

Prof. Dr. Lars Mönch

**Modul 64114**

**Planungs- und Dispositionssysteme**

**LESEPROBE**

Fakultät für  
**Mathematik und  
Informatik**

---

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Leseprobe

**Kurs 01773**

## Lernziele

Die vorliegende Kurseinheit beschäftigt sich mit grundlegenden Begriffsbildungen für Planungs- und Dispositionssysteme und legt damit die Basis für alle weiteren Kurseinheiten.

Nach dem Studium von Abschnitt 1.1 sollen Sie in der Lage sein, das systemtheoretische Grundmodell eines Unternehmens erläutern zu können. Außerdem kennen Sie die wesentlichen Aufgaben der Teilsysteme der integrierten Informationsverarbeitung. Sie können die für den Kurs zentralen Begriffe Planungssystem und Dispositionssystem erläutern und beschreiben, wie sich diese aus dem systemtheoretischen Grundmodell und den Teilsystemen der integrierten Informationsverarbeitung ableiten.

Das Bearbeiten von Abschnitt 1.2 soll Sie in die Lage versetzen, verschiedene Beispiele für Planungssysteme und Dispositionssysteme erläutern zu können. Anhand der in Abschnitt 1.1 diskutierten Unterscheidungsmerkmale sollen Sie für ein gegebenes Anwendungssystem unterscheiden können, ob ein Planungs- oder Dispositionssystem vorliegt.

Nachdem Sie Abschnitt 1.3 bearbeitet haben, sind Sie in der Lage, die prinzipielle Architektur von Planungs- und Dispositionssystemen zu erläutern. Sie können wesentliche Daten in Planungs- und Dispositionssystemen erklären. Außerdem können Sie zwischen verschiedenen Arten von Daten unterscheiden. Unterschiedliche Möglichkeiten zur Speicherung der Daten zur Entscheidungsfindung in Planungs- und Dispositionssystemen sind Ihnen vertraut.

Die Übungsaufgaben dienen der Überprüfung des erreichten Kenntnisstandes. Erst durch das selbstständige Lösen von Übungsaufgaben werden Sie eine größere Sicherheit im Umgang mit den Begriffen, die in der Kurseinheit eingeführt wurden, erlangen. Außerdem soll Sie die eigenständige Beschäftigung mit den Aufgaben zu einer weiteren Durchdringung des erarbeiteten Stoffes anregen. Die vorgeschlagenen Lösungen werden Ihnen dabei helfen.

## 1.1 Begriffsbildungen

In diesem Abschnitt werden für den weiteren Verlauf des Kurses wesentliche Begriffsbildungen eingeführt und erläutert. Wir beginnen zunächst damit, das von Grochla [6] vorgeschlagene systemtheoretische Grundmodell eines Unternehmens, das bereits in Vorgängerkursen behandelt wurde, darzustellen. Das Modell schlägt eine Unterteilung in die folgenden zwei Teilsysteme

- Basissystem des Unternehmens
- Informationssystem des Unternehmens

vor. Die beiden Teilsysteme sind in die Unternehmensumwelt eingebettet. Das systemtheoretische Grundmodell eines Unternehmens ist in Abbildung 1.1 dargestellt.

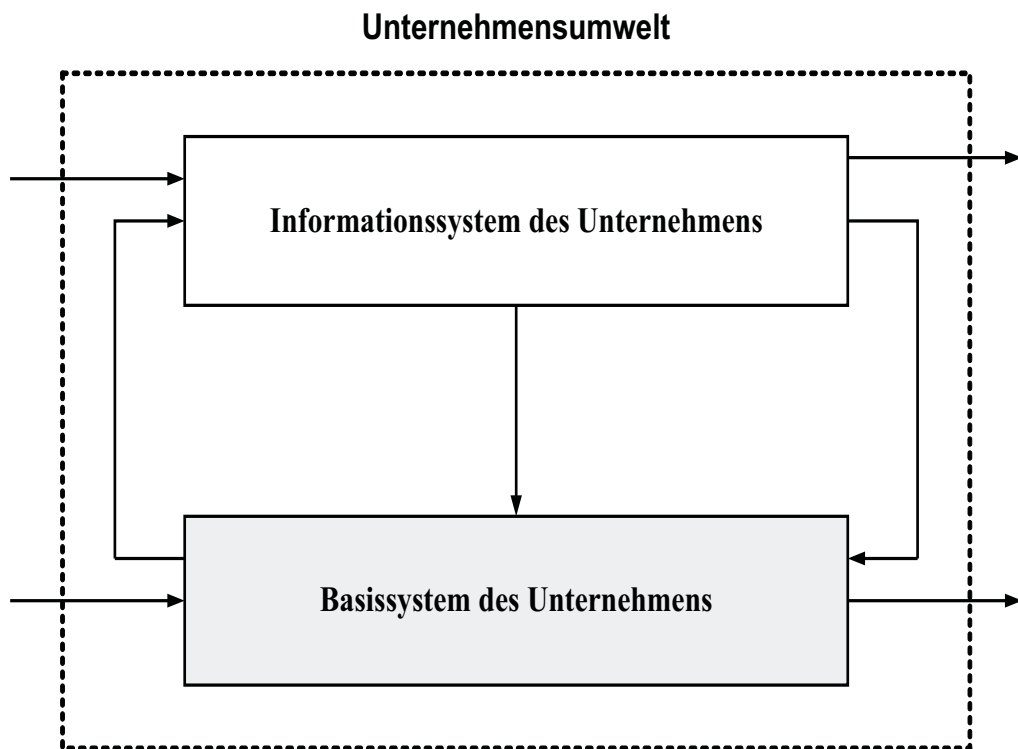


Abbildung 1.1: Systemtheoretisches Grundmodell eines Unternehmens

Wir beginnen mit der Beschreibung des Basissystems eines Unternehmens. Dieses wandelt im Zuge der Leistungserstellung Einsatzgüter in Produkte um. Die Einsatzgüter beschafft sich das Unternehmen aus der Unternehmensumwelt. Über Absatzmärkte werden die hergestellten Produkte der Unternehmensumwelt zur Verfügung gestellt. Das Basissystem umfasst die Ressourcen, die zur Leistungserstellung erforderlich sind. Ressourcen werden

auch als Systemobjekte bezeichnet. Außerdem besteht das Basissystem aus Bearbeitungsobjekten, die während der Leistungserstellung mit dem Ziel verändert werden, Produkte herzustellen.

Das gesamte informationsverarbeitende System eines Unternehmens wird als Informationssystem des Unternehmens bezeichnet. Das Informationssystem eines Unternehmens dient dazu, das Basissystem zu planen, zu steuern und zu kontrollieren. Durch Planung wird die Leistungserstellung des Basissystems zielgerichtet beeinflusst. Damit verbunden sind Entscheidungsfindungsprozesse, die durch das Informationssystem geeignet zu unterstützen sind. Die Ergebnisse dieses Entscheidungsfindungsprozesses werden durch die Steuerung verfeinert und dann an das Basissystem zur Durchführung übergeben. Die Kontrolle dient dazu, Ergebnisse der Durchführung an das Informationssystem zurückzumelden.

Wir zerlegen nun das Informationssystem eines Unternehmens unter der Zielstellung dieses Kurses in die folgenden Teilsysteme:

- Planungssystem des Unternehmens
- Steuerungs- und Kontrollsystem des Unternehmens
- operatives Informationssystem des Unternehmens.

Durch diese Zerlegung wird eine genauere Beschreibung möglich. Die unterschiedlichen Teilsysteme sind in Abbildung 1.2 veranschaulicht.

Unter Planung versteht man die gedankliche Vorwegnahme von Handlungsschritten, die zur Erreichung eines bestimmten Ziels oder einer Menge von Zielen notwendig sind. Die Aufgabe des Planungssystems eines Unternehmens besteht folglich darin, Pläne zu ermitteln, die Unternehmensziele berücksichtigen. Dabei werden Informationen aus der Unternehmensumwelt, Informationen aus dem Basissystem sowie Rückmeldungen aus dem Steuerungs- und Kontrollsystem bzw. dem operativen Informationssystem berücksichtigt. Das Planungssystem beeinflusst damit nicht nur direkt die Leistungserstellung, sondern beschäftigt sich auch mit der Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Leistungserstellung. Wir betrachten dazu das Beispiel 1.1.1.

**Beispiel 1.1.1 (Rahmenbedingungen für die Leistungserstellung)** In Abhängigkeit von der erwarteten Nachfrageentwicklung für die nächsten Jahre sind Entscheidungen bezüglich des Kaufes von sehr teuren Engpassmaschinen zu treffen. Konkret ist zu entscheiden, wann wieviele Maschinen eines bestimmten Typs zu kaufen sind.

Das operative Informationssystem dient der Beeinflussung der Durchführung der Leistungserstellung. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um ein Vorhalten von aktuellen Daten, die im Rahmen der Durchführung entstehen und vom Steuerungs- und Kontrollsystem oder vom Planungssystem zur

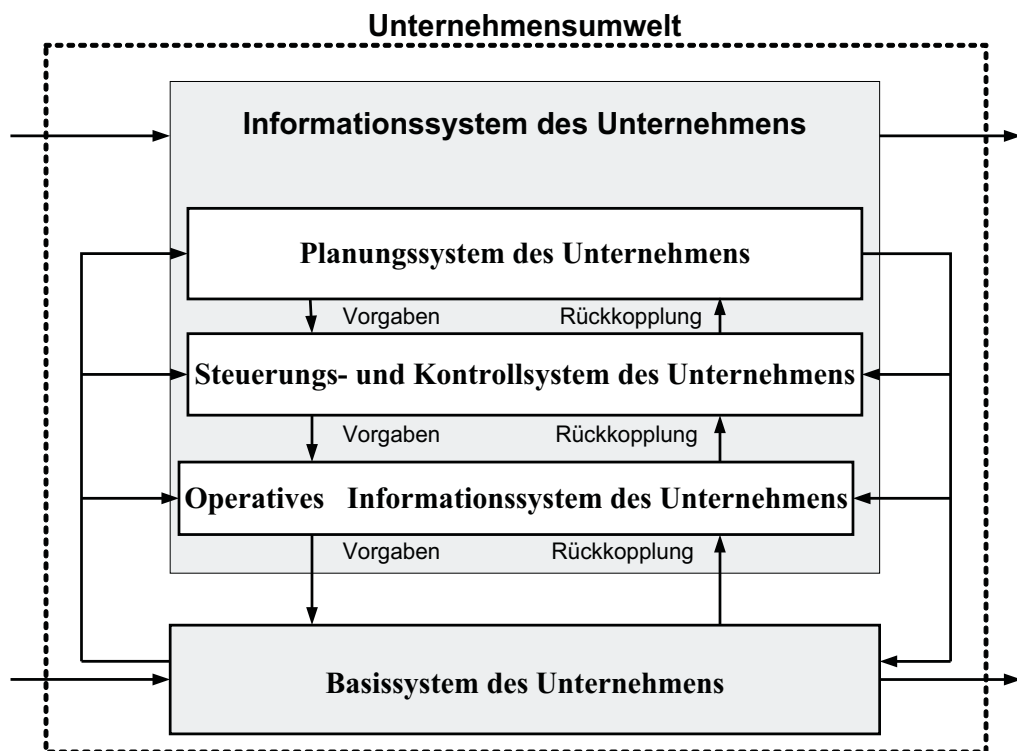


Abbildung 1.2: Verfeinertes systemtheoretisches Grundmodell

Entscheidungsfindung benötigt werden.

Das Steuerungs- und Kontrollsystem eines Unternehmens ist zwischen Planungssystem und operativem Informationssystem angesiedelt. Die Pläne des Planungssystems werden durch das Steuerungs- und Kontrollsystem eines Unternehmens verfeinert. Insbesondere werden auch Aggregations- und Disaggregationsaufgaben durch das Steuerungs- und Kontrollsystem übernommen, da den Entscheidungen des Planungssystems typischerweise längere Horizonte zugrundeliegen als den Entscheidungen des Steuerungs- und Kontrollsystems.

Das Planungssystem betrachtet überwiegend Planungsobjekte, die nicht direkt zu System- und Bearbeitungsobjekten im Basissystem korrespondieren. Häufig sind diese aggregiert, beispielsweise werden anstelle von Jobs für ein bestimmtes Produkt, die sich durch das Basissystem bewegen, einfach zu fertigende Mengen dieses Produkts in einer bestimmten Periode geplant. Maschinen stellen typische Systemobjekte des Basissystems dar. Anstelle der detaillierten Betrachtung einzelner Maschinen wird beispielsweise die Kapazität einer Maschinengruppe im Planungssystem verwendet. Bearbeitungsobjekte gehören zu den Objekten, für die im Steuerungs- und Kontrollsystem Entscheidungen getroffen werden. Jobs sind typische Bearbeitungsobjekte.

Bisher haben wir eine statische Sichtweise auf ein Unternehmen ange-

wandt. Eine solche Herangehensweise ist aber nicht ausreichend, da sich sowohl die Unternehmensumwelt als auch das Unternehmen selber im zeitlichen Verlauf verändern. Dem wird durch die zusätzliche Betrachtung von Prozessen Rechnung getragen. Im Kurs „Betriebliche Informationssysteme“ wurde, vereinfacht gesagt, ein Prozess durch eine Menge von Ereignissen und Aktionen sowie eine Abbildung zwischen Ereignissen und Aktionen beschrieben, wobei die Ereignisse eine Halbordnung bilden. Für das systemtheoretische Grundmodell ist eine Unterscheidung in Basisprozess und in Prozesse für die drei Teilsysteme des Informationssystems sinnvoll. Der Basisprozess beschreibt, welche Ressourcen des Basissystems wann durch die Bearbeitungsobjekte benutzt werden. Der Planungs- und Steuerungsprozess legt fest, wie und wann das Planungs- bzw. Steuerungs- und Kontrollsystem Entscheidungen trifft.

**Übungsaufgabe 1.1 (Systemtheoretisches Grundmodell eines Unternehmens)** Erläutern Sie das systemtheoretische Grundmodell anhand eines Unternehmens, das Flugzeuge herstellt. Gehen Sie dabei auch auf die mit dem Grundmodell verbundenen Prozesse ein.

In den bisherigen Ausführungen haben wir stets ausschließlich vom Planungssystem bzw. vom Steuerungs- und Kontrollsystem eines Unternehmens gesprochen. Diese Sichtweise werden wir nun nicht mehr einnehmen, da diese Betrachtungsweise zu grob ist. Im weiteren Verlauf dieses Unterabschnitts werden wir Planungs- und Dispositionssysteme als Teilsysteme von integrierten Informationssystemen diskutieren. Ein integriertes Informationssystem ist dadurch gekennzeichnet, dass die betrieblichen Funktionen, Geschäftsprozesse sowie die sich daraus ergebenden Informationsverarbeitungsprozesse umfassend aufeinander abgestimmt sind, die Verbindungen zwischen den Teilsystemen weitestgehend automatisiert sind sowie die für die Arbeit der Teilsysteme erforderlichen Daten zentral vorgehalten werden und nach Möglichkeit bei ihrem ersten Auftreten bereits erfasst werden.

Im Kurs "Betriebliche Informationssysteme" wurden die folgenden Teilsysteme der integrierten Informationsverarbeitung behandelt:

- Administrationssysteme
- Kontrollsysteme
- Dispositionssysteme
- Planungssysteme.

Administrationssysteme sind spezielle Anwendungssysteme, die auf die Rationalisierung der Massendatenverarbeitung ausgerichtet sind. Insbesondere wird das Personal eines Unternehmens durch den Einsatz von Administrationssystemen von Routineaufgaben entlastet [14]. Administrationssysteme,

beispielsweise zur Unterstützung der Lohnbuchhaltung, gehörten zu den ersten Anwendungssystemen in Unternehmen. Entscheidungen werden von Administrationssystemen kaum getroffen. Dazu dienen im kurzfristigen Bereich Dispositionssysteme. Unter Disposition versteht Kosiol [10] einmalige Einzelmaßnahmen, die im Zusammenhang mit dem Produktionsprozess in bestimmten Situationen laufend auftreten und keine strukturierende Wirkung haben. Der Begriff eines Dispositionssystems als Teilsystem eines integrierten Informationssystems wurde im Kurs "Betriebliche Informationssysteme" wie folgt definiert:

**Definition 1.1.1 (Dispositionssysteme im Rahmen der integrierten Informationsverarbeitung)** Dispositionssysteme sind Informationssysteme, die der Entscheidungsunterstützung dienen, indem sie menschliche Entscheidungen vorbereiten oder diese sogar entbehrlich machen. Im letzteren Fall werden Entscheidungen in automatisierter Form durch Computer getroffen.

Dispositionssysteme sind durch die folgenden Merkmale charakterisiert:

- Routinemäßig zu treffende Entscheidungen werden durch sie automatisiert.
- Die Entscheidungsfindung in Dispositionssystemen basiert auf Entscheidungsmodellen bzw. -verfahren.
- Dispositionssysteme arbeiten auf Basis zukunftsbezogener Daten, die aus unternehmensinternen Datenquellen zu beschaffen sind.
- Ein kurzfristiger Entscheidungshorizont wird zugrundegelegt.
- Dispositionssysteme sind eng mit dem Leistungserstellungsprozess verflochten. Die durch sie zu treffenden Entscheidungen beziehen sich typischerweise auf die betriebliche Leistungserstellung und nicht auf deren Rahmenbedingungen.

Zukunftsbezogene Daten bedeuten in diesem Zusammenhang, dass die zu treffenden Entscheidungen in der Zukunft liegen und deshalb beispielsweise Daten für zukünftige Auftragseingänge zu berücksichtigen sind. Die angesprochenen Entscheidungsmodelle können sowohl regel- als auch optimierungsbasiert sein. Das wird in Beispiel 1.1.2 genauer erläutert.

**Beispiel 1.1.2 (Regel- vs. optimierungsbasierte Entscheidungsfindung)** Die Belegung von Maschinen in der Produktion kann regelbasiert erfolgen. Falls eine Maschine frei wird, wird in diesem Fall der als nächster zu bearbeitende Job auf der Maschine unter Verwendung einer Prioritätsregel ausgewählt. Falls ein Ablaufplan für die nächste Schicht zu ermitteln ist,

ist es sinnvoll, auf Optimierungsverfahren zurückzugreifen, da regelbasierte Verfahren oft Schwierigkeiten haben, die auftretenden Nebenbedingungen korrekt zu berücksichtigen.

Der Prozess der betrieblichen Leistungserstellung findet auf der Mengen- und Wertebene statt. Anwendungssysteme, die mengenorientierte Prozesse unterstützen, die mit der Leistungserstellung verbunden sind, werden als mengenorientierte Systeme bezeichnet. Sie finden vor allen Dingen in den betrieblichen Funktionsbereichen Vertrieb, Forschung und Entwicklung, Beschaffung sowie Lagerhaltung Verwendung. Beispiel 1.1.3 nennt Einsatzgebiete von mengenorientierten Systemen.

**Beispiel 1.1.3 (Mengenorientierte Systeme)** Bestellmengen, Fertigungszeiten, Liefermengen und Maschinenstunden werden durch mengenorientierte Systeme ermittelt.

Wertorientierte Systeme bilden das Gegenstück zu mengenorientierten Systemen. Unter wertorientierten Systemen verstehen wir Systeme, die mengenorientierte Systeme auf der Wertebene rechnerisch nachvollziehen. Beispiel 1.1.4 verweist auf Einsatzgebiete wertorientierter Anwendungssysteme.

**Beispiel 1.1.4 (Wertorientierte Systeme)** Rabattbeiträge, Maschinen- und Personalkosten, Lagerwerte sowie Rechnungsbeträge werden durch wertorientierte Systeme ermittelt.

Wertorientierte Systeme werden alternativ auch als Abrechnungssysteme bezeichnet. Zu jedem wertorientierten System existiert typischerweise ein zugehöriges mengenorientiertes System. Oft werden mengen- und wertorientierte Systeme durch Datenintegration miteinander verbunden, wobei das mengenorientierte System das zugehörige wertorientierte System mit Daten versorgt.

Kontrollsysteme dienen der Übernahme von Informationen aus mengen- und wertorientierten Systemen [16]. Ähnlich zu Administrationssystemen werden Kontrollsysteme kaum zur Entscheidungsfindung verwendet. Sie werden daher im weiteren Verlauf des Kurses nicht weiter behandelt. Wir werden aber an verschiedenen Stellen im Kurs sehen, dass Planungs- und Dispositionssysteme typischerweise auch Funktionalität bereitstellen, die im strengen Sinne Administrations- und Kontrollsystemen zuzuordnen ist.

Planungssysteme können als Erweiterung von in Dispositionssysteme eingebettete Dispositionsmodelle aufgefasst werden. Der Begriff eines Planungssystems als Teilsystem eines integrierten Informationssystems wurde im Kurs "Betriebliche Informationssysteme" wie folgt definiert:

**Definition 1.1.2 (Planungssysteme im Rahmen der integrierten Informationsverarbeitung)** Informationssysteme, die der Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen des Managements dienen, heißen Pla-

nungssysteme.

Während Dispositionssysteme operativer Natur sind, also kurzfristige Entscheidungen unterstützen, betreffen die Entscheidungen von Planungssystemen neben der unmittelbaren Leistungserstellung auch die Rahmenbedingungen für diese. In diesem Sinne wirken Planungssysteme im Gegensatz zu Dispositionssystemen strukturierend. Für Planungssysteme im Rahmen der integrierten Informationsverarbeitung sind folgende Merkmale typisch:

- Sie unterstützen Managemententscheidungen, insbesondere in Bezug auf die Art und Weise der Erreichung unternehmerischer Ziele.
- Die dabei zu lösenden Planungsprobleme sind oft schlecht strukturiert. Darunter verstehen wir in Anlehnung an Simon [23], dass es häufig schwierig bzw. unmöglich ist, die Planungsziele exakt zu beschreiben, die Ein- und Ausgangsdaten vollständig zu erfassen oder die Vorgehensweise bei der Lösung der Planungsprobleme zu standardisieren.
- Zur Beschreibung und Lösung des Planungsproblems werden formale Planungsmodelle bzw. Planungsmethoden eingesetzt.
- Planungssysteme benötigen zukunftsbezogene Daten, die aus unternehmensinternen Datenquellen und aus Datenquellen aus der Unternehmensumwelt zu beschaffen sind.
- Da Planungsproblemen ein mittel- bis langfristiger Planungshorizont zugrundeliegt, sind stochastische Effekte bei der Modellbildung zu berücksichtigen.

Die zu berücksichtigende Unsicherheit erschwert den Lösungsprozess entscheidend. Ausgehend vom systemtheoretischen Grundmodell eines Unternehmens kann sich Unsicherheit bezüglich der Abbildung der Unternehmensumwelt ergeben, gleichzeitig resultiert Unsicherheit aber auch aus dem Basissystem und -prozess. Diese beiden Quellen von Unsicherheit werden im Beispiel 1.1.5 genauer untersucht.

**Beispiel 1.1.5 (Berücksichtigung von Unsicherheit in Planungsaufgaben)** Nachfragen sind typischerweise mit Unsicherheit behaftet, da zum Beispiel die zukünftige langfristige Entwicklung der Rohstoffmärkte nicht eingeschätzt werden kann. Außerdem verändern sich Nachfragen im zeitlichen Verlauf, da Kunden beispielsweise ihre Bestellungen zurückziehen. Nachfragen sind Beispiele für Informationen, die aus der Umgebungsumwelt stammen. Maschinenausfälle verursachen Unsicherheit auf Ebene des Basissystems bzw. -prozesses. Maschinenausfälle können eine korrekte Kapazitätsmodellierung erschweren. Ein weiteres wichtiges Beispiel für Unsicherheit auf Ebene des Basisprozesses stellen Bearbeitungszeiten dar, die ebenfalls oft nicht deterministisch sind.

Die Diskussion von unterschiedlichen Unsicherheitsausprägungen wird in den nachfolgenden zwei Übungsaufgaben vertieft.

**Übungsaufgabe 1.2 (Automatisierung von Maschinenbelegungsentscheidungen)** Erläutern Sie die Unsicherheiten, die bei Maschinenbelegungsentscheidungen im Rahmen der Werkstattfertigung auftreten.

**Übungsaufgabe 1.3 (Unsicherheit in Netzwerkdesignproblemen)** Erläutern Sie die Unsicherheiten, die bei der Gestaltung eines Netzwerkdesignproblems in Lieferketten typischerweise zu berücksichtigen sind.

Mit Unsicherheit kann in Planungs- und Dispositionssystemen unterschiedlich umgegangen werden. Eine direkte Berücksichtigung innerhalb des jeweiligen Lösungsverfahrens ist möglich, beispielsweise durch eine simulationsbasierte Auswertung der Zielfunktion. Rollierende Ansätze, bei denen in periodischen Abständen eine neue Probleminstanz mit deterministischen Daten erzeugt wird, sind ebenfalls weit verbreitet. In diesem Fall wird zunächst die Probleminstanz gelöst, die entsprechenden Entscheidungen werden dann im Basissystem bzw. -prozess umgesetzt, anschließend wird eine neue Probleminstanz erzeugt, wobei Statusinformationen aus dem Basissystem und -prozess zu berücksichtigen sind.

Die Diskussion von Planungs- und Dispositionssystemen im Rahmen des systemtheoretischen Grundmodells und der integrierten Informationsverarbeitung soll nun vereinheitlicht werden. Wir beginnen mit dem Planungssystembegriff, der dem Rest dieses Kurses zugrundeliegt.

**Definition 1.1.3 (Planungssysteme)** Planungssysteme sind Anwendungssysteme, die als Bestandteil des Planungssystems eines Unternehmens gemeinsam mit menschlichen Aufgabenträgern Entscheidungen mit einem mittel- bis langfristigen Horizont vorbereiten und unterstützen.

Wichtig an dieser Begriffsbildung ist, dass Planungssysteme als Anwendungssysteme, also als die automatisierten Bestandteile eines Informationssystems, eingeführt werden. Die automatisierten Bestandteile des Planungssystems eines Unternehmens sind somit die in diesem Kurs behandelten Planungssysteme. Sie stellen in diesem Sinne Teilsysteme des Planungssystems eines Unternehmens dar. Anders als in Definition 1.1.2 wird allgemein von menschlichen Aufgabenträgern gesprochen und nicht vom Management eines Unternehmens.

Der im Kurs verwendete Dispositionssystembegriff wird nun eingeführt.

**Definition 1.1.4 (Dispositionssysteme)** Dispositionssysteme sind Anwendungssysteme, die als Bestandteil des Steuerungs- und Kontrollsystems eines Unternehmens gemeinsam mit menschlichen Aufgabenträgern Entscheidungen mit einem kurz- bis mittelfristigen Horizont vorbereiten und unterstützen.

Tabelle 1.1: Gegenüberstellung von Planungs- und Dispositionssystemen

Kriterium	Planungssystem	Dispositionssystem
Charakter der Entscheidungen	oft keine Routine	Routine
Entscheidungshäufigkeit	selten	hoch
Strukturiertheit	gering	mittelgroß
Horizont	mittel- bis langfristig	kurz- bis mittelfristig
Unsicherheit	hoch	niedrig
Aufgabenträger	Maschine/Mensch	Maschine und zum Teil der Mensch

Neu ist an dieser Definition im Vergleich zu Definition 1.1.1, dass ähnlich wie bei Planungssystemen der menschliche Aufgabenträger explizit genannt wird. Diese Erweiterung ist notwendig, da beispielsweise für Ablaufplanungssysteme bekannt ist [13], dass ohne die Berücksichtigung des Wissens menschlicher Aufgabenträger eine erfolgreiche Automatisierung von Ablaufplanungsentscheidungen nur schwer möglich ist. Außerdem werden in Analogie zum Planungssystembegriff Dispositionssysteme als Bestandteil des Steuerungs- und Kontrollsystems eines Unternehmens eingeführt.

Wir möchten an dieser Stelle darauf hinweisen, dass es in manchen Fällen nicht möglich oder sogar nicht sinnvoll ist, trennscharf zwischen Planungs- und Dispositionssystemen zu unterscheiden. Das gilt insbesondere für integrierte Informationssysteme, in denen viel Funktionalität enthalten ist und die sowohl Planungs- als auch Steuerungsfunktionalität beinhalten. Probleme bei der Unterscheidung in Planungs- und Dispositionssysteme werden auch durch die Länge von Planungshorizonten bzw. Planungsperioden verursacht, deren Festlegung in der Literatur sehr uneinheitlich gehandhabt wird und oft im starken Maße domänenspezifisch ist.

Planungs- und Dispositionssysteme sind in Tabelle 1.1 zusammenfassend gegenübergestellt. Es ist klar zu erkennen, dass ein gewisser Überlappungsbereich zwischen den beiden Systemarten existiert.

## 1.2 Beispiele für Planungs- und Dispositionssysteme

### 1.2.1 Standardsoftwarelösungen

Wir betrachten in diesem Abschnitt Beispiele für Planungs- und Dispositionssysteme, die überwiegend aus den Kursen „Betriebliche Informationssysteme“ sowie „Entscheidungsmethoden in unternehmensweiten Softwaresysteme“

men“ bekannt sind. An dieser Stelle sollen sie aber insbesondere unter dem Blickwinkel von Planungs- und Dispositionssystemen erneut betrachtet werden. Außerdem werden verschiedene Beispiele für den Einsatz von Planungs- und Dispositionssystemen in Unternehmen angegeben.

In den meisten mittelgroßen bis großen Unternehmen sind heute Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systeme im Einsatz. Wie im Kurs „Betriebliche Informationssysteme“ beschrieben, versteht man unter einem ERP-System ein aus mehreren Modulen bestehendes integriertes Anwendungssystem, das die operativen betrieblichen Prozesse in allen betrieblichen Funktionsbereichen unterstützt. So beinhalten ERP-Systeme typischerweise Module zur Unterstützung der Funktionsbereiche Produktion, Vertrieb sowie Einkauf und Absatz.

ERP-Systeme dienen vor allen Dingen der Ablage bzw. dem Vorhalten sowie der Aufbereitung von relevanten Daten für die Unterstützung betrieblicher Abläufe. Außerdem werden Routineaufgaben wie das Freigeben von Fertigungsaufträgen sowie Aufgaben im Rahmen der Lohnbuchhaltung unterstützt. Aus diesem Grund sind ERP-Systeme sowohl als Administrations- als auch als Kontrollsysteme aufzufassen, wenn wir eine Charakterisierung von ERP-Systemen als Teilsysteme der integrierten Informationsverarbeitung anstreben.

Daneben werden in gewissen Umfang auch Aufgaben wie Bedarfsplanung sowie Hauptprogrammplanung unterstützt. Für diese Aufgaben ist ein mittelfristiger Planungshorizont typisch. Aus diesem Grund können wir ERP-Systeme als Bestandteil des Planungssystems eines Unternehmens und damit im Sinne von Definition 1.1.3 als Planungssysteme auffassen.

ERP-Systeme arbeiten typischerweise auf Daten, deren zeitliche Aktualität durch die Betriebsdatenerfassung (BDE) bestimmt wird. BDE-Aktivitäten werden häufig nach wie vor von menschlichen Aufgabenträgern durchgeführt und sind nicht vollständig automatisiert. Der Detaillierungsgrad der Daten ist deshalb häufig relativ gering. Aufgaben wie Maschinenbelegungsplanung oder die Planung vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen für die Maschinen, die dem Steuerungs- und Kontrollsystem eines Unternehmens zuzuordnen sind, werden durch ERP-Systeme oft weniger gut unterstützt. Aufgrund dieser Tatsache ist eine Charakterisierung von ERP-Systemen als Dispositionssysteme in vielen Fällen weniger zutreffend.

ERP-Systeme besitzen Schwächen im Planungsbereich, die sich aus einer unzureichenden Berücksichtigung der endlichen Kapazität der Systemobjekte ergibt. Dieser Gesichtspunkt wird in der nachfolgenden Übungsaufgabe vertieft.

**Übungsaufgabe 1.4 (Schwächen von ERP-Systemen)** Erläutern Sie, wie Kapazitäten im Rahmen des MRP-II-Konzepts in ERP-Systemen berücksichtigt werden.

APS-Systeme [5] sind aufgrund von Defiziten von ERP-Systemen in der lieferkettenweiten Planung entstanden. Ein APS-System ist ein Anwendungssystem, das Planungsaufgaben für die Produktion und den Absatz unter Verwendung von Methoden des Operations Research und der Künstlichen Intelligenz durchführt, wobei insbesondere im Gegensatz zu ERP-Systemen die endliche Kapazität der Systemobjekte der Lieferkette berücksichtigt wird. APS-Systeme sind durch die folgenden Merkmale charakterisiert:

- In APS-Systemen findet eine integrierte Planung entlang der gesamten Lieferkette statt. Das bedeutet insbesondere, dass standortübergreifende Planungsfragestellungen unter Berücksichtigung von Zulieferern und Kunden betrachtet werden.
- Die in APS-Systemen eingebetteten Optimierungsansätze basieren auf mathematischen Modellen und Algorithmen, die entweder exakt oder heuristisch sind.
- In APS-Systemen kommt ein hierarchischer Planungsansatz zum Tragen, der das zu lösende Gesamtproblem zunächst in eine Reihe von kleineren, weniger komplexen Unterproblemen zerlegt und diese dann den unterschiedlichen Ebenen der Hierarchie zuordnet. Nachdem die Unterprobleme gelöst sind, ergibt sich dann daraus die Lösung des Gesamtproblems.

Wenn wir APS-Systeme unter dem Gesichtspunkt von Planungs- und Dispositionssystemen charakterisieren wollen, ist zu berücksichtigen, dass APS-Systeme ihre Daten in einer Vielzahl von Fällen aus einem bzw. mehreren zugehörigen ERP-Systemen beziehen. Daraus ergibt sich, dass die Daten typischerweise nicht sehr detailliert sind. Das führt in der Folge dazu, dass APS-Systeme Entscheidungen im Kurzfristbereich oft weniger gut ausgeprägt unterstützen. Der Fokus von APS-Systemen liegt eher auf dem mittel- bis langfristigen Bereich. Aus diesen Grund sind APS-Systeme entsprechend Definition 1.1.3 als Bestandteil des Planungssystems eines Unternehmens und damit als Planungssysteme aufzufassen. Daneben können APS-Systeme, wenn auch weniger gut ausgeprägt, als Bestandteil des Steuerungs- und Kontrollsystems eines Unternehmens und damit entsprechend Definition 1.1.4 als Dispositionssysteme aufgefasst werden.

In Tabelle 1.2 sind typische Planungs- und Steuerungsaufgaben, die von APS-Systemen unterstützt werden, zusammengefasst. Die entsprechende Planungs- und Steuerungsfunktionalität wurde bereits im Kurs „Entscheidungsmethoden in unternehmensweiten Softwaresystemen“ behandelt. Die in Tabelle 1.2 genannten Planungsaufgaben werden typischerweise von bestimmten Modulen eines APS-Systems unterstützt. Diese Module können als einzelne Planungs- bzw. Dispositionssysteme aufgefasst werden.

Die nachfolgende Übungsaufgabe untersucht, welche der Module Planungs- bzw. Dispositionssystemcharakter besitzen.

Tabelle 1.2: Aufgaben in APS-Systemen

Aufgabe	Horizont
Strategische Planung des Produktions- bzw. Lieferantennetzwerkes	langfristig
Bedarfsplanung	mittel- bzw. langfristig
Liefernetzwerkplanung	mittelfristig
Produktionsplanung und detaillierte Ablaufplanung	mittel- bis kurzfristig
externer Einkauf	kurz- bzw. mittelfristig
Available-to-Promise (ATP), Capable-to-Promise (CTP)	kurzfristig
Transportplanung	kurzfristig oder langfristig

**Übungsaufgabe 1.5 (APS-Systeme vs. Planungs- und Dispositionssysteme)** Untersuchen Sie, ob die in Tabelle 1.2 genannten Aufgaben von APS-Systemen jeweils Modulen mit Planungs- oder Dispositionssystemcharakter zugeordnet sind.

Ebenso wie APS-Systeme sind Manufacturing-Execution-Systems (MES) vorgeschlagen worden, um Defizite von ERP-Systemen, insbesondere im Bereich der Produktionssteuerung, abzuschwächen. Unter einem MES verstehen wir ein Anwendungssystem, das aus integrierten Hard- und Softwarekomponenten besteht, die zum Managen der Produktion von der Einsteuerung eines Fertigungsauftrags bis zu dessen Fertigstellung dienen. MES unterstützen somit den eigentlichen Produktionsdurchführungsprozess. Sie sind an der Schnittstelle zwischen ERP-Systemen und den eigentlichen Systemen zur Durchführung der Produktion angesiedelt. Die nachfolgenden Aufgaben werden von MES typischerweise unterstützt:

- Verfolgung des Zustands von System- und Bearbeitungsobjekten
- Qualitätsdatenmanagement
- unmittelbare Maschinenbelegung bzw. Ablaufplanung
- Wartungsmanagement, beispielsweise für die vorbeugende Instandhaltung
- Personalmanagement.

Da MES den Produktionsdurchführungsprozess unterstützen, werden typischerweise kurzfristige Aufgaben durch MES behandelt. Im Sinne der integrierten Informationsverarbeitung können MES deshalb als Kontroll- bzw.

als Administrationssysteme aufgefasst werden. Die von einem MES zu unterstützenden Aufgaben werden typischerweise vom Steuerungs- und Kontrollsystem bzw. vom operativen Informationssystem eines Unternehmens angeboten. Aus diesem Grund ist ein MES im Sinne von Definition 1.1.4 auch als Dispositionssystem aufzufassen.

Verschiedene Möglichkeiten des Zusammenwirkens von APS- und ERP-Systemen sowie zwischen ERP-Systemen und MES existieren. Exemplarisch werden zwei Möglichkeiten im nachfolgenden Beispiel behandelt.

**Beispiel 1.2.1 (Zusammenwirken von APS- und ERP-Systemen bzw. MES)** Das erste in Abbildung 1.3 dargestellte Einsatzszenario A besteht darin, dass  $m$  unterschiedliche Standorte vorhanden sind, an denen jeweils ein ERP-System und ein MES zum Einsatz kommen. Zusätzlich wird ein APS-System verwendet, das die unterschiedlichen ERP-Systeme koordiniert. Einsatzszenario B zeichnet sich dadurch aus, dass pro Standort genau ein ERP- und APS-System sowie ein MES eingesetzt werden. In diesem Fall erweitert das APS-System lediglich die Funktionalität des ERP-Systems. Dieses Einsatzszenario ist beispielsweise dann von Interesse, wenn ERP- und APS-Funktionalität von einem Anwendungssystem gemeinsam angeboten wird.

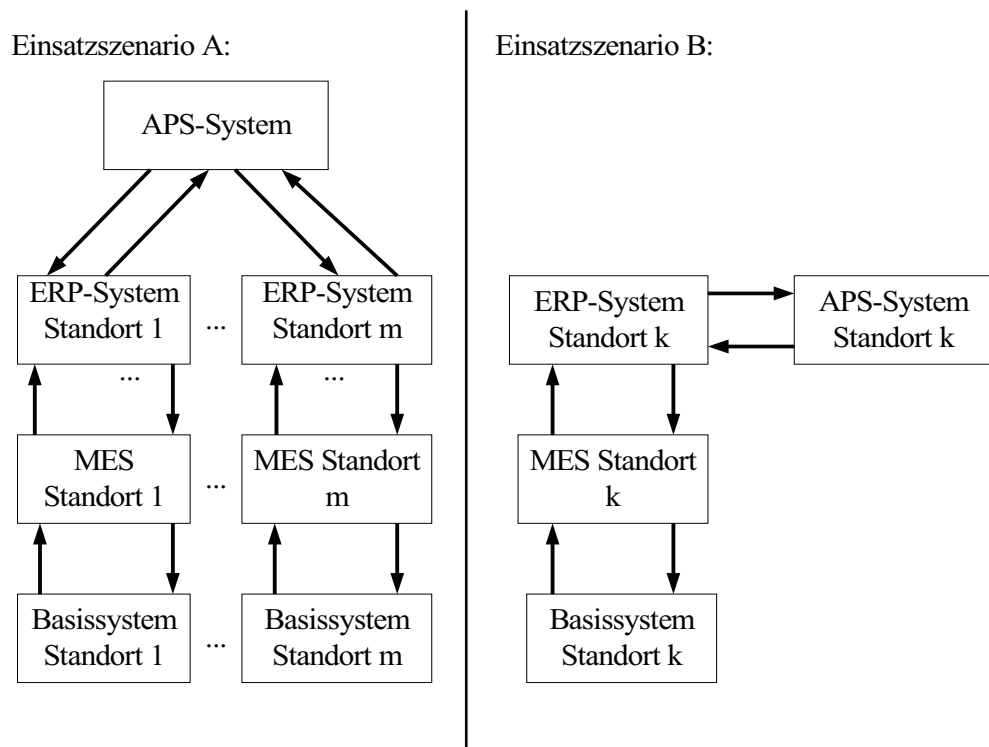


Abbildung 1.3: Einsatzszenarien für APS- und ERP-Systeme sowie MES

## 1.2.2 Individualsoftwarelösungen

APS- und ERP-Systeme sowie MES werden überwiegend als betriebswirtschaftliche Standardsoftwaresysteme realisiert. Eine Ursache dafür sind die niedrigeren Kosten für die Entwicklung und den Betrieb solcher Softwarelösungen im Vergleich zu Individualsoftware. Es gibt aber Situationen, in denen der Einsatz von betriebswirtschaftlicher Standardsoftware nicht möglich oder nicht gewollt ist. Wir betrachten vier Beispiele aus Industrie- bzw. Dienstleistungsunternehmen, in denen aus unterschiedlichen Gründen Individualsoftware zum Einsatz kommt. Das erste Beispiel beschreibt ein spezielles Planungs- und Dispositionssystem in der Automobilindustrie [1].

**Beispiel 1.2.2 (Integriertes Produktions- und Ablaufplanungssystem bei Ford)** Das Just-in-time-Execution-and-Distribution-Information-System (JEDI) ist ein Entscheidungsunterstützungssystem, das in allen Produktionsstätten von Ford in Nordamerika bei der Karosserieherstellung eingesetzt wird. Für die Maschinen der Karosserieherstellung sind große reihenfolgeabhängige Rüstzeiten typisch, wenn ein Wechsel von einem Produkt auf ein anderes vorgenommen wird. Die Planungsaufgabe besteht darin, den Maschinen der parallelen Produktionslinien stets nur die erforderliche Anzahl von Arbeitern zuzuordnen, denn die Kosten für die Arbeitskräfte sind hoch. Die Dispositionsaufgabe besteht darin, Reihenfolgen der Karosserien zu bestimmen, so dass die den Schichten zugeteilten Arbeiter hoch ausgelastet sind. Zur Lösung werden spezielle Dekompositionsansätze eingesetzt, die auf der Idee basieren, verschiedene Zuordnungen von Arbeitskräften zu Maschinen und Schichten vorzuschlagen und dann deren Zulässigkeit zu testen. Kompositionsvariable werden verwendet, um rechenbare Teilprobleme zu erhalten. Kompositionsvariable sind Entscheidungsvariable, die mehrere diskrete Entscheidungen kapseln. Beispielsweise werden Kompositionsvariable betrachtet, die eine zulässige Menge von in eine zeitliche Reihenfolge gebrachte Aktivitäten beinhalten, die in einer einzelnen Schicht durchzuführen sind. Kommerzielle mathematische Optimierungssoftware wird eingesetzt, um die Teilprobleme, die im Zuge der Dekomposition entstehen, zu lösen.

Das zweite Beispiel beschreibt Planungssysteme, die in Lieferketten der Halbleiterindustrie verwendet werden [24].

**Beispiel 1.2.3 (Planungssystem bei IBM)** Die Halbleiterindustrie beschäftigt sich mit der Herstellung integrierter Schaltkreise. Für Lieferketten der Halbleiterindustrie sind Durchlaufzeiten von bis zu vier Monaten sowie extrem hohe Investitionskosten typisch. Alternative Herstellungsmöglichkeiten für die Endprodukte und komplizierte Produktsubstitutionen sind charakteristisch für die Lieferketten der Halbleiterindustrie. Die interne Lieferkette von IBM bestand aus mehreren Frontend- sowie Backendstandorten, die sich in den USA, in Europa und in Asien befanden. Eine Untersuchung

in den neunziger Jahren des vorherigen Jahrhunderts ergab, dass kein kommerzielles APS-System in der Lage war, die Anforderungen der Halbleiterlieferkette von IBM zu erfüllen. Aus diesem Grund wurde die Individualsoftware IBM Operational Framework for Advanced Supply Chain Planning erstellt. Das Advanced-Supply-Chain-Planning (ASCP)-System umfasst unter anderem Module zur Bedarfsplanung, zur Ermittlung geplanter Zugänge (Supply Planning), zum ATP, zur fortgeschrittenen Materialbedarfsplanung (MRP) sowie zur lieferkettenweiten Planung (Master-Planning). Die Central-Planning-Engine unterstützt Dekompositionsansätze auf Basis von MRP-Ansätzen, Heuristiken sowie linearer Optimierung, um große lieferkettenweite Planungsinstanzen effizient lösen zu können. Die Supply-Chain-Optimization-Planning-Engine (SCOPE) ermöglicht die Lösung von lieferkettenweiten Planungsproblemen, die auch ganzzahlige Entscheidungsvariable, beispielsweise für Losgrößenentscheidungen, erfordern.

Seit dem Jahr 2014 betreibt IBM keine eigenen Halbleiterfabriken mehr. IBM bezahlt stattdessen den Halbleiterhersteller Globalfoundries dafür, die ehemaligen IBM-Fabriken weiter zu betreiben und dort integrierte Schaltkreise für IBM herzustellen.

Wie die Beispiele 1.2.2 und 1.2.3 zeigen, werden Methoden der linearen Optimierung innerhalb von in der Praxis eingesetzten Planungs- und Dispositionssystemen zur Ermittlung von Lösungen verwendet. Deshalb werden in Kurseinheit 2 Fragestellungen der linearen und gemischt-ganzzahligen Optimierung im Rahmen eines Exkurses diskutiert. Dabei ist zu beachten, dass Verfahren der linearen Optimierung typischerweise im Rahmen von Dekompositionsheuristiken zur Lösung von Teilproblemen eingesetzt werden. Die Unternehmen vermeiden durch den Einsatz von kommerzieller bzw. frei verfügbarer Optimierungsstandardsoftware die teure Entwicklung eigener Optimierungskerne.

Viele MES haben Schwierigkeiten, geeignete Funktionalität zur unmittelbaren Maschinenbelegungsplanung bzw. zur Ablaufplanung zu realisieren. Das führt dazu, dass hochgradig spezialisierte Ablaufplanungssysteme zum Einsatz kommen, die MES-Funktionalität zur Ablaufplanung ergänzen bzw. das MES vollständig ersetzen. Wir betrachten dazu das folgende Beispiel [3].

**Beispiel 1.2.4 (Operationsplanung in einer Augenklinik)** Eine regionale Augenklinik besitzt mehrere OP-Räume, in denen jeweils maximal ein Patient von einem Arzt operiert werden kann. Der operierende Arzt wird dabei gegebenenfalls von einem Anästhesisten sowie von OP-Schwestern unterstützt. Das Ablaufplanungssystem hat die Aufgabe, die Patienten den unterschiedlichen Operateuren bzw. OP-Räumen zuzuordnen und für jeden Operateur festzulegen, in welcher Reihenfolge er die ihm zugeordneten Patienten behandelt. Ausgehend von den Reihenfolge- und Zuordnungsentscheidungen werden Termine, zu denen die Patienten bestellt werden, abgeleitet. Dabei ist

zu beachten, dass nicht jeder Operateur alle OP-Arten beherrscht, d.h., ein Patient kann unter Umständen nicht allen Operateuren zugeordnet werden. Außerdem verlangen bestimmte OP-Arten die Anwesenheit eines Anästhesisten. Da in der betrachteten Augenklinik nur wenige Anästhesisten vorhanden sind, ist bei den Zuordnungs- und Reihenfolgeentscheidungen darauf zu achten, dass zu keinem Zeitpunkt Konflikte wegen fehlender Anästhesisten entstehen. Die Dauern der durchzuführenden Operationen sind stochastisch. Die Klinik ist an einer hohen Auslastung der OP-Räume interessiert, wobei gleichzeitig eine niedrige Wartezeit der Patienten angestrebt wird. Spezielle genetische Algorithmen zur multikriteriellen Optimierung kommen gemeinsam mit diskreter Simulation zum Einsatz.

Aufgrund der großen praktischen Bedeutung werden sowohl die Architektur als auch die Funktionsweise von Ablaufplanungssystemen in Kurseinheit 4 vertieft behandelt. In Kurseinheit 2 werden außerdem Fragestellungen der multikriteriellen Optimierung diskutiert.

Tourenplanungsprobleme treten in Lieferketten im Rahmen der Transportplanung auf (vgl. Tabelle 1.2). Aufgrund der NP-Schwere von Tourenplanungsproblemen und der in der Praxis typischerweise anzutreffenden großen Probleminstanzen ist eine Unterstützung menschlicher Entscheidungsträger durch Tourenplanungssoftware erforderlich. Diese Software ist in Tourenplanungssysteme eingebettet.

Tourenplanungssysteme sind aufgrund des kurzen Planungshorizonts als Dispositionssysteme aufzufassen. Das nachfolgende Beispiel [8] zeigt, dass aufgrund unternehmensspezifischer Besonderheiten der Einsatz von Individualsoftware für die Tourenplanung sinnvoll ist.

**Beispiel 1.2.5 (Tourenplanung bei Coca-Cola)** Coca-Cola Enterprises (CCE) ist der weltweit größte Flaschenabfüller und Distributor von Coca-Cola-Produkten. CCE besitzt 54000 Fahrzeuge, die zur Belieferung von Kunden genutzt werden. Das Tourenplanungssystem entscheidet für jedes Depot, welche Aufträge welchem Fahrzeug zuzuordnen und in welcher Reihenfolge die Einzelhändler zu besuchen sind. Dabei sind Nebenbedingungen, wie beispielsweise enge Lieferzeitfenster der Einzelhändler, gesetzliche Vorgaben zur maximalen Einsatzdauer der Fahrer sowie spezielle Beladeregeln zu beachten. Einfache Einfügeheuristiken und lokale Suchverfahren werden zur Lösung der Tourenplanungsprobleme verwendet. Das Tourenplanungssystem wird täglich von 300 Dispatchern benutzt, um die Touren von 10000 Fahrzeugen zu planen.

Das Beispiel zeigt, dass Nachbarschaftssuchverfahren in Planungs- bzw. Dispositionssystemen zum Einsatz kommen. Deshalb werden in Kurseinheit 2 derartige Verfahren behandelt.

Die verschiedenen Beispiele, die innerhalb dieses Abschnitts kurz vor-

gestellt wurden, zeigen, dass Planungs- und Dispositionssysteme im Unternehmensalltag eine große Bedeutung besitzen. Außerdem ist klar erkennbar, dass betriebswirtschaftliche Standardsoftware für ERP-, MES- bzw. APS-Funktionalität oft nicht ausreichend ist und deshalb durch geeignete Individualsoftwarelösungen zu ergänzen ist. Dabei ist wichtig, dass die Individualsoftwarelösungen häufig auch in Modulen organisiert sind, die betriebswirtschaftliche Standardsoftware erweitern.

## 1.3 Daten in Planungs- und Dispositionssystemen

Wir beginnen damit, die prinzipielle Architektur von Planungs- und Dispositionssystemen zu beschreiben. Anschließend wird diskutiert, welche Daten typischerweise in Planungs- und Dispositionssystemen auftreten.

### 1.3.1 Architekturprinzipien

Wir haben in Abschnitt 1.1 gesehen, dass Dispositionssysteme oft zur automatisierten Entscheidungsfindung eingesetzt werden, da in vielen Fällen routinemäßig zu treffende Entscheidungen vorliegen. Planungssysteme hingegen werden oft in Form von Entscheidungsunterstützungssystemen betrieben, da es in vielen Situationen nicht sinnvoll bzw. nicht wünschenswert ist, den gesamten Entscheidungsprozess automatisiert auszuführen. Entscheidungsunterstützungssysteme werden in Anlehnung an [16] wie folgt definiert.

**Definition 1.3.1 (Entscheidungsunterstützungssystem)** Ein Entscheidungsunterstützungssystem ist ein interaktives Anwendungssystem, das menschlichen Aufgabenträgern in semi- bzw. unstrukturierten Entscheidungssituationen mit Methoden, Modellen und Daten hilft.

Wir werden nachfolgend sehen, dass der Entscheidungsunterstützungssystemcharakter von Planungssystemen Auswirkungen auf deren Architektur hat. Planungs- und Dispositionssysteme folgen prinzipiell den in Vorgängerkursen eingeführten Drei- bzw. Vierschichtenarchitekturen, die für die Umsetzung von Client-Server-Architekturen verwendet werden. Wir unterscheiden in diesem Kurs zwischen

- **Präsentationsschicht:** Diese Schicht ermöglicht eine Interaktion zwischen dem Anwendungssystem und seinen Anwendern. Der Anwender erhält durch die Präsentationsschicht Zugang zu Planungs- bzw. Dispositionsergebnissen, beispielsweise zu Ablaufplänen. Umgekehrt wird der Anwender in die Lage versetzt, die Planungs- bzw. Dispositionsfunktionalität aufzurufen. Das beinhaltet insbesondere eine geeignete Konfiguration und Parametrisierung der zugrundeliegenden Verfahren.

- **Anwendungsschicht:** Die Verarbeitungslogik des Anwendungssystems ist in dieser Schicht enthalten. Das bedeutet zum einen, dass Planungs- und Dispositionsfunktionalität in dieser Schicht vorgehalten wird. Außerdem ist die Ablauflogik Bestandteil der Anwendungsschicht. Die Ablauflogik legt fest, in welcher Reihenfolge die Funktionalität ausgeführt wird.
- **Datenhaltungsschicht:** In dieser Schicht des Anwendungssystems erfolgt eine Verwaltung der Daten, die jeweils in der Anwendungs- und Präsentationsschicht verwendet werden. Dabei wird zwischen einem flüchtigen und einem persistenten Vorhalten der Daten unterschieden. Ersteres erfolgt typischerweise im Hauptspeicher des Rechners, auf dem das Planungs- bzw. Dispositionssystem betrieben wird, während für letzteres relationale Datenbanken verwendet werden.
- **Internetverbindungsschicht:** Diese Schicht dient dazu, webbrowsersbasiert über das Internet auf die Daten eines anderen Unternehmens zuzugreifen, falls sich dort Daten befinden, die für das Anwendungssystem wichtig sind. Diese Schicht ist zwischen Präsentations- und Anwendungsschicht angesiedelt.

Die generischen Drei- bzw. Vierschichtenarchitekturen sind speziell für die Belange von Planungs- und Dispositionssystemen zu erweitern. Wir sehen in Abbildung 1.4, dass insbesondere die Anwendungsschicht in verschiedene Komponenten zerfällt.

Nachfolgend wird die Anwendungsschicht genauer erläutert. Sie umfasst neben der Ablauflogik die folgenden Komponenten:

- **Algorithmenkomponente (Algorithmenkern):** Diese Komponente bildet den Kern der Anwendungsschicht. Sie enthält Algorithmen, die zur Entscheidungsfindung dienen, indem Instanzen des jeweiligen Planungs- bzw. Dispositionsproblems gelöst werden.
- **Modellkomponente:** Die Modellkomponente ist für die Erstellung eines Modelles des jeweiligen Ausschnitts des Basissystems bzw. des Planungs- und/oder Steuerungs- und Kontrollsystems eines Unternehmens verantwortlich. Beispielsweise kann ein gemischt-ganzzahliges Optimierungsmodell als Grundlage eines Planungs- bzw. Dispositionssystems dienen.
- **Parametrisierungskomponente:** Diese Komponente dient dazu, situationsabhängig Parameterwerte für die Algorithmen zu ermitteln. Dazu werden häufig Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt.
- **Analysekomponente:** Diese Komponente ist für die semiautomatische Erzeugung von What-If-Szenarien verantwortlich. Außerdem kann

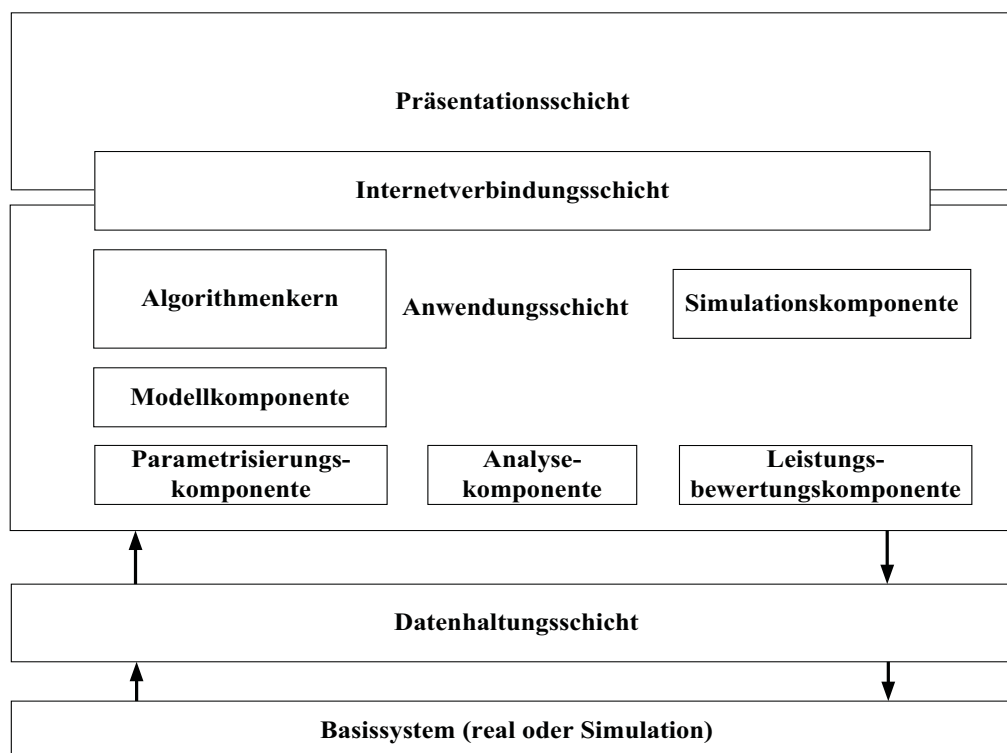


Abbildung 1.4: Architektur von Planungs- und Dispositionssystemen

die Abarbeitung der Szenarien durch diese Komponente gesteuert werden.

- **Simulationskomponente:** Diskrete Simulation kann dazu verwendet werden, die Entscheidungsfindung der anderen Komponenten zu unterstützen, indem Entscheidungen in der Simulation virtuell ausgeführt werden.
- **Leistungsbewertungskomponente:** Im einfachsten Fall kann diese Komponente zur Berechnung der Werte von Leistungsmaßen verwendet werden. Es sind aber auch Situationen vorstellbar, in denen das gesamte Planungs- bzw. Dispositionssystem mit Hilfe von diskreter Simulation vorab im Labor im Rahmen eines rollierenden Ansatzes bewertet wird. In diesem Fall ist die Leistungsbewertungskomponente für die Kopplung des Systems mit dem simulierten Basissystem (siehe Abbildung 1.4) verantwortlich.

In Entscheidungsunterstützungssystemen ist die Algorithmenkomponente in dem Sinne erweitert, dass eine Methodenbank, d.h. eine Sammlung von geeigneten Algorithmen, enthalten ist. Außerdem wird die Analysekomponente in Entscheidungsunterstützungssystemen besonders ausgeprägt sein, um der