

Salewski, Frank; Nissen, Rüdiger

Working Paper — Digitized Version

Revidierende hierarchische Planung: Ein Konzept am Beispiel der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 335

Provided in Cooperation with:

Christian-Albrechts-University of Kiel, Institute of Business Administration

Suggested Citation: Salewski, Frank; Nissen, Rüdiger (1993) : Revidierende hierarchische Planung: Ein Konzept am Beispiel der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 335, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/155412>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Nr. 335

**Revidierende hierarchische Planung
- Ein Konzept am Beispiel der
Personaleinsatzplanung in
Wirtschaftsprüfungsgesellschaften**

Salewski / Nissen

Dezember 1993

Dipl.-Informatiker *Frank Salewski*; Hauptarbeitsgebiete: Personaleinsatzplanung, Unternehmensprüfungen, Decision Support Systeme, Expertensysteme.

Cand. sc. pol. *Rüdiger Nissen*; Hauptarbeitsgebiete: Prüfungsplanung, Decision Support Systeme, Software Engineering.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Olshausenstr. 40, 24118 Kiel.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Andreas Drexl (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) gebührt unser Dank für seine wertvollen Anregungen und die kritische Durchsicht des Manuskripts. Seine stete Förderung der Arbeit hat maßgeblich zur Entwicklung des vorliegenden Konzepts zur revidierenden Planung beigetragen.

Zu Dank verpflichtet sind wir auch den Herren Andreas Borchering (C&L Treuarbeit Deutsche Revision AG, Hamburg), Detlef Diederichs (Ernst & Young GmbH, Frankfurt a.M.), Harald von Hoch (C&L Treuarbeit Deutsche Revision AG, Kiel), Heiner Lorenzen (C&L Treuarbeit Deutsche Revision AG, Schwerin) und Alfred Thyll (Wollert-Elmendorff Deutsche Industrie-Treuhand GmbH, Düsseldorf) für ihre Unterstützung bei der Entwicklung des vorgestellten Revidierungskonzeptes. Ihrem Engagement und Ihrer ständigen Gesprächsbereitschaft ist es zu verdanken, daß wesentliche Anforderungen der Prüfungspraxis integriert werden konnten.

Außerdem danken wir den Herren Eric van de Kerkhove und Philippe Pêcheur (Fiduciaire Générale de Luxembourg, Strassen) für die Vorführung eines Planungsprogramms, das interessante Anregungen lieferte.

Überblick

- Bietet die Integration von Revidierungskonzepten in hierarchische Planungsansätze Möglichkeiten zur Flexibilisierung und Verbesserung der Planung? Kann der komplexe Planungsprozeß so strukturiert werden, daß damit eine Unterstützung der Planungsarbeit ermöglicht wird?
- Diesen Fragen wird im vorliegenden Beitrag nachgegangen, und zwar am Beispiel der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften. Der Planungsansatz basiert auf einer empirischen Untersuchung der Personaleinsatzplanung unter den 200 größten Wirtschaftsprüfungsgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland und umfaßt drei Ebenen mit hierarchischer Struktur; die Revidierungskonzepte wurden unter Mitwirkung internationaler Wirtschaftsprüfungsgesellschaften entwickelt.
- Das vorliegende Revidierungskonzept stellt für jede der drei Ebenen verschiedene, alternativ vom Benutzer zu wählende Reaktionsmöglichkeiten auf denkbare Informationsänderungen vor. Damit kann den Forderungen der Praxis nach einem Planungsinstrument, das nicht nur besonders leistungsfähig ist, sondern sich auch durch ein hohes Maß an Flexibilität auszeichnet, ohne Einschränkungen entsprochen werden. Die gewählte Vorgehensweise ist darüber hinaus allgemein genug, um auch bei anderen Planungsproblemen mit hierarchischer Struktur Anwendung finden zu können.

A. Problemstellung

Jedes wirtschaftlich sinnvolle Handeln setzt planvolles Vorgehen voraus. Dementsprechend lassen sich bei komplexen Problemstellungen wie Unternehmensprüfungen¹ Phasen der Prüfungsplanung von Phasen der Prüfungsdurchführung unterscheiden.² Die Planung dient dabei im wesentlichen der Festlegung des Prüfungsprogramms und des Personaleinsatzes; letzterer verfolgt die Zuordnung von Prüfern zu Prüfungsaufträgen bzw. zu Prüffeldern unter Beachtung von Reihenfolge-, Kapazitäts- und Terminrestriktionen.³ In den anschließenden Durchführungsphasen werden die Prüfungshandlungen vollzogen.⁴

Die derzeit bekannten Ansätze zur Personaleinsatzplanung basieren auf (mehr oder weniger) gravierenden Vereinfachungen und entsprechen nicht der aus Anwendersicht erforderlichen Abbildung des Problems. Erst ein neuerer, auf einer empirischen Untersuchung unter den 200 größten Wirtschaftsprüfungsgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland basierender Ansatz von Salewski / Drexel⁵ mit hierarchischer Struktur überwindet diese Defizite weitestgehend. Bedingt durch den hierarchischen Aufbau mit drei Planungsebenen ergibt sich für die praktische Nutzbarkeit jedoch die Schwierigkeit, die häufig neu hinzukommenden Informationen derart zu integrieren, daß einerseits die Konsistenz nicht verletzt wird und andererseits die Planrevidierungen auf allen Ebenen auf ein für den Benutzer akzeptables Maß beschränkt bleiben.

Im vorliegenden Beitrag wird ein Konzept zur Planrevidierung für die hierarchische Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften vorgestellt. Dazu wird in Abschnitt B der Rahmen des hierarchischen Ansatzes von Salewski / Drexel zur Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften erläutert. In Abschnitt C werden Grundlagen und Zielsetzungen revidierender Planungsansätze diskutiert. Abschnitt D ist der Formulierung eines für den praktischen Einsatz geeigneten Revidierungskonzeptes für den Problembereich der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften gewidmet. Abschnitt E enthält eine abschließende Bewertung und gibt Hinweise auf weiterführende Forschungsarbeiten.

B. Hierarchische Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften

Ein wesentliches Ergebnis der eingangs erwähnten Erhebung besteht in der Feststellung, daß die Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften in mehreren, aufeinanderfolgenden Stufen vorgenommen wird. Es lassen sich insgesamt drei Ebenen, nämlich der taktische, der taktisch-operative und der operative Bereich, identifizieren, die durch unterschiedliche Horizonte, Periodenlängen, Planungsgegenstände, -probleme und -ziele, Entscheidungsträger sowie ein schrittweise abnehmendes Aggregationsniveau charakterisiert werden.

I. Konzeptioneller Ansatz

Nachfolgend werden die einzelnen Ebenen eines konzeptionellen Ansatzes zur Abbildung der Problemstellung diskutiert; die dabei getroffenen Annahmen basieren in wesentlichen Zügen auf aus der Erhebung gewonnenen Daten.

1. Taktische Planung⁶

Der taktischen Planung liegen die folgenden Annahmen zugrunde:

- a) Der Planungszeitraum beträgt drei bis zwölf Monate; die Planung erfolgt in der Regel auf Wochenbasis.
- b) Die Zahl der Prüfer, die einem Prüfungsunternehmen im Planungszeitraum zur Verfügung stehen, ist bekannt. Des weiteren wird berücksichtigt, in welchen Wochen bestimmte Prüfer (z. B. wegen Urlaub oder Lehrgängen) nicht oder nur mit eingeschränkter Kapazität zur Verfügung stehen.
- c) Die Zahl der Aufträge im Planungszeitraum sowie deren Untergliederung in Prüfungsabschnitte (wie z. B. Vor-, Zwischen- und Hauptprüfung) liegen vor. Zusätzlich ist der Zeitraum der möglichen Auftragsbearbeitung näher spezifiziert, indem für den Beginn jedes Prüfungsabschnitts ein frühester Bearbeitungs- und für dessen Ende ein spätester Beendigungszeitpunkt angegeben sind. Ferner sind einzuhaltende Mindest- oder Maximalabstände zwischen dem Ende eines Prüfungsabschnitts und dem Beginn des darauffolgenden bekannt.
- d) Wochen, in denen eine Auftragsbearbeitung (z. B. wegen Quartalsabschlußarbeiten oder Betriebsfeiern des Mandanten) nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, werden berücksichtigt.
- e) Für die Auftragsbearbeitung kommen in der Regel mehrere Prüfer teams, bestehend aus einem oder mehreren Prüfern, alternativ in Betracht.⁷ Je Prüfer und Woche der Auftragsbearbeitung ist die dazu erforderliche Dauer anzugeben. Weitere Varianten der Bearbeitung sind dadurch möglich, daß nicht nur jeweils eine, sondern mehrere Dauern je Prüfer und Woche genannt werden können. Da die einzelnen Bearbeitungsalternativen, die sich aus unterschiedlichen Teamzusammensetzungen und variierenden Bearbeitungsdauern ergeben, im Normalfall nicht gleich bewertet werden, ist je Alternative die Zuordnung eines Präferenzwertes⁸ vorgesehen.

Ziel der taktischen Planung ist die Maximierung der Summe der Präferenzwerte über alle Aufträge, d. h. die Aufträge sollen in möglichst stark präferierten Bearbeitungsalternativen durchgeführt werden. Dabei ist (durch die Nebenbedingungen der Modellformulierung) zu garantieren, daß

- jeder Auftrag (bzw. die zugehörigen Prüfungsabschnitte) in genau einer Bearbeitungsalternative durchgeführt wird,
- Termin- und Reihenfolgerestriktionen eingehalten werden,

- Wochen, die zur Auftragsbearbeitung nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung stehen, berücksichtigt werden und
- die verfügbare Kapazität je Prüfer in keiner Woche überschritten wird.

Ergebnis der taktischen Planung, für die die Unternehmensleitung verantwortlich zeichnet, ist folglich die Zuordnung von Prüfern und zugehörigen Bearbeitungsdauern zu Aufträgen sowie die Terminierung der einzelnen Aufträge bzw. der jeweiligen Prüfungsabschnitte. Existieren unter Berücksichtigung der Restriktionen mehrere zulässige Lösungen, so wird diejenige, die die Summe der Präferenzwerte der Bearbeitungsalternativen über alle Aufträge maximiert, ausgewählt.

2. Taktisch-operative Planung⁹

Die taktisch-operative Planung basiert auf den Ergebnissen des taktischen Bereichs und dient der weiteren Detaillierung der Wochenplanung. Dazu werden die folgenden Annahmen getroffen:

- a) Der Planungszeitraum umfaßt eine Periode aus der taktischen Planung, also in der Regel eine Woche; die taktisch-operative Planung erfolgt üblicherweise auf Basis von (Halb-) Schichten von je vier Stunden.
- b) Die Zahl der Prüfer, die dem Prüfungsunternehmen in der betreffenden Woche zur Verfügung stehen, ist bekannt. Des Weiteren wird berücksichtigt, in welchen (Halb-) Schichten bestimmte Prüfer nicht zur Verfügung stehen.¹⁰
- c) Als ein Ergebnis der Planung des taktischen Bereichs steht fest, welche Aufträge in der Planungswoche bearbeitet werden sollen. Für diese Aufträge ist vorgegeben, in welchen (Halb-)Schichten der Woche sie nicht eingeplant werden dürfen.¹¹
- d) Es ist bekannt, welche Prüfer an einem Auftrag in welchem Umfang¹² und ggf. zu welchen Zeitpunkten zeitgleich mit anderen Prüfern (z. B. zu Zwecken der Aufgabenverteilung oder der Kontrolle) arbeiten sollen.
- e) Jeder Prüfer kann je (Halb-)Schicht höchstens einen Auftrag bearbeiten.
- f) Führt ein Prüfer in der betreffenden Woche mehr als nur einen Auftrag durch, so sind Reisezeiten als Zeiträume, die mindestens zwischen dem Ende der einen und dem Beginn der nächsten Auftragsbearbeitung liegen müssen, zu spezifizieren.
- g) Die Kosten, die für jede Einplanung eines Prüfers außerhalb der vereinbarten Arbeitszeiten (z. B. zu Überstunden) entstehen, sind bekannt.

Ziel der taktisch-operativen Planung ist die Minimierung der Kosten, die durch Einplanungen von Prüfern außerhalb der vereinbarten Arbeitszeiten anfallen. Dabei ist (durch die Restriktionen der Modellformulierung) sicherzustellen, daß

- jeder Prüfer die Aufträge im vorgesehenen Umfang und, falls erforderlich, zeitgleich mit anderen Prüfern bearbeitet,
- die Verfügbarkeit der Prüfer in den (Halb-)Schichten berücksichtigt wird,
- kein Prüfer mehr als einen Auftrag je (Halb-)Schicht durchführt,
- Aufträge zu bestimmten Zeitpunkten nicht bearbeitet werden und
- bei Auftragswechseln eines Prüfers erforderliche Reisezeiten berücksichtigt werden.

Ergebnis der taktisch-operativen Planung, in die die jeweiligen Prüfungsleiter involviert sind, ist somit je Prüfer ein Plan, der angibt, wann der betreffende Prüfer in der Planungswoche welchen Auftrag bearbeiten soll. Liegen unter Berücksichtigung der Nebenbedingungen mehrere zulässige Lösungen vor, dann fällt die Entscheidung zu Gunsten derjenigen Variante, die die geringsten Kosten verursacht.

3. Operative Planung¹³

Die operative Planung verwendet die Resultate des taktisch-operativen Bereichs und führt für jeden Auftrag separat eine Feinplanung auf Wochenbasis durch. Dabei werden die folgenden Annahmen zugrunde gelegt:

- a) Der Planungszeitraum stimmt mit dem des taktisch-operativen Bereichs überein und umfaßt somit in der Regel eine Woche; im Unterschied zur taktisch-operativen Planung wird jedoch nicht mehr auf der Basis von (Halb-)Schichten (mit einer Dauer von vier Stunden), sondern auf Stundenbasis geplant.
- b) Als Ergebnis der taktisch-operativen Planung ist bekannt, wann der betreffende Auftrag in der Planungswoche von welchen Prüfern bearbeitet wird.
- c) In der betreffenden Woche stehen Prüffeldergruppen (wie z. B. die Prüfung des Anlagevermögens) zur Durchführung an, die sich in einzelne Prüffelder (wie z. B. die Prüfung der Zugänge, der Abgänge und der Abschreibungen des Anlagevermögens) untergliedern lassen. Die Prüffelder einer Prüffeldergruppe müssen dabei von einem Prüfer bearbeitet werden. Ebenfalls sollen ggf. existierende Reihenfolgebeziehungen zwischen Prüffeldern eingehalten werden.
- d) Jeder Prüfer kann zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Prüffeld bearbeiten.
- e) In Abhängigkeit von der geforderten Mindesturteilssicherheit und der Qualifikation jedes einzelnen Prüfers für die Bearbeitung eines Prüffeldes ist die erforderliche Prüfdauer vorgegeben. Weiterhin können Zuordnungsverbote bzw. Vorwegzuordnungen von Prüfern zu Prüffeldern (z. B. zu Ausbildungszwecken) ausgesprochen werden.

Ziel der operativen Planung ist eine möglichst gleichmäßige Auslastung der dem Auftrag zugeordneten Prüfer. Aus Sicht der Prüfungsgesellschaft stellen Unterauslastungen nämlich

unproduktive, aber bezahlte Zeiten und Überauslastungen in der Regel zusätzliche Kosten verursachende Überstunden dar. Gleichzeitig muß (anhand der Nebenbedingungen der Modellformulierung) berücksichtigt werden, daß

- jedes Prüffeld genau einmal eingeplant wird,
- die Prüffelder einer Prüffeldergruppe durch denselben Prüfer bearbeitet werden,
- Reihenfolgebeziehungen zwischen den Prüffeldern eingehalten werden und
- jeder Prüfer je Zeitpunkt, zu dem er zur Auftragsdurchführung zur Verfügung steht, höchstens ein Prüffeld prüft.

Ergebnis der operativen Planung, die von dem jeweiligen Prüfungsleiter durchgeführt wird, ist dementsprechend die Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldergruppen bzw. Prüffeldern und die Terminierung der Prüffelder. Sind unter Beachtung der Restriktionen mehrere Lösungen zulässig, so wird diejenige gewählt, bei der die Auslastung der Prüfer so gleichmäßig wie möglich ist.

II. Bewertung

Der vorgestellte Ansatz, dessen wichtigste Charakteristika in Tabelle 1 zusammenfassend wiedergegeben werden, kann insofern als praxisrelevant angesehen werden, als er in wesentlichen Zügen auf empirisch gewonnenen Erkenntnissen basiert. Weiterhin wird die logische Konsistenz des Ansatzes nicht zuletzt auch durch seine hierarchische Struktur¹⁴ dokumentiert: In den einzelnen Bereichen werden unterschiedliche Ziele verfolgt; die auf hierarchisch übergeordneten Ebenen mit einem höheren Aggregationsniveau erzielten Ergebnisse dienen als Vorgabe für untergeordnete Stufen. Bei nach einem Planungslauf neu hinzukommenden Informationen kann grundsätzlich wie folgt verfahren werden: Durch Hinzunahme der aktuellen Informationen bei gleichzeitiger Fixierung derjenigen Ergebnisse aus früheren Planungsläufen, die nicht mehr abgeändert werden sollen, erfolgt ein neuer Planungslauf, der auf ein für den Benutzer akzeptables Maß an Änderungen beschränkt bleibt. Zur weiteren Konkretisierung dieser prinzipiellen Vorgehensweise werden in Abschnitt C zunächst grundsätzliche Aspekte revidierender Planungskonzepte erörtert, ehe dann für den vorliegenden Problembereich in Abschnitt D die Integration eines entsprechenden Konzepts vorgestellt wird.

C. Grundlagen und Zielsetzungen revidierender Planungskonzepte

In dem in Abschnitt B.I. skizzierten Modell wird angenommen, daß die zum Zeitpunkt der Planungsdurchführung berücksichtigten Informationen nicht veränderbar sind. In der Realität ergeben sich jedoch ständig Änderungen der Planungsgrundlagen aufgrund von internen (z. B. Prüferausfälle) und externen Einflußfaktoren (z. B. neue Aufträge).¹⁵

Tab. 1: Übersicht über wesentliche Charakteristika des konzeptionellen Ansatzes

	Taktische Ebene	Taktisch-operative Ebene	Operative Ebene
Horizont	3-12 Monate	1 Woche	1 Woche
Periodenlänge	1 Woche	1 (Halb-)Schicht (= 4 Stunden)	1 Stunde
Konsistenz- bedingungen		Kapazitätsverfügbarkeit der Prüfer; Bearbeitungs- dauern je Prüfer und Auf- trag; Einschränkungen bzgl. der Bearbeitungs- dauer eines Auftrags	Zeiträume, in denen Prüfer zur Auftragsbear- beitung eingeplant sind
Weitere, ebenen- spezifische An- forderungen		Gleichzeitig von mehreren Prüfern durchzuführende Tätigkeiten; Reisezeiten	Prüffeldergruppen; Prüffelder
Planungs- gegenstand	Alle Aufträge mit allen Prüfungsabschnitten; alle Prüfer	Alle (in Planungswoche) eingeplanten Aufträge; alle Prüfer	Ein Auftrag mit allen (in Planungswoche) zu bear- beitenden Prüffeldern; dem Auftrag zugeordnete Prüfer
Planungs- problem	Zuordnung von Prüfern zu Aufträgen und Fest- setzung der Bearbei- tungsdauern; Auftrags- terminierung	Bestimmung von Abfol- gen und Zeiträumen der Auftragsbearbeitungen je Prüfer	Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern und Fest- setzung der Bearbei- tungsdauern; Prüffelder- terminierung
Planungsziel	Maximierung von Teampräferenzen	Minimierung von Kosten für Einplanungen außer- halb der vereinbarten Ar- beitszeiten	Minimierung ungleich- mäßiger Prüferauslastun- gen
Entscheidungs- träger	Unternehmensleitung	Alle (betreffenden) Prüfungsleiter	Prüfungsleiter

In der Literatur wird dieses Problem der Informationsänderung in der Regel im Zusammenhang mit Produktionsplanungs- und Lagerhaltungsproblemen diskutiert.¹⁶ Zur Lösung des Problems sind dazu die Methoden der flexiblen und der revidierenden Planung entwickelt worden.¹⁷

Bei der *flexiblen Planung*¹⁸ wird versucht, sämtliche zukünftigen Entscheidungen bereits in die aktuelle Planung einzubeziehen. Dazu werden alle denkbar möglichen Umweltentwicklungen in Form von Entscheidungsregeln mit bedingten Wahrscheinlichkeiten in der Planung berücksichtigt. Dieses Verfahren, das für ein gegebenes Zielkriterium theoretisch zu "optimalen" Ergebnissen führt, scheitert in der Praxis aber an dem Aufwand, der mit der Beschaffung der für die Angabe von Wahrscheinlichkeiten nötigen Informationen verbunden ist, und an der Menge von Informationen, die verarbeitet werden müssen.

Im Gegensatz zur flexiblen werden bei der *revidierenden Planung* Informationsänderungen nicht a priori einkalkuliert, sondern erst dann in der Planung berücksichtigt, wenn sie tatsächlich eintreten. Zunächst verfährt man also so, als ob die zum Zeitpunkt der Planungsdurchführung bekannten Daten unveränderbar wären und beginnt mit der Realisation des vorliegenden Plans. Wenn dann später aufgrund aktuellerer Informationen eine Anpassung des Plans erforderlich wird, erfolgt diese mit den neuen Daten. Dadurch wird eine Planung auf Basis ständig aktualisierter Daten ermöglicht.

In der Literatur wird das Konzept der revidierenden Planung fast ausschließlich in der speziellen Ausprägung der *rollierenden Planung*¹⁹ diskutiert bzw. implementiert.²⁰

Bei der rollierenden Planung wird die Planung in der Regel periodisch wiederholt, so daß alle bis zum Beginn der Bearbeitung in der gerade aktuellen Periode neu erhaltenen Informationen berücksichtigt werden. Nur die Entscheidungen für die nächste Periode werden verbindlich getroffen, während alle anderen Perioden vorerst nur vorläufig geplant werden. So wird bei einem Planungszeitraum von T Perioden zunächst für die Perioden $t = 1, \dots, T$ die Planung durchgeführt. Für die Periode $t = 1$ ist der Plan bindend, während die Planung für die Perioden $t = 2, \dots, T$ lediglich den Zweck hat, die zeitlichen Interdependenzen²¹ zwischen den einzelnen Perioden zu erfassen. Vor Beginn der zweiten Periode erfolgt erneut eine Planung, und zwar für die Perioden $t = 2, \dots, T+1$, wobei jetzt die Periode $t = 2$ endgültig geplant wird. Jede Periode wird also T-mal geplant, (T-1)-mal vorläufig und nur einmal verbindlich.²² Der Vorteil dieses Konzepts liegt darin, daß die "Qualitätsanforderungen" an die Daten um so geringer werden, je weiter die betreffende Periode in der Zukunft liegt. Auf diese Weise wird versucht, den Einfluß von Schätzfehlern auf die Planung möglichst gering zu halten.²³

Wenn, wie im Fall der revidierenden Planung, in einem Planungssystem die nachträgliche Änderung von Plänen zugelassen wird, entsteht das Problem der "Nervosität" des Planungssystems²⁴. Man versteht darunter die übermäßige Sensibilität und Reaktion des Systems auf geringfügige Änderungen der Planungsdaten.²⁵ Dies kann sich zum einen in starken Änderungen des Plans auf der spezifischen Ebene, zum anderen in einer Fortpflanzung und u. U. sogar einer Verstärkung von Änderungen auf den untergeordneten Ebenen äußern.

Solche Änderungen sind allgemein und insbesondere auch in Dienstleistungsunternehmen wie den Wirtschaftsprüfungsgesellschaften nicht nur aufgrund der verursachten Kosten unerwünscht, sondern auch, weil sie nur schwer gegenüber Mandanten und eigenen Angestellten zu rechtfertigen sind. Daher muß ein Personaleinsatzplanungssystem neben der unabdingbaren Flexibilität auch ein notwendiges Maß an Stabilität der Planung aufweisen.

D. Entwicklung und Integration eines Konzepts zur Planrevidierung in den hierarchischen Ansatz

Im vorliegenden Fall scheidet die Möglichkeit einer flexiblen Planung aus, da bereits im deterministischen Modell die Problemkomplexität so hoch ist, daß eine zusätzliche Berücksichtigung von bedingten Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten bestimmter Ereignisse das Lösen praxisrelevanter Probleme nahezu unmöglich machen würde.

Daher wird hier ein Konzept zur revidierenden Planung vorgeschlagen. Eine Planrevidierung findet nur statt, wenn eine Änderung der Planungsdaten auftritt. In diesem Fall werden die verbleibenden Perioden bis zum Ende des Planungszeitraums neu geplant.

Zusätzlich soll das zu entwickelnde System die Möglichkeit bieten, im Wege der rollierenden Planung den Planungszeitraum der taktischen Ebene gleitend zu verschieben. Dazu überprüft das System, wenn für einen Zeitraum ein Plan erstellt werden soll, ob für einen Teil dieses Zeitraums bereits einmal eine Planung durchgeführt wurde. Ist dies der Fall, erhält der Benutzer die Möglichkeit, Teile des bisherigen Plans zu fixieren. Auf diese Weise kann z. B. zunächst eine Planung für die Perioden $t = 1, \dots, 10$ stattfinden. Wird dann nach fünf Perioden eine Planung für die Perioden $t = 6, \dots, 15$ angefordert, werden die Ergebnisse des ursprünglichen Planungslaufs für die Perioden $t = 6, \dots, 10$ wahlweise ganz, teilweise oder nicht übernommen.

Für jede Informationsänderung ist zu unterscheiden, ob dadurch der planerische Freiheitsgrad eingeschränkt oder erweitert wird.²⁶ Eine Einschränkung des planerischen Freiheitsgrades hat, falls der vorliegende Plan nun nicht mehr zulässig ist, zwingend eine Planrevidierung zur Folge, während bei einer Erweiterung eine Neuplanung optional - zur Suche nach einer im Sinne des jeweiligen Zielkriteriums "besseren" Lösung - durchgeführt werden kann. Alle Informationsänderungen führen dazu, daß auf der taktischen und der taktisch-operativen Ebene Aufträge und auf der operativen Ebene Prüffelder anders eingeplant werden müssen bzw. können.

Um die System-Nervosität in einem für den Benutzer akzeptablen Rahmen zu halten, wird ein abgestuftes Vorgehen ermöglicht. Dabei kann der Benutzer bestimmen, wie groß die Auswirkungen der Änderungen auf die Planung sein dürfen. So sollte, bevor nach einer Informationsänderung eine Neuplanung stattfindet, die Möglichkeit bestehen, vorherige Planungsergebnisse zu fixieren.

Dazu kann in der Regel unterschieden werden, ob nur die von Datenänderungen betroffenen²⁷, die betroffenen und zusätzlich die noch nicht begonnenen oder alle Aufträge bzw. Prüffelder

auf der taktischen und der taktisch-operativen bzw. der operativen Ebene neu eingeplant werden sollen.²⁸ Werden z. B. nur die betroffenen Aufträge zur Neuplanung freigegeben, so werden an der Einplanung der übrigen Aufträge keinerlei Änderungen vorgenommen. Zur weiteren Abstufung sind eine manuelle Neuplanung und eine Planrevidierung zur Optimierung nach dem Zielkriterium der jeweiligen Ebene vorgesehen. Bei erzwungenen Planrevidierungen wird als zusätzliche Alternative eine Strategie angeboten, die an dem bisherigen Plan - unter Vernachlässigung des Zielkriteriums der jeweiligen Ebene - möglichst wenig Änderungen vornimmt.²⁹

Ferner gilt, daß Planänderungen einer übergeordneten Ebene, die zu einer Änderung von Parametern auf der unmittelbar untergeordneten Ebene führen, automatisch einen Lauf zur Planrevidierung auf der untergeordneten Ebene auslösen. Eine Änderung auf einer übergeordneten Ebene wird aus Gründen der Konsistenz erst dann übernommen, wenn die daraus resultierenden, zwingenden Planrevidierungen auf der untergeordneten Ebene vollzogen sind.³⁰ Für alle Arten von Änderungen ist außerdem sicherzustellen, daß Einplanungen, die sich bereits in der Realisation befinden, nicht mehr geändert werden dürfen.

Im folgenden werden für die drei Ebenen Revidierungskonzepte vorgestellt. Dazu wird zunächst ermittelt, welche Informationsänderungen auf der entsprechenden Ebene auftreten können.³¹ Anschließend wird jeweils ein ebenenspezifisches allgemeines Revidierungsschema eingeführt, ehe die Behandlung der einzelnen Informationsänderungen im Detail erfolgt.

I. Taktische Planung

Informationsänderungen auf der taktischen Ebene haben die höchste Anzahl an Planänderungen zur Folge, weil in der Regel auch Neuplanungen auf den Ebenen der taktisch-operativen und der operativen Planung erforderlich werden.

1. Arten von Informationsänderungen

Auf der Ebene der taktischen Planung können die in Tabelle 2 aufgeführten Informationsänderungen unterschieden werden. Neben einer fortlaufenden Nummerierung und einer Beschreibung der Art der Änderung ist ein Verweis auf die betreffende Modellannahme in Abschnitt B.I.1. enthalten.

In den Fällen 5, 7 und 21 muß eine Planrevidierung stattfinden, in den Fällen 2, 4, 10, 11, 13, 16, 17 und 20 muß unter bestimmten, im folgenden noch näher spezifizierten Voraussetzungen eine Planrevidierung erfolgen, während in den verbleibenden Fällen 1, 3, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 18, 19, 22 und 23 eine Neuplanung optional durchgeführt werden kann. Bis auf Fall 1³², der zunächst nur Auswirkungen auf die taktische Planung hat, muß für die von Änderungen betroffenen Perioden der taktischen Ebene im Anschluß eine Planrevidierung sowohl auf der taktisch-operativen als auch auf der operativen Ebene für die entsprechenden Zeiträume durchgeführt werden.

Tab. 2: Informationsänderungen der taktischen Planungsebene

Nr.	Art der Änderung	Annahme in B.I.1.
1	Zusätzlicher Prüfer	b)
2	Prüfer gestrichen	b)
3	Zusätzliche Prüferzeit	b)
4	Prüferzeit gestrichen	b)
5	Zusätzlicher Auftrag	c)
6	Auftrag gestrichen	c)
7	Zusätzlicher Prüfungsabschnitt	c)
8	Prüfungsabschnitt gestrichen	c)
9	Frühester Bearbeitungszeitpunkt früher	c)
10	Frühester Bearbeitungszeitpunkt später	c)
11	Spätester Beendigungszeitpunkt früher	c)
12	Spätester Beendigungszeitpunkt später	c)
13	Mindestabstand größer	c)
14	Mindestabstand kleiner	c)
15	Maximalabstand größer	c)
16	Maximalabstand kleiner	c)
17	Zusätzliches Bearbeitungsverbot	d)
18	Bearbeitungsverbot gestrichen	d)
19	Zusätzliches Team	e)
20	Team gestrichen	e)
21	Mehr Zeit für Auftrag	e)
22	Weniger Zeit für Auftrag	e)
23	Änderung der Teampräferenz	e)

2. Allgemeine Vorgehensweise

Unter der Voraussetzung, daß eine Neuplanung nicht zwingend erforderlich ist, muß darauf geachtet werden, daß eine Neuplanung einzelner Aufträge nur erfolgt, wenn dadurch der Gesamtplan nicht verschlechtert wird.

Dem Benutzer wird vor dem Beginn der Neuplanung ein Menü angeboten, in dem er den Grad der Veränderung des Planes bestimmen kann. Dazu werden folgende Optionen angeboten:

- a) Keine Neuplanung
- b) Betroffene Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- c) Betroffene Aufträge nach Zielkriterium neu planen
- d) Betroffene Aufträge und nicht begonnene Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- e) Betroffene Aufträge und nicht begonnene Aufträge nach Zielkriterium neu planen
- f) Betroffene, nicht begonnene und begonnene Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- g) Betroffene, nicht begonnene und begonnene Aufträge nach Zielkriterium neu planen
- h) Manuelle Neuplanung

Im folgenden sind die den Menüpunkten entsprechenden Strategien beschrieben:

- ad a) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung nicht zwingend erfordern.
- ad b) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die betroffenen Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der taktischen Planung neu zu planen.
- ad c) Dieser Menüpunkt wird immer angeboten. Es wird versucht, die betroffenen Aufträge unter Berücksichtigung des Zielkriteriums auf der Ebene der taktischen Planung neu zu planen.
- ad d) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die betroffenen und die noch nicht begonnenen Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der taktischen Planung neu zu planen. Bei dieser Strategie kann man in Erweiterung zu b) - zusätzlich zu den betroffenen Aufträgen - die noch nicht begonnenen Aufträge freigeben. Dazu werden dem Benutzer in einem Untermenü folgende Vorgehensweisen angeboten:
 - Man gibt die noch nicht begonnenen Aufträge zeitlich frei, so daß diese neu geplant werden können.
 - Man gibt die Teams der noch nicht begonnenen Aufträge frei, so daß für diese Aufträge ein neues Team ausgewählt werden kann.

- Die beiden ersten Vorgehensweisen werden kombiniert, d. h. die noch nicht begonnenen Aufträge sind wieder völlig frei planbar.

ad e) Diese Strategie entspricht der unter d) beschriebenen, wobei jedoch grundsätzlich die Einplanung eines anderen Teams in Erwägung gezogen wird. Dieses Menü wird immer angeboten; die Planung orientiert sich am Zielkriterium.

ad f) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der taktischen Planung neu zu planen.

Bei dieser Strategie werden - zusätzlich zur Freigabe der betroffenen und der nicht begonnenen Aufträge - bei den bereits begonnenen Aufträgen Änderungen erlaubt. Zunächst probiert das System, die Einplanung der Teammitglieder zeitlich zu verschieben, die bisher noch nicht eingesetzt wurden. Bringt dies keinen Erfolg, versucht das System als nächstes, bei den bereits begonnenen Aufträgen Teammitglieder, die bisher nicht zum Einsatz kamen, zu ersetzen. Als letzte Möglichkeit bietet das System eine Veränderung der Bearbeitungszeiten der Prüfer für die zukünftigen Perioden an. Eine veränderte Einplanung wird also dadurch erreicht, daß ein Team eingeplant wird, das bis zum Zeitpunkt der Änderung mit dem bisherigen Team identisch ist, sich ab diesen Zeitpunkt aber in der Besetzung oder den Bearbeitungszeiten unterscheidet.

ad g) Diese Strategie entspricht der unter f) beschriebenen, wobei jedoch grundsätzlich die Einplanung eines anderen Teams in Erwägung gezogen wird. Dieses Menü wird immer angeboten; die Planung orientiert sich am Zielkriterium.

ad h) Hier erhält der Benutzer die Möglichkeit, den Plan manuell zu bearbeiten.

3. Vorgehensweise im Detail

Die Fälle 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 18, 19 und 23 können ohne Modifikationen nach dem in D.I.2. beschriebenen Schema abgehandelt werden. Für die übrigen Fälle ergeben sich die nachfolgend diskutierten Besonderheiten.

Fall 1: Der neue Prüfer kann dazu genutzt werden, manuell zusätzliche Teams zu generieren. Die sich durch zusätzliche Teams ergebenden Möglichkeiten sind unter Fall 19 berücksichtigt.

Fall 2: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß der gestrichene Prüfer zu mindestens einer Auftragsbearbeitung eingeplant ist. Falls der Auftrag noch nicht in Bearbeitung ist, muß manuell ein neues Team mit einem Ersatz für den gestrichenen Prüfer gebildet werden. Ist dagegen schon mit der Bearbeitung des Auftrags begonnen worden, muß ebenfalls manuell ein Ersatz für den gestrichenen Prüfer zusätzlich in das Team aufgenommen werden.

- Fall 4: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß der Prüfer während der Zeit, zu der er nunmehr nicht mehr zur Verfügung steht, zu einer Auftragsbearbeitung eingeplant ist. Dann sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:
- a) Der Prüfer fällt nur kurzzeitig aus, so daß dieser Ausfall von den anderen Teammitgliedern (evtl. durch Überstunden) ausgeglichen werden kann. Dazu muß manuell festgelegt werden, wieviele Stunden jedes andere Teammitglied in den verbleibenden Perioden zusätzlich am Auftrag arbeiten soll.
 - b) Der Prüfer fällt längere Zeit aus, so daß ein Ersatz für ihn in das Team aufgenommen werden muß. In diesem Fall ergeben sich dieselben Möglichkeiten der Neuplanung wie bei Fall 2.
- Fall 10: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß aufgrund des alten Planes die Bearbeitung des Auftrags vor dem neuen frühesten Bearbeitungszeitpunkt geplant ist. In diesem Fall gibt es vier Möglichkeiten:
- a) Das Team und die Bearbeitungsdauern bleiben unverändert.
 - b) Die Bearbeitungsdauern der Prüfer in den einzelnen Perioden werden erhöht. Dazu wird manuell eingegeben, wieviele Stunden die Prüfer in den einzelnen Perioden mehr arbeiten sollen.
 - c) Es werden zusätzliche Prüfer in das Team aufgenommen. Dazu wird manuell eingegeben, welche Prüfer zusätzlich in das Team aufgenommen werden und wieviele Stunden diese in den einzelnen Perioden an dem Auftrag arbeiten sollen.
 - d) Die Möglichkeiten b) und c) werden kombiniert.
- Fall 11: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß aufgrund des alten Planes das Ende der Bearbeitung nach dem neuen spätesten Beendigungszeitpunkt geplant ist. In diesem Fall ergeben sich dieselben Möglichkeiten der Neuplanung wie bei Fall 10.
- Fall 13: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß aufgrund des alten Planes der neue Mindestabstand noch nicht eingehalten wird. In diesem Fall ergeben sich dieselben Möglichkeiten der Neuplanung wie bei Fall 10.
- Fall 16: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß aufgrund des alten Planes der neue Maximalabstand noch nicht eingehalten wird. In diesem Fall ergeben sich dieselben Möglichkeiten der Neuplanung wie bei Fall 10.
- Fall 17: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß der betreffende Auftrag in der Periode zur Bearbeitung eingeplant ist und durch das zusätzliche Bearbeitungsverbot nicht mehr genügend Zeit zur Bearbeitung verbleibt. In diesem Fall wird manuell eingegeben, wieviele Stunden jedes Teammitglied in den verbleibenden Perioden zusätzlich am Auftrag arbeiten soll.

Fall 20: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß das gestrichene Team zur Auftragsbearbeitung eingeplant ist.

Fall 21: Um mehr Zeit für die Bearbeitung eines Auftrags zu gewinnen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- a) Die Prüfer des Teams machen Überstunden. Diese Alternative ist zu bevorzugen, wenn nur geringfügig mehr Zeit gebraucht wird als geplant. Dazu wird für die noch zu bearbeitenden Perioden manuell eingegeben, wieviel die einzelnen Prüfer zusätzlich arbeiten sollen.
- b) Für den Auftrag wird die Bearbeitungsdauer in Perioden verlängert. Dazu wird für den Auftrag manuell eingegeben, wieviele Perioden länger gearbeitet werden soll. Dabei muß überprüft werden, ob bis zum spätesten Beendigungszeitpunkt noch eine ausreichende Anzahl Perioden zur Verfügung steht. Dann wird für die einzelnen Prüfer manuell eingegeben, wieviele Stunden sie in den zusätzlichen Perioden an dem Auftrag arbeiten sollen.
- c) Für den Auftrag werden zusätzliche Prüfer bereitgestellt. Dazu wird manuell eingegeben, welche Prüfer neu in das Team aufgenommen werden und wieviele Stunden sie an dem Auftrag in den verbleibenden Perioden arbeiten sollen.
- d) Zusätzlich ist eine beliebige Kombination der Varianten a), b) und c) möglich.

Fall 22: Wenn weniger Zeit für die Bearbeitung eines Auftrags benötigt wird, kann man auf verschiedene Weise reagieren:

- a) Die Prüfer des Teams arbeiten weniger Stunden an dem Auftrag bzw. einzelne Prüfer werden völlig von dem Auftrag abgezogen. Dazu wird für die noch zu bearbeitenden Perioden manuell eingegeben, wieviel die einzelnen Prüfer weniger arbeiten sollen.
- b) Für den Auftrag wird die Bearbeitungsdauer in Perioden verkürzt. Dazu wird für den Auftrag manuell eingegeben, wieviele Perioden weniger gearbeitet werden sollen. Dabei muß überprüft werden, ob überhaupt noch soviele Perioden zur Bearbeitung anstehen.
- c) Zusätzlich ist eine Kombination der beiden oben genannten Varianten möglich.

II. Taktisch-operative Planung

Planrevidierungen auf dieser Ebene können entweder durch Neuplanungen auf der taktischen Ebene oder durch Informationsänderungen für die auf dieser Ebene neu berücksichtigten Parameter ausgelöst werden.

1. Arten von Informationsänderungen

Auf der Ebene der taktisch-operativen Planung können die in Tabelle 3 aufgeführten Informationsänderungen unterschieden werden. Neben einer fortlaufenden Nummerierung und einer Beschreibung der Art der Änderung ist erneut ein Verweis auf die betreffende Modellannahme in Abschnitt B.I.2. enthalten.

Tab. 3: Informationsänderungen der taktisch-operativen Planungsebene

Nr.	Art der Änderung	Annahme in B.I.2.
1	Zusätzliche Prüferzeit	b)
2	Prüferzeit gestrichen	b)
3	Zusätzlicher Auftrag	c)
4	Auftrag gestrichen	c)
5	Zusätzliches Bearbeitungsverbot	c)
6	Bearbeitungsverbot gestrichen	c)
7	Mehr Zeit für Auftrag	d)
8	Weniger Zeit für Auftrag	d)
9	Zusätzliche zeitgleiche Bearbeitung	d)
10	Zeitgleiche Bearbeitung gestrichen	d)
11	Reisezeit länger	f)
12	Reisezeit kürzer	f)
13	Änderung der Kosten für Einplanungen außerhalb der vereinbarten Arbeitszeiten	g)

Die Fälle 3, 4, 7 und 8 können allein aus Planrevidierungen auf der taktischen Ebene, die Fälle 1, 2, 5 und 6 aus Planrevidierungen auf der taktischen Ebene oder aus nur die taktisch-operative Ebene betreffenden Aktualisierungen resultieren, während die Fälle 9, 10, 11, 12 und 13 ausschließlich bei auf die taktisch-operative Ebene beschränkten Informationsänderungen auftreten.

In den Fällen 3 und 7 muß eine Planungsrevidierung stattfinden, in den Fällen 2, 5, 9 und 11 muß unter bestimmten, im folgenden noch näher spezifizierten Voraussetzungen eine Planrevidierung erfolgen, während in den verbleibenden Fällen 1, 4, 6, 8, 10, 12 und 13 eine Neuplanung optional durchgeführt werden kann. In allen Fällen muß bei einer Planrevidierung im Anschluß eine Neuplanung auf der operativen Ebene für die von Änderungen betroffenen Aufträge durchgeführt werden.

2. Allgemeine Vorgehensweise

Eine Planrevidierung wird dann notwendig, wenn bereits ein Plan vorliegt. Das bedeutet, daß das Problem der revidierenden Planung für Planungszeiträume, die noch weit in der Zukunft liegen, üblicherweise nicht auftritt, da hier noch kein Plan erstellt wurde.

Dem Benutzer wird vor dem Beginn der Neuplanung ein Menü angeboten, in dem er den Grad der Veränderung des Planes bestimmen kann. Dazu werden folgende Optionen angeboten:

- a) Keine Neuplanung
- b) Betroffene Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- c) Betroffene Aufträge nach Zielkriterium neu planen
- d) Alle Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- e) Alle Aufträge nach Zielkriterium neu planen
- f) Manuelle Neuplanung

Im folgenden sind die den Menüpunkten entsprechenden Strategien beschrieben:

- ad a) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung nicht zwingend erfordern.
- ad b) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die betroffenen Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der taktisch-operativen Planung neu zu planen.
- ad c) Dieser Menüpunkt wird immer angeboten. Es wird versucht, die betroffenen Aufträge unter Berücksichtigung des Zielkriteriums auf der Ebene der taktisch-operativen Planung neu zu planen.
- ad d) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, alle Aufträge mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der taktisch-operativen Planung neu zu planen.
- ad e) Dieser Menüpunkt wird immer angeboten. Es wird versucht, alle Aufträge unter Berücksichtigung des Zielkriteriums auf der Ebene der taktisch-operativen Planung neu zu planen.
- ad f) Hier erhält der Benutzer die Möglichkeit, den Plan manuell zu bearbeiten.

3. Vorgehensweise im Detail

Die Fälle 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12 und 13 können ohne Modifikationen nach dem in D.II.2. beschriebenen Schema abgehandelt werden. Für die übrigen Fälle ergeben sich die nachfolgend diskutierten Besonderheiten.

- Fall 2: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß der Prüfer während der Zeit, zu der er nunmehr nicht mehr zur Verfügung steht, zur Auftragsbearbeitung eingeplant ist.
- Fall 5: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß das neue Bearbeitungsverbot in der alten Planung nicht ohnehin schon berücksichtigt wird.
- Fall 9: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß die zusätzliche zeitgleiche Bearbeitung in der alten Planung nicht ohnehin schon enthalten ist.
- Fall 11: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß die längere Reisezeit in der alten Planung nicht ohnehin schon berücksichtigt wird.

III. Operative Planung

Planrevidierungen auf dieser Ebene können entweder durch Neuplanungen auf der taktisch-operativen Ebene oder durch Informationsänderungen für die auf dieser Ebene neu berücksichtigten Parameter ausgelöst werden.

1. Arten von Informationsänderungen

Auf der Ebene der operativen Planung können die in Tabelle 4 aufgeführten Informationsänderungen unterschieden werden. Neben einer fortlaufenden Nummerierung und einer Beschreibung der Art der Änderung ist wiederum ein Verweis auf die betreffende Modellannahme in Abschnitt B.I.3. enthalten.

Die Fälle 1 und 2 können nur aus Planrevidierungen auf der taktisch-operativen Ebene resultieren, während die übrigen Fälle ausschließlich bei auf die operative Ebene beschränkten Informationsänderungen auftreten.

In den Fällen 2, 3, 5 und 9 muß eine Planungrevidierung stattfinden, in den Fällen 7, 11 und 13 muß unter bestimmten, im folgenden noch näher spezifizierten Voraussetzungen eine Planrevidierung erfolgen, während in den verbleibenden Fällen 1, 4, 6, 8, 10 und 12 eine Neuplanung optional durchgeführt werden kann.

2. Allgemeine Vorgehensweise

Eine Planrevidierung wird wiederum dann notwendig, wenn bereits ein Plan vorliegt. Bei der Neuplanung ist zu beachten, daß Prüfer, die die Bearbeitung einer Prüffeldergruppe begonnen

Tab. 4: Informationsänderungen der operativen Planungsebene

Nr.	Art der Änderung	Annahme in B.I.3.
1	Mehr Zeit für Auftrag	b)
2	Weniger Zeit für Auftrag	b)
3	Zusätzliche Prüffeldergruppe	c)
4	Prüffeldergruppe gestrichen	c)
5	Zusätzliches Prüffeld	c)
6	Prüffeld gestrichen	c)
7	Zusätzliche Reihenfolgebeziehung	c)
8	Reihenfolgebeziehung gestrichen	c)
9	Bearbeitungsdauer für Prüffeld größer	e)
10	Bearbeitungsdauer für Prüffeld kleiner	e)
11	Zusätzliches Zuordnungsverbot	e)
12	Zuordnungsverbot gestrichen	e)
13	Zusätzliche Vorwegzuordnung	e)
14	Vorwegzuordnung gestrichen	e)

haben, diese nach Möglichkeit auch zu Ende führen sollen. Dem Benutzer wird vor dem Beginn der Neuplanung ein Menü angeboten, in dem er den Grad der Veränderung des Planes bestimmen kann. Dazu werden folgende Optionen angeboten:

- a) Keine Neuplanung
- b) Betroffene Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- c) Betroffene Prüffelder nach Zielkriterium neu planen
- d) Betroffene Prüffelder und nicht begonnene Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- e) Betroffene Prüffelder und nicht begonnene Prüffelder nach Zielkriterium neu planen
- f) Betroffene, nicht begonnene und begonnene Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen neu planen
- g) Betroffene, nicht begonnene und begonnene Prüffelder nach Zielkriterium neu planen

h) Manuelle Neuplanung

Im folgenden sind die den Menüpunkten entsprechenden Strategien beschrieben:

- ad a) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung nicht zwingend erfordern.
- ad b) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die betroffenen Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der operativen Planung neu zu planen.
- ad c) Dieser Menüpunkt wird immer angeboten. Es wird versucht, die betroffenen Prüffelder unter Berücksichtigung des Zielkriteriums auf der Ebene der operativen Planung neu zu planen.
- ad d) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die betroffenen und die noch nicht begonnenen Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der operativen Planung neu zu planen. Bei dieser Strategie kann man in Erweiterung zu b) - zusätzlich zu den betroffenen Prüffeldern - die noch nicht begonnenen Prüffelder freigeben. Dazu werden dem Benutzer in einem Untermenü folgende Vorgehensweisen angeboten:
- Man gibt die noch nicht begonnenen Prüffelder zeitlich frei, so daß diese neu geplant werden können.
 - Man gibt die Prüfer der noch nicht begonnenen Prüffelder frei, so daß diese Prüffelder anderen Prüfern zugeordnet werden können.
 - Die beiden ersten Vorgehensweisen werden kombiniert, d. h. die noch nicht begonnenen Prüffelder sind wieder völlig frei planbar.
- ad e) Diese Strategie entspricht der unter d) beschriebenen. Jedoch wird dieses Menü immer angeboten; die Planung orientiert sich am Zielkriterium.
- ad f) Dieser Menüpunkt wird nur bei Änderungen angeboten, die eine Neuplanung zwingend erfordern. Es wird versucht, die Prüffelder mit möglichst wenigen Änderungen auf der Ebene der operativen Planung neu zu planen.
- Bei dieser Strategie werden - zusätzlich zur Freigabe bei den betroffenen Prüffeldern und den nicht begonnenen Prüffeldern - bei den bereits begonnenen Prüffeldern Änderungen erlaubt. Diese Möglichkeit sollte nur gewählt werden, wenn der Prüfer, der die Bearbeitung eines Prüffelds begonnen hat, nicht mehr zur Verfügung steht, um die Bearbeitung zu beenden.
- ad g) Diese Strategie entspricht der unter f) beschriebenen. Jedoch wird dieses Menü immer angeboten; die Planung orientiert sich am Zielkriterium.
- ad h) Hier erhält der Benutzer die Möglichkeit, den Plan manuell zu bearbeiten.

3. Vorgehensweise im Detail

Die Fälle 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 und 14 können ohne Modifikationen nach dem in D.II.3. beschriebenen Schema abgehandelt werden. Für die übrigen Fälle ergeben sich die nachfolgend diskutierten Besonderheiten.

Fall 7: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß die zusätzliche Reihenfolgebeziehung in der alten Planung nicht ohnehin schon berücksichtigt wird.

Fall 11: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß das zusätzliche Zuordnungsverbot in der alten Planung nicht ohnehin schon enthalten ist.

Fall 13: Eine Neuplanung ist unter der Voraussetzung notwendig, daß die zusätzliche Vorwegzuordnung nicht ohnehin schon berücksichtigt wird.

E. Ergebnisse und Perspektiven

Die Entwicklung von für den praktischen Einsatz geeigneten Planungsinstrumenten umfaßt nicht ausschließlich die aus Anwendersicht erforderliche Abbildung des Problems und die Bereitstellung leistungsfähiger Lösungsmethoden. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, wie neu nach einem Planungslauf hinzugekommene Informationen berücksichtigt werden müssen. Dabei ergeben sich im wesentlichen die beiden folgenden Problembereiche: Zum einen ist die Zahl der Änderungen auf ein für den Benutzer akzeptables Maß zu beschränken, zum anderen muß - insbesondere bei hierarchischen Ansätzen - die Konsistenz auf allen Modellebenen garantiert werden. Für den vorliegenden Problembereich der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften wird folgendes Konzept vorgeschlagen:

- Für alle Modellebenen sind die möglichen Informationsänderungen klassifiziert.
- Für jede der betroffenen Modellebenen kann der Benutzer eine abgestufte Vorgehensweise wählen, die es gestattet, die Ergebnisse des ursprünglichen Planungslaufs wahlweise ganz, teilweise oder nicht zu übernehmen.
- Der Benutzer kann entweder eine auf möglichst wenige Änderungen gegenüber dem bisherigen Plan ausgerichtete oder eine am Zielkriterium orientierte Planrevidierung anstoßen.
- Informationsänderungen werden nur dann ins System aufgenommen, wenn auf allen Ebenen die erforderlichen Modifikationen vorgenommen werden.

Offensichtlich sind diese Überlegungen darüber hinaus allgemein genug, um auch bei anderen Problembereichen mit hierarchischer Struktur Anwendung finden zu können

Ausgehend von diesem Konzept zeichnen sich bis zur Fertigstellung eines entsprechenden Systems zur Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften die folgenden weiteren Schritte ab: Zunächst ist ein Pflichtenheft³³ zu erstellen, das die Anforderungen an das System präzise spezifiziert. Nach der Programmierung einer benutzerfreundlichen Ober-

fläche ist das System zur Beurteilung seiner Leistungsfähigkeit dann einem Praxistest zu unterziehen, der als erfolgreich anzusehen ist, wenn das vorliegende Planungstool maßgeblich zur Reduzierung des Planungsaufwandes und einer Verbesserung des Personaleinsatzes beitragen kann. Abschließend sind ggf. durch den Praxistest als sinnvoll erachtete Modifikationen umzusetzen und auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen.

Anmerkungen

- 1 Vgl. v. Wysocki (1988, S. 145).
- 2 Vgl. Leffson (1988, S. 153 ff.).
- 3 Vgl. Drexl (1989a, S. 294).
- 4 Zu den Möglichkeiten einer effizienten Prüfungsdurchführung siehe z. B. Drexl / Salewski (1991).
- 5 Salewski / Drexl (1993).
- 6 Zur formalen Modelldarstellung und zur Diskussion effizienter Lösungsmethoden siehe Salewski / Schirmer / Drexl (1993). Weitere Beispiele zu der Anwendung verwandter Verfahren auf ähnliche Problemstellungen finden sich z. B. in Alvarez-Valdés / Tamarit (1989), Davis / Patterson (1975), Drexl (1989b), Drexl (1990), Drexl (1991), Kurtulus / Davis (1982), Kurtulus / Narula (1985) und Russell (1986).
- 7 In der hier verwendeten Terminologie liegen bereits dann zwei verschiedene Prüferteams vor, wenn sich diese in ihrer Zusammensetzung in mindestens einem Prüfer unterscheiden.
- 8 Zu den grundsätzlichen Möglichkeiten der Präferenzfestlegung siehe z. B. Teufel (1992). Denkbar ist an dieser Stelle u. a. auch, daß die Präferenzen proportional zu den für eine Bearbeitungsalternative anfallenden Kosten gewählt werden.
- 9 Zur formalen Modelldarstellung und zur Diskussion effizienter Lösungsmethoden siehe Salewski / Bartsch / Pesch (1993).
- 10 Die Zahl - nicht aber die jeweilige Lage - der (Halb-)Schichten, in denen ein Prüfer nicht verfügbar ist, wird durch die entsprechende Kapazitätsverfügbarkeit des taktischen Bereichs determiniert.
- 11 Die Zahl - nicht aber die jeweilige Lage - der (Halb-)Schichten, in denen ein Auftrag nicht bearbeitet werden kann, korrespondiert zu ggf. in der taktischen Planung berücksichtigten Einschränkungen für den betreffenden Auftrag in der entsprechenden Woche.
- 12 Der Umfang liegt als Ergebnis der taktischen Planung vor.
- 13 Zur formalen Modelldarstellung und zur Diskussion effizienter Lösungsmethoden siehe Salewski / Böttcher / Drexl (1993).
- 14 Zur hierarchischen (Produktions-)Planung siehe z. B. Kistner / Steven (1991), Stadtler (1988) sowie Switalski (1989).
- 15 Vgl. dazu auch Tempelmeier (1992, S. 332 ff.).
- 16 Vgl. z. B. Tempelmeier (1992, S. 346 ff.), Kistner / Steven (1993, S. 18 ff.) und Schneeweiß (1992, S. 92 ff.). Ein Beitrag im Zusammenhang mit der Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften findet sich in Drexl (1990, S. 207 f.).
- 17 Die Darstellung der flexiblen Planung erfolgt in Anlehnung an Switalski (1989, S. 89). Die Ausführungen zur revidierenden Planung folgen der Darstellung von Drexl (1990, S. 207).
- 18 Zur flexiblen Planung s. a. Hax / Laux (1972), Inderfurth (1982, S. 37 ff.), Kruschwitz (1993, S. 285 ff.), Troßmann (1990, S. 441 ff.).
- 19 Zur rollierenden Planung s. a. Baker (1977), Baker / Peterson (1979), Campbell (1992).
- 20 Ein Ausnahme bildet z. B. Günther (1985, S. 140 ff.). Siehe auch Drexl (1990, S. 207 f.), dort allerdings ohne Hinweise zur praktischen Umsetzung.
- 21 Eine Planung für die Perioden $t = 2, \dots, T$ ist notwendig zur Feststellung, ob unter den gegebenen Prämissen überhaupt ein zulässiger Plan vorliegt.
- 22 Vgl. Switalski (1989, S. 88).
- 23 Vgl. Kistner / Steven (1993, S. 312).
- 24 Zur System-Nervosität s. a. Blackburn / Kropp / Millen (1986), Carlson / Jucker / Kropp (1979), Mather (1977), Minifie / Davis (1986), Sridharan / Berry / Udayabhanu (1988), Wu / Storer / Chang (1993).
- 25 Vgl. Minifie / Davis (1986, S. 111 ff.).
- 26 In der hier verwendeten Terminologie liegt eine Einschränkung (Erweiterung) des planerischen Freiheitsgrades vor, wenn sich bei sonst identischen Parameterinstanzierungen durch die Informationsänderung die Zahl der zulässigen Lösungen vermindert (erhöht).

- 27 Als "betroffen" gelten im folgenden Aufträge, die entweder unmittelbar z. B. durch die Verschiebung des frühesten Bearbeitungszeitpunkts oder mittelbar z. B. durch die Freigabe eines Prüfers bei einem anderen Auftrag, der auch für die Bearbeitung des "betroffenen" Auftrags eingeplant ist, Informationsänderungen unterliegen. Für Prüffelder gilt die Definition analog.
- 28 Die Fallunterscheidung für noch nicht begonnene Aufträge bzw. Prüffelder ist auf der taktischen Ebene durch die Teambildung bzw. auf der operativen Ebene durch die Forderung, daß eine Prüffeldergruppe durch einen Prüfer bearbeitet werden soll, motiviert. Für die taktisch-operative Ebene ist eine Fallunterscheidung nicht praktikabel.
- 29 Dies bedeutet, daß bei einer Planänderung keine Optimierung gemäß dem Zielkriterium mehr stattfindet, sondern daß aus den generierten zulässigen Plänen derjenige gewählt wird, der gegenüber dem bisherigen Plan die wenigsten Abweichungen enthält. Die Anzahl der Abweichungen kann für alle Ebenen dadurch ermittelt werden, daß für alle Prüfer festgehalten wird, in wievielen Perioden ihre bisherigen Einplanungen verändert werden.
- 30 Bei einer Informationsänderung auf der taktischen Ebene können vor der Übernahme demzufolge u. U. mehrere Planrevidierungen auf der taktisch-operativen Ebene und dadurch bedingt Planrevidierungen auf der operativen Ebene erforderlich sein.
- 31 Die Länge des Planungszeitraums ist auf allen drei Ebenen der einzige Parameter, der keinen Informationsänderungen unterliegen kann.
- 32 Zur Begründung siehe D.I.3.
- 33 Ein entsprechendes Pflichtenheft wird in Nissen (1993) vorgestellt.

Literatur

- Alvarez-Valdés, R. / Tamarit, J.M. (1989): Heuristic algorithms for resource-constrained project scheduling: a review and an empirical analysis, in: Slowinski, R. / Weglarz, J. (Hrsg.): *Advances in project scheduling*, Amsterdam, S. 113-134.
- Baker, K.R. (1977): An experimental study of the effectiveness of rolling schedules in production planning, in: *Decision Sciences*, Vol. 8, S. 19-27.
- Baker, K.R. / Peterson, D.W. (1979): An analytic framework for evaluating rolling schedules, in: *Management Science*, Vol. 25, S. 341-351.
- Blackburn, J.D. / Kropp, D.H. / Millen, R.A. (1986): A comparison of strategies to dampen nervousness in MRP systems, in: *Management Science*, Vol. 32, S. 413-429.
- Campbell, G.M. (1992): Master production scheduling under rolling planning horizons with fixed order intervals, in: *Decision Sciences*, Vol. 23, S. 312-331.
- Carlson, R.C. / Jucker, J.V. / Kropp, D.H. (1979): Less nervous MRP systems: a dynamic economic lot-sizing-approach, in: *Management Science*, Vol. 25, S. 754-761.
- Davis, E.W. / Patterson, J.H. (1975): A comparison of heuristic and optimum solutions in resource-constrained project scheduling, in: *Management Science*, Vol. 21, S. 944-955.
- Drexler, A. (1989a): Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern unter Beachtung von Reihenfolge-, Kapazitäts- und Terminrestriktionen, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 41, S. 294-317.
- Drexler, A. (1989b): Heuristische Scheduling-Verfahren zur Personaleinsatzplanung bei Unternehmensprüfungen, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 59, S. 193-212.
- Drexler, A. (1990): *Planung des Ablaufs von Unternehmensprüfungen*. Stuttgart.
- Drexler, A. (1991): Scheduling of project networks by job assignment, in: *Management Science*, Vol. 37, S. 1590-1602.
- Drexler, A. / Salewski, F. (1991): Expertensystembasierte Beurteilung des Internen Kontrollsystems bei Abschlußprüfungen, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 61, S. 755-776.
- Günther, H.-O. (1985): Revidierende Produktionsplanung bei Sortenfertigung, in: *Operations Research Proceedings 1984*, Berlin u. a., S. 140-147.
- Hax, H. / Laux, H. (1972): Flexible Planung - Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 24, S. 318-340.
- Inderfurth, K. (1982): *Starre und flexible Investitionsplanung: Eine Untersuchung starrer und flexibler Planungsverfahren bei sequentieller Investitionsprogrammplanung bei Unsicherheit*, Wiesbaden.
- Kistner, K.-P. / Steven, M. (1991): Die Bedeutung des Operations Research für die hierarchische Produktionsplanung, in: *OR Spektrum*, Bd. 13, S. 123-132.
- Kistner, K.-P. / Steven, M. (1993): *Produktionsplanung*, 2. Aufl., Heidelberg.

- Kruschwitz, L. (1993): *Investitionsrechnung*, 5. Aufl., Berlin u. a.
- Kurtulus, I.S. / Davis, E.W. (1982): Multi-project scheduling: categorization of heuristic rules performance, in: *Management Science*, Vol. 28, S. 161-172.
- Kurtulus, I.S. / Narula, S.C. (1985): Multi-project scheduling: analysis of project performance, in: *IIE Transactions*, Vol. 17, S. 58-66.
- Leffson, U. (1988): *Wirtschaftsprüfung*, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Mather, H. (1977): Reschedule the reschedules you just rescheduled - way of life for MRP?, in: *Production and Inventory Management*, Vol. 18, S. 60-79
- Minifie, R. / Davis, R. (1986): Survey of MRP nervousness issues, in: *Production and Inventory Management*, Vol. 27, S. 111-120.
- Nissen, R. (1993): Entwurf eines Sollkonzepts für ein Personaleinsatzplanungssystem in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Diplomarbeit, Universität Kiel.
- Russell, R.A. (1986): A comparison of heuristics for scheduling projects with cash flows and resource restrictions, in: *Management Science*, Vol. 32, S. 1291-1300.
- Salewski, F. / Drexl, A. (1993): Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften - Bestandsaufnahme und konzeptioneller Ansatz, erscheint in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*.
- Salewski, F. / Bartsch, T. / Pesch, E. (1993): Auftragsterminierung für die taktisch-operative Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Arbeitspapier, Universität Kiel.
- Salewski, F. / Böttcher, L. / Drexl, A. (1993): Prüffeldorientierte Zuordnung von Prüfern für die operative Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Arbeitspapier, Universität Kiel.
- Salewski, F. / Schirmer, A. / Drexl, A. (1993): Auftragsorientierte Bildung von Prüfer-Teams für die taktische Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Arbeitspapier, Universität Kiel.
- Schneeweiß, Ch. (1992): *Einführung in die Produktionswirtschaft*, 4. Aufl., Berlin u. a.
- Sridharan, V. / Berry, W.L. / Udayabhanu, V. (1988): Freezing the master production schedule under rolling planning horizons, in: *Management Science*, Vol. 33, S. 1137-1149.
- Stadtler, H. (1988): *Hierarchische Produktionsplanung bei losweiser Fertigung*, Heidelberg.
- Switalski, M. (1989): *Hierarchische Produktionsplanung: Konzeption und Einsatzbereich*, Heidelberg.
- Tempelmeier, H. (1992): *Material-Logistik: Grundlagen der Bedarfs- und Losgrößenplanung in PPS-Systemen*, 2. Aufl., Berlin u. a.
- Teufel, B. (1992): *Group Planning*, Report, FAW Ulm.
- Troßmann, E. (1990): *Finanzplanung in Netzwerken: Konzeption eines Netzwerkmodells und einer Datenbank für die betriebliche Finanzplanung*, Berlin.
- Wu, S.D. / Storer, R.H. / Chang, P.-C. (1993): One-machine rescheduling heuristics with efficiency and stability as criteria, in: *Computers and Operations Research*, Vol. 20, S. 1-14.
- v. Wysocki, K. (1988): *Grundlagen des betriebswirtschaftlichen Prüfungswesens*, 3. Aufl., München.

Zusammenfassung

Am Beispiel eines neuen, auf einer empirischen Erhebung basierenden Ansatzes zur Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften wird die Bedeutung der Integration revidierender Planungskonzepte in Ansätze mit hierarchischer Struktur aufgezeigt. Neu nach einem Planungslauf hinzugekommene Informationen müssen zum einen derart in das System aufgenommen werden, daß Planänderungen auf ein für den Benutzer akzeptables Maß beschränkt bleiben. Zum anderen muß - insbesondere bei hierarchischen Ansätzen - die Konsistenz auf allen Modellebenen gewährleistet sein.

Summary

With respect to a new approach to audit-staff scheduling the importance of concepts for re-scheduling in frameworks with hierarchical structure is discussed. It is proposed how to handle new informations which are received after preparing a schedule. First, the number of changes in the current schedule has to be limited to a ratio acceptable for the user; second, consistency within all levels of the hierarchical framework has to be guaranteed.