess des VMI mit fünf Schritten (vgl. Abbildung 23), die der APO gut unterstützt. Eine neue Anforderungen ergibt sich lediglich aus Schritt ④.

1. Datenbeschaffung
2. Absatzprognose
3. Auftragsprognose
4. Auftragserzeugung
5. Auftragserfüllung

Abbildung 23: Prozess des VMI [CPFR99c]

- **A 49. Auftragserzeugung** – Der Hersteller muss den Auftrag im Namen des Kunden auslösen können. ☞ Mit dem APO kann der Hersteller basierend auf dem geplanten und tatsächlichen Bedarf des Kunden und der vereinbarten Bestandsreichweite über das Internet oder EDI die Bestellungen des Kunden in dessen R/3-System erzeugen. *Das Internet-Szenario kommt zurzeit bei der Eastman Chemical Corp. Zum Einsatz [SAP00c; SAP00b, 1].*

2.10.2.2 Anforderungen der kooperativen Planung

Kooperative Planungskonzepte unterliegen einer ständigen Fortentwicklung und variieren von Fall zu Fall.

- **A 50.** Daher soll die SCM-SW **Werkzeuge für die flexible Definition von Kooperationsprozessen** (“workflow architecture” [AMR99a, 13]) enthalten und häufige Änderungen im Ablauf gestatten. ☞ CP deckt diese Anforderung durch *erweiterte Makros* sowie die Internet-Planungsmappen ab. Im sog. *Customizing* der *erweiterten Makros* definiert man den Ablauf des unternehmensübergreifenden Planungsprozesses. Dieser legt fest, welche Vorgänge in den Planungsprozess einbezogen werden, welche Partner an einem Planungsschritt teilnehmen dürfen, welche Voraussetzungen und Anforderungen erfüllt sein müssen, bevor eine Phase von einer der Parteien abgeschlossen werden kann, und welche Planungsobjekte (z. B. Produkte) sich jeweils bearbeiten lassen. Dabei stellt jede Planungsmappe einen Abschnitt des Kooperationsprozesses dar [SAP99m, 12; ScTh99, 11].

Zwei wichtige Anwendungsgebiete der kooperativen Planung sind die Absatzplanung und die Produktionsplanung, auf die man sich im Folgenden konzentriert. Einer Studie der Unternehmensberatung KPMG aus dem Jahr 1998 zufolge beziehen in der Praxis 31 % der weltweit befragten 460 Unternehmen ihre Kunden und 21 % ihre Lieferanten in die Absatzplanung mit ein. Hinsichtlich der Produktionsplanung waren es 17 bzw. 28 % [WöKr98b, 55].

Es sei betont, dass die Kooperationsbereiche nicht isoliert zu sehen sind, sondern auch in Kombination auftreten können. Ebenso sind die genannten Planungsbereiche – in unterschiedlichem Maße – mit der Nachbevorratung verwoben.

Über die beiden im Folgenden ausgeführten Anwendungsfelder hinaus sind natürlich weitere denkbar, etwa die Produktentwicklung oder die Abstimmung der Transportprozesse zwischen Unternehmen. Letzteres ist im APO 3.0 möglich. Für Concurrent oder Simultaneous Engineering wird SAP in naher Zukunft eine separate Lösung anbieten, das sog. Product Life Cycle Management.

2.10.2.2.1 Anforderungen der kooperativen Absatzplanung

Kooperative Absatzplanung ist die Erweiterung der in Abschnitt 2.4 beschriebenen konsensbasierten Prognose auf Teilnehmer außerhalb des eigenen Unternehmens. Besonders detailliert beschreibt den Ablauf der kooperativen Absatzplanung das für die Interaktion von Handel und Konsumgüterindustrie entwickelte Konzept des CPFR (vgl. [KnMe99, 112-113; <http://www.cpfr.org>]). Es geht davon aus, dass eine erhöhte Informationstransparenz in der SC Nutzen für alle Beteiligten stiften kann. CPFR verspricht durch die höhere Planungsgenauigkeit wirtschaftlichere Losgrößen in Produktion und Einkauf eines Herstellers [Rins99, 87] und ermöglicht u. a. geringere Sicherheitsbestände und höhere Produktverfügbarkeit [CPFR00a]. *Ein 13-wöchiger Test von CPFR durch den Lebensmittelhersteller Nabisco Foods (z. B. Ritz Cracker) und das Handelsunternehmen Wegman's Food Markets führte zu einer Steigerung des Absatzes um 36 %, die auf eine erhöhte Produktverfügbarkeit zurückzuführen war [DaKi99].*

Wie in Abschnitt 2.4 dargelegt wurde, ermöglicht *Demand Planning* die unternehmensinterne konsensbasierte Absatzplanung. *Internetfähige Planungsmappen* und *erweiterte Makros* erlauben es, diesen Prozess auf externe Partner auszudehnen. „Die Geschäftspartner können untereinander die Prognosen mithilfe ihres Web-Browsers abfragen, Änderungen vornehmen und sich auf eine konsensbasierte Prognose einigen“ [SAP99m, 8]. Abbildung A 4 (S. 46 im Anhang) gibt eine Übersicht über den möglichen Ablauf der kooperativen Absatzplanung mit dem APO.

Das CPFR-Prozessmodell beschreibt mögliche Schritte einer Kooperation. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die ersten drei Schritte der gemeinsamen Prognose:

1. Erstellung der Verkaufsprognose – Diese Prognose beruht auf der Analyse von POS- und Kausaldaten sowie Kalendern, in denen besondere Ereignisse verzeichnet sind, wie z. B. die Öffnung oder Schließung von Filialen, Marketingaktionen oder die Einführung neuer Produkte [SAP99m, 9; HeKa99, 85]. Zusätzlich zu den in Abschnitt 2.4 diskutierten Anforderungen kommt die folgende in Betracht:

- **A 51. Analyse und Synthese der unterschiedlichen Prognosen** – Soweit die verschiedenen Partner jeweils eigene Prognosen erstellen, muss die SCM-SW diese einbeziehen und weiterverarbeiten können. Denkbar scheint hier z. B. eine arithmetische Mittelung, die ggf. nach dem Umsatz der Betriebe beim betreffenden Prognoseobjekt, nach der Bedarfsmenge, die der prognostizierende Betrieb im Liefernetz abdeckt oder nach der Vorhersagegüte in der Vergangenheit gewichtet wird [KnMe99, 116-117]. ☞ Im APO lassen sich mit *erweiterten Makros* Regeln zur Erzeugung von Zeitreihen aus den Vorschlägen der Partner frei definieren [SAP99m, 11].

2. Identifikation von Ausnahmesituationen – Nach [CPFR00b] werden zu einem späteren Zeitpunkt die zwischenzeitlich erfolgten Änderungen und Aktualisierungen des gemeinsamen Plans identifiziert, bspw. eine Änderung der Filialzahl eines beteiligten Händlers. Dann analysiert der Hersteller, inwieweit er in der Lage ist, die prognostizierte Nachfrage zu befriedigen.

- **A 52. Automatisierte Abweichungsanalyse und Information der betroffenen Parteien** – Wie bereits ausgeführt, erlaubt es der internetfähige *Alert Monitor*, (externe) SC-Planer über den Status von Prozessen oder Ausnahmen zu informieren, damit diese zeitnah auf veränderte Bedingungen reagieren können.

3. Zusammenarbeit zur Behebung identifizierter Probleme – In dieser Phase erarbeiten die Partner per E-Mail, Telefon, Video- oder physischer Konferenz gemeinsam Änderungen, um zu einer beidseitig akzeptierten Absatzprognose zu gelangen. Dabei werden etwa Daten analysiert, die z. B. über neue Ereignisse mit großer Absatzwirkung informieren [CPFR00c; KnMe99, 118]. Hieraus ergibt sich die folgende Anforderung:

- **A 53. Gemeinsame Datenbasis, Unterstützung des Datenaustausches sowie umfangreiche Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten** – Gemeinsame Informationen lassen sich entweder direkt im APO oder auf einem eigenständigen *Collaboration-Server* speichern. *SAP Office* unterstützt die Zusammenarbeit, indem es erlaubt, Planungsmappen in Excel-Format als E-Mail-Anlagen zu versenden [SAP99m, 7 u. 11]. Eine denkbare Ergänzung sind hier

Internet-Videokonferenzen. Die geforderten Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten deckt APO – wie in den bisherigen Abschnitten erläutert – gut ab. Jedoch lassen sich bisher noch keine Diagramme in den internetfähigen Planungsmappen darstellen, was insbesondere bei der Diskussion von Zeitreihen ein wesentliches Manko bedeutet.

Da sich aus den weiteren Phasen des CPFR-Modells keine neuen Anforderungen identifizieren lassen, sei auf deren Darstellung verzichtet. Analysten sagen CPFR in der nahen Zukunft eine starke Verbreitung voraus, die sich auch auf die Automobil- und High-Tech-Industrie ausdehnen soll [AMR00b, 2]. Jedoch erwartet die Gartner Group, dass sich in den nächsten Jahren industriespezifische Standards für CPFR entwickeln werden [PePu00]. Ein interessanter Aspekt ist, dass CPFR für den Hersteller „eine Orientierung weg von der lagerhin zu einer auftragsbezogenen Fertigung mit den Vorteilen der höheren Flexibilität, profitableren Kapazitätsnutzung und geringeren Beständen von Fertigwaren“ darstellt [HeKa99, 85].

2.10.2.2.2 Anforderungen der kooperativen Produktionsplanung

In der kooperativen Produktionsplanung informiert ein Hersteller seinen Zulieferer über seine mittel- bis langfristige Produktionsplanung und den daraus resultierenden Zulieferbedarf. *So stellt die Festo AG ihren Zulieferern 12- bis 24-monatige rollierende Lieferpläne zur Verfügung [Nöge00].* Der Zulieferer ermittelt nun, inwieweit er dieser Nachfrage nachkommen und wo ggf. eine Änderung des Produktionsplans des Herstellers den Partnern in Summe Vorteile bringen kann. So entsteht ein gemeinsamer, abgestimmter Produktionsplan. Treten Änderungen auf, so unterrichtet man sich gegenseitig und arbeitet gemeinsam an der Behebung eventueller Probleme. Es ergeben sich u. a. die folgenden Anforderungen:

- /● **A 54. Partnern Einsicht in die Produktionsplanung gewähren** – Der Hersteller muss seine Produktionspläne und davon abhängige Bedarfe dem Zulieferer zur Verfügung stellen. Es sollte möglich sein, ihm diese direkt an dessen SCM-SW zu übermitteln oder ihm die erforderlichen Informationen im Internet verfügbar zu machen. Auch der Zulieferer muss dem Hersteller (begrenzten) Online-Zugriff auf seine Daten gewähren können. MERTENS ET AL. Nennen hier etwa Daten über Leerkapazitäten sowie Rüst- und Fertigungszeiten [MeFa98].
- ☞ Zurzeit entwickelt SAP internetfähige Planungsmappen für SNP, die ab APO 3.0 zur Verfügung stehen werden. So stellt es dann kein Problem dar, Partnern Einsicht in die hier im Zentrum stehende mittelfristige Produktionsplanung zu gewähren. *So plant die fischerwerke*

Artur Fischer GmbH & Co. KG, ihren Zulieferern direkten Zugriff auf Daten des Unternehmens zu gewähren, sodass diese ihre Lieferungen an den Erfordernissen der Produktion der fischerwerke ausrichten können [Kran99d, 16-17].

- /● **A 55. Partnern Einfluss auf Produktionsplanung erlauben** – Man soll über das Internet direkten (begrenzten) Einfluss auf den Produktionsplan des Partners nehmen können, sei es, um Kapazitäten bei einem Zulieferer zu buchen oder um Lieferdaten zu aktualisieren. ☞ APO 3.0 ermöglicht es einem Hersteller, mit SNP die Anforderungen der Produktion der SC zu simulieren und den Produktionsplan und resultierende Bedarfe seinen Zulieferern mitzuteilen. Die Kommunikation mit den Partnern findet dabei entweder über das World Wide Web (WWW) durch *internetfähige Planungsmappen* oder über das Versenden des Dokumentes per BAPI statt. In letzterem Fall mag der Zulieferer die Daten auch mit seinem ggf. vorhandenen APO auswerten. „Anschließend können die SC-Partner auf dieser Basis einen Produktionsplan aushandeln, sich dessen Ergebnisse über das Web anzeigen lassen, und ggf. Daten – z. B. die Nebenbedingungen des Modells – im APO-System anpassen“ [SAP00c]. Über *internetfähige Planungsmappen* mag man Partnern auch die Möglichkeit geben, direkt in die Produktionsplanung einzugreifen. Abbildung A 5 (S. 47 im Anhang) illustriert, wie mit dem Zulieferer ein Beschaffungsplan erarbeitet werden kann. Abbildung A 6 zeigt ein Szenario, in dem ein Hersteller direkt die Produktionsplanung, bspw. von Outsourcing-Partnern, manipuliert.
- /● **A 56. Einbezug detaillierter Partnerinformationen in die Produktionsplanung** – Das SCM-Modell des Herstellers sollte in der Lage sein, auch detailliert die Strukturen und den aktuellen Zustand des Zulieferers abzubilden, wie dies z. B. im Zusammenhang mit überbetrieblichen ATP-Prüfungen bereits diskutiert wurde. Hierzu benötigt die SW Online-Zugang zu den entsprechenden Daten des Zulieferers, also Beständen, Kapazitätsauslastung etc. Auch dem Zulieferer muss es möglich sein, die vom Hersteller bereitgestellten Daten in seine SCM-SW zu übernehmen. ☞ Im APO können externe Partner im SC-Modell abgebildet und bspw. deren Bestandsdaten über BAPIs (APO 2.0) oder Eingaben der Partner in entsprechenden internetfähigen Planungsmappen (APO 3.0) einbezogen werden.

3 Zwischenfazit

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Analyse der Kernanforderungen in Tabellenform (Tabelle A 1) findet sich im Anhang auf den Seiten 48 – 51. Die folgenden Bilder fassen die Abdeckung der einzelnen Anforderungen durch APO 2.0 bzw. 3.0 auf einen Blick zusammen. Teil II des Berichtes erweitert die Analyse auf ausgewählte betriebstypische und branchenspezifische Anforderungen. Ebenso findet dort eine detaillierte Diskussion der Stärken und Schwächen des APO aus Sicht der High-Tech- sowie der Konsumgüterindustrie statt.

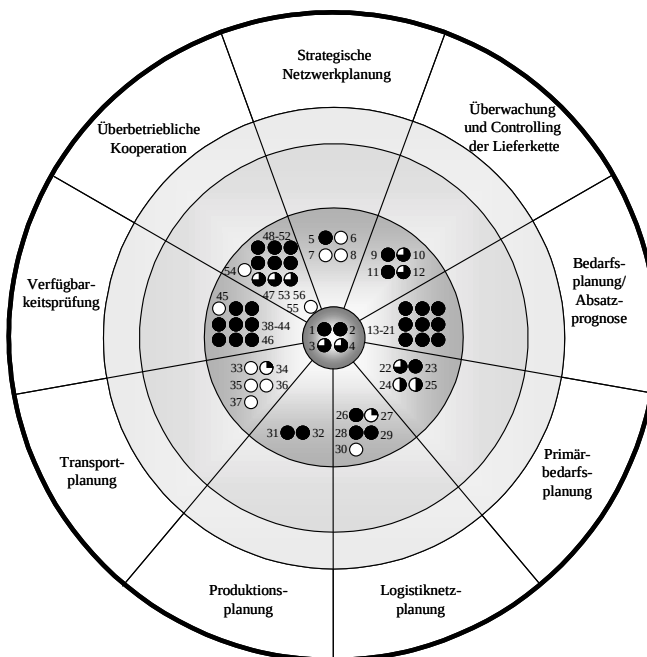


Abbildung 24: Kern-Schalen-Modell zur Darstellung der Abdeckung von Kernanforderungen im APO 2.0

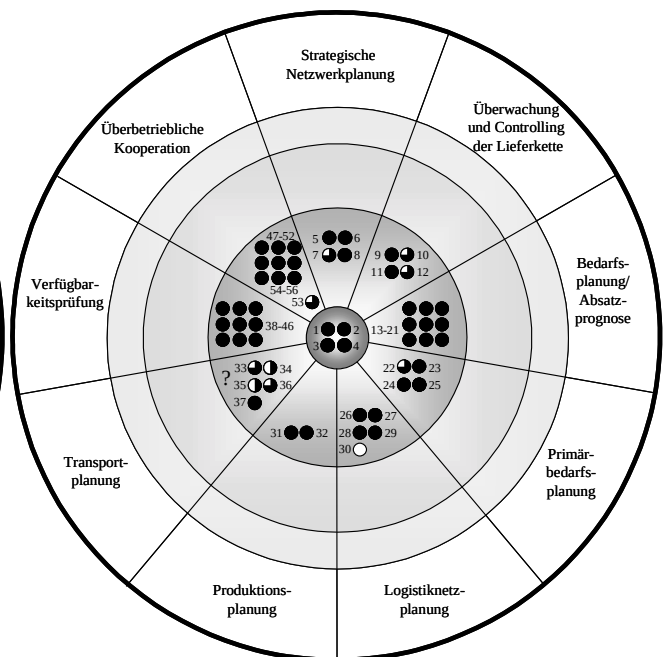


Abbildung 25: Kern-Schalen-Modell zur Darstellung der Abdeckung von Kernanforderungen im APO 3.0

Anhang

Fortschritte in der Benutzungsfreundlichkeit des APO

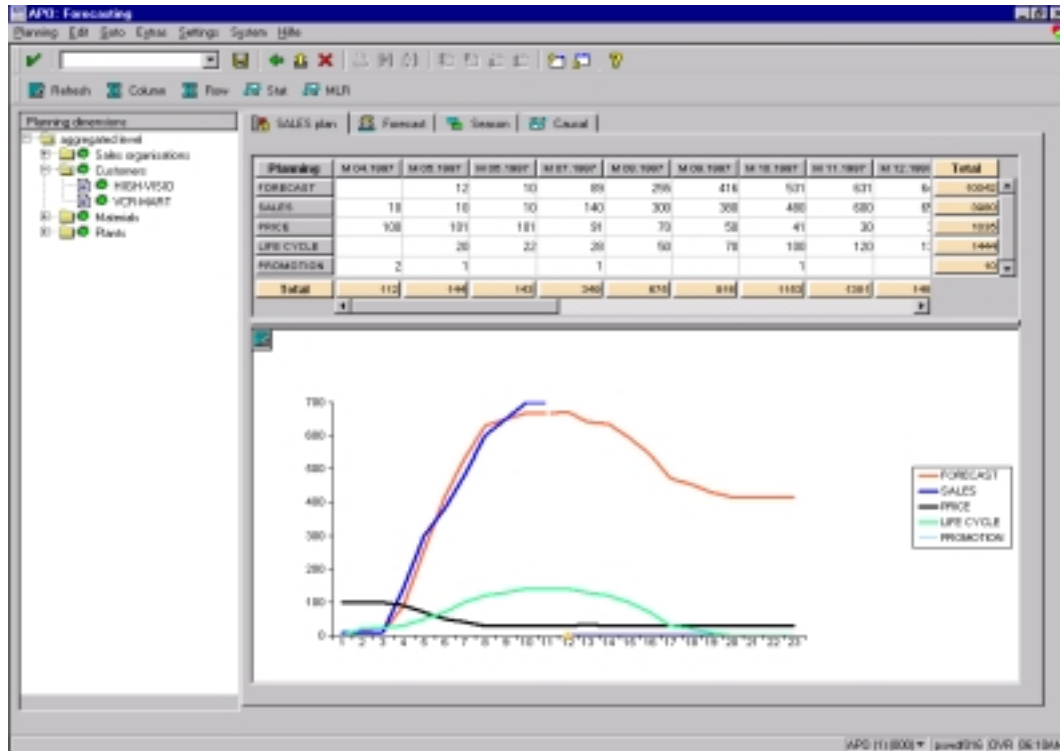


Abbildung A 1: Benutzungsoberfläche von Demand Planning im APO 1.1 [Schn97, 20]

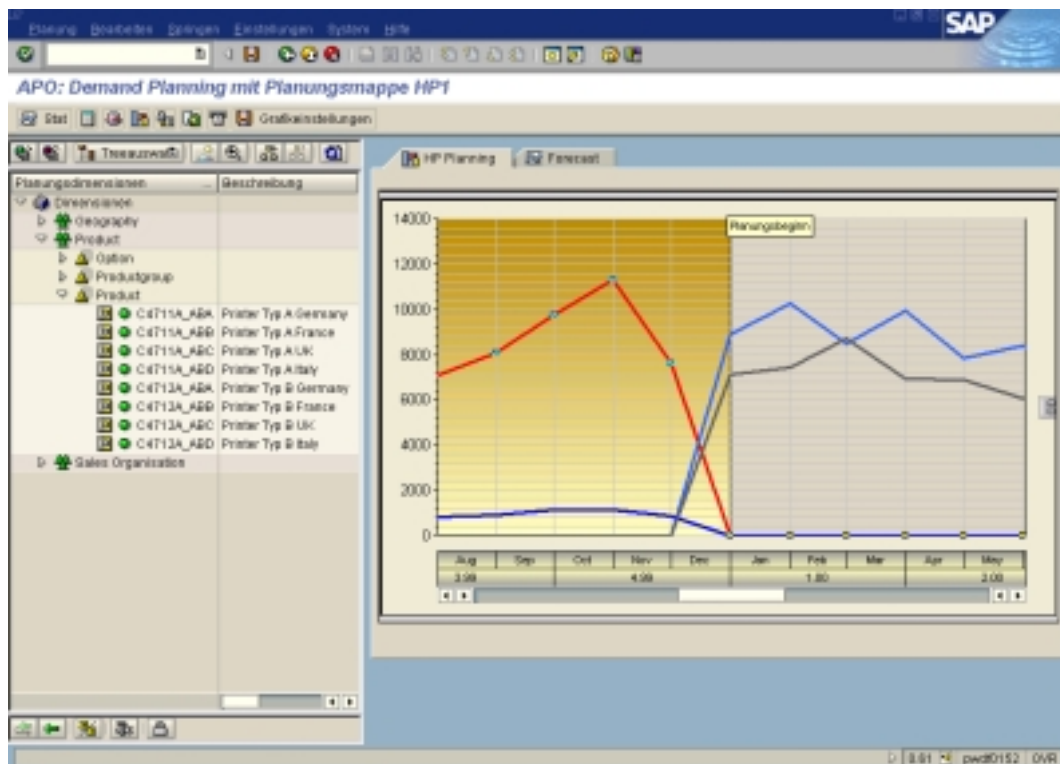


Abbildung A 2: Benutzungsoberfläche von Demand Planning im APO 2.0

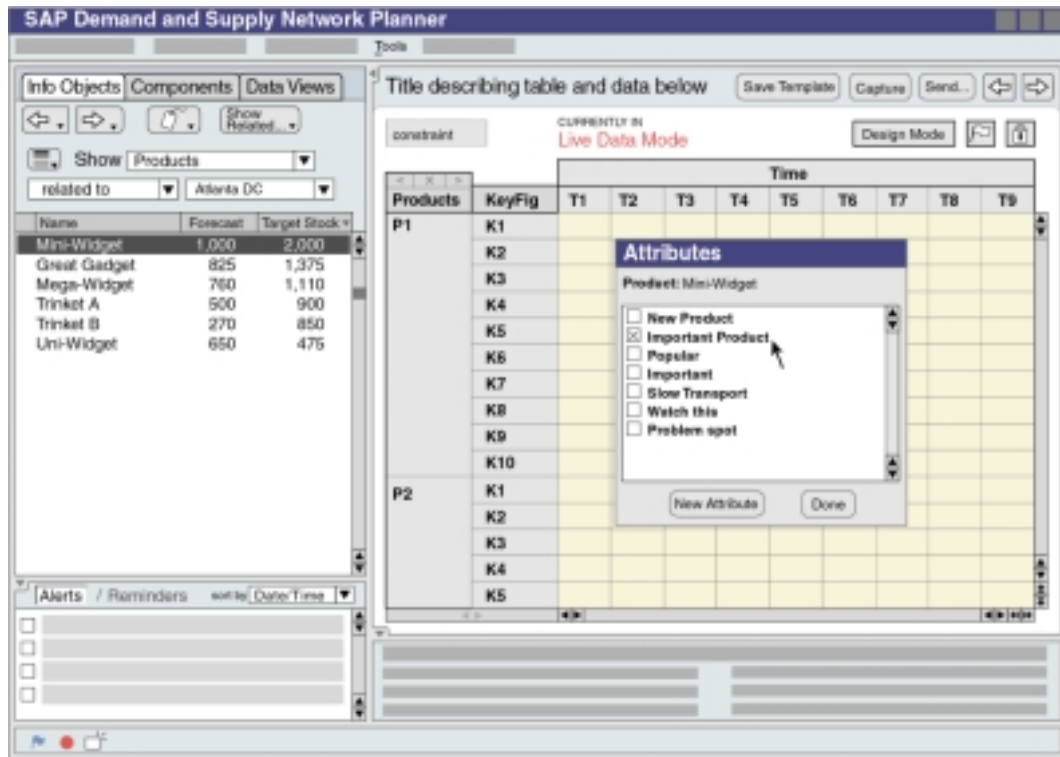


Abbildung A 3: Design-Studie für den APO [Fech99, 37]

Szenarien der kooperativen Planung

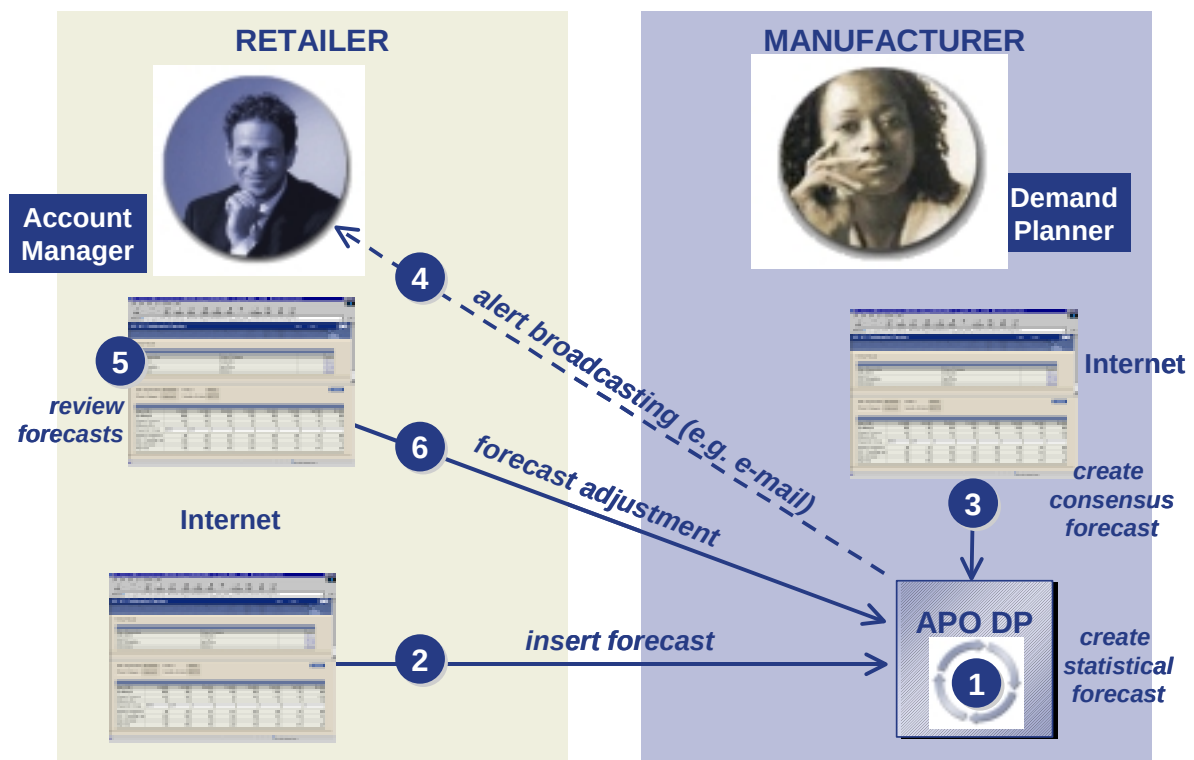


Abbildung A 4: Möglicher Ablauf der kooperativen Absatzplanung mit SAP APO [SAP00d, 5]

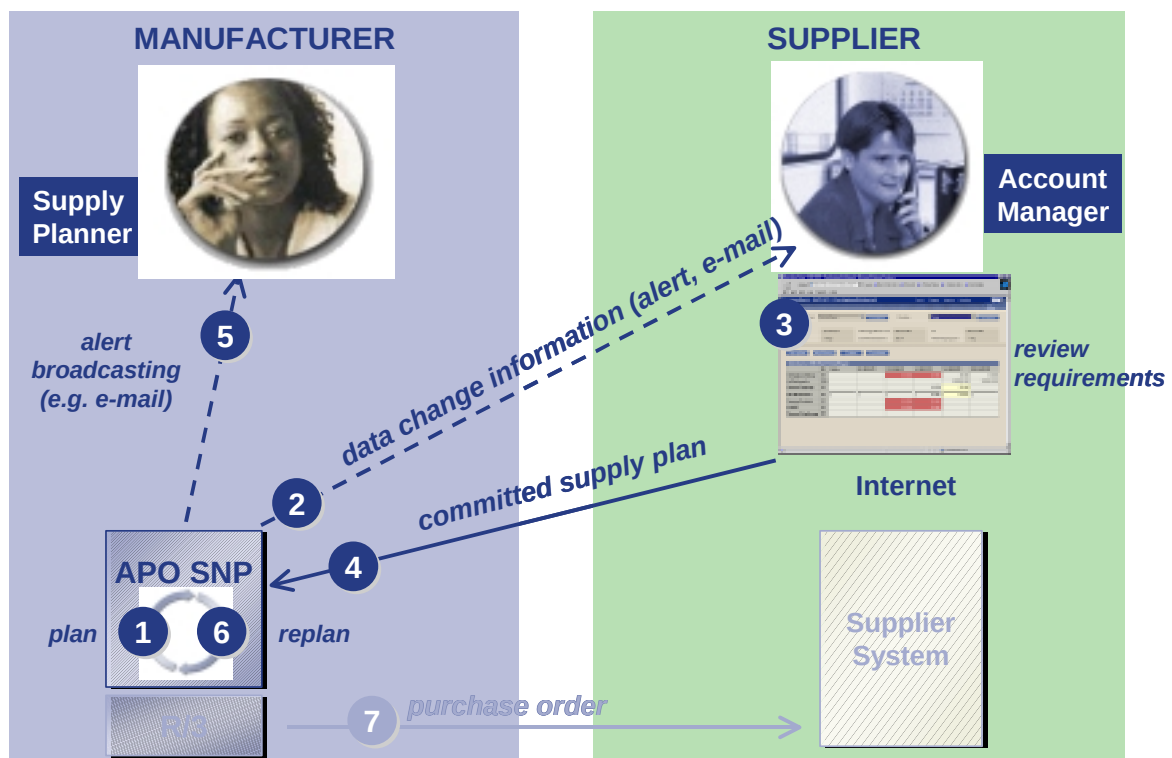


Abbildung A 5: Möglicher Ablauf der kooperativen Beschaffungsplanung mit SAP APO [SAP00d, 5]

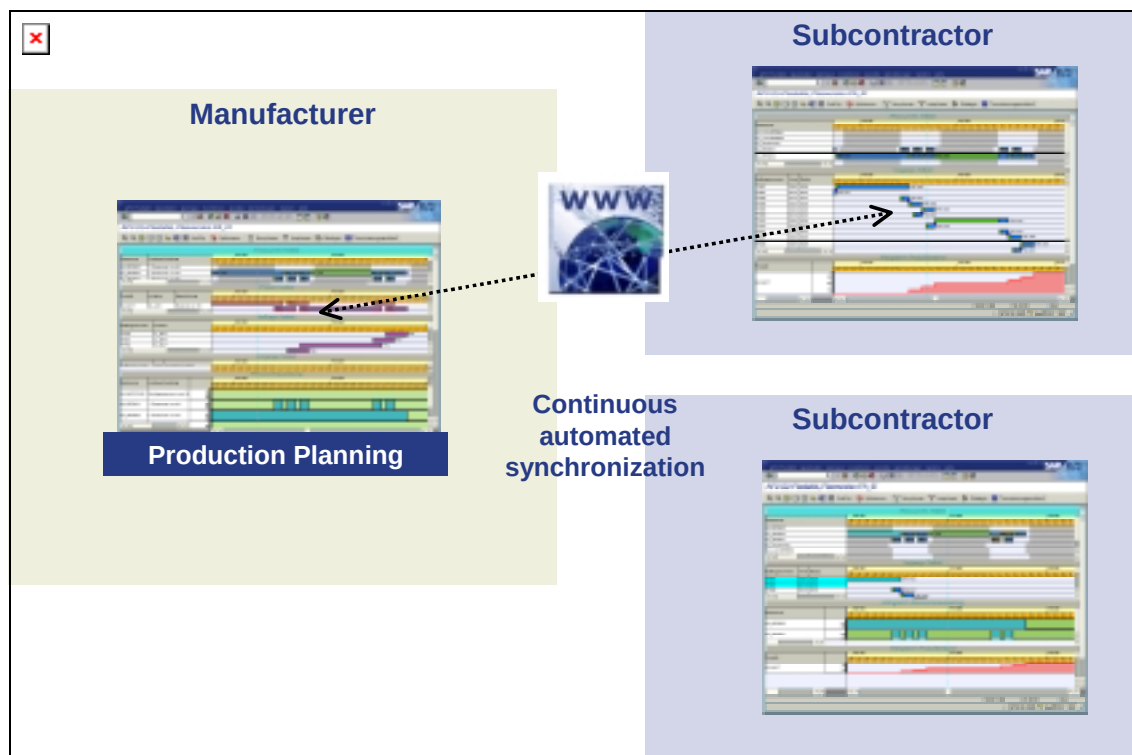


Abbildung A 6: Mit Subunternehmen oder Outsourcing-Partnern integrierte Produktionsplanung [leicht verändert nach SAP00e, 19]

Ergebnisse der Analyse des APO hinsichtlich der Kernanforderungen

Modul	Anforderung	APO 2.0	Identifizierte Defizite	Ergriffene Verbesserungsmaßnahmen	APO 3.0	Identifizierte Defizite
Ausgewählte modulübergreifende Anforderungen	A 1. Integration mit dem zu Grunde liegenden ERP-System	●	-	-	●	-
	A 2. Benutzungsfreundlichkeit	●	-	-	●	-
	A 3. Hohe Leistungsfähigkeit der Planung	●	<i>liveCache</i> durch Windows NT auf 4 GB beschränkt	APO 3.0 unixfähig, kann nun 64 GB <i>liveCache</i> adressieren	●	-
	A 4. Geeignete Datenstruktur	●	Keine Verarbeitung von Produkten mit hoher Variantenvielfalt	<i>integrated Product and Process Engineering (iPPE)</i>	●	-
Strategische Netzwerkplanung	A 5. Modellierung	●	-	-	●	-
	A 6. Simulation	○	Nicht vorhanden	<i>Network Design</i>	●	-
	A 7. Optimierungsmethoden und Heuristiken	○	Nicht vorhanden	<i>Network Design</i>	●	Nicht möglich, weitere Verfahren einzubeziehen
	A 8. Vergleich alternativer Szenarien	○	Nicht vorhanden	<i>Plan Monitor</i>	●	-
Überwachung und Controlling	A 9. Übersicht über die SC	●	-	-	●	-
	A 10. Überwachung der SC	●	Keine ereignisgesteuerte automatisierte Behandlung von Standardsituationen	-	●	Siehe APO 2
	A 11. Ursachenforschung	●	-	-	●	-
	A 12. Beobachtung und Benchmarking von KPIs	●	Keine Maßnahmenempfehlungen für bestimmte Ergebnisszenarien	-	●	Siehe APO 2.0

Bedarfsplanung/ Absatzprognose	A 13. Breite Informationsbasis der Prognose	●	-	-	●	-
	A 14. Planen auf mehreren Aggregationsebenen	●	-	-	●	-
	A 15. Umfassendes Angebot an Prognosealgorithmen	●	-	-	●	-
	A 16. Automatisierte Auswahl geeigneter Prognoseverfahren	●	-	-	●	-
	A 17. Automatisierte Planung	●	-	-	●	-
	A 18. Automatisierte Analyse der Prognosegüte	●	-	-	●	-
	A 19. Verwaltung der Erläuterungen zu Prognosen	●	-	-	●	-
	A 20. Konsensbasierte Prognosen	●	-	-	●	-
	A 21. Datenbanken mit Prognosen und Absatzverläufen	●	-	-	●	-
Primärbedarfs- planung	A 22. Berücksichtigung wichtiger Restriktionen	●	Beschränkung auf Engpasskapazitäten und Materialien bzw. Erzeugnisse	-	●	Siehe APO 2.0
	A 23. Detailliertes Kostenmodell	●	-	-	●	-
	A 24. Reichweitenszenarien	◐	Sehr aufwändige Ermittlung	Planzahlen können mit BW ausgewertet werden	●	-
	A 25. Überprüfung der Planung	◐	Mangelnde Integration DP/SNP	Integration DP/SNP	●	-
Logistiknetz- planung	A 26. Optimierung der SC	●	-	-	●	-
	A 27. Unterstützung der Beschaffung	◐	Nur begrenzte Funktionen vorhanden	PWB	●	-
	A 28. Bestandsplanung und –steuerung	●	-	-	●	-
	A 29. Zuteilung des Produktangebots	●	-	-	●	-
	A 30. Zuordnung alternativer Produkte	○	Nicht möglich	-	○	Siehe APO 2.0

Produktions- planung	A 31. Plantafel für die Produktionsplanung	●	-	-	●	-
	A 32. Optimierende Verfahren für die Produktionsplanung	●	-	-	●	-
Transport planung	A 33. Auswahl der Transportart	○	Nicht unterstützt	TP/VS	●	Vermutlich mangelnde Einbeziehung von Sicherheitsvorschriften; neues Modul
	A 34. Optimierung der Transportmittelbeladung	◐	Geringe Unterstützung durch TLB	TP/VS	◐	Vermutlich signifikantes Verbesserungspotenzial
	A 35. Tourenplanung	○	Nicht unterstützt	TP/VS	◐	Keine digitalen Straßenkarten
	A 36. Distributionsleitstand	○	Nicht unterstützt	TP/VS	◐	Neues Modul
	A 37. Cross Docking	○	Nicht unterstützt	TP/VS	●	-
Verfügbarkeits- prüfung	A 38. Prüfen gegen Bestände	●	-	-	●	-
	A 39. Automatisierte Alternativensuche	●	-	-	●	-
	A 40. Prüfen gegen Kapazitäts- und Materialsituation	●	-	-	●	-
	A 41. Geringe Antwortzeiten	●	-	-	●	-
	A 42. Einbezug von Partnersoftware	●	-	-	●	-
	A 43. Konsistenz bei parallelen Prüfungen	●	-	-	●	-
	A 44. Überwachung der zugesagten Liefertermine	●	-	-	●	-
	A 45. Bevorzugte Neutermminierung bei Verspätung	○	Nicht unterstützt	Rückstands- bearbeitung	●	-
	A 46. Internetanbindung	●	-	-	●	-

Überbetriebliche Kooperation	A 47. Datenaustausch mit Partnerunternehmen über EDIFACT und internetbasierte Lösungen	●	Keine internetfähigen Planungsmappen in <i>SNP</i>	Internetfähige Planungsmappen in <i>SNP</i>	●	-
	A 48. Sicherheit des Datenaustauschs	●	-	-	●	-
	A 49. Auftragserzeugung	●	-	-	●	-
	A 50. Werkzeuge für die flexible Definition von Kooperationsprozessen	●	-	-	●	-
	A 51. Analyse und Synthese der unterschiedlichen Prognosen	●	-	-	●	-
	A 52. Automatisierte Abweichungsanalyse und Information der betroffenen Parteien	●	-	-	●	-
	A 53. Gemeinsame Datenbasis, Unterstützung des Datenaustausches sowie umfangreiche Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten	●	Keine Möglichkeit, Grafiken anzuzeigen	-	●	Siehe APO 2.0
	A 54. Partnern Einsicht in die Produktionsplanung gewähren	○	Nicht möglich	Internetfähige Planungsmappen	●	-
	A 55. Partnern Einfluss auf Produktionsplanung erlauben	○	Nicht möglich	Planungsmappen internetfähig sowie über BAPIs versendbar	●	-
	A 56. Einbezug detaillierter Partnerinformationen in die Produktionsplanung	●	Keine internetfähigen Planungsmappen	Internetfähige Planungsmappen	●	-

**Tabelle A 1: Übersicht über die Abdeckung der Kernanforderungen durch APO 2.0
bzw. 3.0**

Literaturverzeichnis

- Afif99 *Afif, Noelani*: Wie füreinander geschaffen. In: Informationweek 3 (1999) 23, S. 22-26.
- Alao99 *Alaoui, Younès*: Optimization Extension Workbench. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- AMR99a *Advanced Manufacturing Research (Hrsg.)*: ERP Vendors Race to Put the E back into ERP. Report der Advanced Manufacturing Research, Inc., Boston 1999.
- AMR00a *Advanced Manufacturing Research (Hrsg.)*: The Report on Supply Chain Management. Report der Advanced Manufacturing Research, Inc., Boston 2000.
- AMR00b *Advanced Manufacturing Research (Hrsg.)*: AMR Report about Supply Chain Planning Market. In: *SAP AG (Hrsg.)*: APO FLASH – APO Internal Product Management Newsletter Issue #21. Interne Informationsschrift der SAP AG, Walldorf 2000.
- AMR00c *Advanced Manufacturing Research (Hrsg.)*: ILOG and SAP team up for customized planning capabilities. <http://www.amrresearch.com/SCS/alerts/001023-scsstory1.asp>, 2000-10-23, Abruf am 2000-11-01 (nur für geschlossene Benutzergruppe zugänglich).
- Bisc00 Persönliche Auskunft von *Guido Bischof*, ILOG Deutschland GmbH, Bad Homburg, anlässlich der GOR Fachtagung Supply Chain Management, Leipzig 2000-10-23/24.
- Berg99 *Berger, Ilana*: Case Study in Optimization. http://www.apics.org/magazine/Dec99/APS_sidebar_optimization.htm, 1999 Dec., Abruf 2000-11-02.
- Blat98 *Blatherwick, Andrew*: Vendor-Managed Inventory: Fashion Fad or Important Supply Chain Strategy? In: *Supply Chain Management* 3 (1998) 1, S. 10-11.
- Both98 *Bothe, Matthias*: Supply Chain Management – Ein innovatives Logistikkonzept für die ganzheitliche Planung der Supply Chain. In: *Information Management & Consulting* 13 (1998) 3, S. 33-35.

- Brau99a *Braun, Heinrich*: New Functionality of the PP/DS and SNP Optimizer in APO 2.0. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- BuKö00 *Buxman, Peter; König, Wolfgang*: Zwischenbetriebliche Kooperationen auf Basis von SAP-Systemen. Perspektiven für die Logistik und das Servicemanagement. Springer, Berlin 2000.
- Chri98 *Christopher, Martin*: Logistics and Supply Chain Management. 2. Aufl., Financial Times, London 1998.
- CPFR99a *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: Background. <http://www.cpfr.org/Background.html>, 1998, Abruf am 1999-12-03.
- CPFR99b *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: White Paper #1. <http://www.cpfr.org/WhitePapers/19971201.html>, 1998, Abruf am 2000-10-29.
- CPFR99c *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: Vendor-Managed Inventory Avoids Some of the Problems of AFR. <http://www.cpfr.org/Vendor-Managed.html>, 1998, Abruf am 1999-12-03.
- CPFR00a *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: The CPFR Process Model. Step 6: Create Order Forecast. <http://www.cpfr.org/ProcessModelStep6.html>, 1998, Abruf am 2000-09-19.
- CPFR00b *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: The CPFR Process Model. Step 4: Identify Exceptions for Sales Forecast. <http://www.cpfr.org/ProcessModelStep4.html>, 1998, Abruf am 2000-09-19.
- CPFR00c *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee (Hrsg.)*: The CPFR Process Model. Step 5: Resolve/Collaborate on Exception Items. <http://www.cpfr.org/ProcessModelStep5.html>, 1998, Abruf am 2000-09-19.
- DaKi99 *Davenport, Thomas; Kirby, Julia*: The Promise of the Extended Enterprise. In: Mastering Information Management Nr. 4, Beilage der Financial Times vom 1999-02-22, S. 6.
- DöHe00 *Dörflin, Michael; Hennig, Andreas*: XML wird zum Standard für den Datenaustausch. In: Computerwoche 27 (2000) 16, S. 60-64.

- Fabi00 Persönliche Auskunft von *Claus Fabian*, Siemens AG, anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.
- Fech99 *Fechner, Kai-Uwe*: APO DP and SNP. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- FHG99 *Fraunhofer-Gesellschaft IAO (Hrsg.)*: Supply Chain Planning (SCP). http://www.lis.iao.fhg.de/scm/Informationen/Glossar/beg_def.cfm?nummer=30 1999-04, Abruf am 1999-12-13 (Abruf erfordert kostenfreie Registrierung).
- FiHa94 *Fisher, Marshal; Hammond, Janice et al*: Making Supply Meet Demand in an Uncertain World. In: Harvard Business Review 74 (1994) 3, S. 83-93.
- FrHi99 *Friedrich, Stephan; Hinterhuber, Hans*: Wettbewerbsvorteile durch Wertschöpfungspartnerschaft. Paradigmenwechsel in der Hersteller/Handels-Beziehung. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium. Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt 28 (1999) 1, S. 2-8.
- Gehr00 *Gehr, Frank*: SCM-Software und Anbieter im Vergleich. Präsentation anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.
- Grüne99 *Grünwald, Claus*: ATP-Server Functionality within R/3 in comparison with ATP on APO. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 1999.
- Hast00 *Hastings, Phil*: And the Winner Is... Neu im UK: Logistik-Ausschreibungen via Internet. In: DVZ Deutsche Verkehrszeitung 54 (2000) 22, S. 11.
- HeKa99 *Hellingrath, Bernd; Kranke, Andre*: Standards für die Supply Chain. SCOR und CPFR. In: Logistik Heute 21 (1999) 7/8, S. 77-85.
- Helf99 *Helfrich, Christian*: Ist das beste PPS kein PPS? In: PPS Management. Zeitschrift für Produktionsplanung und –steuerung 4 (1999) 4, S. 39-41.
- HoHo00 *Holmström, Jan; Hoover, William et al.*: The Other End of the Supply Chain. In: The McKinsey Quarterly 37 (2000) 1, S. 62-71.
- HuPa99 *Hurtmanns, Frank; Packowski, Josef*: Supply-Chain-Optimierung mit SAP APO in der Chemieindustrie: Einsatzuntersuchung und Geschäftsprozesssszenarien. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 36 (1999) 207, S. 58-69.

- Jörn00a *Jörns, Carsten*: Erfolgreiche Umsetzung von SCM mit SAP APO – Projekterfahrungen. Präsentation anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.
- Jörn00b Persönliche Auskunft von *Carsten Jörns*, IDS Scheer AG, anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.
- Kahl99 *Kahl, Steven*: What's the "Value" of Supply Chain Software? <http://www.manufacturing.net/scl/scmr/archives/1999/scl08.99/08value.htm>, Abruf am 2000-10-25.
- KaWe99 *Kansky, Dirk; Weingarten, Ulrich*: Supply Chain: Fertigen, was der Kunde verlangt. In: Harvard Business Manager 21 (1999) 4, S. 87-95.
- KlKr98 *Klaus, Peter; Krieger, Winfried (Hrsg.)*: Vendor-Managed Inventory. In: *Klaus, Peter; Krieger, Winfried (Hrsg.)*: Lexikon Logistik. Gabler, Wiesbaden 1998, S. 483-484.
- KnMe99 *Knolmayer, Gerhard; Mertens, Peter et al.*: Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen: Perspektiven der Auftragsabwicklung für Industriebetriebe. Springer, Berlin 1999.
- Knol97 *Knolmayer, Gerhard*: Produktionsplanungs- und -steuerungssystem (PPS-System). In: *Mertens, Peter; Back, Andrea et al. (Hrsg.)*: Lexikon der Wirtschaftsinformatik. 3. Auflage, Springer, Berlin 1997, S. 323-324.
- Kran99a *Kranke, Andre*: ERP-Markt/Cebit '99. R/3 wird schöner. In: Logistik Heute 21 (1999) 5, S. 71-72.
- Kran99b *Kranke, Andre*: Supply Chain Management. Ziel: Bestände reduzieren. In: Logistik Heute 21 (1999) 12, S. 51-52.
- Kran99c *Kranke, Andre*: Gemeinsame Optimierungen. Continuous Replenishment. In: Logistik Heute 21 (1999) 10, S. 92-95.
- Kran99d *Kranke, Andre*: APO steuert Produktionsnetz. In: Logistik Heute 21 (1999) 10, S. 17-18.
- Krep99 *Kreplin, Klaus*: Analyse und Optimierung. SAP Business Information Warehouse (SAP BW) – Die Business-Intelligence-Lösung. In: SAPINFO – Lösungen und Produkte 5 (1999) 8, S. 36-39.

- Krys87 *Krystek, Ulrich*: Unternehmenskrisen. Beschreibung, Vermeidung und Bewältigung überlebenskritischer Prozesse in Unternehmungen. Gabler, Wiesbaden 1987.
- KuHe98 *Kuhn, Axel, Hellingrath, Bernd, et al.*: Anforderungen an das Supply Chain Management der Zukunft. In: Information Management & Consulting 13 (1998) 3, S. 7-13.
- Kuhn99 *Kuhn, Roman*: SAP APO 2.0. New Functionality in Production Planning & Detailed Scheduling. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- Lieb99 *Liebich, Olivia*: Network Design. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch, 1999-11-11/12.
- Lück99 *Lück, Wolfgang*: Betriebswirtschaftliche Aspekte der Einrichtung eines Überwachungssystems und eines Risikomanagementsystems. In: *Dörner, Dietrich; Menold, Dieter et al.*: Reform des Aktienrechts, der Rechnungslegung und Prüfung: KonTraG – KapAEG – EuroEG – StückAG. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 139-176.
- Mari99 *Marien, Edward*: Demand Planning and Sales Forecasting: A Supply Chain Essential. In: Supply Chain Management Review 3 (1999) 4, S. 76-86.
- MaSa99 *Martin, Wolfgang; Schwab, Wolfgang et al.*: Usability Test of Selected Business Processes on J.D. Edwards, Oracle Applications and SAP R/3. Report der META Group, o. O. 1999.
- MaTo97 *Mason-Jones, R.; Towill, D. R.*: Information Enrichment: Designing the Supply Chain for Competitive Advantage. In: Supply Chain Management 2 (1997) 4, S. 137-148.
- MaWü99 *Makowski, Eugen; Würmser, Anita et al.*: Maßstab für mehr Effizienz. Cross Docking bei Hornbach. In: Logistik Heute 21 (1999) 10, S. 82-85.
- MeBi98 *Mentzer, John; Bienstock, Carol*: The Seven Principles of Sales-Forecasting Systems. In: Supply Chain Management Review 2 (1998) 3, S. 76-83.
- MeFa98 *Mertens, Peter; Faisst, Wolfgang et al.*: Rechnergestützte Koordination von Geschäftspartnern beim Auftragsdurchlauf. <http://www.wi1.wiso.uni-erlangen.de/wi1wiso.html>, Abruf am 1999-12-10.

- Mert95 *Mertens, Peter*: Supply Chain Management. In: Wirtschaftsinformatik 37 (1995) 2, S. 177-179.
- Mert00 *Mertens, Peter*: Integrierte Informationsverarbeitung 1. Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie. 12. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2000.
- META00a *META Group (Hrsg.)*: Application Delivery Strategies: Crafting the Intelligent Supply Chain: Part 1. Report, o. O. 1999.
- META00b *META Group (Hrsg.)*: Application Delivery Strategies: Supply Chain Network Planning: Part 2. Report, o. O. 1999.
- META00c *META Group (Hrsg.)*: Application Delivery Strategies: Transportation Management Systems: Part 1. Report, o. O. 1999.
- META00d *META Group (Hrsg.)*: Collaboration: The Foundation for Externalized Supply Chain Excellence. Report, o. O. 1999.
- META00e *META Group (Hrsg.)*: Synchronizing Supply and Demand. Report, o. O. 1999.
- MeZe99 *Mertens, Peter; Zeier, Alexander*: ATP-Available-to-Promise. In: Wirtschaftsinformatik 41 (1999) 4, S. 378-379.
- Nöge00 Persönliche Auskunft von *Andreas Nögel*, Festo AG & Co., anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.
- PePu00 *Peterson, K.; Purchase, E.*: The E-Business Philosophy: Supply Chain Management Will Sustain Profitability. Report Nr. R-10-0274 der Gartner Group, o. O. 2000.
- Pete00a *Peterson, K.*: SCP Magic Quadrant Update – 4Q99. Report Nr. M-09-9146 der Gartner Group, o. O. 2000.
- PhPi99 *Philippson, Clemens; Pillep, Ralf et al.*: Marktspiegel Supply Chain Management Software. Forschungsinstitut für Rationalisierung, Aachen 1999.
- PiKu99 *Pirron, Jörg; Kulow, Bernd et al.*: Gut, dass wir verglichen haben. In: Logistik Heute 21 (1999) 3, S. 69-76.
- PiRe98 *Pirron, J.; Reisch, O.; et al.*: Werkzeuge der Zukunft. In: Logistik Heute 20 (1998) 11, S. 60-69.
- PWC99 *PriceWaterhouseCoopers (Hrsg.)*: Information and Technology in the Supply Chain. Making Technology Pay. Euromoney publications, London 1999.

- PWC00a *PriceWaterhouseCoopers (Hrsg.): Transportation Management. Informationsbroschüre von PriceWaterhouseCoopers, o. O. 2000.*
- Rins99 *Rinschede, Matthias: Supply Chain Integration: Größere Kundenzufriedenheit durch Kostensenkung. In: Information Management & Consulting 14 (1999) 2, S. 84-87.*
- SAP99a *SAP AG (Hrsg.): Core Interface. In: APO – Advanced Planner and Optimizer Documentation. Online-Dokumentation der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99b *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer. Supply Chain Cockpit. Functions in Detail. Informationsbroschüre der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99d *SAP AG (Hrsg.): Supply Chain Engineer: Enhancements. Release Notes der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99e *SAP AG (Hrsg.): Visualizing and Monitoring Your Supply Chain. Produktinformation zum Supply Chain Cockpit. <https://sapneth2.wdf.sap-ag.de/>, Abruf am 1999-12-20 (nur für geschlossene Benutzergruppe zugänglich).*
- SAP99f *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer. Demand Planning. Functions in Detail. Informationsbroschüre der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99g *SAP AG (Hrsg.): AP010 – Advanced Planner and Optimizer. Schulungsmaterial der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99h *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer. Supply Network Planning and Deployment. Functions in Detail. Informationsbroschüre der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99i *SAP AG (Hrsg.): Business-to-Business Procurement. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99j *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer. Production Planning and Detailed Scheduling. Functions in Detail. Informationsbroschüre der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99k *SAP AG (Hrsg.): Global Available-to-Promise. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP99l *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer. Global Available-to-Promise. Functions in Detail. Informationsbroschüre der SAP AG, Walldorf 1999.*

- SAP99m *SAP AG (Hrsg.): SAP Advanced Planner and Optimizer Collaborative Planning. Von der Logistikkette zu Collaborative-Commerce-Networks. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 1999.*
- SAP00a *SAP AG (Hrsg.): SAP Transportation Management Solution. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 2000.*
- SAP00b *SAP AG (Hrsg.): Integration Scenario: VMI with APO SNP and R/3. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 2000.*
- SAP00c *SAP AG (Hrsg.): mySAP.com Business Scenarios. Collaboration. Walldorf 2000. http://wwwint01.wdf.sap-ag.de/solutions/business_scenarios/printcoll.htm, Abruf am 2000-02-10 (nur für geschlossene Benutzergruppe zugänglich).*
- SAP00d *SAP AG (Hrsg.): Collaborative Planning. Präsentation der SAP AG, Walldorf 2000.*
- SAP00e *SAP AG (Hrsg.): Collaborative Network Optimization. Präsentation der SAP AG, Walldorf 2000.*
- SAP00f *SAP AG (Hrsg.): Advanced Planner & Optimizer in Verbindung mit mySAP.com Automotive. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 2000.*
- ScZe00 *Schaub, Alexander; Zeier, Alexander: Eignung von Supply-Chain-Management-Software für unterschiedliche Betriebstypen und Branchen - untersucht am Beispiel des Produktionsprozessmodells zum System SAP APO. FORWIN-Bericht-Nr. FWN-2000-004, Nürnberg 2000.*
- Schi00a *Persönliche Auskunft von Klaus Schilling, Schöller Lebensmittel GmbH & Co. KG, Nürnberg, anlässlich der Siemens Fachtagung Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management in der Praxis, Erlangen 2000-03-27/28.*
- Schn97 *Schneider, Ralph: SAP APO within SCOPE Initiative. Präsentation der SAP AG, Walldorf 1997.*
- Schn99 *Schneider, Ralph: Weitsicht, die sich auszahlt. In: SAPINFO – Lösungen und Produkte 5 (1999) 8, S. 36-39.*
- SCC99a *Supply Chain Council: What Are the Components of the Supply-Chain Process Reference Model? <http://www.supply-chain.org/html/faq.htm>, Abruf am 1999-12-12.*
- SCC99b *Supply Chain Council: How Is the Supply-Chain Council Addressing These Challenges? <http://www.supply-chain.org/html/faq.htm>, Abruf am 1999-12-12.*

- ScTh99 *Schmid-Lutz, Veronika; Thomé, Frank*: SAP APO Collaborative Planning. Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- Serv98 *Servatius, Hans-Gerd*: Integration der Wertschöpfung von Unternehmen, Kunden und Zulieferern: Ein Überblick. In: *Information Management & Consulting* 13 (1998) 3, 14-17.
- Sher97 *Sherman, Richard*: Dynamic Demand Management: Striking a Profitable Balance. In: *Supply Chain Management Review* 1 (1997) 2, 68-75.
- Siet99 *Sieth, Thilo*: Optimization Extension Workbench (APX). Präsentation anlässlich der internationalen APO-Partnerinfotage, Wiesloch 1999-11-11/12.
- SII99 *SAP AG, IMG, Institute for Information Management at the University of St. Gallen (Hrsg.)*: Business Networking in the Internet Age. Whitepaper der SAP AG, Walldorf 1999.
- SpHe00 *Specht, Dieter; Hellmich, Kai*: Management der Zulieferbeziehungen in dynamischen Produktionsnetzen. In: *Wildemann, Horst (Hrsg.)*: Supply Chain Management. TCW Transfer-Centrum-Verlag, München 2000, S. 89-115.
- Sync98 *Syncra Software (Hrsg.)*: Recommendations for Using Extensible Markup Language (XML) in Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) Communications. Whitepaper der Syncra Software, Inc., Cambridge (Massachusetts) 1998.
- Whit99 *White, Andrew*: The Value Equation: Value Chain Management, Collaboration and the Internet. Whitepaper der Logility, Inc., o. O. 1999.
- Wild00 *Wildemann, Horst*: Von Just-In-Time zu Supply Chain Management. In: *Wildemann, Horst (Hrsg.)*: Supply Chain Management. TCW Transfer-Centrum-Verlag, München 2000, S. 49-85.
- WöKr98a *Wöhrle, Thomas; Kranke, Andre*: Fehlende Akzeptanz. EDI-Kongress 1998. In: *Logistik Heute* 20 (1998) 9, S. 86.
- WöKr98b *Wöhrle, Thomas; Kranke, Andre*: Supply Chain Management ineffektiv. In: *Logistik Heute* 20 (1998) 7/8, S. 55-58.
- ZäPi96 *Zäpfel, Günther; Piekarz, Bartosz*: Supply Chain Controlling. Interaktive und dynamische Regelung der Material- und Warenflüsse. Ueberreuter, Wien 1996.

Zerf00 *Zerfass, Ansgar: Mittelstand setzt auf digitale Wertschöpfung. Fallbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft. In: Sonderbeilage zum 8. Deutschen Multimedia-Kongress in Stuttgart, Handelsblatt 50 (2000) Nr. 69, 2000-04-06.*

