

Master Planning mit SAP APO

Prof. Dr. Axel Tuma / Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jens Kruse /
Dipl.-Kfm. Christoph Pitzl, Augsburg

Herkömmliche ERP-Systeme eignen sich nur bedingt zur Planung von Supply Chains und Supply Networks. Sie werden deshalb durch Advanced-Planning-Systeme ergänzt.

1. Globale Produktions- und Zuliefernetzwerke

Die Globalisierung, Deregulierungen, der rapide Fortschritt der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie gesunkene Transportkosten haben die Wirtschaft in den letzten Jahren ebenso bestimmt wie die zunehmende Kundenorientierung und der steigende Kostendruck. All dies führte zu rund um den Globus verteilten Produktions- und Zuliefernetzwerken (Supply Chains, Supply Networks). Sie erlauben es, Synergie- und Rationalisierungspotenziale auszuschöpfen und dennoch ein breites Produktspektrum anzubieten. Die dazu erforderliche Koordination und Integration weltweiter Geschäftsprozesse sowie die Material-, Informations- und Finanzflüsse brachten neue Herausforderungen mit sich. Bei der Planung von Supply Chains wird versucht, den neuen Anforderungen durch **Advanced-Planning-Systeme** zu begegnen.

2. Die Struktur Advanced-Planning-gestützter Produktionsplanungssysteme

Bei der Planung, Steuerung und Durchführung betrieblicher Prozesse (z.B. Materialbestellungen, Freigabe von Fertigungsaufträgen) werden in der Praxis bereits seit längerem computerbasierte Informations- und Planungssysteme, sog. **Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme)**, eingesetzt. Sie unterstützen zahlreiche betriebliche Funktionsbereiche wie Finanzbuchhaltung, Rechnungswesen, Controlling, Marketing und das Personalwesen. Bekannte ERP-Systeme sind unter anderem SAP ERP, Oracle E-Business Suite und Microsoft Dynamics NAV. ERP-Systeme enthalten auch Module zur Produktions- und Beschaffungsplanung. Dabei wird im Wesentlichen auf die Planungsmethodik des **Material Requirements Planning (MRP)** zurückgegriffen, die in der Praxis jedoch häufig zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen führt (zu den Schwachstellen vgl. Kurbel, S. 105 ff.).

Um die Schwächen bestehender ERP-Systeme bei der Planung und Durchführung der Produktion zu beheben und zugleich eine Abstimmung über Bereichs- und Unternehmensgrenzen hinweg zu ermöglichen, wurden in den letzten Jahren Advanced Planning Systems (APS) entwickelt. Sie erlauben die ganzheitliche **Planung des gesamten Produktions- und Zuliefernetzwerkes**, von den Zulieferern bis zu den Kunden eines oder mehrerer Unternehmen. Anders als bei ERP-Systemen werden dabei bei Planungsproblemen **Lösungsverfahren aus dem Operations Research** eingesetzt. Je nach Komplexität kommen **Heuristiken oder Optimierungsverfahren** unter Berücksichtigung dezidiert Zielfunktionen und Restriktionen zum Einsatz.

Ein APS ist als **hierarchisches Planungssystem** aufgebaut. Um die Komplexität eines Problems zu verringern, unterteilt das hierarchische System die Planung der Supply Chain in mehrere Teilpläne (hier als Planungsmodul bezeichnet), die gemäß ihrer Inhalte der lang-, mittel- oder kurzfristigen Ebene zugeordnet werden. Die Planungsmodul einer untergeordneten Ebene werden bei einer hierarchischen Struktur durch die umfassenderen Pläne der jeweils übergeordneten Planungsebene koordiniert. Auf der obersten, **langfristigen Planungsebene** werden strukturelle Entscheidungen getroffen, die die Grundlage für die Entwicklung einer Supply Chain sind. Der Planungszeitraum kann mehrere Jahre betragen. Auf der **mittelfristigen Planungsebene** werden der Einsatz

Supply Chains
und Supply Networks

IT-gestützte Planungs-
und Transaktionssysteme

Advanced Planning
Systems

Struktur der APS

von Ressourcen und der Güterfluss innerhalb einer Supply Chain in aggregierter Form bestimmt. Der Planungshorizont reicht dabei meist von mehreren Monaten bis zu wenigen Jahren. Die **kurzfristige Planungsebene** erstellt anhand der Vorgaben aus den übergeordneten Ebenen detaillierte Pläne für die bestmögliche Ausnutzung der gegebenen betrieblichen Ressourcen, wobei der Planungshorizont zwischen mehreren Tagen bis zu wenigen Monaten liegt. Während die langfristigen Planungsaufgaben strategischen Charakter haben, wird die mittelfristige Planungsebene als taktische und die kurzfristige Ebene als operative Planung bezeichnet.

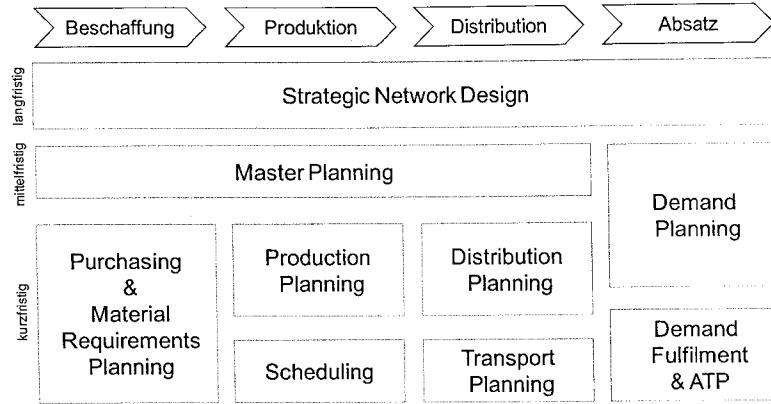


Abb. 1: Struktur der Advanced-Planning-Systeme (vgl. Fleischmann/Meyr, S. 481)

Softwaremodule eines APS

Abb. 1 zeigt den modularen Aufbau der meisten derzeit angebotenen APS. Er lässt sich zum einen anhand der Hierarchieebenen bei der Planung und zum anderen durch die Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion, Distribution und Absatz gliedern. Das Modul **Strategic Network Design** integriert bereichsübergreifend die langfristigen Planungsaufgaben. Es unterstützt unter anderem die Standort- und Kapazitätsplanung der Werke und Distributionszentren und gibt so den Rahmen für das Modul **Master Planning** vor, dessen Hauptaufgabe die Bestimmung und Synchronisation der Materialflüsse zwischen allen Beteiligten einer Supply Chain ist (u.a. die Festlegung von aggregierten Produktionsmengen je Standort). Beim **Demand Planning** geht es um die lang- bis mittelfristige Bedarfsplanung, insbesondere um die Prognose der Kundennachfrage, während die Aufgaben der kurzfristigen Bedarfsplanung (z.B. Zusage von Lieferterminen, Reaktion auf Fehlmengen) vom Modul **Demand Fulfillment & ATP** abgedeckt werden. Das **Production Planning** befasst sich mit der Bestimmung von Produktionslosgrößen und Eckterminen der Produktionsaufträge, die im Modul **Detailed Scheduling** anschließend den einzelnen Produktionsaggregaten in einer dort festzulegenden Reihenfolge zugewiesen werden. Das **Transport Planning** dient zur kurzfristigen Fahrzeugeinsatz- und Tourenplanung, zusätzlich ist in manchen APS ein Modul **Distribution Planning** enthalten, das auf kurz- bis mittelfristiger Ebene eine detailliertere Modellierung der Güterflüsse innerhalb der Supply Chain erlaubt, als dies beim Modul Master Planning üblich ist. Bei den Aufgaben der Materialbedarfsrechnung und Materialbeschaffung wird häufig auf die entsprechende Funktionalität in den ERP-Systemen zurückgegriffen, zumal nicht alle APS-Anbieter ein Modul **Purchasing & Material Requirements Planning** anbieten.

Ergänzung der ERP-Systeme

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die entwickelten APS nicht als Ersatz der vorhandenen ERP-Systeme zu verstehen sind, sondern die ERP-Systeme um weitergehende Funktionalitäten bei der Planung von Supply Chains ergänzen. Die Umsetzung der durch die APS erzeugten Pläne und die Datenhaltung verbleiben weiterhin bei den ERP-Systemen.

Frage 1: Welche Vorteile bieten Advanced-Planning-Systeme im Vergleich zu den in ERP-Systemen enthaltenen Modulen zur Produktionsplanung?

3. Modul Master Planning

Aufgaben des Master Planning

Die Aufgabe des Moduls Master Planning besteht im Wesentlichen in der **Festlegung und Synchronisation der Produktions- und Distributionsmengen** innerhalb der gesamten Supply Chain, um die (zum Teil gegenläufigen) Kosten für Produktion, Transport, Lagerhaltung und Kapazitätsanpassungen insgesamt zu minimieren. Dazu sind einerseits die Produktionsmengen unter Beachtung von Produktionskosten und verfügbarer Produktionskapazität sowie andererseits die Transportmengen unter Berücksichtigung

von Transportkosten und -kapazitäten zu bestimmen. Aus der Höhe der Bedarfs-, Produktions- und Transportmengen leiten sich der Lagerbestand und die Lagerhaltungskosten ab. Mit dem Master Planning ist außerdem die Ausweitung des Kapazitätsangebots mithilfe von Überstunden zu planen, wobei die zusätzlichen Kosten zu berücksichtigen sind.

Aggregation

Beim Master Planning handelt es sich um mittelfristige Planung (Abb. 1), d.h. der Planungshorizont reicht in der Regel von mehreren Monaten bis zu wenigen Jahren und sollte mindestens einen saisonalen Bedarfszyklus umfassen. Durch die Länge des Planungshorizonts sind oft nicht alle Daten zum Zeitpunkt der Planung bekannt. Um die mit prognostizierten Daten verbundene Unsicherheit zu reduzieren und den Rechenaufwand bei den Modellen zu vermindern, erfolgt die Planung beim Modul Master Planning anhand aggregierter Zeiträume, Planungsdaten und Entscheidungsvariablen. Unter der Aggregation der **Planungszeiträume** versteht man die Zusammenfassung mehrerer Einzelperioden innerhalb eines Planungshorizonts zu größeren Zeiteinheiten, sog. **Buckets** (z.B. werden mehrere Tage zu Wochenbuckets aggregiert). Die Aggregation der **Entscheidungsvariablen** bedeutet, dass Produktions-, Transport- und Lagerhaltungsmengen nicht für jedes einzelne Produkt geplant, sondern dass ähnliche Produkte und Materialien zu Produkt- bzw. Materialgruppen zusammengefasst und gemeinsam betrachtet werden. Abgestimmt auf die Aggregation der Zeit und der Entscheidungsvariablen werden auch die **Planungsdaten** aggregiert. So werden beispielsweise Lagerbestände, Transportkapazitäten und Endproduktbedarfe auf geeignete Weise gruppiert und zusammengefasst.

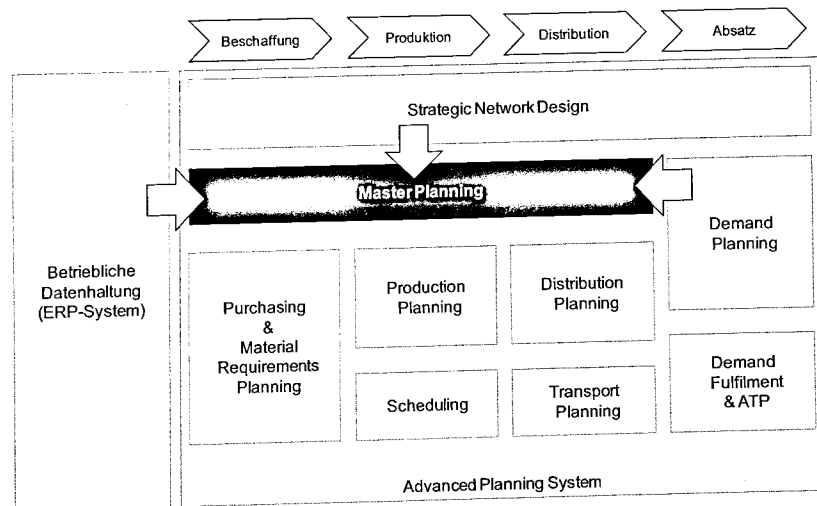


Abb. 2: Datenquellen des Master Planning (vgl. Fleischmann/Meyr, S. 481)

Daten für das Master Planning

Die benötigten Planungsdaten bezieht das Modul Master Planning aus verschiedenen Quellen (Abb. 2). Die **strategischen Rahmenbedingungen**, wie die Standorte von Werken, die Distributionszentren der Supply Chain und die installierten Produktionstechnologien und -kapazitäten, sind das Ergebnis der langfristigen Planung (**Strategic Network Design**). Aus der strategischen Planung stammen auch die Transportbeziehungen und deren Kapazitäten. Aus dem Demand Planning stammen **prognostizierte Absatzdaten**, die den Bedarf an Endprodukten bzw. -gruppen in jeder Periode des Planungshorizonts angeben. Im Allgemeinen ist die **Struktur der Erzeugnisse** einschließlich der Input- und Output-Koeffizienten der Produktion (Endprodukte, Baugruppen, Einzelteile), die anhand von Stücklisten definiert wird, in der betrieblichen Datenhaltung (ERP-Systeme) hinterlegt. Die **planungsrelevanten Kosten** von Produktion, Transport und Lagerhaltung sind den ERP-Systemen zu entnehmen. Um die Daten des Master Planning zu vervollständigen, müssen zudem die zu Beginn der Planungsperiode verfügbaren Lagerbestände sowie vorgegebene Sicherheitsbestände in die Planung einbezogen werden.

Frage 2: Welche Aufgaben und Ziele hat das Modul Master Planning?

Freiheitsgrade bei der Planung

Übersteigt der aggregierte Bedarf innerhalb einer Planungsperiode die zur Verfügung stehende Kapazität der relevanten Produktionsressourcen(gruppen), stehen dem Master Planning verschiedene Optionen bei der Beseitigung von Kapazitätsengpässen offen (vgl. Rohde/Wagner, S. 162). Güter können, bei höheren Lagerkosten, durch **vorzeitige Produktion** in einem früheren Bucket erzeugt werden, auf **andere Produktionsstandorte**, bei höheren Transportkosten, verlagert oder in **anderen Produktionsmodi** (Ma-

schinen, Verfahren etc.), mit unter Umständen höheren Produktionskosten, hergestellt werden. Zudem ist die **Ausweitung der zur Verfügung stehenden Kapazität** durch Überstunden (Überstundenkosten) oder die Fremdbeschaffung der benötigten Produkte möglich. Treten Engpässe beim Transport der Waren auf, können die **Transporte** auf frühere Perioden, bei erhöhten Lagerkosten wegen verfrühter Lieferung, **verlagert** und es kann auf **andere Transportmodi** (z.B. Transportmittel) **ausgewichen** werden, was möglicherweise zu höheren Transportkosten und zur Deckung des Kundenbedarfs durch andere Distributionszentren führt.

Planungsergebnis

Durch das Master Planning kommt es zu **planungsperiodengenauen Produktions-, Transport- und Lagerhaltungsmengen** für alle Standorte der Supply Chain. Aufgrund der Aggregation können diese oft nicht direkt in anderen Modulen (z.B. Distribution & Transport Planning, Production Planning, Detailed Scheduling) weiterverarbeitet werden, sondern fließen als Restriktionen bzw. Vorgaben in deren Planung ein (z.B. aggregierte Produktionsmengen und verfügbare Kapazität je Ressourcengruppe und Periode). Der wichtigste Output des Master Planning sind dementsprechend die **aggregierten Werte für Kapazitätsangebot und -nachfrage sowie die geplante Höhe der saisonalen Bestände**, da zur Bestimmung der Variablen ein vollständiger saisonaler Zyklus betrachtet werden muss, was bei den Modulen der kurzfristigen Planungsebene nicht möglich ist (vgl. Rohde/Wagner, S. 168).

Zusammenhang mit kurzfristiger Produktionsplanung

Im Hinblick auf die Produktionsplanung sind die Planungsmodule **Production Planning und Scheduling** (in SAP APO in einem Modul Production Planning und Detailed Scheduling zusammengefasst) die wichtigsten Abnehmer der Planungsergebnisse aus dem Master Planning. Hier werden die Ergebnisse des Master Planning detailliert und ein unter Umständen **minutengenaue Produktionsplan** ermittelt, der für jeden Produktionsauftrag dessen Start- und Endtermin sowie die dafür benötigten Produktionsressourcen enthält, wodurch explizit die Losgrößen und die Bearbeitungsreihenfolge der einzelnen Aufträge auf den verschiedenen Ressourcen bestimmt werden. Zur Durchführung der Planungsaufgaben des Production Planning und Scheduling werden – verglichen mit dem Master Planning – **zusätzliche Daten** wie die Rüstzeiten oder Intensitäten einzelner Produktionsaggregate benötigt. Die im Master Planning ermittelten Ergebnisse fließen in disaggregierter Form als Vorgaben und Restriktionen in das Production Planning und Scheduling ein. So müssen unter anderem die vorgegebenen Werte für die Kapazitätsverwendung pro Planungsperiode, die Höhe der saisonaler Bestände, längerfristig ermittelte Kundenauftragstermine, bestimmte Überstundenkontingente, die Verfügbarkeit von Bauteilen und Baugruppen sowie längerfristige Verträge mit Zulieferern beachtet und eingehalten werden.

Planungsaufgaben wie das Master Planning werden theoretisch meist als **lineares oder gemischt-ganzzahliges mathematisches Modell** formuliert (vgl. Günther/Tempelmeier, S. 157 ff.) und mittels eines geeigneten Solvers wie CPLEX (ILOG) gelöst (vgl. Tuma/Lebreton/Nymann, S. 805 f.). Da sich diese Art der Problemformulierung wegen ihres hohen Abstraktionsgrades kaum für die Praxis eignet, wird in modernen APS wie dem Advanced Planner and Optimizer (APO) von SAP auf derartige Solver zurückgegriffen, ohne dass sich der Nutzer mit der Formulierung und Lösung des Optimierungsmodells befassen muss.

Frage 3: Welche Daten sind für das Master Planning relevant?

Anwendungsbeispiel

4. Master Planning bei der Fahrradwerke AG

In diesem Abschnitt wird die Funktion des Master Planning mithilfe eines Beispiels aus der Fahrradproduktion erläutert. Das Modellunternehmen, die Fahrradwerke AG, stellt Fahrräder und Dreiräder für den deutschen Markt her. Neben zwei Distributionszentren in Hamburg und München, von denen die Produkte an die Händler bzw. Kunden ausgeliefert werden, verfügt das Unternehmen über drei Produktionswerke in Augsburg, Berlin und Saarbrücken. Im Rahmen des Master Planning sollen ein mittelfristiger Plan für die Produktions-, Transport- und Lagerhaltungsmengen der fünf Standorte des Produktions- und Distributionsnetzwerks der Fahrradwerke AG unter Beachtung der gegebenen Kapazitätsrestriktionen bestimmt werden. Zur Beseitigung von Kapazitätsengpässen in einzelnen Planungsperioden stehen die beschriebenen Möglichkeiten zur Verfügung. Da sich der Absatz nach einem saisonalen Zyklus richtet (der Höhepunkt ist im Frühjahr und der Tiefstand zu Beginn des Winters), wird zum Ausgleich der Bedarfsschwankungen mit einem Planungshorizont von einem Jahr gearbeitet. Die Planung er-

folgt in monatlichen Perioden, aggregiert für die Produktgruppen Fahrrad und Dreirad, die Eigenschaften einzelner Endprodukte wie deren Farbe werden vernachlässigt.

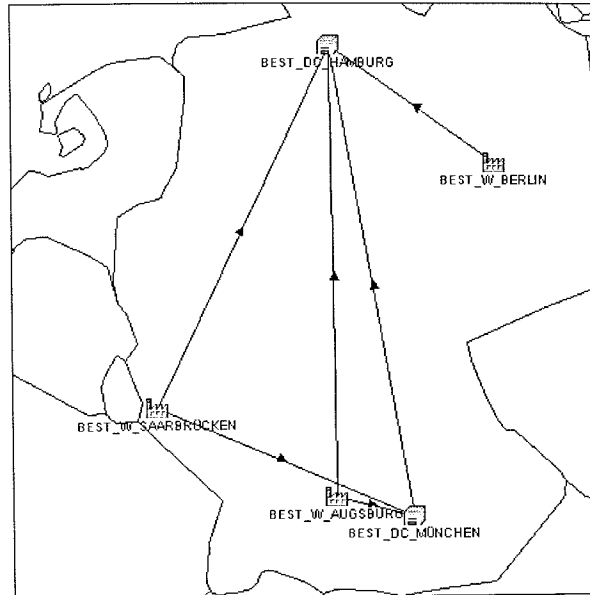


Abb. 3: Planungsmodell mit Standorten und Transportverbindungen

**Stammdaten
und Modellerstellung**

Für das Planungsproblem des Master Planning steht bei SAP APO das Planungsmodul Supply Network Planning (SNP) zur Verfügung. Zunächst werden alle relevanten Daten in APO angelegt bzw. aus dem zugrundeliegenden ERP-System geladen. Daraus wird dann ein Modell des Netzwerks erstellt. Abb. 3 zeigt die **Standorte** und die **Transportverbindungen** zwischen ihnen. So kann das Werk Berlin nur an das Distributionszentrum (DC) in Hamburg liefern, während die Werke Augsburg und Saarbrücken sowohl das DC Hamburg als auch das DC München beliefern können. Das Planungsmodell umfasst auch die **Produktions- und Transportkapazitäten** der Standorte und Transportverbindungen. Die **Produktionsdaten** werden in SAP APO in sog. Produktionsprozessmodellen (PPM) gepflegt. Sie sind eine Kombination von Stückliste und Arbeitsplan (er legt die Reihenfolge der Arbeitsgänge fest) und enthalten neben den einzelnen Arbeitsgängen bei der Produktion auch die Zusammensetzung der Produkte (Input/Output-Relationen), die benötigten Ressourcen und den Ressourcenverbrauch.

Anzeigen Plan 'BEST-FAHRRAD_AUGSBURG' - Einzelanzeige

Objektbaum / Objektname

- BEST-FAHRRAD_AUGSBURG
 - Vorgänge
 - 10 Produktion
 - Modi
 - 10
 - BEST-PRODUKTIG BEST-PRODUKTION_AUGSBURG
 - Komponenten
 - BEST-FAHRRADRAI BEST-FAHRRADRAHMEN
 - BEST-FELGE BEST-FELGE
 - BEST-REIFEN BEST-REIFEN
 - Outputprodukte
 - BEST-FAHRRAD BEST-FAHRRAD
 - Abwärtsbeziehungen
 - PPM
 - BEST-FAHRRAD_AUGSBURG BEST-FAHRRAD_AUGSBURG
 - Bestandort

AKTIVITÄT

Basis: BEST-FAHRRAD_AUGSBURG PPM Fahrrad Augsburg
 Plannummer: BEST-FAHRRAD_AUGSBURG
 Vorgang: 0010 Produktion
 Aktivität: 10 Beschreibung: Produktion
 Abteilungs: P Produzieren
 Ausschub (%): 9,00

Alternativ Komponenten

| Produkt | U | V | ILag | Datum von | Datum bis | M | Var | Verbrauch |
|--------------------|---|---|------|------------|------------|----|-----|-----------|
| BEST-FAHRRAD | D | E | | 01.01.2009 | 31.12.9999 | ST | 1 | |
| BEST-FAHRRADRAHMEN | I | S | | 01.01.2009 | 31.12.9999 | ST | 1 | |
| BEST-FELGE | I | S | | 01.01.2009 | 31.12.9999 | ST | 2 | |
| BEST-REIFEN | I | S | | 01.01.2009 | 31.12.9999 | ST | 2 | |

Abb. 4: PPM für das Produkt BEST-Fahrrad im Werk Augsburg

Abb. 4 zeigt beispielhaft das Prozessmodell für die Fahrradproduktion im Werk Augsburg. Es ist zu erkennen, dass beim Vorgang „Produktion“ die Ressource BEST_PRODUKTION_AUGSBURG in Anspruch genommen wird. Aus den Komponenten (als Produktionsinput im rechten Bereich der Maske mit „I“ bezeichnet) BEST_Reifen, BEST_Felge und BEST_Fahrradrahmen wird dabei das Produkt (als Output der Produktion mit „O“ gekennzeichnet) BEST-Fahrrad erzeugt.

Kosten und Bedarfe

Um mit der Planung in SNP beginnen zu können, sind neben einem Planungsmodell die relevanten Planungskosten (Kosten für Produktion, Transport, Lagerung, Nichtlieferung, verspätete Lieferung, Beschaffung der Komponenten etc.) zu pflegen und die prognostizierten Bedarfe der Endprodukte in den Distributionszentren Hamburg und München zu hinterlegen. Die Bedarfe werden in der Regel aus dem Modul Demand Planning übernommen.

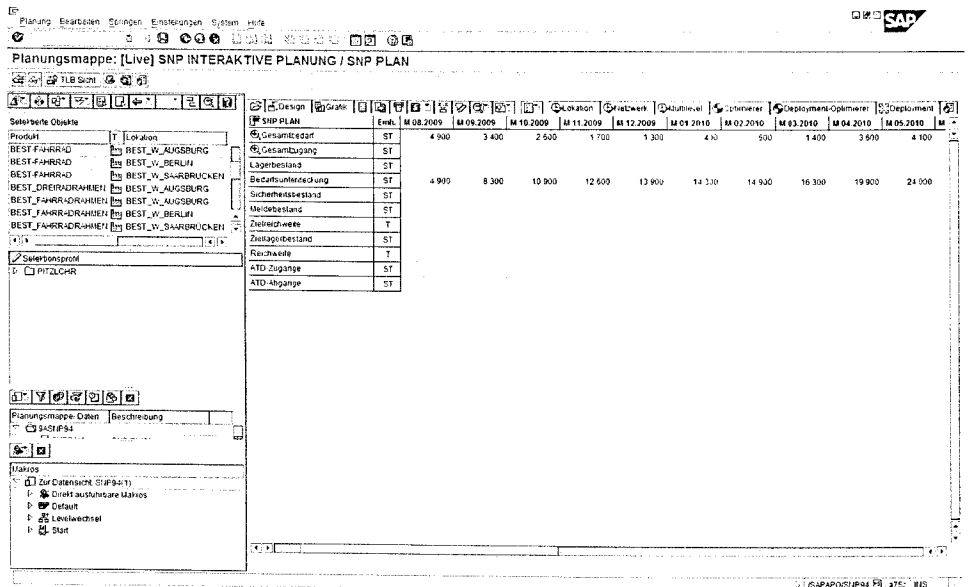


Abb. 5: SNP-Planungsmappe vor der Planung im Werk Augsburg

Planungsmethoden bei SAP APO

Das Supply Network Planning kann entweder im Hintergrund, d.h. ohne direkte Benutzerinteraktion, erfolgen oder „interaktiv“ in der Planungsmappe vorgenommen werden. Abb. 5 zeigt die interaktive SNP-Planungsmappe für das Produkt BEST-Fahrrad im Werk Augsburg. Durch vorausgegangene Planungsläufe in den Distributionszentren wurden in der Abbildung bereits Distributionsbedarfe in den einzelnen Perioden erzeugt, die zu einer Bedarfsunterdeckung in entsprechender Höhe führen. Für die Planung der zur Deckung der Bedarfe erforderlichen Produktions- und Transportmengen stehen bei SAP APO die Grundvarianten **heuristische** und **optimierungsbasierte Planung** zur Verfügung. Bei der ersten Variante erfolgt die Planung anhand von in SAP APO hinterlegten Planungsregeln infinit, d.h. ohne Beachtung von Kapazitätsrestriktionen. Damit sind die Ergebnisse der heuristikbasierten Planung potenziell unzulässig oder im Hinblick auf die planungsrelevanten Gesamtkosten suboptimal, da einzelne Kostenbestandteile nicht berücksichtigt werden. Abb. 6 zeigt das Ergebnis eines heuristischen Planungslaufs für das Werk Augsburg. Aus der Gegenüberstellung des aggregierten Kapazitätsangebots (erste Zeile) mit der Kapazitätsnachfrage (zweite Zeile) ist zu erkennen, dass die verfügbare Kapazität der Produktionsressource BEST_PRODUKTION_AUGSBURG in den ersten beiden Planungsperioden und in Periode 04.2010 überschritten wird (hervorgehobene Felder mit Auslastungsgraden von mehr als 100 Prozent).

| | | Einht. | M 08.2009 | M 09.2009 | M 10.2009 | M 11.2009 | M 12.2009 | M 01.2010 | M 02.2010 | M 03.2010 | M 04.2010 |
|--------------------------------|--|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kapazität | | ST | 3.003 | 3.148 | 3.148 | 3.003 | 2.860 | 2.717 | 2.860 | 3.289 | 2.860 |
| Kapazitätsverbrauch | | ST | 4.900 | 3.400 | 2.600 | 1.700 | 1.300 | 400 | 600 | 1.400 | 3.600 |
| Ressourcenauslastungsgrad in % | | % | 163 | 108 | 83 | 57 | 45 | 15 | 21 | 43 | 126 |

Abb. 6: Ergebnis heuristikbasierter Planung in SAP APO

Kapazitätsabgleich

Zur Auflösung solcher Kapazitätskonflikte ist im Modul SNP ein Kapazitätsabgleich vorgesehen. Entsprechend der in SAP APO hinterlegter Regeln versucht der Kapazitätsabgleich, Kapazitätsengpässe aufzulösen, indem **Aufträge zeitlich verschoben oder auf anderen Ressourcen produziert** werden. Abb. 7 zeigt, dass durch den Kapazitätsabgleich (bei Einstellung der Rückwärtsterminierung, d.h. Produktionsaufträge werden in frühere Perioden verschoben) die Überlast der Planungsperiode 04.2010 aufgelöst wer-

den kann. Es wird allerdings deutlich, dass selbst durch den Kapazitätsabgleich kein zulässiger Plan ermittelt werden kann, da in der ersten Periode noch immer die verfügbare Kapazität überschritten wird. Außerdem gilt auch für den (heuristikbasierten) Kapazitätsabgleich, dass planungsrelevante Kostengrößen nicht in die Planung einbezogen werden, wodurch auch bei einem gültigen Plan nicht davon ausgegangen werden kann, dass dieser bestmöglich ist.

| Kapazitätsabgleich | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Einht. | M 08.2009 | M 09.2009 | M 10.2009 | M 11.2009 | M 12.2009 | M 01.2010 | M 02.2010 | M 03.2010 | M 04.2010 |
| Kapazität | ST | 3.003 | 3.146 | 3.146 | 3.003 | 2.860 | 2.717 | 2.860 | 3.289 | 2.860 |
| Kapazitätsverbrauch | ST | 10.153 | 3.146 | 3.146 | 3.003 | 2.860 | 2.717 | 2.860 | 3.289 | 2.860 |
| Ressourcenauslastungsgrad in % | % | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Abb. 7: Ergebnis des Kapazitätsabgleichs in SAP APO

Optimierungsbasierte Planung

Im Gegensatz zu den Heuristiken formuliert der im SNP-Modul implementierte Optimierer das Planungsproblem intern als lineares oder gemischt-ganzzahliges mathematisches Modell, wodurch er imstande ist, Pläne unter **Minimierung der Gesamtkosten bei Einhaltung der vorgegebenen Restriktionen** zu entwerfen. Umfangreiche Konfigurationsoptionen gestatten es dem Planer, die vom Optimierer zu berücksichtigenden Restriktionen und die Gewichtung der verschiedenen Kosten (z.B. Lagerkosten, Verspätungskosten) in der Zielfunktion detailliert zu bestimmen. Das Ergebnis eines Optimierungslaufs lässt sich anhand einer umfassenden Dokumentation detailliert analysieren. Abb. 8 zeigt für das Werk Augsburg die SNP-Planungsmappe für das Produkt BEST-Fahrrad nach Durchführung der Optimierung. Es lässt sich erkennen, dass sämtliche im Werk Augsburg anfallenden Bedarfe durch die Produktion erfüllt werden können, da Teile der Nachfrage auf andere Werke verteilt werden und damit der Bedarf im Werk Augsburg in manchen Perioden sinkt. In den Wintermonaten (saisonaler Tiefstand des Bedarfs) ist zudem der Aufbau von Lagerbeständen zu erkennen, aus denen die erhöhten Bedarfe in den Frühlings-/Sommermonaten erfüllt werden können. Verglichen mit Heuristiken erfordert die optimierungsbasierte Planung mehr Rechenaufwand, der je nach Umfang des Planungsproblems zu **hohen Rechenzeiten** führen kann.

| SNP PLAN | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Einht. | M 08.2009 | M 09.2009 | M 10.2009 | M 11.2009 | M 12.2009 | M 01.2010 | M 02.2010 | M 03.2010 | M 04.2010 | M 05.2010 | M 06.2010 | M 07.2010 | M 08.2010 |
| Prognose | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Kundenauftrag | ST | | | | | | | | | | | | | |
| DistrBedarf (geplant) | ST | 1.703 | 1.746 | 2.246 | 1.603 | 2.360 | 3.217 | 2.360 | 2.191 | 1.358 | 1.117 | 1.803 | 1.846 | |
| DistrBedarf (bestätigt) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| DistrBedarf (TLB-bestätigt) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Sekundärbedarf | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtsbedarf | ST | 1.703 | 1.746 | 2.246 | 1.603 | 2.360 | 3.217 | 2.360 | 2.191 | 1.358 | 1.117 | 1.803 | 1.846 | |
| DistrZugang (geplant) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| DistrZugang (bestätigt) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| DistrZugang (TLB-bestätigt) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Intransit | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Produktion (geplant) | ST | 1.703 | 1.746 | 2.246 | 2.403 | 2.360 | 2.417 | 2.360 | 2.389 | 1.160 | 1.117 | 1.803 | 1.946 | |
| Produktion (bestätigt) | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Kuppelproduktion | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtszugang | ST | 1.703 | 1.746 | 2.246 | 2.403 | 2.360 | 2.417 | 2.360 | 2.389 | 1.160 | 1.117 | 1.803 | 1.846 | |
| Lagerbestand | ST | | | | 800 | 800 | | | 198 | | | | | |
| Bedarfsunterdeckung | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Sicherheitsbestand | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Meldebestand | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Zielreichweite | T | | | | | | | | | | | | | |
| Ziellagerbestand | ST | | | | | | | | | | | | | |
| Reichweite | T | | | | 11 | 8 | | 4 | | | | | | |
| ATD-Zugänge | ST | 1.703 | 1.746 | 2.246 | 2.403 | 2.360 | 2.417 | 2.360 | 2.389 | 1.160 | 1.117 | 1.803 | 1.846 | |
| ATD-Abgänge | ST | | | | | | | | | | | | | |

Abb. 8: Planungsmappe nach Anwendung des Optimierers für BEST-Fahrrad im Werk Augsburg

Zusätzlich zum Planungsergebnis aus Abb. 8 zeigt Abb. 9 die Kapazitätsauslastung für das Werk Augsburg (bei der Herstellung aller Produkte). Danach wird bei Verwendung des Optimierers im Gegensatz zur heuristikbasierten Planung die Kapazitätsrestriktion in allen Planungsperioden eingehalten.

| Kapazitätsabgleich | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Einht. | M 08.2009 | M 09.2009 | M 10.2009 | M 11.2009 | M 12.2009 | M 01.2010 | M 02.2010 | M 03.2010 | M 04.2010 | M 05.2010 | M 06.2010 |
| Kapazität | ST | 3.003 | 3.146 | 3.146 | 3.003 | 2.860 | 2.717 | 2.860 | 3.289 | 2.860 | 2.717 | 3.003 |
| Kapazitätsverbrauch | ST | 3.003 | 3.146 | 3.146 | 3.003 | 2.860 | 2.717 | 2.860 | 3.289 | 2.860 | 2.717 | 3.003 |
| Ressourcenauslastungsgrad in % | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Abb. 9: Kapazitätsauslastung im Werk Augsburg nach der Optimierung

Frage 4: Welche Planungsmethoden bietet SAP APO für das Master Planning und wie unterscheiden sie sich?

Literaturempfehlungen:

Dickersbach, J.T.: Supply Chain Management with APO. 2. Aufl., Berlin/Heidelberg 2006.
 Fleischmann, B./Meyr, H.: Planning Hierarchy, Modelling and Advanced Planning Systems. In: de Kok, A.G./Graves, S.C. (Hrsg.): Supply Chain Management. Design, Coordination and Operation. Amsterdam 2003, S. 457 - 523.
 Günther, H.-O./Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik. 7. Aufl., Berlin/Heidelberg 2007.
 Kurbel, K.: Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management. 6. Aufl., München 2005.
 Rohde, J./Wagner, M.: Master Planning. In: Stadler, H./Kilger, C. (Hrsg.): Supply Chain Management and Advanced Planning. 4. Aufl., Berlin/Heidelberg 2008, S. 161 - 179.
 Tempelmeier, H.: Master Planning mit Advanced Planning Systems. Köln 2001.
 Tuma, A./Lebreton, B./Nymann, J.: Wertschöpfungsnetzwerke mit Advanced-Planning-Systemen. In: WISU, 34. Jg. (2005), S. 805 - 806.

Die Fragen werden im WISU-Repetitorium beantwortet.

Die Klausur

Die Aufgaben wurden im Wintersemester 2008/09 von Prof. Dr. Frank Teuteberg (Universität Osnabrück) in der Klausur zur Lehrveranstaltung IT-Risikomanagement für die Masterstudiengänge Information Systems (Wirtschaftsinformatik) und Informatik sowie für den Studiengang Betriebswirtschaftslehre (Spezielle BWL, Wirtschaftsinformatik als Wahlpflicht- bzw. Schwerpunktfach) gestellt. Sie sind nur ein Teil der Klausur. Bearbeitungszeit ca. 30 Minuten. Bei der Erstellung der Klausur wirkte Dipl.-Kfm. Benedikt Martens mit.

Aufgabe 1: Return on Security Investment (RoSI)

Im vergangenen Geschäftsjahr sind in dem Unternehmen SecureIT ca. 5.000 Euro Schaden durch den Aufenthalt Unbefugter im Server-Raum und durch Diebstähle entstanden. Der IT-Sicherheitsbeauftragte, der auch für die Sicherheit des Server-Raums verantwortlich ist, möchte deshalb bei den drei Eingangstüren eine Zugangskontrolle einrichten. Zur engeren Auswahl stehen ein **Fingerprint-Sensor** und eine **Pincode-Türsicherung**. Um die Geschäftsführung von der Investition zu überzeugen, möchte er auch den **Return on Security Investment (RoSI)** für beide Alternativen ermitteln. Deren Kosten sind in Abb. 1 aufgeführt.

| Verfahren | Wirksamkeit | Investition |
|--------------------|-------------|---|
| Fingerprint-Sensor | 90% | 1.000 € je Tür
2.000 € für einen Server zur Speicherung und Erkennung der Fingerabdrücke |
| Pincode | 70% | 1.000 € je Tür |

Abb. 1: Kosten für die Türsicherung mittels Fingerprint-Sensor und Pincode

Zu den Investitionskosten für die beiden Alternativen kommen im ersten Jahr Installationskosten (Rollout) für die jeweiligen Sicherheitsvorkehrungen von 3.000 Euro sowie laufende Wartungskosten von 1.000 Euro in den Jahren zwei und drei hinzu. Der IT-Sicherheitsbeauftragte geht außerdem davon aus, dass durch eine Aufklärungskampagne im Unternehmen (500 Euro pro Jahr) die Informationssicherheit um zehn Prozent bei der Pincode-Türsicherung und um fünf Prozent bei der Fingerprint-Sensor-Türsicherung zunimmt.

- a) Erläutern Sie mit zwei bis drei Sätzen den RoSI.
- b) Erstellen Sie eine RoSI-Kalkulation für beide Alternativen in den ersten drei Jahren. Berücksichtigen Sie, soweit notwendig, die einmaligen Investitionskosten, die laufenden Kosten (Rollout, Verwaltung), die Kosten der Aufklärungskampagne und den auf-

grund der jeweiligen Sicherheitsmaßnahme verhinderten Schaden. Begründen Sie kurz Ihre Wahl für eine der beiden Alternativen. Treffen Sie für nicht ausdrücklich genannte Informationen sinnvolle Annahmen.

c) Nennen Sie jeweils drei bis vier Vor- und Nachteile der RoSI-Methode.

Aufgabe 2: ITIL, Kennzahlen und die Software ADOit (BOC-Gruppe)

- a) Erläutern Sie stichpunktartig, inwieweit das Rahmenwerk der IT Infrastructure Library (ITIL) eine Unterstützung für das IT-Risikomanagement ist. Es werden drei bis vier Stichpunkte oder Sätze erwartet.
- b) In Abb. 2 sehen Sie einen Ausschnitt aus dem Incident-Prozess von ITIL in der Notation von ADOit. Tragen Sie bei den vier nummerierten Kennzahlensymbolen vier Kennzahlen ein. Überlegen Sie sich eine fünfte Kennzahl, die bei einer passenden Aktivität eingetragen werden kann.

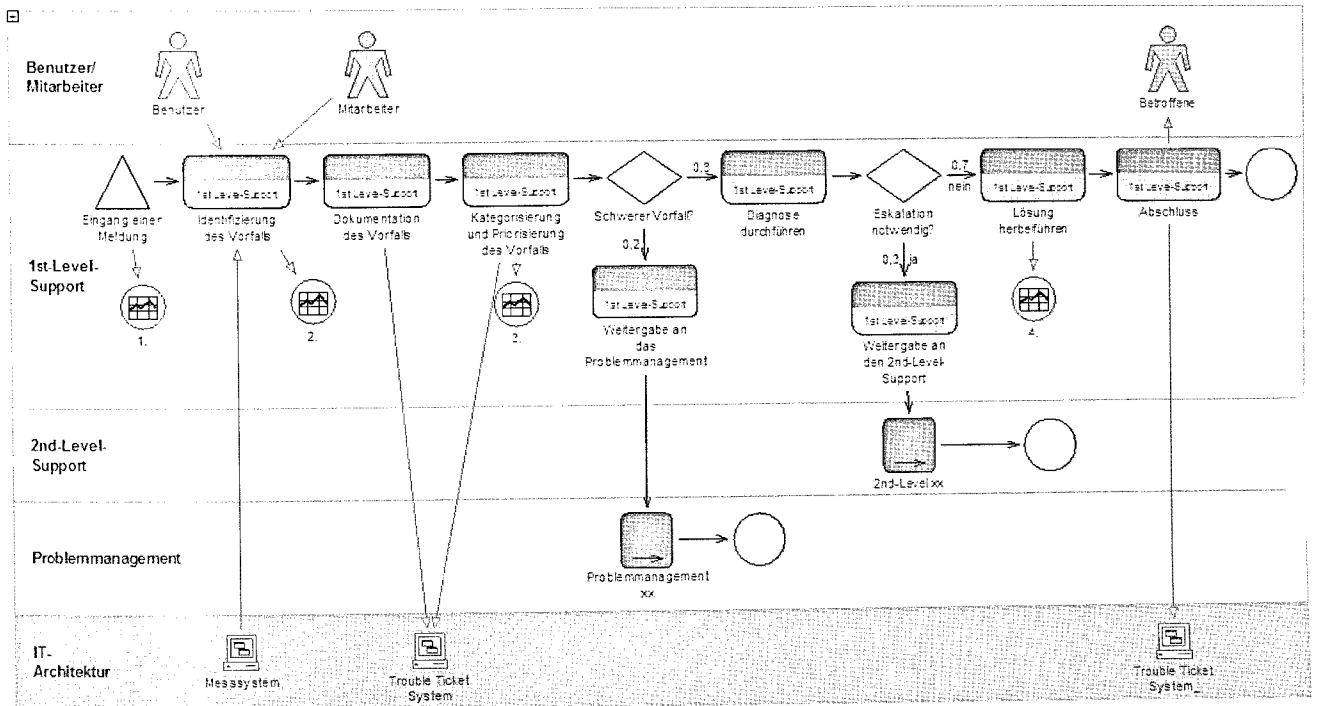


Abb. 2: Incident-Prozess / Störungsprozess

I. Daran hätten Sie denken müssen

Aufgabe 1a):

Der RoSI ist die Differenz aus der Ersparnis (E) aufgrund der Reduzierung der Schadensbeseitigungskosten (R) und den (Tool-)Kosten (T) für IT-Sicherheitsmaßnahmen (Abb. 3; vgl. Gadatsch, S.142; Keller)

| | | |
|----------------------------|-----|--|
| $RoSI = R - ALE$ | R | jährliche Kosten der Schadensbeseitigung (Recovery) durch „Angriffe“ auf IT-Systeme. |
| | ALE | Annual Loss Expectancy (auch als Risk Exposure bezeichnet): Jährliche Verlufterwartung durch verbliebene Schäden |
| $ALE = (R - E) + T$ | E | Ersparnis (Nutzen) durch Reduzierung der Schadensbeseitigungskosten (R) |
| $RoSI = R - ((R - E) + T)$ | T | (Tool-)Kosten für IT-Sicherheitsmaßnahmen |
| $RoSI = E - T$ | | |

Abb. 3: RoSI

Ist der RoSI größer als null, ist eine Investition in die betreffende IT-Sicherheitsmaßnahme vorteilhaft.

Aufgabe 1b):

In den Kalkulationsschemata von Abb. 4 und 5 wird der RoSI für die Türsicherung mittels Fingerprint-Sensor bzw. mittels Pincode errechnet.

Fingerprint-Sensor:

| | | | | Insgesamt |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|--------------|
| Zeitspanne | 1. Jahr | 2. Jahr | 3. Jahr | 3 Jahre |
| Einmalige Investitionskosten | $(1.000 \cdot 3) + 2.000 = 5.000$ | | | 5.000 |
| Laufende Kosten (Roll-out, Verwaltung) | 3.000 | 1.000 | 1.000 | 5.000 |
| Kosten der Aufklärungskampagne | 500 | 500 | 500 | 1.500 |
| Verhinderter Schaden durch die Sicherheitsmaßnahme | $5.000 \cdot (0,9 + 0,05) = 4.750$ | 4.750 | 4.750 | 14.250 |
| ROSI 1. Jahr | $-5.000 - 3.000 - 500 + 4.750 = -3.750$ | | | |
| ROSI 2. Jahr | | $-1.000 - 500 + 4750 - 3.750 = -500$ | | |
| ROSI 3. Jahr | | | $3.250 - 500 = 2.750$ | <u>2.750</u> |

Abb. 4: RoSI-Kalkulationsschema für die Türsicherung mittels Fingerprint-Sensor

Pincode:

| | | | | Insgesamt |
|--|---|---------------------|---------|--------------|
| Zeitspanne | 1. Jahr | 2. Jahr | 3. Jahr | 3 Jahre |
| Einmalige Installationskosten | $1.000 \cdot 3 = 3.000$ | | | 3.000 |
| Laufende Kosten (Rollout, Verwaltung) | 3.000 | 1.000 | 1.000 | 5.000 |
| Kosten der Aufklärungskampagne | 500 | 500 | 500 | 1.500 |
| Verhinderter Schaden durch die Sicherheitsmaßnahme | $5.000 \cdot (0,7 + 0,1) = 4.000$ | 4.000 | 4.000 | 12.000 |
| RoSI 1. Jahr | $-3.000 - 3.000 - 500 + 4.000 = -2.500$ | | | |
| RoSI 2. Jahr | | $2.500 - 2.500 = 0$ | | |
| RoSI 3. Jahr | | | 2.500 | <u>2.500</u> |

Abb. 5: RoSI-Kalkulationsschema für die Türsicherung mittels Pincode

Nach dieser Berechnung wird der Fingerprint-Sensor gewählt, da der RoSI im dritten Jahr insgesamt um 250 Euro höher ausfällt. Außerdem bietet der Fingerprint-Sensor ein wesentlich höheres **Sicherheitsniveau** von 90 Prozent, da hier beispielsweise keine Pincodes ausspioniert werden können.

Aufgabe 1c):

Vorteile der RoSI-Methode:

- Der RoSI besitzt ein leicht verständliches Kalkulationsschema.
- Der RoSI hilft bei der groben Orientierung, wenn es um die Wahl von Alternativen im IT-Sicherheitsmanagement geht.
- Der Einsatz von IT-Sicherheitsmaßnahmen wird durch quantitative Werte unterstützt.
- Beim Verständnis des RoSI hilft der Return on Investment (ROI).

Nachteile der RoSI-Methode:

- Zur genauen Bestimmung des RoSI müssen alle sicherheitsrelevanten Daten eines Unternehmens dokumentiert und interpretiert werden (soll die Genauigkeit erhöht werden, steigt der Aufwand bei der Datenermittlung beträchtlich).
- Der Wirkungsgrad einer Sicherheitsmaßnahme und der verhinderte Schaden sind in der Regel nur geschätzte Größen.
- Der Wirkungsgrad einer Sicherheitsmaßnahme kann sich ändern.
- Wegen „trügerischer Scheingenauigkeit“ kann der RoSI überwertet werden.
- Es gibt keine Abzinsung künftiger Einsparungen (verhinderter Schäden) beim RoSI.

Aufgabe 2a):

- Die ITIL stellt für sich kein IT-Risikomanagement-Rahmenwerk dar.
- Die Einführung eines IT-Service-Managements anhand von ITIL ist eine gute Grundlage, die Anwender-Risiken darzustellen.

- Die Leistungs- und Zuständigkeitstransparenz (IT-Prozesse, Schnittstellen- und Rollendefinitionen sowie IT-Kennzahlen) unterstützt das IT-Risikomanagement (vgl. Seibold, S. 187).
- Vor allem der Application-Management-Prozess der ITIL bietet die Möglichkeit, seinen einzelnen Phasen Risiken zuzuordnen, womit ein durchgängiges IT-Risikomanagement erfolgt (vgl. Königs, S. 232).

Zu Aufgabe 2b):

1. Zahl der Vorfälle pro Jahr,
2. Zahl der Vorfälle, die unmittelbar gelöst werden können,
3. Anteil falsch kategorisierter Vorfälle,
4. durchschnittliche Dauer der Problemlösung.

Weitere mögliche Kennzahlen:

5. Aktivität „Weitergabe an das Problemmanagement“: Anteil aller Vorfälle, die zum Problemmanagement weitergeleitet werden,
6. Aktivität „Weitergabe an den 2nd-Level-Support“: Anteil aller Vorfälle, die zum 2nd-Level-Support weitergeleitet werden,
7. Neben der 3. Kennzahl: Anteil falsch priorisierter Vorfälle und Zahl der gemeldeten Störungen (Incidents) nach Priorität,
8. Neben der 4. Kennzahl: Zahl der per Telefon oder per Remote-Zugriff lösbaren Probleme,
9. Benutzer/Mitarbeiter: Zahl der Vorfälle je Mitarbeiter oder Benutzer.

II. Mögliche Fehlerquellen

Aufgabe 1:

- Die Kosten der Aufklärungskampagne fallen jedes Jahr an, nicht nur im ersten.
- Die Installationskosten betragen im ersten Jahr 3.000 Euro und müssen entsprechend berücksichtigt werden.
- Der durch die Sicherheitsmaßnahme verhinderte Schaden wird sowohl mithilfe einer der beiden Türsperrsysteme (Wirksamkeit: 90 Prozent bzw. 70 Prozent) als auch durch die Schadensreduzierung aufgrund der Aufklärungskampagne (fünf Prozent bzw. zehn Prozent) ermittelt.
- Der RoSI im zweiten Jahr wird mit dem RoSI aus dem ersten verrechnet (bei negativem RoSI subtrahiert und bei positivem addiert).
- In der letzten Spalte des RoSI-Kalkulationsschemas (vgl. Abb. 3 und 4) werden die Werte der einzelnen Zeilen summiert.

Zu Aufgabe 2:

- Die ITIL ist kein eigenständiges IT-Risikomanagement-Rahmenwerk.
- Der Nutzen der ITIL für das IT-Risikomanagement muss korrekt dargestellt werden.
- Kennzahlen werden den falschen Aktivitäten zugeordnet.

Literaturempfehlungen:

- Avusoglu, H./Mishra, B./Raghunathan, S.: A Model for Evaluating IT Security Investments. In: Communications of the ACM, 47. Jg. (2004) 7, S. 87 - 92.
- Gadatsch, A./Meyer, E.: Masterkurs IT-Controlling. Wiesbaden 2006.
- Gordon, L./Loeb, M.: Return on Information Security Investments: Myths vs. Realities. In: Strategic Finance Magazine, November 2002, S. 26 - 31.
- Keller, R.: Ist RoSI berechenbar? In: CIO-Magazin, (2002) 5, S. 58 - 61.
- Königs, H.-P.: IT-Risiko-Management mit System: von den Grundlagen bis zur Realisierung – Ein praxisorientierter Leitfaden. Wiesbaden 2006.
- Pohlmann, N.: Wie wirtschaftlich sind IT-Sicherheitsmaßnahmen? In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, 248 (2006) 2, S. 26 - 43.
- Seibold, H.: IT-Risikomanagement. München 2006.