ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Kossbiel, Hugo (Ed.)

Book

Modellgestützte Personalentscheidungen

Provided in Cooperation with:
Rainer Hampp Verlag

Suggested Citation: Kossbiel, Hugo (Ed.) (1997) : Modellgestützte Personalentscheidungen, ISBN 3-87988-238-X, Rainer Hampp Verlag, München und Mering

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/116847

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.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Hugo Kossbiel (Hg.)

Modellgestützte Personalentscheidungen

A 214026

Rainer Hampp Verlag

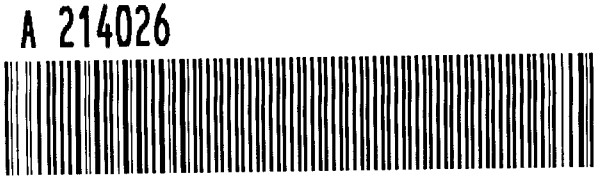
EIGENTUM
DES
INSTITUTS
FÜR
WELTWIRTSCHAFT
KIEL
BIBLIOTHEK

Modellgestützte Personalentscheidungen

Hugo Kossbiel (Hg.)

Modellgestützte Personalentscheidungen

460/141



Rainer Hampp Verlag München und Mering 1997

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Modellgestützte Personalentscheidungen / Hugo Kossbiel (Hg.). - München ; Mering : Hampp, 1997
ISBN 3-87988-238-X

Liebe Leserinnen und Leser!
Wir wollen Ihnen ein gutes Buch liefern. Wenn Sie aus irgendwelchen Gründen nicht zufrieden sind, wenden Sie sich bitte an uns.

© 1997 Rainer Hampp Verlag München und Mering
Meringerzeller Str. 16 D - 86415 Mering

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen, Übersetzungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Hugo Kossbiel
Vorwort 7

Frank Salewski
Design eines Entscheidungsunterstützungssystems zur hierarchischen Prüfereinsatzplanung 9

Judith Weber
Arbeitszeitflexibilisierung und ihre Berücksichtigung in optimierenden Personalplanungsmodellen - die implizite Bestimmung der täglichen Arbeits- und Pausenzeit unter expliziter Berücksichtigung der rechtlichen Regelungen des Arbeitszeitgesetzes 29

Markus Pauly
Simulationsgestützte Personalmengenplanung am Beispiel der Ressource Crew einer Luftverkehrsgesellschaft 57

Gerhard Muche
Ein chaostheoretischer Ansatz zur Personalwirtschaft 77

Frank Kieper
Ursachengerechte Abweichungsanalyse der Personalkosten im Erfolgscontrolling 93

Martin Schneider
Risikomanagement in der Personalpolitik: Personalanpassungen als Portfolioentscheidung 107

Matthias Kräkel
Zur Bedeutung unterschiedlicher Präferenzen in Leistungsturnieren 129

Kerstin Pull
Warum entlohnen Unternehmen über Tarif? – Betriebliche Logik und empirische Evidenz 145

Vorwort des Herausgebers

In der Personalwirtschaft ist es üblich geworden, zwischen einer verhaltenswissenschaftlichen und einer ökonomischen Richtung zu unterscheiden. Hinter dieser Dichotomie verbergen sich zwei Betrachtungsweisen personalwirtschaftlicher Probleme, die prinzipiell miteinander kombiniert werden können und insofern eher zwei Dimensionen als zwei Alternativen der Beschäftigung mit personalwirtschaftlichen Themen bezeichnen. Macht man sich diese Sichtweise zu eigen und begnügt man sich bei beiden Dimensionen mit der Unterscheidung zwischen den Ausprägungen „stark" und „schwach", so läßt sich ein Vier-Felder-Schema aufspannen, das eine einfache Charakterisierung personalwirtschaftlich einschlägiger Arbeiten erlaubt. Spiegelt man die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der personalwirtschaftlichen Literatur in Deutschland an diesem Vier-Felder-Schema, so läßt sich erkennen, daß das Feld „stark verhaltenswissenschaftlich/schwach ökonomisch" am reichhaltigsten besetzt ist, während auf den Feldern, die durch eine starke ökonomische Orientierung gekennzeichnet sind, noch erheblicher Nachholbedarf besteht.

Diese Erkenntnis und das Bemühen, die erkannten Defizite abzubauen, haben junge Wissenschaftler veranlaßt, sich ein Forum zu schaffen, auf dem vornehmlich Arbeiten vorgestellt und diskutiert werden sollen, die die ökonomische Dimension personalwirtschaftlicher Fragestellungen und Problemlösungen betonen. Den organisatorischen Rahmen dieses Forums bilden jährliche Workshops, von denen bisher drei, und zwar in Paderborn (1994), in Saarbrücken (1995) und in Frankfurt am Main (1996) stattgefunden haben.

Die auf dem Workshop in Frankfurt gehaltenen Vorträge waren nach übereinstimmender Auffassung der Teilnehmer so vielfältig und so überzeugend ausgearbeitet, daß es sich anbot, sie in einem Tagungsband der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Eines der Referate konnte aus Gründen der Geheimhaltung betriebsinterner Daten leider nicht in die Aufsatzsammlung aufgenommen werden.

Der insgesamt acht Beiträge umfassende Tagungsband beginnt mit drei Arbeiten, die sich im engeren Sinne mit Fragen der Personalplanung befassen. Die ersten beiden beschäftigen sich anwendungsnah mit Fragen der Personaleinsatzplanung (Frank Salewski; Judith Weber), der dritte mit der Abstimmung von Personalbedarf und Personalausstattung (Markus Pauly).

Die beiden nächsten Aufsätze verwenden die Terminologie und Systematik der Personalplanung, um die Fruchtbarkeit chaos-theoretischer Überlegungen in der Personalwirtschaft (Gerhard Muche) bzw. die Möglichkeit einer ursachengerechten Analyse von Personalkostenabweichungen im Erfolgscontrolling (Frank Kieper) zu demonstrieren.

Die letzten drei Arbeiten stehen im Zeichen der mikroökonomischen Fundierung personalwirtschaftlicher Entscheidungen. Dabei schlägt der Aufsatz zum Risikomanagement in der Personalpolitik (Martin Schneider) eine thematische Brücke zwischen den fünf vorausgehenden und den beiden nachfolgenden Beiträgen. Letztere sind betrieblichen Anreizproblemen (Matthias Kräkel, Kerstin Pull) gewidmet.

Abschließend sei erwähnt, daß von den acht Referentinnen bzw. Referenten drei inzwischen in der Wirtschaftspraxis tätig sind und zwei nicht von personalwirtschaftlichen Lehrstühlen kommen. Der Hinweis mag als Indiz für die Offenheit sowohl des Teilnehmerkreises als auch der Diskussionen auf dem Workshop gelten.

Herrn Dr. Hampp sei für die spontane Bereitschaft gedankt, den Tagungsband in seinem Verlag zu veröffentlichen.

Frankfurt, 21. April 1997 Hugo Kossbiel

Frank Salewski

Design eines Entscheidungsunterstützungssystems zur hierarchischen Prüfereinsatzplanung

Bisherige Ansätze zur Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften weisen mehr oder weniger gravierende Vereinfachungen auf und entsprechen nicht der aus Anwendersicht erforderlichen Abbildung des Problems. Zur Überwindung dieses Defizits basiert der hier beispielorientiert vorgestellte hierarchische Ansatz auf einer Erhebung unter den 200 größten Prüfungsgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland. Der Ansatz umfaßt drei Modellebenen:

- *Die taktische Planung erfolgt für einen Zeitraum von drei bis zwölf Monaten; sie ordnet Prüfungsaufträgen Prüferteams zu, nimmt die Terminierung der Aufträge auf Wochenbasis vor und setzt Bearbeitungsdauern je Prüfer, Auftrag und Woche fest.*
- *Die taktisch-operative Planung disaggregiert die Ergebnisse der taktischen Ebene, indem für jede Woche der taktischen Planung die ermittelten Bearbeitungsdauern je Auftrag und eingeplantem Prüfer terminiert werden.*
- *Die operative Planung erfolgt separat je Woche und Auftrag und dient unter Berücksichtigung der durch die taktisch-operative Ebene bestimmten Prüferverfügbarkeiten der Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern sowie der Terminierung der Prüffelder.*

Um den Forderungen der Prüfungspraxis nach einem nicht nur leistungsfähigen, sondern zugleich auch flexiblen Planungsinstrument gerecht zu werden, wird ebenfalls beispielorientiert ein Konzept zur Planrevidierung eingeführt. Damit können aktuell hinzugekommene Daten vom Anwender entsprechend seinen Bedürfnissen abgestuft und unter Beachtung bereits erfolgter Einplanungen berücksichtigt werden.

Schließlich wird skizziert, wie die einzelnen Komponenten in ein Entscheidungsunterstützungssystem integriert werden können.

1. Einführung

Im Rahmen der Prüfungsplanung[1] müssen neben der Bildung von Prüferteams, deren Zuordnung zu Aufträgen und der Terminierung von Auftragsbearbeitungen u. a. für jeden Auftrag Entscheidungen über die Einteilung von Prüfern zu Prüffeldern getroffen und die Bearbeitungszeitpunkte der Prüffelder festgelegt werden. Gleichzeitig sind z. B. aus dem Stufengesetz der Prüfung resultierende Reihenfolgebeziehungen, durch beschränkte personelle Ressourcen bedingte Kapazitätsrestriktionen sowie Reisezeiten zwischen der Bearbeitung verschiedener Aufträge zu beachten.

Die bislang bekannten Ansätze zur Prüfereinsatzplanung[2] basieren auf mehr oder weniger gravierenden Vereinfachungen bzw. berücksichtigen nur Teilaspekte und entsprechen deshalb nicht der aus Anwendersicht erforderlichen Abbildung des Problems.[3] Zur Überwindung dieses Defizits wurde basierend auf einer Umfrage[4] unter den 200 größten Wirtschaftsprüfungsgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland ein Ansatz konzipiert, der einen taktischen, einen taktisch-operativen und einen operativen Planungsbereich unterscheidet und hierarchisch strukturiert ist.

Um den Forderungen der Prüfungspraxis nach einem nicht nur leistungsfähigen, sondern zugleich auch flexiblen Planungsinstrument gerecht zu werden, bedarf es des weiteren eines Konzepts zur Planrevidierung. Damit können aktuell hinzugekommene Daten vom Anwender entsprechend seinen Bedürfnissen abgestuft und unter Beachtung bereits erfolgter Einplanungen berücksichtigt werden.

Schließlich ist zu klären, wie die einzelnen Komponenten in ein Entscheidungsunterstützungssystem (EUS) integriert werden können.

Abschnitt 2 gibt zunächst einen Überblick über den hierarchischen Modellrahmen.[5,6] Dabei wird einer vereinfachenden, beispielorientierten Darstellung der Vorrang vor einer präziseren formalen, gleichzeitig aber auch weniger anschaulichen Vorgehens-

---

1 Vgl. zur effizienten Prüfungsdurchführung z. B. Drexl / Salewski (1991).

2 Vgl. allgemein zum Personaleinsatz und zur Personaleinsatzplanung z. B. Kossbiel (1992).

3 Vgl. z. B. Bolenz / Frank (1977), Rohde (1978), Balachandran / Zoltners (1981), Chan / Dodin (1986), Drexl (1989a, 1989b, 1990, 1991), Gardner / Huefner / Lotfi (1990), Dodin / Chan (1991), Dodin / Elimam / Rolland (1996), Dodin / Elimam (1997). Zur Diskussion der mangelnden Praxisrelevanz bisheriger Ansätze siehe Salewski / Drexl (1993).

4 Siehe Salewski (1995, S. 15 ff., S. 166 ff.).

5 In Anlehnung an Salewski (1995, S. 24 ff., S. 32 ff., S. 69 ff., S. 97 ff.), Salewski / Schirmer / Drexl (1995), Salewski / Bartsch / Pesch (1996) und Salewski / Böttcher / Drexl (1996).

6 Das System ist ohne Algorithmen nicht nutzbar. Gleichwohl werden diese zu Gunsten einer kompakten Darstellung nicht erläutert, weil die prinzipielle Funktionsweise des Systems auch ohne eine Diskussion von Lösungsverfahren deutlich wird. Zu effizienten Heuristiken siehe Salewski (1995, S. 41 ff., S. 78 ff., S. 107 ff.), Salewski / Schirmer / Drexl (1995, 1996), Salewski / Bartsch / Pesch (1996) und Salewski / Böttcher / Drexl (1996).

weise eingeräumt, weil Details der Realisierung von eher untergeordneter Bedeutung sind.[7] Abschnitt 3 ist der ebenfalls beispielorientierten Einführung eines Revidierungskonzepts gewidmet.[8] In Abschnitt 4 wird kurz die Integration der einzelnen Komponenten in ein EUS behandelt. Zusammenfassende Hinweise auf Ergebnisse und Perspektiven beschließen den Beitrag in Abschnitt 5.

2. Hierarchischer Ansatz

Das wichtigste Ergebnis der eingangs erwähnten Umfrage besteht in der Feststellung, daß die Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften in mehreren, aufeinanderfolgenden Planungsebenen vorgenommen wird. Da zwischen den einzelnen Ebenen zahlreiche Interdependenzen bestehen, wird ein hierarchischer[9] Modellierungsrahmen gewählt, weil damit der Struktur des Problems und der erforderlichen Abstimmung zwischen den Ebenen geeignet Rechnung getragen wird.[10]

Im vorliegenden Fall lassen sich insgesamt drei Ebenen, nämlich die taktische, die taktisch-operative und die operative, identifizieren.[11] Sie werden durch unterschiedliche Horizonte, Periodenlängen, Planungsgegenstände, -probleme und -ziele, Entscheidungsträger sowie ein schrittweise abnehmendes Aggregationsniveau charakterisiert.

Nachfolgend werden die wichtigsten Merkmale der einzelnen Ebenen diskutiert und anhand von Beispielen illustriert, die aus Gründen der Veranschaulichung unrealistisch klein gewählt sind.

2.1 Taktische Planung

Der Planungszeitraum der taktischen Planung beträgt drei bis zwölf Monate. Sie erfolgt in der Regel auf Wochenbasis und umfaßt alle Aufträge, die im Planungszeitraum zu bearbeiten sind, sowie alle Prüfer, die von der Prüfungsgesellschaft eingesetzt werden können. Die taktische Planung nimmt die Zuordnung von Prüfern zu Aufträgen, die Terminierung der Aufträge sowie die Festsetzung der Bearbeitungsdauern je Prüfer, Auftrag und Woche vor. Dabei wird sichergestellt, daß jeder Auftrag vollständig durch genau ein Prüferteam bearbeitet wird, Reihenfolgebeziehun-

---

7 Zur formalen Darstellung siehe Salewski (1995, S. 33 ff., S. 70 ff., S. 98 ff., S. 182 ff.).

8 In Anlehnung an Salewski (1995, S. 126 ff.) und Salewski / Nissen (1995).

9 Vgl. z. B. Hax / Meal (1975), Stadtler (1988), Steven (1994).

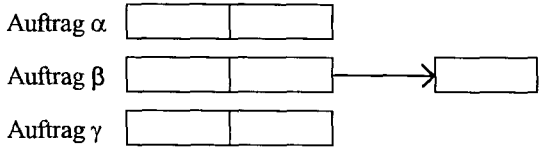
10 Zur detaillierten Begründung der Wahl eines hierarchischen Ansatzes für die untersuchte Problemstellung siehe Salewski (1995, S. 24 ff.).

11 Die Bezeichnungen der einzelnen Ebenen leiten sich aus der Länge des jeweiligen Planungszeitraums ab. Eine strategische Personaleinsatzplanung im eigentlichen Sinn erfolgt nicht; über den Zeitraum von einem Jahr hinaus findet lediglich eine Personalbedarfsplanung statt.

gen wie z. B. zwischen der Vor- und der Hauptprüfung eines Auftrags, Beschränkungen bzgl. der Bearbeitungszeiträume von Aufträgen sowie Kapazitätsrestriktionen der Prüfer eingehalten werden. Ergebnis der taktischen Planung, für die die Unternehmensleitung verantwortlich zeichnet, ist ein Plan, der für jeden Prüfer angibt, welche Aufträge er in welchen Wochen in welchem Umfang bearbeiten soll. Häufig kommen für die Bearbeitung eines Auftrags unterschiedliche Prüferteams, bestehend aus einem oder mehreren Prüfern, in Betracht. Der Möglichkeit, daß der Einsatz verschiedener Teams u. U. nicht gleich zu bewerten ist, wird dadurch Rechnung getragen, daß die Zuordnung eines Präferenzwertes je Team und Auftrag durch den Entscheidungsträger vorgesehen ist. Existieren mehrere zulässige Lösungen, so soll derjenige Plan ausgewählt werden, der die Summe der Teampräferenzen über alle Aufträge maximiert.

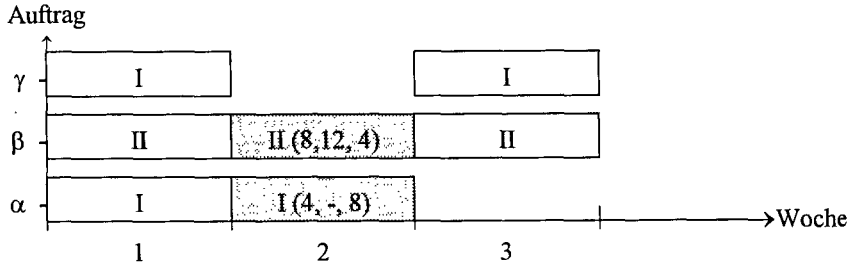
Die Vorgehensweise soll anhand eines einfachen Beispiels, daß nur besonders wesentliche Aspekte berücksichtigt, veranschaulicht werden. Es liegen die Aufträge α, β und γ aus Abb. 2.1 vor, wobei Kästen jeweils eine Woche der Bearbeitung und Pfeile Reihenfolgebeziehungen darstellen. Auftrag α beinhaltet eine zweiwöchige Sonderprüfung, Auftrag β eine zweiwöchige Hauptprüfung und anschließend eine einwöchige Berichterstellung sowie Auftrag γ eine zweiwöchige Prüfung der Beziehungen zu verbundenen Unternehmen. Die Aufträge sollen innerhalb der Wochen 1, 2 und 3 durchgeführt werden. Dazu können die Prüfer A, B und C eingesetzt werden, deren Verfügbarkeit innerhalb des Planungszeitraums bekannt ist. Darüber hinaus sind für jeden Auftrag verschiedene Prüferteams mit zugehörigen Bearbeitungsdauern und Präferenzen spezifiziert.

Abbildung 2.1: Struktur der Aufträge und Dauern in Wochen



Die mit Algorithmen durchgeführte Planung könnte z. B. das in Abb. 2.2 dargestellte Ergebnis erbringen, wobei in den Kästen jeweils das Team und ggf. in Klammern die eingeplanten Bearbeitungsdauern für die Prüfer A, B und C angegeben sind. Danach wird Auftrag α durch Team I, Auftrag β durch Team II und Auftrag γ durch Team I in den angegebenen Wochen bearbeitet. In der durch Schattierung gekennzeichneten Woche 2 arbeitet Prüfer A vier und Prüfer C acht Stunden an Auftrag α; mit der Durchführung von Auftrag β sind in dieser Woche alle drei Prüfer mit acht, zwölf bzw. vier Stunden befaßt.

Abbildung 2.2: Plan der taktischen Ebene



2.2 Taktisch-operative Planung

Die taktisch-operative Planung basiert auf den Ergebnissen des taktischen Bereichs und dient der weiteren Detaillierung. Dazu umfaßt der Planungszeitraum eine Periode aus der taktischen Planung, also in der Regel eine Woche;[12] die taktisch-operative Planung erfolgt üblicherweise auf Basis von (Halb-) Schichten von je vier Stunden. Als wesentlichstes Ergebnis der taktischen Planung liegen die Bearbeitungsdauern, nicht aber die konkreten Zeiträume je Prüfer und Auftrag in der betrachteten Woche vor. Zusätzlich sind auf dieser Planungsebene Reisezeiten, die auftreten, wenn ein Prüfer mehr als einen Auftrag in der Planungswoche bearbeitet, und Tätigkeiten, die von mehreren Prüfern gleichzeitig durchgeführt werden müssen, zu berücksichtigen. Die taktisch-operative Planung umfaßt alle in der Planungswoche zu bearbeitenden Aufträge sowie alle Prüfer der Gesellschaft und bestimmt die Zeiträume der Auftragsbearbeitungen je Prüfer. Dabei wird beachtet, daß alle Prüfer mit der durch die taktische Planung determinierten Dauer an den Aufträgen arbeiten sowie Wegzeiten und gleichzeitig durchzuführende Tätigkeiten Berücksichtigung finden. Ergebnis der taktisch-operativen Planung, in die die jeweiligen Prüfungsleiter involviert sind, ist ein Plan, dem für jeden Prüfer zu entnehmen ist, wann dieser in der Planungswoche welchen Auftrag prüfen soll. Planungsziel ist dabei die Minimierung von Kosten für Einplanungen von Prüfern außerhalb der vertraglich vereinbarten Arbeitszeiten.

Zur Veranschaulichung der Vorgehensweise wird die durch Schattierung gekennzeichnete Woche 2 aus dem Beispiel in Abb. 2.2 aufgegriffen.[13] In dieser Woche arbeitet Prüfer A vier Stunden an Auftrag α und acht Stunden an Auftrag β, Prüfer B zwölf Stunden an Auftrag β sowie Prüfer C acht Stunden an Auftrag α und vier Stunden an Auftrag β.

---

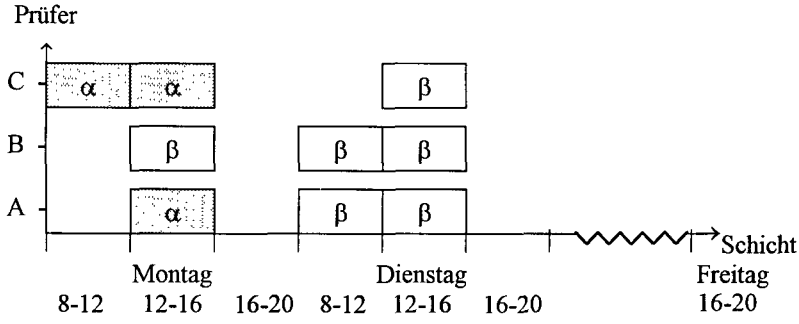
[12] Es wird also für jede Woche der taktischen Planung ein Plan der taktisch-operativen Ebene erstellt.

[13] Für die Wochen 1 und 3 wäre analog zu verfahren.

Über diese Ergebnisse der taktischen Planung hinaus ist auf der taktisch-operativen Ebene zunächst zu berücksichtigen, daß die Bearbeitung von Montag bis Freitag jeweils in den (Halb-) Schichten von 8-12 Uhr, von 12-16 Uhr und von 16-20 Uhr erfolgen kann, wobei durch Inanspruchnahme des Zeitraums von 16-20 Uhr zusätzliche Kosten für Einplanungen von Prüfern außerhalb der vertraglich vereinbarten Arbeitszeiten anfallen. Des weiteren kann während einer (Halb-) Schicht je Prüfer nur ein Auftrag bearbeitet werden. Zwecks Abstimmung von Prüfungsergebnissen sollen die Prüfer A und C an Auftrag α und alle Prüfer an Auftrag β die jeweils letzten vier Stunden gemeinsam tätig sein. Schließlich ist eine Reisezeit von vier Stunden zwischen beiden Aufträgen einzuhalten.

Die erneut mit Algorithmen durchgeführte Planung könnte z. B. das in Abb. 2.3 dargestellte Ergebnis erbringen, wobei in den Kästen der jeweils bearbeitete Auftrag angegeben ist. Danach arbeiten z. B. die Prüfer A und C am Montag von 12-16 Uhr bzw. von 8-16 Uhr an dem durch Schattierung gekennzeichneten Auftrag α.

Abbildung 2.3: Plan der taktisch-operativen Ebene



2.3 Operative Planung

Die operative Planung verwendet die Resultate des taktisch-operativen Bereichs und führt für jeden Auftrag separat eine Feinplanung auf Wochenbasis durch.[14] 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 mit (Halb-) Schichten mit einer Dauer von vier Stunden, sondern auf Stundenbasis geplant. Als Ergebnis der taktisch-operativen Planung ist bekannt, wann der betreffende Auftrag in der Planungswoche von welchen Prüfern bearbeitet wird. Zusätzlich sind auf dieser Ebene Prüffelder wie z. B. die Prüfung der Zugänge

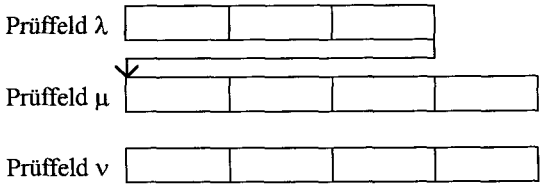
[14] Es werden also zu jedem taktisch-operativen Plan so viele operative Pläne erstellt, wie verschiedene Aufträge in der korrespondierenden Woche eingeplant sind.

zum Anlagevermögen zu berücksichtigen. Planungsgegenstände sind alle in der Planungswoche an dem Auftrag zu bearbeitenden Prüffelder sowie die dem Auftrag zugeordneten Prüfer. Die operative Planung ordnet Prüfer Prüffeldern zu und terminiert die Prüffelder. Dabei wird sichergestellt, daß die durch die taktisch-operative Planung determinierten Prüferverfügbarkeiten eingehalten werden, jedes Prüffeld vollständig durch genau einen Prüfer bearbeitet wird und Reihenfolgebeziehungen zwischen Prüffeldern wie z. B. der Anforderung und dem späteren Abgleich von Saldenbestätigungen berücksichtigt werden. Ergebnis der operativen Planung, die von dem jeweiligen Prüfungsleiter eines Auftrags durchgeführt wird, ist ein Plan, aus dem für jeden dem Auftrag zugeordneten Prüfer ersichtlich ist, wann dieser welches Prüffeld durchführen soll. Planungsziel ist dabei eine möglichst gleichmäßige Auslastung der dem Auftrag zugeordneten Prüfer, d. h. Unter- und Überauslastungen von Prüfern sollen vermieden werden.

Zur Veranschaulichung der Vorgehensweise wird der durch Schattierung gekennzeichnete Auftrag α aus dem Beispiel in Abb. 2.3 betrachtet.[15] An diesem Auftrag arbeiten die beiden Prüfer A und C am Montag von 12-16 Uhr bzw. von 8-16 Uhr.

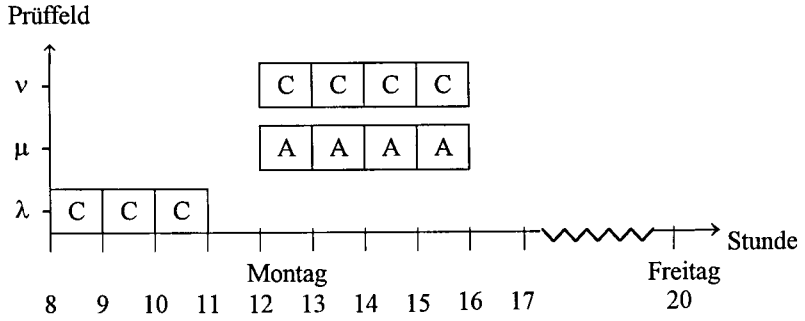
Über diese Ergebnisse der taktisch-operativen Planung hinaus ist auf der operativen Ebene zunächst zu berücksichtigen, daß die Planung auf Stundenbasis erfolgt und jeder Prüfer während einer Stunde nur an einem Prüffeld arbeiten kann. Es liegen die Prüffelder λ, μ und ν aus Abb. 2.4 vor, wobei Kästen jeweils eine Stunde der Bearbeitung und Pfeile Reihenfolgebeziehungen darstellen. Prüffeld λ beinhaltet den dreistündigen Abgleich der Debitorensaldenbestätigungen mit den Büchern, Prüffeld μ die vierstündige Prüfung der Wertberichtigung der Forderungen, die erst nach der Beendigung von Prüffeld λ erfolgen kann, und Prüffeld ν die vierstündige Prüfung der Zugänge zum Anlagevermögen.

Abbildung 2.4: Struktur der Prüffelder und Dauern in Stunden



Die erneut mit Algorithmen durchgeführte Planung könnte z. B. das in Abb. 2.5 dargestellte Ergebnis erbringen, wobei in den Kästen der jeweils zugeordnete Prüfer angegeben ist. Danach bearbeitet Prüfer A am Montag von 12-16 Uhr Prüffeld μ, während Prüfer C am Montag von 8-11 Uhr bzw. von 12-16 Uhr Prüffeld λ bzw. ν durchführt.

Abbildung 2.5: Plan der operativen Ebene



2.4 Bewertung

Die an bisherigen Arbeiten geäußerte Kritik sowie die Berücksichtigung wesentlicher Daten aus der Erhebung haben zu dem vorgestellten hierarchischen Ansatzes zur Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften geführt, dessen wichtigste Charakteristika in Tabelle 2.1 zusammenfassend wiedergegeben sind.

Der vorliegende Ansatz umfaßt drei Ebenen:

- Die taktische Planung erfolgt für einen Zeitraum von drei bis zwölf Monaten; sie ordnet Prüfungsaufträgen Prüferteams zu, nimmt die Terminierung der Aufträge auf Wochenbasis vor und setzt Bearbeitungsdauern je Prüfer, Auftrag und Woche fest.
- Die taktisch-operative Planung disaggregiert die Ergebnisse der taktischen Ebene, indem für jede Woche der taktischen Planung die ermittelten Bearbeitungsdauern je Auftrag und eingeplantem Prüfer terminiert werden.
- Die operative Planung erfolgt separat je Woche und Auftrag und dient unter Berücksichtigung der durch die taktisch-operative Ebene bestimmten Prüferverfügbarkeiten der Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern sowie der Terminierung der Prüffelder.

Die logische Konsistenz des Ansatzes wird nicht zuletzt auch durch seine hierarchische Struktur dokumentiert: In den einzelnen Bereichen werden unterschiedliche Ziele verfolgt, und die auf hierarchisch übergeordneten Ebenen mit einem höheren Aggregationsniveau erzielten Ergebnisse dienen als Vorgabe für untergeordnete Stufen.

---

[15] Für den Auftrag β wäre analog zu verfahren.

Tabelle 2.1: Übersicht über wesentliche Charakteristika des hierarchischen 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
Konsistenzbedingungen		Bearbeitungsdauern je Prüfer und Auftrag	Zeiträume, in denen Prüfer zur Auftragsbearbeitung eingeplant sind
Weitere, ebenenspezifische Anforderungen		Gleichzeitig von mehreren Prüfern durchzuführende Tätigkeiten; Reisezeiten	Prüffelder
Planungsgegenstand	Alle Aufträge; alle Prüfer	Alle (in der Planungswoche) eingeplanten Aufträge; alle Prüfer	Ein Auftrag mit zu bearbeitenden Prüffeldern; dem Auftrag zugeordnete Prüfer
Planungsproblem	Zuordnung von Prüfern zu Aufträgen; Auftragsterminierung; Festsetzung der Bearbeitungsdauern je Prüfer, Auftrag und Woche	Bestimmung von Zeiträumen der Auftragsbearbeitungen je Prüfer	Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern; Prüffelderterminierung
Planungsziel	Maximierung von Teampräferenzen	Minimierung von Kosten für Einplanungen außerhalb der vereinbarten Arbeitszeiten	Minimierung ungleichmäßiger Prüferauslastungen
Entscheidungsträger	Unternehmensleitung	Alle (betreffenden) Prüfungsleiter	Prüfungsleiter

3. Revidierungskonzept

Im Hinblick auf die praktische Nutzbarkeit des hierarchischen Ansatzes ergibt sich insbesondere die Schwierigkeit, die häufig neu hinzukommenden Daten derart zu integrieren, daß die Planrevidierungen auf allen Ebenen auf ein für den Anwender akzeptables Maß beschränkt bleiben. Wird der Ansatz zu diesem Zweck in ein Konzept zur revidierenden Planung eingebunden, so können aktuell hinzugekommene

Daten entsprechend den Erfordernissen der Prüfungspraxis flexibel, d. h. insbesondere auch unter Berücksichtigung bereits erfolgter Einplanungen, integriert werden.

Nachfolgend werden zunächst Grundlagen revidierender Planungsansätze skizziert, deren Umsetzung anschließend diskutiert und anhand eines Beispiels illustriert wird.

3.1 Grundlagen

Bei dem vorgestellten Ansatz wird angenommen, daß die zum Zeitpunkt der Planung vorliegenden Daten mit Sicherheit bekannt sind. In der Realität ergeben sich jedoch häufig Änderungen der Planungsdaten aufgrund der Unsicherheit von internen (z. B. Prüferausfälle) und externen Einflußfaktoren (z. B. neue Aufträge). Zur Lösung derartiger Probleme sind die sehr unterschiedlichen Konzepte der flexiblen und der revidierenden Planung entwickelt worden.

Bei der *flexiblen Planung*[16] wird versucht, sämtliche zukünftigen Umweltzustände bereits in die aktuelle Planung einzubeziehen. Diese Vorgehensweise scheitert in der Prüfungspraxis aber an dem Aufwand, der mit der Beschaffung der nötigen Daten verbunden ist, an der Menge von Daten, die verarbeitet werden müssen, und an methodischen Problemen.

Im Gegensatz zur flexiblen werden bei der *revidierenden Planung*[17] Datenänderungen nicht a priori einkalkuliert, sondern erst dann in der Planung berücksichtigt, wenn sie tatsächlich eintreten. Zunächst verfährt man so, als ob die zum Zeitpunkt der Planungsdurchführung bekannten Daten unveränderbar wären und beginnt mit der Realisation des vorliegenden Plans. Wenn dann später aufgrund neuer Daten eine Anpassung des Plans erforderlich wird, erfolgt diese mit den neuen Daten. Dadurch wird eine Planung auf Basis laufend aktualisierter Daten ermöglicht.

In der Literatur wird das Konzept der revidierenden Planung häufig in der speziellen Ausprägung der *rollierenden Planung*[18] diskutiert. 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 Daten berücksichtigt werden. Nur die Entscheidungen für die nächste Periode werden verbindlich getroffen, während alle anderen Perioden vorerst nur vorläufig geplant werden.[19] So wird bei einem Planungszeitraum von T Perioden jede Periode T-mal geplant, (T-1)-mal vor-

---

[16] Vgl. z. B. Hax / Laux (1972), Inderfurth (1982, S. 37 ff.), Troßmann (1990, S. 441 ff.), Kruschwitz (1993, S. 285 ff.), Steven (1994, S. 56).

[17] Vgl. z. B. Drexl (1990, S. 207).

[18] Vgl. z. B. Baker (1977), Baker / Peterson (1979), Campbell (1992).

[19] Dies ist notwendig zur Feststellung, ob unter den gegebenen Prämissen überhaupt ein zulässiger Plan vorliegt.

läufig und nur einmal verbindlich.[20] 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.

Wenn in einem Planungssystem die nachträgliche Änderung von Plänen zugelassen wird, entsteht das Problem der *Nervosität*[21] des Planungssystems. Man versteht darunter die übermäßige Sensibilität und Reaktion des Systems auf geringfügige Änderungen der Planungsdaten. 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 untergeordneten Ebenen äußern.

3.2 Umsetzung

Aufgrund der gravierenden Nachteile einer flexiblen Planung wird hier ein Konzept zur revidierenden Planung vorgeschlagen. Eine Planrevidierung findet also 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 System die Möglichkeit bieten, den Planungszeitraum der taktischen Ebene gleitend im Wege der rollierenden Planung zu verschieben. Damit kann z. B. zunächst eine Planung für die Perioden $t = 1,...,10$ stattfinden. Wird nach fünf Perioden eine Neuplanung erforderlich, so werden die Perioden $t = 6,...,15$ geplant, wobei die Ergebnisse des ursprünglichen Planungslaufs für die Perioden $t = 6,...,10$ (wie noch näher erläutert) wahlweise ganz, teilweise oder nicht übernommen werden.

Für jede Datenänderung ist zu unterscheiden, ob dadurch die planerischen Freiheitsgrade eingeschränkt oder erweitert werden.[22] Eine Einschränkung der planerischen Freiheitsgrade 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 der ebenenspezifischen Zielfunktion „besseren" Lösung durchgeführt werden kann. Alle Datenänderungen 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 Systemnervosität in einem für den Anwender akzeptablen Rahmen zu halten, wird ein abgestuftes Vorgehen ermöglicht. Dazu kann festgelegt werden, ob (1.) die

---

[20] Vgl. z. B. Steven (1994, S. 55 f.).

[21] Vgl. z. B. Mather (1977), Carlson / Jucker / Kropp (1979), Blackburn / Kropp / Millen (1986), Minifie / Davis (1986), Sridharan / Berry / Udayabhanu (1988), Wu / Storer / Chang (1993).

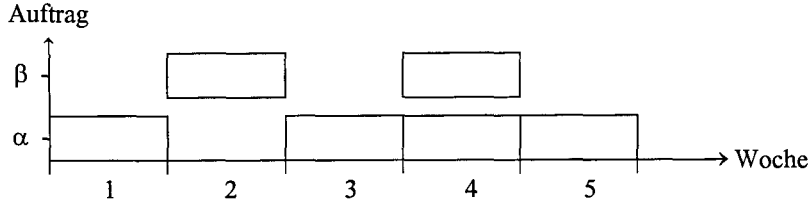
[22] In der hier verwendeten Terminologie liegt eine Einschränkung (Erweiterung) der planerischen Freiheitsgrade vor, wenn sich bei sonst identischen Parameterinstanziierungen durch die Datenänderung die Zahl der zulässigen Lösungen vermindert (erhöht).

von Datenänderungen *betroffenen*, (2.) die *betroffenen* und zusätzlich die noch *nicht begonnenen*[23] oder (3.) *alle* Aufträge bzw. Prüffelder zur Neuplanung freigegeben werden sollen. Werden z. B. nur die betroffenen Aufträge zur Neuplanung freigegeben, so werden an der Einplanung der übrigen Aufträge keinerlei Änderungen vorgenommen. Schließlich ist (4.) eine *manuelle* Neuplanung zur Planrevidierung möglich. Zur weiteren Abstufung kann die Optimierung (A.) nach der *ebenenspezifischen Zielfunktion* oder (B.) mit einer Strategie, die an dem bisherigen Plan möglichst wenige *Änderungen* vornimmt,[24] erfolgen.

Ferner gilt, daß Planänderungen einer übergeordneten Ebene, die zu einer Änderung von Parametern auf der unmittelbar untergeordneten Ebene führen, einen Lauf zur Planrevidierung auf der untergeordneten Ebene auslösen.[25]

Nachfolgend wird die prinzipielle Vorgehensweise anhand eines vereinfachenden Beispiels der taktischen Planung illustriert. Der in Abb. 3.1 dargestellte Plan besitzt einen Zielfunktionswert von 100 als Summe der Präferenzwerte für die Zuordnung der Prüferteams zu den beiden Aufträgen α und β. Auftrag α soll in den Wochen 1, 3, 4 und 5 sowie Auftrag β in den Wochen 2 und 4 bearbeitet werden.

Abbildung 3.1: Plan vor Revidierung



Am Ende der ersten Woche, also nach der Bearbeitung eines Teils von Auftrag α, aber vor dem Beginn der Durchführung von Auftrag β, kommt ein zusätzlicher Auftrag γ hinzu, von dem angenommen wird, daß er nicht zulässig einplanbar ist. Da

---

[23] Die Fallunterscheidung für nicht begonnene Aufträge bzw. Prüffelder ist auf der taktischen Ebene durch die Teambildung bzw. auf der operativen Ebene durch die Forderung, daß ein Prüffeld durch einen Prüfer bearbeitet werden soll, motiviert. Für die taktisch-operative Ebene ist diese Fallunterscheidung nicht praktikabel.

[24] Bei einer Planrevidierung findet dann nicht mehr eine Optimierung gemäß der ebenenspezifischen Zielfunktion statt, sondern aus den generierten zulässigen Plänen wird derjenige gewählt, der gegenüber dem bisher gültigen Plan die wenigsten Änderungen aufweist. Da bei einer optionalen Neuplanung keine Veränderungen am bisherigen Plan erforderlich sind, wird diese Variante nur bei zwingenden Planrevidierungen angeboten.

[25] Bei einer Datenänderung auf der taktischen Ebene können demzufolge u. U. mehrere Planrevidierungen auf der taktisch-operativen Ebene und dadurch bedingt Planrevidierungen auf der operativen Ebene erforderlich sein.

sich zudem die planerischen Freiheitsgrade verringern, ist eine Planrevidierung *zwingend* erforderlich. Zur Planrevidierung wird nun zunächst das Zeitfenster um eine Woche verschoben, d. h. die Planung findet nunmehr für die Wochen 2 bis 6 statt. Des weiteren wird der Status jedes Auftrags ermittelt. Auftrag α hat, weil er bereits teilweise bearbeitet wurde, den Status „begonnen und nicht betroffen", während Auftrag β den Status „nicht begonnen und nicht betroffen" und Auftrag γ den Status „betroffen" besitzt. Damit ergeben sich folgende Optionen:[26]

1. Revidierung bei Freigabe des „betroffenen" Auftrags γ mit

   A. Maximierung der Summe der Teampräferenzen

   B. Minimierung der Anzahl der Planänderungen

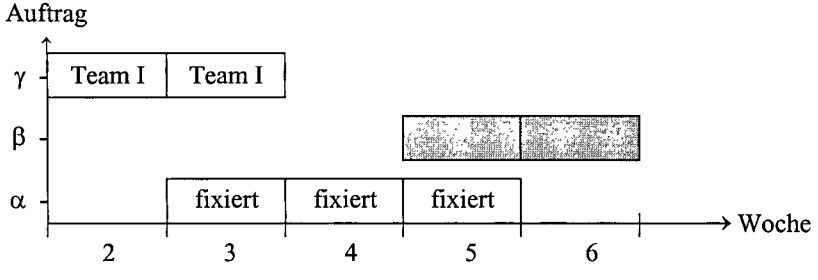
   Die mit Algorithmen durchgeführte Planung ergibt, daß z. B. aufgrund von Kapazitätsbeschränkungen der Prüfer weder für 1.A. noch für 1.B. eine zulässige Lösung existiert.

2. Revidierung bei Freigabe des „betroffenen" Auftrags γ und des „nicht begonnenen" Auftrags β mit

   A. Maximierung der Summe der Teampräferenzen

   Die wiederum mit Algorithmen durchgeführte Planung könnte z. B. den in Abb. 3.2 dargestellten Plan zum Ergebnis haben. Die Einplanung des nicht freigegebenen Auftrags α wird nicht verändert; Auftrag β wird in den Wochen 5 und 6 anstatt in den Wochen 2 und 4, also mit zwei Änderungen, die durch Schattierung gekennzeichnet sind, durchgeführt; Auftrag γ, der in den Wochen 2 und 3 eingeplant ist, wird vom Prüferteam I mit Präferenzwert 50 bearbeitet. Folglich hat der neue Plan einen Präferenzwert von 150 und weist zwei Änderungen gegenüber dem bisherigen Plan auf.

Abbildung 3.2: Revidierter Plan bei Maximierung der Summe der Teampräferenzen

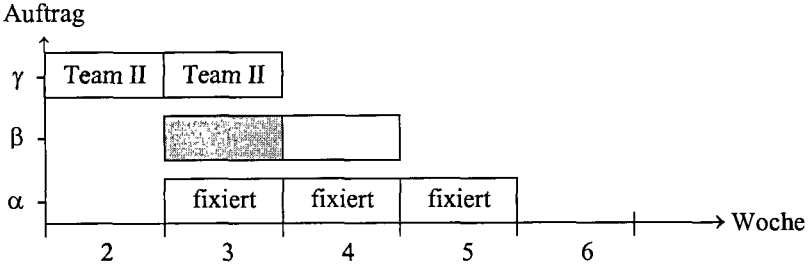


[26] Die Numerierung nimmt Bezug auf die obigen Ausführungen zur Begrenzung der Systemnervosität.

B. Minimierung der Anzahl der Planänderungen

Die erneut mit Algorithmen durchgeführte Planung könnte z. B. den in Abb. 3.3 dargestellten Plan zum Ergebnis haben. Die Einplanung des fixierten Auftrags α wird wiederum nicht verändert; Auftrag β wird in den Wochen 3 und 4 anstatt in den Wochen 2 und 4, also mit nur einer Änderung, die durch Schattierung gekennzeichnet ist, durchgeführt; Auftrag γ, der erneut in den Wochen 2 und 3 eingeplant ist, wird jetzt vom Prüferteam II mit Präferenzwert 20 bearbeitet. Somit besitzt der neue Plan nur eine Änderung gegenüber dem bisherigen Plan, hat aber auch nur einen Präferenzwert von 120.

Abbildung 3.3: Revidierter Plan bei Minimierung der Anzahl der Änderungen



3. Revidierung bei Freigabe aller Aufträge mit

A. Maximierung der Summe der Teampräferenzen

B. Minimierung der Anzahl der Planänderungen

Die wiederum mit Algorithmen durchgeführte Planung führt z. B. aufgrund von Kapazitätsbeschränkungen der Prüfer für 3.A. und 3.B. zu denselben Ergebnissen wie unter 2.A. und 2.B.

4. Manuelle Neuplanung

Schließlich könnte auch eine manuelle Planrevidierung erfolgen.

Anzumerken ist, daß z. B. im Fall der Wahl der Option 2.B. aufgrund der Änderungen in der taktischen Planung die Pläne der taktisch-operativen Ebene für die Wochen 2 und 3 und in der Folge die korrespondierenden Pläne der operativen Ebene revidiert werden müßten.

3.3 Bewertung

Über die praxisrelevante Abbildung des Problems und die Bereitstellung leistungsfähiger Lösungsmethoden hinaus ist sicherzustellen, daß die Anzahl der Planänderungen durch neu nach einem Planungslauf hinzugekommene Daten auf ein für den Be-

nutzer akzeptables Maß beschränkt bleibt. Dazu wird folgendes Konzept vorgeschlagen:

- Datenänderungen werden danach unterschieden, ob sie eine Planrevidierung zwingend erfordern oder optional erlauben.
- Der Benutzer kann eine abgestufte Vorgehensweise wählen, die es gestattet, die Ergebnisse des ursprünglichen Planungslaufs wahlweise ganz, teilweise oder nicht zu übernehmen.
- Der Benutzer kann entweder eine an der ebenenspezifischen Zielfunktion oder eine auf möglichst wenige Änderungen gegenüber dem bisherigen Plan ausgerichtete Planrevidierung anstoßen.

In der Prüfungspraxis wird bislang eine manuelle Planrevidierung vorgenommen. Aufgrund der Komplexität praktischer Planungsprobleme ist es jedoch evident, daß durch die Nutzung des Revidierungskonzeptes häufig „bessere" Lösungen erzeugt werden können und eine Reduzierung des Planungsaufwands ermöglicht wird.

4. Komponenten des EUS

Mit der Erweiterung des hierarchischen Ansatzes um das Revidierungskonzept liegt ein System vor, das das Problem der Prüfereinsatzplanung zu lösen vermag. Dabei wurde bislang jedoch nicht berücksichtigt, daß das System im praktischen Einsatz weiteren Kriterien genügen muß. Dazu zählen vorrangig der Bedienkomfort, Schnittstellen zu anderen Programmen sowie die Möglichkeit zur effizienten Verwaltung und Pflege der Daten. Diesen Anforderungen soll durch einfach zu bedienende Oberflächen für die Dateneingabe und -ausgabe sowie als Schnittstelle zu den Algorithmen durch eine Datenbank mit Datenimport- und -exportfunktion entsprochen werden.

Da das System neben der *M*odell- und Methodenkomponente somit auch eine *D*ialog- und eine *D*atenkomponente beinhalten wird, die die zuvor genannten Anforderungen erfüllen, kann es gemäß dem *DDM*-Paradigma als EUS mit dem in Abb. 4.1 dargestellten prinzipiellen Aufbau bezeichnet werden.[27]

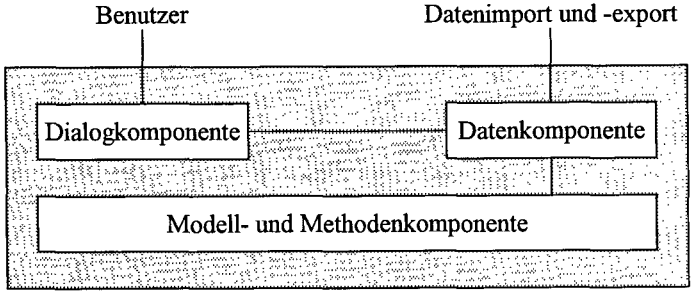
Die Dialogkomponente ermöglicht die Interaktion zwischen dem Benutzer und dem System, d. h. Eingaben des Benutzers gelangen über diese Komponente ins System und Ausgaben werden dem Benutzer über die Bildschirmoberfläche oder einen Drucker zur Verfügung gestellt. Die Datenkomponente hat folgende Funktionen: Speicherung der Daten (mit Unterscheidung von Stammdaten wie z. B. Prüferdaten, Systemdaten wie z. B. Paßwörtern, Planungsdaten wie z. B. Prüferurlaub und Ergeb-

---

[27] Vgl. z. B. Sprague / Carlson (1982), Sprague / Watson (1989, S. 108), Werner (1992, S. 46). Zu einer EUS-Bibliographie vgl. z. B. Eom / Lee (1990).

nisdaten wie z. B. Teamzuordnungen zu Aufträgen), Transformation von Ein- und Ausgabedaten zwischen der Dialogkomponente und der Modell- und Methodenkomponente, Datenimport (z. B. Prüferdaten) und Datenexport (z. B. Pläne). Die Modell- und Methodenkomponente besitzt die in den Abschnitten 2 und 3 beschriebenen Funktionen.

Abbildung 4.1: Struktur des EUS



Da eine vertiefende Behandlung der Dialog- und der Datenkomponente keinen weiteren Erkenntnisgewinn erwarten läßt, soll abschließend noch kurz auf ein anderes, für den praktischen Einsatz wichtiges Systemfeature hingewiesen werden. Das System generiert in jedem Planungslauf nicht nur einen besten Plan, sondern gibt mehrere verschiedene Pläne aus, von denen einer durch den Benutzer zum gültigen Plan bestimmt wird. Diese Vorgehensweise besitzt den Vorteil, daß u. U. nicht berücksichtigte Restriktionen und / oder Zielsetzungen des Benutzers implizit einfließen können, indem ein Plan, der auch die zusätzlichen Anforderungen erfüllt, ausgewählt wird. Darüber hinaus können bei vernachlässigbaren Rechenzeiten ergänzende Planungsläufe mit unterschiedlichen Parameterinstanziierungen zur Generierung weiterer Pläne durchgeführt oder manuell Veränderungen an Plänen vorgenommen werden.

5. Ergebnisse und Perspektiven

Der vorliegende Beitrag stellt das Design eines EUS zur hierarchischen Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften vor. Während die derzeit bekannten Ansätze auf mehr oder weniger gravierenden Vereinfachungen basieren und die Problemstellung unter eher theoretischen Gesichtspunkten angehen, liegt dem vorgestellten Ansatz eine Erhebung unter den 200 größten Prüfungsgesellschaften in der Bundesrepublik Deutschland zugrunde. Als wichtigstes Ergebnis konnte dabei festgehalten werden, daß die Personaleinsatzplanung nicht nur in einer einzigen, sondern in mehreren, aufeinanderfolgenden Stufen vorgenommen wird. Durch die Wahl eines

hierarchischen Ansatzes, der drei Ebenen mit einem schrittweise abnehmenden Aggregationsniveau umfaßt, wird der Struktur des Problems durch die damit erforderliche Abstimmung zwischen den einzelnen Ebenen besonders gut Rechnung getragen und die logische Konsistenz der Problemformulierung deutlich zum Ausdruck gebracht.

Um den Forderungen der Prüfungspraxis nach einem nicht nur leistungsfähigen, sondern zugleich auch flexiblen Planungsinstrument zu entsprechen, wird des weiteren ein Konzept zur Planrevidierung eingeführt. Das entwickelte Konzept ermöglicht die Berücksichtigung von Datenänderungen und gestattet vom Benutzer wählbare, nach der Zahl der Änderungen am bisherigen Plan abgestufte Reaktionsmöglichkeiten.

Der hierarchische Ansatz mit den zugehörigen Algorithmen und das Revidierungskonzept gehören zur Modell- und Methodenkomponente des EUS. Darüber hinaus beinhaltet das EUS eine benutzerfreundliche Dialogkomponente und eine Datenkomponente mit diversen Schnittstellenfunktionen.

Nach dem Abschluß der Programmiertätigkeiten ist das EUS zur Beurteilung seiner Leistungsfähigkeit einem Praxistest zu unterziehen, der als erfolgreich anzusehen ist, wenn das vorliegende Planungstool maßgeblich zur Reduzierung des Planungsaufwands 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.

Die für die Prüfereinsatzplanung gewählte Vorgehensweise ist grundsätzlich auch auf andere, ähnlich gelagerte Bereiche übertragbar. So ergibt sich z. B. für die Personaleinsatzplanung bei Unternehmensberatungen eine prinzipiell analoge Problemstellung, d. h. für einzelne Beratungsaufträge sind Teams zu bilden, die Durchführung der Aufträge ist zu terminieren, eine detaillierte Wochenplanung ist vorzunehmen und im Rahmen eines einzelnen Beratungsauftrags sind Tätigkeiten Beratern zuzuordnen und zu terminieren. Wesentliche Unterschiede zur Prüfereinsatzplanung liegen vermutlich in der fehlenden Kontinuität der Aufträge, was zur Folge hat, daß die Datenunsicherheit bzw. das Datenrisiko höher sind, und in geringeren saisonalen Personalnachfrageschwankungen, die sich bei der Verfahrensentwicklung bemerkbar machen könnten.

Danksagung

Dank gebührt der CoBuS GbR für die Unterstützung bei der Implementierung des EUS.

Literatur

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.

Balachandran, B.V. / Zoltners, A.A. (1981): An interactive audit-staff scheduling decision support system, in: The Accounting Review, Vol. 56, S. 801-812.

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.

Bolenz, G. / Frank, R. (1977): Das Zuordnungsproblem von Prüfern zu Prüffeldern unter Berücksichtigung von Reihenfolgebeziehungen - Ein Lösungsansatz der binären Optimierung, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 29, S. 427-447.

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.

Chan, K.H. / Dodin, B. (1986): A decision support system for audit-staff scheduling with precedence constraints and due dates, in: The Accounting Review, Vol. 61, S. 726-733.

Dodin, B. / Chan, K.H. (1991): Application of production scheduling methods to external and internal audit scheduling, in: European Journal of Operational Research, Vol. 52, S. 267-279.

Dodin, B. / Elimam, A.A. (1997): Audit scheduling with overlapping activities and sequence-dependent setup costs, in: European Journal of Operational Research, Vol 97, S. 22-33.

Dodin, B. / Elimam, A.A. / Rolland, E. (1996): Tabu search in audit scheduling, Working Paper, University of California, Riverside.

Drexl, A. (1989a): Zuordnung von Prüfern zu Prüffeldern unter Beachtung von Reihenfolge-, Kapazitäts- und Terminrestriktionen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 41, S. 294-317.

Drexl, A. (1989b): Heuristische Scheduling-Verfahren zur Personaleinsatzplanung bei Unternehmensprüfungen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 59, S. 193-212.

Drexl, A. (1990): Planung des Ablaufs von Unternehmensprüfungen, Stuttgart.

Drexl, A. (1991): Scheduling of project networks by job assignment, in: Management Science, Vol. 37, S. 1590-1602.

Drexl, A. / Salewski, F. (1991): Expertensystembasierte Beurteilung des Internen Kontrollsystems bei Abschlußprüfungen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 61, S. 755-776.

Eom, H.B. / Lee, S.M. (1990): Decision support systems applications research: a bibliography (1971-1988), in: European Journal of Operational Research, Vol. 46, S. 333-342.

Gardner, J.C. / Huefner, R.J. / Lotfi, V. (1990): A multiperiod audit staff planning model using multiple objectives: development and evaluation, in: Decision Sciences, Vol. 21, S. 154-170.

Hax, A.C. / Meal, H.C. (1975): Hierarchical integration of production planning and scheduling, in: Geisler, M.A. (Hrsg.): Logistics, TIMS Studies in the Management Sciences, Amsterdam, S. 53-69.

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.

Kossbiel, H. (1992): Personaleinsatz und Personaleinsatzplanung, in: Gaugler, E. (Hrsg.): Handwörterbuch des Personalwesens, 2. Aufl., Stuttgart, Sp. 1654-1666.

Kruschwitz, L. (1993): Investitionsrechnung, 5. Aufl., Berlin u. a.

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.

Rohde, M. (1978): Das Set-Partitioning-Problem: Wirtschaftliche Anwendungen und Algorithmen, Dissertation, FU Berlin.

Salewski, F. (1995): Hierarchische Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Heidelberg.

Salewski, F. / Bartsch, T. / Pesch, E. (1996): Auftragsterminierung für die taktisch-operative Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 66, S. 327-351.

Salewski, F. / Böttcher, L. / Drexl, A. (1996): Prüffeldorientierte Zuordnung von Prüfern für die operative Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, in: OR Spektrum, Jg. 18, S. 29-41.

Salewski, F. / Drexl, A. (1993): Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften - Bestandsaufnahme und konzeptioneller Ansatz, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 63, S. 1357-1376.

Salewski, F. / Nissen, R. (1995): Revidierende hierarchische Einsatzplanung von Wirtschaftsprüfern, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Jg. 65, S. 1109-1133.

Salewski, F. / Schirmer, A. / Drexl, A. (1995): Auftragsorientierte Bildung von Prüferteams für die taktische Personaleinsatzplanung in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 47, S. 211-236.

Salewski, F. / Schirmer, A. / Drexl, A. (1996): Project scheduling under resource and mode identity constraints: model, complexity, methods, and application, Revised Working Papers 387 / 388, Universität Kiel, erscheint in: European Journal of Operational Research.

Sprague, R.H. / Carlson, E.D. (1982): Building effective decision support systems, Englewood Cliffs.

Sprague, R.H. / Watson, H.J. (1989): Decision support systems - putting theory into practice, 2. Aufl., London 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.

Steven, M. (1994): Hierarchische Produktionsplanung, 2. Aufl., Heidelberg.

Troßmann, E. (1990): Finanzplanung in Netzwerken: Konzeption eines Netzwerkmodells und einer Datenbank für die betriebliche Finanzplanung, Berlin.

Werner, L. (1992): Entscheidungsunterstützungssysteme - Ein problem- und benutzerorientiertes Management-Instrument, Heidelberg.

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.

Judith Weber

Arbeitszeitflexibilisierung und ihre Berücksichtigung in optimierenden Personalplanungsmodellen – die implizite Bestimmung der täglichen Arbeits- und Pausenzeit unter expliziter Berücksichtigung der rechtlichen Regelungen des Arbeitszeitgesetzes

In einem Unternehmen entstehen temporale Personaleinsatzprobleme immer dann, wenn die Dauer und Lage der Betriebszeit mit der Dauer und Lage der von den Arbeitskräften zur Verfügung gestellten Arbeitszeit nicht übereinstimmt. Diese Probleme erweitern sich, wenn der Personalbedarf in kurzen zeitlichen Abschnitten stark schwankt, nach unterschiedlichen Tätigkeitsarten zu differenzieren und von unterschiedlich qualifizierten Arbeitskräften, welche eine oder aber mehrere der gefragten Tätigkeiten ausüben können, zu decken ist. Zur Lösung solcher Probleme können Personalplanungsmodelle formuliert werden, welche Einsatzpläne generieren, die die Erfüllung der Betriebsaufgaben sicherstellen und die rechtlichen Rahmenbedingungen bzgl. der Arbeitszeit einhalten. Es können dabei komplette Arbeitszeitmuster (Schichten/Dienste), Arbeitszeitkomponenten (Module) oder aber nur die Rahmendaten zulässiger Arbeitszeiten vorgegeben werden. Der Planungszeitraum kann sich je nach der Fragestellung auf einen oder mehrere Tag(e), eine oder mehrere Wochen oder Jahr(e) beziehen. Der Aufsatz wird sich im skizzierten Rahmen auf Problemstellungen eines Tages beschränken. Für einen solchen Tag sei ein gegebener, im Halbstundenrhythmus schwankender Personalbedarf zu decken. Es erfolgt - unter Berücksichtigung des vom Arbeitszeitgesetz gesteckten temporalen Rahmens - eine modellinterne Generierung von Arbeitszeitmustern.

1. Problemstellung und Vorgehensweise

Die Erfüllung des betrieblichen Leistungsprozesses erfordert in der Regel den Einsatz von Arbeitskräften. Diese gehen dazu in den meisten Fällen ein (arbeits)vertragliches Verhältnis mit dem Arbeitgeber ein und stehen entsprechend der dort vereinbarten Regelungen dem Unternehmen für eine vertraglich festgelegte Arbeitszeit zur Verfügung. Der Arbeitgeber kann dann auf Grund seines Direktionsrechts - unter Beachtung einschränkender (rechtlicher) Bestimmungen - über den Einsatz der Arbeitskräfte disponieren. Dabei kommt es immer dann zu temporalen Einsatzproblemen, wenn die Dauer und Lage der Betriebszeit des Unternehmens von der Dauer und Lage der von den Arbeitskräften zur Verfügung gestellten Arbeitszeit abweicht. Das Problem der temporalen Einsatzplanung erweitert sich schließlich, wenn der Personalbedarf in kurzen zeitlichen Abschnitten starken Schwankungen unterliegt, nach unterschiedlichen Tätigkeitsarten zu differenzieren und von unterschiedlich qualifizierten Arbeitskräften, welche eine oder aber mehrere der gefragten Tätigkeiten ausüben können, zu decken ist. In der Praxis finden wir solche Problemstellungen vor allem im Dienstleistungsbereich[1].

Zur Lösung solcher Problemstellungen können Personalplanungsmodelle formuliert werden, welche Einsatzpläne generieren, die die Erfüllung der Betriebsaufgaben sicherstellen und die rechtlichen Rahmenbedingungen bzgl. der Arbeitszeit einhalten. Es können dabei vollständig determinierte Arbeitszeitmuster, welche z.B. die Arbeitszeitdauer und -lage wie auch die Pausendauer und -lage für einen Tag vorgeben, Arbeitszeitkomponenten (Module), z.B. Blöcke von 3 oder 4 zusammenhängenden Stunden, die in der Modellösung zur täglichen Arbeitszeit zusammengesetzt werden, oder aber nur die Rahmendaten zulässiger Arbeitszeiten (z.B. darf nicht mehr als 10 Stunden pro Tag und nicht länger als 6 Stunden ohne Pause gearbeitet werden) vorgegeben werden. Der Planungszeitraum kann sich je nach der Fragestellung auf einen oder mehrere Tag(e), Woche(n), Monat(e) oder Jahr(e) beziehen.

In der Literatur werden Probleme dieser Thematik unter den Begriffen „Schicht- und Dienstplanung" bzw. „shift-, days-off- und tour-scheduling" bearbeitet. Die Trennung in die Begriffspaare Schicht- und Dienstplanung bezieht sich meist auf eine Differenzierung der Problemstellungen aus den Bereichen der industriellen oder der Dienstleistungsproduktion[2]; Modelle des shift-scheduling bearbeiten Fragestellungen

---

1 Vgl. z.B. den Gaststätten- und Hotellerie-Bereich, Kranken- und Pflegedienste, Sport- und Freizeiteinrichtungen, den Verkehrs- und Sicherheitsbereich sowie den Einzelhandel.

2 Für die hier betrachtete Problematik erfolgt die Unterscheidung von industrieller und Dienstleistungsproduktion anhand des Umfangs der Tätigkeiten, die nur bei Anwesenheit des Kundens erledigt werden können. Der Anteil solcher, zeitlich kaum verschiebbaren Tätigkeiten, überwiegt in der Dienstleistungsproduktion den Anteil zeitlich (bedingt) verschiebbarer Tätigkeiten (vgl. unterstützend Thompson, Gary (1992)). Vgl. zu Modellen der Schichtplanung

der täglichen Arbeitszeit, Modelle des days-off-scheduling Fragen der Gewährung von arbeitsfreien Tagen, während Modelle des tour-scheduling die Fragestellungen des shift- und days-off-scheduling kombinieren[3]. Bezüglich der angesprochenen Abbildungsmöglichkeiten unterscheidet die englischsprachige Literatur „set-covering"-Modelle (Vorgabe kompletter Arbeitszeitmuster)[4] von Modellen der impliziten Modellierung (Vorgabe von Eckdaten für z.B. die Lage einer Pause vorgegebener Dauer bei gegebener Arbeitszeitdauer und -lage)[5]. Dabei weisen die Lösungen von „set-covering"-Modellen stets komplette Einsatzpläne aus, während die uns bekannten Modelle der impliziten Modellierung in ihrer Lösung stets nur Werte für die einzelnen Parameter der Arbeitszeitmuster ausweisen: so könnte eine Lösung lauten, daß z.B. 5 Arbeitskräfte mit einer Arbeitszeitdauer von 8 Stunden, zwischen 8.00 und 16.30 Uhr (Arbeitszeitlage) und einer Pausendauer von 1/2 Stunde (ohne Angabe der Pausenlage) und 3 Arbeitskräfte mit einer Arbeitszeitdauer von 7 Stunden, zwischen 9.00 und 16.30 Uhr (Arbeitszeitlage) und einer Pausendauer von 1/2 Stunde (ohne Angabe der Pausenlage) bereitzustellen sind, während zusätzlich ausgewiesen wird, daß 3 Arbeitskräfte z.B. von 11.00 bis 11.30 Uhr, 2 Arbeitskräfte von 12.00 bis 12.30 Uhr und wieder 3 Arbeitskräfte von 12.30 bis 13.00 Uhr für eine Pause einzuplanen sind. Diese Parameter werden dann (heuristisch)[6] zu Arbeitszeitmustern zusammengesetzt.

Im Rahmen der eingangs skizzierten Problemstellung werden sich die folgenden Ausführungen auf den Planungszeitraum eines Tages beschränken (shift-scheduling). Für einen solchen Tag sei ein gegebener, im Halbstundenrhythmus schwankender Personalbedarf zu decken. Es erfolgt - unter Berücksichtigung des vom Arbeitszeitgesetz gesteckten temporalen Rahmens - eine implizite Modellierung von Arbeitszeitmustern. Als Lösung werden - im Gegensatz zu den zitierten Modellen der impliziten Modellierung - vom Modell vollständig bestimmte Arbeitszeitmuster ausgewiesen. Die Modellformulierung erfolgt unter Rückgriff auf den aus der Literatur bekannten „expliziten Ansatz" der Personalplanung[7]. Im folgenden werden in Punkt

---

z.B. Schneeweiß, Christoph (1995); Schneeweiß, Christoph/Loinjak, Sinsa/Müller, Georg (1996); zu Modellen der Dienstplanung z.B. Thompson, Gary (1992); Love, R.R.Jr. / Hoey, J.M. (1990).

3 Vgl. zur Abgrenzung dieser Schichtplanungstypen und zur möglichen Identität der formalen Modelle Morris, James G./Showalter, Michael J. (1983) und Jarrah, Ahmad I.Z./Bard, Jonathan F./de Silva, A Anura H. (1994).

4 Vgl. u.a. Dantzig, George B. (1954); Keith, Elbridge Gerry (1979); Bailey, James/Field, John (1985); Bartholdi, J.J. (1981); Bechthold, St.E./Brusco, M.J. (1994).

5 Vgl. u.a. Bechtold, Stephen E./Jacobs, Larry W. (1990); Gaballa, Adel/Pearce, Wayne (1979); Aykin, Turgut (1996); Thompson, Gary M. (1995).

6 Z.B. nach der „first-in-first-out"-Regel, vgl. Thompson, Gary M. (1995).

7 Vgl. Kossbiel, Hugo (1974) sowie weitere Aufsätze desselben.

2 die für die betrachtete Problemstellung relevanten Regelungen des Arbeitszeitgesetzes kurz erörtert und mit Formen der Arbeitszeitflexibilisierung in Verbindung gebracht. In Punkt 3 erfolgt eine verbale Beschreibung der im mathematischen Modell zu formulierenden Restriktionen, Punkt 4 definiert die Symbole, in Punkt 5 wird das mathematische Modell formal dargestellt und erläutert. Ein (konstruierter) Anwendungsfall soll in Punkt 6 die Wirkungsweise des Modells (unterstützend) demonstrieren. In Punkt 7 werden in einem Ausblick die Ausführungen dieses Beitrags mit Überlegungen zur im Modell erfaßten Flexibilität und zu weiteren Modifikationen beendet.

2. Problemrelevante Regelungen des Arbeitszeitgesetzes und Formen der Arbeitszeitflexibilisierung

Arbeitszeitmuster werden in dem zu formulierenden Modell implizit gebildet. Sie sollen den Regelungen des Arbeitszeitgesetzes (ArbZG) genügen. Dieses bestimmt in den §§ 3 und 4 zur Dauer und Lage der werktäglichen Arbeits- und Pausenzeit folgendes:

1. Die werktägliche Arbeitszeit der Arbeitnehmer darf acht Stunden nicht überschreiten (§3 S.1 ArbZG). Sie kann auf bis zu zehn Stunden verlängert werden (§3 S.2 1.Halbsatz ArbZG)[8].
2. Länger als sechs Stunden dürfen Arbeitnehmer nicht ohne Ruhepause beschäftigt werden (§4 S.3 ArbZG).
3. Bei einer Arbeitszeit von mehr als sechs bis zu neun Stunden ist die Arbeit durch im voraus feststehende Ruhepausen von mindestens 30 Minuten zu unterbrechen (§4 S.1 1.Halbsatz ArbZG).
4. Bei einer Arbeitszeit von mehr als neun Stunden erhöht sich die Pausendauer auf mindestens eine 3/4 Stunde (§4 S.1 2.Halbsatz ArbZG).
5. Die Ruhepausen können in Zeitabschnitte von jeweils mindestens 15 Minuten aufgeteilt werden (§4 S.2 ArbZG).

Unter den vereinfachenden Annahmen halbstündiger Planungsabschnitte[9] und der Interpretation der die Pausendauer betreffenden Mindestbestimmungen auch als Höchstbestimmungen - dies entspricht der Intention des Gesetzgebers[10] - können in

---

8 Die folgenden gesetzlichen Regelungen zum Ausgleichszeitraum sollen hier unberücksichtigt bleiben.

9 Diese Annahme dient allein der Beschränkung der Zahl zu planender Perioden. Sie kann, ohne die Allgemeingültigkeit der Modellformulierung zu verletzen, modifiziert werden.

10 Vgl. Deutscher Bundestag und Bundesrat (1993), hier S. 25. Ausführlicher interpretiert von Zmarzlik, Johannes/Anzinger, Rudolf (1995), S. 122 Rd-Nr. 15: Der Arbeitgeber „ist auf-

Verbindung mit den realisierbaren Arbeitszeitdauern für die Zahl der zu gewährenden Pausen drei planungsrelevante Fälle unterschieden werden: wenn eine Arbeitszeitdauer von bis zu 6 Stunden vorliegt ist *keine Pause* (0 Pausen) zu gewähren, wenn die Arbeitszeitdauer zwischen 6,5 und 9 Stunden[11] liegt ist *eine Pause* (1 Pause) zu gewähren und schließlich sind *zwei Pausen* zu gewähren, wenn eine Arbeitszeitdauer von 9,5 oder 10 Stunden (2 Pausen)[12] vorliegt.

Bezüglich der Formen flexibler Arbeitszeiten ist die Literatur sehr umfangreich[13]. Wir wollen an dieser Stelle lediglich auf Ausführungen über die für die Problemstellung relevanten Determinanten flexibler Arbeitszeiten eingehen: die Chronometrie und Chronologie der Zeit[14] sowie der Zeitpunkt der Festlegung von Arbeitszeitdauer und -lage[15]. Die Chronometrie erfaßt die Dauer sowohl der Arbeitszeit als auch der Pausenzeit, die Chronologie die Lage der Arbeits- und Pausenzeit. Der Zeitpunkt der Festlegung von Arbeitszeitdauer und -lage ermöglicht die für die hier betrachtete Problemstellung bedeutende Unterscheidung gegebener und offener Arbeitszeitdauern. Im Falle *gegebener Arbeitszeitdauern* wird vor dem Planungsbeginn entschieden, wie lange eine Arbeitskraft (im betrachteten Planungszeitraum) für einen Einsatz im Leistungsprozeß zur Verfügung steht. Die Arbeitszeit pro Arbeitskraft und

---

grund seiner Fürsorgepflicht gehalten, Ruhepausen über 60 Minuten pro Schicht hinaus nur aus wohlerwogenen Gründen auszudehnen, weil durch sie die Anwesenheit des Arbeitnehmers im Betrieb verlängert und die zusammenhängende Ruhezeit zwischen den Schichten verkürzt wird".

11 Es ist zu beachten, daß aufgrund der Annahme halbstündiger Planungsabschnitte stets nur Arbeitszeitdauern, die durch halbe Stunden teilbar sind, abgebildet werden können.

12 Aufgrund der Annahme halbstündiger Planungsabschnitte kann hier die 4. Forderung des ArbZG nicht als Höchstbedingung interpretiert werden: Die Pausendauer erhöht sich von einer 3/4 auf eine Stunde. Sie kann in Form von zwei halbstündigen oder einer einstündigen Pause (die eingeplanten Pausen liegen dann in zwei aufeinanderfolgende Perioden) gewährt werden. Dies ist mit der Intention des Gesetzgebers vereinbar. Eine Abbildung des aus den gesetzlichen Regelungen abgeleiteten 5. Punktes ist unter der getroffenen Annahme halbstündiger Planungsabschnitte nicht möglich. Dies reduziert im folgenden jedoch nicht den Aussagegehalt des Modells.

13 Vgl. zu den unterschiedlichen Formen flexibler Arbeitszeit z.B. Ergenzinger, Rudolf (1993); Glaubrecht, Helmut/Wagner, Dieter/Zander, Ernst (1985); Linnenkohl, Karl u.a. (1992); Marr, Rainer (1993); Müller-Seitz, Peter (1996); Wagner, Dieter (1995).

14 Vgl. zur Einführung dieser etablierten Differenzierung Teriet, Bernhard (1976).

15 Die Einführung der Determinante „Zeitpunkt der Festlegung von Arbeitszeitdauer und -lage" erfolgt in Anlehnung an Linnenkohl, Karl (1985). Er thematisiert dort aus juristisch-ökonomischer Sicht die Relevanz der latenten Veränderungsmöglichkeit der Dauer und Lage der Arbeitszeit durch den Arbeitgeber oder Arbeitnehmer. Vgl. auch Linnenkohl, Karl (1995) sowie Bellgardt, P. (1990). Bellgardt erfaßt mit dem formalen Konstruktionselement „Variierungsgrad" die Reaktionsfähigkeit der Arbeitszeitregelung auf (kurzfristige) situationsbedingte Veränderungen in der betrieblichen Sphäre.

Planungszeitraum ist modelltheoretisch ein Datum und kann von Arbeitskraft zu Arbeitskraft variieren. Die Lage der Arbeitszeiten und die Lage der chronometrisch festgelegten Pause werden endogen bestimmt. Im Falle *offener Arbeitszeitdauern* geben die Arbeitskräfte einen Korridor für die Dauer ihrer Arbeitszeit an (z.B. sei eine Arbeitskraft bereit, täglich zwischen 7 und 9 Stunden zu arbeiten); die Dauer und Lage der Arbeitszeit sowie die Lage der chronometrisch festgelegten Pause wird endogen bestimmt. In Abbildung 1 werden die beiden Differenzierungskriterien (Anzahl der einzuplanenden Pausen, gegebene/offene Arbeitszeitdauern) zu sechs planungsrelevanten Fällen kombiniert.

Abb. 1: Planungsrelevante Fälle

	0 PAUSEN	1 PAUSE	2 PAUSEN
GEGEBENE ARBEITS-ZEITDAUER	Fall 0	Fall 1	Fall 2
OFFENE ARBEITSZEIT-DAUER	Fall 0A	Fall 1A	Fall 2A

In diesem Beitrag soll lediglich auf den Fall 1A eingegangen werden. Für diesen gilt, daß die Arbeitszeitdauer der einzelnen Arbeitskräfte innerhalb gesetzlicher Grenzen (hier: 6 1/2 - 9 Std.) und die Arbeitszeitlage in den Grenzen der Dauer und Lage der Betriebszeit offen sind, d.h. sie werden endogen bestimmt. Die Dauer der Pause ist gegeben, über deren Lage ist innerhalb der rechtlichen Lagegrenzen[16] zu entscheiden. Es werden einzelne Arbeitskräfte (Individuen) betrachtet; das zu formulierende Modell ist der gemischt-ganzzahligen Programmierung zuzurechnen. Die Modellösung weist für jede Arbeitskraft ein eindeutiges, über seine Arbeitszeitdauer und -lage sowie seine Pausendauer und -lage bestimmtes Arbeitszeitmuster[17] aus. Darin unterscheidet sich die hier verfolgte Vorgehensweise von der aller uns bekannten Modellen.

---

[16] Vgl. den 2. Punkt der rechtlich relevanten Regelungen: Länger als 6 Stunden dürfen Arbeitnehmer nicht ohne Ruhepause beschäftigt werden (§4 S.3 ArbZG).

[17] Ist mindestens eine der vier Determinanten des Arbeitszeitmusters (Arbeitszeitdauer/-lage, Pausendauer/-lage) unbestimmt, sprechen wir von Arbeitszeitkategorien. Vgl. Punkt 4.

3. Verbale Beschreibung der Zielfunktion und der Restriktionen

Zielfunktion

Die Präferenzen der Arbeitskräfte für die Dauer ihrer Arbeitszeit sollen maximiert werden. Eine derart „arbeitnehmerfreundliche" Zielfunktion ist möglich, da im Restriktionenraum von einem gegebenen Personalbedarf und einer auf diesen bereits abgestimmten Personalausstattung (Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte)[18] ausgegangen wird. Sie ist ökonomisch legitimierbar, wenn davon ausgegangen wird, daß durch das Einräumen von Mitbestimmungsmöglichkeiten bei der Gestaltung der (temporalen) Arbeitsbedingungen der Entfremdung der Arbeitnehmer vom Unternehmen[19] entgegengewirkt und dadurch die Teilnahmeentscheidung bzw. Leistungsmotivation der Individuen positiv beeinflußt werden kann[20].

Personalbedarfsdeckung

Der gegebene, im halbstündigen Rhythmus schwankende Personalbedarf muß durch den Einsatz der Arbeitskräfte gedeckt werden. Eine Überdeckung des Personalbedarfs ist zulässig, sie ist Folge einer Personalüberausstattung in Periode t (vgl. Restriktion (1) in Punkt 5.).

Eingrenzen der Personalüberausstattung

Die Personalüberausstattung muß in ihrer Höhe begrenzt werden, sonst würden von den Arbeitskräften präferierte - bezogen auf den Personalbedarf - übermäßig lange Arbeitszeitdauern realisiert werden (vgl. Restriktion (2) in Punkt 5.).

Personaleinsatz für die Dauer der gewählten Arbeitszeit

Jede Arbeitskraft muß für die gesamte Dauer der gewählten Arbeitszeit eingesetzt werden (dies wird in Restriktion (3) abgebildet). Zusätzlich muß sichergestellt werden, daß jeder Arbeitskraft eine Arbeitszeitdauer zugewiesen wird (vgl. Restriktion (4) in Punkt 5.).

---

18 Die Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte basiert auf einer angenommenen durchschnittlichen Arbeitszeit pro Arbeitskraft und Periode. Diese kann Ausdruck tarifvertraglicher oder gesetzlicher Regelungen sein. Vgl. z.B. §3 Satz 2 ArbZG „Arbeitszeit der Arbeitnehmer. ... Sie kann ... verlängert werden, wenn ... im Durchschnitt acht Stunden werktäglich nicht überschritten werden." Im Modell wird dann über die konkrete tägliche Arbeitszeitdauer und -lage sowie die Lage der chronometrisch bestimmten Pause der Arbeitskräfte entschieden.

19 Vgl. zur Entfremdung in sozialen Organisationen z.B. Blauner, Robert (1964), pp. 15 - 34.

20 Vgl. z.B. March, James G./Simon, Herbert A. (1976), S. 81 -105. Die Berücksichtigung individuell unterschiedlicher Arbeitszeitwünsche kann den empfundenen Nutzenentgang durch die an die Organisation zu leistenden Beiträge reduzieren. Dies beeinflußt die Teilnahme-/Verbleibensentscheidung der Individuen, wodurch die Verfügbarkeit von Personal unmittelbar betroffen ist.

Die bisher besprochenen, in die Restriktionen (1) bis (4) mündenden Forderungen beziehen sich nur auf die Dauer der Arbeitszeit[21]. Eine zusammenhängende Lage der Arbeitszeit ist nicht gewährleistet, Pausen sind nicht berücksichtigt. Eine Berücksichtigung dieser beiden Arbeitszeitkomponenten erfordert die Einführung des Begriffs der Anwesenheitszeit. Sie läßt sich nach ihrer Dauer und Lage unterteilen: die Dauer der Anwesenheitszeit umfaßt zusätzlich zur Arbeitszeitdauer die Pausendauer, die Lage der Anwesenheitszeit wird durch den Anfang und das Ende der Anwesenheitsdauer bestimmt. Für die Lage der Anwesenheitszeit gilt, daß sie zusammenhängende Perioden umfassen muß, vollständig innerhalb der Betriebszeit liegen muß und daß alle vorgesehenen Einsatzzeiten (ihre Summe ergibt die Arbeitszeit) innerhalb der Anwesenheitszeit liegen müssen. Aus dieser definitorischen Abgrenzung ergeben sich folgende Forderungen zur Lage und Struktur der Arbeits-/Anwesenheitszeit; sie werden in die Restriktionen (5) bis (9) münden.

Sicherstellen eines Einsatzes nur während der Anwesenheitsdauer

Vor Beginn der Anwesenheitsdauer darf die Arbeitskraft nicht für einen Einsatz vorgesehen werden. Der Einsatzbeginn muß erkannt und erzwungen werden (vgl. Restriktionen (5), (6)), zusätzlich muß er in Abhängigkeit von der gewählten Arbeitszeitdauer zulässig sein (vgl. Restriktion (9))[22]. Auch nach dem Ende der Anwesenheitsdauer darf die Arbeitskraft nicht für einen Einsatz vorgesehen werden. Das Ende der Anwesenheitsdauer wird durch den zu entscheidenden Einsatzbeginn, die zu entscheidende Arbeitszeitdauer und die einheitlich gegebene Pausendauer bestimmt (vgl. Restriktion (7)).

Gewährleisten der zulässigen Pausenlage

In Abhängigkeit vom Einsatzbeginn, von der Arbeitszeitdauer und von den gesetzlichen Vorschriften zur maximal zulässigen zusammenhängenden Arbeitszeitdauer ist eine zulässige Pause gegebener Dauer zu gewährleisten (vgl. Restriktion (8)).

---

21 Vgl. zur Definition selbiger §2 (1) ArbZG: „Arbeitszeit ... ist die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Arbeit ohne Ruhepausen." Sie entspricht somit der Zeit, während der die Arbeitskraft für einen Einsatz im Leistungsprozeß zur Verfügung steht. Sie kann aber auch Zeiten z.B. der Schulung, des Einsatzes in Ausweicharbeiten, des Verleihens oder des „zur-Verfügung-Stehens" in Form von Personalüberausstattung umfassen. Verfügbarkeit in Form von (im ArbZG nicht definierten) Bereitschaftsdiensten soll hier nicht thematisiert werden.

22 Die Notwendigkeit des Erzwingens eines Einsatzbeginns (Restr. (6)) sowie der Gewährleistung seiner Zulässigkeit (Restr. (9)) wird in den späteren Ausführungen deutlich werden.

4. Belegung der Symbole

Datum

$\overline{PB}_t$ = Personalbedarf in Periode t

$\overline{PAO}^{max}$ = Obergrenze der Personalüberausstattung

$\overline{AZ}_d$ = Arbeitszeitdauer der Arbeitszeitkategorie d, gemessen in Perioden[23]

$\overline{A}_d$ = Anwesenheitsdauer der Arbeitszeitkategorie d, gemessen in Perioden (Anwesenheitsdauer = Arbeitszeitdauer + Pausendauer)

$\overline{A}_r^{min}$ = minimal mögliche Anwesenheitsdauer der Arbeitskraft r, gemessen in Perioden

$\overline{AD}^{max}$ = maximal zulässige zusammenhängende Arbeitszeitdauer, gemessen in Perioden

Variable

PE_{rt} = $\begin{cases} 1, & \text{wenn Arbeitskraft r in Periode t für einen Einsatz vorgesehen wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$

PAO_t = Personalüberausstattung in Periode t

$u_{rt'}$ = $\begin{cases} 1, & \text{wenn Arbeitskraft r in Periode t' mit ihrem Einsatz beginnt} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$

a_{rd} = $\begin{cases} 1, & \text{wenn Arbeitskraft r nach Arbeitszeitkategorie d bereitgestellt wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$

Koeffizient

Ω_r^d = Präferenzwert der Arbeitskraft r für Arbeitszeitkategorie d

Index/Indexmengen

$r = 1, 2, ..., R$ = Index zur Kennzeichnung der Arbeitskräfte (Individuen, die sich nur bzgl. ihrer Arbeitszeitwünsche (in Bezug auf die Arbeitszeitdauer) unterscheiden

---

[23] Die Arbeitszeitkategorie ist hier in ihren chronometrischen Dimensionen (Arbeitszeit- und Pausendauer) bestimmt. Sie wird zusammen mit den endogen entschiedenen Lagen der Arbeits- und Pausenzeit die implizit modellierten Arbeitszeitmuster determinieren. Vgl. Fußnote 17.

$t = 1, 2, ..., T$ = Index zur Kennzeichnung der Perioden, hier halbstündige Abschnitte pro Tag (t' = Periode, in der die Anwesenheitsdauer beginnt)

$d = 1, 2, ..., D$ = Index zur Kennzeichnung der Arbeitszeitkategorien, differenziert nach der Arbeitszeitdauer

$\underline{D}_r$ = Menge der Arbeitszeitkategorien d, nach denen Arbeitskraft r eingesetzt werden kann

$\underline{R}_d$ = Menge der Arbeitskräfte r, die nach Arbeitszeitkategorie d eingesetzt werden können

$\underline{T}_d$ = Menge der Perioden t', in denen ein Einsatz nach Arbeitszeitkategorie d beginnen kann

5. Formulierung des mathematischen Modells

Zielfunktion

$$\sum_{r=1}^{R} \sum_{d \in \underline{D}_r} \Omega_r^d \cdot a_{rd} \overset{!}{=} \max \qquad (Z)$$

Die Summe der Präferenzen der Arbeitskräfte für die ihnen zugewiesenen Arbeitszeitdauern wird maximiert[24]. Dazu werden die Variablen, anhand derer die den Arbeitskräften zugewiesenen Arbeitszeitkategorien erkannt werden (a_{rd}), mit den Präferenzwerten[25] der Arbeitskräfte gewichtet (Ω_r^d) und über alle Arbeitskräfte (Summation über r=1,2,...,R) summiert. In der zweiten Summation (Summation über $d \in \underline{D}_r$) ist sichergestellt, daß pro Arbeitskraft nur die Arbeitszeitkategorien erfaßt werden, nach denen sie prinzipiell eingesetzt werden können.

Personalbedarfsdeckung

$$\overline{PB}_t = \sum_{r=1}^{R} PE_{rt} - PAO_t \qquad \forall\, t = 1, 2, ..., T \qquad (1)$$

Restriktion (1) gewährleistet, daß der gegebene, schwankende Personalbedarf ($\overline{PB}_t$) zu jeder Periode ($\forall t=1,2,...,T$) mit allen (Summation über r=1,2...,R) eingesetzten Arbeitskräften (PE_{rt}) abzüglich der Personalüberausstattung (PAO_t) exakt gedeckt

---

[24] Eine Erweiterung der Zielfunktion um Lagepräferenzen bzgl. der Arbeits- und/oder der Pausenzeit ist denkbar, soll aus Gründen der Übersichtlichkeit jedoch nicht erfolgen.

[25] Die Präferenzwerte können aus einer Befragung der Arbeitskräfte unter Vorgabe einer Rangskala gewonnen werden.

wird. Die Einführung der Schlupfvariablen PAO_t[26] und deren Beschränkung in Restriktion (2) verhindert, daß durch die Zielfunktion gesteuert zu einem Zeitpunkt sehr viel mehr Arbeitszeitvolumen bereitgestellt wird, als aufgrund des Leistungsprogramms ($\overline{PB}_t$) gefordert ist[27].

Eingrenzen der Personalüberausstattung

$$\sum_{t=1}^{T} PAO_t \leq \overline{PAO}^{max} \qquad (2)$$

Aufgrund des Zusammenwirkens der Zielfunktion (Z) und der Personalbedarfsdeckung (1) muß die Schlupfvariable der Personalüberausstattung quantitativ begrenzt werden ($\overline{PAO}^{max}$)[28]. Die Begrenzung kann auf den Planungszeitraum (Summation über t = 1, 2,...., T) und/oder auf einzelne Perioden[29] bezogen erfolgen.

Sicherstellen der Arbeitszeitdauer einer zu wählenden Arbeitszeitkategorie

$$\sum_{t=1}^{T} PE_{rt} = \sum_{d \in \underline{D}_r} \overline{AZ}_d \cdot a_{rd} \qquad \forall\, r = 1, 2, ..., R \qquad (3)$$

Die Arbeitszeitkategorien werden nach ihren Arbeitszeitdauern ($\overline{AZ}_d$) differenziert. Ob eine Arbeitskraft nach einer Arbeitszeitkategorie eingesetzt wird, wird durch die Binärvariable a_{rd} erfaßt; es dürfen dabei für jede Arbeitskraft nur die Arbeitszeitkategorien in Betracht gezogen werden, nach denen die Arbeitskraft grundsätzlich zu arbeiten bereit ist ($d \in \underline{D}_r$, rechte Gleichungsseite). Ferner wurde Arbeitszeit als Einsatz im Leistungsprozeß definiert[30]. Liegt ein Einsatz im Leistungsprozeß vor, nimmt die betreffende Personaleinsatzvariable den Wert 1 an[31]. Durch die Summation der Aus-

---

26 Durch sie kann eine Überdeckung des Personalbedarfs quantitativ erkannt und anschließend in einer weiteren Restriktion begrenzt werden.

27 Diese Situation würde eintreten, wenn alle Arbeitskräfte lange Arbeitszeitdauern präferieren. Dies würde dann zu großen, periodenspezifischen Überdeckungen und - wenn die Planung über den zulässigen Ausgleichszeitraum der Arbeitszeiten (vgl. z.B. §3 ArbZG „innerhalb von sechs Kalendermonaten oder innerhalb von 24 Wochen ...") sukzessive erfolgt - in späteren Perioden zu zeitlichen Engpässen führen.

28 Vgl. auch die Erläuterungen zu Restriktion (1).

29 Vgl. zur Begrenzung der Personalbedarfsüberdeckung mit dem Ziel einer Gleichverteilung selbiger Keith, Elbridge Gerry (1979).

30 Vgl. Fußnote 21.

31 Auch das „zur-Verfügung-Stehen" in Form von Personalüberausstattung bewirkt zunächst, daß für die betreffende Arbeitskraft und Periode die Personaleinsatzvariable den Wert 1 annimmt. Aufgrund der subtraktiven Verknüpfung der PE- mit der PAO-Variablen nimmt die PAO-Variable eine *zusätzliche* Ausprägung größer 0 an.

prägungen aller Personaleinsatzvariablen einer Arbeitskraft ergibt sich auf der linken Seite deren in Perioden gemessene, einsatzbedingte Arbeitszeitdauer. Diese muß identisch sein mit der in Perioden gemessenen Arbeitszeitdauer der der Arbeitskraft zugewiesenen Arbeitszeitkategorie.

Erzwingen genau einer Arbeitszeitkategorie je Arbeitskraft

$$\sum_{d \in \underline{D}_r} a_{rd} = 1 \qquad \forall\, r = 1, 2, ..., R \qquad (4)$$

Jeder Arbeitskraft ist in jedem Planungszeitraum[32] genau eine Arbeitszeitkategorie zuzuweisen. Ein „zufällig" arbeitsfreier Tag (keine der a_{rd}-Variablen einer Arbeitskraft würde den Wert 1 annehmen) darf nicht vorgesehen werden; die Verteilung der Arbeits- und Freizeittage[33] soll gezielt nach arbeitskraftspezifischen Wünschen und betriebsbedingten Möglichkeiten geplant werden[34].

Für die Restriktionen, die die Lage der Arbeitszeit und - aufgrund der Existenz einer gegebenen, einheitlichen Pausendauer auch - die Lage der Anwesenheitszeit bestimmen ((5) - (8)) soll zunächst die folgende Abbildung den Zusammenhang von Arbeitszeitdauer, Einsatzbeginnzeitpunkt[35] und Anwesenheitszeit verdeutlichen. Zum besseren Verständnis gehen wir davon aus, daß die Dauer der Arbeitszeit bereits belegt sei.

Die Kopfzeile erfaßt alle Perioden des Planungszeitraums, die Kopfspalte erfaßt die Perioden, in denen Arbeitskräfte, die nach der gewählten Arbeitszeitdauer eingesetzt werden, mit ihrem Einsatz beginnen können. Der letztmögliche Beginnzeitpunkt (t'=8) ergibt sich aus der Länge des Planungszeitraums (T=24) und der Anwesenheitsdauer der gewählten Arbeitszeitkategorie ($\overline{A}_{d'}$=17): es ist die Periode, ab der die Arbeitskraft gerade noch die gewählte Anwesenheitsdauer erfüllen kann (t' = T-$\overline{A}_d$+1; hier t'=24-17+1=8). Zeilenweise ist für jeden möglichen Beginnzeitpunkt (u_1 bis u_8) die Lage der Anwesenheitszeit und damit die Verfügbarkeit der Arbeitskräfte durch Punkte, deren Nichtverfügbarkeit aufgrund fehlender Anwesenheitszeit durch Striche symbolisiert; der mögliche Beginnzeitpunkt symbolisiert gleichzeitig Anwesenheit. Zeile drei - sie sei exemplarisch herausgegriffen - liest sich dementsprechend wie folgt: **WENN** Arbeitskraft r in Periode t=3 mit ihrem Einsatz beginnt (u_{r3}=1), DANN kann sie in den Perioden t=1 und t=2 nicht für einen Einsatz vorgesehen werden („kein Einsatz vor dem Beginn der Anwesenheitsdauer", erfaßt in Re-

---

32 Der Planungszeitraum umfaßt einen Betriebstag!

33 Dies entspricht der Problemstellung des „days-off-scheduling".

34 Als Ergebnis würde dann eine Arbeitskraft für den Planungszeitraum, der ihrem Freizeittag entspricht, nicht zur Verfügung stehen.

35 Die Begriffe „Einsatzbeginnzeitpunkt"/„Beginnzeitpunkt" sollen hier als Kurzform für „die Periode des Einsatzbeginns" stehen.

striktion (5) und (6)) und DANN kann sie in den Perioden 20 bis 24 nicht für einen Einsatz vorgesehen werden („kein Einsatz nach dem Ende der Anwesenheitsdauer", erfaßt in Restriktion (7)). Um diese Wenn-Dann-Aussagen formulieren zu können, muß der Einsatzbeginnzeitpunkt erkannt werden. Auch dazu dient Restriktion (5) und (6).

Abb. 2: Zusammenhang von Arbeitszeitdauer, Einsatzbeginnzeitpunkt und Lage der Anwesenheitszeit bei einer gewählten Arbeitszeitdauer von 8 Stunden, einer halbstündigen Pause ($\overline{AZ}_{d'}$=16, $\overline{A}_{d'}$=17) und einem Planungszeitraum von 12 Stunden (T = 24)

t'\t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	u1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-
2	-	u2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-
3	-	-	u3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-
4	-	-	-	u4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-
5	-	-	-	-	u5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
6	-	-	-	-	-	u6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-
7	-	-	-	-	-	-	u7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-
8	-	-	-	-	-	-	-	u8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

(5), (6) DANN ← WENN → DANN (7)

Legende

• / - = Anwesenheit/keine Anwesenheit, wenn in t' mit dem Einsatz begonnen wird; die Anwesenheit umfaßt die Arbeits- und die Pausenzeit

$u_{t'} \approx u_{rt'}$ = Binärvariable zur Erkennung des ersten Einsatzes einer Arbeitskraft (symbolisiert gleichzeitig Anwesenheit)

Erkennen des Beginnzeitpunktes/Kein Einsatz vor dem Beginn der Anwesenheitsdauer

$$PE_{rt'} - \sum_{t=1}^{t'-1} PE_{rt} \leq u_{rt'} \qquad \forall\, r = 1, 2, ..., R;$$

$$\forall\, t' = 1, 2, ..., T - \overline{A}_r^{min} + 1 \qquad (5)$$

Erzwingen eines Beginnzeitpunktes

$$\sum_{t'=1}^{T-\overline{A}_r^{min}+1} u_{rt'} = 1 \qquad \forall\, r = 1, 2, ..., R \qquad (6)$$

Ziel ist es zunächst, den Einsatzbeginnzeitpunkt einer Arbeitskraft zu erfassen. Erst dann können die oben getroffenen Wenn-Dann-Aussagen formuliert werden. Aufgrund der Betrachtung von Binärvariablen gilt für den Einsatzbeginnzeitpunkt folgende Aussage: Der Einsatzbeginnzeitpunkt entspricht der Periode, in der die Personaleinsatzvariable der betrachteten Arbeitskraft *erstmals* den Wert 1 annimmt; d.h. es ist die Personaleinsatzvariable zu erfassen, welche eine größere Ausprägung hat als *alle* ihr zeitlich vorausgehenden Einsatzvariablen. Damit ist gleichzeitig die Forderung erfaßt, daß vor dem Beginn der Anwesenheitsdauer die Arbeitskraft nicht für einen Einsatz vorgesehen werden darf. Folgendes Beispiel verdeutlicht diesen in Restriktion (5) und (6) abgebildeten Sachverhalt für die Arbeitskraft r=2, und die Beginnzeitpunkte t' =1,2,3:[36]

$$PE_{21} \leq u_{21} \qquad (5.a)$$

$$PE_{22} - PE_{21} \leq u_{22} \qquad (5.b)$$

$$PE_{23} - PE_{22} - PE_{21} \leq u_{23} \qquad (5.c) \qquad u_{21}+u_{22}+u_{23} = 1 \qquad (6)$$

Das Restriktionensystem wirkt wie folgt: Ist z.B. in (5.b) $PE_{22}=1$ und $PE_{21}=0$, dann muß $u_{22}=1$ werden - der Einsatzbeginnzeitpunkt ist erkannt; aufgrund von Restriktion (6) muß im weiteren $u_{21}=0$ und $u_{23}=0$ werden, Restriktion (5.a) ist erfüllt (ein Einsatz vor dem Beginn der Anwesenheit ist nicht vorgesehen), in (5.c) kann PE_{23} die Werte 1 (Einsatz) oder 0 (Pause) annehmen. Ist anders z.B. $PE_{22}=1$ und $PE_{21}=1$, dann muß in (5.a) $u_{21}=1$ werden - wieder ist der Einsatzbeginnzeitpunkt erkannt; aufgrund von Restriktion (6) wird dann $u_{22}=0$ und $u_{23}=0$, Restriktion (5.b) ist erfüllt, PE_{23} kann in (5.c) die Werte 1 (Einsatz) oder 0 (Pause) annehmen. Das Erzwingen eines Beginnzeitpunktes in Restriktion (6) ist im weiteren notwendig, um zu verhindern, daß die Anwesenheitsdauer einer Arbeitskraft mit der Arbeitszeitdauer gleichgesetzt wird und dann unter Mißachtung der Notwendigkeit einer Pause erst nach dem letzten zulässigen Beginnzeitpunkt beginnt.

Beide Restriktionen ((5) „Erkennen der Beginnzeitpunkte/Kein Einsatz vor dem Beginn der Anwesenheitsdauer" und (6) „Erzwingen eines Beginnzeitpunktes") sind für alle Arbeitskräfte ($\forall r=1,2,...,$ R) zu formulieren. Für beide bestimmt sich der letztmögliche Beginnzeitpunkt der Arbeitskraft - dies ist die Obergrenze des Allquantors in Restriktion (5) und die Summationsobergrenze in Restriktion (6) - aus deren kürzest möglichen Anwesenheitsdauer ($\overline{A}_r^{min}$) und der Länge des Planungszeitraums (T): Eine Arbeitskraft muß spätestens in der Periode mit ihrem Einsatz beginnen, ab der sie - abhängig von der Dauer des Planungszeitraums - ihre kürzest mögliche Anwesenheitsdauer gerade noch erfüllen kann ($T-\overline{A}_r^{min}+1$).

---

[36] Die Belegung dieser und der folgenden Indices zur Kennzeichnung von Arbeitskräften (r), Arbeitszeitkategorien (d) und Beginnzeitpunkten (t') erfolgt unter Vorgriff auf das abschließende Beispiel des Beitrags.

Kein Einsatz nach dem Ende der Anwesenheitsdauer

$$\left(T-\left(t'+\overline{A}_d\right)+1\right)\cdot\left(a_{rd}+u_{rt'}\right)+\sum_{t=t'+\overline{A}_d}^{T} PE_{rt} \le 2\cdot\left(T-\left(t'+\overline{A}_d\right)+1\right)$$

$$\forall\, d = 1, 2, ..., D; \quad \forall\, r \in R_d$$

$$\forall\, t' \in (T_d \setminus \{T-\overline{AZ}_d+1\}) \qquad (7)$$

Um einen zusammenhängenden, nur von den (gesetzlich) geforderten Pausen unterbrochenen Einsatz zu gewährleisten, muß sichergestellt werden, daß die Arbeitskraft nach dem Ende ihrer Anwesenheitsdauer (= Arbeitszeitdauer plus Pausendauer) nicht für einen weiteren Einsatz eingeplant werden kann. Restriktion (7) stellt dazu sicher, daß bei Wahl von Arbeitszeitkategorie d und Beginnzeitpunkt t' (a_{rd}=1 und $u_{rt'}$=1) alle Personaleinsatzvariablen, die zeitlich nach dem Ende der Anwesenheitsdauer liegen den Wert 0 annehmen. Wir fassen dazu alle entscheidungsrelevanten Variablen auf der linken Ungleichungsseite zusammen: es sind dies die beiden binären Hilfsvariablen (a_{rd}, $u_{rt'}$) sowie die der Anwesenheitsdauer folgenden (binären) Personaleinsatzvariablen (PE_{rt}, summiert über $t=t'+\overline{A}_d, t'+\overline{A}_d+1, ..., T$)[37]. Wir multiplizieren die binären Hilfsvariablen mit der *Anzahl* der der Anwesenheitsdauer folgenden Einsatzvariablen ($T-(t'+\overline{A}_d)+1$); insgesamt kann dadurch auf der linken Ungleichungsseite maximal der dreifache Wert der Anzahl der der Anwesenheitsdauer folgenden Einsatzvariablen stehen[38]. Um diese, einen Einsatz nach dem Ende der Anwesenheitszeit ausweisende Situation zu verhindern, beschränken wir die rechte Hand Seite auf maximal den doppelten Wert der Anzahl der der Anwesenheitsdauer folgenden Einsatzvariablen ($2\cdot(T-(t'+\overline{A}_d)+1)$). Dadurch wird erreicht, daß die betrachteten Personaleinsatzvariablen dann den Wert 0 annehmen müssen, wenn Arbeitszeitkategorie d und Beginnzeitpunkt t' gewählt wurde; sie können die Werte 0 oder 1 annehmen, wenn zwar die betrachtete Arbeitszeitkategorie, nicht aber der betrachtete Einsatzbeginnzeitpunkt, der betrachtete Einsatzbeginnzeitpunkt, nicht aber die betrachtete Arbeitszeitkategorie oder weder der betrachtete Einsatzbeginnzeitpunkt noch die betrachtete Arbeitszeitkategorie gewählt wurde. Die Restriktion ist für alle Arbeitszeitkategorien ($\forall$ d=1,2,...,D), für alle arbeitszeitkategoriespezifischen Be-

---

37 Vgl. zur Bestimmung der Anzahl der Perioden, die - abhängig vom Einsatzbeginnzeitpunkt und von der Anwesenheitsdauer der gewählten Arbeitszeitkategorie - zwischen dem Ende der Anwesenheitsdauer und dem Ende des Planungszeitraums liegen, noch einmal Abb. 2.

38 Dies wäre inhaltlich der Fall, daß die Arbeitszeitkategorie d gewählt wurde (a_{rd}=1), in t' mit dem Einsatz begonnen wurde ($u_{rt'}$=1) und für alle Perioden zwischen dem Ende der Anwesenheitsdauer ($t=t'+\overline{A}_d$) und dem Ende des Planungszeitraums (t=T) ein Einsatz eingeplant wäre.

ginnzeitpunkte - außer für den letzten[39] - ($\forall$ t'$\in$($\underline{T}_d\backslash\{T-\overline{AZ}_d+1\}$) und für alle Arbeitskräfte zu formulieren, die nach der betrachteten Arbeitszeitkategorie prinzipiell zu arbeiten bereit sind ($\forall$ r$\in\underline{R}_d$); dies stellt der Allquantor sicher. Die Restriktion sei exemplarisch für die Arbeitszeitkategorie d=4, diese umfaßt eine Anwesenheitsdauer von 17 Perioden, für die Arbeitskraft r=2 und die Beginnzeitpunkte t'=3 und 6 ausformuliert:

t'=3: $(24-(3+17)+1)\cdot(a_{24}+u_{23})+PE_{220}+PE_{221}+PE_{222}+PE_{223}+PE_{224}\leq 2\cdot(24-(3+17)+1)$

$5\cdot a_{24} + 5\cdot u_{23} + PE_{220}+PE_{221}+PE_{222}+PE_{223}+PE_{224}\leq 10$

t'=6: $(24-(6+17)+1)\cdot(a_{24}+u_{26}) + PE_{223} + PE_{224} \leq 2\cdot(24-(6+17)+1)$

$2\cdot a_{24} + 2\cdot u_{26} + PE_{223} + PE_{224} \leq 4$

Nachdem nun die Dauer und die Lage der Arbeits- und Anwesenheitszeit einer Arbeitskraft bestimmt ist, gilt es, durch das Gewähren der Pause der Anwesenheitszeit eine zulässige Struktur zu geben. Dazu zeigt Abbildung 3 die Folgen der gesetzlichen Regelungen zur Pausenlage; sie basiert auf der Darstellung in Abbildung 2 und ist ähnlich wie diese zu lesen. Wieder erfaßt die Kopfzeile alle Perioden des Planungszeitraums, die Kopfspalte erfaßt die Perioden, in denen Arbeitskräfte, die nach der gewählten Arbeitszeitdauer eingesetzt werden, mit ihrem Einsatz beginnen können. Zeilenweise sind für jeden möglichen Beginnzeitpunkt (u_1 bis u_8) die Lage der Anwesenheitszeit und zusätzlich die rechtlich zulässigen Lagegrenzen der Pause aufgeführt. Letztere bestimmen sich in Abhängigkeit von der Arbeitszeitdauer ($\overline{AZ}_d$), dem Einsatzbeginnzeitpunkt (t') und der maximalen zusammenhängenden Arbeitszeitdauer ($\overline{AD}^{max}$)[40] wie folgt: die Periode der frühest möglichen Pausenlage ist die Periode, nach der noch $\overline{AD}^{max}$-Perioden gearbeitet werden können: $t = t' + \overline{AZ}_d - \overline{AD}^{max} = t'+16-12=t'+4$. Die Periode der spätest möglichen Pausenlage ist die Periode, die $\overline{AD}^{max}$-Perioden folgt: $t=t'+\overline{AD}^{max}=t'+12$.

---

[39] Dieser begründet eine Anwesenheitsdauer bis zum Ende des Planungszeitraums, so daß für ihn die Forderung „kein Einsatz nach dem Ende der Anwesenheitsdauer" modellimmanent irrelevant ist.

[40] Diese kann sich z.B. aus den gesetzlichen Regelungen ergeben vgl. § 4 S.3 ArbZG „Länger als sechs Stunden hintereinander dürfen Arbeitnehmer nicht ohne Ruhepausen beschäftigt werden". Es sind hier auch andere Regelungen denkbar, sofern sie den Arbeitnehmer günstiger stellen.

Abb. 3: Zusammenhang von Arbeitszeitdauer, Einsatzbeginnzeitpunkt und den gesetzlichen Regelungen zur Pausenlage bei einer gewählten Arbeitszeitdauer von 8 Stunden, einer halbstündigen Pause ($\overline{AZ}_{d'}$=16, $\overline{A}_{d'}$=17) und einem Planungszeitraum von 12 Stunden (T = 24)

t'\t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	u1	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-
2	-	u2	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-
3	-	-	u3	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-	-	-	-
4	-	-	-	u4	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-	-	-
5	-	-	-	-	u5	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-	-
6	-	-	-	-	-	u6	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-	-
7	-	-	-	-	-	-	u7	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	-
8	-	-	-	-	-	-	-	u8	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•

WENN → DANN (8) (Pausenlage)

Legende

• / - = Anwesenheit/keine Anwesenheit, wenn in t' mit dem Einsatz begonnen wird, die Anwesenheitszeit umfaßt die Arbeits- und die Pausenzeit

$u_{t'} \approx u_{rt'}$ = Binärvariable zur Erkennung des ersten Einsatzes einer Arbeitskraft (symbolisiert gleichzeitig Anwesenheit)

( ) = früheste ($t = t' + \overline{AZ}_d - \overline{AD}^{max} = t'+16 -12 = t'+4$) und späteste ($t = t' + \overline{AD}^{max} = t' + 12$) Periode, in der eine Pause liegen kann.

Exemplarisch liest sich Zeile drei wie folgt: **WENN** Arbeitskraft r in Periode t=3 mit ihrem Einsatz beginnt (u_{r3}=1), DANN kann sie in den Perioden t=1 und t=2 wie auch in den Perioden 20 bis 24 nicht für einen Einsatz vorgesehen werden[41]. Zusätzlich muß DANN für diese Arbeitskraft eine einperiodige Pause zwischen der 7. Periode (das ist die Periode, in der frühestens die Pause liegen kann: t=3+16-12=7) und der 15. Periode (das ist die Periode, in der spätestens die Pause liegen muß: t=3+12 =15) eingeplant werden. Das bedeutet, daß in dieser wie in jeder Zeile der Abbildung implizit 9 verschiedene Pausenlagen (t=7,8,....,15) bzw. 9 durch ihre Arbeitszeitdauer und -lage, sowie ihre Pausendauer und -lage eindeutig bestimmte Arbeitszeitmuster erfaßt sind. Für die hier betrachtete Arbeitszeitkategorie, die durch eine 8-stündige Arbeitszeitdauer und eine halbstündige Pause gekennzeichnet ist, enthält Abbildung

41 Vgl. die Erläuterungen zu Abbildung 2.

3 somit 72 eindeutig bestimmte Arbeitszeitmuster[42]. Die Umsetzung der Überlegungen zur Pausengestaltung in das mathematische Modell erfolgt durch Restriktion (8):

Gewährleisten der zulässigen Pausenlage

$$\sum_{t=t'+\overline{AZ}_d-\overline{AD}^{max}}^{t'+\overline{AD}^{max}} PE_{rt}+a_{rd}+u_{rt'} \le 2\cdot\overline{AD}^{max}-\overline{AZ}_d+2$$

$$\forall\, d=1,2,...,D;\ \forall\, r\in \underline{R}_d;\ \forall\, t'\in \underline{T}'_d \quad (8)$$

Auf der linken Seite der Ungleichung werden in der Summation all die Personaleinsatzvariablen erfaßt, die für die betrachtete Arbeitszeitkategorie ($\overline{AZ}_d$) und den betrachteten Beginnzeitpunkt (t') im Lagekorridor der zulässigen Pausen liegen. Dies sind $t'+\overline{AD}^{max}-(t'+\overline{AZ}_d-\overline{AD}^{max})+1=2\cdot\overline{AD}^{max}-\overline{AZ}_d+1$ Personaleinsatzvariablen. Zu diesen werden die beiden Binärvariablen zur Erkennung der Arbeitszeitkategorie (a_{rd}) und des Beginnzeitpunktes ($u_{rt'}$) hinzuaddiert, sie können zusammen maximal den Wert 2 annehmen. Die rechte-Hand-Seite hat - wie in Restriktion (7) - eine beschränkende Wirkung: sie entspricht der Zahl der auf der linken Ungleichungsseite aufsummierten Personaleinsatzvariablen ($2\cdot\overline{AD}^{max}-\overline{AZ}_d+1$) zuzüglich der beiden Binärvariablen (+2) abzüglich des Wertes 1. Die Subtraktion des Wertes 1 ist notwendig, damit bei Vorliegen der betrachteten Arbeitszeitkategorie ($a_{rd}=1$) und des betrachteten Beginnzeitpunktes ($u_{rt'}=1$) mindestens eine der aufsummierten Personaleinsatzvariablen den Wert 0 annehmen muß[43]; diese symbolisiert dann die gewählte Pause. Liegt zwar die betrachtete Arbeitszeitkategorie ($a_{rd}=1$), nicht aber der betrachtete Beginnzeitpunkt ($u_{rt'}=0$), der betrachtete Beginnzeitpunkt ($u_{rt'}=1$) nicht aber die betrachtete Arbeitszeitkategorie ($a_{rd}=0$) oder weder das eine noch das andere vor, so wirkt die Restriktion nicht begrenzend. Die Restriktion ist für alle Arbeitszeitkategorien ($\forall$ d =1,2 ...,D), für alle arbeitszeitkategoriespezifischen Beginnzeitpunkte ($\forall$ t' $\in \underline{T}'_d$) und für alle Arbeitskräfte zu formulieren, die nach der betrachteten Arbeitszeitkategorie prinzipiell eingesetzt werden können ($\forall$ r$\in \underline{R}_d$). Dies stellt der Allquantor sicher. Abschließend sei die Restriktion exemplarisch für die Arbeitszeitkategorie d=4, diese umfaßt eine Arbeitszeitdauer von 16 Perioden, für die Arbeitskraft r=2 und die Beginnzeitpunkte t' = 3 und 6 ausformuliert:

$$t'=3:\ PE_{27}+PE_{28}+PE_{29}+PE_{210}+PE_{211}+PE_{212}+PE_{213}+PE_{214}+PE_{215}+a_{24}+u_{23}\le 10$$

$$t'=6:\ PE_{210}+PE_{211}+PE_{212}+PE_{213}+PE_{214}+PE_{215}+PE_{216}+PE_{217}+PE_{218}+a_{24}+u_{26}\le 10$$

---

[42] Die Zahl 72 ergibt sich aus den 8 Beginnzeitpunkten und den jeweils 9 alternativen Pausenlagen.

[43] Das Zusammenwirken der Restriktionen (2) und (5), (6), (7) bewirkt, daß die Mindestbedingung auch als Höchstgrenze greift.

Im Rahmen der verbalen Beschreibung der zu formulierenden Restriktionen wurde unter dem Punkt „Sicherstellen eines Einsatzes nur während der Anwesenheitsdauer" darauf verwiesen, daß der Einsatzbeginnzeitpunkt einer Arbeitskraft in Abhängigkeit von der gewählten Arbeitszeitdauer zulässig sein muß. Daraus folgt für das mathematische Modell, daß die den Einsatzbeginn erfassende Variable $u_{rt'}$ bezüglich ihres Lageparameters (t') in zweifacher Weise begrenzt werden muß:

- Zum einen muß sichergestellt werden, daß der Einsatz einer Arbeitskraft nicht nach ihrem letztmöglichen Einsatzbeginnzeitpunkt beginnen kann. Der letztmögliche Einsatzbeginnzeitpunkt einer Arbeitskraft ergab sich aus der Länge des Planungszeitraums (T) und der kürzest möglichen Anwesenheitsdauer der Arbeitskraft ($\overline{A}_r^{min}$). Wir stellten diesen Sachverhalt im Allquantor der Restriktion (5) und in der Summationsobergrenze der Restriktion (6) sicher.
- Zum anderen muß sichergestellt werden, daß bei Wahl einer längeren, als der kürzest möglichen Anwesenheitsdauer, ein entsprechend früherer Einsatzbeginnzeitpunkt den letztmöglichen Einsatzbeginn signalisiert. Abbildung 4 verdeutlicht dazu den Zusammenhang zwischen den arbeitskraftspezifisch möglichen ($t' \in \underline{T}_r$) und den arbeitszeitkategoriespezifisch zulässigen ($t' \in \underline{T}_d$) Beginnzeitpunkten.

Abb. 4: Zusammenhang von arbeitskraftspezifisch möglichen Beginnzeitpunkten ($t' \in \underline{T}_r$) und arbeitszeitkategoriespezifisch zulässigen Beginnzeitpunkten ($t' \in \underline{T}_d$) am Bsp. einer Arbeitskraft, die bereit ist, zwischen 7 und 9 Stunden zu arbeiten (r=4, $\underline{D}_4=\{2,3,4,5,6\}$ und einem Planungszeitraum von 12 Stunden (T = 24)

d \ t'	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\overline{A}_d$
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	15 = $\overline{A}_4^{min}$
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	16
4	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	17
5	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	18
6	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	19

Legende:
„x" bedeutet: zulässiger Beginnzeitpunkt für Arbeitszeitkategorie d
„-" bedeutet: unzulässiger Beginnzeitpunkt für Arbeitszeitkategorie d

Die Kopfzeile enthält alle für die im späteren Beispiel betrachteten Arbeitszeitkategorien möglichen Beginnzeitpunkte (t'=1,2,...,11). Die Kopfspalte enthält die Arbeitszeitkategorien nach denen Arbeitskraft r=4 eingesetzt werden kann ($d \in \underline{D}_4$). Die letzte Spalte erfaßt die Anwesenheitsdauer der Arbeitszeitkategorien ($\overline{A}_d$) sowie die arbeitskraftspezifisch kürzeste Anwesenheitsdauer ($\overline{A}_4^{min}$). In den Zeilen 1 - 5 sind die zulässigen Einsatzbeginnzeitpunkte nach den einzelnen Arbeitszeitkategorien

aufgeführt[44]. Zeile 3 liest sich exemplarisch wie folgt: Soll die Arbeitskraft r=4 nach Arbeitszeitkategorie d=4 eingesetzt werden, kann sie in der Perioden t'=1,2,...,8 mit ihrem Einsatz beginnen, nicht aber in den Perioden t'=9,10 oder 11. Spaltenweise gelesen ergibt sich z.B. für Spalte 8 folgende Aussage: Soll Arbeitskraft r=4 in Periode t'=8 mit ihrem Einsatz beginnen, kann sie zwar nach Arbeitszeitkategorie d=2,3 und 4, nicht aber nach Arbeitszeitkategorie d=5 und 6 eingesetzt werden. Diese Aussagen sind im bisherigen Modell nicht erfaßt; in den einschlägigen Restriktionen (5) und (6) wird lediglich gewährleistet, daß die Arbeitskraft nicht nach ihrem letztmöglichen Einsatzbeginn erstmals eingesetzt wird (temporale Obergrenzen der Restriktionen (5) und (6): $T-\overline{A}_r^{min}+1$, hier 24-15+1=10). Folglich ist in einer letzten Restriktion sicherzustellen, daß eine Arbeitskraft nur zu den Perioden mit ihrem Einsatz beginnen kann, die mit der gewählten Arbeitszeitkategorie kompatibel sind.

Ausschluß unzulässiger Beginnzeitpunkte in Abhängigkeit der gewählten Arbeitszeitkategorie

$$\sum_{t'=T-\overline{A}_d+2}^{T-\overline{A}_r^{min}+1} u_{rt'} + \left(\overline{A}_d - \overline{A}_r^{min}\right)\cdot a_{rd} \leq \overline{A}_d - \overline{A}_r^{min}$$

$$\forall\, d = 2, 3, ..., D;\ \forall\, r \in \underline{R}_d \qquad (9)$$

Der Aufbau von Restriktion (9) ähnelt dem der Restriktionen (7) und (8). Wieder stehen auf der linken Ungleichungsseite alle entscheidungsrelevante Variablen. Dies sind die binäre Hilfsvariable a_{rd}, mit Hilfe derer die gewählte Arbeitszeitkategorie erkannt wird sowie alle, von der gewählten Arbeitszeitkategorie abhängigen, arbeitskraftspezifisch möglichen Beginnzeitpunkte, die *nach* dem letztmöglichen Beginnzeitpunkt der gewählten Arbeitszeitkategorie liegen ($u_{rt'}$, Summation über $t'=T-\overline{A}_d+2, T-\overline{A}_d+3, ..., T-\overline{A}_r^{min}+1$)[45]. Die Summation erfaßt $T-\overline{A}_r^{min}+1-(T-\overline{A}_d+2)+1=\overline{A}_d-\overline{A}_r^{min}$ $u_{rt'}$-Variablen zu denen wir die mit $(\overline{A}_d-\overline{A}_r^{min})$ multiplizierte[46] Hilfsvariable zu Erkennung der Arbeitszeitkategorie addieren. Im Zusammenhang mit Restriktion

---

[44] Arbeitszeitkategorie d=1 ist nicht aufgelistet, da die betrachtete Arbeitskraft r=4 nicht nach dieser eingesetzt werden kann. Folglich enthält die Spalte, die den Einsatzbeginnzeitpunkt t'=11 symbolisiert für die hier betrachtete Arbeitskraft nur unzulässige Beginnzeitpunkte („-").

[45] Der letztmögliche Beginnzeitpunkt der gewählten Arbeitszeitkategorie ist $t' = T-\overline{A}_d+1$, der letztmögliche Beginnzeitpunkt der betrachteten Arbeitskraft ist $T-\overline{A}_r^{min}+1$.

[46] $\overline{A}_d-\overline{A}_r^{min}$ erfaßt die Zahl der arbeitskraftspezifisch möglichen Beginnzeitpunkte, die nach dem letztmöglichen Beginnzeitpunkt der gewählten Arbeitszeitkategorie liegen.

(6)[47] kann die linke Ungleichungsseite maximal den Wert $\overline{A}_d - \overline{A}_r^{min} + 1$ annehmen[48], was die Begrenzung der rechten Ungleichungsseite auf den Wert $\overline{A}_d - \overline{A}_r^{min}$ verhindert. Damit ist sichergestellt, daß bei Vorliegen der betrachteten Arbeitszeitkategorie d ($a_{rd}=1$, $(\overline{A}_d - \overline{A}_r^{min}) \cdot a_{rd} = \overline{A}_d - \overline{A}_r^{min}$) alle arbeitskraftspezifisch möglichen Beginnzeitpunkte, die nach dem letztmöglichen Beginnzeitpunkt der gewählten Arbeitszeitkategorie liegen, den Wert 0 annehmen müssen. Die Restriktion ist für alle Arbeitszeitkategorien, außer für die mit der kürzesten Arbeitszeitdauer[49] ($\forall$ d=2,3, ...,D) und für alle Arbeitskräfte, die nach den einzelnen Arbeitszeitkategorien eingesetzt werden können ($\forall$ $r \in \underline{R}_d$) zu formulieren. Sie sei exemplarisch für die Arbeitszeitkategorien d=3,4 und für Arbeitskraft r=2 ausformuliert[50]:

$$d=3: \quad (16\text{-}14) \cdot a_{23} + u_{210} + u_{211} \leq (16\text{-}14) \quad \Rightarrow \quad 2 \cdot a_{23} + u_{210} + u_{211} \leq 2$$

$$d=4: \quad (17\text{-}14) \cdot a_{24} + u_{29} + u_{210} + u_{211} \leq (17\text{-}14) \quad \Rightarrow \quad 3 \cdot a_{24} + u_{29} + u_{210} + u_{211} \leq 3$$

Wenn für Arbeitskraft r=2 Arbeitszeitkategorie d=4 gewählt wird ($a_{24}=1$), dann kann r=2 nicht in t' =9, 10 oder 11 mit ihrem Einsatz beginnen ($u_{29}=0$, $u_{210}=0$, $u_{211}=0$). Der letzte zulässige Beginnzeitpunkt für Arbeitszeitkategorie d=4 ist t'=8 (vgl. Abb. 4). Der prinzipiell letztmögliche Beginnzeitpunkt wäre für Arbeitskraft r=2 dagegen t'=10, dann kann die Arbeitskraft allerdings nur für die Dauer von Arbeitszeitkategorie d=2 eingesetzt werden.

Abschließend sind für die Entscheidungsvariablen die Nichtnegativitäts- bzw. Integerbedingungen zu formulieren.

Nichtnegativitäts-/Integerbedingung

$$PE_{rt},\ u_{rt'},\ a_{rd} \in \{0,1\} \qquad \forall \text{ rel. } r, t, t', d$$

$$PAO_t \geq 0 \qquad \forall\ t = 1, 2, ..., T$$

---

47 Restriktion 6 erzwingt genau einen Beginnzeitpunkt je Arbeitskraft. Folglich begrenzt sie die Ausprägungen aller binären Hilfsvariablen zur Erkennung des Einsatzbeginns einer Arbeitskraft auf den Wert 1.

48 Dies hieße, daß bei Wahl der Arbeitszeitkategorie d eine nach dem letzten zulässigen Beginnzeitpunkt liegende $u_{rt'}$-Variable den Wert 1 annehmen kann.

49 Diese kann zu jedem prinzipiell möglichen Beginnzeitpunkt beginnen.

50 Vgl. zum besseren Verständnis noch einmal Abb. 4.

6. Anwendungsfall: Personaleinsatzplanung in einem Kaufhaus unter Beachtung der Neuregelungen des Ladenschlußgesetzes

Zur Demonstration der Wirkungsweise des Modells sei folgender Anwendungsfall konstruiert: Betrachtet wird ein Kaufhaus, welches die neuen Regelungen des Ladenschlußgesetzes[51] umsetzen will. Dazu sieht das Kaufhaus Öffnungszeiten von 9.00 bis 20.00 Uhr vor; aufgrund von erforderlichen Vor- und Nachbereitungsarbeiten ergibt sich eine Betriebszeit von 8.30 bis 20.30 Uhr. Für diesen Zeitraum ist (für eine ausgewählte Abteilung) ein Einsatzplan zu generieren; der Planungszeitraum umfaßt unter der bestehenden Annahme halbstündiger Planungsabschnitte 24 Perioden. Tab. 1 zeigt den gegebenen Personalbedarf für diesen Zeitraum, die angegebenen Uhrzeiten in der ersten Kopfspalte markieren den Beginn der ungeraden Perioden.

Tab. 1.: Personalbedarf je Periode

	8.30		9.30		10.30		11.30		12.30		13.30		14.30		15.30		16.30		17.30		18.30		19.30	
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PB	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	2	1

Dem Kaufhaus stehen (in dieser Abteilung) fünf Arbeitskräfte zur Verfügung. Sie unterscheiden sich für die hier betrachtete Fragestellung nur in der von ihnen zur Verfügung gestellten Arbeitszeitdauer sowie ihren Arbeitszeitpräferenzen. Tab. 2 zeigt die Bandbreiten der arbeitskraftspezifischen Arbeitszeitdauern: $\overline{AZ}_r^{min}$ symbolisiert die minimale, $\overline{AZ}_r^{max}$ die maximale Arbeitszeitdauer, für die eine Arbeitskraft eingesetzt werden kann. Die Werte in den Klammern drücken die Arbeitszeitdauern in Perioden aus.

Tab. 2 Bandbreiten der arbeitskraftspezifischen Arbeitszeitdauern

r	1	2	3	4	5
$\overline{AZ}_r^{min}$	6,5 Std. (13)	6,5 Std. (13)	7 Std. (14)	7 Std. (14)	8 Std. (16)
$\overline{AZ}_r^{max}$	7 Std. (14)	9 Std. (18)	8 Std. (16)	9 Std. (18)	9 Std. (18)

[51] §3 (1) LadschlG „Verkaufstellen müssen zu folgenden Zeiten für den geschäftlichen Verkehr mit Kunden geschlossen sein: ... 2. montags bis freitags bis 6 Uhr und ab 20 Uhr, ...". Die Intention des Gesetzgebers ist, „durch eine Erweiterung der Öffnungszeiten am Abend ... (den) Spielraum des Einzelhandels für eine zeitgemäße und bedarfsorientierte Öffnung der Läden ...(zu erweitern) und den Verbrauchern die Möglichkeit ... (zu geben), besser als bisher Arbeits- und Einkaufszeiten miteinander zu koordinieren." Vgl. Deutscher Bundestag und Bundesrat (1996), hier S. 1.

Aufgrund der Angaben aus Tabelle 2 ergeben sich folgende, die Arbeitszeitkategorien betreffenden, planungsrelevanten Daten: es sind 6 Arbeitszeitkategorien zu bilden (d=1,2,...,6), deren Dauer in halbstündigen Schritten zwischen 6,5 Stunden (13 Perioden) für die (generell) kürzeste Arbeitszeitdauer ($\overline{AZ} = \overline{AZ}^{min}$) und 9 Stunden (18 Perioden) für die (generell) längste Arbeitszeitdauer ($\overline{AZ}_6 = \overline{AZ}^{max}$) liegt. Aus der Länge des Planungszeitraums (T=24) und der maximal zulässigen zusammenhängenden Arbeitszeitdauer ($\overline{AD}^{max}=12$) ergeben sich die in Tabelle 3 aufgeführten möglichen Einsatzbeginnzeitpunkte je Arbeitszeitkategorie[52]. Diese sind zum besseren Verständnis sowohl in Uhrzeiten als auch in Perioden angegeben. In der letzten Spalte der Tabelle ist die Menge der Arbeitskräfte aufgeführt, die nach der betrachteten Arbeitszeitkategorie eingesetzt werden können (R_d).

Tab. 3: Angaben zu den betrachteten Arbeitszeitkategorien

Angaben in Stunden und Uhrzeiten			Angaben in Perioden			R_d
d	Dauer	mögliche Beginnzeiten	AZ_d	A_d	Beginnzeitpunkte	
1	6,5	8.30, 9.00, 9.30, ... , 13.30	13	14	1, 2, ... , 11	1, 2
2	7	8.30, 9.00, 9.30, ... , 13.00	14	15	1, 2, ... , 10	1, 2, 3, 4
3	7,5	8.30, 9.00, 9.30, ... , 12.30	15	16	1, 2, ... , 9	2, 3, 4
4	8	8.30, 9.00, 9.30, ... , 12.00	16	17	1, 2, ... , 8	2, 3, 4, 5
5	8,5	8.30, 9.00, 9.30, ... , 11.30	17	18	1, 2, ... , 7	2, 4, 5
6	9	8.30, 9.00, 9.30, ... , 11.00	18	19	1, 2, ... , 6	2, 4, 5

Exemplarisch liest sich die Zeile der Arbeitszeitkategorie d=4 wie folgt: Die Dauer der Arbeitszeitkategorie umfaßt 8 Stunden, Arbeitskräfte, die nach d=4 eingesetzt werden, können um 8.30, 9.00, 9.30, 10.00, 10.30, 11.00, 11.30 oder 12.00 Uhr beginnen. In Perioden ausgedrückt bedeutet dies: Die Arbeitszeitdauer umfaßt 16, die Anwesenheitsdauer 17 Perioden, die möglichen Beginnzeitpunkte sind die Perioden t=1,2,3,4,5, 6,7 und 8. Es können die Arbeitskräfte r=2,3,4 und 5 nach dieser Arbeitszeitkategorie eingesetzt werden.

Für die Präferenzen der Arbeitskräfte bezüglich der Dauer ihrer täglichen Arbeitszeit gilt: Die Arbeitskräfte r=1,3 und 5 möchten in dem betrachteten Planungszeitraum „lieber kürzer", die Arbeitskräfte r=2 und 4 „lieber länger" arbeiten. Diese Angaben sollen in Tabelle 4 mit den Werten „-1" für die Aussage „lieber kürzer" und „+1" für die Aussagen „lieber länger" mit den arbeitskraftspezifisch möglichen Arbeitszeitka-

---

52 Vgl. zu deren Bestimmung die Ausführungen in 5. Formulierung des mathematischen Modells Abb. 2.

tegorien verbunden werden.[53] Die Belegung einer Zellen mit „-" bedeutet, daß die Arbeitskraft nicht nach der entsprechenden Arbeitszeitkategorie eingesetzt werden kann. Die Begrenzung der Personalüberausstattung sei mit dem Wert 4 angenommen ($\overline{PAO}^{max} = 4$).

Tab. 4: Präferenzen der Arbeitskräfte für die Arbeitszeitkategorien (Ω_r^d)

d \ r	1	2	3	4	5
1	+1	-1	-	-	-
2	-1	-1	+1	-1	-
3	-	-1	-1	-1	-
4	-	+1	-1	+1	+1
5	-	+1	-	+1	-1
6	-	+1	-	+1	-1

Die Berechnung des Modells mit den dargelegten Daten ergibt den in Abbildung 5 gezeigten Einsatzplan. In den ersten beiden Kopfzeilen sind die Abschnitte des Planungszeitraums sowohl anhand ihrer Uhrzeit[54] als auch anhand ihrer Periodennummerierung erfaßt; die dritte Kopfzeile weist den Personalbedarf aus. Die folgenden fünf Zeilen zeigen den Einsatzplan für die fünf Arbeitskräfte: „-" symbolisiert „kein Einsatz im Leistungsprozeß" (aufgrund fehlender Anwesenheit oder einer Pause), „x" symbolisiert „Einsatz im Leistungsprozeß". Die Schraffur erfaßt zeilenweise die vom Modell generierten Arbeitszeitmuster, determiniert durch die endogen ermittelte Dauer und Lage der Arbeitszeit sowie die endogen entschiedene Lage der chronometrisch bestimmten Pause. Es zeigt sich hier, daß keine Arbeitskraft mehr als 6 zusammenhängende Stunden (= 12 Perioden) für einen Einsatz vorgesehen ist. Die letzte Spalte weist - als Prüfgröße - die in Perioden gemessene Arbeitszeitdauer der der Arbeitskraft zugewiesenen Arbeitszeitkategorie aus. Die letzte Zeile dokumentiert die Personalüberausstattung in den Perioden t = 8, 13 und 14; in Summe beträgt sie 3.

---

53 Die Präferenzaussagen sind „Tendenzaussagen". Die Zuordnung der Präferenzwerte „+1" und „-1" zu den Aussagen „lieber länger" oder „lieber kürzer" erfolgt in Relation zu den Angaben der Arbeitskraft bezüglich der Arbeitszeitdauern, nach denen sie grundsätzlich zu arbeiten bereit sind. Liegt eine ungerade Anzahl arbeitskraftspezifisch möglicher Arbeitszeitkategorien vor, ist die Bewertung der mittleren Dauer strittig.

54 Die angegebene Uhrzeit bezieht sich auf den Anfang jeder ungerade nummerierten Periode.

Abb. 5: Einsatzplan mit optimierten Arbeitszeitmustern für den Fall offener Arbeitszeitdauern mit der Erfordernis einer Pause

	8.30		9.30		10.30		11.30		12.30		13.30		14.30		15.30		16.30		17.30		18.30		19.30		A
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Z
PB	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	2	1	
r1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13
r2	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	16
r3	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
r4	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	16
r5	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	16
AO								1					1	1											

AO = Personalüberausstattung

7. Resümee und Ausblick

In dem hier vorgestellten Modell der linearen Optimierung konnten für den Fall des „shift-scheduling" allein aus der Vorgabe alternativer Arbeitszeitdauern und der Annahme einer einheitlichen Pausendauer in der Modellösung vollständig bestimmte Arbeitszeitmuster generiert und damit für die Arbeitskräfte vollständige Einsatzpläne ausgewiesen werden. Die Variablenzahl des Modells betrug für das betrachtete Beispiel 213 (diese setzen sich wie folgt zusammen: Anzahl a_{rd}-Variablen $= \sum_{d=1}^{D} \#\underline{R}_d$[55], hier 19, Anzahl PE_{rt}-Variablen $= \#\underline{T} \cdot \#\underline{R}$, hier 120, Anzahl PAO_t-Variablen $= \#\underline{T}$, hier 24, Anzahl u_{rt}-Variablen $= \sum_{r=1}^{R} \#\left(\underline{T} - \overline{A}_r^{min} + 1\right)$, hier 50). Von diesen 213 Variablen waren 189 binärer und 24 ganzzahliger Art. Die Anzahl der Restriktionen (ohne die Nichtnegativitäts-/Integerbedingung) belief sich auf 406 (Anzahl Restriktionen $= \#\underline{T}+1+3\cdot\#\underline{R}+ \sum_{r=1}^{R} \#\left(\underline{T} - \overline{A}_r^{min} + 1\right)+ \sum_{d=1}^{D} \left(\#\underline{R}_d \cdot \left(\#\underline{T}'_d - 1\right)\right)+ \sum_{d=1}^{D} \left(\#\underline{R}_d \cdot \#\underline{T}'_d\right)+ \sum_{d=2}^{D} \#\underline{R}_d$). Durch die implizite Modellierung konnten 503 Arbeitszeitmuster erfaßt werden. Diese Zahl ergibt sich aus der Summe aller arbeitszeitkategoriespezifischen, mit der Zahl möglicher Pausen multiplizierten Beginnzeitpunkte (12·11 + 11·10 + 10·9 + 9·8 + 8·7 + 7·6 = 503). Durch die explizite Erfassung des periodenabhängigen Personaleinsatzes wurde in dem von uns entwickelten Modell - anders als in den uns bekannten Modellen der impliziten Modellierung von Arbeitszeitmustern[56] - keine ei-

---

[55] # .= Mächtigkeit.

[56] Vgl. Bechtold, Stephen E./Jacobs, Larry W. (1990); Gaballa, Adel/Pearce, Wayne (1979); Aykin, Turgut (1996); Thompson, Gary M. (1995).

genständige Pausenvariable benötigt. Die explizite Erfassung des periodenabhängigen Personaleinsatzes ermöglicht zudem z.B. die Abbildung wechselnder Einsatzorte oder Tätigkeiten[57] einer Arbeitskraft innerhalb eines Arbeitszeitmusters. Es wird Aufgabe der weiteren Forschungsarbeiten sein, den Einfluß der Höhe der Begrenzung der Personalüberausstattungen sowie die Wirkung alternativer Zielfunktionen zu prüfen. Wäre - mit den gleichen Anforderungen an die arbeitszeitliche Flexibilität - für die Daten des betrachteten Anwendungsfalls ein Modell mit Hilfe des „set-covering" formuliert worden, hätte dieses einen Umfang von 1556 Binär-Variablen ($PA_{rs} = 1$, wenn Arbeitskraft r nach Arbeitszeitmuster s eingesetzt wird, 0 sonst), 24 ganzzahligen Variablen (Variablen der Personalüberausstattung) sowie 30 Restriktionen (ohne Berücksichtigung der Nichtnegativitäts- und Integer-Bedingungen)[58]. Die zu erfassenden Arbeitszeitmuster müßten ex ante komplett generiert werden. Eine Erweiterung um wechselnde Einsatzorte oder Tätigkeiten innerhalb der Arbeitszeitmuster würde den Umfang eines „set-covering"-Modells aufgrund der kombinatorischen Zusammenhänge vor allem in der Variablenzahl weiter stark anwachsen lassen. Der Einfluß der Variablen- und Restriktionenzahl auf den Rechenaufwand wäre zu prüfen.

Literatur

Aykin, Turgut (1996): Optimal Shift Scheduling with Multiple Break Windows. in: Management Science, Vol. 42, No., April 1996, pp. 591 - 602.

Bailey, James/Field, John (1985): Personnel Scheduling with Flexshift Models, in: Journal of Operations Management, Vol.5 , No. 3, pp. 327 - 338.

Bartholdi, J.J. (1981): A guaranteed-accuracy round-off agorithm for cyclic scheduling and set covering, in: Operations Research, Vol. 29, S. 501 - 510.

Bechthold, St.E./Brusco, M.J. (1994): Working set generation methods for labor tour scheduling, in: European Journal of Operational Research, Vol. 74, S. 540 - 551.

Bechtold, Stephen E./Jacobs, Larry W. (1990).: Implicit Modeling of Flexible Break Assignments in Optimal Shift Scheduling; in: Management Science, Vol. 36, No. 11., S. 1339 - 1350.

---

57 In der Literatur unter den Begriffen der Bereitstellungs- und Verwendungsmehrdeutigkeit bekannt. Vgl. Kossbiel, Hugo (1974) und weitere Artikel desselben. Inhaltlich vom gleichen Autor bereits 1971 thematisiert (Kossbiel, Hugo (1971)). Schichtplanungsmodelle, welche unterschiedlich qualifizierte Arbeitskräfte berücksichtigen, wurden z.B. von Loucks, J.S./Jacobs, F.R. (1991) und Emmons, Hamilton/Burns, Richard N. (1991) entwickelt. Beide Autorenpaare wählen jedoch heuristische statt optimierende Lösungsansätze. Vgl. bzgl. eines optimierenden Ansatzes zur Schichtplanung unter Berücksichtigung mehrfachqualifizierter Arbeitskräfte Kossbiel, Hugo (1992). Kossbiel bedient sich dabei der Abbildungsmethode des „set-covering".

58 24 Restriktionen der Abstimmung Personalbedarf und Personalausstattung, 5 Restriktionen zur Gewährleistung (nur) eines Arbeitszeitmusters pro Arbeitskraft und 1 Restriktion zur Begrenzung der Personalüberausstattung.

Bellgardt, P. (1990): Ansatzmöglichkeiten des Arbeits- und Betriebszeitmanagements, in: Ackermann, Karl-Friedrich/Hofmann, Mathias (Hrsg): Innovatives Arbeitszeit- und Betriebszeitmanagement, Frankfurt/New York, S. 85 - 104.

Blauner, Robert (1964): Alienation and Freedom. The Factory Worker and His Industry, Chicago/ London.

Dantzig, George B. (1954): A Comment on Edie's „Traffic Delays at Tool Booths", in: Journal of the Operations Research Society of America, Vol. 2 (1954), No 3, pp 339 - 341.

Deutscher Bundestag und Bundesrat (Hrsg.) (1993): Verhandlungen des Deutschen Bundestages, 12. Wahlperiode, Drucksachen, Band 480, Bonn, Drucksache 12/5888 (Entwurf eines Gesetzes zur Vereinheitlichung und Flexibilisierung des Arbeitszeitrechts), S. 1 - 56.

Deutscher Bundestag und Bundesrat (Hrsg.) (1996): Verhandlungen des Deutschen Bundestages, 13. Wahlperiode, Drucksachen, Band 559, Bonn, Drucksache 13/4975 (Beschlußempfehlung und Bericht des Ausschusses für Arbeit und Sozialordnung (11. Ausschuß), Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Ladenschlußgesetzes), S. 1 - 17

Emmons, Hamilton / Burns, Richard N. (1991): Off-day scheduling with hierarchical worker categories, in: Operations Research, Vol. 39, No. 3, pp. 484 - 495.

Ergenzinger, Rudolf (1993): Arbeitszeitflexibilisierung - Konsequenzen für das Management, Bern/ Stuttgart/Wien.

Gaballa, Adel/Pearce, Wayne (1979): Telephone Sales Manpower Planning at Qantas, in: Interfaces, Vol. 9, No 3, pp. 1 - 9.

Glaubrecht, Helmut/Wagner, Dieter/Zander, Ernst (1985) (Hrsg): Arbeitszeit im Wandel (Neue Formen der Arbeitszeitgestaltung), 2. Aufl., Freiburg.

Jarrah, Ahmad I.Z./Bard, Jonathan F./de Silva, A Anura H. (1994): Solving large-scale tour scheduling problems, in: Management Science, Vol. 40, pp. 1124 - 1144.

Keith, Elbridge Gerry (1979): Operator scheduling, in: AIIE Transaction, Vol. 11, No. 1, pp. 37 - 41.

Kossbiel, Hugo (1971): Die Behandlung mehrfach qualifizierter Arbeitskräfte bei der Personalplanung, in: ZfB, 41. Jg., S. 167 - 184.

Kossbiel, Hugo (1974): Probleme und Instrumente der betrieblichen Personalplanung, in: Personalplanung, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 20, hrsg. v. H. Jacob, Wiesbaden.

Kossbiel, Hugo (1992): Personalbereitstellungsplanung bei Arbeitszeitflexibilisierung, in: ZfB, 62.Jg., Heft 2, S. 175 - 198.

Linnenkohl, Karl (1985): Begriff und Bedeutung der „Arbeitszeitflexibilisierung" in: Betriebs-Berater, Heft 29, S. 1920 - 1924.

Linnenkohl, Karl u.a. (1992): Arbeitszeitflexibilisierung - 140 Unternehmen und ihre Modelle, 2. Aufl., Heidelberg.

Linnenkohl, Karl (1995): Entscheidungsrahmen für flexible und individuelle Arbeitszeiten, in: Wagner, Dieter (Hrsg): Arbeitszeitmodelle, Göttingen, S. 33 - 48.

Loucks, J.S./Jacobs, F.R. (1991): Tour scheduling and task assignment of a heterogenous work force: a heuristic approach, in: Decision Sciences, Vol. 22, pp. 719 - 738.

Love, R.R.Jr./Hoey, J.M. (1990): Management science improves fast-food operations, in: Interfaces, Vol. 20, No. 2, S. 21 - 29.

March, James G./Simon, Herbert A. (1976): Organisation und Individuum, Menschliches Verhalten in Organisationen, Wiesbaden.

Marr, Rainer (1993) (Hrsg.): Arbeitszeitmanagemant: Grundlagen und Perspektiven der Gestaltung flexibler Arbeitszeitsysteme, 2. Aufl. Berlin.

Morris, James G./Showalter, Michael J. (1983): Simple Approaches to Shift, Days-off and Tour Scheduling Problems, in: Management Science, Vol 29, No 8, pp. 942 - 950.

Müller-Seitz, Peter (1996): Erfolgsfaktor Arbeitszeit. Optimale Arbeitszeitsysteme aus betriebswirtschaftlich-arbeitswissenschaftlicher Sicht, München.

Schneeweiß, Christoph (1995): Lernaspekte eines Decision Support Systems zur Arbeitszeitgestaltung, in: ZfB Ergänzungsheft 3/1995, Lernende Unternehmen, Schriftl. Horst Albach, Horst Wildemann, Wiesbaden 1995, S. 79 - 91.

Schneeweiß, Christoph/Loinjak, Sinsa/Müller, Georg (1996): Festlegung einer Jahresarbeitszeitverteilung durch Optimierung von Schichtplänen, in: ORSpektrum, 18, S. 15 - 27.

Teriet, Bernhard (1976): Neue Strukturen der Arbeitszeitverteilung - Möglichkeiten, Voraussetzungen und Konsequenzen, Göttingen.

Thompson, Gary M. (1992): Improving the Utilization of Front-Line Service Delivery System Personnel, in: Decision Sciences, Vol. 23, pp. 1072 - 1098.

Thompson, Gary M. (1995): Improved implicit optimal modeling of the labor shift scheduling problem; in: Management Science, Vol. 41, Iss. 4, pp. 595-607.

Wagner, Dieter (1995) (Hrsg.): Arbeitszeitmodelle. Göttingen.

Zmarzlik, Johannes/Anzinger, Rudolf (1995): Kommentar zum Arbeitszeitgesetz, Heidelberg.

Markus Pauly

Simulationsgestützte Personalmengenplanung am Beispiel der Ressource Crew einer Luftverkehrsgesellschaft

Die Ressource „Crew" ist einer der Hauptproduktionsfaktoren von Luftverkehrsgesellschaften und bindet einen hohen Anteil der Gesamtkosten. Die quantitative Personalplanung für das fliegende Personal einer Luftverkehrsgesellschaft umfaßt i.d.R. die Bereiche Personalmengenplanung, Personaleinsatzplanung und Personaleinsatzsteuerung. Aufgrund einer Vielzahl von zu berücksichtigenden Faktoren – zu nennen sind individuelle persönliche Restriktionen, Restriktionen zur Gewährleistung der Flugsicherheit und tarifvertragliche Regeln – stellt sich dieser Planungs- und Steuerungsprozeß als äußerst komplex dar. Darüber hinaus ist er durch eine Vielzahl von Rückkopplungen gekennzeichnet. Für eine Analyse und Verbesserung der Planungsergebnisse eignet sich die Methode der Simulation, da hier eine Gefährdung der Stabilität des Produktionsprozesses vermieden und eine Analyse überhaupt erst ermöglicht wird. Mit der Abbildung der realen Planungs- und Steuerungsprozesse in einem Simulationsmodell wird zunächst die Zielsetzung verfolgt, Verbesserungspotentiale in der kurzfristigen Personaleinsatzplanung und -steuerung aufzuzeigen. Ausgehend hiervon werden Planungsalternativen mit veränderten Rahmenbedingungen und Planungsvorgaben analysiert. Der Beitrag behandelt einige ausgewählte Beispiele zur Anwendung des Simulationsmodells. So werden die durchgeführten Simulationsstudien zur Dimensionierung von Reservemengen, zur Verplanbarkeit von Arbeitspaketstrukturen, zur Personalproduktivität und zur Planungsqualität vorgestellt.

1 Einleitung

Die Kernleistung einer Luftverkehrsgesellschaft ist die Erstellung einer Transportleistung von Personen oder Fracht. 1995 wurden im Mittel von Delta Airlines 2609, von American Airlines 2260, von der Deutschen Lufthansa (im folgenden DLH genannt) 1256 und von British Airways 818 Flüge pro Tag durchgeführt.[1] Bezogen auf den Transport von Personen wurden von DLH im Durchschnitt ca. 24 Mio Sitzkilometer pro Tag angeboten und ca. 17 Mio Sitzkilometer nachgefragt. Dies ergibt einen sogenannten „Sitzladefaktor" von ca. 70%. [2]

Für den Anbieter einer Transport(dienst)leistung ist die Vorhaltung einer Leistungsbereitschaft durch die Vorkombination interner Ressourcen erforderlich. Durch den Einsatz der Leistungsbereitschaft (sowie weiterer Produktionsfaktoren) und die Kombination mit einem externen Faktor (dem Nachfrager) wird die Transportleitung, und somit das Dienstleistungsprodukt erstellt.[3] Die vorgehaltene Leistungsbereitschaft ist so genau wie möglich auf die Nachfrageerwartungen auszurichten, da ungenutzte Leistungsbereitschaft zu Leerkosten und zu geringe Leistungsbereitschaft zu Ertragsausfällen führen.[4] Die bedarfsorientierte Vorkombination und die konkrete Nachfrage determinieren somit den möglichen Umfang und die zeitliche Verteilung der Erstellung von Transportleistungen.[5]

Der Bereitstellungsplanung der benötigten Ressourcen zur Erstellung der Leistungsbereitschaft kommt somit eine zentrale Rolle zu. Die notwendigen Ressourcen zur Durchführung von Transportdienstleistungen sind im wesentlichen

- Flugzeuge (aircraft),
- Flugbenzin (fuel),
- Flugzeugbesatzung (crew),
- Start und Landerechte sowie
- Abfertigungslogistik.

Betrachtet man die Struktur der direkten Produktionskosten der IATA-Airlines, so stehen die Kosten der Crew mit einem Anteil von ca. 20% an zweiter Stelle der ein-

---

1 vgl. Deutsche Lufthansa Aktiengesellschaft (Hrsg.): Weltluftverkehr und Konkurrenz, Ausgabe 1996, S. 91, eigene Berechnungen

2 vgl. Deutsche Lufthansa Aktiengesellschaft (Hrsg.): Weltluftverkehr und Konkurrenz, a.a.O., S. 89, eigene Berechnungen

3 Potentialorientierter und prozeßorientierter Dienstleistungsbegriff nach Corsten, vgl. Corsten: Betriebswirtschaftslehre der Dienstleistungsunternehmungen, 2. Auflage, München 1990, S. 17-18

4 vgl. Maleri: Grundlagen der Dienstleistungsproduktion, 3. Aufl., Berlin, Heidelberg 1994, S. 187

5 vgl Isermann: Logistik im Unternehmen - eine Einführung, in: Isermann (Hrsg.): Logistik, Landsberg Lech, 1994, S. 21 - 43, hier S. 33

gesetzten Ressourcen direkt nach dem Flugbenzin.[6] Die Bereitstellungsplanung der Ressource Crew gehört somit zu den kritischen Erfolgsfaktoren von Luftverkehrsgesellschaften.

Nach einer Definition und Abgrenzung der Planungsprozesse von Luftverkehrsgesellschaften wird ein Simulationsmodell und dessen Anwendungsmöglichkeiten zur Bereitstellungsplanung der Ressource Crew vorgestellt.

2 Die Hauptplanungsprozesse von Luftverkehrsgesellschaften

Aufgabe der Hauptplanungsprozesse einer Luftverkehrsgesellschaft ist die zielgerichtete Planung und Bereitstellung eines Leistungsumfanges an Luftverkehrsdienstleistungen für einen bestimmten Planungszeitraum.[7]

Die Planungsinhalte lassen sich grundsätzlich in die Bereiche Programmplanung und die Bereitstellungsplanung unterteilen.

2.1 Programmplanung

Die Programmplanung umfaßt die Festlegung des notwendigen Primärbedarfs an zu produzierenden Dienstleistungen für einen abgegrenzten Zeitraum und eine bestimmte Lokalität.[8] Die Programmplanung legt somit den geplanten Umfang an Leistungsbereitschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt fest und muß sich daher an der prognostizierten Nachfrage orientieren. Die Hauptaufgaben der Programmplanung sind die möglichst realitätsnahe Prognose der Absatzchancen der Transportleistungen und die Gestaltung möglichst attraktiver Transportleistungsprodukte durch attraktive Verbindungsnetze.[9]

2.2 Bereitstellungsplanung

Die Bereitstellungsplanung stellt den durch die Programmplanung veranlaßten, mehrstufigen Planungsprozeß für die zielgerichtete Kapazitierung und Terminierung der benötigten Ressourcen zur Abdeckung des Primärbedarfs dar.

Die Bereitstellungsplanung unterteilt sich in die Planungsstufen Bedarfsplanung, Ablaufterminierung und Kapazitätszuordnung, worauf sich der Dispositionsprozeß der Produktionssteuerung anschließt (vgl. Abb. 1).

---

6 Stand 1990, vgl. Suhl: Computer-Aided Scheduling, Wiesbaden 1995, S. 5

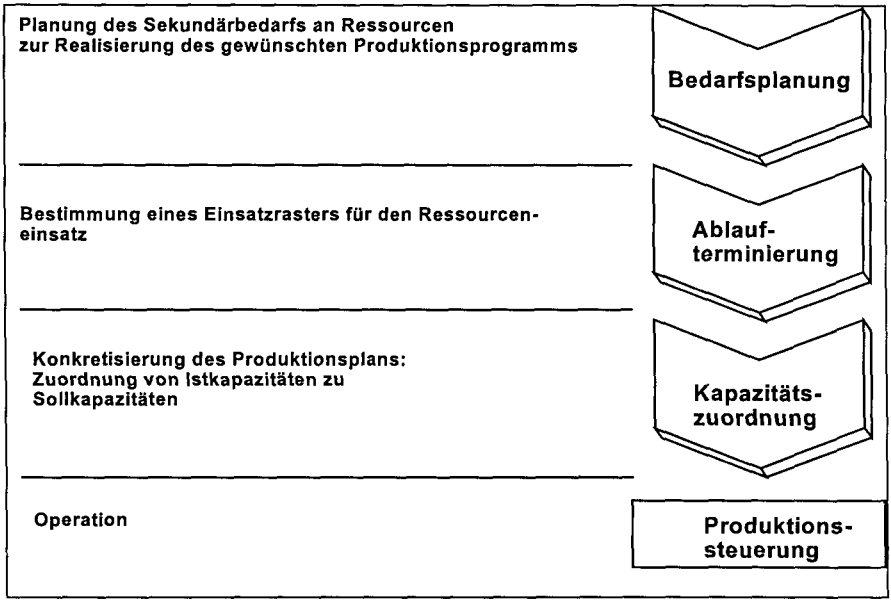
7 vgl. Brauer: Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs, 3. Teil, Leistungserstellung der Verkehrsbetriebe, Berlin 1983, S. 11

8 vgl. Maleri: Grundlagen der Dienstleistungsproduktion, a.a.O., S. 187

9 vgl. Suhl: Computer-Aided Scheduling, a.a.O., S. 13-18

Die Hauptaufgabe der Bedarfsplanung ist die Festlegung des Sekundärbedarfes an erforderlichen Produktionsfaktoren, wobei der Planungshorizont je nach Ressourcenart erheblich divergieren kann. Aufbauend auf dieser Mengenstruktur erfolgt die Bestimmung eines Einsatzrasters der Ressourcen in der Ablaufterminierung. Dieses Raster ist abhängig von der zeitlichen Lage und dem Umfang der Leistungsbereitschaft. In der Planungsstufe der Kapazitätszuordnung wird die physische Zuordnung der vorhandenen Ressourcen zu den Sollproduktionsplänen der vorherigen Planungsstufe vorgenommen. Die Produktionssteuerung hat zur Aufgabe, die Leistungsbereitschaft zu erhalten und kurzfristige Anpassungen der Leistungsbereitschaft an die Nachfrage vorzunehmen.[10]

Abb. 1: Ablauf der Bereitstellungsplanung von Luftverkehrsgesellschaften



3 Personalplanung als Funktion der Bereitstellungsplanung der Ressource Crew

Nach der Darstellung der Bereitstellungsplanung der Ressourcen von Luftverkehrsgesellschaften soll in diesem Abschnitt der Ablauf der Planung für die Ressource Crew konkretisiert werden.

10 vgl. Adam: Aufbau und Eignung klassicher PPS-Systeme, in: Adam: Fertigungssteuerung I, Wiesbaden 1988, S. 5-22, hier S. 9-16

3.1 Ablaufschritte der Personalplanung

Der bei der Bereitstellungsplanung als Bedarfsplanung bezeichneten Komponente entspricht für die Ressource Crew die Personalmengenplanung. Aufgaben der Personalmengenplanung, welche sich in die Bereiche Personalbedarfsplanung, -bestandsplanung und -veränderungsmanagement untergliedert[11], ist die Ermittlung der Menge an Personal mit den geforderten Qualifikationen, die zur Abdeckung des Produktionsprogramms einer zukünftigen Periode notwendig ist, mit welchem Personalbestand in dieser Periode zu rechnen ist, und welche Personalveränderungsmaßnahmen (Umschulung, Einstellung, Freisetzung) zum Ausgleich von Über- oder Unterdekkungen notwendig sind.

Im Rahmen der Ablaufterminierung werden auf Basis der Flugzeugtouren, die in der Bereitstellungsplanung der Ressource Flugzeug generiert werden, Besatzungstouren (sogenannte pairings[12]) erstellt. Diese Planungsphase wird als Besatzungstourenplanung bezeichnet. Bei der Erstellung der Pairings wird die Personalmenge pro Flug festgelegt und es müssen bereits Restriktionen wie tarif- und arbeitsrechtliche Bestimmungen über die Dauer der Arbeitszeit, die Anzahl an Starts und Landungen, Ruhezeiten und Begrenzungen zwischen den einzelnen Flügen (legs) Berücksichtigung finden. Resultat dieser Planungsstufe sind ein- oder mehrtägige Touren für eine bestimmte Anzahl an Besatzungsmitgliedern.

Der Planungsphase der Kapazitätszuordnung entspricht die Creweinsatzplanung. In der Creweinsatzplanung wird das verfügbare Personal (Istkapazität) den Besatzungstouren (Sollkapazität) zugeordent. Grundsätzlich ist in vorkonfektionierte und individuelle Verfahren der Creweinsatzplanung zu unterscheiden[13].

Bei den vorkonfektionierten Verfahren - überwiegend im angelsächsischen Raum angewandt[14] - werden zunächst sogenannte Lines erstellt. Diese stellen nach wirtschaftlichen Zielen optimierte Einsatzpläne für den zugrundeliegenden Planungszeitraum unter Beachtung der tarifvertraglichen und arbeitsrechtlichen Regelungen dar. In diesen Planungsschritt gehen aufgrund der noch nicht erfolgten Zuordnung der Mitarbeiter keine individuellen Merkmale des Personals ein. Die Erstellung der Lines und die Besatzungstourenplanung können integriert in einem Planungsschritt durchgeführt werden. Die Einsatzlines werden in einem weiteren Schritt den Mitarbeiter unter Beachtung der persönlichen Präferenzen und Verfügbarkeiten zugeordnet. Hierbei kommt es je nach dem Standardisierungsgrad der Verfügbarkeitszeiträume zu mehr oder weniger starken Veränderungen der ursprünglichen Lines.

---

11 vgl. Scholz: Personalmanagement, 4. Auflage, München 1994, S. 45-47

12 vgl. Suhl: Computer-Aided Scheduling, a.a.O., S. 27

13 vgl. Suhl, Computer-Aided Scheduling, a.a.O., S. 31-32

14 z.B. BA, UA, DL AA, (eigens durchgeführte Umfrage anläßlich des 32. International Airlines Operations Planning Symposium (IAOPS) vom 06.-10.05.1996 in Stockholm)

Bei den individuellen Verfahren werden auf Basis der Tourenplanung direkt auf der individuellen, persönlichen Ebene der Mitarbeiter unter Beachtung der tarifvertraglichen und arbeitsrechtlichen Regelungen Einsatzpläne erstellt. Im Unterschied zu den vorkonfektionierten Verfahren werden hier bereits zu Beginn der Planung persönliche Einflußfaktoren auf den Einsatzplan beachtet.

Für eine Beurteilung der Güte beider Verfahren ist der Grad der individuellen Planbeeinflussungsmöglichkeiten ausschlaggebend. Hat sich bei einer Luftverkehrsgesellschaft nur eine geringe Beeinflussungsmöglichkeit der Mitarbeiter auf die Personalplanung durchgesetzt, was sich z.B. durch standardisierte wöchentliche Urlaubsvergabe und fehlende Wunschmöglichkeiten des Personals von Flügen oder Freizeit ausdrückt, so sind die vorkonfektionierten Verfahren aufgrund der Standardisierungsmöglichkeiten überlegen. Da jedoch bei dem Großteil der heute operierenden Luftverkehrsgesellschaften der fliegende Mitarbeiter erhebliche Rechte und Beeinflussungsmöglichkeiten der Einsatzpläne besitzt, setzen sich die individuellen Einsatzplanverfahren durch.[15]

Die Steuerungsebene der Ressourcenbereitstellung von Crews wird als Einsatzsteuerung bezeichnet. In dieser Phase müssen alle relevanten Planänderungen aus operationellen und personellen Gründen in die Einsatzpläne eingearbeitet werden und die betroffenen Besatzungsmitglieder von Planänderungen in Kenntnis gesetzt werden. Zum Ausgleich der auftretenden Störungen werden die bereitgestellten Reservedienste eingesetzt.

3.2 Zeitlicher Ablauf, Ziele sowie Feedback- und Feedforwardeinflüsse der Bereitstellungsplanung der Ressource Crew

3.2.1 Zeitlicher Ablauf

Die Bereitstellungsplanung der Ressource Crew ist in die Planungsprozesse für Cockpit- und Kabinenpersonal zu unterteilen. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildungsdauer ergibt sich für Cockpit- und Kabinenplanung ein unterschiedlicher zeitlicher Ablauf. So muß die Bereitstellungsplanung für Cockpitmitarbeiter mindestens drei Jahre vor der Planunsgperiode beginnen, während für Kabinenmitarbeiter ein Planungsvorlauf von ein bis zwei Jahren ausreicht.

3.2.2 Produktivitätskennzahlen der Ressource Crew

Für die Personalmengenplanung ist die künftige Produktivität des Personals ein entscheidender Faktor. Am Beispiel DLH wird die Personalproduktivität an Hand der

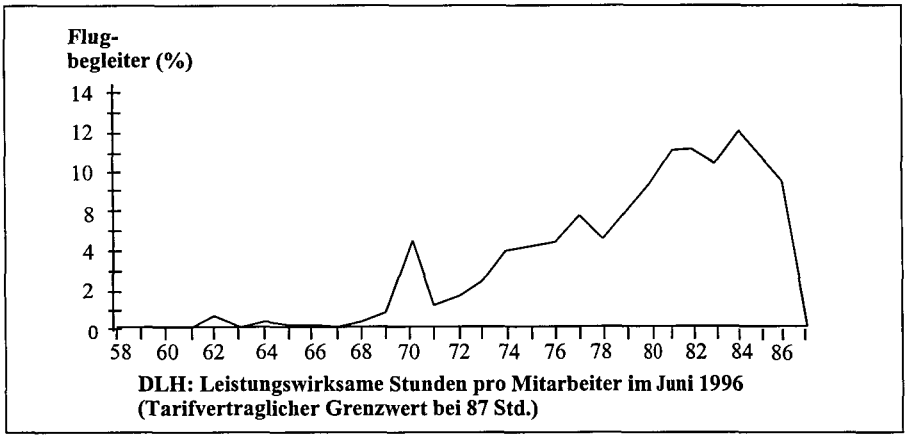
15 so versuchen nach eigenen Angaben BA und AA auf individuelle Planungsverfahren umzustellen

drei Kennzahlen *Flugstunden pro Monat, freie Tage pro Monat* und *Flugstunden pro Einsatztag* ausgedrückt. Allgemeiner lassen sich die Produktivitätskennzahlen definieren als:

- Anzahl der pro Mitarbeiter geleisteten Flugstunden im Betrachtungszeitraum

Tarifvertragliche Regelungen limitieren i.d.R. einen von den Mitarbeitern maximal leistbaren Flugstundenwert für einen bestimmten Zeitraum. Diese Grenzwerte werden aber in der Praxis nicht von jedem Mitarbeiter in jeder Planungsperiode erreicht (vgl. Abb. 3). Aus der individuellen Anzahl der geleisteten Flugstunden aller Personen einer Planungsgruppe ermittelt sich der Flugstundendurchschnitt pro Kopf für diese Planungsgruppe. Dieser gibt die durchschnittliche Arbeitsstundenleistung eines Mitarbeiters an und wird als durchschnittliche Personalkapazität für Flugstunden in der Personalmengenplanung benutzt.

Abbildung 2: Flugstundenverteilung einer Crew-Planungsruppe der DLH



- Anzahl der pro Mitarbeiter gewährten freien Tage an der Homebase im Betrachtungszeitraum.

Das fliegende Personal hat Anspruch auf eine bestimmte Menge an Freizeit an der Heimatbasis (homebase) . Dieser Anspruch wird i.d.R. in einer Anzahl an freien Tagen ausgedrückt. So ist der tarifvertraglich geregelte „Freie Tage Anspruch" für das fliegende Personal der DLH auf 10 freie Tage im Monat bzw. 35 freie Tage im Quartal festgeschrieben[16]. Auch hier liegt die Anzahl der tatsächlichen freien Tage eines Mitarbeiters i.d.R. über dem tarifvertraglichen Anspruch. Die Differenz zwischen den freien Tagen und der Monatslänge gibt die Anzahl der Arbeitstage eines

16 vgl. Manteltarifvertrag Nr. 1 für das Kabinenpersonal der DLH, gültig ab 1.07.1995

Mitarbeiters an. Über die individuelle Zahl der freien Tage jedes Mitarbeiters werden wiederum die durchschnittlichen freien Tage pro Mitarbeiter für eine Planungsgruppe ermittelt. Dieser Wert gibt den durchschnittlichen Freizeitwert an und wird als durchschnittliche Personalabwesenheit in der Personalmengenplanung benutzt.

Unterstellt man als wirtschaftliches Ziel des Personaleinsatzes eine durchschnittliche Produktivität nahe den tarfivertraglichen Limits, so müssen negative Abweichungen davon näher analysiert werden. Geringere individuelle Produktivitätsgrößen als tarifvertraglich erlaubt, können folgende durch den Planungsprozeß beeinflussbare Ursachen haben:

- Hoher Erfüllungsgrad von tarifvertraglichen und arbeitsrechtlichen Kannregeln
- Nutzung von Reservediensten
- Unausgewogene Verfügbarkeitszeiträume des Personals einer Planungsgruppe
- Schlecht zu verplanende Besatzungstouren
- Planungsqualität der einzelnen Planungsstufen
- Instabilität des Produktionsprogramms.

3.2.3 Feedback- und Feedforwardeinflüsse der Bereitstellungsplanung der Ressource Crew

Die in Abschnitt 3.1 vorgestellten Ablaufschritte der Bereitstellungsplanung der Ressource Crew sind als sequentieller, hierarchischer Planungsablauf zu verstehen. Die einzelnen Planungsstufen sind jedoch nicht als voneinander unabhängig zu betrachten, sondern beeinflussen sich durch vorwärts wie auch rückwärts gerichtete Kopplungen, d.h. die Planungsstufen können nicht isoliert sondern nur im Gesamtzusammenhang gesehen werden[17].

Zur Erreichung qualitativ hochwertiger Planungsergebnisse sind insbesondere bereits in der Personalmengenplanung Informationen über nachgelagerte Planungsstufen notwendig. Einen Überblick über die Feedbackbeziehungen in der Bereitstellungsplanung gibt Abbildung 3.

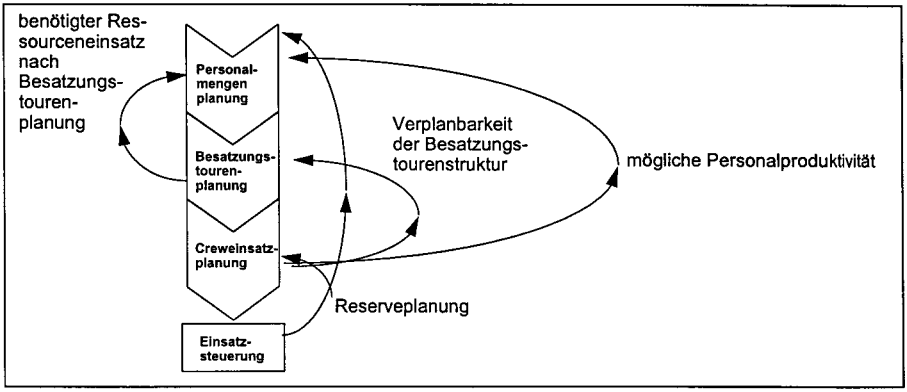
Um den Personalbedarf einer Periode ausreichend genau planen zu können, ist für einen gegebenen Flugplan mit einer Menge von Flügen der Bedarf an Creweinsatztagen und Creweinsatzstunden zu bestimmen. Dieser kann entweder über vergangenheitsorientierte Kennzahlen wie z.B. „durchschnittliche Anzahl von Creweinsatzstunden pro leg" oder, erheblich genauer, über die Generierung von Crewtouren aus dem Flugprogramm berechnet werden.

In der Personalmengenplanung muß die Personalproduktivität der künftigen Planungsperioden vorweggenommen werden, um den Personalbedarf berechnen zu können. Die

17 vgl. Adam: Aufbau und Eignung klassischer PPS-Systeme, a.a.O. S. 8

tatsächlich erreichbare Produktivität unter Berücksichtigung o.g. Einflußfaktoren ergibt sich jedoch erst nach der Creweinsatzplanung und Einsatzsteuerung.

Abb. 3: Feedbackschleifen in der Bereitstellungplanung der Ressource Crew



Ein die Produktivität stark beeinflussender Faktor ist die Anzahl der eingeplanten und benötigten Reservedienste zur Abdeckung personeller und operationeller Störungen. Die richtige Wahl der Anzahl sowie der Struktur der eingeplanten Reserven kann ohne geeignete Modelle erst nach Einsatz dieser Reserven im täglichen Steuerungsprozeß überprüft werden. Diese Größe hat aber erhebliche Auswirkungen auf den benötigten Personalbedarf[18].

Die Struktur der in der Ablaufterminierung gebildeten Besatzungstouren hat ebenfalls Auswirkungen auf die erreichbare Personalproduktivität. Die Struktur der Besatzungstouren definiert sich nach der Länge (benötigte Creweinsatztage und verbindlicher Ruhezeit an der homebase) sowie der Arbeitsintensität gemessen in Flugstunden pro Creweinsatztag. Die Wirkung der Besatzungstourstruktur auf die Personalproduktiviät ist erst nach der Einsatzplanung bekannt, wird jedoch bereits in der Personalbedarfsplanung benötigt.

3.3 Der Einsatz von Simulationsmodellen zur Erhöhung der Transparenz in Planungsprozessen

Wie in Abschnitt 3.2 dargestellt, ist es für die Bereitstellungsplanung der Ressource Crew unumgänglich, in der ersten Planungsphase - der Personalmengenplanung - bereits detaillierte Kenntnisse über die nachgelagerten Planungsstufen zu besitzen. In

18 vgl. Kaupp, Pauly, Pibernik, a.a.O., S. 130-133

einem stabilen Planungsumfeld und einer nur geringfügig durch stochastische Einflüsse gestörten Produktion können diese Informationen aus Analysen von Vergangenheitsdaten gewonnen werden. Da bei der Produktion von Transportleistungen erhebliche stochastische Einflüsse auftreten[19] und die Crewkosten zu den relevanten Kostengrößen von Luftverkehrsgesellschaften zählen, ist der Einsatz von „vorausschauenden" Modellen lohnenswert. Eine Möglichkeit zum Einsatz von vorausschauenden Modellen stellt der Aufbau eines Simulationsmodells dar.

Betriebswirtschaftlich läßt sich die Simulation als Analysewerkzeug zur Untersuchung komplexer Strukturen, als Planungswerkzeug zur Generierung und Analyse von Zukunftsszenarien, als Steuerungsinstrument zur Berechnung von Systemverhalten auf Basis konkreter Inputgrößen sowie als Kontrollinstrument zur Durchführung von Soll-Ist Vergleichsrechnungen einsetzen[20].

Eine Unterstützung operativer Entscheidungen kann mit Hilfe von Simulationsmodellen durch die ständige Berechnung von Sollwerten künftiger Prozeßabläufe erfolgen. Die Simulation dient hier als Verfahren zur Vorausberechnung von Prozeßabläufen sowie zur Probeplanung mit prognostizierten Parametern und Planungsvorgaben.

Darüber hinaus werden Simulationsmodelle als Werkzeug zur Modellierung von Prozessen und Rahmenbedingungen eingesetzt, sowie auch in hierarchischen, auf Regelkreisen basierenden Planungssystemen genutzt, um bereits in frühen Planungsphasen die detaillierten Kenntnisse über spätere operative Prozeßabläufe zu nutzen.

Im Bereich der Bereitstellungsplanung von Luftverkehrsgesellschaften kann durch den Aufbau von Simulationsmodellen der nachgelagerten hierarchischen Planungsstufen bereits im langfristigen Planungsbereich eine Berechnung der Sollwerte künftiger Planungsphasen mit den aktuellen Rahmenbedingungen und Parametern erfolgen und damit die operative Planungsqualität verbessert werden. Darüber hinaus ist eine Plausibilitätsprüfung der Planungsziele und die Verfolgung der Zielerreichung schon zu Beginn und während des gesamten Planungsprozesses möglich. Schließlich sind mit Hilfe von Simulationsmodellen Veränderung von Planungsrestriktionen, des Planungsumfeldes und der Planungsprozesse darstellbar.

4 Ein Modell zur simulationsgestützten Personalplanung des fliegenden Personals

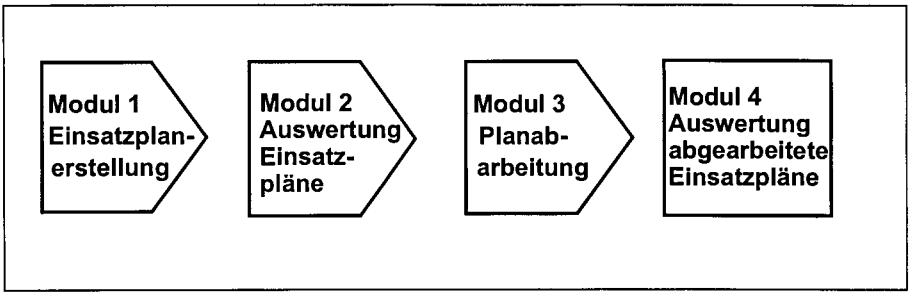
Wie im vorigen Abschnitt gezeigt, ist der Einsatz von Simulationsmodellen in Planungsprozessen zur strategischen und operationellen Entscheidungsunterstützung

19 So liegt z.B. die Krankheitsquote bei dem Kabinenpersonal der DLH bei ca 9% und Änderungswahrscheinlichkeit einer Crewtour auf Europastrecken bei nahezu 40%.

20 vgl. Kaupp: System - Simulation - Systemsimulation, in Kaupp (Hrsg.): Simulation im Luftverkehr, Wiesbaden 1996, S. 3 - 107, hier S. 97-98

sinnvoll. Im folgenden wird auf ein bei der DLH erstelltes Simulationsmodell der Planungsphasen Kapazitätszuordnung und Einsatzsteuerung der Ressource Crew eingegangen[21]. Folgende Abbildung gibt den Aufbau des Programms wieder.

Abb. 4: Modularisierung des Simulationsmodells zur Einsatzplanung und Steuerung des fliegenden Personals der DLH



Im Modul der Einsatzplanerstellung werden Einsatzpläne für eine zukünftige oder fiktive Planungsperiode erzeugt. Hierzu werden bereits vorhandene, reale Besatzungstouren übernommen und empirische Verteilungen aus Vergangenheitsdaten über die sonstigen Tätigkeiten des fliegenden Personals, wie Qualifikationsschulungen oder Verwaltungstätigkeiten, gebildet und mittels stochastischen Zufallsgeneratoren in den Planungsprozeß integriert. Die individuellen Abwesenheitsprofile des Personals, überwiegend bestehend aus Urlaub und Teilzeit, werden auf die gleiche Weise modelliert und in das Modell integriert. Alternativ lassen sich auch tatsächlich aufgetretene Abwesenheitsprofile eines bestimmten Planungsmonats in das System einlesen.

Die Einsatzpläne werden nach der Personalproduktivität und anderen Parametern ausgewertet und dienen als Input für das Modul Planabarbeitung. Hier wird der Produktionsbetrieb für die Ressource Crew mit allen Störeinflüssen aus produktionsbedingten und personenbedingten Ursachen simuliert. Die stochastischen Störeinflüsse werden ebenso wie die Personaldaten als empirische Verteilungen, die aus Vergangenheitsdaten ermittelt werden, abgebildet. Schließlich werden die „abgeflogenen" Pläne wiederum einer detaillierten Auswertung unterzogen.

5 Anwendungsbeispiele des Simulationsmodells

Die Anwendung des Simulationsmodells läßt sich in die Bereiche Unterstützung von Feedback-Schleifen und Durchführung von gestaltenden Analysen unterteilen. Ge-

21 Eine detaillierte Darstellung des gesamten Modells inklusive der implementierten Algorithmen befindet sich in Kaupp, Pauly, Pibernik: a.a.O., S. 135-182

mäß den in Abschnitt 3.2.3 aufgezeigten Feedback-Schleifen (vgl. Abb. 3) werden mit Hilfe des Simulationsmodells Informationsschleifen bezüglich der Reserveplanung und -nutzung, der Verplanbarkeit von Besatzungstourstrukturen und der erreichbaren Personalproduktivität geschlossen. Im analytisch-gestalterischen Bereich kommt das Simulationsmodell bei der Untersuchung und Gestaltung von tarifvertraglichen Restriktioen und strukturellen Veränderungen sowie bei der Beurteilung von Planungsfehlern und der Planungsqualität zum Einsatz. Im folgenden wird eine Auswahl daraus dargestellt.

5.1 Reservedimensionierung

5.1.1 Zielsetzung der Analyse

Die Reserveplanung ist das maßgebliche Instrument zur Einhaltung des Planungsziels 'operationelle Stabilität'. Durch ausreichende Vorhaltung von Reservediensten werden Störereignisse ausgeglichen und der reibungslose Ablauf des Produktionsbetriebes hinsichtlich der Ressource Crew gewährleistet. Da die Reservevorhaltung Kosten verursacht, ist die Anzahl der Reserven zu minimieren. Gleichzeitig sind die Bedingungen operationelle Stabilität und ausreichende Personalzufriedenheit - gemessen an der Stabilität der Einsatzpläne - zu berücksichtigen. Reservedienste werden aufgrund der unterschiedlichen Besatzungstouren in sogenannten Reservedienstblöcken verplant. Ein vorab geplanter Reservedienst gilt dann als optimal, wenn der Reserveeinsatz die gesamte Dauer des Reserveblocks ausfüllt.

Analysen der Reserveplanung gestalten sich am realen System als problematisch, da durch eine experimentelle Vorgehensweise eine erhebliche Gefährdung des reibungslosen Ablaufes hervorgerufen werden kann. Aus diesem Grund bietet sich die Durchführung einer Simulationsanalyse hier besonders an.[22]

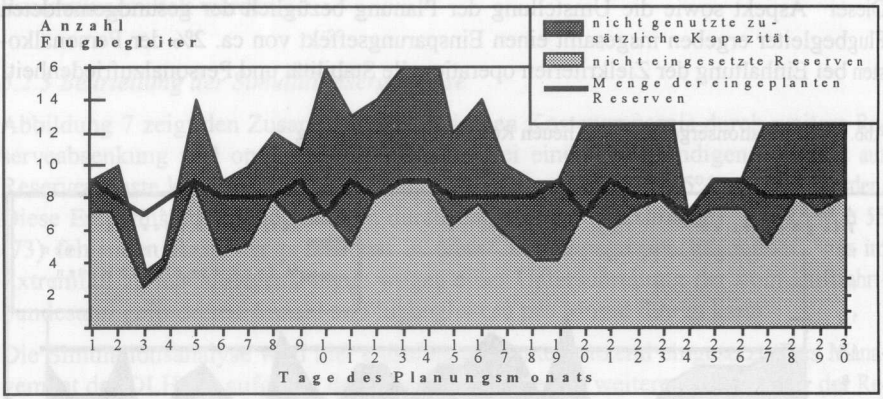
5.1.2 Abbildung im Simulationsmodell

Wie bereits dargestellt, wird ein Simulationsmodell des Einsatzplanungsprozesses und der Disposition für die Ressource Crew aufgebaut. Aufgabe des Modells ist die Erzeugung von Einsatzplänen inklusive der Reservedienste, die den wesentlichen Anforderungen der Realität entsprechen. Die abgebildeten Planungsrestriktionen umfassen

- die wichtigsten behördlichen Auflagen, tarifvertragliche Regelungen und Betriebsvereinbarungen zur Arbeitszeit- und Freizeitregelung,
- Urlaubs- und Teilzeitabwesenheiten,
- sonstige Tätigkeiten des fliegenden Personals und
- persönliche Einflußnahme des Personals auf die Einsatzpläne durch Flug- und Freizeitwünsche.

Für eine valide Modellierung der Dispositionsprozesse sind eine der Realität entsprechende Störanfälligkeit und einen der betrieblichen Realität entsprechenden Reservediensteinsatz abzubilden.

Abb. 5: Istsituation der Nutzung von Reservediensten



5.1.3 Vorgehensweise in der Experimentierphase

Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Istsituation bei Beginn der Analyse mit einer über die eingeplante Menge an Reservediensten ansteigenden Menge an verfügbarem Personal während des Dispositionsprozesses. Die nicht genutzte Personalkapazität konnte nach weiteren Analysen als einer spezifischen Personalgruppe zugehörig identifiziert werden. Das zusätzliche Einsatzpotentail baute sich durch aus einer Krankheit zum Dienst zurückkehrende Flugbegleiter auf, für die kein Einsatz eingeplant wird. Durch die Simulationsanalyse wird somit eine Schwachstelle bei dem Creweinsatz der DLH transparent gemacht.

In der Experimentierphase werden unterschiedliche Verfahren getestet, die mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen die Genesung der kranken Flugbegleiter prognostizieren und diese als verfügbare Kapazität in die Planung integrieren. Bei der Generierung von Simulationsexperimenten erweist sich die Flexibilität und Parametrisierung des Simulationsmodells als Vorteil. Weiterhin wird die Struktur der Reservedienstblöcke experimentell verändert. Während in der Ausgangslage vornehmlich lange Reservedienstblöcke (8 bis 11-tägige Dauer) verplant wurden, werden nun Simulationsexperimente mit einer Variation von unterschiedlichen Blocklängen durchgeführt, wobei die Anzahl, Struktur und zeitliche Lage der Reservedienste über Parameter gesteuert werden.

22 vgl. Kaupp, Pauly: Ready for Take-Off, in Personalwirtschaft 02/95, S.36

5.1.4 Beurteilung der Simulationsergebnisse

Anhand des Modells kann nachgewiesen werden, daß eine Mischung zwischen kurzen und langen Reservediensten für die zugrundeliegende Tourenstruktur der im Experiment analysierten Planungsgruppe eine hinsichtlich des Optimalitätskriteriums 'Paßgenauigkeit' für Störereignisse bessere Nutzung in der Steuerung ermöglicht. Dieser Aspekt sowie die Umstellung der Planung bezüglich der gesundgemeldeten Flugbegleiter ergeben insgesamt einen Einsparungseffekt von ca. 2% der Personalkosten bei Einhaltung der Zielkriterien operationelle Stabilität und Personalzufriedenheit.

Abb. 6: Simulationsergebnisse der neuen Reservedimensionierung

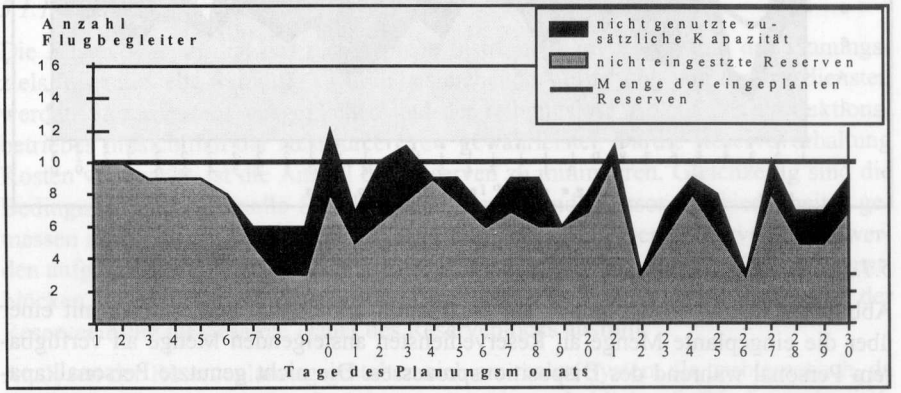


Abbildung 6 zeigt die Menge der eingeplanten Reserven und deren Veränderung während des Dispositionsprozesses in der hinsichtlich des Kriteriums Kosten besten Lösungsalternative (bei Einhaltung der operationellen Stabilität).

5.2 Untersuchung einer weiteren Reserveabsenkung unter Kosten- und Risikogesichtspunkten

5.2.1 Zielsetzung der Analyse

Um weitere Ersparnispotentiale aufzuzeigen, wird die im vorigen Abschnitt beschriebene Bedingung einer 100-prozentigen operationellen Stabilität aufgehoben. Ziel der Analyse ist es, den Zusammenhang zwischen Personalkostenersparnis durch weitere Reserveabsenkung und steigendem operationellem Risiko aufzuzeigen. Es wird angenommen, daß der durch an Bord fehlende Flugbegleiter hervorgerufene Servicemangel bis hin zu Flugausfällen zu einer Ertragsminderung führt, wobei in dieser Arbeit auf eine Ermittlung der Höhe des Ertragsrisikos und dessen Herleitung verzichtet wird.

5.2.2 Abbildung im Simulationsmodell

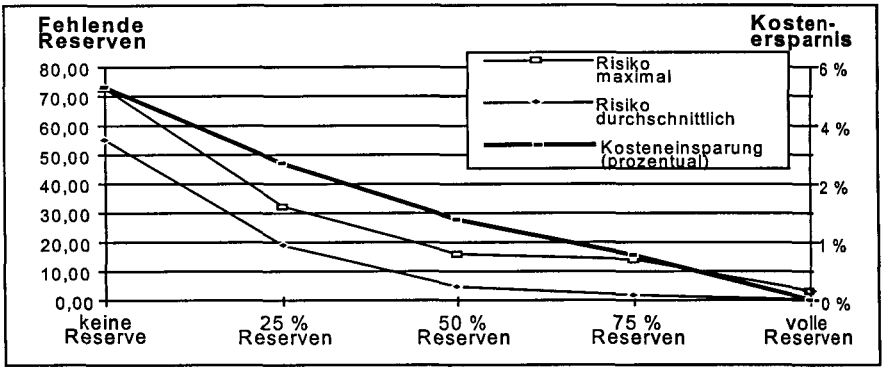
Auf Basis einer Planungsgruppe mit einer Ausgangsmenge an Reservediensten und einer 100-prozentigen operationellen Stabilität werden sukzessive die eingeplanten Reservedienste bis auf 0 reduziert. Durch Auswertung der Einsatzpläne und deren Abarbeitung kann dann die Personalkostenersparnis und die Anzahl der fehlenden Reserven ermittelt werden.

5.2.3 Beurteilung der Simulationsergebnisse

Abbildung 7 zeigt den Zusammenhang zwischen Kostenersparnis durch weitere Reserveabsenkung und operationellem Risiko. Bei einem vollständigen Verzicht auf Reservedienste kann maximal eine Personalkostenersparnis von 5% erreicht werden. Diese Ersparnis steht jedoch einem durchschnittlichen (maximalen) Risiko von 55 (73) fehlenden Reserven pro Monat in dieser Planungsgruppe gegenüber, was im Extremfall zu ausfallenden Flügen wegen einer Unterschreitung der vom Luftfahrtbundesamt geforderten Anzahl an Flugbegleitern pro Monat führen kann.

Die Simulationsanalyse wird hier entscheidungsunterstützend eingesetzt. Das Management der DLH hat aufgrund der Ergebnisse von einer weiteren Absenkung der Reserven abgesehen.

Abb. 7: Gegenüberstellung von Risiko und Personalkostenersparnis bei weiterer Reservedienstsenkung



5.3 Verplanbarkeit von Besatzungstourstrukturen

5.3.1 Zielsetzung der Analyse

Die erreichbare Produktivität des Personals wird u.a. von der Struktur der Besatzungstouren beeinflußt. Eine aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu erreichende

Maximierung des durchschnittlichen Arbeitsvolumens des Personals wird mit der Annäherung der Produktivitätskennzahlen an die tarifrechtlich fixierten Grenzwerte verfolgt. Am Beispiel DLH haben alleine die geleisteten Stunden Auswirkungen auf die Höhe der Personalkosten, in der Analyse wird daher die Maximierung des Flugstundendurchschnitts angestrebt. Bei dieser Zielsetzung spielt die Kombinationsmöglichkeit der zu verplanenden Besatzungstouren eine entscheidende Rolle. Ein Planungsverschnitt kann dadurch entstehen, daß aufgrund der Besatzungstourstruktur die freien Kapazitäten des fliegenden Personals (in Stunden oder Tagen) nicht vollständig genutzt werden können. In der durchgeführten Analyse werden bei einem tarifrechtlich fixierten Maximalwert von 87 Stunden[23] die Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher Besatzungstourstrukturen und die Auswirkungen auf die Personalproduktivität analysiert. Ziel der Analyse ist das Auffinden von Besatzungstourstrukuren, die eine Maximierung des Stundendurchschnitts für eine Planungsgruppe ermöglichen.

In der Analyse wird unterstellt, daß eine bestimmte Menge an zu verplanender Flüge ohne relevante Kosten (Übernachtungen) und Produktivitätsveränderungen (Stunden pro Einsatztag) in verschiedene Besatzungstourstrukturen umgewandelt werden kann. Die Analyse ist nur für das DLH-Flugprogramm innerhalb Europas relevant, da nur dort durch die große Anzahl von Flugverbindungen ausreichende Kombinationsmöglichkeiten bei der Bildung von Touren bestehen.

Die Ergebnisse der Simulationsanalyse dienen in zweierlei Hinsicht als Informationsinput der vorgelagerten Planungsstufen. Zum einen können die Resultate in Form von Zielkriterien in den Prozeß der Besatzungstourenplanung übernommen werden, um die Nachteile des sequentiellen Planungsverfahrens zu verringern, zum anderen stellen die erzielten Ergebnisse einen Anhaltspunkt für die der Personalmengenplanung zugrundeliegende Personalproduktivität in dar.

5.3.2 Abbildung im Simulationsmodell

Als Realitätsausschnitt für die Analyse wird ein bestimmter Planungsmonat und die Planungsgruppe der Kapitäne B-737 mit einer Personalmenge von 100 Flugzeugkapitänen gewählt. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Personalverfügbarkeiten auf die Personalproduktivität zu eliminieren, wird die Personalverfügbarkeit bei allen Simulationsexperimenten konstant gehalten. Hierzu wird das Verfügbarkeitsprofil der Mitarbeiter aus einem bestimmten Monat (Juni) in das Modell übertragen. Das Produktionsprogramm wird in Form von real zu verplanenden Besatzungstouren in das Simulationsprogramm eingelesen.

---

23 Manteltarifvertrag Nr. 1 für das Kabinenpersonal der DLH, gültig ab 1.07.1995

Tabelle 1: Darstellung der Experimente zur Besatzungstourstruktur

Umlauflänge in Tagen	1	2	3	4	5	6
Ausgangssituation	30,7%	12,9%	15,0%	24,5%	15,0%	1,9%
Experiment 1	6,7%	6,6%	6,6%	46,6%	29,5%	3,9%
Experiment 2	-	-	-	-	50%	50%
Experiment 3	27%	25,9%	27,1%	8%	8,11%	3,9%
Experiment 4	5%	5%	31,75	48,3%	5%	4,9%
Experiment 5	16,6%	16,7%	16,6%	16,7%	16,7%	16,6%

5.3.3 Vorgehensweise in der Experimentierphase

In der weiteren Vorgehensweise werden einzelne Simulationsexperimente durch die Manipulation der Länge der Besatzungstouren generiert. Wichtig ist hierbei, daß die zeitliche Lage der Arbeit im Planungsmonat nicht übermäßig verändert wird, damit keine ungenügende Menge an Arbeitsvolumen zu bestimmten Tagen im Planungsmonat auftritt. Die vorhandene Arbeitsmenge muß zu jedem Datum des Monats die verfügbare Personalkapazität übersteigen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Experimente.

5.3.4 Beurteilung der Simulationsergebnisse

Die Ergebnisse der Planungssimulationen werden anhand der Anzahl an eingeplanten Einsatztagen pro Mitarbeiter, der durchschnittlichen Anzahl an Flugstunden pro Mitarbeiter und der Standardabweichung der individuellen Flugstunden um den Planungsgruppenmittelwert gemessen. Folgende Tabelle gibt die Simulationsergebnisse wider:

Tabelle 2: Darstellung der Simulationsergebnisse zur Besatzungstourstruktur

	Einsatztage/ Mitarbeiter	Flugstunden/ Mitarbeiter	Standardabweichung Flugstunden
Ausgangssituation	19,68	98,91	9,97
Experiment 1	19,76	98,04	9,85
Experiment 2	15,44	74,58	11,44
Experiment 3	19,32	98,01	9,97
Experiment 4	19,85	96,52	9,4
Experiment 5	19,7	97,99	9,41

Die Ergebnisse zeigen, daß bei einer Übergewichtung von langen Besatzungsumläufen die resultierenden Kombinationsmöglichkeiten nur eine geringe Personalproduktivität zulassen. So fällt Experiment 2 mit ausschließlich 5 und 6-tägigen Besatzungstouren bei allen Zielgrößen deutlich gegenüber den anderen Experimenten ab. Bei den anderen Experimenten lässt sich keine eindeutige Aussage über die Güte der Besatzungstourstrukturen treffen. Hier liegen alle Ergebnisse sehr nahe beieinander und die Experimente haben je nach Zielgröße eine unterschiedliche Rangfolge. Das höchste Volumen an Einsatztagen wird bei einer Übergewichtung von 3- und 4-tägigen Besatzungstouren erreicht (Experiment 4), während der höchste Flugstundenwert in der Ausgangssituation und die geringste Abweichung der Flugstundenwerte bei Experiment 4 und 5 erreicht wird.

5.4 Lernende Planung: Analyse eines Dispositionsengpasses

5.4.1 Zielsetzung der Analyse

In der Planungspraxis kommt es trotz einer vorherigen Berechnung von Personalbedarf und Personalbestand immer wieder zu der Situation, daß die zur Verfügung stehende Personalkapazität nicht ausreicht, um die zu verplanenden Flugeinsätze vollständig zuzuordnen. In diesem Fall bleiben einzelne Besatzungstouren übrig, die während der Phase der Produktionssteuerung nachträglich zugeordnet werden müssen. Aufgrund der Komplexität der Einsatzplanung erweist sich die Suche nach der Ursache eines solchen Planungsproblems im Nachhinein als besonders problematisch. Ein direkter Vergleich der Ergebnisse einer Planungssimulation mit der realen Planung ermöglicht sowohl Rückschlüsse auf die Qualität und mögliche Fehler in der Einsatzplanung als auch eine Analyse möglicher Ursachen für solche Planungsengpässe.

5.4.2 Abbildung im Simulationsmodell

Die Untersuchung eines spezifischen Planungsmonats setzt eine exakte Abbildung der realen Planungsparameter im Modell voraus. Die in den vorangegangenen Studien anhand von empirischen Verteilungen eingeplanten persönlichen Daten der Flugbegleiter müssen hier durch die tatsächlich im Planungsmonat aufgetretenen persönlichen Daten ersetzt werden. Zusätzlich werden die realen Umläufe sowie Boden- und Reservedienste für die Planungssimulation herangezogen. Das Simulationsergebnis wird mit den Daten der realen Planung verglichen. Das Modell wird bis zu einem Übereinstimmungsgrad zur Realität von 98% validiert. Das für die weitere Analyse wichtigste Ergebnis der Planungssimulation ist die Nichteinplanug von 13 Besatzungstouren, deren datumsmäßige Lage mit den 10 in der Realität nicht verplanbaren Besatzungstouren exakt übereinstimmt.

5.4.3 Vorgehensweise in der Experimentierphase

Die Experimentierphase hat in dieser Analyse zum Ziel, einzelne Planungsrestriktionen zu isolieren und ihren Einfluß auf den aufgetretenen Planungsengpass zu analysieren. Folgende Simulationsexperimente mit modifizierten Planungsrestriktionen werden durchgeführt:

A) Planung ohne Berücksichtigung von Freizeitwünschen der Flugbegleiter im kritischen Planungszeitraum
B) Planung ohne Berücksichtigung von Flugwünschen der Flugbegleiter
C) Planung mit Erhöhung der monatlichen Flugstundengrenze um 3 Flugstunden
D) Aufhebung der Regel „mindestens 36 Stunden Ruhezeit an der homebase innerhalb von 7 Tagen"

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der einzelnen Simulationsexperimente.

Tabelle 3: Darstellung der Simulationsergebnisse zum Planungsengpass

	durchschnittliche Summe der nicht eingeplanten Einsatztage	Veränderung zur Ausgangssituation
Ausgangssituation	39,5	-
Experiment A	32,9	- 16,7%
Experiment B	42	+ 6,3%
Experiment C	24,8	- 37,2%
Experiment D	34,4	- 12,9%

5.4.4 Beurteilung der Simulationsergebnisse

Aus den Simulationsanalysen zum Planungsengpass läßt sich nicht eindeutig feststellen, was im kritischen Zeitraum vom 18. bis zum 23. Tag des Planungsmonats zur Nichteinplanung mehrerer Umläufe geführt hat. Keine der Restriktionen kann isoliert für den aufgetretenen Planungsengpass verantwortlich gemacht werden. Dies bedeutet, daß in der analysierten Planungssituation nur durch eine Verbundwirkung mehrerer Restriktionen ein Engpaß auftreten konnte.

6 Ausblick

Die beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten stellen nur einen begrenzten Ausschnitt aus dem Einsatzbereich des Simulationsmodells für die Ressource Personal dar. Über den hier beschriebenen Einsatz des Modells zur Unterstützung von Feedbackkreisläufen im Planungsprozess und zur Gestaltung des Planungsumfeldes ist insbesondere eine Anwendung zur Unterstützung von strategischen Entscheidun-

gen[24] und die Einbindung des Modells in eine kapazitätsorientierte Produktionsplanungssystematik hervorzuheben. Eine konsequente Verknüpfung der drei Planungsstufen mit der Bereitstellungsplanung der Ressource Crew durch das Simulationsmodell erfordert über den hier beschriebenen Ansatz hinaus ein weiteres Modul zur Besatzungstourenplanung. Ein nächster Schritt stellt die Betrachtung der weiteren Ressourcen, die zur Vorhaltung einer Leistungsbereitschaft zur Erbrinung einer Transportdienstleistung kombiniert werden müssen, dar.

Literatur

Adam, Dietrich (Hrsg.): Fertigungssteuerung I, Wiesbaden 1988

Albers, Sönke: Einsatzplanung von Fugzeugbesatzungen, Dissertation, Hamburg 1977.

Anbil, R.;Tanga, R.;Johnson, E. L.: A Global Approach to Crew-Pairing Optimization, in: IBM Systems Journal, Vol. 31, No 1, 1992, S. 71-78.

Anderson, Diane;Gershkoff, Ira u. a.: Flight Crew Scheduling, in: Management Science, Vol. 39, 1993, S. 737-745.

Brauer, K.M: Betriebswirtschaftslehre des Verkehrs, 3. Teil, Leistungserstellung der Verkehrsbetriebe, Berlin 1983

Corsten, Hans: Die Produktion von Dienstleistungen, Berlin 1985.

Desrosiers, J./Dumas, Y., u.a.: Exciting Results in Airline Crew Scheduling, Canadian Transportation Research Forum, Quebec City 1991, S. 1-14.

Drexl, Andreas; Fleischmann, Bernhard; Günther, Hans-Otto; Stadtler, Hartmut; Tempelmeier, Horst: Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme, in: ZfbF, 46. Jg. (1994), S. 1022-1045.

Isermann, H.: Logistik im Unternehmen - eine Einführung, in: Isermann, Heinz (Hrsg.): Logistik, Landsberg/Lech 1994

Kaupp, Martin: System - Simulation - Systemsimulation, in Kaupp (Hrsg.): Simulation im Luftverkehr, Wiesbaden 1996, S. 3 - 107

Kaupp, M.;Pauly, M.: Ready for Take-off, in: Personalwirtschaft, Heft 3, 1995, S. 36-37.

Kaupp, Martin; Pauly, Markus; Pibernik, Richard: Simulationsgestützte Besatzungseinsatzplanung einer Luftverkehrsgesellschaft, in: Kaupp, Martin (Hrsg.): Simulation im Luftverkehr, Wiesbaden 1996, S. 111-211.

Köster, Ralf: Heuristische Algorithmen zur Tageseinsatzplanung bei einer Fluggesellschaft, in: Operations Research Proceedings, Berlin/Heidelberg 1988.

Maleri: Grundlagen der Dienstleistungsproduktion, Wiesbaden 1994

Pegden, Dennis C.; Shannon, Robert E.; Sadowski, Randall P.: Introduction to Simulation Using SIMAN, New York u. a. 1995.

Sara, J.: Saturn- Automatic Assignment Model, in: 28. Agifors (Airline Group of the International Federation of Operational Reserarch Societies) Symposium, New Seaburey/Cape Cod 1988, S. 23-34.

Scholz, Christian: Personalmanagement, 4. Auflage, München 1994.

Suhl, Leena: Entscheidungsunterstützende Systeme bei der Produktionsplanung in Fluggesellschaften, in: Wirtschaftsinformatik, Heft 35, S. 542-550.

Suhl, Leena: Computer Aided Scheduling, Wiesbaden 1995.

Windisch, Eduard: Marktabgrenzungen von Luftfrachtleistungen, Wiesbaden 1996.

---

24 Kaupp: System - Simulation - Systemsimulation, a.a.O. S. 95 -101

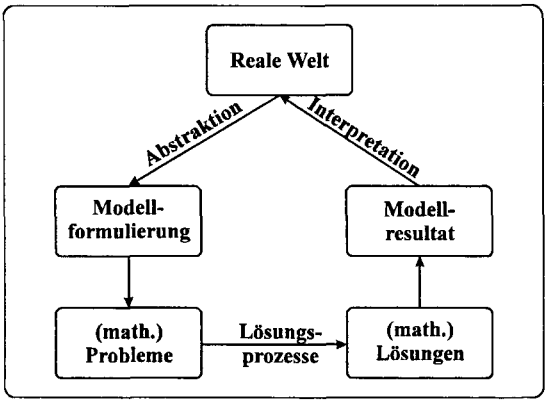
Gerhard Muche

Ein chaostheoretischer Ansatz zur Personalwirtschaft

In Modellen der quantitativen Personalwirtschaft sind rückkoppelnde Prozesse bisher wenig untersucht worden, obwohl zu erwarten ist, daß sie zum Wesen von Organisationen gehören. Die Beeinflussung einer Organisation selbst durch einfache Entscheidungsregeln kann – so zeigt die Chaostheorie – dämpfend, eskalierend, ordnend oder auch chaotisch sein.

Anhand von Variationen eines bekannten Ansatzes der Personalplanung zur Entwicklung der Personalausstattung werden Grundaussagen der Chaostheorie identifiziert und die Selbstorganisation einer Personalstruktur veranschaulicht. Erweiterungsmöglichkeiten auf andere personalplanerische Ansätze werden benannt.

1. Prolog



Auf der einen Seite hat die quantitative Personalwirtschaftslehre Interessantes zu bieten, auf der anderen Seite nimmt die Praxis davon jedoch so gut wie keine Kenntnis. Für diese Diskrepanz gibt es Gründe. Eine Kurzbeschreibung dieser Gründe besagt, daß der Prozeß zur Generierung rationaler Entscheidungen bzgl. der personalwirtschaftlichen Modelle nicht vollständig durchlaufen wird. Ein Grund dafür wiederum liegt darin, daß die quantitativen personalwirtschaftlichen Modelle erheblichen mathematischen Lösungsaufwand mit sich bringen. Praktiker können diesen derzeit nicht mit akzeptablen Aufwand bewältigen. Für die Überwindung dieser Hemmnisse können mehrere Wege eingeschlagen werden:

- Erstellung von Software zwecks Reduzierung des Lösungsaufwandes für den Anwender
- Messung des Nutzens von Entscheidungsmodellen, um abschätzen zu können, ob ein hoher Lösungsaufwand ökonomisch vertretbar ist
- Überprüfung der Modellansätze, um unter verschiedenen Varianten von Modellierungen die günstigste auswählen zu können

Im folgenden wird der dritte Punkt untersucht, wobei das Thema lautet: Bietet die Chaostheorie etwas, was die personalwirtschaftliche Theorie fördert und der Praxis nützt?

2. Das Kausalitätsprinzip

Die Beschäftigung mit der Personalwirtschaftslehre wird zum einen mit dem Erkenntnisziel, zum anderen mit dem Beeinflussungsziel begründet. Der Theoretiker mag sich mit dem Wunsch nach Erkenntnis begnügen, der Praktiker will und muß Entscheidungen zwecks Einflußnahme der Geschehnisse treffen. Eine bewährte Theorie ist für die Entscheidungsfindung hilfreich. Wenn eine solche Theorie jedoch nicht bekannt ist, führt die Trial-and-error-Methode u.U. ebenso weiter. Statt eine ausgefeilte Theorie als Wegweiser zu benutzen, kann der Praktiker auch auf Rumpftheorien zurückgreifen, die lediglich auf Plausibilitäten basieren.

Jede theoriebasierte Entscheidung setzt die Vorstellung voraus, daß eine Ursache eine Wirkung hat und das Anstreben einer gewünschten Wirkung über die Beeinflussung der ihr zugrundeliegenden Ursachen erreichbar ist. Dieses Prinzip der Kausalität tritt in zwei Varianten auf. Das schwache Prinzip der Kausalität[1] besagt:

Identische Ursachen haben identische Wirkungen.

Die Betonung liegt auf identisch. Für die Wiederholung eines Experimentes sind Datenkonstellationen selten identisch, sondern höchstens sehr ähnlich rekonstruierbar. Trotzdem erhält man manchmal auch bei ähnlichen Ursachen so ungefähr gleiche Ergebnisse. Dieses ist jedoch nicht selbstverständlich, sondern setzt die Gültigkeit des starken Prinzips der Kausalität voraus:

Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen.

Leichte Abweichungen der Ausgangslage, so besagt die starke Form des Kausalitätsprinzips, verfälschen das Ergebnis nicht wesentlich.

Bei der personalwirtschaftlichen Arbeit, wie auch in anderen Fachrichtungen, kann leider nicht davon ausgegangen werden, daß starke Kausalität gilt. Soll z.B. eine strategische Personalplanung durchgeführt werden und kann nicht sichergestellt werden, daß starke Kausalität gilt, so ist die empfohlene Strategie möglicherweise nicht robust auf Veränderungen der Anfangsbedingungen, wodurch evtl. völlig andere Ergebnisse als beabsichtigt erzielt werden.

3. Ansätze zur Entwicklung der Personalausstattung

In der personalwirtschaftlichen Literatur werden mehrere Ansätze zur Bestimmung, Fortschreibung oder Prognose der Personalausstattung vorgestellt. Zu nennen sind hier:

- Die Fortschreibungsgleichung[2]
- Das Markoff-Ketten-Modell[3]
- Das Erneuerungstheorische Modell[4]
- Das Personalbewegungstableau[5]

Bei diesen Ansätzen wird der Betrachtungszeitraum in mehrere Perioden unterteilt und eine Vorschrift angegeben, mit der aus der Personalaustattung, den Ein- und Austritten

---

1 Das schwache und das starke Kausalitätsprinzip werden z.B. in folgendem Werk diskutiert: Loistl, Otto; Betz, Iro (1994): Chaostheorie: Zur Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme; 2. Aufl. München, Wien, S. 6-10.

2 Vgl. Kossbiel, Hugo (1974): Probleme und Instrumente der betrieblichen Personalplanung. In: Jacob, Herbert (Hrsg.): Schriften zur Unternehmensforschung, Bd. 20: Personalplanung, Wiesbaden, S. 5-39, hier S. 28

3 Vgl. Kossbiel, Hugo (1988): Personalbereitstellung und Personalführung. In: Jacob, Herbert (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden, 5. Aufl. S. 1045-1253, hier S. 1078ff

4 Vgl. Kossbiel (1988), S. 1080

5 Vgl. Kossbiel (1988), S. 1067

sowie Übergängen zwischen den Ausstattungskategorien die Personalausstattung der Folgeperiode entsteht. Durch das Verketten der Perioden kann die Entwicklung der Personalausstattung über die Zeit verfolgt werden.

Die Fortschreibungsgleichung kann in einer einfachen Form dargestellt werden wie in folgender Gleichung:

$PA_{r,t+1} = PA_{r,t} + ZU_{r,t} + AB_{r,t}$

PA Personalausstattung
ZU Zugänge
AB Abgänge
r Ausstattungskategorie
t Periode

Im Markoff-Ketten-Modell werden Veränderungen, die von einer Periode zur nächsten stattfinden, mit Übergangskoeffizienten beschrieben. Die Annahme hierbei ist, daß der Wechsel der Arbeitskräfte von einer Ausstattungskategorie zu einer anderen stochastisch begründet werden kann.

Nachstehend werden die Gleichungen zum Markoff-Ketten-Modell für eine bzw. zwei Ausstattungskategorien angegeben. Die allgemeinere Formulierung wird für den hier diskutierten Kontext nicht benötigt. PA stehe dabei für die Personalausstattung. Der Index t (t+1) stehe für die Periode (für die Folgeperiode). Die Zahl 1 bzw. 2 stehe für die Ausstattungskategorie 1 bzw. 2. Der Übergangskoeffizient wird mit p bezeichnet und mit den Kennungen für die Ausstattungskategorien indiziert, wobei der erste Index die Ausgangskategorie und der zweite Index die Zielkategorie ist. Im Falle einer einzigen Ausstattungskategorie wird auf einen Index verzichtet.

Eine einzige Ausstattungskategorie:

(1) $PA_{t+1} = p \cdot PA_t$

Zwei Ausstattungskategorien:

(2a) $PA_{1,t+1} = p_{11} \cdot PA_{1,t} + p_{21} \cdot PA_{2,t}$

(2b) $PA_{2,t+1} = p_{12} \cdot PA_{1,t} + p_{22} \cdot PA_{2,t}$

Mehr als zwei Ausstattungskategorien analog.

Die Koeffizienten p..[6] werden üblicherweise als Übergangswahrscheinlichkeiten angegeben. Zugänge oder Abgänge müssen dann, da Wahrscheinlichkeiten immer größer oder gleich Null sind und in der Summe aller möglichen Ereignisse Eins ergeben müssen, separat aufgeführt werden. Da für die weitere Gedankenführung die Wahrscheinlichkeitseigenschaft der Koeffizienten keine Rolle spielt, wird von den Koeffizienten lediglich verlangt, daß sie nichtnegativ sind. In (1) bedeutet $p>1$ ($p<1$), daß die Personalausstattung wächst (sinkt). Die Formeln des Markoff-Ketten-Modells geben somit ein Wachstumsgesetz an. In der Chaostheorie sind einige Wachstumsgesetze sehr gut

[6] Wenn ein Index einer Größe im Kontext nicht erheblich ist, wird er lediglich durch einen Punkt skizziert.

untersucht worden, so daß sich hier ein Ansatzpunkt zur Verbindung von Personalplanung und Chaostheorie finden läßt.

Ein Kritikpunkt an den Markoff-Ketten-Modellen ist u.a., daß die Übergangskoeffizienten unabhängig von dem Niveau der Personalausstattung sind. Eine solche Annahme läßt sich leicht ad absurdum führen, indem man eine wachsende Personalausstattung so lange wachsen läßt, bis die Grenzen des Arbeitsmarktes erreicht sind. In irgendeiner Weise sollte deshalb die Größe der Personalausstattung in die Wahl des Koeffizienten eingehen, also p eine Funktion von PA sein: p..= p..(PA).

Im weiteren wird nur mit dem Fall einer einzigen Ausstattungskategorie argumentiert. Es wird (1) zu (1'):

(1') $PA_{t+1} = p(PA) \bullet PA_t$

Diese Formel ist in der Chaostheorie wohlbekannt; nicht für Personalausstattungen, sondern für das Wachstumsverhalten z.B. biologischer Systeme: Eine Population wächst rasch an, solange die Umwelt reichlich Ressourcen zum Überleben bietet, sind die Ressourcen jedoch begrenzt, so beansprucht eine wachsende Population zunehmend mehr von ihrer Lebensgrundlage, so daß das Wachstum schließlich geringer wird, stoppt und schließlich evtl. schrumpft. Wenn sich dann die Ressourcen erholt haben, kann eine neue Phase des Wachstums beginnen.

Im folgenden ist das Bestreben, einige der in der Chaostheorie erzielten Erkenntnisse über die Prozesse, die auf Formel (1') basieren, vorzustellen und personalwirtschaftlich zu interpretieren. Um zügig die Ergebnisse angeben zu können, hier noch einige Voraussetzungen:

Zum einen wird die Formel (1') normiert, so daß die Werte der Personalausstattung zwischen Null und Eins liegen. Dies kann durch Division mit einer großen Konstanten geschehen. Die Wahl der Konstanten ist nicht willkürlich. Sie kann und muß als maximal zulässige Personalausstattung gewählt werden, so daß hier ein personalwirtschaftliches Interpretationsproblem diskutiert werden muß. Diesbezüglich sei auf Abschnitt 5 verwiesen.

Zum anderen wird die Funktion p(PA) spezialisiert, und zwar als $p(PA)=c \cdot (1-PA)$, wobei c eine Zahl zwischen 0 und 4 ist. Die Formel (1') bekommt damit folgende Gestalt:

(1") $PA_{t+1} = c(1-PA_t) \bullet PA_t,\ 0 \leq c \leq 4,\ 0 \leq PA_t \leq 1$

Diese Formel wird nach P.F. Verhulst benannt, der sich 1845 für die Mathematik des Populationswachstums interessierte und eine Formel der Art von (1") untersuchte.[7]

---

[7] Vgl. Briggs, John; Peat, F. David (1995): Die Entdeckung des Chaos, München, 4. Aufl., S.77. Die Funktion wird auch „quadratischer Iterator" genannt, vgl. Peitgen, Heinz-Otto, Jürgens, Hartmut; Saupe, Dietmar (1994): Chaos: Bausteine der Ordnung S. 72. Häufig ist die Bezeichnung „logistische Gleichung": Peitgen, Heinz-Otto et al. (1994) S. 241 oder „logistic growth model", vgl. Alligood, Kathleen T.; Sauer, Tim D.; Yorke, James A. (1997): Chaos - an introduction to dynamical systems, S. 17.

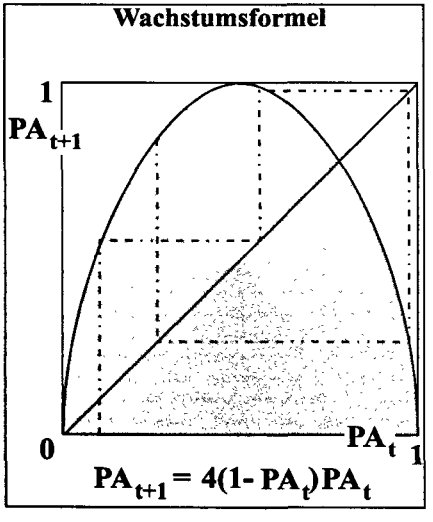
Dieses Wachstumsgesetz ist in der Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme sehr gut analysiert worden, so daß es sich anbietet, genau diesen Ansatz testweise auf die Problemstellung der Personalplanung anzuwenden. Es entbindet nicht von der Notwendigkeit, den Ansatz ökonomisch zu begründen, wenn über das Exemplarische hinausgehende Schlüsse abgeleitet werden sollen.

4. Diskussion des formulierten Ansatzes

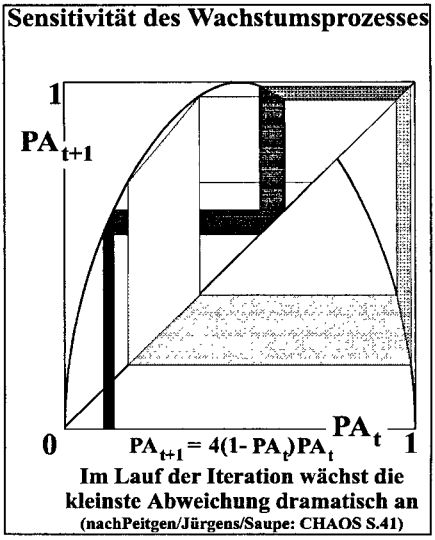
Anhand der angegebenen normierten Fortschreibungsgleichung wird im folgenden herausgearbeitet:

- Das schwache und starke Prinzip der Kausalität
- Phasen der Ordnung und der chaostischen Entwicklung

Die Idee der Verhulst-Formel ist, dem linearen Wachstumsprozeß $PA_{t+1} = c \cdot PA_t$, einen Korrekturterm hinzuzufügen, der bewirkt, daß das Niveau der Personalausstattung regelnden Einfluß auf den Zuwachs besitzt. Dies geschieht durch den Faktor $(1\text{-}PA_t)$. Die Wirkungsweise dieses Faktors kann durch Einsetzen von kleinen und großen Zahlenwerten für PA_t verdeutlicht werden. Man beachte dabei, daß PA_t auf das Einheitsintervall normiert ist. Setze einen kleinen Zahlenwert für PA_t ein, bspw. $PA_t = 0{,}01$. Dann ist $(1\text{-}PA_t)$ fast Eins, so daß die Personalausstattung nach Formel (1") praktisch linear wächst. Dies ist anders, wenn ein großer Zahlenwert für PA_t eingesetzt wird, z.B. $PA_t = 0{,}99$. Dann ist der Korrekturterm $(1\text{-}PA_t)$ nahezu Null und bewirkt nach (1"), daß die Personalausstattung sinkt. Zahlenwerte von PA_t zwischen diesen Extremen können auf Entwicklungen der Stagnation führen. Die Veränderungen der Personalausstattung von Periode zu Periode lassen sich graphisch darstellen.



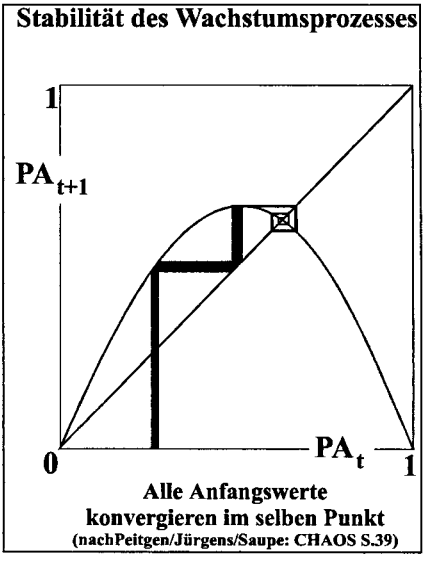
Der Graph der Funktion ist eine nach unten geöffnete Parabel. In der Abbildung ist ferner die Diagonale eingezeichnet. Die Diagonale dient dazu, Iterationen der Wachstumsformel suggestiv darzustellen. Dies geschieht folgendermaßen: Trage auf der Abszisse einen Wert ab, der als Eingabegröße für die Formel dienen soll und zeichne von hier ausgehend eine Parallele zur Ordinate. Der Ergebniswert unter der Funktion wird im Schnittpunkt von Parallele und Funktionsgraph gefunden. Im nächsten Schritt wird von diesem Schnittpunkt eine Parallele zur Abszisse eingetragen. Dort, wo diese Parallele die Diagonale trifft, liegt der Eingabewert der zweiten Iteration, so daß von hier aus wiederum der Funktionswert bestimmt werden kann, in-



dem eine Parallele zur Ordinate gebildet und der Schnittpunkt mit dem Funktionsgraphen ermittelt wird. Die Diagonale spiegelt sozusagen die Ordinate auf die Abszisse. Das Verfahren kann beliebig wiederholt werden, so daß etliche Iterationen visualisiert werden können.

Dieses Verfahren wird nun angewendet, um darzustellen, wie aus zwei dicht beieinander liegenden Eingabegrößen über mehrere Iterationen sehr verschiedene Ergebniswerte werden. Dies heißt, daß der Wachstumsprozeß auf geringfügige Abweichungen in den Anfangsbedingungen sensitiv reagiert.

Begonnen wird mit einem beliebigen kleinen Intervall. Das Bild dieses Intervalls wird sodann wieder dem Prozeß unterworfen. Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß aus dem kleinen Intervall nach einigen Iterationen ein größeres Intervall geworden ist.



Dieses Intervall wird schließlich so groß, daß das gesamte Intervall von Null bis Eins überdeckt ist. Dieses ist nun nicht speziell vom gewählten Intervall abhängig. Es ist auch nicht abhängig davon, wie klein das Anfangsintervall ist. Es ist höchstens die Anzahl der Iterationen zu erhöhen, um eine gesamte Überdeckung zu erreichen.

Mit anderen Worten: Wenn am Anfang auch nur ein klein wenig von den beabsichtigten Daten abgewichen wird, kann der Prozeß im Ergebnis jeden Wert erreichen, auch ganz andere als angestrebt. Dies bedeutet, daß in diesem Falle das starke Prinzip der Kausalität nicht erfüllt ist.

Daß es auch anders geht, sei zwecks Unterscheidung im folgenden Bild angedeutet. Es wird eine ähnliche Funktion wie oben zugrunde gelegt (im Beispiel c=2,75 statt 4). Für diese Funktion konvergieren alle

Anfangswerte ungleich Null oder Eins in immer demselben Wert. Ein derartiges Wachstumsverhalten ist damit sehr stabil und gut vorhersagbar.

Intervalluntergrenze	Anzahl Attraktoren
1,000000	1
3,000000	2
3,449489	4
3,544090	8
3,564407	16
3,568759	32
3,569692	64
3,569891	128
...	
3,56999	unendlich
chaotischer Bereich	

Man beachte: Es liegen in den beiden dargestellten Fällen fast die gleichen funktionalen Zusammenhänge vor. Der wesentliche Unterschied liegt im Wert der Konstanten c. Ein Wert von c=4 führt auf die Situation einer Sensitivität, hingegen führt c=2,75 zu Stabilität. Dies veranlaßt die Frage: Für welche Zahlenwerte von c trifft Stabilität zu, welche anderen Zahlenwerte führen zum Chaos?

Die Antwort auf die Frage der Auswirkungen der Konstanten c lautet:

Im Bereich von c=1 bis c=3,56999.. herrscht insofern Ordnung, als daß es immer einige ausgezeichnete Punkte gibt, die das Langzeitverhalten des Systems charakterisieren. Eine Vorhersagbarkeit ist in diesem Bereich somit möglich. Die Werte, gegen die das System im Langzeitverhalten streben kann, werden Attraktoren genannt. Wie der Tabelle entnommen werden kann, verdoppeln sich die Attraktoren an den bezeichneten Stellen. Jenseits von c=3,56999 treten Attraktoren in unendlicher Zahl auf. Eine Vorhersagbarkeit ist nicht mehr möglich. Deshalb wird dieser Bereich als chaotisch bezeichnet.[8]

5. Ein Test zur Angemessenheit des Modells

Die analytisch behandelte Wachstumsfunktion ist auf das Intervall von Null bis Eins normiert. In der Realität jedoch nehmen Prozesse Werte an, die nicht notwendig im Einheitsintervall liegen. Die Zahl der Beschäftigten eines Unternehmens gehört zur Menge der natürlichen Zahlen. Es ist auch nicht möglich, eine für alle beliebigen Unternehmen universelle maximale Beschäftigtenzahl anzugeben. Was kann man da machen?

In der berücksichtigten Literatur existieren keine Angaben darüber, wie die Normierung vorgenommen werden kann oder sollte.

Im nächsten Schritt wird deshalb ein Schätzverfahren angegeben, mit dem aus einer Zahlensequenz der Wachstumskoeffizient c und die Normierungskonstante d abgeleitet werden können. Anschließend werden diese Verfahren auf zwei Zahlenreihen der Wirklichkeit angewendet, nämlich den Beschäftigtenzahlen der SAP AG und der Karstadt AG.

Der Grundgedanke ist folgender: Es gibt eine Sequenz PA_1, PA_2, ..., PA_t,..., PA_T von

[8] Die in Abschnitt 4 getroffenen Aussagen stützen sich auf die sehr detaillierten Ausführungen von Peitgen, Heinz-Otto et al. (1994) zur logistischen Gleichung, S. 35ff.

Angaben zur Personalausstattung. Diese Angaben folgen, so ist die Annahme, dem Wachstumsgesetz

(1''') $PA_{t+1}/d = c(1-PA_t/d) \cdot PA_t/d$, $0 \le c \le 4$, $0 \le PA_t \le d$
(vgl. (1'') ohne Normierung)

Wenn drei aufeinanderfolgende Personalausstattungen dieser Sequenz genommen werden, dann kann die dritte Angabe durch die zweite dividiert werden, wodurch die Konstante c eliminiert wird. Es entsteht eine Gleichung, in der nur d unbekannt ist, so daß nach d aufgelöst werden kann. Diese Angabe für d kann dann in (1''') eingesetzt werden, so daß c ermittelt werden kann. Auf diese Weise ergeben sich die Schätzer für d und c (die formale Ableitung ist in Abschnitt 9 beschrieben):

$$d = \frac{Z \cdot X^2 - Y^3}{Z \cdot X - Y^2} \text{ und } c = \frac{Y}{X} \cdot \frac{d}{d - X}, \text{ wobei } X = PA_t,\ Y = PA_{t+1},\ Z = PA_{t+2}$$

Diese Schätzer werden im folgenden auf den Fall einer synthetischen Sequenz angewendet, um das Verfahren zu demonstrieren. Betrachte dazu nachstehende Tabelle.

t	PA	d	c	PA	d	c
1	300			300		
2	330			480		
3	309	502	2,73	77	500	4,01
4	325	500	2,75	261	500	4,01
5	313	499	2,76	499	499	4,01
6	322	501	2,74	4	500	4,01
7	315	496	2,79	16	500	4,03
8	321	490	2,85	62	388	4,04
9	316	492	2,83	217	491	4,01
10	320	495	2,8	491	500	4

Die Sequenz der linken Hälfte ist erstellt worden mit c=2,75 und d=500 und PA_1=300 sowie Rundung auf ganze Zahlenwerte.

Die Sequenz der rechten Hälfte ist erstellt worden mit c=4,00 und d=500 und PA_1=300 sowie Rundung auf ganze Zahlenwerte.

Die Schätzer können offensichtlich aus diesen Angaben auf die gesuchten Konstanten schließen.

In der folgenden Tabelle ist dasselbe Verfahren auf zwei reale Sequenzen angewendet worden. Die erste Sequenz gibt die Anzahlen der Beschäftigten der SAP AG, die zweite diejenige der Karstadt AG an.

	SAP			Karstadt		
Jahr	PA	d	c	PA	d	c
1990	2138			60742		
1991	2685			67048		
1992	3157	10718,93	1,568749	65580	116112,4	2,314715
1993	3644	28460,48	1,298272	63572	-97532,96	0,579638
1994	4206	16416213	1,154482	60575	-52217,19	0,429707
Angaben aus Hoppenstedt, Jg 1994 und 1996						

Während bei SAP die Angaben bei großzügiger Auslegung noch im Rahmen des Plausiblen liegen mögen, zeigt das Beispiel von Karstadt, daß die Beschäftigtenzahlen

nicht mit der Modellannahme der Verhulst-Wachstumsformel übereinstimmen. Trotz des beachtlichen Wachstums der SAP ist die Wachstumsrate mit einem Wert unter zwei deutlich im Bereich des Nichtchaotischen.

Es sei hier noch einmal betont, daß es in dieser Untersuchung nicht in erster Linie um das korrekte Wachstumsmodell für Personalausstattungen schlechthin geht, sondern darum, inwieweit die Chaostheorie Aussagen geben kann, die über die Grenzen der bislang in der personalwirtschaftlichen Literatur diskutierten Ansätze hinausgehen. Daß die dargestellte Wachstumsformel und die gewählten Praxisdaten nicht überzeugend harmonieren, kann zum einen daran liegen, daß das Wachstum einem anderen Gesetz gehorcht, was an dem Prinzip der Argumentation jedoch nichts ändern würde, oder aber die Gesamtorganisation personalwirtschaftlich differenzierter betrachtet werden muß.

6. Selbstorganisation einer Personalstruktur

In der Personalwirtschaftslehre ist wohlbekannt, daß der Gesamtbestand der Personalausstattung eine vergleichsweise geringe Aussagekraft besitzt. Die innere Struktur hat wesentlichen Einfluß auf die wirtschaftliche Potenz einer Organisation. Im folgenden wird skizziert, wie das Wachstumsprinzip zu einer Strukturierung der Personalausstattung führen kann.

Die Organisationseinheit (z.B. eine Abteilung) folge dem nachstehenden Wachstums- und Teilungsprinzip:

Wachstumsprinzip

$$y = \frac{c}{d}(d - x) \cdot x$$

c Wachstumsrate
d Normierungskonstante

Teilungsprinzip

Wenn $y < u$, dann wird die Organisationseinheit aufgelöst.
Wenn $y > o$, dann wird die Organisationseinheit geteilt.

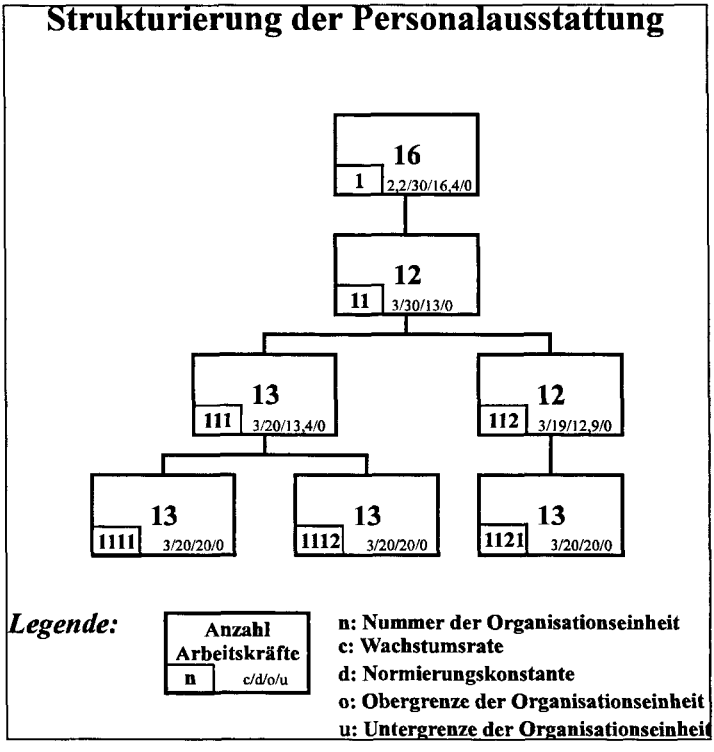
u untere zulässige Größe der Organisationseinheit
o obere zulässige Größe der Organisationseinheit

Mit Hilfe des Wachstums- und Teilungsprinzips kann z.B. folgendes Organigramm erzeugt werden:

Der Startwert für die Iteration ist 5. Die obere Zahl in den Kästen gibt die Anzahl der Arbeitskräfte in der Organisationseinheit an; die in Klammern gesetzte Nummer bezeichnet die Organisationseinheit, indem die Sequenz der "Vorfahren" angegeben wird. Die Parameterwerte sind rechts neben den Ebenen aufgeführt. Sie sind für dieses Beispiel unterschiedlich gewählt worden.

Dieses Organigramm befindet sich im Gleichgewicht, d.h. jede weitere Iteration führt auf dasselbe Ergebnis.

Es ist hervorzuheben, daß der Prozeß der Iterationen keineswegs immer zu einem Gleichgewicht führt.



Die Benennung von Bedingungen für Gleichgewichte kann eine interessante Fragestellung sein, ebenso die ökonomische Interpretation der Parameter c, d, o, u oder der Vergleich dieses Ansatzes mit anderen Ansätzen zur Führungskräfteplanung[9] oder Organisationsplanung[10].

Die ökonomische Interpretation der Wachstumsrate c ist z.B. die Einstellungspolitik und/oder die Fluktuation. Inhaltliche Deutungen der Normierungskonstanten sind die Grenze des Arbeitsmarktes oder die zulässige Gruppengröße.

7. Erweiterungsmöglichkeiten

Zur Erinnerung: Die Ausführungen zur Verhulst-Formel dienten der Präsentation typischer Begriffe der Chaostheorie und es stellte sich heraus, daß die Verhulst-Formel als Variante der Personalausstattungsfortschreibung benutzt werden kann. Vom Standpunkt der Personalwirtschaft jedoch ist die Fortschreibung der Personalausstattung nur ein Teil aus dem Spektrum der Möglich- und Notwendigkeiten. Die Personalausstattung ist an den Leistungsprozeß angekoppelt. Die Frage nach guten oder optimalen

9 z.B. Kossbiel, Hugo (1972): Kontrollspanne und Führungskräfteplanung. In: Braun, Walter; Kossbiel, Hugo; Reber, Gerhard (Hrsg.): Grundfragen der betrieblichen Personalpolitik, Wiesbaden, S. 8 - 111.

10 z.B. Spengler, Thomas (1993): Lineare Entscheidungsmodelle zur Organisations- und Personalplanung, Heidelberg.

Entscheidungen muß beantwortet werden. Dies wird durch eine reine Fortschreibung nicht geleistet. Dazu werden optimierende Modelle benötigt.

Einmal für die Phänomene der Chaostheorie sensibilisiert, kann man prüfen, ob diese auch in den optimierenden Modellen auftreten. Dabei kommt es weniger darauf an, daß aus den *linearen* Programmierungsansätzen *nichtlineare* gemacht werden (was oftmals sachlich richtig wäre). Es treten die Phänomene bereits dadurch auf, daß die optimalen Lösungen von linearen Programmierungsansätze nicht notwendig eindeutig sind und iterativ angewendet werden. Letzteres tritt nahezu unvermeidlich auf, da mit dem ermittelten Ergebnis bei einer Umsetzung eine neue Datenkonstellation für die Folgeperiode geschaffen wird. Dies ändert sich auch nicht durch die dynamischen Modelle, die mehrere Perioden simultan einbeziehen, da nicht alle Perioden von Entstehung bis zur Liquidation der Organisation einbezogen werden können und auch rollierende Planungen iterativ angelegt sind.

Als ein solches Modell kann beispielsweise ein Ansatz herangezogen werden, bei dem es um Versetzungen unter Berücksichtigung von Lern- und Verlerneffekten geht[11]. Um hier den Ausbildungsstand der Belegschaft, z.B. dem technischen Personal eines Kraftwerkes, optimal zu halten, müssen die Arbeitskräfte über die Stellen, für die sie qualifiziert sind, rotieren. Jede erfolgte Rotation führt dann jedoch zu einer Ausgangssituation für die nächste Rotationsrunde. Es ist möglich, den Einzelansatz optimierend zu gestalten. Der Prozeß, häufig durchgeführt, jedoch stellt eine Iteration da. Wie ist das Langzeitverhalten eines solchen Prozesses? Konvergiert dieser Prozeß immer gegen denselben sich wiederholenden Rotationsplan? Gibt es mehrere solcher Rotationspläne, die sich im Gleichgewicht befinden? Wie ist der Vergleich derartiger Grenzsituationen mit den Ergebnissen, die ein ganzheitliches Optimum liefern würde?

Ein Nutzen für die praktische Umsetzung der Modelle ist erkennbar: Werden mit Iterationen Ergebnisse erzielt, die der ökonomischen Kritik standhalten, so lassen sich auch größere und komplexere Datenmengen berechnen, als es mit den linearen gemischt-ganzzahligen Ansätzen in absehbare Zeit möglich ist.

Daß lineare Programmierungsansätze chaotische Phänomene zeigen können, läßt sich mit dem Beispiel der Verhulst-Formel nachweisen. Wie ausgeführt, zeigt die Verhulst-Formel chaotisches Verhalten. Nun läßt sich diese nichtlineare Gleichung jedoch auch als linearer Programmierungsansatz formulieren. Die Konsequenz dieses Gedankenganges ist, daß die in der Betriebswirtschaft benutzten linearen Programmierungsansätze, iterativ angewendet, chaotisch reagieren können. Das heißt weiter, daß *lineare* Programmierungsansätze nicht notwendig linear im Sinne der Chaostheorie sind. Da die Modelle oftmals auch substantiell begründet werden können, so steht zu vermuten, daß auch das reale Pendant den in der Chaostheorie entdeckten Gesetzmäßigkeiten gehorcht.

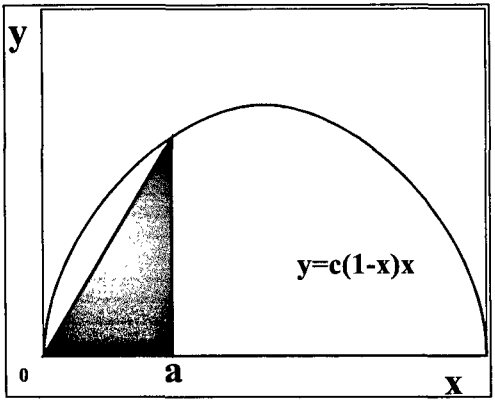
---

[11] Ein Modell, daß sowohl Lern- als auch Verlerneffekte berücksichtigt, ist formuliert in Muche, Gerhard (1989): Personalplanung bei gegebener Personalausstattung, Göttingen, S. 115-118.

Nachstehend wird gezeigt, wie die Verhulst-Formel als linearer Programmierungsansatz definiert werden kann. Veranschaulicht wird die Vorgehensweise in der folgenden Abbildung.

1. Zur Notationersparnis setze $a = PA_t$.
2. Betrachte die durch die folgenden Geraden umgrenzte Fläche:
   $\{(x, 0) / x \geq 0\}$
   $\{(a, y) / y \geq 0\}$
   $\{(x, c(1-a)x) / x \geq 0\}$

   Die Fläche ist konvex und durch lineare Funktionen begrenzt, entspricht also den Voraussetzungen eines linearen Programmierungsansatzes



3. Bilde den Programmierungsansatz:

   Zielfunktion: $x + y = \max$
   Nebenbedingungen:
   $x \leq a$
   $y \leq c \cdot (1-a) \cdot x$
   $x, y \geq 0$

4. Der y-Wert des Optimums ist der neue Wert für die Personalausstattung PA_{t+1}

8. Epilog

Die eingangs aufgeworfene Frage lautete: Bietet die Chaostheorie etwas, was die personalwirtschaftliche Theorie fördert und der Praxis nützt?

Die Antwort darauf lautet: Ja, es gibt Aspekte der Chaostheorie, die sehr wohl in der personalwirtschaftlichen Theorie beachtet werden müssen. Zu nennen sind hier das Kausalitätsprinzip mit den starken und schwachen Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen, und das Verfahren der Iteration mit den Auswirkungen auf das Langzeitverhalten von Systemen.

Für die praktische Anwendung ergeben sich ebenfalls Möglichkeiten. Die lösungstechnischen Probleme, die insbesondere die dynamischen Modelle der Personalwirtschaft mit sich bringen, sind in der näheren Zukunft kaum praktisch zu meistern. Aufs Machbare reduzierte optimierende Modelle, die dann iterativ angewendet werden, liegen jedoch sehr wohl im Bereich dessen, was der Praxis nützt.

9. Exkurs: Herleitung der Testgrößen

Seien durch die großen Buchstaben X, Y und Z die nichtnormierten, hingegen mit x, y und z die normierten Größen bezeichnet. Die Normierungskonstante sei mit d bezeichnet, also

$$x = \frac{X}{d},\ y = \frac{Y}{d},\ z = \frac{Z}{d}$$

c sei die Wachstumsrate.

Ziel ist es, d aus drei aufeinanderfolgenden Werten X, Y, Z zu bestimmen!

$$y = c \cdot (1-x) \cdot x;\ z = c \cdot (1-y) \cdot y$$

$$\frac{Y}{d} = c \cdot (1-\frac{X}{d}) \cdot \frac{X}{d};\ \frac{Z}{d} = c \cdot (1-\frac{Y}{d}) \cdot \frac{Y}{d}$$

Annahme: $Y \neq 0$, $X \neq 0$, $X \neq d$, $d \neq 0$ und $c \neq 0$

Z dividiert mit Y entfernt c:

$$\frac{Z}{Y} = \frac{\frac{Z}{d}}{\frac{Y}{d}} = \frac{c \cdot (1-\frac{Y}{d}) \cdot \frac{Y}{d}}{c \cdot (1-\frac{X}{d}) \cdot \frac{X}{d}} = \frac{(1-\frac{Y}{d}) \cdot Y}{(1-\frac{X}{d}) \cdot X} = \frac{(d-Y) \cdot Y \cdot \frac{1}{d}}{(d-X) \cdot X \cdot \frac{1}{d}} = \frac{(d-Y) \cdot Y}{(d-X) \cdot X}$$

also $\frac{Z}{Y} = \frac{(d-Y) \cdot Y}{(d-X) \cdot X}$; diese Gleichung kann nach d aufgelöst werden.

$$\frac{Z}{Y} = \frac{(d-Y) \cdot Y}{(d-X) \cdot X} \Leftrightarrow \frac{Z \cdot X}{Y^2} = \frac{d-Y}{d-X} \Leftrightarrow (d-X) \cdot \frac{Z \cdot X}{Y^2} = (d-Y) \Leftrightarrow d \cdot \frac{Z \cdot X}{Y^2} - \frac{Z \cdot X^2}{Y^2} = d - Y \Leftrightarrow$$

$$d \cdot (\frac{Z \cdot X}{Y^2} - 1) = \frac{Z \cdot X^2}{Y^2} - Y \Leftrightarrow d = \frac{\frac{Z \cdot X^2}{Y^2} - Y}{\frac{Z \cdot X}{Y^2} - 1} \Leftrightarrow d = \frac{Z \cdot X^2 - Y^3}{Z \cdot X - Y^2}$$

Dieser Wert für d eingesetzt in $\frac{Y}{d} = c \cdot (1-\frac{X}{d}) \cdot \frac{X}{d}$ ergibt einen Schätzer für c:

$$c = \frac{Y}{X} \cdot \frac{d}{d-X}$$

11. Literatur

Alligood, Kathleen T.; Sauer, Tim D.; Yorke, James A. (1997): Chaos – an introduction to dynamical systems

Briggs, John; Peat, F. David (1995): Die Entdeckung des Chaos, München, (4. Auflage)

Kossbiel, Hugo (1972): Kontrollspanne und Führungskräfteplanung. In: Braun, Walter; Kossbiel, Hugo; Reber, Gerhard (Hrsg.): Grundfragen der betrieblichen Personalpolitik, Wiesbaden, S. 86 - 111

Kossbiel, Hugo (1988): Personalbereitstellung und Personalführung. In: Jacob, Herbert (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1988, (5. Auflage), S. 1045 - 1253

Loistl, Otto; Betz, Iro (1994): Chaostheorie: zur Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme, München, (2. Auflage)

Muche, Gerhard (1989): Personalplanung bei gegebener Personalausstattung, Göttingen

Peitgen, Heinz-Otto; Jürgens, Hartmut; Saupe, Dietmar (1994): Chaos: Bausteine der Ordnung, Berlin u.a.

Spengler, Thomas (1993): Lineare Entscheidungsmodelle zur Organisations- und Personalplanung, Heidelberg

Verlag Hoppenstedt GmbH (Hrsg.): Handbuch der Großunternehmen, Darmstadt, Jahrgänge 1994 und 1996.

Frank Kieper

Ursachengerechte Abweichungsanalyse der Personalkosten im Erfolgscontrolling

Die optimale Gestaltung der Personalkosten stellt weiterhin eine der größten Herausforderungen für viele Unternehmungen dar. Personalkosten sind national und international zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor geworden. Dem betrieblichen Personalkostenmanagement kommt eine hohe Bedeutung für die Sicherung des wirtschaftlichen Umganges mit menschlichen Arbeitsleistungen zu. Dabei müssen Besonderheiten des Faktors Arbeit beachtet, aber vorrangig dessen Kosten thematisiert werden. Ziel dieses Beitrags ist, einen dynamischen Lösungsansatz für das betriebliche Personalkostenmanagement im Rahmen des Erfolgscontrolling zu skizzieren und eine ursachengerechte Abweichungsanalyse der abgerechneten gegenüber den geplanten Personalkosten zu eröffnen. Die hier angesprochene Thematik wurde vom Autor umfassend in seinem Buch „Dynamisches Erfolgscontrolling als Lösungsansatz für das betriebliche Personalkostenmanagement" behandelt, das im Rainer Hampp Verlag, München und Mering, erschienen ist.

1. Einleitung

Erfolgscontrolling kann relativ problemlos[1] als den Periodenerfolg einer Unternehmung erklärendes Cotrollingsubsystem in der Ausgestaltung eines entscheidungsorientierten, nach Verantwortungsbereichen differenzierten Kosten- und Leistungsrechnungssystems angesehen werden, das dem Management vorrangig für die Erfüllung seiner Funktion „Unternehmungsführung" quantitative Instrumente zur Verfügung stellt.[2] Dabei lassen sich die hier fokussierten *Personalkosten* umfassend als Arbeitskosten beschreiben, die alle mit anforderungs-, leistungs-[3] oder sozialstatusabhängigen[4] Aspekten begründeten sowie durch gesetzliche und vertragliche Regelungen bedingten, von der Unternehmung aufzubringenden Brutto-Entgelte des Personals für die Bereitstellung und den Einsatz menschlicher Arbeit umfassen. Arbeitskosten können durch den Personaleinsatz, aber auch schon mit der Bereitstellung von Personal hervorgerufen werden. Daraus resultiert eine Erfordernis der Differenzierung der Personalkosten, auf die zunächst eingegangen werden soll.

Die durch personelle Nutzungen hervorgerufenen *Personaleinsatzkosten* werden von Personalausstattungskosten unterschieden, wobei sich letztere auf maximal verfügbare personelle Periodenkapazitäten beziehen. Hingegen rufen die für betriebliche Prozesse (dispositiver und exekutiver Art) erforderlichen personellen Kapazitäten *Personalbedarfskosten* hervor.

Zu zeigen ist in diesem Beitrag, daß mit derartigen, auf KOSSBIEL zurückgehenden,[5] Unterscheidungen eine kostenrechnerische Zweckmäßigkeit zum Ausdruck kommt. Zweckmäßig für das Erfolgscontrolling sind die o. g. Unterscheidungen deshalb, weil durch ihre Berücksichtigung Kausalitäten der Abweichungen zwischen geplanten und abgerechneten Personalkosten überschneidungsfrei aufzudecken sind.

Bei *Personalbedarfskosten* handelt es sich stets um Vorgabewerte. Diese können als Plan-Personalbedarfskosten oder Soll-Personalbedarfskosten unterschiedlich hoch

---

1 Mit dieser Auffassung werden weitere Charakterisierungsmerkmale sowie die grundlegende Problematisierung des Controllingbegriffs nicht in Abrede gestellt. Ein umfassender Überblick über Controlling-Begriffsbildungen findet sich bei WEBER. Vgl. WEBER (Einführung), S. 23 f.

2 Zur Entscheidungsorientierung des Controlling vgl. insb. SEICHT (Kostenrechnung), S. 383

3 Der Begriff „Leistung" wird in diesem Zusammenhang im Sinne von Arbeitsproduktivität und -qualität verstanden.

4 Als Beispiel für einen sozialstatusabhängigen Entgeltbestandteil können von der Betriebszugehörigkeitsdauer oder dem Familienstand abhängige Entlohnungsteile der Mitarbeiter angeführt werden.

5 KOSSBIEL unterscheidet bei Planungen der Personaldisposition Personalbedarfs-, Personalausstattungs- und Personaleinsatzplanungen. Vgl. KOSSBIEL (Personalbereitstellung), insb. S. 1043 ff und KOSSBIEL (Personalwirtschaft), S. 435 ff.

ausfallen, wenn gemäß Grenzplankostenrechnung bezugsgrößenabhängig oder unmittelbar leistungsmengenabhängig geplant wird und die personalbedarfsrelevante Plan-Beschäftigung bzw. Plan-Leistungsmenge von der Ist-Beschäftigung bzw. Ist-Leistungsmenge abweicht. Das Preisgerüst der Personalbedarfskosten wird ausschließlich von tätigkeitsbezogenen *Vergütungssätzen* gebildet, auf die nachfolgend noch einzugehen ist.

Unterschieden werden die *Personaleinsatzkosten* in Plan-Personaleinsatzkosten, Soll-Personaleinsatzkosten und Ist-Personaleinsatzkosten, wobei alternativ zwei Preisgerüste möglich sind: Wird das Produkt aus Arbeitskräfteeinsatzzeit und dem tätigkeitsbezogenen *Vergütungssatz* gebildet, liegen als Ergebnis Mindest-Personaleinsatzkosten (PE(min)-Kosten) vor. Sie sind bereitstellungsorientiert, ausschließlich als Vorgabewerte definiert und stellen jeweils die mindestens für die Verrichtung einer Tätigkeitsart benötigten Personaleinsatzkosten dar. Auf Basis ursprünglich oder aktualisiert geplanter Personaleinsätze ergeben sich Plan-PE(min)-Kosten oder Soll-PE(min)-Kosten.[6] Wird hingegen das Produkt aus Arbeitskräfteeinsatzzeit und dem nachfolgend ebenfalls noch näher betrachteten arbeitskräftebezogenen *Entgeltsatz* gebildet, liegen als Ergebnis Personaleinsatzkosten (PE-Kosten) vor. Diese sind verwendungsorientiert definiert und stellen die für eine Arbeitskräftekategorie jeweils zu veranschlagenden Personaleinsatzkosten dar. Sie können als Plan-, Soll- oder Ist-Werte ausgewiesen werden. Die Unterscheidung bereitstellungs- und verwendungsorientiert definierter Personaleinsatzkosten ist erforderlich, um bei der angestrebten Abweichungsanalyse Vergütungsgruppen- und Arbeitszeitabweichungen überschneidungsfrei aufdecken zu können.

Die *Personalausstattungskosten* unterteilen sich in Anwesenheitskosten und Abwesenheitskosten. Personalausstattungs-Anwesenheitskosten umfassen mengenmäßig allein durch Netto-Periodenkapazitäten begründete Personalausstattungskosten. Das Preisgerüst der Personalausstattungs-Anwesenheitskosten wird ausschließlich von den arbeitskräftebezogenen Entgeltsätzen gebildet. Die geplanten, mit Entgeltsätzen bewerten Anwesenheitszeiten der Arbeitskräfte führen zu Plan-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten, die tatsächlich eingetretenen Anwesenheitszeiten zu Ist-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten. Die ebenfalls nach Plan- und Ist-Werten unterschiedenen Personalausstattungs-Abwesenheitskosten können diverse Mengen- und Preisgerüste (Standardpreise) aufweisen.

Vergütungssätze stellen in dem hier vertretenen Begriffsverständnis ausschließlich durch einzelne Tätigkeiten begründete Mindest-Entgeltsätze dar. Als tätigkeitsbezogener Vergütungssatz ist derjenige Entgeltsatz zu wählen, der mindestens für

---

[6] Für den Plan-Personaleinsatz als Zuordnung von Plan-Personalausstattungen zu Plan-Personalbedarfen werden Plankosten, für den Soll-Personaleinsatz als Zuordnung von Ist-Personalausstattungen zu Soll-Personalbedarfen werden Sollkosten ausgewiesen. Ein Ausweis von Ist-PE(min)-Kosten entfällt, da diese definitionsgemäß keine Vorgabekosten darstellen.

die jeweilige Tätigkeitsart (bei deren Verrichtung durch eine geeignete Arbeitskräftekategorie) zu veranschlagen ist.[7] Vergütungssätze bilden das Preisgerüst der Personalbedarfskosten und Mindest-Personaleinsatzkosten.

Vergütungssätze sind als *tätigkeitsbezogene* Standardpreise pro eingesetzter Arbeitskräftezeiteinheit definiert, Entgeltsätze dagegen als *arbeitskräftebezogene* Standardpreise pro Arbeitskräftezeiteinheit.[8]

Entgeltsätze (hier definiert als Grenzplankostensätze) beinhalten pro Zeiteinheit das Grundentgelt (z.B. Tariflohn- bzw. Tarifgehaltssatz), anwesenheitszeitbezogene Zusatzvergütungen (z.B. mittels Prämien-, Zulagen- oder Zuschlagsätzen) und alle anwesenheitszeitbezogenen Personalnebenkosten (einschl. Arbeitgeberanteile zu den Sozial- und Unfallversicherungen). Der Entgeltsatz wird stets unter Einbezug der zwangsweise pro bereitgestellter Arbeitskräftezeiteinheit anfallenden gesetzlichen Sozialversicherungsanteile der Arbeitgeber errechnet, jedoch ohne die übrigen gesetzlichen und freiwilligen Sozialkosten.[9]

Ein Vergütungssatz ist nur im Falle der Bereitstellungseindeutigkeit mit genau einem Entgeltsatz identisch. Dieser Fall tritt bei herkömmlichen Formen der Arbeitsorganisation auf, wenn durch die Tätigkeitsart genau eine für ihre Verrichtung erforderliche Arbeitskräftekategorie determiniert ist. Bei modernen Formen der Arbeitsorganisation können dagegen unterschiedliche Arbeitskräftearten für eine Tätigkeitsart eingesetzt werden (Bereitstellungsmehrdeutigkeit) und/oder eine Arbeitskräftekategorie für unterschiedliche Tätigkeitsarten (Verwendungsmehrdeutigkeit). Diese Formen weisen in den Bereich flexibler Personaleinsätze.

Zusammenfassend wird auf Abbildung 1 hingewiesen. Zusätzlich sind dort noch *Aufwandsarten* angeführt, die sich aus den jeweiligen Teilen des tatsächlich angefallenen, von der Lohn- und Gehaltsbuchhaltung zu Ist-Preisen erfaßten betrieblichen Lohn- und Gehaltsvolumens ergeben. Ihre Darstellung erfolgt lediglich zur Illustration des Unterschieds zu den grundsätzlich mit Standardpreisen errechneten Personalausstattungskosten und weist auf die Möglichkeit zusätzlicher Tarif- bzw. Preisabweichungen hin.[10]

---

[7] Zur konkreten Ausgestaltung von Verfahren zur Bestimmung des Vergütungssatzes vgl. KIEPER (Personalkostenmanagement), S. 100 ff.

[8] Folgerichtig handelt es sich beim Vergütungssatz um einen Standardpreis, da die zu seiner Ermittlung herangezogenen Entgeltsätze ausschließlich Standardpreise darstellen.

[9] Zur Systematisierung der Sozialkosten vgl. KILGER (Plankostenrechnung), S. 209 f.

[10] Zur Diskussion der Erfassung und Verrechnung von Lohnsatz- und Gehaltsabweichungen vgl. z.B. KILGER (Plankostenrechnung), S. 225 ff.

Abbildung 1: Mengen- und Preisgerüste der unterschiedenen Personalkostenarten

Position	Plan/Soll	Ist	Plan	Plan	Ist
	Mengengerüst: Arbeitskräftezeit		Preisgerüst: Vergütungssatz	Preisgerüst: Entgeltsatz	
Plan-PB-Kosten	x		x		
Soll-PB-Kosten	x		x		
Plan-PE(min)-Kosten	x		x		
Soll-PE(min)-Kosten	x		x		
Plan-PE-Kosten	x			x	
Soll-PE-Kosten	x			x	
Ist-PE-Kosten		x		x	
Plan-PA-Anwsh.kosten	x			x	
Ist-PA-Anwsh.kosten		x		x	
(Ist-PA-Anwsh.aufwand)		x			x
	Div.Mengengerüste:			Div. Preisgerüste:	
Plan-PA-Abwsh.kosten	x			x	
Ist-PA-Abwsh.kosten		x		x	
(Ist-PA-Abwsh.aufwand)		x			x

Die Analyse verfeinernde Untergliederungen der angeführten Personalkostenarten sind denkbar. So lassen sich bei unterschiedlichen Arten von Personalbedarfen, Personaleinsätzen und Kategorien der Personalausstattungen die jeweiligen Personalkostenarten differenziert ausweisen. Auch sind Unterteilungen der Personalausstattungs-Abwesenheitskosten sinnvoll, um beispielsweise Urlaubslöhne von der Lohnfortzahlung im Krankheitsfall unterscheiden zu können.

2. Systematik der Abweichungsanalyse

Der hier zugrundegelegte Lösungsansatz eröffnet dem Personalkostenmanagement eine problemadäquate Herangehensweise durch Integration eines geeigneten Instrumentariums in die entscheidungsorientierte Kostenrechnung. Es handelt sich dabei um Instrumente zur Planung, Koordination und Kontrolle personalbereichsspezifischer Kostenarten im Rahmen eines dynamischen Erfolgscontrollingsystems auf Basis der Grenzplankostenrechnung.[11] Intention ist, mit diesem Instrumentarium Personalkostenverläufe über die Teilperioden des Entscheidungszeitraumes unter Beachtung zeitdeterminierter Entscheidungsparameter zu planen und die eingetretene Entwicklung der Personalkosten zu kontrollieren.

---

[11] Eine ausführliche Erörterung dieses dynamischen Lösungsansatzes und die Begründung der Wahl der Grenzplankostenrechnung erfolgt bei KIEPER (Personalkostenmanagement), insb. S. 75 ff.

Auf ein bisheriges Defizit des präzisen Nachweises von Ursachen bestimmter Entwicklungen, insb. bei innerbetrieblichen Zeitreihenanalysen und interorganisatorischen Vergleichen der Personalkosten, wird auch von HENTZE und KAMMEL hingewiesen; sie schlagen deshalb vor, zur Ursachenklärung von Personalkosten Detailanalysen durchzuführen, bei denen Personalkosten arbeitnehmerbezogen disaggregiert und verglichen werden.[12] Es kann mit diesem Beitrag begründet werden, daß für problemadäquate Ursachenanalysen neben der arbeitnehmerbezogenen Disaggregation zusätzlich eine tätigkeitsbezogene Disaggregation der Personalkosten erforderlich ist.

Mit dem hier thematisierten Ansatz werden, neben den in ihrer Bedeutung aktuell rückläufigen Stücklöhnen (Akkordlöhne als ausschließlich auf die Mengenleistung bezogene Einzelkosten)[13], alle übrigen, auch die üblicherweise als Fixkosten deklarierten Personalausstattungskosten (insb. Zeitlöhne und Gehälter i. S. von Gemeinkosten) dem Personalkostenmanagement besser zugänglich gemacht.

Die Kontrolle der Personalkosten vollzieht sich originär in Form kostenstellenweiser Abweichungsanalysen i. S. von Wirtschaftlichkeitskontrollen, bei denen Plan- oder Soll-Werte den Ist-Werten der jeweiligen Personalkostenarten gegenübergestellt werden. Definierte Bezugs- und Bestandsgrößen dienen dabei der Verbesserung der Kostenkontrolle im Abrechnungszeitpunkt und führen zum Ausweis von Sollkosten. Folgerichtig sind geeignete Bezugsgrößen auf Kostenstellen auch dann zu definieren und für Planungen heranzuziehen, wenn durch sie keine Kostenverrechnungen auf andere Objekte erfolgen sollen. Dieser Fall kann insb. in Kostenstellen des indirekten Leistungsbereichs auftreten, für die sich Bezugsgrößen identifizieren lassen, ohne damit gleichzeitig Kostenverrechnungen (z. B. auf Aufträge) anstreben zu müssen.[14]

Mögliche Konsequenzen der durch Kontrollen aufgedeckten und vom jeweiligen Kostenstellenleiter zu verantwortenden Abweichungen könnten in *Sanktionen* bestehen, die bei Unterschreiten der Vorgabewerte durch positive Stimuli (z.B. Prämienerhöhungen), bei Überschreiten dagegen durch negative (z.B. Prämienkürzungen) zum Ausdruck kommen.

---

12 Vgl. HENTZE / KAMMEL (Personalcontrolling), S. 154

13 Zur Bedeutung und Entwicklung der einzelnen Entlohnungsgrundsätze und damit der Lohnformen für die gewerblichen Arbeitnehmer in Deutschland von 1960 bis in die 90er Jahre vgl. z.B. EYER (Entgelt), S. 8 f.

14 Beispielsweise lassen sich bestimmte Arbeitsgänge in indirekten Leistungsbereichen als Bezugsgrößen definieren, die in neuerer Zeit von den Anhängern der „Prozeßkostenrechnung" als „activities" bezeichnet werden. Vgl. hierzu z.B. FREIDANK (Kostenrechnung), S. 343 f. sowie grundlegend KIEPER (Fixkostendisposition).

Diesen Möglichkeiten muß u.E. jedoch mit äußerster Skepsis begegnet werden, da sie nach KILGER zwar zu einer Intensivierung des Kostendenkens führen, aber zugleich das Betriebsklima verschlechtern können.[15] Intraindividuelle Konflikte treten leicht auf, wenn ein Kostenstellen-Verantwortlicher beispielsweise Arbeitsproduktivitätssteigerungen des Personals und damit Änderungsmöglichkeiten der Personalbedarfskosten (Vorgabewerte) verschweigt, um damit seine bisherige Prämienhöhe nicht zu gefährden.[16] Als empfehlenswerte Methode zur Vermeidung von Abweichungen könnte daher das betriebliche Vorschlagswesen mit Prämierungsmöglichkeiten angesehen werden.

Nicht alle rechnerisch darstellbaren Differenzen, die sich aufgrund von Kombinationsmöglichkeiten der 11 unterschiedenen[17] und in diesem Beitrag als vollständig verfügbar unterstellten Personalkostenarten ergeben, stellen für Wirtschaftlichkeitsanalysen relevante Abweichungsarten dar. Bei näherer Betrachtung reduzieren sich die bei Abweichungsanalysen bedeutsamen Kostendifferenzen auf maximal 12 Abweichungstypen mit eindeutig eingrenzbaren Ursachen.

Eine Klassifikation dieser überschneidungsfreien Abweichungsarten erfolgt in Abbildung 2. Im Sinne einer Vorzeichenkonvention sollen dabei stets von den zeilenweise ausgewiesenen Personalkostenarten die spaltenweise angeführten Personalkostenarten subtrahiert und in dieser Reihenfolge als Abweichungstyp definiert werden.

An relevanten Abweichungsarten mit z.T. unterschiedlich ausgeprägter Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen sind entweder differenziert oder aggregiert pro Kostenstelle zu identifizieren:

Typ 1: Nach Tätigkeitsarten differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Personalbedarfs- von den Soll-Personalbedarfskosten im Sinne einer *Planungsabweichung* auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze. Sie kann sich aufgrund von Änderungen der geplanten gegenüber den realisierten personalbedarfsrelevanten Bezugs- und Bestandsgrößenhöhen ergeben. Eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen wird diesem Abweichungstyp nicht zugesprochen. Bei starrer Planung nimmt diese Abweichung zwangsläufig den Wert Null an. Im Falle „unscharfer" Personalbedarfe lassen sich die Plan-Personalbedarfskosten nur „unscharf" ausweisen, womit dann der hier betrachtete Abweichungstyp ebenfalls „unscharf" ist.

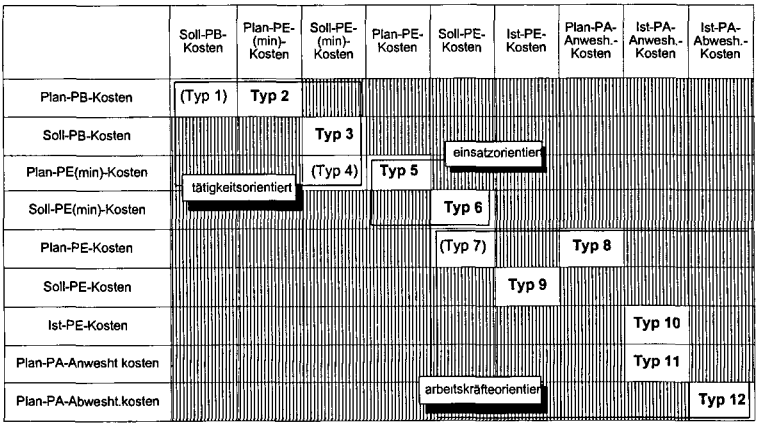
---

[15] Vgl. KILGER (Plankostenrechnung), S. 187

[16] Weiterführende Diskussionen der Abweichungsprämierung finden sich bei KILGER, a.a.O., S. 187 ff. oder SCHULZ (Kostenabweichungsanalyse), S. 173 ff.

[17] Vgl. Abb. 1

Abbildung 2: Klassifikation der Abweichungsarten



Typ 2: Nach Tätigkeitsarten differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Personalbedarfskosten von den zugeordneten[18] Plan-Mindest-Personaleinsatzkosten. Es handelt sich um eine geplante *Verbrauchsabweichung* auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze, die z.B. durch Sicherheitszu- oder -abschläge angesichts unsicher eingeschätzter Personalbedarfe auftreten kann. Sie bringt im Falle des Ansatzes von Sicherheitszuschlägen die Kosten des Vorhaltens einer personellen Einsatzreserve zum Abdecken möglicher Bedarfsspitzen zum Ausdruck. Diese Abweichungsart ist von Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen. Im Falle „unscharfer" Personalbedarfe lassen sich die Plan-Personalbedarfskosten nur „unscharf" ausweisen, womit dann der hier betrachtete Abweichungstyp ebenfalls „unscharf" ist.

Typ 3: Nach Tätigkeitsarten differenziert ausweisbare Abweichung der Soll-Personalbedarfskosten von den zugeordneten Soll-Mindest-Personaleinsatzkosten. Es handelt sich um eine geplante *Verbrauchsabweichung* auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze, die z.B. durch vorgenommene Sicherheitszu- oder -abschläge angesichts als unsicher eingeschätzter Personalbedarfe auftreten kann. Dieser Abweichungsart ist, analog zu Typ 2, von Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen.

---

[18] Diese Zuordnung von Personaleinsatzkosten zu Personalbedarfskosten erfolgt jeweils gemäß einem Bereitstellungsspektrum, das für die jeweilige Tätigkeitsart bekannt ist. Bereitstellungsspektren führen alle Arbeitskräftekategorien an, die für die Verrichtung der jeweiligen Tätigkeit grundsätzlich herangezogen werden können. Zur Operationalisierung von Bereitstellungsspektren vgl. KOSSBIEL (Personalbereitstellung), S. 1032 f.

Typ 4: Nach Tätigkeitsarten differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Mindest-Personaleinsatzkosten von den Soll-Mindest-Personaleinsatzkosten im Sinne einer *Planungsabweichung* auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze. Sie kann sich aufgrund von Abweichungen der ursprünglich geplanten Personalzuordnung gegenüber der auf Grundlage eingetretener Werte der Entscheidungsparameter aktualisierten Planzuordnung ergeben. Diesem Abweichungstyp wird keine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen zugesprochen.

Typ 5: Nach Personaleinsatzarten differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Mindest-Personaleinsatzkosten auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze von den Plan-Personaleinsatzkosten auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze. Es handelt sich um eine geplante *Vergütungsgruppenabweichung.* Sie ergibt sich aus Differenzen der Entgelte einzusetzender Arbeitskräftekategorien gegenüber den (kalkulatorischen) Vergütungen der beim Personaleinsatz zugeordneten Tätigkeitsarten. Diesem Abweichungstyp ist eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen zuzusprechen.

Typ 6: Nach Personaleinsatzarten differenziert ausweisbare Abweichung der Soll-Mindest-Personaleinsatzkosten auf Basis tätigkeitsbezogener Vergütungssätze von den Soll-Personaleinsatzkosten auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze. Es handelt sich um eine aktualisiert geplante *Vergütungsgruppenabweichung.* Sie ergibt sich aus Differenzen der Entgelte eingesetzter Arbeitskräftekategorien gegenüber den (kalkulatorischen) Vergütungen der beim Personaleinsatz zugeordneten Tätigkeitsarten. Diesem Abweichungstyp wird, analog zu Typ 5, eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen zugesprochen.

Typ 7: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Personaleinsatzkosten von den Soll-Personaleinsatzkosten im Sinne einer *Planungsabweichung* auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze. Sie kann sich aufgrund von Abweichungen der ursprünglich geplanten Personalzuordnung gegenüber der auf Grundlage eingetretener Werte der Entscheidungsparameter aktualisierten Planzuordnung ergeben. Dieser Abweichungsart wird keine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen zugesprochen.

Typ 8: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der zugeordneten[19] Plan-Personaleinsatzkosten von den Plan-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten, die als geplante *Synchronisationsabweichung* auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze interpretiert werden kann. Diese Abweichungsart

---

[19] Die Zuordnung von Personaleinsatzkosten zu Personalausstattungskosten erfolgt jeweils gemäß einem Verwendungsspektrum, das für die jeweilige Arbeitskräftekategorie bekannt ist. Verwendungsspektren führen alle Tätigkeitsarten an, die von der jeweiligen Arbeitskräftekategorie grundsätzlich verrichtet werden können. Zur Operationalisierung von Verwendungsspektren vgl. erneut KOSSBIEL (Personalbereitstellung), S. 1032 f.

weist auf geplante Asynchronitäten zwischen Personaleinsatz und Personalausstattung bei nicht in beliebiger Aufteilung bereitzustellender menschlicher Arbeitskraft infolge zu beachtender Festigkeiten der Personalausstattungskosten hin. Eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen gewinnt diese Abweichungsart durch die Bewertung der nicht-prozeßbedingten, personellen Leerzeiten innerhalb der geplanten Netto-Arbeitskräftezeit.

Typ 9: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der Soll-Personaleinsatzkosten von den Ist-Personaleinsatzkosten, die als eingetretene *Verbrauchsabweichung* auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze zu interpretieren ist. Sie bewertet die Änderungen der tatsächlich für betriebliche Prozesse eingesetzten Arbeitskräftezeit gegenüber der aktualisiert geplanten. Eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen gewinnt dieser Abweichungstyp durch die Kostenbewertung entweder unplanmäßig aufgetretener, prozeßbedingter personeller Leerzeiten[20] oder durch die Kostenbewertung personeller Arbeitsproduktivitätsänderungen. Die genaue Ursache muß ggf. durch eine zusätzliche Ablaufanalyse der Leistungsprozesse eingegrenzt werden. Im Falle eines über der Normal-Arbeitsproduktivität liegenden Produktivitätsgrades von im Zeitlohn entgoltenen Arbeitskräften kann bei planmäßigem Vollzug der betrieblichen Prozesse diese Abweichung positiv ausfallen.

Typ 10: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der zugeordneten Ist-Personaleinsatzkosten von den Ist-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten, die als eingetretene *Synchronisationsabweichung* auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze interpretiert werden kann. Diese Abweichungsart weist auf eingetretene Asynchronitäten zwischen Personaleinsatz (effektive Netto-Periodenkapazität) und anwesender Personalausstattung (Netto-Periodenkapazität) bei nicht in beliebiger Aufteilung bereitzustellender menschlicher Arbeitskraft infolge zu beachtender Festigkeiten der Personalausstattungskosten hin. Eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen gewinnt diese Abweichungsart, analog zu Typ 8, durch die Bewertung der nicht-prozeßbedingten, personellen Leerzeiten innerhalb der tatsächlichen Netto-Arbeitskräftezeit.

Typ 11: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten von den Ist-Personalausstattungs-Anwesenheitskosten. Es handelt sich um eine durch (unterjährig) geänderte Personalanwesenheitsbestände hervorgerufene Abweichungsart, die als *Bestandsabweichung* auf Basis arbeitskräftebezogener Entgeltsätze interpretiert werden kann. Eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen gewinnt diese Abweichungsart durch die Bewertung eingetretener Veränderungen der personellen Netto-Periodenkapazitäten. Hervorgerufen wird diese Abweichungsart durch unplanmäßig geänderte Zusam-

---

[20] Prozeßbedingte *planmäßige* Leerzeiten werden als Ausfallzeiten bei der Personalbedarfsermittlung mittels sog. Verteilzeitfaktoren berücksichtigt.

mensetzungen der anwesenden Personalausstattung oder durch unplanmäßigen Absentismus.[21] Detailliert anführen lassen sich die Ursachen bei nach Arbeitskräftekategorien differenzierten Ausweisen dieser Abweichungsart.

Typ 12: Nach Arbeitskräftekategorien differenziert ausweisbare Abweichung der Plan-Personalausstattungs-Abwesenheitskosten von den Ist-Personalausstattungs-Abwesenheitskosten. Der Abweichungstyp soll als *Abwesenheitsabweichung* auf Basis diverser Mengen- und Preisgerüste bezeichnet werden. Diese Abweichungsart gewinnt eine Bedeutung für Wirtschaftlichkeitsanalysen durch die Bewertung (unterjährig) eingetretener Veränderungen von Abwesenheitszeiten oder sonstiger, die Personalnebenkosten determinierender Mengengerüste. Detailliert anführen lassen sich die Ursachen bei nach Arbeitskräftekategorien differenzierten Ausweisen dieser Abweichungsart. Zusätzliche Analysen der Relationen „Abwesenheitskosten pro Anwesenheitszeiteinheit" bzw. ihrer Plan-Ist-Differenzen erscheinen dabei sinnvoll.

Von den vorgestellten Abweichungsarten stellen Typ 2, 5 und 8 Differenzen dar, die bereits zum Zeitpunkt der ursprünglichen Planung (Jahresplanung) ausweisbar sind. Alle übrigen Abweichungen können erst nach Vorliegen abgerechneter Daten ermittelt werden. Weiter lassen sich drei Gruppen von Abweichungen unterscheiden: Die Abweichungen vom Typ 1 bis 4 sind im Hinblick auf Tätigkeitsarten der jeweils betrachteten Kostenstelle abgegrenzt. Sie können entweder differenziert pro Tätigkeitsart oder aggregiert für mehrere Tätigkeitsarten ausgewiesen werden. Die Preisgerüste der dabei gegenübergestellten Personalkostenarten werden durchgängig von Vergütungssätzen gebildet. Preisabweichungen sind damit ausgeschlossen.

Die Abweichungen vom Typ 5 und 6 als zweite Gruppe sind im Hinblick auf *Personaleinsatzarten* (Zuordnungen von Arbeitskräftekategorien zu Tätigkeitsarten) der jeweils betrachteten Kostenstelle abgegrenzt. Sie können entweder differenziert pro Personaleinsatzart oder aggregiert für mehrere Personaleinsatzarten ausgewiesen werden. Die Preisgerüste der dabei gegenübergestellten Personaleinsatzkosten werden einerseits von Vergütungssätzen, andererseits von Entgeltsätzen gebildet. Mengenabweichungen sind durch die durchgängige Verwendung von Personaleinsätzen als Mengengerüst ausgeschlossen.

Als letzte Gruppe sind die Abweichungen vom Typ 7 bis 12 im Hinblick auf *Arbeitskräftekategorien* der jeweils betrachteten Kostenstelle abgegrenzt. Sie können entweder differenziert pro Arbeitskräftekategorie oder aggregiert für mehrerer Arbeitskräftekategorien ausgewiesen werden. Die Preisgerüste der dabei gegenübergestellten Personalkosten werden entweder von Entgeltsätzen oder (bei den Abwe-

---

[21] *Planmäßiger* Absentismus läßt sich ggf. bei der Umrechnung von geplanten Brutto- in geplante Netto-Arbeitskräftezeiten durch den Ansatz sog. Plan-Absentismusraten berücksichtigen.

senheitskosten) von diversen Preisen gebildet. In den Fällen durchgängiger Verwendung von Entgeltsätzen als Preisgerüst sind Preisabweichungen ausgeschlossen.

Alle Abweichungen sind für einzelne Kostenstellen oder hierarchisch verdichtet für ganze Verantwortungsbereiche errechenbar. Hierarchische Verdichtungen können, ebenso wie aggregierte Darstellungen, zu Informationsverlusten pro Abweichungsart infolge möglicher Werteüberlagerungen führen. Die detailliertesten Informationen sind bei kostenstellenweisen sowie nach Tätigkeitsarten, Personaleinsatzarten oder Arbeitskräftekategorien differenzierten Ausweisen zu gewinnen.

3. Schlußbemerkungen

Erfolgscontrolling mit seinem Anspruch der Entscheidungsorientierung darf angesichts des in den europäischen Industriestaaten immer kostspieliger werdenden Faktors Arbeit vorhandene Gestaltungsmöglichkeiten der Personalkosten nicht ausblenden. In ein geeignetes Instrumentarium für das betriebliche Personalkostenmanagement einzuführen und damit den in der entscheidungsorientierten Kostenrechnung bisher etwas vernachlässigten Bereich der Personalkostenplanung und -analyse, auch bei modernen Formen der Arbeitsorganisation, aufzuwerten, war Anliegen der hier erfolgten Betrachtungen.

Originär auf Kostenstellenebene werden für entscheidungsorientiert abgegrenzte Personalkostenarten differenzierte Abweichungsanalysen ermöglicht. Aufgedeckte Kosteneinsparungsmöglichkeiten sind in unterschiedlichen Fristen realisierbar, teilweise kurzfristig durch geänderte Personaleinsätze (z.B. durch Umsetzungen zur Vermeidung von Neueinstellungen), teilweise mittel- oder langfristig über Veränderungen der Personalausstattung (z.B. durch Weiterbildungsmaßnahmen oder durch Kündigungen) und bei Änderungen der Personalbedarfe, insb. im Zusammenhang mit Investitionsentscheidungen der Unternehmung.

Kritisch anzumerken ist, daß bei nicht analytisch konzipierten Verfahren der Personalbedarfsbestimmung das vorgestellte Instrumentarium zwar noch einsetzbar bleibt, dann allerdings Informationsverluste in Kauf zu nehmen sind. Weiter muß die anzustrebende Differenziertheit des eingesetzten Instrumentariums bei seiner praktischen Anwendung geprüft werden: Schnell kann eine Fülle zu planender und zu erfassender Daten auftreten, die eine kostenintensive Pflege mit laufenden Aktualisierungserfordernissen zur Folge hat. Daher sollte der entwickelte Lösungsvorschlag vorrangig in den Bereichen der Unternehmung zur praktischen Anwendung gelangen, wo erwartete Personalkostensenkungen die Mehrkosten seiner Einführung rechtfertigen.

Eine allgemeine Bedeutung der erkannten Ergebnisse ist darin zu sehen, daß personalwirtschaftliche Zusammenhänge transparent und der kostenrechnerischen Diskussion besser zugänglich gemacht werden.

Literaturverzeichnis

EYER, E. (Entgelt): Entgelt und Entgeltsysteme - Aufbau, Philosophie, Tendenzen, in: HROMADKA, W. (Hrsg.): Die Mitarbeitervergütung - Entgeltsysteme der Zukunft, Stuttgart 1995

FREIDANK, C.- Ch. (Kostenrechnung): Kostenrechnung: Einführung in die begrifflichen, theoretischen, verrechnungstechnischen sowie planungs- und kontrollorientierten Grundlagen des innerbetrieblichen Rechnungswesens, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage, München/ Wien 1994

HENTZE, J. / KAMMEL, A. (Personalcontrolling): Personalcontrolling - Eine Einführung in Grundlagen, Aufgabenstellungen, Instrumente und Organisation des Controlling in der Personalwirtschaft, Bern/ Stuttgart/ Wien 1993

KIEPER, F. (Fixkostendisposition): Fixkostendisposition im Personalbereich, in: controller magazin, 2/1988, S. 83 - 85

KIEPER, F. (Personalkostenmanagement): Dynamisches Erfolgscontrolling als Lösungsansatz für das betriebliche Personalkostenmanagement, München und Mering 1996, zugl.: Dissertation Wirtschaftsuniversität Wien, Wien 1996

KILGER, W. (Plankostenrechnung): Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung, 10. überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden 1993

KOSSBIEL, H. (Personalbereitstellung): Personalbereitstellung und Personalführung, in: JACOB, H. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre in programmierter Form, 3. Auflage, Wiesbaden 1976, S. 1011 - 1175

KOSSBIEL, H. (Personalwirtschaft): Personalwirtschaft, in: BEA, F.X./ DICHTL, E./ SCHWEITZER, M. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. 3: Leistungsprozeß, 6. neubearbeitete Auflage, Stuttgart/ Jena 1991, S. 395 - 479

SCHULZ, E. (Kostenabweichungsanalyse): Kostenabweichungsanalyse unter dem Verantwortlichkeitsaspekt, in : SEICHT, G. (Hrsg.): Moderne Betriebswirtschaft, Band 4, Wien 1991; zugl.: Dissertation Wirtschaftsuniversität Wien, Wien o. J.

SEICHT, G. (Kostenrechnung): Moderne Kosten- und Leistungsrechnung - Grundlagen und praktische Gestaltung, 8. erweiterte Auflage, Wien 1995

WEBER, J. (Einführung): Einführung in das Controlling, 6. Auflage, Stuttgart 1995

Martin Schneider

Risikomanagement in der Personalpolitik: Personalanpassungen als Portfolioentscheidung

Gegen die wachsende Unsicherheit an den Absatzmärkten sichern sich Arbeitgeber u.a. durch das „Vorhalten" von Qualifikation, durch variable Arbeitszeitregelungen sowie durch anreizwirksame Lohnpolitiken. All dies eröffnet den Unternehmen Handlungsspielräume – Flexibilitäten, um auf Absatzeinbrüche und -schwankungen kurzfristig reagieren zu können. Verschiedene Unternehmen sind mit den genannten Flexibilitäten unterschiedlich gut ausgestattet. Hat dies Folgen für das Personalanpassungs-Verhalten? Wie entwickeln sich Beschäftigungsstand, durchschnittliche Arbeitszeit und Stundenlohn über den Konjunkturzyklus hinweg in Unternehmen, die vor allem hochqualifizierte Mitarbeiter beschäftigen? Wie passen im Unterschied dazu Unternehmen mit hochflexiblen Arbeitszeitsystemen an? Um diese Fragen zu beantworten, bilde ich das betriebliche Anpassungsverhalten in einem Modell ab, in dem Beschäftigungsentscheidungen gleichzeitig Entscheidungen darüber sind, vorhandene Flexibilitätsbestände des Unternehmens mehr oder weniger intensiv zu nutzen. Mit hochqualifizierten Arbeitnehmern besetzte, d.h. „funktionsflexible" Unternehmen reagieren dem Modell zufolge auf Unternehmenskrisen mit Arbeitszeitverkürzung und sind mit einem Personalabbau zurückhaltend. In „zeitflexiblen" Unternehmen, in denen eine genaue Ausrichtung der Arbeitszeiten an den wechselnden Arbeitsanfall möglich ist, bleibt hingegen die Arbeitszeit auch in Krisen relativ hoch, während der Beschäftigungsstand deutlich verringert wird. Diese Voraussagen werden für zwei Typen von Krisen ermittelt: erstens für einen Rückgang der Nachfrage nach Produkten des Unternehmens, zweitens für eine erhöhte Unsicherheit der Nachfrageentwicklung aufgrund gestiegenen internationalen Wettbewerbs. Mit dem vorgestellten Ansatz wird betriebliches Personalanpassungs-Verhalten nicht, wie in Personalwirtschaftslehre und Arbeitsnachfragetheorie, als Kostenmanagement, sondern als Risikomanagement interpretiert.

1. Personalpolitik als Risikomanagement: Über Theorien interner Arbeitsmärkte hinaus

Im geflügelten Wort vom „Zeitalter der Diskontinuitäten" äußert sich die weitverbreitete Auffasung, daß die Unsicherheiten, denen Unternehmen auf ihren Absatzmärkten ausgesetzt sind, zugenommen haben und weiter zunehmen. Die Gründe hierfür sind vielfältig: In einer international zusammenwachsenden Wirtschaft hat sich der Wettbewerb verschärft, Innovationen folgen einander heute schneller, und die Produktzyklen sind kürzer. Preissprünge bei Rohstoffen und Kurseinbrüche an den Finanzmärkten, die auf das Geschäftsklima an den Gütermärkten ausstrahlen, erschweren verläßliche Voraussagen über die Auftragslage der Unternehmen zusätzlich. Der Unternehmenserfolg wird damit insgesamt unsicherer.

Beschäftigungsentscheidungen von Arbeitgebern orientieren sich an der künftigen Geschäftslage; die Beschäftigungsnachfrage wird von der Produktnachfrage abgeleitet. Wenn aber die Lage an den Gütermärkten nur ungenau prognostiziert werden kann, so setzt sich diese Unsicherheit in den Beschäftigungsentscheidungen fort. Dies wird augenfällig, wenn Arbeitgeber die künftige Geschäftslage grob fehleinschätzen und daraufhin ihre Entscheidungen revidieren müssen. So dehnte die Volkswagen AG, die im November 1993 die 28,8-Stunden-Woche eingeführt hatte, die Arbeitszeit in dreien ihrer Werke bereits im Mai 1994 wieder aus, weil sich die Aufträge unerwartet günstig entwickelt hatten (SZ vom 19. Mai 1994: 26). Die ZF Friedrichshafen AG mußte im Mai 1994 ihre Produktionsplanung nach oben korrigieren und machte daraufhin 165 im Dezember entlassenen Mitarbeitern ein Wiedereinstellungsangebot (SZ vom 13. Juni 1994: 20). Viele Unternehmen der Maschinenbaubranche konnten 1994 eine Reihe von Aufträgen nicht annehmen, da die Unternehmensleitungen – mit einer anhaltenden Krise rechnend – zuvor den Personalstand stark reduziert hatten und in der unerwarteten Konjunktur die Stellen kurzfristig nicht adäquat wiederbesetzen konnten (SZ vom 4./5. Februar 1995: 19).

Die Kosten, die sich aus solchen Fehlprognosen ergeben, und die Unternehmenskrisen, die aus ihnen erwachsen können, begründen ein Interesse der Arbeitgeber an einem Risikomanagement in der Personalpolitik:[1] Personalanpassungen, insbesondere Entlassungen oder Neueinstellungen, sind als Reaktion auf die wechselnden Bedingungen am Absatzmarkt zwar unumgänglich, doch dürften Arbeitgeber den Personalstand jeweils nur soweit ändern, daß dem Unternehmenserfolg keine übermäßigen Risiken, die sich aus der künftigen Absatzentwicklung ergeben, aufgebürdet werden. So kann es in der Rezession sinnvoll sein, gutausgebildete Mitarbeiter zu halten, weil diese einen wichtigen Beitrag zur Krisenbewältigung leisten können und

---

[1] Vgl. die These von Greenwald/Stiglitz (1989: 368), daß „actual employment changes during cyclical fluctuations seem to be structured in ways which minmize the resulting uncertainties".

weil bei wiederansteigender Konjunktur die Produktion umgehend erhöht werden kann.

Eine solche vorsichtige Personalpolitik, die den Arbeitnehmern tendenziell langfristige und stabile Beschäftigungsverhältnisse einräumt, wird in Theorien interner Arbeitsmärkte als möglicherweise rational aus Arbeitgebersicht herausgestellt. Die Funktion langfristig stabiler Beschäftigung besteht in der Sicherung „betriebsspezifischer Qualifikationen"; von Fertigkeiten also, die speziell auf die Bedingungen des Unternehmens bezogen sind und nur durch innerbetriebliches Lernen erworben werden können (vgl. etwa Lutz 1987: 46-51). Sie ermöglichen innerbetriebliche Anpassungsleistungen, auf die der Arbeitgeber angesichts einer unsicheren und schwankenden Auftragsentwicklung angewiesen ist und die vor allem in der Krise bedeutsam werden. Insbesondere wird hochqualifizierten Mitarbeitern die Fähigkeit zugesprochen, sich reibungslos auf neue Herstellungsverfahren und Produkte einzustellen (vgl. Lutz 1987: 34-37).

Ein interner Arbeitsmarkt und die mit ihm einhergehende Strategie der langfristig stabilen Beschäftigung sind in dieser Interpretation sinnvoll, letztlich weil sie die Risiken, denen der Arbeitgeber angesichts volatiler Absatzmärkte ausgesetzt ist, minimieren. Sie sichern die langfristige Verfügbarkeit betriebsspezifischer Qualifikationen; diese wiederum gewährleisten ein solches Maß an interner Flexibilität, das die auf unsicheren Märkten wechselnden Arbeitsanforderungen bewältigen kann. Qualifikationen stellen demnach einen Lager- bzw. Ressourcenbestand dar (vgl. Backes-Gellner 1996), der eine ähnliche Funktion erfüllt wie liquide Finanzmittel der Unternehmung: Ein Vorrat an Qualifikationen erhöht die Reaktionskapazität und den Handlungsspielraum des Unternehmens (vgl. Kaluza 1993: 1175). Wie auch immer die künftige Marktlage ausfällt, die biegsame und anpassungsfähige Ausbildung der Beschäftigten erlaubt kurzfristig, sich auf die neuen Bedingungen einzustellen.

Damit läßt sich das Vorhalten betriebsspezifischer Qualifikation als ein Instrument im „Risikomanagement" (Risk Management) interpretieren.[2] Qualifikationen sind ein „Sicherheitsgut" (Farny 1989: 1753) bzw. ein *Sicherheitskapital.* Die Ausstattung mit solchem Kapital wirft einen Nutzen ab, indem es die Unternehmung vor existenzbedrohenden Risiken am Absatzmarkt schützt. Die Kapitalmetapher macht zugleich deutlich, daß diese Erträge dem Arbeitgeber nicht unentgeltlich zufallen.

---

[2] Dies setzt eine weite Interpretation dessen voraus, was unter Risikomanagement gefaßt werden darf. Ursprünglich bezog sich das aus den USA stammende Konzept des Risk Management lediglich auf spezielle versicherbare Risiken; hier, wie etwa bei Hahn (1987), wird ein umfassender Ansatz unterstellt, indem angenommen wird, daß Unternehmen ein Interesse daran haben, jegliches Risiko, das Unternehmenserfolg und -existenz beeinflussen kann, einschließlich des Geschäftsrisikos, zu kontrollieren.

Vielmehr erfordert der Aufbau von Sicherheitskapital Investitionen, und die Nutzung und ständige Wertsicherung verursacht laufende Kapitalkosten.

Wenn das Vorhalten von Qualifikationen so wertvoll aus Unternehmenssicht erscheint und wenn dies – gemäß der Theorie interner Arbeitmärkte – eine Strategie der Beschäftigungsstabilisierung nahelegt, bleibt die personalpolitische Praxis vielfach unerklärt: Warum stieß die Politik der Volkswagen AG, in der Krise 1993 die Beschäftigung mithilfe weitgehender Arbeitszeitverkürzung zu sichern, bei den Konkurrenzunternehmen auf wenig Resonanz? Warum bauten diese zum gleichen Zeitpunkt statt dessen Arbeitsplätze ab? Wie lassen sich, mit anderen Worten, Unterschiede in den Personalpraktiken von Unternehmen, die sich in ein- und derselben Situation unsicherer Absatzmärkte befinden, erklären?

Im folgenden versuche ich einer Antwort auf diese Fragen näherzukommen, indem ich über die einseitige Betonung betriebsspezifischer Qualifikationen, wie sie in Theorien interner Arbeitsmärkte erfolgt, hinausgehe: Arbeitgeber nutzen im vorgestellten Ansatz nicht nur *Qualifikationen* als Sicherheitskapital, um Unsicherheiten an den Absatzmärkten zu begrenzen, sondern auch eine *flexible Zeitorganisation* und eine hohe *Motivation* der Mitarbeiter. Personalanpassungen werden interpretiert als Entscheidungen darüber, die durch die drei Formen von Sicherheitskapital eingeräumten Flexibilitäten jeweils mehr oder weniger zu nutzen.

2. Instrumente im personalpolitischen Risikomanagement

Unsichere Marktumwelten legen den Unternehmen beständig hohe Anpassungserfordernisse auf. Zum einen unterliegen Absatz und damit Produktion konjunkturellen, saisonalen und wöchentlichen Schwankungen, die nicht gut vorhersehbar sind. Dies bringt ein stochastisches Element in den alltäglichen Produktionsablauf, indem kontinuierliche Anpassungen von Art und Menge der hergestellten Güter notwendig werden. Zum anderen muß dieser alltägliche Produktionsablauf sich über kurz oder lang wandeln, da sich die Nachfrage hin zu anderen Produkten oder Produktgenerationen verschiebt und Konkurrenten mit neuen Produkten oder Prozessen den Markt verändern. Das Wirtschaftsgeschehen ist mit Schumpeter (1950: 134ff.) als ein dynamischer Prozeß der „schöpferischen Zerstörung" zu verstehen; Unternehmen sind in diesem Prozeß zu permanenter Innovation oder Imitation gezwungen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Daher unterscheidet sich der Charakter des unternehmensinternen Wertschöpfungsprozesses in der Hochkonjunktur von dem in der Unternehmenskrise: Während bei steigender und hoher Nachfrage die effiziente Produktion von Gütern im Vordergrund steht, werden in Krisen Innovationsaktivitäten, mit deren Hilfe die Wettbewerbsfähigkeit wiedererlangt werden soll, bedeutsamer (vgl. Weigand 1996: 108-111). Auf welche Weise die Bestände an personalpolitischem Sicherheitskapital dazu beitragen, den wechselnden Arbeitsanforderun-

gen in einer Schumpeterschen Wirtschaft gerecht zu werden, soll im folgenden skizziert werden.

2.1 Qualifikation als Sicherheitskapital: Funktionsflexibilität durch Polyvalenz und Schlüsselqualifikationen

Die Mitarbeiter eines Unternehmens dürften umso eher imstande sein, sich auf wechselnde Arbeitsanforderungen einzustellen, je besser und breiter sie ausgebildet sind. Eine sog. „Funktionsflexibilität" (vgl. etwa OECD 1996: 131) der Mitarbeiter geht dabei in zweifacher Hinsicht über eine gute Qualifikation im Hinblick auf die arbeitsplatzspezifischen Erfordernisse hinaus. *Erstens* sind funktional flexible Beschäftigte dazu in der Lage, andere Aufgaben als die des angestammten Arbeitsplatzes zu übernehmen.[3] Sie können beispielweise ihre Maschinen selbständig instandhalten, einen Werkzeugwechsel selbst vornehmen (vgl. Lehndorff 1996: 241) und Kollegen auf anderen Arbeitsplätzen kurzzeitig vertreten. In diesem Sinne „polyvalente" Mitarbeiter bewältigen „das gigantische Pensum an alltäglichen, kurzzeitigen Umsetzungen von Arbeitskräften innerhalb des Betriebs" (Sengenberger 1987: 35), mit dessen Hilfe die Stochastik des Produktionsprozesses verarbeitet werden kann. *Zweitens* tragen funktionsflexible Mitarbeiter zur Innovationsfähigkeit, die langfristig den Unternehmenserfolg bestimmt, auf verschiedene Weisen bei. Bei hoher Funktionsflexiblität der Belegschaft erarbeiten Facharbeiter gemeinsam mit Meistern und Ingenieuren kontinuierlich an Verbesserungen des Produktes und des Herstellungsprozesses (vgl. Mason/Wagner 1994: 66). In Krisenzeiten, wenn sich die Innovationsbemühungen beschleunigen, werden das Wissen und die Fähigkeiten von Managern, Forschern und Entwicklern zentral. Für den Unternehmenserfolg entscheidend wird es, Entwicklungen der Konkurrenten oder wissenschaftliche Erkenntnisse erfolgreich aufzugreifen (vgl. Cohen/Levinthal 1989). Daraus entstehende Innovationen sind indessen nur dann erfolgreich und schnell umzusetzen, wenn sich die Mitarbeiter in den produktionsnahen Bereichen zügig auf die Produktionserfordernisse des neuen Erzeugnisses oder das geänderte Herstellungsverfahrens einstellen können.

Die qualifikatorischen Voraussetzungen für Funktionsflexibilität liegen in bestimmten kognitiven Fähigkeiten, die vielfach als „Schlüsselqualifikationen" bezeichnet werden, begründet. Arbeitsinhalte schnell zu variieren und zu Innovationen beizutragen setzt die Fähigkeit der Mitarbeiter voraus, bekannte Problemlösungen auf neue Situationen zu übertragen – oder aber abzuschätzen, daß eine neue Lösung erforder-

---

[3] Die im folgenden angeführten Beispiele beziehen sich auf die Produktionsbedingungen in industriellen Fertigungsprozessen. Dies dient lediglich illustrierenden Zwecken, die Zusammenhänge selbst gelten m.E. auch für Dienstleistungsunternehmen und andere Unternehmensbereiche als die Produktion oder die Forschung und Entwicklung.

lich wird. Die Fähigkeit zur Innovation gründet damit immer in einer Abstraktionsleistung (vgl. Gebert/Steinkamp 1990: 65).

2.2 Zeit als Sicherheitskapital: Zeitflexibilität durch nachfrageorientierte Arbeitsleistungen und Arbeitszeitdifferenzierung

Auch die Arbeitszeitordnung, die Regeln, nach denen der Arbeitgeber die Leistungen der Mitarbeiter abrufen kann, vermag als Sicherheitskapital einen Beitrag zum Risikomanagement zu leisten. „Heute versuchen die Unternehmen, ihre Arbeitszeitsysteme .. so zu konzipieren, daß auf einem hohen durchschnittlichen Niveau der Betriebszeiten Anpassungen an die Marktsituation möglich sind." (Bosch 1997: 146). Nachfrageorientierte Arbeitszeitsysteme räumen Arbeitgebern insofern eine höhere Sicherheit ein, als die Marktsituation, wie oben begründet, kaum prognostizierbar ist und eine hohe Zeitflexibilität daher die Folgen der Marktvolatilität begrenzen. Als ein Kapital ist eine flexible Arbeitszeitregelung deshalb mit Recht zu bezeichnen, weil die Bereitschaft der Mitarbeiter zu Arbeitszeitregelungen, die eine zeitlich feindosierte Anpassung an die Nachfrage ermöglichen, häufig erst in zähen Verhandlungen gewonnen werden kann. Denn Zeitflexibilität auf Unternehmensebene erfordert meist eine hohe Beweglichkeit der Arbeitnehmer und ist häufig mit „unbeliebten" Arbeitszeiten verbunden: Nacht- und Wochenendarbeit, die Möglichkeit zu kurzzeitiger Kurzarbeit einerseits und zu Überstunden andererseits, Jahresarbeitszeitverträge und „Arbeit auf Abruf" sind Arbeitszeitformen, mit deren Hilfe die Zeitflexibilität der Unternehmen erhöht wird (vgl. Teriet 1993).

In Absatzmarkteinbrüchen kann die Arbeitszeitordnung eines Unternehmens dann einen Beitrag zur Krisenbewältigung leisten, wenn es die in der Krise notwendigen Innovationen und Reorganisationen unterstützt: In der Rezession verliert die Endproduktion an Bedeutung, während vorgelagerte Prozesse: Forschung und Entwicklung, Instandsetzungarbeiten, Änderungen im Betriebsablauf, Maschinentestläufe usf., bedeutsamer werden. Längere Arbeitszeiten werden dann für bestimmte, die Innovationen tragende Mitarbeitergruppen notwendig, um drohende Unternehmensverluste abzuwenden. Läßt das unternehmerische Zeitregime solche gruppenspezifisch längeren Arbeitsstunden auch dann zu, wenn etwa Fertigungsarbeitnehmer gleichzeitig kurzarbeiten, unterstützt die Zeitordnung des Unternehmens den Innovationsprozeß und reduziert so das Erfolgsrisiko des Unternehmens.

2.3 Anreizwirkungen des Lohnes als Sicherheitskapital und ihre Marktabhängigkeit

Die Anpassungs- und Innovationsleistungen, die in den vorangehenden Abschnitten betont worden sind, kann der Arbeitgeber nicht einfordern. Er ist vielmehr auf die Motivation der Belegschaft, selbständig und engagiert im Unternehmensinteresse zu

Bibliothek
des Instituts für Weltwirtschaft

handeln, und die produktive Zusammenarbeit der Mitarbeiter angewiesen. Solche Einstellungen sind durch ungeschriebene unternehmensspezifische Regeln, Informationen zu teilen und zu kooperieren, bestimmt (vgl. den Begriff des „Organisationskapitals" bei Sadowski 1991: 137ff.).

Einer von den Mitarbeitern als fair und großzügig empfundene Entlohnung wird dabei häufig eine besonders hohe Anreizwirkung in Personalwirtschaftslehre und Effizienzlohntheorie zugeschrieben. Darüber hinaus entwickelt die Lohnpolitik auch insofern eine Anreizwirkung, als es eine hohe Entlohnung erlaubt, besonders gut qualifizierte Mitarbeiter zu rekrutieren bzw. in die Regeln des Unternehmens sozialisierte Beschäftigte im Unternehmen zu halten. Aus diesen Gründen darf auch das Lohnsystem eines Unternehmens, aufgrund der von ihm ausgehenden Anreizwirkungen, als ein Sicherheitskapital betrachtet werden. Bei dieser Interpretation ist indessen zu bedenken, daß die nutzenstiftende Wirkung der Motivation wesentlich stärker den Bedingungen außerhalb des Unternehmens unterliegt als die oben genannten Formen von Sicherheitskapital, da sich die Entlohnung des Unternehmens immer am Marktlohn zumindest orientieren muß. Daher ist davon auszugehen, daß die Anreizwirkungen des Lohnes im Konjunkturverlauf deutlich variieren (vgl. ausführlich Pull 1996: 128ff., 181ff.).

3. Personalpolitik als Portfoliokalkül: Ein unternehmenstheoretisches Modell

Versuche von Arbeitgebern, die angeführten Formen von Sicherheitskapital mehr oder weniger zu akkumulieren, sind Ergebnis einer Entscheidung für ein bestimmtes „Beschäftigungssystem" (vgl. Osterman 1987). Eine solche Entscheidung ist *langfristiger*, strategischer Art, und aus ihr leitet sich ab, wie intensiv Arbeitgeber ihren Mitarbeitern Weiterbildung ermöglichen, wie sie sich um ein kooperatives Betriebsklima bemühen, welche Versuche sie anstellen, eine flexible Arbeitszeitordnung im Unternehmen zu implementieren. All dies hat Konsequenzen für das Maß der einzelnen Flexibilitäten und der Anreizwirksamkeit des Lohnsystems.

Im folgenden unterstelle ich, die langfristige Entscheidung für ein bestimmtes Beschäftigungssystem sei gefallen und die Anreizwirksamkeit des Lohnes sowie das Ausmaß an Funktions- und Zeitflexibilität des Unternehmens seien gegeben. Wie Arbeitgeber unter diesen Annahmen die drei Formen von Sicherheitskapital im Konjunkturzyklus und angesichts steigender Absatzmarktrisiken *kurzfristig* nutzen, läßt sich dann dadurch beschreiben, wie sie die Beschäftigtenzahl, die durchschnittliche Arbeitszeit sowie das Lohnniveau anpassen; eine Anpassung der drei personalpolitischen Instrumente ist *uno actu* eine Entscheidung darüber, die jeweiligen Formen von Sicherheitskapital mehr oder weniger einzusetzen. Personalanpassungen werden damit nicht – wie in Personalwirtschaft und Arbeitsnachfragetheorie üblich – als Kostenmanagement, sondern als Risikomanagement interpretiert.

3.1 Das Modell im verbalen Aufriß

Um den Risikomanagement-Aspekt betrieblicher Entscheidungen zu Personalanpassungen abzubilden, bietet es sich an, auf die Theorie der Entscheidungen unter Unsicherheit bzw. Risiko zurückzugreifen. In Anlehnung an Greenwald/Stiglitz (1989; 1995) untersuche ich Personalanpassungen mithilfe eines portfoliotheoretischen Modells.[4] Das Portfoliokalkül wird *per* Analogie von der finanzwirtschaftlichen Theorie der individuellen Anlageentscheidungen auf die Personalökonomie übertragen. Dies hat zwei wichtige allgemeine Implikationen: Erstens werden personalpolitische Instrumente zu Investitionsmöglichkeiten, die sich durch eine erwartete Ertragsrate und ein bestimmtes Risiko charakterisieren lassen.[5] Zweitens wird ein risikoscheuer Arbeitgeber unterstellt, und angesichts unsicherer Unternehmensumwelten disponiert der Arbeitgeber für den begrenzten Zeitraum von etwa zwei bis drei Jahren.

Der risikoscheue Arbeitgeber trifft zwei aufeinanderfolgende „Portfolioentscheidungen": Im *ersten Schritt* legt er ein Personalbudget, d.h. eine Obergrenze für die in der Planungsperiode auszugebenden Arbeitskosten, fest. Portfoliotheoretisch gesprochen sind dies die Mittel, die der Arbeitgeber in das Personal des Unternehmens und das in ihm gebundene Sicherheitskapital, nicht aber in alternative Anlagemöglichkeiten (wie Finanzanlagen oder ausländische Direktinvestionen) lenkt. Diese Entscheidung wird im folgenden nicht expliziert; allerdings ist unmittelbar plausibel, daß das Personalbudget stark von der Absatzmarktsituation des Unternehmens abhängt: In Aufschwüngen steigt das Personalbudget, in Abschwüngen geht es zurück (*Personalbudgeteffekt*).

Der Arbeitgeber entscheidet daraufhin im *zweiten Schritt*, wie er das Personalbudget auf die personalpolitischen Instrumente: Mitarbeiterzahl, durchschnittliche Arbeitsstunden und Stundenlohnniveau, verteilt. Angesichts der Budgetbeschränkung stehen diese Instrumente in Konkurrenz zueinander: Der Arbeitgeber kann eine kleine Zahl von Mitarbeitern mit langen Arbeitszeiten und hohen Löhnen beschäftigen; er kann statt dessen eine Vielzahl von Teilzeitbeschäftigten zu einer moderaten Entlohnung anstellen; usf. Die Entscheidung des Arbeitgebers für ein bestimmtes „personalpolitisches Portefeuille" sowie die optimale Änderung des Portefeuille angesichts

---

[4] Die Modellspezifikation lehnt sich an ein frühes finanzwirtschaftliches Portfoliomodell von Sharpe (1963) an. Die zitierten Arbeiten von Bruce Greenwald und Joseph Stiglitz sind in der konkreten Formulierung gänzlich anders.

[5] Der Rückgriff auf die Portfoliotheorie bedeutet auch, daß die oben erwähnten Unsicherheiten als Risiko modelliert werden; d.h. es wird unterstellt, daß der Entscheidungsträger künftigen Ereignissen zumindest subjektiv bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeiten zuordnen kann. Das Risiko-Konzept ist weniger radikal als etwa der Knightsche Begriff der „fundamentalen Unsicherheit" (vgl. Knight 1971: 197ff.), dafür jedoch wesentlich leichter mit konventionellen entscheidungstheoretischen Ansätzen modellierbar.

neuer Absatzmarktbedingungen (*Portefeuilleeffekt*), werden in Abschnitt 3.2 formal abgebildet.

Der Arbeitgeber nimmt in dieser Entscheidung eine Risiko-Ertrags-Abwägung vor. Er entscheidet sich – dem Modell zufolge – jeweils für ein solches personalpolitisches Portefeuille, das bei einem unterstellten erwarteten Gesamtertrag des Unternehmens („Personalertrag") die Risiken dieses Ertrages (gemessen als die Varianz) minimiert. Dazu nutzt der Arbeitgeber die unterschiedlichen Flexibilitäten, die in den oben erläuterten Sicherheitskapital-Formen gebunden sind. In den Modellparametern werden diese Flexibilitäten nicht nur in der Ertragsrate des jeweiligen Instrumentes abgebildet, sondern auch darin, wie sich diese Ertragsraten in unterschiedlichen Absatzmarktsituationen *verändern*. In Unternehmenskrisen bleibt das Instrument der Mitarbeiterzahl dann besonders ertragreich, wenn die Mitarbeiter so ausgebildet sind, daß sie zu Innovationen, die in Unternehmenskrisen erforderlich werden, wichtige Beiträge leisten können. Dann dürfte selbst in der Rezession die Belegschaft nicht oder nur in geringem Ausmaß reduziert werden.

Im folgenden werden somit zwei Fragen behandelt: Welche risikooptimalen Portefeuilles aus Beschäftigungsstand, durchschnittlicher Arbeitszeit und Stundenlohn wählen Unternehmen (Abschnitt 3.2)? Und wie ändern sich diese Portefeuilles, d.h. wie passen Arbeitgeber ihr Personal an, wenn sie in Absatzkrisen geraten (Abschnitt 4)?

3.2 Die Formalisierung

Unterstellt sei ein Arbeitgeber, der ein bestimmtes Personalbudget P_t in die Mitarbeiterzahl L, deren durchschnittliche Arbeitszeit H und ihr durchschnittliches Stundenlohnniveau W „investieren" kann. Dabei ist als Restriktion einzuhalten, daß das eingangs verfügbare Personalbudget exakt der Höhe der Arbeitskosten, die in der Planungsperiode anfallen, entsprechen muß:

$$P_t = L \cdot H \cdot W \tag{1}$$

Das Personalbudget P_t entspricht gemäß Gleichung (1) den Arbeitskosten, die sich als Produkt aus Mitarbeiterzahl L, Stundenzahl H und Lohn W ergeben. Die Budgetrestriktion läßt sich durch Logarithmieren in eine der Portfoliotheorie angemessene Formulierung bringen:

$$\ln P_t = \ln L + \ln H + \ln W$$

$$\Leftrightarrow 1 = \frac{\ln L}{\ln P_t} + \frac{\ln H}{\ln P_t} + \frac{\ln W}{\ln P_t} \equiv l + h + w \tag{2}$$

Die Summe der Instrumentengewichte l, h und w muß 1 ergeben. Diese Instrumentengewichte sind die zu ermittelnden Lösungsvariablen des Modells; sie kennzeich-

nen die Intensität, mit der die einzelnen Instrumente genutzt werden, und bilden ein risikooptimales personalpolitisches Portefeuille. Aus ihnen lassen sich, wie Gleichung (2) zeigt, die Mitarbeiterzahl L, die Arbeitsstunden H und das Lohnniveau W ableiten; durch Umformen ergibt sich bspw.: $L = e^{l \cdot \ln P_t}$.

Die Personalpolitik ist ertragsorientiert. Die Rückflüsse, die aus der Investition des Personalbudgets P_t in die personalpolitischen Instrumente erwartet werden können, werden in einer stochastischen Größe, dem Personalertragswert $\tilde{P}_{t+1}$ abgebildet:[6]

$$\tilde{P}_{t+1} = P_t \cdot (1 + l \cdot \tilde{r}_l + h \cdot \tilde{r}_h + w \cdot \tilde{r}_w) \tag{3}$$

$\tilde{r}_l$, $\tilde{r}_h$ und $\tilde{r}_w$ bezeichnen die Ertragsraten der einzelnen Instrumente: die Erträge, die den Mitarbeitern, der Arbeitszeit und dem Lohnniveau zugerechnet werden können, in Prozent der eingesetzten Mittel. Da diese Ertragsraten jedoch *ex ante* mit bestimmten Risiken behaftet sind, ist auch der Ertragswert $\tilde{P}_{t+1}$, der sich am Ende der Planungsperiode realisiert, im vorhinein unsicher. Wie Gleichung (3) zeigt, ergibt er sich aus dem eingesetzten Budget P_t und einer Verzinsung nach dem Faktor $1 + l \cdot \tilde{r}_l + h \cdot \tilde{r}_h + w \cdot \tilde{r}_w$; dieser hängt wiederum von den Renditen der einzelnen Instrumente, gewichtet mit den Portefeuilleanteilen, ab.

Zentral für das Modell sind die Annahmen zu den Ertragsraten $\tilde{r}_l, \tilde{r}_h$ und $\tilde{r}_w$. Insbesondere die Unsicherheit an den Absatzmärkten macht diese Renditen zu Zufallsvariablen. Die folgenden linearen Beziehungen sollen gelten:

$\tilde{r}_l = \alpha_l + \beta_l \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_l$ Ertragsrate der Mitarbeiter durch Funktionsflexibilität (4.1)

$\tilde{r}_h = \alpha_h + \beta_h \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_h$ Ertragsrate der Stunden durch Zeitflexibilität (4.2)

$\tilde{r}_w = \alpha_w + \beta_l \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_w$ Ertragsrate des Lohnes durch Motivation (4.3)

mit:

$\tilde{r}_a = E(\tilde{r}_a) + \tilde{\varepsilon}_a = \alpha_a + \tilde{\varepsilon}_a$ Ertragsrate des Absatzgeschäftes (5)

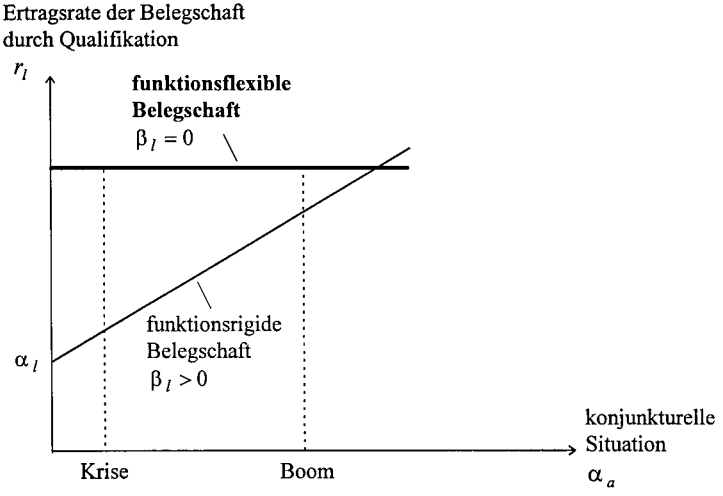
Dabei bezeichnet $\tilde{r}_a$ die (stochastische) Ertragsrate aus dem Kerngeschäft des Unternehmens, der Herstellung und dem Absatz von Gütern am Markt. Die Eigenkapitalrendite ist eine operable Kennzahl, die der theoretischen Größe $\tilde{r}_a$ nahekommt. Die erwartete „Ertragsrate" α_a in Gleichung (5) ist dementsprechend als eine prospektive Eigenkapitalrendite zu interpretieren: die Eigenkapitalrendite, mit der für das kommende Geschäftsjahr bei unveränderter Produkt- und Personalpolitik „im Durchschnitt" gerechnet werden kann. Sie ist demnach ein unternehmensspezifischer Konjunkturindikator, sein Anstieg läßt ein besseres, sein Rückgang ein

---

[6] Hier und im folgenden kennzeichnen die Schlangenlinien mit Risiko behaftete, stochastische Größen.

schlechteres Geschäftsklima erwarten. Die Eigenkapitalrendite ist jedoch nicht verläßlich zu prognostizieren. Dem Marktrisiko trägt der Störterm $\tilde{\varepsilon}_a$ Rechnung; er fängt Abweichungen der tatsächlichen von der prospektiven Eigenkapitalrendite, die aus unerwarteten Entwicklungen am Produktmarkt resultieren, ein. Die linearen Beziehungen (4.1) bis (4.3) bilden ab, wie die in Abschnitt 2 erläuterten Formen von Sicherheitskapital Erträge in Abhängigkeit von wechselnden und unsicheren Absatzmarktbedingungen erwirtschaften. Dies sei am Beispiel der Gleichung (4.1), der in der Belegschaft des Unternehmens gebundenen Qualifikation, exemplarisch erläutert (vgl. auch Abbildung 1):

Abbildung 1: Konjunkturlage und Ertragsraten der Belegschaft bei unterschiedlicher Funktionsflexibilität



Quelle: eigene Erstellung

Während α_l eine Mindestertragsrate, welche die Mitarbeiter aufgrund ihrer Polyvalenz jederzeit erwirtschaften, darstellt, gibt der Koeffizient β_l den Grad an, zu dem die Schlüsselqualifikationen das Unternehmen von den marktbedingten Konjunkturschwankungen abschirmen. Ist die Belegschaft funktionsflexibel, erwirtschaftet sie selbst in der Krise einen hohen Ertrag, da sie sich umgehend auf die neuen Erfordernisse einstellen kann; β_l ist im Extremfall gleich Null. Hält das Unternehmen hingegen nur einen geringen Bestand an Qualifikationen vor

(„funktionsrigide Belegschaft"), können sich die Mitarbeiter weniger erfolgreich von einer Hochkonjunktur auf die Erfordernisse der Unternehmenskrise umstellen; β_l ist entsprechend über Null, und die Ertragsrate des Instrumentes Mitarbeiterzahl fällt in der Krise deutlich gegenüber der Boomphase ab. Der Koeffizient β_l ist ein *reziprokes Flexibilitätsmaß*. Eine hohe Flexibilität, d.h. ein geringer β -Koeffizient, ist dann von Wert, wenn die Marktentwicklung unsicher ist und der Arbeitgeber im vorhinein nicht wissen kann, wie sich der Absatzmarkt in der Planungsperiode entwickeln wird.

Dies gilt für die beiden anderen Instrumente entsprechend. β_h mißt das Ausmaß an Zeitflexibilität, β_w die Veränderung der Lohnanreizwirkung im Konjunkturverlauf. Ist der β -Koeffizient niedrig, kann der Arbeitgeber das entsprechende Instrument dazu nutzen, überraschende Entwicklungen an den Produktmärkten zu absorbieren. Dies gelingt indessen nie vollständig. Entsprechend enthält die Lösung des Modells ein (fiktives) Gewicht, mit dem die Absatzmarktentwicklung in die gewählte Personalpolitik eingeht. Dieses Gewicht *a* gibt an, wie stark sich das Unternehmen durch die gewählte Personalpolitik insgesamt den Absatzmarktschwankungen aussetzt. Es ist wie folgt definiert:

$$a = l \cdot \beta_l + h \cdot \beta_h + w \cdot \beta_w \tag{6}$$

Mithilfe der getroffenen Annahmen läßt sich Gleichung (3) umschreiben:

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{t+1} &= P_t + P_t \cdot \left[l \cdot (\alpha_l + \beta_l \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_l) + h \cdot (\alpha_h + \beta_h \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_h) + w \cdot (\alpha_w + \beta_w \cdot \tilde{r}_a + \tilde{\varepsilon}_w) \right] \\ &= P_t + P_t \cdot \left[l \cdot (\alpha + \tilde{\varepsilon}_l) + h \cdot (\alpha_h + \tilde{\varepsilon}_h) + w \cdot (\alpha_w + \tilde{\varepsilon}_w) + a \cdot (\alpha_a + \tilde{\varepsilon}_a) \right] \end{aligned} \tag{3.a}$$

Es sei für den risikoscheuen Arbeitgeber die folgende Risikonutzenfunktion *f* im Erwartungswert-Varianz-Raum angenommen:

$$f(\tilde{P}_{t+1}) = E(\tilde{P}_{t+1}) - \frac{b}{2} \cdot Var(\tilde{P}_{t+1}) \tag{7}$$

mit $b > 0$.

Das Unternehmen maximiert den Erwartungswert *E* der stochastischen Variablen $\tilde{P}_{t+1}$, abzüglich eines Terms, der die Varianz $Var(\tilde{P}_{t+1})$, das Risiko des Personalertrags, berücksichtigt. Der Parameter *b* drückt den Grad der Risikoaversion aus, d.h. das Ausmaß, zu dem das genannte Risiko in die Entscheidung einfließt. Eine risikoneutrale Unternehmung (b=0) würde ausschließlich nach dem Erwartungswert-Kriterium entscheiden (vgl. Spremann 1991: 447); bei einer risikoscheuen Unternehmung (b>0) fließt die Varianz nutzenmindernd in die Entscheidung ein.[7]

---

[7] Mit der beschriebenen Risikonutzenfunktion folge ich dem sog. „hybriden Modell" (Spremann 1991: 448): Unterstellt wird, daß der risikobehaftete Personalertragswert $\tilde{P}_{t+1}$

Erwartungswert und Varianz des Ertragswertes vereinfachen sich durch die in Gleichung (4.1) bis (4.3) getroffenen Annahmen über die Ermittlung der Renditen:[8]

$$E(\tilde{P}_{t+1}) = P_t + P_t \cdot (l \cdot \alpha_l + h \cdot \alpha_h + w \cdot \alpha_w + a \cdot \alpha_a) \tag{8}$$

$$Var(P_{t+1}) = P_t^2 \cdot Var(l \cdot \tilde{\varepsilon}_l + h \cdot \tilde{\varepsilon}_h + w \cdot \tilde{\varepsilon}_w + a \cdot \tilde{\varepsilon}_a)$$

$$= P_t^2 \cdot \left[l^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_l) + h^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_h) + w^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_w) + a^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_a) \right] \tag{9}$$

Damit sind alle Elemente des Entscheidungsproblems skizziert. Die Gleichungen (8) und (9) sind in die Nutzenfunktion (7) einzusetzen, als Nebenbedingungen sind die Gleichungen (2) und (6) zu beachten. Das betrachtete Unternehmen bestimmt seine Personalpolitik somit nach der folgenden Entscheidungsregel:

$$\max_{l,h,w,a} \; P_t + P_t \cdot (l \cdot \alpha_l + h \cdot \alpha_h + w \cdot \alpha_w + a \cdot \alpha_a)$$

$$-\frac{b}{2} \cdot \left\{ P_t^2 \cdot \left[l^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_l) + h^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_h) + w^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_w) + a^2 \cdot Var(\tilde{\varepsilon}_a) \right] \right\}$$

$$\text{s.t.} \quad l + h + w = 1$$

$$l \cdot \beta_l + h \cdot \beta_h + w \cdot \beta_w = a \tag{10}$$

Dieses Problem läßt sich mithilfe des Lagrange-Ansatzes lösen. Die Lösung ist eindeutig.

4. Personalanpassungen an geänderte Marktumwelten: Funktionsflexibles und zeitflexibles Unternehmen im Vergleich

Der vorgestellte Modellrahmen erlaubt es für eine Vielzahl von Determinanten, die Wirkung auf die Personalanpassungen zu untersuchen: Verschiedene Grade von Risikoaversion, unterschiedliche Unternehmensgrößen oder diverse unternehmensinterne Risiken (die sich in den Störtermen $\tilde{\varepsilon}_l$, $\tilde{\varepsilon}_h$ und $\tilde{\varepsilon}_w$ niederschlagen) sind Beispiele. Aus Platzgründen beschränkt sich die Analyse von Modellösungen an dieser Stelle auf die Unterschiede im Personalanpassungsverhalten zwischen zwei Typen

---

normalverteilt ist *und* daß der Entscheidungsträger eine exponentielle Nutzenfunktion zugrundelegt. Unter diesen Voraussetzungen sind Entscheidungen nach der Risikonutzenfunktion „rational" im Sinne des Bernoulli-Prinzips (vgl. etwa Laux 1982: 208ff.). Die Annahme einer exponentiellen Nutzenfunktion ist auch in anderen Anwendungen der Portfoliotheorie üblich (vg. etwa Hay/Louri 1989: 144ff.).

[8] Dabei wird vereinfachend unterstellt, daß die Erwartungswerte der Störterme, also $E(\tilde{\varepsilon}_l), E(\tilde{\varepsilon}_h)$ und $E(\tilde{\varepsilon}_w)$, gleich Null sind, daß die Kovianzen all dieser Störterme mit der Eigenkapitalrendite $\tilde{r}_a$ gleich Null sind und schließlich daß die Kovarianzen der genannten Störterme untereinander gleich Null sind (vgl. Francis/Archer 1979: 124, 129).

von Unternehmen, die sich im Hinblick auf Funktions- und Zeitflexbilität deutlich unterscheiden. Indem damit von Unterschieden in den Motivationswirkungen des Lohnes abstrahiert wird, bleibt auch die mögliche Rolle der Lohnpolitik im Risikomanagement hier ausgeklammert.

Ein „funktionsflexibles Unternehmen" sei dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbildung der Mitarbeiter dem Arbeitgeber ein hohes Maß an Schlüsselqualifikationen bereitstellt, so daß flexibel auf die wechselnden Absatzmarktlagen reagiert werden kann. Die Zeitordnung sei hingegen wenig flexibel, d.h. die Arbeitszeiten können nicht gruppenspezifisch differenziert werden und sind nicht perfekt der schwankenden Nachfrage angepaßt.

Im unterstellten Typ des „zeitflexiblen Unternehmens" sei die Konstellation gerade umgekehrt: Lange Betriebszeiten und nach Mitarbeitergruppen gestaffelte Arbeitszeitregelungen erlauben dem Arbeitgeber, die Arbeitsleistungen so abzurufen, wie es die Marktsituation verlangt. Die Ausbildung der Arbeitnehmer sei hingegen im Durchschnitt wenig funktionsflexibel und lasse nur geringe Innovationsbeiträge erwarten.

Die für die Modellergebnisse entscheidenden Parameter stellen sich für die betrachteten Unternehmenstypen wie folgt dar:[9]

funktionsflexibles Unternehmen: $\beta_l < \beta_w < \beta_h$

zeitflexibles Unternehmen: $\beta_h < \beta_w < \beta_l$.

4.1 Personalpolitik im Konjunkturverlauf

Geänderte Absatzmarktbedingungen können sich darin äußern, daß sich die erwartete Geschäftslage für die Planungsperiode verbessert oder verschlechtert. Solche unternehmensspezifischen Konjunkturen werden im Modell durch die Variation der erwarteten Eigenkapitalrendite α_a abgebildet. Ein Anstieg von α_a zeigt einen Boom, ein Rückgang eine Rezession an. Die personalpolitische Reaktion auf solche Änderungen besteht in Änderungen der Entscheidungsvariablen l und h, den Instrumentengewichten der Mitarbeiterzahl und der Arbeitszeit im „personalpolitischen Portefeuille" des Unternehmens. Die Richtungen der personalpolitischen Reaktionen sind durch die Vorzeichen der Terme $\frac{\partial}{\partial \alpha_a} l$ und $\frac{\partial}{\partial \alpha_a} h$ gegeben. Diese Vorzeichen

[9] Damit wird unterstellt, daß sich die Anreizwirkungen des Lohnes in Abhängigkeit von der Konjunktur in beiden Unternehmen nicht stark unterscheiden. Die Anreizwirkungen müssen indessen, wie weiter unten deutlich werden wird, in den betrachteten Unternehmenstypen nicht exakt identisch sein; die Unterschiede in Funktionsflexibilität und Zeitflexibilität müssen lediglich so ausgeprägt sein, daß von „mittleren" Motivationswirkungen des Lohnes in beiden Unternehmenstypen ausgegangen werden kann.

hängen vor allem von der Relation der β-Koeffizienten ab, wie die folgenden Bedingungen zeigen:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_a} l \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \Leftrightarrow \underbrace{Var(\tilde{\varepsilon}_h) \cdot (\beta_l - \beta_w)}_{Summand1} + \underbrace{Var(\tilde{\varepsilon}_w) \cdot (\beta_l - \beta_h)}_{Summand2} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \qquad (11.1)$$

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_a} h \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \Leftrightarrow Var(\tilde{\varepsilon}_l) \cdot (\beta_h - \beta_w) + Var(\tilde{\varepsilon}_w) \cdot (\beta_h - \beta_l) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \qquad (11.2)$$

In den Ungleichungen (11.1) und (11.2) bestimmten die Vorzeichen zweier Summanden jeweils die Personalanpassungsrichtung. Für Ungleichung (11.1) sei dies hier demonstriert: Liegen Summand 1 und Summand 2 über Null, bleibt auch das Vorzeichen positiv. Das Instrument Mitarbeiterzahl wird prozyklisch, im Einklang mit der Entwicklung der Absatzmarkterwartung α_a, angepaßt. Für die betrachteten Unternehmenstypen ist dies für das zeitflexible Unternehmen mit der Parameterkonstallation $\beta_h < \beta_w < \beta_l$ der Fall. Sind hingegen Summand 1 und Summand 2 beide negativ, bleibt das Vorzeichen negativ. D.h. das Gewicht des Instrumentes wird antizyklisch, zu α_a gegenläufig, variiert. Eine solches Anpassungsverhalten würde für das funktionsflexible Unternehmen ($\beta_l < \beta_w < \beta_h$) vorausgesagt.[10] Für die Anpassung der Arbeitszeit, die sich aus Ungleichung (11.2) ergibt, gelten die skizzierten Zusammenhänge *mutatis mutandis*.

Das Modell sagt offensichtlich exakt diametrale Anpassungsverhalten in den beiden Unternehmenstypen voraus. Der Arbeitgeber des funktionsflexiblen Unternehmens *verringert* im Boom den Anteil des Instrumentes Mitarbeiterzahl am personalpolitischen Portefeuille und *erhöht* diesen in der Rezession; die relative Anpassung der Mitarbeiterzahl ist demnach antizyklisch. Umgekehrt dazu wird der relative Anteil der Arbeitsstunden im Aufschwung erhöht und in der Krise reduziert, also prozyklisch eingesetzt. In unterschiedlichen Absatzmarkt-Situationen entscheidet sich der Arbeitgeber demnach für jeweils andere personalpolitische Portefeuilles.

Es sei daran erinnert, daß die Portefeuille-Gewicht l und h nur die relativen Anteile am Personalbudget angeben. Mitarbeiterzahl und durchschnittliche Arbeitszeit ergeben sich nach den Formeln $L = e^{l \cdot \ln P_t}$ bzw. $H = e^{h \cdot \ln P_t}$. Um Aussagen zur Personalanpassung (Änderungen von L und H) im Konjunkturverlauf zu treffen, ist neben dem oben beschriebenen Portefeuilleeffekt (Änderung von l und h) ein Personalbudgeteffekt zu berücksichtigen: Auch das Personalbudget P_t ändert sich annahmegemäß im Konjunkturverlauf, es steigt im Boom und geht in der Krise zurück. Wird

---

[10] Besitzen die Summanden umgekehrte Vorzeichen, beeinflussen die Varianzen der Störterme die Anpassungsrichtung; allein aufgrund der β-Koeffizienten läßt sich die Änderung des personalpolitischen Portefeuilles hier nicht vorhersagen.

dieser für beide Instrumente prozyklische Personalbudgeteffekt mit den Portefeuilleeffekten verrechnet, so ist im Vergleich der Unternehmen mit Personalanpassungen zu rechnen, wie sie in Tabelle 1 festgehalten sind.

Für die Entwicklung der Mitarbeiterzahl im funktionsflexiblen Unternehmen weisen der prozyklische Personalbudgeteffekt und der antizyklische Portefeuilleeffekt in entgegengesetzte Richtungen. Die Krise erfordert zwar, die Personalaufwendungen zurückzufahren (Budgeteffekt), der relative Anteil an diesen Aufwendungen für das Instrument Mitarbeiterzahl steigt jedoch aufgrund der Beiträge, welche die gutqualifizierte Belegschaft zur Krisenüberwindung leisten kann (Portefeuilleeffekt). Tendenziell wird die Zahl der Mitarbeiter über den Konjunkturzyklus hinweg konstant gehalten, daher spreche ich von einer Strategie der *Beschäftigungsstabilisierung* (grau unterlegtes Feld links oben in Tabelle 1).

Tabelle 1: Konjunkturelle Personalanpassungen im Vergleich: Funktionsflexibles vs. zeitflexibles Unternehmen

	Anpassung des Instrumentes ...			
	Mitarbeiterzahl		**durchschnittliche Arbeitszeit**	
	Boom	**Krise**	**Boom**	**Krise**
funktionsflexibles Unternehmen $\beta_l < \beta_w < \beta_h$	stabil	stabil	steigt	fällt
	Beschäftigungs-stabilisierung		Arbeitszeit-variation	
zeitflexibles Unternehmen $\beta_h < \beta_w < \beta_l$	steigt	fällt	stabil	stabil
	Beschäftigungs-variation		Arbeitszeit-stabilisierung	

Quelle: eigene Erstellung

Das Anpassungsmuster des zeitflexiblen Unternehmens ist spiegelbildlich dazu: Für die Mitarbeiterzahl sind Portefeuille- und Budgeteffekt eindeutig prozyklisch; der Arbeitgeber betreibt, verkürzt gesprochen, eine „Hire and Fire"-Politik im Konjunkturverlauf. Die durchschnittliche Arbeitszeit wird im Zyklus hingegen tendenziell stabil gehalten: Zwar geht das Personalbudget in der Krise zurück, doch gleichzeitig wächst die relative Bedeutung der Arbeitszeit angesichts der hohen Zeitflexibilität. Insgesamt wird eine Politik der *Arbeitszeitstabilisierung* verfolgt (grau unterlegtes Feld rechts unten in Tabelle 1).

Der Vergleich der beiden Unternehmenstypen zeigt insgesamt, daß unterschiedliche Ausstattungen mit Sicherheitskapital und dadurch bedingt voneinander abweichende Flexibilitätsgrade die Arbeitgeber letztlich zu gegenläufigen Personalpolitiken bewegen. *In Absatzflauten werden flexible personalpolitische Instrumente,* – also solche, die auch in der Krise einen hohen Ertrag aufrechterhalten (niedriger β -Koeffizient), – *besonders attraktiv.* Im funktionsflexiblen Unternehmen wird die hohe Qualifikation der Belegschaft in der Krise genutzt, die Belegschaft wird nicht oder nur gering reduziert. Im zeitflexiblen Unternehmen ist die Arbeitszeit das flexiblere, in der Rezession relativ ertragreichere Instrument. *Im Wiederaufschwung* hingegen wird der Arbeitgeber die Instrumente verstärkt nutzen, deren Ertrag besonders stark mit der Eigenkapitalrendite ansteigt (hoher β -Koeffizient); das ist *das jeweils rigidere personalpolitische Instrument.* Im funktionsflexiblen Unternehmen steigt dann die Arbeitszeit, das zeitflexible Unternehmen stellt neu ein.

4.2 Personalpolitik in der Globalisierung

Im vorangehenden Abschnitt wurde in Änderungen des Parameters α_a, der erwarteten Eigenkapitalrendite, das zyklische Auf und Ab der Geschäftslage abgebildet. In diesem Abschnitt soll eine Änderung des Parameters $Var(\tilde{\varepsilon}_a)$, des Maßes für das Absatzmarktrisiko, für einen strukturellen Bruch in den Produktmarktbedingungen stehen. Eine Abnahme signalisiert eine berechenbarere Marktumwelt, eine Zunahme zeigt einen volatileren, schwieriger prognostizierbaren Produktmarkt an. Härterer Wettbewerb insbesondere von Konkurrenten am Weltmarkt, kürzere Produktlebenszyklen, schwieriger antizipierbare Kundenwünsche haben nach weitverbreiteter Meinung dazu geführt, daß die Marktunsicherheit für die weltmarktorientierten Unternehmen in den letzten Jahrzehnten zugenommen hat.

Eine volatilere Marktumwelt kann für die Unternehmen mindestens ebenso krisenhafte Folgen haben wie fallende Absatzerwartungen. Die Diskussion in Deutschland um Verbesserungen des Industriestandorts und unternehmerische Reorganisationen, die angesichts steigender internationaler Konkurrenz notwendig seien, hält auch Mitte der neunziger Jahre an, obwohl die hohen Exportumsätze deutscher Industrieunternehmen kaum auf eine Krise schließen lassen würden (vgl. etwa Heise 1995).

Im Rahmen des Portfoliomodells ist dies gut interpretierbar: Ebenso wie sinkende Absatzerwartungen bedeutet ein steigendes Marktrisiko einen Nutzenverlust für risikoaverse Unternehmen. In beiden Fällen ist daher mit ähnlichen Personalpolitiken zu rechnen. Personalanpassungen als Reaktion auf geänderte Marktrisiken sind am Vorzeichen der Terme $\frac{\partial}{\partial Var(\tilde{\varepsilon}_a)} l$ und $\frac{\partial}{\partial Var(\tilde{\varepsilon}_a)} h$ abzulesen. Es läßt sich zeigen, daß diese Terme in einem negativen Verhältnis zu den partiellen Ableitungen der

Instrumentengewichte l und h nach α_a (s. die Ungleichungen (10.1) und (10.2) in Abschnitt 4.1) stehen:

$$\frac{\partial}{\partial Var(\tilde{\varepsilon}_a)} l = -a \cdot b \cdot P_t \cdot \frac{\partial}{\partial \alpha_a} l \tag{12.1}$$

$$\frac{\partial}{\partial Var(\tilde{\varepsilon}_a)} h = -a \cdot b \cdot P_t \cdot \frac{\partial}{\partial \alpha_a} h \tag{12.2}$$

Da das fiktive „Gewicht" der Produktmarktentwicklung a, der Risikoparamter b sowie das Personalbudget P_t jeweils über Null liegen, der Ausdruck $a \cdot b \cdot P_t$ somit insgesamt positiv ist, entwickeln sich die partiellen Ableitungen nach α_a und nach $Var(\tilde{\varepsilon}_a)$ gerade *gegenläufig* zueinander. Eine riskantere Marktlage hat demnach die selben personalpolitischen Konsequenzen wie ein Rückgang der Produktnachfrage.[11]

Wenn die voranschreitende Globalisierung der Wirtschaft im Kern eine Zunahme der Produktmarktunsicherheit ist, so ist, dem Modell zufolge, mit unterschiedlichen personalpolitischen Konsequenzen aus dem internationalen Konkurrenzdruck zu rechnen: Personalabbau und stabil hohen Arbeitszeiten in Unternehmen mit hoher Zeit-, aber geringer Funktionsflexibilität; hingegen mit stabiler Beschäftigung und Arbeitszeitverkürzung in funktionsflexiblen Unternehmen.

4.3 Fazit: Enger Zusammenhang zwischen Personalanpassungen und Innovationsmuster

Wie in Abschnitt 2 angedeutet, wandeln sich die Anforderungen an die Unternehmen je nach der Lage am Absatzmarkt. Während in Hochkonjunkturphasen die effiziente Produktion von Gütern dominiert, rückt in Unternehmenskrisen die Notwendigkeit, durch Innovationen den Erfolg des Unternehmens wiederherzustellen, in den Vordergrund. Gerade in Unternehmenskrisen, seien sie konjunktureller Art oder bedingt durch höhere Unsicherheiten im internationalen Wettbewerb, greifen Arbeitgeber auf besonders flexible personalpolitische Instrumente zurück, wie die Modellösungen in den vorangehenden Abschnitten gezeigt haben Auf das jeweils rigidere Instrument wird als Reaktion auf die Unternehmenskrise weniger stark zurückgegriffen. Die Art und Weise, wie in Unternehmen nach Innovationen gesucht wird, geht demnach Hand in Hand mit der Art der Personalanpassung.

---

[11] Dabei ist angenommen, daß sich das Personalbudget reduziert, wenn das Absatzmarktrisiko steigt. Ein Grund dafür könnte etwa sein, daß sich bei riskanterem Absatzmarkt ausländische Portfolio- oder Direktinvestitionen – eine Anlage außerhalb des Unternehmens also – eher rechnen. Ähnlich wie in Abschnitt 4.1 wird also ein Personalbudgeteffekt angenommen. Dieser kann als ein vorgelagertes Portfoliokalkül modelliert werden. Eine solche Modellierung wird hier aus Platzgründen nicht vorgestellt.

Gerät das funktionsflexible Unternehmen in eine Krise, so kann ein breiter Bestand an Schlüsselqualifikationen zu Innovationen und Reorganisationen genutzt werden. Die Möglichkeit zur Differenzierung der Arbeitszeit ist jedoch beschränkt; Forscher und Entwickler oder strategisch wichtige Fachkräfte können nicht ohne weiteres länger als die übrige Belegschaft eingesetzt werden. Der Arbeitgeber nutzt das Innovationspotential der Belegschaft unter diesen Bedingungen extensiv. Da viele Arbeitnehmer einen Beitrag zur Krisenüberwindung leisten, wird Personalabbau in Grenzen gehalten, die Beschäftigung weitgehend stabilisiert. Weil die Möglichkeit, nach Beschäftigungsgruppen differenzierte Arbeitszeiten abzurufen, beschränkt ist, reduziert der Arbeitnehmer die Arbeitszeit der gesamten Belegschaft. Im Wiederaufschwung ist zu erwarten, daß die durchschnittliche Arbeitszeit angesichts höherer Produktionszahlen wieder erhöht wird; Neueinstellungen dürften indessen nur zögerlich vorgenommen werden.

Wird das zeitflexible Unternehmen von einer Absatzkrise getroffen, werden erforderliche Innovationen von wenigen Spezialisten im Unternehmen getragen, von Forschern und Entwicklern, Ingenieuren und besonders erfahrenen Facharbeitern in der Produktion. Ihre Arbeitszeit bleibt weiterhin hoch; ein Teil der weniger qualifizierten Mitarbeiter wird entlassen, die verbleibenden arbeiten u.U. kürzer. Insgesamt reagiert das zeitflexible Unternehmen mit einer Arbeitszeitstabilisierung und einem Personalabbau. Bei anziehender Konjunktur werden Mitarbeiter eingestellt (dabei sind die Qualifikationsanforderungen vergleichsweise gering), und die Arbeitszeit bleibt weitgehend unverändert.

5. Schlußbemerkung: Personalpolitisches Risikomanagement und Arbeitsmarktinstitutionen

Die Unterschiede in Flexibilität und Personalanpassungsverhalten zwischen zeitflexiblen und funktionsflexiblen Unternehmen sind bisher abstrakt-theoretisch gehalten worden. Gleichwohl scheinen sie ein geeigneter Ausgangpunkt zu sein, um personalpolitische Differenzen zwischen deutschen und britischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zu untersuchen: Die nach verbreiteter Ansicht vorhandenen Unterschiede in Ausbildungsniveau und Arbeitszeitregelungen legen es nahe, das funktionsflexible Unternehmen als ein „typisch" deutsches Unternehmen, etwa im Maschinenbau, mit gutausgebildeter Arbeitnehmerschaft zu interpretieren, wohingegen das zeitflexible Unternehmen eher einem „typisch" britischen Maschinenbauunternehmen mit seinen im Durchschnit weniger gut ausgebildeten Mitarbeitern zu entsprechen scheint (vgl. für entsprechende Hinweise Mason/Wagner 1994).

Die damit implizierten Voraussagen zu den Personalanpassungsmustern – relative Beschäftigungsstabilisierung im funktionsflexiblen deutschen, Arbeitszeitstabilisierung im zeitflexiblen britischen Unternehmen – scheinen nicht unplausibel zu sein. Britischen Unternehmen wird nachgesagt, in Krisen geradezu reflexartig Personal

abzubauen. Die anhaltend hohe, zwischen 1983 und 1993 sogar insgesamt leicht steigende durchschnittliche Arbeitszeit wird inzwischen bereits als die „neue britische Krankheit" bezeichnet (vgl. IRS Employment Trends vom November 1995: 4). In Deutschland gibt es seit dem VW-Modell von 1993 hingegen zahlreiche Beispiele einer temporären Arbeitszeitverkürzung, um Rezessionen ohne einen harten Beschäftigungsrückgang zu bewältigen (vgl. Promberger et al. 1995).

Ein eingehender deutsch-britischer Vergleich scheint lohnend, um das in diesem Beitrag skizzierte Bild des personalpolitischen Risikomanagements um zwei wichtige Aspekte zu ergänzen. *Erstens* könnten die Bedingungen, die Arbeitgeber zum Aufbau bestimmter Sicherheitskapital-Formen bewegen, herausgearbeitet werden. Wenn deutsche Unternehmen tendenziell gutausgebildete Arbeitnehmer verfügbar halten, während britische Unternehmen in der Regel eine flexiblere Zeitordnung besitzen, dürfte sich dies in hohem Maß auf Divergenzen bei der Gesetzgebung zur Arbeitszeit, im Bildungssystem und in der Tarifpolitik zurückführen lassen.

Zweitens müßten die in diesem Beitrag vorgestellten Aussagen zur jeweils risikooptimalen Personalpolitik mit den im deutsch-britischen Vergleich unterschiedlichen Anpassungsfriktionen und -kosten konfrontiert werden. Die aus dem Modell ermittelten Lösungen sind als Personalpolitiken zu verstehen, die – gegeben die vorgehaltenen Bestände an Sicherheitskapital im Unternehmen – ein optimales Risikomanagement erlauben. Dieses Risikomanagement kann jedoch beispielsweise durch Kündigungsschutzregelungen deutlich beschnitten sein. Ein deutsch-britischer Vergleich scheint dabei besonders vielversprechend zu sein, weil die Bestandsschutzregelungen zwischen beiden Ländern deutlich variieren. Im Vergleich könnte so eine vernachlässigte Seite von Regulierungen am Arbeitsmarkt untersucht werden: Arbeitsmarktinstitutionen legen solchen Unternehmen, die ihrem aus Risikomanagement-Sicht notwendigen Bedarf an Personalabbau oder Arbeitszeitänderungen nur unvollständig nachkommen können, nicht nur Kosten auf, sondern auch Risiken.

Literaturverzeichnis

Backes-Gellner, U. (1996): Betriebliche Bildungs- und Wettbewerbsstrategien im deutsch-britischen Vergleich. Ein Beitrag der Personalökonomie zur internationalen Betriebswirtschaftslehre. München, Mering: Hampp.

Bosch, G. (1997): Rentabilitätskonsequenzen unterschiedlicher Arbeits- und Betriebszeiten im internationalen Vergleich. In: D. Sadowski; K. Pull (Hg.): Vorschläge jenseits der Lohnpolitik. Optionen für mehr Beschäftigung II. Frankfurt am Main, New York: Campus, S. 137-161.

Cohen, W.; D. Levinthal (1989): Innovation and Learning. The Two Faces of R&D. In: Economic Journal 99(September), S. 569-596.

Farny, D. (1989): Risk Management und Planung. In: N. Szyperski (Hg.): Handwörterbuch der Planung. Stuttgart: Poeschel, Sp. 1749-1758.

Francis, J. C.; S. H. Archer (1979): Portolio Analysis. 2. Aufl. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Gebert, D.; T. Steinkamp (1990): Innovativität und Produktivität durch betriebliche Weiterbildung. Eine empirische Analyse in mittelständischen Unternehmen. Stuttgart: Poeschel.

Greenwald, B. C.; J. E. Stiglitz (1995): Labor-Market Adjustment and the Persistence of Unemployment. In: American Economic Review. Papers and Proceedings 85(2), S. 219-225.

Greenwald, B.; J. E. Stiglitz (1989): Toward a Theory of Rigidities. In: American Economic Review. Papers and Proceedings 79(2), S. 364-369.

Hahn, D. (1987): Risiko-Management. Stand und Entwicklungstendenzen. In: Zeitschrift Führung und Organisation 56(3), S. 137-150.

Hay, D. A.; H. Louri (1989): Firms as Portfolios: A Mean-Variance Analysis of Unquoted UK Companies. In: Journal of Indstrial Economics 38(2), S. 141-165.

Heise, A. (1995): Der Standort Deutschland im globalen Wettbewerb. In: WSI Mitteilungen 48(11), S. 691-698.

Kaluza, B. (1993): Flexibilität, betriebliche. In: W. Wittmann et al. (Hg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. Teilband 1. A-H. Stuttgart: Poeschel, Sp. 1173-1184.

Knight, F. H. (1971): Risk, Uncertainty, and Profit. Chicago: University of Chicago.

Laux, H. (1982): Entscheidungstheorie. Grundlagen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Lehndorff, S. (1996): Der Mensch als Puffer. Zeitnot und Zeitsouveränität unter dem just-in-time-Regime in vier europäischen Ländern. In: Industrielle Beziehungen 3(3), S. 237-261.

Lutz, B. (1987): Arbeitsmarktstruktur und betriebliche Arbeitskräftestrategie. Eine theoretisch-historische Skizze zur Entstehung betriebszentrierter Arbeitsmarktsegmentation. Frankfurt am Main, New York: Campus.

Mason, G.; K. Wagner (1994): Innovation and the Skill Mix: Chemicals and Engineering in Britain and Germany. In: National Institute Economic Review (May), S. 61-72.

OECD (1996): Technology, Productivity and Job Creation. Vol. 2. Analytical Report. Paris: OECD.

Osterman, P. (1987): Choice of Employment Systems in Internal Labor Markets. In: Industrial Relations 26(1), S. 46-67.

Promberger, M. et al. (1995): Beschäftigungssicherung durch Arbeitszeitpolitik. In: WSI Mitteilungen 48(7), S. 473-481.

Pull, K. (1996): Übertarifliche Entlohnung und freiwillige betriebliche Leistung: Personalpolitische Selbstregulierung als implizite Verhandlung. München, Mering: Hampp.

Sadowski, D. (1991): Humankapital und Organisationskapital – Zwei Grundkategorien einer ökonomischen Theorie der Personalpolitik in Unternehmen. In: D. Ordelheide; B. Rudolph; E. Büsselmann (Hg.): Betriebswirtschaftslehre und ökonomische Theorie. Stuttgart: Poeschel, S. 127-141.

Schumpeter, J. A. (1950): Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie. Tübingen: Francke.

Sengenberger, W. (1987): Struktur und Funktionsweise von Arbeitsmärkten. Die Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich. Frankfurt am Main, New York: Campus.

Sharpe, W. F. (1963): A Simplified Model for Portfolio Analysis. In: Management Science 9(2), S. 277-293.

Spremann, K. (1991): Investition und Finanzierung. 4. Aufl. München et al.: Oldenbourg.

Teriet, B. (1993): Arbeitszeit- und Betriebszeitflexibilisierung. IAB-Werkstattbericht Nr.15 vom 2. August 1993.

Weigand, J. (1996): Innovationen, Wettbewerb und Konjunktur. Eine theoretische und empirische Untersuchung von Innovationsdeterminanten unter Berücksichtigung des Konjunkturverlaufs. Berlin: Duncker & Humblot.

Matthias Kräkel

Zur Bedeutung unterschiedlicher Präferenzen in Leistungsturnieren[1]

Präferenzen von Arbeitnehmern sind für den Arbeitgeber insofern von Bedeutung, als sie das Arbeitnehmerverhalten wesentlich bestimmen, welches auf der anderen Seite der Arbeitgeber über personalpolitische Entscheidungen zu beeinflussen versucht. Im vorliegenden Beitrag wird diese Problematik anhand von relativen Leistungsturnieren diskutiert, deren Teilnehmer in dem Sinne unterschiedliche Präferenzmuster aufweisen, daß sie entweder lediglich ihr erwartetes Nettoeinkommen maximieren (RN-Arbeitnehmer) oder aber den erwarteten relativen Einkommensunterschied zu einer besserverdienenden Referenzgruppe minimieren wollen (RD-Arbeitnehmer). Die Modellanalyse zeigt, daß sich die zwei verschiedenen Typen von Arbeitnehmern in ihrem Verhalten als Turnierteilnehmer deutlich unterscheiden, was wiederum der Arbeitgeber in seinen personalpolitischen Entscheidungen entsprechend zu berücksichtigen hat. Im einzelnen lassen sich aus den Modellergebnissen Aussagen über mögliche Ursachen für Eskalationseffekte, über die Auswirkungen einer höheren Konkurrenzintensität in Leistungsturnieren, über Zusammenhänge zwischen Verteilungsgerechtigkeit und Leistungsanreizen, über die Vorteilhaftigkeit positiver bzw. negativer Leistungsanreize sowie über die Bedeutung von Sabotage oder Mobbing in Leistungsturnieren ableiten.

[1] Für hilfreiche kritische Anmerkungen danke ich Rainer Göb, Bernd Schauenberg sowie den Teilnehmern des Workshops „Modellgestützte Personalarbeit (1996)" in Frankfurt a.M.

1. Einleitung

Bei der Beurteilung von Arbeitnehmerleistungen kann ein Arbeitgeber im Prinzip zwischen zwei verschiedenen Vorgehensweisen wählen. Zum einen kann er eine individuelle Arbeitnehmerleistung mit einem vorgegebenen Leistungsstandard vergleichen (*absolute* Leistungsbeurteilung). Zum anderen kann ein Arbeitgeber aber auch einen *relativen* Leistungsvergleich vornehmen, indem er die Leistungen verschiedener Arbeitnehmer mit ähnlichen Tätigkeiten miteinander vergleicht und in eine ordinale Rangfolge bringt, d.h. er greift auf sog. Leistungsturniere bzw. Rank-order tournaments zurück.[2] Anreize werden in Leistungsturnieren dadurch induziert, daß vorab für Turniergewinner und -verlierer unterschiedlich hohe Turnierpreise festgelegt werden. Die Eigenschaften von Leistungsturnieren (u.a. die Filterung gemeinsamer Störeinflüsse) sind bereits in zahlreichen Publikationen ausführlich diskutiert worden.[3] Ausgegangen wird in den Turniermodellen dabei von risikoneutralen, teilweise auch von risikoaversen Arbeitnehmern. Reale Situationen deuten jedoch darauf hin, daß den Entscheidungen von Arbeitnehmern oftmals ganz andere Präferenzen zugrunde liegen.

Als eine Alternative wurde von Stark (1987, 1990) das Konzept *relativer Deprivation* in die Diskussion um Leistungsturniere eingeführt. Arbeitnehmer, die Situationen anhand von relativer Deprivation beurteilen, orientieren sich bei ihren Entscheidungen am relativen Einkommensunterschied zu einer Referenzgruppe: Sie empfinden eine um so größere relative Deprivation (RD) bzw. relative Entbehrung, je größer der Einkommensunterschied zu einer besserverdienenden Referenzgruppe ist *und* je größer die Referenzgruppe der Besserverdienenden ist.[4] RD-Arbeitnehmer versuchen, das Ausmaß an relativer Deprivation zu minimieren. Die Verbindung von Leistungsturnieren mit dem RD-Ansatz durch Stark (1987, 1990) läßt sich intuitiv gut begründen. Leistungsturniere führen nicht nur dazu, daß der Arbeitgeber die individuellen Leistungen der Arbeitnehmer besser beurteilen kann. Sie induzieren zudem, daß sich die Arbeitnehmer als Turnierteilnehmer und damit unmittelbare Konkurrenten untereinander vergleichen, was insbesondere für die Einkommenspositionen der Arbeitnehmer gilt. Turnierverlierer, die die Gruppe der Turniergewinner als ihre Referenzgruppe betrachten, empfinden RD. Diese ist dann besonders groß, wenn die Gewinnerpreise im Leistungsturnier im Vergleich zu den Verliererpreisen sehr hoch sind und der relative Anteil der Turniergewinner im Vergleich zu den Turnierverlierern sehr hoch ist. Leistungsanreize entstehen, indem RD-Arbeitnehmer während des

---

[2] Beispiele für solche Leistungsturniere sind Wettbewerbe zwischen Verkäufern oder Außendienstmitarbeitern sowie Beförderungsturniere zwischen internen Stellenbewerbern.

[3] Vgl. u.a. Lazear/Rosen (1981); Green/Stokey (1983); O'Keefe/Viscusi/Zeckhauser (1984); Rosen (1986); McLaughlin (1988); Winter (1996).

[4] Vgl. Stark (1990), S. 212-215.

Turniers über einen hohen Arbeitseinsatz verhindern wollen, nach Beendigung des Turniers zur Gruppe der Turnierverlierer zu zählen.

Der folgende Beitrag setzt unmittelbar an den Arbeiten von Stark (1987, 1990) an. Die Modellanalyse von Stark weist mindestens vier Defizite auf. 1.) Zum einen wird keine explizite Modellierung von RD vorgenommen. 2.) Zum anderen findet kein Vergleich zwischen dem Verhalten von RD-Arbeitnehmern und dem Verhalten von Arbeitnehmern statt, die durch einfache Risikoneutralität gekennzeichnet sind (RN-Arbeitnehmer).[5] 3.) Des weiteren wird von Stark keine Unsicherheit berücksichtigt, während RD-Arbeitnehmer in realen Situationen anhand der *erwarteten* RD entscheiden. 4.) Schließlich findet in den Arbeiten von Stark keine gemeinsame Diskussion von Anreizfragen und Fragen der Verteilungsgerechtigkeit bei RD statt.[6] Im folgenden soll nun ein Modell vorgestellt werden, bei dem diese vier Defizite vermieden werden. Die Aussagen von Stark (1987, 1990) können vom Grundtenor her dahingehend zusammengefaßt werden, daß sich zentrale Ergebnisse der bisherigen Tournament-Literatur auch für RD herleiten lassen. Die folgenden Ausführungen hingegen zeigen, daß *bei Berücksichtigung der obigen vier Kritikpunkte* Turniere mit RD-Arbeitnehmern zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen im Vergleich zur bisherigen Tournament-Literatur führen.

Im folgenden Abschnitt soll zunächst einmal das Modell beschrieben werden, auf das sich die weiteren Überlegungen beziehen. Abschnitt 3 faßt vier Ergebnisse zusammen, die sich aus dem Modell herleiten lassen. In Abschnitt 4 wird eine Variante des Turniermodells aus Abschnitt 2 skizziert. Abschnitt 5 enthält einige Schlußbemerkungen. Die Beweise zu den vier Ergebnissen aus Abschnitt 3 sind in einem Anhang zusammengefaßt.

2. Modellbeschreibung[7]

Betrachtet seien im folgenden Leistungsturniere mit jeweils n Arbeitnehmern. Arbeitnehmer i ($i = 1,..., n$) realisiert ein individuelles Leistungsergebnis Q_i, das durch $Q_i = e_i + \varepsilon_i$ charakterisiert sei. e_i beschreibt den Arbeitseinsatz des Arbeitnehmers i

[5] Genaugenommen wird im folgenden zwar davon ausgegangen, daß auch die RD-Arbeitnehmer risikoneutral sind, die Unterscheidung in RD- und RN-Arbeitnehmer soll jedoch verdeutlichen, daß bei den RD-Arbeitnehmern von der Standardannahme in Leistungsturnieren abstrahiert wird, wonach Arbeitnehmer allein ihr individuelles erwartetes Einkommen maximieren wollen.

[6] Gerade der letzte Kritikpunkt verwundert, zumal bereits von Yitzhaki (1979, 1982) und Hey/Lambert (1980) Aspekte der Verteilungsgerechtigkeit unter RD diskutiert wurden, wenn auch nicht im Zusammenhang mit Turnieren.

[7] Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit mit den bisherigen Ergebnissen der Tournament-Literatur zu gewährleisten, sollen hier die zentralen Annahmen des Grundmodells von Lazear/Rosen (1981) übernommen werden, z.B. die i.i.d.-Annahme.

und ε_i einen Zufallseinfluß bzw. eine Störgröße (z.B. Glück/Pech oder unbekannte Fähigkeiten des i). Es herrsche symmetrische Unsicherheit für den Arbeitgeber und die n Arbeitnehmer, d.h. ε_i sei sowohl dem Arbeitgeber als auch jedem der Arbeitnehmer unbekannt. Jeder der Akteure weiß lediglich, daß die Störgrößen ε_i identisch und stochastisch unabhängig voneinander über dem Intervall $[0, \bar{\varepsilon}]$ verteilt sind (i.i.d.-Annahme) mit $F(\varepsilon)$ als Verteilungs- und $f(\varepsilon) = F'(\varepsilon)$ als Dichtefunktion. Die Arbeitnehmer werden anhand der Rangordnung ihrer realisierten individuellen Leistungsergebnisse Q_i entlohnt. Es sei angenommen, daß der Arbeitgeber zwischen drei unterschiedlichen Entlohnungsszenarien wählen kann:[8] (i) Der Arbeitnehmer mit dem höchsten Leistungsergebnis erhält einen Preis bzw. Bonus in Höhe von B ($B > 0$), während alle anderen Arbeitnehmer einen Verliererpreis in Höhe von Null erhalten (*Szenario* $s = 1$); (ii) der Beste bekommt B_1, während alle übrigen n-1 lediglich B_2 ($B_2 < B_1$) erhalten (*Szenario* $s = 2$); (iii) jeder der n-1 Besten bekommt B_1, während der Schlechteste lediglich B_2 ($B_2 < B_1$) erhält (*Szenario* $s = 3$). Ferner sei angenommen, daß der Arbeitseinsatz „Kosten" für den jeweiligen Arbeitnehmer verursacht, ein sog. „Arbeitsleid". Mit der Funktion $c(e_i)$ sei das Arbeitsleid für jeden Arbeitnehmer in monetären Größen beschrieben, wobei als Standardannahme $c'(e_i) > 0$ und $c''(e_i) > 0$ gelte. Zwei unterschiedliche Fälle werden in Abschnitt 3 diskutiert: Zum einen soll von einem *allgemeinen Fall* ausgegangen werden, bei dem die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Störgrößen nicht näher spezifiziert wird. Zum anderen wird später der *spezielle Fall* betrachtet, bei dem die ε_i über dem Intervall $[0, \bar{\varepsilon}]$ rechteckverteilt sind.[9] Im folgenden bezeichne e^{*s}_{RN} (e^{*s}_{RD}) den Nash-Gleichgewichtsarbeitseinsatz eines RN-Arbeitnehmers (RD-Arbeitnehmers), wenn der Arbeitgeber das Entlohnungsszenario s ($s = 1, 2, 3$) wählt. In Abschnitt 3 werden ausschließlich homogene Turniere diskutiert, in denen sämtliche Arbeitnehmer durch RN oder aber sämtliche Arbeitnehmer durch RD charakterisiert sind. Zur Veranschaulichung seien kurz die Zielfunktionen der Arbeitnehmer für das Szenario $s = 1$ betrachtet. Im homogenen *RD-Fall* hat der Arbeitnehmer i ($i = 1,..., n$) folgende Zielfunktion:

$$\mathrm{ERD}_i(e_i) = (B - c(e^*) + c(e_i)) \tfrac{1}{n} \Pr\{e_i + \varepsilon_i < e^* + \varepsilon_{(n-1);(n-1)}\} \rightarrow \min$$

[8] Szenario 1 beschreibt den Standardfall zahlreicher Turniermodelle. Die Szenarien 2 und 3 hingegen beschreiben zwei polare Fälle von Turnierentlohnung. Diese beiden sehr gegensätzlichen Fälle wurden gewählt, um später die Zusammenhänge zwischen Verteilungsgerechtigkeit und Leistungsanreizen deutlich herausarbeiten zu können.

[9] Es ist bekannt, daß ein Berechnen von Momenten geordneter Statistiken bei vielen Wahrscheinlichkeitsverteilungen kaum noch möglich ist, wodurch sich die Vereinfachungsannahme einer Rechteckverteilung motivieren läßt. Zu einer inhaltlichen Motivierung der Annahme rechteckverteilter Zufallseinflüsse über das Prinzip des unzureichenden Grundes vgl. allgemein Sinn (1980).

mit e^* als Nash-Gleichgewichtsstrategie eines - aufgrund der Symmetrie des Turnierspiels - beliebigen Turniergegners und $\varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ als höchste von n-1 geordneten Statistiken. Der erste Klammerausdruck beschreibt als Differenz der Einkommensposition eines Turniergewinners und der des i das Ausmaß an Deprivation, das i empfindet, wenn er einer der Turnierverlierer ist. Durch die Multiplikation mit $1/n$ ergibt sich das Ausmaß an *relativer* Deprivation (RD). Der letzte Ausdruck schließlich beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der i zu einem der Turnierverlierer wird (RD-Wahrscheinlichkeit). Im homogenen *RN-Fall* lautet die Zielfunktion des Arbeitnehmers i hingegen

$$EU_i(e_i) = B\,[1 - \Pr\{e_i + \varepsilon_i < e^* + \varepsilon_{(n-1);(n-1)}\}] - c(e_i) \rightarrow \max \quad .$$

Hier versucht der Arbeitnehmer i, über die Wahl seines Arbeitseinsatzes e_i die Differenz aus erwarteter Bonuszahlung und monetärem Arbeitsleid zu maximieren. Abschließend wird ein Maß für die Verteilungsgerechtigkeit in den drei unterschiedlichen Entlohnungsszenarien benötigt. In Anlehnung an Yitzhaki (1979, 1982) und Hey/Lambert (1980) sei hierbei als Konzentrationsmaß der Gini-Koeffizient G^s betrachtet; G^s mißt dabei die Konzentration der gesamten Bonussumme bei der Verteilung auf die n Arbeitnehmer für das Entlohnungsszenario s (s = 1, 2, 3).

3. Ergebnisse[10]

Vergleicht man die Nash-Gleichgewichtsarbeitseinsätze für RN-Turniere mit denen für RD-Turniere, so kommt man zu folgendem allgemeinen Ergebnis:

Ergebnis 1: RD führt zu Eskalationseffekten in Leistungsturnieren, d.h. $e^{*s}_{RD} \geq e^{*s}_{RN}$ für s =1, 2, 3.

Aus der Diskussion um RN-Turniere in der Tournament-Literatur ist bekannt, daß Eskalationseffekte, sog. Rattenrennen, auf zwei unterschiedliche Ursachen zurückgeführt werden können: Der Arbeitgeber wählt ineffizient hohe Turnierpreise oder er induziert eine Selbstselektion von Arbeitnehmern mit unterschiedlichen Fähigkeiten (vgl. Lazear/Rosen 1981). Die erste Ursache kann als Organisationsfehler des Arbeitgebers bezeichnet werden (vgl. dazu auch Kräkel/Schauenberg 1994). Bei der zweiten Ursache bildet der Eskalationseffekt gleichsam den Preis, den der Arbeitgeber für die Informationsaufdeckung zu zahlen hat. Das Ergebnis 1 zeigt nun, daß eine dritte Ursache für beobachtbare Eskalationseffekte bei Turnierteilnehmern denkbar ist - die Existenz spezieller Präferenzen bei der Turnierteilnehmern bzw. genauer: die Existenz von RD-Arbeitnehmern. Ergebnis 1 enthält zudem eine Implikation für die betriebliche Personalauswahl: Wenn sich sowohl RN- als auch RD-Arbeitnehmer im

[10] Sämtliche formalen Beweise zu den folgenden Ergebnissen befinden sich im Anhang.

Bewerberpool befinden, ist es für den Arbeitgeber vorteilhaft, RD-Arbeitnehmer den RN-Arbeitnehmern vorzuziehen, da erstere bei gegebener Entlohnung einen höheren Arbeitseinsatz wählen bzw. für eine gewünschte Arbeitsanstrengung geringere Lohnkosten verursachen.[11] Interessant erscheint hierbei eine weitergehende Diskussion, inwiefern Methoden existieren oder entwickelt werden können, um speziell RD-Arbeitnehmer zu einer Bewerbung zu veranlassen und um bei der Personalauswahl RD- von RN-Arbeitnehmern unterscheiden zu können.

Ergebnis 2: Sind die ε_i rechteckverteilt, so sinkt die erwartete RD im Gleichgewicht mit steigendem n in allen drei Entlohnungsszenarien s =1, 2, 3, aber e_{RD}^{*1} und e_{RD}^{*2} sinken mit steigendem n, während e_{RD}^{*3} steigt.

Das Ergebnis 2 besagt, daß im speziellen Fall rechteckverteilter Störgrößen stärkerer Wettbewerb zwar bei allen drei Szenarien zu einer sinkenden erwarteten RD führt, die Arbeitsanstrengungen aber nicht analog reagieren. Dieses läßt sich dadurch erklären, daß sich die erwartete RD in den drei Szenarien sehr unterschiedlich zusammensetzt: Bei $s = 1$ und $s = 2$ existiert für die Arbeitnehmer eine hohe RD-Wahrscheinlichkeit, aber bei Eintritt des RD-Falls ein geringes RD-Ausmaß. Bei $s = 3$ hingegen existiert genau umgekehrt eine geringe RD-Wahrscheinlichkeit und ein hohes RD-Ausmaß. Die RD-Wahrscheinlichkeit beträgt bei $s = 1$ und $s = 2$ jeweils $(n\text{-}1)/n$, d.h. in n-1 von n möglichen Fällen wird ein Arbeitnehmer nach Beendigung des Turniers RD empfinden, bei $s = 3$ hingegen $1/n$.[12] Während bei den ersten beiden Szenarien die RD-Wahrscheinlichkeit mit steigendem n zunimmt, nimmt die RD-Wahrscheinlichkeit beim dritten Szenario mit steigendem n ab. Intuitiv läßt sich daher das Ergebnis 2 damit erklären, daß sich bei $s = 1$ und $s = 2$ infolge steigender Konkurrenzintensität eine individuelle Arbeitsanstrengung für die Arbeitnehmer immer weniger lohnt, da der RD-Fall kaum noch zu verhindern ist, während der Turnierausgang bei $s = 3$ sehr sensitiv auf die individuellen Arbeitsanstrengungen reagiert und sich dort ein hoher Arbeitseinsatz lohnt.

Ergebnis 3:

(a) Sind die ε_i rechteckverteilt, so wählen *RD-Arbeitnehmer* im Gleichgewicht eine höhere Anstrengung, wenn die Entlohnung *gleichmäßiger* zwischen ihnen verteilt ist, d.h. $e_{RD}^{*2} < e_{RD}^{*3}$ und $G^2 > G^3$, während die Anstrengungen von RN-Arbeitnehmern in beiden Szenarien gleich sind.

---

[11] Der Arbeitgeber kann im Prinzip Eskalationseffekte von RD-Arbeitnehmern antizipieren und einen ineffizient hohen Arbeitseinsatz durch die Wahl einer geeigneten Turnierpreisstruktur verhindern.

[12] Vgl. hierzu die Ausführungen im Anhang.

(b) Im allgemeinen Fall wählen die *RN-Arbeitnehmer* im Gleichgewicht eine höhere Anstrengung, wenn die Entlohnung *ungleichmäßiger* zwischen ihnen verteilt ist, während zwischen den Anstrengungen von RD-Arbeitnehmern keine klare Rangordnung hinsichtlich der beiden Szenarien existiert.

Mit dem Ergebnis 3 lassen sich Aussagen über den Zusammenhang zwischen Verteilungsgerechtigkeit und Anreizen in Leistungsturnieren treffen. Die Vermutung, daß Fairneßaspekte bei der Entlohnung bzw. die Verteilungsgerechtigkeit einer Entlohnungsstruktur einen erheblichen Einfluß auf die Wahl des Arbeitseinsatzes von Arbeitnehmern haben, bildet den Kern der *Fair wage-effort-Hypothese* von Akerlof/Yellen (1990). Betrachtet man das Teilergebnis 3(a), so läßt sich ein vergleichbarer Zusammenhang auch für Leistungsturniere mit RD-Arbeitnehmern vermuten: In den hier diskutierten homogenen Turnieren existieren symmetrische Nash-Gleichgewichte, bei denen jeder Arbeitnehmer die gleiche Arbeitsanstrengung wählt. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Bonussumme auf alle n Arbeitnehmer - d.h. ein geringer Wert für das Gini-Maß - erscheint daher fair, wodurch sich analog zur Fair wage-effort-Hypothese die relativ hohen Arbeitsanstrengungen bei $s = 3$ erklären ließen. Zusammen mit dem Ergebnis 2 würde dies zu der weiteren Implikation führen, daß eine Verschärfung des Wettbewerbs durch eine Ausweitung der Turnierteilnehmerzahl nur bei der Wahl eines fairen bzw. verteilungsgerechten Entlohnungsszenarios zu höheren Arbeitsanstrengungen im Gleichgewicht führt. Betrachtet man jedoch das gesamte Ergebnis 3, so sieht man, daß die Fair wage-effort-Vermutung für das hier diskutierte Turniermodell letztlich *nicht* bestätigt werden kann. Die Vermutung wird lediglich durch einen Teil eines Teilergebnisses gestützt und zwar durch die Nash-Gleichgewichtsstrategien für RD-Arbeitnehmer bei rechteckverteilten Störgrößen.

Ergebnis 4: Die Entlohnungsszenarien $s = 1$ und $s = 2$ dominieren das Szenario $s = 3$ aus Sicht des Arbeitgebers, sofern es sich um RN-Arbeitnehmer handelt. Für den RD-Fall ist keine eindeutige Rangordnung zwischen den drei Szenarien möglich.

Bezogen auf *RN-Arbeitnehmer* bestätigt das Ergebnis 4 zunächst einmal das Ergebnis, das Glazer/Hassin (1988, S. 142) in ihrem Korollar 2 hergeleitet haben. In dem hier diskutierten Modell sind die Arbeitsanstrengungen von RN-Arbeitnehmern im Gleichgewicht für $s = 2$ gleich bzw. größer als die für $s = 3$ (vgl. Ergebnis 3). Die Lohnkosten sind bei $s = 3$ jedoch höher als bei $s = 2$. Damit dominiert das Szenario $s = 2$ aus Arbeitgebersicht eindeutig das Szenario $s = 3$. Da in den hier betrachteten Turnieren für die Alternativeinkommen der Arbeitnehmer außerhalb des Turniers implizit ein Wert von Null angenommen wird, wird ein rationaler Arbeitgeber zur Minimierung der Lohnkosten den Verliererpreis auf $B_2 = 0$ festsetzen. Das kostenminimale Anreizschema ist für den Arbeitgeber daher $s = 1$. Aus Ergebnis 4 läßt sich

eine zusätzliche Implikation für RN-Arbeitnehmer herleiten. Die ersten beiden Entlohnungsszenarien induzieren Leistungsanreize, indem faktisch lediglich der beste Turnierteilnehmer *belohnt* wird, da er als einziger einen höheren Bonus erhält. Beim dritten Szenario hingegen werden Leistungsanreize erzeugt, indem der Schlechteste in dem Sinne *bestraft* wird, daß er als einziger einen geringen Bonus bekommt. Die alte Frage, ob eine Anreizgestaltung über Belohnungen oder aber über Bestrafungen für den Arbeitgeber vorteilhafter ist, d.h. die Wahl von „Karotte" oder „Stock", kann für das hier diskutierte Turniermodell mit RN-Arbeitnehmern eindeutig beantwortet werden: Der Arbeitgeber wird im RN-Fall die Karotte dem Stock vorziehen.[13] Im Hinblick auf *RD-Arbeitnehmer* läßt sich aufgrund der relativ allgemeinen Formulierung des Modells leider keine eindeutige Rangordnung zwischen den drei Entlohnungsszenarien aufstellen. Beispielsweise induziert das Szenario $s = 2$ bei rechteckverteilten Störgrößen zwar geringere Leistungsanreize als das Szenario $s = 3$, führt auf der anderen Seite aber auch zu geringeren Lohnkosten als $s = 3$.

4. Sabotage in Turnieren

Die Ergebnisse des Abschnitts 3 haben gezeigt, daß sich RN- und RD-Arbeitnehmer in ihrem individuellen Verhalten deutlich unterscheiden. In diesem Abschnitt soll nun kurz skizziert werden, daß die Einführung des RD-Konzeptes auch in anderen Varianten von Turniermodellen zu Konsequenzen führt. Beispielhaft sei hierzu das Modell von Lazear (1989) betrachtet. Lazear (1989) diskutiert die Möglichkeit, daß Arbeitnehmer nicht nur durch eine höhere Arbeitsanstrengung, sondern auch durch Sabotageaktivitäten gegen Mitkonkurrenten den Ausgang des Turniers beeinflussen können. Aktuelle Bezüge ergeben sich hierbei zur Mobbing-Diskussion.[14] Gerade durch den zur Zeit bei vielen Großunternehmen zu beobachtenden Abbau von Stellen und Hierarchieebenen könnte sich das allgemeine Mobbing-Problem in den betreffenden Unternehmen erheblich verschärfen: Aufstiegspositionen werden durch die Streichung von Stellen knapper, was zu einem härteren Wettbewerb in Beförderungsturnieren führt. Durch den Abbau von Hierarchieebenen entfallen sogar ganze Beförderungsturniere. Insgesamt wird die Teilnahme an Beförderungsturnieren sowie der Gewinn eines Beförderungsturniers zunehmend zum knappen Gut für Arbeitnehmer und damit auch immer wertvoller. Nicht auszuschließen ist, daß Arbeitnehmer daher auch verstärkt auf kontraproduktive Aktivitäten wie Mobbing bzw. Sabotage zurückgreifen, um im Aufstiegswettbewerb bestehen zu können. Lazear (1989) zeigt, daß die Miteinbeziehung von Sabotage unter den Arbeitnehmern beim Arbeitgeber eine entsprechende Anpassung der Turnierpreisstruktur zur Konsequenz hat. Der Arbeitgeber wird die Differenz zwischen Gewinner- und Verliererpreis im

[13] Vgl. in einem anderen Zusammenhang Varian (1990), S. 155-157; aber auch die Ergebnisse des Turniermodells von Nalebuff/Stiglitz (1983), S. 33-34.

[14] Vgl. dazu auch Kräkel (1997).

Turnier verringern, da bei Miteinbeziehung von Sabotage hohe Turnierpreisdifferenzen nicht nur höhere Anreize für produktiven Arbeitseinsatz, sondern auch für kontraproduktive Aktivitäten wie Sabotage induzieren.

Modifiziert man das in Abschnitt 2 vorgestellte Modell dahingehend, daß jeder Arbeitnehmer nun nicht nur über e_i zu entscheiden hat, sondern zusätzlich auch über die Intensität von Sabotageaktivitäten gegenüber seinen n-1 Mitkonkurrenten, so muß die aus Ergebnis 1 gezogene Implikation neu überdacht werden.[15] Im Anschluß an Ergebnis 1 wurde festgestellt, daß es für Arbeitgeber bei der Personalauswahl rational ist, die RD-Arbeitnehmer den RN-Arbeitnehmern vorzuziehen. Diese Implikation ist bei einer Miteinbeziehung von Sabotage nun nicht mehr uneingeschränkt zutreffend, da RD-Arbeitnehmer sowohl bei der Wahl ihres produktiven Arbeitseinsatzes als auch bei der Wahl der Sabotageintensität Eskalationseffekten unterliegen könnten, so daß insgesamt nun die Beschäftigung von RN-Arbeitnehmern aus Arbeitgebersicht vorteilhafter erscheint. Ist die *prinzipielle* Sabotageneigung eine exogene Eigenschaft von Arbeitnehmern[16] - nicht jedoch die gewählte Sabotageintensität -, so lassen sich *vier Typen von Arbeitnehmern* unterscheiden: RN- und RD-Arbeitnehmer jeweils mit oder ohne Sabotageneigung. In Abhängigkeit von der Relation zwischen dem Arbeitsleid für produktiven und kontraproduktiven „Arbeitseinsatz",[17] von der Höhe der Turnierpreise und von der Anzahl der (aus Arbeitnehmersicht zu sabotierenden) Mitkonkurrenten eines Arbeitnehmers sind verschiedene Rangordnungen zwischen den Arbeitnehmertypen aus Arbeitgebersicht möglich. In jeder dieser Rangordnungen werden allerdings RD-Arbeitnehmer ohne Sabotageneigung am stärksten vom Arbeitgeber präferiert. Letztlich wird das Sabotage- bzw. Mobbingverhalten von Arbeitnehmern auch durch das vom Arbeitgeber

---

[15] Ein möglicher Zusammenhang zwischen RD und Sabotageneigung ließe sich auch ansatzweise ohne diese Modellmodifikation, die eine Unterscheidung in produktiven und kontraproduktiven Arbeitseinsatz (Sabotage) vornimmt, diskutieren. Das Ergebnis 1 hat gezeigt, daß RD-Arbeitnehmer zu Eskalation neigen. Auch Sabotage kann als eine Art von Eskalation interpretiert werden. Bezogen auf Ergebnis 1 ist nun vorstellbar, daß RD-Arbeitnehmer, die im Vergleich zu RN-Arbeitnehmern zu einem außerordentlich hohen Arbeitseinsatz neigen, eher zusätzlich auf kontraproduktive Aktivitäten in Form von Sabotage zurückgreifen, um das Leistungsturnier zu gewinnen, da ihr Repertoire an produktiven Aktivitäten eher erschöpft ist.

[16] Hierbei handelt es sich strenggenommen um eine Vereinfachungsannahme. Realistischerweise ist davon auszugehen, daß die Neigung zu Sabotageverhalten großenteils endogen bestimmt wird. Beispielsweise wird ein Arbeitnehmer eher dann zu Sabotage neigen, wenn sein kontraproduktives Verhalten vom Arbeitgeber nur schwer aufzudecken ist und/oder wenn er selbst das Ziel von Sabotageaktivitäten geworden ist. Solche endogenen Einflüsse werden in der hier betrachteten Modellskizze jedoch dadurch berücksichtigt, daß die Sabotage*intensität* endogen bestimmt wird, lediglich die *prinzipielle* Sabotageneigung wird hier als exogen angenommen.

[17] Die Arbeitsleidfunktion eines Arbeitnehmers für Sabotageaktivitäten kann auch weiter gefaßt werden, indem in ihr zusätzlich Kosten des Arbeitnehmers für aufgedecktes Sabotageverhalten (z.B. Bestrafung durch den Arbeitgeber) berücksichtigt werden.

gewählte Entlohnungsszenario mitbeeinflußt. In den ersten beiden Szenarien bekommt ein Arbeitnehmer nur dann den höheren Bonus, wenn er sich gegen sämtliche n-1 anderen Arbeitnehmer durchsetzt. Aufgrund der Symmetrie des Turniermodells ist daher hier zu erwarten,[18] daß ein RN- bzw. RD-Arbeitnehmer *mit* Sabotageneigung gegenüber jedem der Mitkonkurrenten jeweils eine gleich hohe Sabotageintensität wählt. Das dritte Entlohnungsszenario stellt einen Arbeitnehmer mit Sabotageneigung dagegen vor eine ganz andere Situation. Hier erhält ein Arbeitnehmer den höheren Bonus, sofern er nicht Letzter im Turnier wird. Rational wäre es bei diesem Szenario daher für einen Arbeitnehmer, lediglich gegen einen anderen Arbeitnehmer konzentriert Sabotage bzw. Mobbing zu betreiben, so daß dieser zum Turnierverlierer wird.

5. Schlußbemerkungen

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß eine Erweiterung des Modellansatzes von Stark (1987, 1990) um die vier in der Einleitung genannten Punkte zu einem deutlich anderen Grundtenor als in den Arbeiten von Stark führt: Die Ergebnisse des Abschnitts 3 belegen, daß eine explizite Modellierung relativer Deprivation unter Risiko signifikante Verhaltensunterschiede bei RN- und RD-Arbeitnehmern in Turniermodellen nach sich zieht. Dieses wiederum verdeutlicht, wie wichtig eine Beachtung von Arbeitnehmerpräferenzen im hier verstandenen Sinne für den Arbeitgeber bei der Wahl personalpolitischer Entscheidungen ist.

Ganz allgemein läßt sich die Gestaltung der Personalpolitik durch den Arbeitgeber als zweistufiges Spiel darstellen: Der Arbeitgeber muß zunächst einmal mögliche Reaktionen der Arbeitnehmer auf verschiedene personalpolitische Regelungen antizipieren, um daraufhin diejenigen Regelungen zu wählen, die die für ihn günstigsten Arbeitnehmerreaktionen induzieren. Die Arbeitnehmerpräferenzen sind für den Arbeitgeber hierbei insofern von zentraler Bedeutung, als sie die Reaktionen der Arbeitnehmer auf die gewählte Personalpolitik entscheidend beeinflussen. Auch das hier diskutierte Modell stellt letztlich ein zweistufiges Spiel dar, bei dem der Arbeitgeber auf der ersten Stufe die Regeln des Leistungsturniers festlegt (z.B. Wahl eines Entlohnungsszenarios) und die Arbeitnehmer danach auf der zweiten Stufe gemäß ihrer Präferenzen über ihren - produktiven und kontraproduktiven - individuellen Arbeitseinsatz entscheiden. Bereits die hier geführte Diskussion von Leistungsturnieren zeigt, daß die Beachtung von Arbeitnehmerpräferenzen aus Arbeitgebersicht nicht nur für Entlohnungsfragen, sondern auch für andere Fragen der Personalpolitik von weitreichender Bedeutung ist. Beispielsweise hat der Arbeitgeber schon bei der Ausschreibung vakanter Stellen sowie bei der Neueinstellung von Arbeitnehmern theoretisch die Möglichkeit, zwischen Arbeitnehmern mit unterschiedlichen Präfe-

[18] Implizit wird hier auch wieder von homogenen Turnieren ausgegangen, d.h. von den vier charakterisierten Arbeitnehmertypen existiert pro Turnier jeweils nur ein bestimmter Typ.

renzmustern zu differenzieren.[19] Inwiefern der Arbeitgeber diese Möglichkeit auch praktisch nutzen kann, hängt jedoch nicht zuletzt von dem verfahrenstechnischen Instrumentarium ab, das dem Arbeitgeber zur Verfügung steht bzw. durch die Ökonomie (z.B. in Form von Selbsteinordnungsverfahren) und andere Sozialwissenschaften wie der Psychologie und Soziologie geboten wird. Arbeitnehmerpräferenzen sind personalpolitisch nicht nur bei der Einstellung von Arbeitnehmern und bei der Gestaltung von Anreizsystemen für den Arbeitgeber von Bedeutung. Auch für Fragen der Bindung von Arbeitnehmern an das Unternehmen des Arbeitgebers sind Arbeitnehmerpräferenzen von nicht unerheblicher Bedeutung. Dieser Aspekt könnte über die Modellierung einer Außenoption für Arbeitnehmer in Turniermodelle integriert werden und dadurch zu einer weiteren Variante des hier diskutierten Turniermodells führen, die nun zusätzlich auch den externen Arbeitsmarkt miteinbezieht.

6. Anhang

6.1 Beweis von Ergebnis 1

Zunächst sei Szenario $s = 1$ für den RD-Fall betrachtet. Aus Sicht des Arbeitnehmers i wählen seine Turniergegner aufgrund der symmetrischen Spielsituation identische Arbeitsanstrengungen als Gleichgewichtsstrategie. e^* bezeichne diese Strategie. Arbeitnehmer i wird nur dann RD empfinden, wenn sein Arbeitsergebnis geringer ist als das höchste Arbeitsergebnis seiner n-1 Konkurrenten, d.h. wenn $e_i + \varepsilon_i < e^* + \varepsilon_{(n-1);(n-1)}$. Die Wahrscheinlichkeit, daß dieser Fall eintritt, kann aus Sicht des i durch $\Pr\{Y < e^* - e_i\} = F_Y(e^* - e_i)$ beschrieben werden mit $Y := \varepsilon_i - \varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ und $F_Y(\cdot)$ als Verteilungsfunktion für Y. Die *erwartete* RD des i beträgt $ERD_i(e_i) = (B - c(e^*) + c(e_i))\frac{1}{n} F_Y(e^* - e_i)$. Arbeitnehmer i wählt nun seinen Nash-Gleichgewichtsarbeitseinsatz, indem er seine erwartete RD - bei gegebenem e^* - minimiert. Aufgrund der Symmetrie des Turniers gilt, daß - wenn ein Gleichgewicht existiert - dieses symmetrisch sein muß: $e_i = e^*$ für $i = 1,..., n$. Diese Symmetriebedingung führt zusammen mit der notwendigen Bedingung für ein Nash-Gleichgewicht zu folgender Charakterisierung des Gleichgewichtsarbeitseinsatzes des i für $s = 1$: $c'(e^*_{RD}) = B\, F'_Y(0)/ F_Y(0)$.[20] Als nächstes sei Szenario $s = 1$ für RN-Arbeitnehmer betrachtet. Hier maximiert Arbeitneh-

---

[19] Vgl. dazu die Diskussion im Anschluß an Ergebnis 1 im Abschnitt 3. Vgl. bereits auch schon Lazear (1989), der in seinem Turniermodell u.a. zu der folgenden Schlußfolgerung für die Personalauswahl gelangt: „Firms rationally take personality into account when deciding which workers to hire. Ignoring personality may result in excessively competitive behavior" (Lazear 1989, S. 579).

[20] Die hinreichende Bedingung kann nur dann überprüft werden, wenn die Verteilungsfunktion für den Störterm numerisch spezifiziert ist, was in diesem Modell nicht der Fall ist. Daher muß hier wie auch im folgenden die Existenz eines Gleichgewichts *angenommen* werden. Diese nicht ganz befriedigende Tatsache ist aus der Diskussion um Rank-order tournaments jedoch bereits seit längerem bekannt, vgl. z.B. Lazear/Rosen (1981), S. 845, Fußnote 2.

mer i seinen Erwartungsnutzen $EU_i(e_i) = B\,[1\text{-}F_Y(e^* - e_i)] - c(e_i)$. Der Gleichgewichtsarbeitseinsatz e^{*1}_{RN} kann dann analog zum RD-Fall hergeleitet werden. Man erhält $c'(e^{*1}_{RN}) = B\,F'_Y(0)$. Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem für e^{*1}_{RD}, so sieht man, daß $e^{*1}_{RD} \geq e^{*1}_{RN}$, weil $F_Y(0) \in [0,1]$ und $c'(\cdot) > 0$. Analoge Herleitungen sind für $s = 2$ und $s = 3$ möglich. Für das Szenario $s = 2$ werden die Gleichgewichtsarbeitseinsätze durch $c'(e^{*2}_{RD}) = \Delta B\,F'_Y(0)/F_Y(0)$ und $c'(e^{*2}_{RN}) = \Delta B\,F'_Y(0)$ beschrieben mit $\Delta B = B_1 - B_2$. Für $s = 3$ gilt, daß $c'(e^{*3}_{RD}) = \Delta B\,F'_X(0)/F_X(0)$ und $c'(e^{*3}_{RN}) = \Delta B\,F'_X(0)$ mit $F_X(\cdot)$ als Verteilungsfunktion der Zufallsvariable $X := \varepsilon_i - \varepsilon_{(1);(n-1)}$ und $\varepsilon_{(1);(n-1)}$ als kleinste von n-1 geordneten Statistiken.

6.2 Beweis von Ergebnis 2

Für den Beweis von Ergebnis 2 müssen die Wahrscheinlichkeiten $F'_Y(0)$, $F_Y(0)$, $F'_X(0)$ und $F_X(0)$ explizit berechnet werden. $F_Y(0)$ beschreibt im Gleichgewicht die Wahrscheinlichkeit, das Turnier zu verlieren, für die beiden Szenarien $s = 1$ und $s = 2$. In jedem der beiden Szenarien tritt dieses Ereignis aufgrund der Symmetrie des Spiels in n-1 von n möglichen Fällen ein. Es gilt daher $F_Y(0) = (n\text{-}1)/n$. $F_X(0)$ steht für die Wahrscheinlichkeit im Gleichgewicht, das Turnier im Szenario $s = 3$ zu verlieren. Aufgrund der Symmetrie geschieht dies in 1 von n Fällen, d.h. $F_X(0) = 1/n$.

Als nächstes können die Dichtefunktionen $F'_Y(y)$ und $F'_X(x)$ hergeleitet werden. Die Dichte der größten von n - 1 geordneten Statistiken $\varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ lautet wie folgt:

$$f_{(n-1)}(\varepsilon_{(n-1);(n-1)}) = \frac{(n-1)!}{(n-2)!0!}\,F^{n-2}(\varepsilon_{(n-1);(n-1)})\,[1\text{-}F(\varepsilon_{(n-1);(n-1)})]^0\,f(\varepsilon_{(n-1);(n-1)})$$

$$= (n\text{-}1)\,F^{n-2}(\varepsilon_{(n-1);(n-1)})f(\varepsilon_{(n-1);(n-1)})$$

mit $\varepsilon_{(n-1);(n-1)} \in [0,\bar{\varepsilon}]$. $F(\varepsilon)$ und $f(\varepsilon)$ sind die Verteilungs- bzw. Dichtefunktion der n Störterme ε_i. Wenn die Störgrößen ε_i rechteckverteilt sind über dem Intervall $[0,\bar{\varepsilon}]$, so läßt sich die Dichtefunktion zu

$$f_{(n-1)}(\varepsilon_{(n-1);(n-1)}) = (n\text{-}1)\frac{\varepsilon^{\,n-2}_{(n-1);(n-1)}}{\bar{\varepsilon}^{\,n-1}}$$

vereinfachen. Als nächstes kann die Dichte für die zusammengesetzte Zufallsvariable $Y = \varepsilon_i - \varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ hergeleitet werden. Weil ε_i und $\varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ stochastisch unabhängig sind, läßt sich die Dichtefunktion als Faltung der beiden Einzeldichten für ε_i und $\varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ hier wie folgt schreiben:

$$F'_Y(y) = \int_{Y=\varepsilon i-\varepsilon_{(n-1),(n-1)}} f(\varepsilon)\,f_{(n-1)}(\varepsilon - y)\mathrm{d}\varepsilon$$

$$= \int_{Y=\varepsilon i-\varepsilon_{(n-1),(n-1)}} (n-1)\frac{(\varepsilon - y)^{\,n-2}}{\bar{\varepsilon}^{\,n}}\mathrm{d}\varepsilon \quad .$$

Als letztes werden die konkreten Integralgrenzen benötigt, um die exakte Gestalt der Dichtefunktion zu charakterisieren. Zu beachten ist hierzu zunächst einmal, daß

$$0 \le \varepsilon \le \bar{\varepsilon} \tag{1}$$

und

$$\begin{aligned} & 0 \le \varepsilon_{(n-1);(n-1)} \le \bar{\varepsilon} \\ \Leftrightarrow \quad & 0 \le \varepsilon - y \le \bar{\varepsilon} \\ \Leftrightarrow \quad & y \le \varepsilon \le \bar{\varepsilon} + y \,. \end{aligned} \tag{2}$$

Die Zufallsvariable Y ist über dem Intervall $[-\bar{\varepsilon},\bar{\varepsilon}]$ verteilt, da $Y = \varepsilon_i - \varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ und da jede der Zufallsvariablen ε_i und $\varepsilon_{(n-1);(n-1)}$ den Wert 0 bzw. $\bar{\varepsilon}$ im schlechtesten bzw. besten Fall annimmt. Das Intervall $[-\bar{\varepsilon},\bar{\varepsilon}]$ kann nun in zwei Teilintervalle eingeteilt werden: 1.) $-\bar{\varepsilon} \le y \le 0$ und 2.) $0 < y \le \bar{\varepsilon}$. Das Teilintervall 1.) besagt u.a., daß $y \le 0$. Zusammen mit (1) und (2) impliziert dies

$$0 \le \varepsilon \le \bar{\varepsilon} + y$$

für das Teilintervall 1.). Das Teilintervall 2.) besagt dagegen, daß $y > 0$. Zusammen mit (1) und (2) impliziert dies wiederum

$$y \le \varepsilon \le \bar{\varepsilon}$$

für das Teilintervall 2.). Daher gilt insgesamt

$$F'_Y(y) = \begin{cases} \int_0^{\bar{\varepsilon}+y} (n-1)\frac{(\varepsilon - y)^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n}} d\varepsilon & \text{für} \quad -\bar{\varepsilon} \le y \le 0 \\ \int_y^{\bar{\varepsilon}} (n-1)\frac{(\varepsilon - y)^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n}} d\varepsilon & \text{für} \quad 0 < y \le \bar{\varepsilon} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{\bar{\varepsilon}} - \frac{(-y)^{n-1}}{\bar{\varepsilon}^{n}} & \text{für} \quad -\bar{\varepsilon} \le y \le 0 \\ \frac{(\bar{\varepsilon} - y)^{n-1}}{\bar{\varepsilon}^{n}} & \text{für} \quad 0 < y \le \bar{\varepsilon} \end{cases}$$

Die Dichtefunktion $F'_X(x)$ für die Zufallsvariable $X := \varepsilon_i - \varepsilon_{(1);(n-1)}$ mit $\varepsilon_{(1);(n-1)}$ als kleinste von n-1 geordneten Statistiken läßt sich auf analoge Weise herleiten. Für unabhängig und identisch rechteckverteilte ε_i erhält man als Dichtefunktion für $\varepsilon_{(1);(n-1)}$

$$\begin{aligned} f_{(1)}(\varepsilon_{(1);(n-1)}) &= \frac{(n-1)!}{0!(n-2)!} F^{0}(\varepsilon_{(1);(n-1)})\left[1 - F(\varepsilon_{(1);(n-1)})\right]^{n-2} f(\varepsilon_{(1);(n-1)}) \\ &= (n-1)\frac{(\bar{\varepsilon} - \varepsilon_{(1);(n-1)})^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n-1}} \end{aligned}$$

und im nächsten Schritt daher

$$F'_X(x) = \int\limits_{X=\varepsilon_i-\varepsilon_{(1)};(n-1)} f(\varepsilon) f_{(1)}(\varepsilon - x)\mathrm{d}\varepsilon$$

$$= \int\limits_{X=\varepsilon_i-\varepsilon_{(1)};(n-1)} (n-1)\frac{(\bar{\varepsilon}-\varepsilon+x)^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n}}\mathrm{d}\varepsilon$$

In Analogie zur obigen Herleitung erhält man

$$F'_X(x) = \begin{cases} \int\limits_{0}^{x+\bar{\varepsilon}} (n-1)\frac{(\bar{\varepsilon}-\varepsilon+x)^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n}}\mathrm{d}\varepsilon & \text{für} \quad -\bar{\varepsilon} \le x \le 0 \\ \int\limits_{x}^{\bar{\varepsilon}} (n-1)\frac{(\bar{\varepsilon}-\varepsilon+x)^{n-2}}{\bar{\varepsilon}^{n}}\mathrm{d}\varepsilon & \text{für} \quad 0 < x \le \bar{\varepsilon} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} \frac{(\bar{\varepsilon}+x)^{n-1}}{\bar{\varepsilon}^{n}} & \text{für} \quad -\bar{\varepsilon} \le x \le 0 \\ \frac{1}{\bar{\varepsilon}} - \frac{x^{n-1}}{\bar{\varepsilon}^{n}} & \text{für} \quad 0 < x \le \bar{\varepsilon}. \end{cases}$$

Im Gleichgewicht gilt $y = x = 0$, und man erhält letztlich $F'_Y(0) = F'_X(0) = 1/\bar{\varepsilon}$. Diese beiden Ausdrücke und die für $F_Y(0)$ und $F_X(0)$ führen zu den Gleichgewichtsarbeitsanstrengungen $e^{*1}_{RD} = c'^{-1}(B\,n/(\bar{\varepsilon}\,(n\text{-}1)))$, $e^{*1}_{RN} = c'^{-1}(B/\bar{\varepsilon})$, $e^{*2}_{RD} = c'^{-1}(\Delta B\,n/(\bar{\varepsilon}\,(n\text{-}1)))$, $e^{*2}_{RN} = c'^{-1}(\Delta B/\bar{\varepsilon})$, $e^{*3}_{RD} = c'^{-1}(\Delta B\,n/\bar{\varepsilon})$ und $e^{*3}_{RN} = c'^{-1}(\Delta B/\bar{\varepsilon})$, wobei $c'^{-1}(\cdot)$ die Umkehrfunktion der ersten Ableitung der Arbeitsleidfunktion beschreibt. Diese Funktion verläuft wegen $c'(\cdot) > 0$ und $c''(\cdot) > 0$ monoton steigend. Die erwartete RD in den drei Szenarien kann wie folgt beschrieben werden: $\mathrm{ERD}_i(e^{*1}_{RD}) = B(n\text{-}1)/n^2$, $\mathrm{ERD}_i(e^{*2}_{RD}) = \mathrm{ERD}_i(e^{*3}_{RD}) = \Delta B(n\text{-}1)/n^2$. Die Feststellungen in Ergebnis 2 lassen sich direkt aus diesen Ausdrücken ableiten.

6.3 Beweis von Ergebnis 3

Die Behauptungen $e^{*2}_{RD} < e^{*3}_{RD}$ und $e^{*2}_{RN} = e^{*3}_{RN}$ für *rechteckverteilte Störgrößen* folgen unmittelbar aus dem Beweis von Ergebnis 2. Die Gini-Koeffizienten zu den beiden Turnierlohnstrukturen lauten: $G^2 = (B_2 - nB_2)/(nB_1 + n(n\text{-}1)B_2)$ und $G^3 = (B_2 - nB_2)/(nB_2 + n(n\text{-}1)B_1)$. Weil G^2 und G^3 identische Zähler haben, jedoch der Nenner von G^2 kleiner als der von G^3 ist, gilt $G^2 > G^3$.

Als nächstes sei der *allgemeine Fall ohne spezielle Annahme über die Verteilung der Störgrößen* betrachtet. Aus dem Beweis von Ergebnis 2 ist bekannt, daß

$$F'_Y(0) = \int_0^{\bar{\varepsilon}} f(\varepsilon)(n-1)F^{n-2}(\varepsilon)f(\varepsilon)\mathrm{d}\varepsilon$$

$$F'_X(0) = \int_0^{\bar{\varepsilon}} f(\varepsilon)(n-1)\left[1-F(\varepsilon)\right]^{n-2}f(\varepsilon)\mathrm{d}\varepsilon .$$

Man sieht, daß $F'_Y(0)$ den Erwartungswert der Funktion $f(\cdot)$ der *höchsten* von n-1 geordneten Statistiken beschreibt, $F'_X(0)$ hingegen den Erwartungswert der Funktion $f(\cdot)$ der *niedrigsten* von n-1 geordneten Statistiken. Daher gilt in der Regel $F'_Y(0) > F'_X(0)$. Lediglich wenn $f(\varepsilon)$ eine Konstante ist - wie im Falle rechteckverteilter Störgrößen ε_i -, kann $f(\varepsilon)$ aus dem Integral ausgeklammert werden, welches sich dann jeweils zu 1 summiert, so daß $F'_Y(0) = F'_X(0) = f(\varepsilon) = const.$ Im allgemeinen Fall ohne spezifische Verteilungsannahme gilt also $F'_Y(0) \geq F'_X(0)$, und die Herleitungen aus dem Beweis von Ergebnis 1 implizieren $e^{*2}_{RN} \geq e^{*3}_{RN}$, wohingegen die Relation zwischen e^{*2}_{RD} und e^{*3}_{RD} im allgemeinen unbestimmt ist, da sowohl der Zähler als auch der Nenner im Ausdruck $e^{*2}_{RD} = c'^{-1}(\Delta B\ F'_Y(0)/\ F_Y(0))$ größer ist als in $e^{*3}_{RD} = c'^{-1}(\Delta B\ F'_X(0)/\ F_X(0))$.

6.4 Beweis von Ergebnis 4

Die Behauptung aus Ergebnis 4 folgt unmittelbar aus den vorhergehenden Beweisen und der Tatsache, daß für $s = 1$ die Lohnkosten B betragen, $B_1+(n-1)B_2$ für $s = 2$ und $(n-1)B_1+B_2$ für $s = 3$.

Literatur

Akerlof, G.A./Yellen, J.L. (1990): The Fair Wage-Effort Hypothesis and Unemployment. In: Quarterly Journal of Economics 105, S. 255-283.

Glazer, A./Hassin, R. (1988): Optimal Contests. In: Economic Inquiry 26, S. 133-143.

Green, J.R./Stokey, N.L. (1983): A Comparison of Tournaments and Contracts. In: Journal of Political Economy 91, S. 349-364.

Hey, J.D./Lambert, P.J. (1980): Relative Deprivation and the Gini Coefficient: Comment. In: Quarterly Journal of Economics 95, S. 567-573.

Kräkel, M. (1997): Rent-seeking in Organisationen - eine ökonomische Analyse sozial schädlichen Verhaltens. Erscheint in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 49.

Kräkel, M./Schauenberg, B. (1994): Rattenrennen und Beförderungen. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 23, S. 224-230.

Lazear, E.P. (1989): Pay Equality and Industrial Politics. In: Journal of Political Economy 97, S. 561-580.

Lazear, E.P./Rosen, S. (1981): Rank-Order Tournaments as Optimum Labor Contracts. In: Journal of Political Economy 89, S. 841-864.

McLaughlin, K.J. (1988): Aspects of Tournament Models: A Survey. In: Research in Labor Economics 9, S. 225-256.

Nalebuff, B.J./Stiglitz, J.E. (1983): Prizes and Incentives: Towards a General Theory of Compensation and Competition. In: Bell Journal of Economics 14, S. 21-43.

O'Keefe, M./Viscusi, W.K./Zeckhauser, R.J. (1984): Economic Contests: Comparative Reward Schemes. In: Journal of Labor Economics 2, S. 27-56.

Rosen, S. (1986): Prizes and Incentives in Elimination Tournaments. In: American Economic Review 76, S. 701-715.

Sinn, H.-W. (1980): A Rehabilitation of the Principle of Insufficient Reason. In: Quarterly Journal of Economics 94, S. 493-506.

Stark, O. (1987): The Design of Reward Structures in Career Games. In: Economics Letters 25, S. 389-392.

Stark, O. (1990): A Relative Deprivation Approach to Performance Incentives in Career Games and Other Contests. In: Kyklos 43, S. 211-227.

Varian, H.R. (1990): Monitoring Agents with Other Agents. In: Journal of Institutional and Theoretical Economics 146, S. 153-174.

Winter, S. (1996): Relative Leistungsbewertung - Ein Überblick zum Stand von Theorie und Empirie. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 48, S. 898-926.

Yitzhaki, S. (1979): Relative Deprivation and the Gini Coefficient. In: Quarterly Journal of Economics 94, S. 321-324.

Yitzhaki, S. (1982): Relative Deprivation and Economic Welfare. In: European Economic Review 17, S. 99-113.

Kerstin Pull

Warum entlohnen Unternehmen über Tarif? – Betriebliche Logik und empirische Evidenz

1993 entlohnten 57% der Unternehmen in Deutschland über Tarif – angesichts der Klagen über zu hohe Arbeitskosten am Standort Deutschland ein erklärungsbedürftiger Befund. Daß die Zahlung übertariflicher Löhne durchaus im Interesse der Unternehmen liegen kann, ist in der Literatur gut dokumentiert. Unter welchen Bedingungen jedoch ist dies der Fall? Warum entlohnen manche Unternehmen über Tarif und andere nicht? Welche betriebliche Logik steckt hinter der Gewährung übertariflicher Löhne? Zur Beantwortung dieser Fragen wird die betriebliche Lohnfindung als Ergebnis einer impliziten Verhandlung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer interpretiert – einer Verhandlung, die quasi „im Kopf" des Arbeitgebers stattfindet und durch deren Vorwegnahme der Arbeitgeber die Kosten einer expliziten Aushandlung mit dem Arbeitnehmer einzusparen sucht. Das Ausmaß übertariflicher Entlohnung hängt dann im Ergebnis sowohl ab von einer Reihe betriebsspezifischer Faktoren als auch von exogenen Faktoren, die neben Marktfaktoren auch institutionelle Faktoren, wie die tariflichen Mindestlöhne, umfassen. So fällt es etwa umso höher aus, je weniger arbeitsintensiv der Wertschöpfungsprozeß, je größer die Einflußmöglichkeiten des Arbeitnehmers auf den Umsatz und je höher die getätigten Weiterbildungsinvestitionen sind. Oligopolistische Absatzmärkte und angespannte regionale berufsspezifische Arbeitsmärkte wirken ebenfalls auf ein höheres Maß übertariflicher Entlohnung hin. Höhere Tariflöhne bewirken im Modell zwar einen Anstieg der Effektivlöhne, dieser fällt jedoch geringer aus als der Anstieg der Tariflöhne, so daß das Ausmaß übertariflicher Entlohnung sinkt. Die Modellvorhersagen sind durchweg vereinbar mit den Ergebnissen vorliegender empirischer Studien, ein empirischer Test des Modells steht hingegen noch aus.

1. Das Phänomen: Übertarifliche Löhne in Zeiten, in denen bereits die Tariflöhne als zu hoch beklagt werden

Die Klagen über die unzumutbare Belastung der Unternehmen insbesondere im Bereich der Personal- und Personalnebenkosten werden immer lauter; die Diskussion um die Gefährdung des Wirtschaftsstandorts Deutschland beherrscht politische Debatten und wissenschaftliche Fachtagungen gleichermaßen. Zugleich jedoch vergrößert eine nicht unerhebliche Zahl von Unternehmen die im internationalen Vergleich in der Tat bereits eher hohe Belastung im Bereich der Arbeitskosten durch gesetzliche und tarifvertragliche Regelungen auch noch freiwillig, indem sie übertarifliche Lohnzuschläge gewähren: So zahlten einer Auswertung der ersten Welle des IAB-Betriebspanels zufolge 1993 57% der tarifgebundenen Betriebe Löhne oberhalb des Tariflohnniveaus; die relative Lohnspanne betrug im Durchschnitt über alle tarifgebundenen Betriebe 7,6% (BELLMANN/KOHAUT 1995: 65). Aus den Daten der Pilotstudie des Firmenpanel-Projektes „Produzieren in Baden-Württemberg und Niedersachsen" läßt sich für 1989 gar ein Anteil von 84% der Firmen, die über Tarif entlohnen, ermitteln; die relative Lohnspanne der tarifgebundenen Betriebe beträgt hier im Durchschnitt 11%; die Daten beziehen sich allerdings ausschließlich auf das Verarbeitende Gewerbe (MEYER 1995). Das in beiden Panel-Befragungen angewandte Erhebungsverfahren – das Management wurde jeweils um eine Einschätzung des Umfangs, in dem übertariflich entlohnt wird, gebeten – ist dabei nicht unproblematisch. Doch auch aus den Lohndaten des Verbands der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein-Westfalen von 1994 läßt sich direkt eine Netto-Lohnspanne in nennenswerter Höhe ermitteln: für die Arbeiter liegt sie dort bei 10,2% (SCHNABEL 1997: 169).[1] Die übertarifliche Entlohnung scheint so mit einer Größenordnung zwischen 7,6% und 11% in Zeiten einer allseits als zu hoch beklagten Belastung im Bereich der Personalkosten doch ein beachtenswertes und erklärungsbedürftiges Phänomen zu sein.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten: *Entweder* sind die tariflichen Mindestlöhne für viele der tarifgebundenen Betriebe gar nicht von Relevanz, da sie zu niedrig sind, um die betriebliche Lohnpolitik überhaupt nur tangieren zu können. Dann allerdings wären die von Unternehmens- und Verbandsvertretern vorgebrachten Klagen über die unzumutbare Kostenbelastung am Standort Bundesrepublik Deutschland nichts als Rhetorik. *Oder* aber die tariflichen Mindestlöhne bedeuten tatsächlich einen Eingriff in die betriebliche Lohnfindung, dann allerdings müßte gezeigt werden können, inwiefern tarifliche Mindestlöhne die Unternehmen nicht nur zur Zahlung dieser Min-

---

[1] Bei der Berechnung dieser Netto-Lohnspanne wurde berücksichtigt, daß die Arbeiter im Zeitlohn laut Tarifvertrag Anspruch auf eine Leistungszulage von durchschnittlich 16% haben. Bei der relativen Netto-Lohnspanne handelt es sich damit um den Prozentsatz, um den der Effektivlohn den Tarifgrundlohn zuzüglich der durchschnittlichen tariflichen Leistungszulage übersteigt (SCHNABEL 1997: 171f).

destlöhne, sondern quasi zu deren Aufstockung durch übertarifliche Lohnzuschläge zwingen. Der in der Literatur auch als Aufstockungsthese bekannten These, daß Unternehmen die vorgegebenen Tariflöhne grundsätzlich aufzustocken suchen, fehlt jedoch an dieser Stelle die entscheidungstheoretische Grundlage. Sie sagt nichts darüber aus, unter welchen Bedingungen welche Unternehmen die Tariflöhne in welchem Maße überbieten.

Sieht man sich nämlich die betriebliche Praxis bei der Gewährung übertariflicher Löhne an, so stellt man fest, daß längst nicht alle Unternehmen übertariflich entlohnen, daß zwischen Branchen und Regionen, aber auch zwischen einzelnen Unternehmen einer Branche und Region zum Teil erhebliche Unterschiede in der Entlohnung bestehen. So sind es in der Auswertung von BELLMANN/KOHAUT (1995: 65) 57% der tarifgebundenen Betriebe, die übertariflich entlohnen, 43% gewähren demzufolge keine übertariflichen Lohnzuschläge. MEYER (1995) ermittelt für das Produzierende Gewerbe in Baden-Württemberg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen branchenspezifische relative Lohnspannen zwischen 6,3% (Nahrung) und 13,1% (Metall); auch regionale Unterschiede lassen sich festmachen: in Niedersachsen liegt die relative Lohnspanne der tarifgebundenen Betriebe bei 8,7%, in Baden-Württemberg bei 14,6%, während Nordrhein-Westfalen mit 11% eine mittlere Stellung einnimmt.

Nun ist es nicht etwa so, daß in der Literatur noch keine Erklärungsansätze zum Phänomen übertariflicher Entlohnung existierten. Die vorhandenen Ansätze führen durchaus auch zu bedingten Aussagen über Zustandekommen und Verbreitung übertariflicher Lohnzuschläge. Aber keiner dieser Ansätze vermag die weitverbreitete Entlohnung über Tarif befriedigend zu erklären und dessen betriebliche Logik ausreichend zu begründen (vgl. ausführlich PULL 1996a: 53ff): Während der *Marktansatz*, der die Bedeutung von Arbeitsmarktknappheiten in den Vordergrund stellt, nicht zuletzt an der empirisch vielfach belegten zeitlichen Stabilität des Ausmaßes übertariflicher Entlohnung (BLUM 1983: 223ff; MÖLLER 1990, zitiert nach MEYER 1994: 224) scheitert, läßt sich der in neueren Untersuchungen als insignifikant oder sogar als signifikant negativ gemessene Einfluß der Existenz eines Betriebsrates auf die Lohnspanne (ADDISON/ KRAFT/WAGNER 1993; BELLMANN/KOHAUT 1995; MEYER 1995) gegen den Ansatz einer *kollektiven zweiten Lohnrunde* anführen. Gegen *effizienzlohntheoretische Ansätze* schließlich spricht, daß der erfolgreichste von ihnen, der „fair wage"-Ansatz, nicht zuletzt deswegen im empirischen Test so erfolgreich sein dürfte (vgl. DICKENS/KATZ 1987: 84; KRUEGER/SUMMERS 1988: 278; LEVINE 1991: 238; REBITZER 1993: 1418), weil das, was denn nun aus Sicht der Arbeitnehmer ein fairer Lohn ist, letztlich unbestimmt und der Interpretation des jeweiligen Forschers überlassen bleibt (vgl. PULL 1996a: 59f). In diesem Beitrag wird nun ein neuer Ansatz, der Ansatz impliziter Verhandlung, vorgestellt (Abschnitt 2) und

sein Erklärungsgehalt für das Phänomen übertariflicher Lohnzuschläge anhand vorliegender empirischer Studien überprüft (Abschnitt 3).

2. Die Erklärung: Übertarifliche Lohnzuschläge als Ergebnis impliziter Verhandlungen

2.1 Die Idee impliziter Verhandlungen

Die in empirischen Untersuchungen immer wieder ermittelten industrie- und unternehmensspezifischen (Effektiv-)Lohndifferentiale (vgl. etwa DICKENS/KATZ 1987; GROSHEN 1991b: KRUEGER/SUMMERS 1988) werden zunehmend damit erklärt, daß es auf der Ebene von Unternehmen offensichtlich zu „rent-sharing" komme.[2] Man bezieht sich dabei auf die Vorstellung, daß Arbeitgeber und Arbeitnehmer gemeinsam erwirtschaftete Renten untereinander aufteilen und so hohe Gewinne des Unternehmens mit hohen Löhnen an die Arbeitnehmer einhergehen. Eine solche Situation des „rent-sharing" läßt sich am besten im Rahmen von Verhandlungsmodellen analysieren (HOLMLUND/ZETTERBERG 1991: 1010), in die die Größe des zu verteilenden „Kuchens" und die Macht der beteiligten Parteien, sich möglichst große Teile dieses Kuchens anzueignen, als Bestimmungsfaktoren eingehen. Das betriebliche Kalkül bei der Gewährung übertariflicher Löhne soll daher im folgenden im Rahmen eines Verhandlungsmodells nachgezeichnet werden. Allerdings wird hier – anders als im zitierten Ansatz von der kollektiven zweiten Lohnrunde und ausgehend von dem empirisch unklaren Effekt des Betriebsrates auf das Ausmaß übertariflicher Entlohnung (siehe oben) – von *individuellen* Verhandlungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer ausgegangen.

Mit der Verwendung eines Verhandlungsmodells zur Analyse übertariflicher Entlohnung soll jedoch nicht unterstellt werden, daß es auf Unternehmensebene auch tatsächlich bei jeder Lohnfestsetzung zu erneuten Verhandlungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer kommt, sondern lediglich, daß sich der Arbeitgeber bei der Lohnfestsetzung daran *orientiert*, was denn Ergebnis einer Verhandlung mit dem Arbeitnehmer gewesen wäre. Im Ergebnis führt diese Orientierung des Arbeitgebers an einer Verhandlungslösung dazu, daß die gleichen Einflußfaktoren, die auf ein Verhandlungsergebnis einwirken, auch die Lohnfestsetzung des Arbeitgebers beeinflussen. D.h.: Wenn ein Arbeitnehmer aufgrund veränderter Rahmenbedingungen, etwa einer für ihn günstigeren Arbeitsmarktlage, in einer Verhandlung mit dem Arbeitgeber mehr für sich erreichen könnte, dann führt diese Änderung der Rahmenbedingungen dazu, daß dem Arbeitnehmer auch ohne Verhandlung mehr Lohn zugesprochen wird. Diese Anpassung des gezahlten Lohnes an die geänderte Verhandlungslö-

---

[2] Vgl. etwa BLANCHFLOWER/OSWALD/GARRETT (1989: 160), BLANCHFLOWER/OSWALD/SANFEY (1996), FITZROY (1989), GROSHEN (1991a), REBITZER (1993) oder VAN RENNEN (1996).

sung muß nicht sofort erfolgen und auch nicht das gleiche Ausmaß annehmen wie die Änderung der Verhandlungslösung – im Gegenteil, es wird davon ausgegangen werden können, daß der Arbeitgeber von dieser abweichen kann (siehe unten). Die These lautet lediglich, daß die gleichen Einflußfaktoren, die auf eine Verhandlung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer einwirken, auch bei einer unilateralen Lohnfestsetzung des Arbeitgebers Bedeutung erlangen und in die gleiche Richtung wirken. In der Literatur wird diese Idee einer durch den Arbeitgeber quasi vorweggenommenen Verhandlung auch als „implicit bargain" bezeichnet (AOKI 1984: 70; BLANCHFLOWER/OSWALD/GARRETT 1989: 143; CARRUTH/OSWALD 1989: 118; GROSHEN 1991a: 373).

Die Motivation des Arbeitgebers zu einem solchermaßen „vorauseilenden Gehorsam" – er könnte ja auch bei einer Änderung der Rahmenbedingungen zugunsten des Arbeitnehmers darauf warten, daß der Arbeitnehmer zu ihm kommt und höhere Lohnforderungen stellt – ließe sich etwa daraus ableiten, daß er die Kosten einer ansonsten zu befürchtenden expliziten Auseinandersetzung mit dem Arbeitnehmer einzusparen und sich durch die ausdrücklich freiwillige Gewährung einer Lohnerhöhung mit einer „Aura von Großmut" zu umgeben sucht, die erwartbar eher zu Motivationssteigerungen führt, als wenn der Arbeitnehmer sich das, was ihm „zusteht", erst erkämpfen müßte (vgl. im einzelnen PULL 1996a: 67ff). Außerdem kann der Arbeitgeber davon ausgehen, daß auch auf Arbeitnehmerseite Transaktionskosten einer expliziten Auseinandersetzung bestehen (eine Hemmschwelle etwa zu überschreiten ist), so daß er es sich bei einer freiwilligen Lohnanpassung leisten kann, von einer Verhandlungslösung zuungunsten des Arbeitnehmers abzuweichen, und auch so wieder Kosten gegenüber einer tatsächlichen Aushandlung mit dem Arbeitnehmer einspart.

Geht man einmal davon aus, daß es so sein könnte, daß sich der Arbeitgeber bei der Lohnfestsetzung am Ergebnis einer eventuellen Verhandlung mit dem Arbeitnehmer orientiert, stellt sich die Frage, was denn unter diesen Bedingungen die Determinanten der betrieblichen Lohnpolitik sind. Diese Modellimplikationen sind dann mit den stilisierten Fakten des Arbeitsmarktes abzugleichen.

2.2 Ein Modell impliziter Verhandlungen

Es wird angenommen, daß der Arbeitgeber sich bei der Lohnfestsetzung an einer bestimmten, auf NASH (1950, 1953) zurückgehenden Verhandlungslösung orientiert. Diese sogenannte NASH-Verhandlungslösung (hier in ihrer asymmetrischen Variante) eignet sich dabei nicht zuletzt deshalb zur Abbildung der betrieblichen Lohnpolitik, weil es sich bei ihr um die sparsamste und einfachste Verhandlungslösung handelt, die allerdings mit Implikationen verbunden ist, die auch aus komplizierteren Verhandlungslösungen abgeleitet werden können (vgl. CARLIN/SOSKICE 1990: 392f; ULPH/ULPH 1990: 94). Für die Verwendung der asymmetrischen NASH-Verhand-

lungslösung gerade für den Fall impliziter Verhandlungen spricht darüber hinaus, daß sie auch als „Schiedsrichterlösung" Eingang in die Literatur gefunden hat (vgl. McDONALD/SOLOW 1981; CURRIE 1994) – allerdings „Schiedsrichterlösung" nicht naiv verstanden im Sinne einer Gleichverteilung des Kuchens, sondern unter Berücksichtigung unterschiedlicher Verhandlungsmacht und unterschiedlicher Ausgangspositionen der beteiligten Parteien. Daß der Arbeitnehmer ein Lohnangebot, das ihm ein neutraler Schiedsrichter unterbreitet, als fair ansieht, davon wird im folgenden ausgegangen, wenn die NASH-Verhandlungslösung als diejenige angenommen wird, an der sich der Arbeitgeber bei seiner Lohnfestsetzung orientiert.

Der asymmetrischen NASH-Verhandlungslösung zufolge einigen sich zwei Verhandlungspartner, d.h. hier Arbeitgeber und Arbeitnehmer, auf diejenige Lösung, für die das Produkt ihrer Nutzenzuwächse gegenüber den jeweiligen Rückfallpositionen, jeweils gewichtet mit ihrer Verhandlungsmacht, maximiert wird. Die Rückfallpositionen bezeichnen dabei diejenigen Nutzenniveaus, die die beteiligten Parteien im Falle der Nicht-Einigung *in der konkreten Vertragsbeziehung* erzielen können, also etwa das, was ihnen rechtlich zugesichert ist.[3] Nimmt man nun an, daß sich der Nutzen des Arbeitnehmers aus seinem Lohn w bestimmt und der des Arbeitgebers sich aus dem ihm bei einer Lohnzahlung von w verbleibenden Gewinn $\Pi(w)$ und daß der Arbeitnehmer im Falle einer Nicht-Einigung den Tariflohn t und der Arbeitgeber den zugehörigen Gewinn bei tariflicher Entlohnung der Arbeitnehmer $\Pi(t)$ erhält und λ_1, λ_2 Indikatoren für die Verhandlungsmacht von Arbeitnehmer bzw. Arbeitgeber darstellen mit $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$, $\lambda_1, \lambda_2 > 0$, so ergibt sich:

$$\max \Omega = (w - t)^{\lambda_1} \cdot (\Pi(w) - \Pi(t))^{\lambda_2} \qquad (1)$$

Daß der Verzicht auf übertarifliche Entlohnung zu einer Reduktion des Unternehmensgewinns gegenüber dem bei einer Orientierung an der NASH-Verhandlungslösung erzielbaren Gewinn führen kann, läßt sich effizienzlohntheoretisch begründen:[4] Es wird angenommen, daß der erzielbare Umsatz R vom Ausmaß der ge-

---

[3] Die Alternativnutzen von Arbeitgeber und Arbeitnehmer, d.h. diejenigen Nutzenniveaus, die diese *in einer anderen* Vertragsbeziehung erzielen können, beeinflussen den Verhandlungsausgang nur dann, wenn die NASH-Verhandlungslösung einem der Vertragsparteien ein Nutzenniveau zuspricht, das unter demjenigen liegt, welches dieser auf anderem Wege erzielen könnte (LAYARD/NICKELL/JACKMAN 1991: 100; MALCOLMSON 1987: 142; DALMAZZO 1995: 122). In einem solchen Fall würde eine Randlösung erreicht.

[4] Der Versuch einer expliziten Integration effizienzlohntheoretischer Effekte in die NASH-Verhandlungslösung findet sich auch bei LAYARD/NICKELL/JACKMAN (1991), LINDBECK/SNOWER (1991), SANFEY (1993) und OSWALD (1987). Dort werden sie allerdings nicht zur Bestimmung der Rückfallpositionen herangezogen, sondern gehen lediglich in die Nutzenfunktion der Arbeitgeberseite ein. Der Vorteil einer expliziten Berücksichtigung effizienzlohntheoretischer Effekte in die NASH-Verhandlungslösung scheint jedoch gerade darin zu bestehen, daß die Rückfallposition des Arbeitgebers *endogen* bestimmt werden kann (MUYSKENS/VAN VEEN

währten Leistungen abhängig ist mit $R'(w) > 0$. Dem entgegen läuft ein Kostenentlastungseffekt, der darin besteht, daß bei Gewährung des Tariflohnes geringere Kosten anfallen. Für $\Pi(w)$ bedeutet dies bei Beschäftigung von A homogenen Arbeitnehmern:[5]

$$\Pi(w) = R(w) - w \cdot A \tag{2}$$

Als Ergebnis der (impliziten) Verhandlung zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer über die Höhe des zu zahlenden Lohnes ergibt sich:[6]

$$w^* = t + \frac{\lambda_1 \cdot (R(w^*) - R(t))}{A - \lambda_2 \cdot R'(w^*)} \tag{3}$$

Der sich in seiner Lohnfestsetzung am Ergebnis der NASH-Verhandlungslösung und damit an einer Schiedsrichterentscheidung orientierende Arbeitgeber würde dem Modell impliziter Verhandlungen zufolge dem Arbeitnehmer demnach um so mehr an Leistungen zukommen lassen,

- je mehr der Arbeitnehmer ohnedies in der konkreten Vertragsbeziehung aufgrund einer tarifvertraglichen Regelung zu erhalten in der Lage wäre (je größer t; vgl. Abschnitt 3.1),[7]
- je größer die Verhandlungsmacht des Arbeitnehmers (je größer λ_1; vgl. Abschnitt 3.2),[8]

1996). Dadurch, daß die Rückfallpositionen in der NASH-Verhandlungslösung allgemein nicht unterschritten werden können und grundsätzlich beide Seiten von einer Einigung zu profitieren in der Lage sind, ist in der NASH-Verhandlungslösung von vorneherein so etwas wie ein effizienzlohntheoretisches Element enthalten, welches hier in Anlehnung an MUYSKENS/VAN VEEN (1996) lediglich explizit gemacht wird.

5 Von möglichen Beschäftigungswirkungen der betrieblichen Lohnpolitik wird damit an dieser Stelle abstrahiert. Wie etwa bei MOENE (1988: 473) oder NILSSON (1995: 11) wird vereinfachend unterstellt, daß die Beschäftigungsmenge bereits im vorhinein feststeht.

6 Zur Herleitung im einzelnen vgl. PULL (1996b).

7 Zumindest ist dies unter bestimmten Annahmen der Fall (vgl. PULL/SADOWSKI 1997).

8 Bei vollständiger Verhandlungsmacht der Arbeitnehmerseite erhält jeder Arbeitnehmer den Tariflohn t zuzüglich des auf ihn entfallenden Anteils an den erzielbaren Umsatzsteigerungen (R(w)-R(t)); in Anlehnung an MUYSKENS/VAN VEEN (1996) bestimmt sich das, was die Arbeitnehmer im Falle vollständiger Verhandlungsmacht der Arbeitgeberseite erhalten, aus der Gewinnmaximierungsbedingung des Arbeitgebers, der sogenannten „SOLOW-condition". So wird es typischerweise auch in einer Situation, in der ein Arbeitnehmer über keine Verhandlungsmacht verfügt, zu übertariflicher Entlohnung kommen. Hier wird jedoch mit der Unterstellung eines Verhandlungsmodells von grundsätzlich positiver Verhandlungsmacht der Arbeitnehmer ausgegangen.

- je mehr der Arbeitgeber durch Gewährung eines übertariflichen Lohnes an Umsatzsteigerungen hinzugewinnen kann (je größer $R(w) - R(t)$ bzw. je größer $R'(w)$; vgl. Abschnitt 3.3) und
- je weniger arbeitsintensiv der Wertschöpfungsprozeß ist (je geringer A; vgl. Abschnitt 3.4).

3. Operationalisierung der Modellimplikationen und empirische Evidenz: Was bestimmt das Ausmaß übertariflicher Entlohnung?

3.1 Die Bedeutung der tariflichen Mindestlöhne als Rückfallpositionen der Arbeitnehmer

Dem Modell impliziter Verhandlung zufolge führen höhere tarifliche Mindestlöhne zu einem höheren Effektivlohnniveau. Allerdings gelten hier natürlich Grenzen der Finanzierbarkeit bzw. der Rentabilität: Wenn sich der Arbeitgeber außerhalb der konkreten Vertragsbeziehung mit dem Arbeitnehmer besser stellen kann, indem er etwa sein Unternehmen schließt oder den Standort verlagert, so wird er dies tun bzw. sein Lohnangebot entsprechend nach unten anpassen, so daß er in der konkreten Vertragsbeziehung mit dem Arbeitnehmer zumindest nicht schlechter gestellt ist.[9]

Nun ist es im Modell impliziter Verhandlung jedoch nicht so, daß bei einem Anstieg des Tariflohnes der gezahlte Lohn in gleichem Maße ansteigt. Dies liegt darin begründet, daß die Gewährung eines übertariflichen Lohnes bei steigendem Tariflohnniveau immer geringere Umsatzsteigerungen (gegenüber dem bei Tarifentlohnung realisierbaren Umsatz) erwarten läßt. Mit dem Arbeitnehmer-Konfliktnutzen steigt bei steigendem Tariflohn auch der Arbeitgeber-Konfliktnutzen: „the higher the tariff wage will be, the higher the minimum acceptable level of profits" (MUYSKENS/VAN VEEN 1996: 126). D.h.: Je höher das tariflich abgesicherte Lohnniveau, desto höher ist zwar der gezahlte Lohn, aber desto geringer dürfte das Ausmaß übertariflicher Entlohnung sein.

Hinsichtlich des vorhergesagten Einflusses des Tariflohnes auf die Höhe des gezahlten Lohnes ermittelt bereits ROBAK (1978: 91) „eine recht hohe Übereinstimmung" zwischen den Rangfolgen der Industriezweige nach der Höhe des Effektivlohns und nach der Höhe des Tariflohns. Auch KÜLP (1976: 111) bemerkt „eine hohe Korrelation zwischen dem Tariflohn- und dem Effektivlohnanstieg." Was die Richtung des Zusammenhanges zwischen Tariflohn- und Effektivlohnentwicklung anbelangt, so gibt es auch hier Hinweise aus der Empirie, die darauf hindeuten, daß es – wie im Modell impliziter Verhandlung vorausgesagt – die Tariflöhne sind, die

---

[9] Im Modell gesprochen würde hier also der Alternativnutzen des Arbeitgebers bindend und eine Randlösung erreicht.

die Effektivlöhne beeinflussen (vgl. etwa BLUM 1983: 264), und nicht umgekehrt die Tariflohnentwicklung der Effektivlohnentwicklung hinterherhinkt, wie dies in der sogenannten Anpassungsthese behauptet wird.

Ebenso deutet einiges daraufhin, daß ein Anstieg der Tariflöhne nicht in gleichem Umfang auch zu einem Anstieg der Effektivlöhne führt. SCHNABEL (1994: 19f) zitiert eine Auswertung der Daten der Lohn- und Gehaltsstrukturerhebung von 1962 damit, daß die „Lohnspanne tendenziell desto geringer aus[fiel], je höher das Tariflohnniveau der Wirtschaftszweige war und umgekehrt". MÖLLER (1990, ebenfalls zitiert nach SCHNABEL 1994: 25) gibt die Tariflohnelastizität der Effektivlöhne mit einem Wert kleiner eins an, die Lohnspanne *sinkt* also mit steigendem Tariflohnniveau.

3.2 Die Bedingungen am lokalen Arbeitsmarkt und das Weiterbildungsengagement des Arbeitgebers als Einflußfaktoren von Verhandlungsmacht

Weiterhin steigt die Lohnspanne dem Modell impliziter Verhandlung zufolge mit der Verhandlungsmacht des Arbeitnehmers. Auf der Suche nach einer angemessenen Operationalisierung individueller arbeitnehmerseitiger Verhandlungsmacht erweist sich die ökonomische Literatur als wenig hilfreich (vgl. im einzelnen PULL/SADOWSKI 1997). Selbst in der „Insider-Outsider"-Theorie,[10] in der ebenfalls individuelle Lohnverhandlungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer modelliert werden (LINDBECK/SNOWER 1991: 195), wird die Verhandlungsmacht der „insider", d.h. der im Unternehmen beschäftigten Arbeitnehmer, nicht modelliert.[11] Zieht man *so-*

---

[10] Die „Insider-Outsider"-Theorie wird vereinzelt auch zur Erklärung übertariflicher Entlohnung herangezogen (vgl. etwa SCHNABEL 1994: 15). Wie in den Effizienzlohnansätzen geht es auch hier darum, daß der Arbeitgeber selbst ein Interesse daran hat, nicht markträumende Löhne zu zahlen, um so positive Produktivitätseffekte zu erzielen, oder genauer, zu befürchtende negative Produktivitätseffekte zu verhindern. Ähnlich wie für die Effzienzlohnansätze gilt auch hier, daß die Implikationen der „Insider-Outsider"-Theorie hinsichtlich des zu erwartenden Ausmaßes übertariflicher Entlohnung jeweils durchaus plausibel und mit den stilisierten Fakten des Arbeitsmarktes vereinbar erscheinen, dem Gesamtphänomen übertariflicher Entlohnung werden sie jedoch nicht gerecht (vgl. im einzelnen PULL 1996a: 61ff).

[11] In den klassischen Arbeiten von LINDBECK/SNOWER wird die Verhandlungsmacht der „insider" als derart hoch angenommen, daß diese selbst ihren Lohn zu bestimmen in der Lage sind (in den Grenzen, die sich durch den Produktivitätsvorsprung gegenüber den „outsidern", d.h. den eine Beschäftigung im Unternehmen Anstrebenden, ergeben). HUIZINGA/SCHIANTARELLI (1992: 1454) nehmen ohne weitere Begründung eine Gleichverteilung der Verhandlungsmacht auf „insider" und Arbeitgeber an. LINDBECK/SNOWER (1991) selbst gehen in einem neueren Beitrag zwar grundsätzlich von der Möglichkeit ungleich verteilter Verhandlungsmacht auf „insider" und Arbeitgeber aus, jedoch ohne dabei die Verhandlungsmacht der beteiligten Parteien näher zu spezifizieren bzw. auch nur Gründe für die unterstellte differentielle Verhandlungsmacht von Arbeitgeber und beschäftigtem Arbeitnehmer anzugeben.

ziologische Ansätze zur Bestimmung von Verhandlungsmacht in Aushandlungen heran, so läßt sich die Verhandlungsmacht eines Akteurs in Anlehnung an EMERSON (1962) ganz allgemein mit der Verfügbarkeit von Alternativen auf der einen und der Stärke der Bindung an die laufende Vertragsbeziehung auf der anderen Seite operationalisieren: Verfügt ein Verhandlungspartner nur über begrenzte Möglichkeiten, ein bestimmtes Nutzenniveau außerhalb der konkreten Vertragsbeziehung zu erzielen und/oder hat er selbst bereits viel investiert in die laufende Vertragsbeziehung (ist also „erpreßbar"), so stärkt dies die Verhandlungsposition der Gegenseite. Übersetzt für die Situation impliziter Lohnverhandlungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer hieße dies etwa: Je günstiger die Lage am lokalen berufsspezifischen Arbeitsmarkt für den Arbeitnehmer, d.h. etwa je geringer die relevante Arbeitslosenquote bzw. je höher die erzielbare Alternativkompensation, und je größer das vorangegangene Engagement des Arbeitgebers in die betriebliche Weiterbildung des Arbeitnehmers, desto größer müßte die Lohnspanne sein.

Was den Einfluß von Arbeitsmarktbedingungen auf das Ausmaß, in dem übertariflich entlohnt wird, anbelangt, so ist empirisch sowohl ein Einfluß der Arbeitslosenquote als auch der Alternativlöhne festgestellt worden (KÜLP 1976: 111; HOLMLUND/SKEDINGER 1990: 383). TESCHNER (1977: 29), der sich explizit auf die Bedingungen am *regionalen* Arbeitsmarkt bezieht, stellt einen „relativ engen" Zusammenhang zwischen regionaler Arbeitslosenquote (bezogen auf die Arbeitsamtsbezirke) und Lohnspanne fest. Auch der von BELLMANN/KOHAUT (1995: 68) und MEYER (1994: 228) ermittelte Zusammenhang zwischen betrieblicher offene-Stellen-Quote als Maß für die Bedingungen am lokalen betriebsspezifischen Arbeitsmarkt und übertariflicher Entlohnung weist auf die Bedeutung lokaler Arbeitsmarktbesonderheiten hin.

Was den Einfluß der arbeitgeberseitigen Bindung an die konkrete Vertragsbeziehung mit einem Arbeitnehmer auf die Verteilung der Verhandlungsmacht anbelangt, so läßt sich der aus den Betriebsdaten der am „Institut für Arbeitsrecht und Arbeitsbeziehungen in der EG (IAAEG)" durchgeführten „Quinter Studie zur Praxis der Personalpolitik in Europa (QUIPPE)"[12] ermittelbare signifikante Zusammenhang zwischen Weiterbildungsquote (als Indikator für das Engagement und damit die Bindung des Arbeitgebers an den Arbeitnehmer) und der Höhe des Modallohnes (PULL 1996a: 144) als Hinweis auf die Plausibilität des vermuteten Zusammenhanges deuten. Ob dieser Zusammenhang auch zwischen Weiterbildungsquote und Lohn*spanne* besteht, läßt sich aus den QUIPPE-Daten so nicht ermitteln. Solange jedoch das Lohn-Differenzierungsinteresse des Betriebes durch Tarifverträge nicht bereits voll-

[12] In der Studie wurden 82 Unternehmen aus vier Ländern (Bundesrepublik Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Luxemburg) und vier Branchen (Elektro, Metall, Textil, Banken) zu vielfältigen Aspekten der betrieblichen Personalpolitik befragt (vgl. BACKES-GELLNER/BÖCK/WIENECKE 1994).

ständig vorweggenommen wird (vgl. PULL 1996a: 140) – eine Annahme, die für den Bereich *betriebsspezifischer* Weiterbildungsinvestitionen eher unproblematisch erscheint –, kann die ermittelte Korrelation zwischen Weiterbildungsquote und Effektivlohnhöhe als Hinweis für einen bestehenden Zusammenhang zwischen Weiterbildungsquote und Lohnspanne gelten.

3.3 Der Einfluß des Arbeitnehmers auf den Umsatz und die Überwälzbarkeit von Kosten auf die Nachfrager am Produktmarkt

Im Modell impliziter Verhandlung wirkt sich weiterhin das Ausmaß dessen, was durch übertarifliche Entlohnung an Umsatzsteigerungen erzielt werden kann, positiv auf Effektivlohnniveau und Lohnspanne aus. D.h.: Je größer die Einflußmöglichkeiten des Arbeitnehmers auf den erzielbaren Umsatz und je günstiger die Überwälzungsmöglichkeiten höherer Löhne auf die Nachfrager am Produktmarkt, desto größer müßten Lohnniveau und Ausmaß übertariflicher Entlohnung sein.

Was den erstgenannten Zusammenhang anbelangt, so liegen hier lediglich qualitative Informationen vor: MEYER (1994: 228) etwa kommt zu dem Schluß, daß die betriebliche Lohnspanne dann größer ausfällt, wenn „Lohnanreize als wirksam eingeschätzt" werden, d.h. wenn angenommen wird, daß mit Lohnsteigerungen auch Ergebnisverbesserungen erzielt werden können. Auch in der Untersuchung TESCHNERs spielt die Frage, ob Arbeitnehmer eine „Schlüsselstellung" in der Produktion einnehmen, eine wichtige Rolle bei der Gewährung übertariflicher Löhne. SCHNABEL (1995: 38f) ermittelt aus den Daten eines ungenannten regionalen Arbeitgeberverbandes zumindest für die Gruppe der kaufmännischen Angestellten, daß das Ausmaß der übertariflichen Entlohnung mit „der Verantwortung" ansteigt.

Nicht nur die Beeinflußbarkeit des Umsatzes durch die Arbeitnehmer, sondern insbesondere auch die Frage, inwiefern die aus einer höheren Entlohnung resultierenden höheren Personalkosten auch erfolgreich auf die Nachfrager überwälzt werden können, ist von Bedeutung für die Bestimmung der Lohnspanne. Dies verdeutlichen zahlreiche empirische Studien zum Zusammenhang zwischen oligopolistischen Strukturen am Absatzmarkt und der Effektivlohnhöhe (vgl. etwa NICKELL/VANIOMÄKI/WADHWANI 1994; LAYARD/NICKELL/JACKMAN 1991; STEWART 1990; BLANCHFLOWER/OSWALD/GARRETT 1989; DOWRICK 1989).

3.4 Arbeitsintensität bzw. -produktivität

Der im Modell impliziter Verhandlung vorhergesagte negative Einfluß der Beschäftigtenzahl auf die Effektivlohnhöhe steht nicht im Widerspruch zu den empirisch vielfach belegten positiven Effekten der Betriebsgröße (die z.T. ja auch an der Beschäftigungsmenge festgemacht wird) auf die Lohnhöhe (vgl. etwa SCHMIDT 1995). Es ist die Zahl der Beschäftigten *relativ* zum erzielten Umsatz, also die Arbeitsinten-

sität oder -produktivität, für die ein negativer Einfluß auf Effektivlohn und Lohnspanne abgeleitet wird, nicht die absolute Beschäftigungsmenge.

Studien, die sich mit der betrieblichen Lohnfindung befassen, kommen in der Tat häufig zu dem Schluß, daß die Arbeitsintensität des Wertschöpfungsprozesses das Effektivlohnniveau maßgeblich beeinflußt, und zwar insbesondere hinsichtlich des Verhältnisses von Arbeits- zu Kapitaleinsatz (vgl. etwa FITZROY/KRAFT 1992; ERIKSSON/SUVANTO/VARTIA 1990; DICKENS/KATZ 1987 oder ABOWD/KRAMARZ/MARGOLIS 1994). KÜLP (1976: 111) nennt die beobachtbare positive Korrelation zwischen Lohndrift, d.h. der Veränderungsrate der Lohnspanne, und Produktivitätsanstieg „beachtlich", und das, obwohl eine zumindest teilweise Vorwegnahme der nach Branchen streuenden Produktivitätsentwicklung durch die tarifvertraglichen Mindestlöhne anzunehmen ist.

4. Zusammenfassung und rechtspolitische Schlußfolgerungen

Angesichts der weitreichenden Übereinstimmungen zwischen Modellimplikationen und vorliegenden empirischen Befunden erscheint das Modell impliziter Verhandlungen zumindest hilfreich für die Analyse der betrieblichen Lohnpolitik und dabei insbesondere für die Frage nach der betrieblichen Logik übertariflicher Lohnzuschläge. Das Ausmaß übertariflicher Entlohnung hängt demnach sowohl ab von einer Reihe betriebsspezifischer Faktoren als auch von exogenen Faktoren, die neben Marktfaktoren auch institutionelle Faktoren, wie die tariflichen Mindestlöhne, umfassen. So fällt es etwa umso höher aus, je weniger arbeitsintensiv der Wertschöpfungsprozeß, je größer die Einflußmöglichkeiten des Arbeitnehmers auf den Umsatz und je höher die getätigten Weiterbildungsinvestitionen sind. Oligopolistische Absatzmärkte und angespannte regionale berufsspezifische Arbeitsmärkte wirken ebenfalls auf ein höheres Maß übertariflicher Entlohnung hin. Höhere Tariflöhne bewirken im Modell zwar einen Anstieg der Effektivlöhne, dieser fällt jedoch geringer aus als der Anstieg der Tariflöhne, so daß das Ausmaß übertariflicher Entlohnung sinkt.

Die Rolle tariflicher Mindestlöhne müßte dementsprechend überdacht und neu interpretiert werden. Im Modell impliziter Verhandlung fungieren sie nicht als bloße Mindestlöhne, deren Überschreiten in Zeiten, in denen über zu hohe Arbeitskosten am Standort Deutschland geklagt wird, zunächst einmal erklärungsbedürftig wäre. Sie wirken vielmehr im Sinne eines Drohpunktes, dessen Existenz im Ergebnis zu vergleichbaren Effekten führt wie eine Erhöhung der Verhandlungsmacht der Arbeitnehmer: Je höher der Tariflohn, also je höher der Drohpunkt der Arbeitnehmerseite, deso höher ist der gezahlte Lohn. Die Klagen über zu hohe tarifliche Mindestlöhne in Deutschland sind demnach auch dann *mehr als nur Rhetorik*, wenn sie von Vertretern solcher Unternehmen vorgebracht werden, die die als zu hoch beklagten Tariflöhne auch noch freiwillig überbieten. Es bedeutet umgekehrt aber auch, daß das vielfach praktizierte Überbieten der Tariflöhne *eben nicht* als Hinweis darauf

gewertet werden kann, daß ein Absenken der Mindestlöhne oder gar deren Wegfall keine Konsequenzen hätte bzw. nur für die sogenannten Grenzbetriebe, die sich die Zahlung der tariflichen Mindestlöhne ansonsten nicht leisten könnten: Das Ausmaß übertariflicher Entlohnung würde bei einem Absenken des Tariflohnniveaus zwar ansteigen, das Lohnniveau insgesamt würde jedoch niedriger sein.

Literaturverzeichnis

Abowd, John M.; Francis Kramarz; David N. Margolis (1994): High Wage Workers and High Wage Firms. Cambridge: National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 4917.

Addison, John T.; Kornelius Kraft; Joachim Wagner (1993): German Works Councils and Firm Performance. In: Kaufman, Bruce E.; Morris M. Kleiner (Hg.): Employee Representation: Alternatives and Future Directions. Madison: 305-338.

Aoki, Masahiko (1984): The Co-operative Game Theory of the Firm. Oxford.

Backes-Gellner, Uschi; Ruth Böck; Susanne Wienecke (1994): Quinter Studie zur Praxis der Personalpolitik in Europa: Konzeption und erste Befunde. Trier: Institut für Arbeitsrecht und Arbeitsbeziehungen in der Europäischen Gemeinschaft (IAAEG), Quint-Essenzen Nr. 41.

Bellmann, Lutz; Susanne Kohaut (1995): Betriebliche Determinanten der Lohnhöhe und der übertariflichen Bezahlung. Eine empirische Analyse auf der Basis des IAB-Panels. Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 28(1995): 62-75.

Blanchflower, David G.; Andrew J. Oswald; Mario D. Garrett (1989): Insider Power in Wage Determination. Economica 57(1989): 143-170.

Blanchflower, David G.; Andrew J. Oswald; Peter J. Sanfey (1996):Wages, Profits, and Rent-Sharing. Quarterly Journal of Economics 111(1996): 227-251.

Blum, Julius (1983): Von der Tarif- zur Effektivlohnstruktur. Frankfurt/Main.

Carlin, Wendy; David Soskice (1990): Macroeconomics and the Wage Bargain – A Modern Approach to Employment, Inflation, and the Exchange Rate. Oxford.

Carruth, Alan; Andrew Oswald (1989): Pay Determination and Industrial Prosperity. Oxford.

Currie, Janet (1994): Arbitrator Behavior and the Variances of Arbitrated and Negotiated Wage Settlements. Journal of Labor Economics 12(1994): 29-40.

Dalmazzo, Alberto (1995): Bargaining Power and Wage Determination: The Role of Outside Options. Labour 9(1995): 121-132.

Dickens, William T.; Lawrence F. Katz (1987): Inter-Industry Wage Differences and Industry Characteristics. In: Lang, Kevin; Jonathan S. Leonard (Hg.): Employment and the Structure of Labor Markets. Blackwell.

Dowrick, Steve (1989): Union-Oligopoly Bargaining. The Economic Journal 99(1989): 1123-1142.

Emerson, Richard M. (1962): Power-Dependence Relations. American Economic Review 72(1962): 31-41.

Eriksson, Tor; Antti Suvanto; Pentti Vartia (1990): Wage Formation in Finland. In: Calmfors, Lars (Hg.): Wage Formation and Macroeconomic Policy in Nordic Countries. Stockholm: 189-233.

FitzRoy, Felix R (1989): The Modern Corporation: Efficiency, Control, and Comparative Organization. Kyklos 41(1989): 239-262.

FitzRoy, Felix R.; Kornelius Kraft (1992): Forms of Profit-Sharing and Firm Performance: Theoretical Foundations and Empirical Problems. Kyklos 45(1992): 209-225.

Groshen, Erica L. (1991a): Five Reasons Why Wages Vary Among Employers. Industrial Relations 30(1991): 350-381.

Groshen, Erica L. (1991b): Sources of Intra-Industry Wage Dispersion: How Much Do Employers Matter? Quarterly Journal of Economics 106(1991): 869-884.

Holmlund, Bertil; Per Skedinger (1990): Wage Barganining and Wage Drift: Evidence from the Swedidh Wood Industry. In: Calmfors, Lars (Hg.): Wage Formation and Macroeconomic Policy in Nordic Countries. Stockholm: 363-388.

Holmlund, Bertil; Johnny Zetterberg (1991): Insider effects in wage determination - Evidence from five countries. European Economic Review 35(1991): 1009-1034.

Huizinga, F.; F. Schiantarelli. (1992). Dynamics and Asymmetric Adjustment in Insider-Outsider Models. The Economic Journal 102(1992): 1451-1466.

Krueger, Alan B.; Lawrence H. Summers (1988): Efficiency Wages and the Inter-Industry Wage Structure. Econometrica 56(1988): 259-293.

Külp, Bernhard (1976): Das Problem der wage drift. Teil I: Begriffe und Fakten. Wirtschaftswissenschaftliches Studium 5(1976): 109-112.

Layard, Richard; Stephen Nickell; Richard Jackman (1991): Unemployment – Macroeconomic Performance and the Labour Market. Oxford.

Levine, David I. (1991): Cohesiveness, productivity, and wage dispersion. Journal of Economic Behavior and Organization 15(1991): 237-255.

Lindbeck, Assar; Dennis J. Snower (1991): Interactions between the efficiency wage and insider-outsider theories. Economics Letters 37(1991): 193-196.

Malcolmson, James M. (1987): Trade Union Labour Contracts. European Economic Review 31(1987): 139-148.

McDonald, Ian M.; Robert M. Solow (1981): Wage Bargaining and Employment. American Economic Review 71(1981): 896-908.

Meyer, Wolfgang (1994): Übertarifliche Bezahlung als Anreizinstrument. In: Hochmuth, Uwe; Joachim Wagner (Hg.): Firmenpanelstudien in Deutschland – Konzeptionelle Überlegungen und empirische Analysen. Tübingen: 219-235.

Meyer, Wolfgang (1995): Analyse der Bestimmungsfaktoren der übertariflichen Entlohnung auf der Basis von Firmendaten. In: Gerlach, Knut; Ronald Schettkat (Hg.): Determinanten der Lohnbildung. Berlin: 50-71.

Möller, Joachim (1990): Das Hysteresis Phänomen in Arbeitslosigkeits-Inflations-Modellen: Theorie, empirische Relevanz und wirtschaftspolitische Konsequenzen. Konstanz.

Moene, Karl O. (1988): Unions' Threats and Wage Determination. The Economic Journal 98(1988): 471-483.

Muyskens, Joan; Tom van Veen (1996): Efficiency Wages and Local Wage Bargaining. Scandinavian Journal of Economics 98(1996): 119-127.

Nash, John (1950): The Bargaining Problem. Econometrica 18(1950): 155-162.

Nash, John (1953): Two-Person Cooperative Games. Econometrica 21(1953): 128-140.

Nickell, Stephen J.; Jari Vaniomäki; Sushil Wadhwani (1994): Wages and Product Market Power. Economica 61(1994): 457-473.

Nilsson, Christian (1995): Negotiated Wages and Wage Drift: A Study of the Swedish Pulp and Paper Industry. Uppsala: Department of Economics, Uppsala University, Working Paper No. 1995:3.

Oswald, Andrew J. (1987): Efficient Contracts are on the Labour Demand Curve: Theory and Practice. London: Centre for Labour Economics, London School of Economics, Discussion paper No. 284.

Pull, Kerstin (1996a): Übertarifliche Entlohnung und freiwillige betriebliche Leistungen: Personalpolitische Selbstregulierung als implizite Verhandlung. München, Mering.

Pull, Kerstin (1996b): Übertarifliche Entlohnung: ein Ergebnis vorweggenommener Verhandlungen. In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 29(1996): 607-615.

Pull, Kerstin; Dieter Sadowski (1997): Recht als Ressource. In: Ott, Claus; Hans-Bernd Schäfer (Hg.): Beiträge zum 5. Travemünder Symposion zur Ökonomischen Analyse des Rechts 27.-30. März 1996: im Druck.

Rebitzer, James (1993): Radical Political Economy and the Economics of Labor Markets. Journal of Economic Literature 31(1993): 1394-1434.

Robak, Brigitte (1978): Industriezweigstruktur und übertarifliche Entlohnung. Berlin.

Sanfey, Peter J. (1993): On the interaction between efficiency wages and union-firm bargaining models. Economics Letters 41(1993): 319-324.

Schmidt, Elke Maria (1995): Betriebsgröße, Beschäftigtenentwicklung und Entlohnung. Eine ökonometrische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main: Campus.

Schnabel, Claus (1994): Die übertarifliche Bezahlung - Ausmaß, Entwicklung und Bestimmungsgründe. Köln.

Schnabel, Claus (1995): Übertarifliche Entlohnung - Einige Erkenntnisse auf Basis betrieblicher Effektivverdienststatistiken. In: Gerlach, Knut; Ronald Schettkat (Hg.): Determinanten der Lohnbildung. Berlin: 28-49.

Schnabel, Claus (1997): Tarifliche und betriebliche Möglichkeiten für eine beschäftigungsfördernde Lohnpolitik. In: Dieter Sadowski, Martin Schneider (Hg.):Vorschläge zu einer neuen Lohnpolitik: Optionen für mehr Beschäftigung I. Frankfurt: Campus: 159-189.

Stewart, Mark B. (1990): Union Wage Differentials, Product Market Influences and the Division of Rents. The Economic Journal 100(1990): 1122-1137.

Teschner, Eckart (1977): Lohnpolitik im Betrieb. Frankfurt.

Ulph, Alistair; David Ulph (1990): Union Bargaining: A Survey of Recent Work. In: Sapsford, David; Zafiris Tzannatos (Hg.): Current Issues in Labour Economics: 86-125.

Van Reennen, John (1996): The Creation and Capture of Rents: Wages and Innovation in a Panel of U.K. Companies. Quarterly Journal of Economics 111(1996): 195-226.

Weitere Veröffentlichungen im Rainer Hampp Verlag

Frank Kieper: **Dynamisches Erfolgscontrolling als Lösungsansatz für das betriebliche Personalkostenmanagement**

ISBN 3-87988-197-9, Rainer Hampp Verlag, München und Mering 1996, 238 S., DM 49.80

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der Entwicklung eines normativen Ansatzes zur wirtschaftlichen Gestaltung der Personalkosten im Rahmen eines dynamischen Erfolgscontrollingsystems. Konkret vorgestellt werden Instrumente zur Planung, Koordination und Kontrolle spezifischer Personalkostenarten, die auch bei modernen Formen der Arbeitsorganisation Anwendung finden. Dabei ist ihr Einsatzbereich nicht auf einzelne Branchen beschränkt.

Matthias Kräkel: **Ökonomische Analyse der betrieblichen Karrierepolitik**

ISBN 3-87988-231-2, Rainer Hampp Verlag, München und Mering 1997, 496 S., DM 69.80

Personalwirtschaftliche Problemstellungen werden häufig aus Sicht der Personalabteilung diskutiert. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hingegen mit Fragen der Karrierepolitik als Teil der Unternehmenspolitik. Als Referenztheorien wird auf die neo-institutionalistische Theorie der Unternehmung und ausgewählte arbeitsökonomische Theorien zurückgegriffen. Die empirischen Ergebnisse werden insbesondere miteinbezogen, um die Rahmenbedingungen zu konkretisieren, die den karrierepolitischen Handlungsspielraum der Unternehmensleitung begrenzen.

Kerstin Pull: **Übertarifliche Entlohung und freiwillige betriebliche Leistungen. Personalpolitische Selbstregulierung als implizite Verhandlung**

ISBN 3-87988-176-7, Rainer Hampp Verlag, München und Mering 1996, 247 S., DM 46.80,

Unternehmen leisten mehr als das, wozu sie rechtlich verpflichtet sind: Sie entlohnen über Tarif, sie gewähren freiwillige betriebliche Sozialleistungen etc., und die Frage ist: warum? Eine schlüssige Antwort läßt sich geben, wenn die Entscheidung der Unternehmen für ein bestimmtes Leistungsniveau als Ergebnis einer "impliziten Verhandlung" zwischen Unternehmensleitung und Arbeitnehmern modelliert wird. Dies hängt dann im Ergebnis sowohl von unternehmensspezifischen Faktoren wie Arbeitsintensität und Ausmaß spezifischer Investionen ab als auch von den Konkurrenzbedingungen an Absatz- und Beschaffungsmärkten sowie von rechtlichen Mindeststandards. Alle Implikationen des Modells sind mit den stilisierten Fakten des Arbeitsmarktes kompatibel - und das, obwohl der Betriebsrat als Institution ausdrücklich vernachlässigt wird.

Antje Fürst: **Auftragsfolge- und Personalplanung. Entscheidungsmodelle zu ausgewählten Job-Shop-Scheduling- und Personalbereitstellungsproblemen**

ISBN 3-87988-242-8, Rainer Hampp Verlag, München u. Mering 1997, 340 S., DM 59.80

Entscheidungsmodelle zur Auftragsfolge- und Personalplanung müssen - im einfachsten Fall - ein zweifaches Zuordnungsproblem bewältigen: Im Rahmen der Auftragsfolgeplanung ist zu bestimmen, welchen Maschinen wann die zur Bearbeitung anstehenden Aufträge - die durch vorgegebene Bearbeitungsfolgen gekennzeichnet sind - zugeordnet werden. Im Rahmen der Personalplanung ist zu bestimmen, welche Arbeitskräfte wann an den zur Auftragsbearbeitung eingesetzten Maschinen bereitgestellt werden sollen. Dieses zweifache Zuordnungsproblem wird um zusätzliche Allokationsprobleme erweitert, wenn von Mehrdeutigkeit der Maschinen und/oder der Arbeitskräfte ausgegangen wird. In dieser Arbeit werden zu ausgewählten Bedingungskonstellationen der Maschinen- und Personalausstattung Entscheidungsmodelle zur Auftragsfolge- und Personalplanung formuliert und mit Beispielen unterlegt.

Modellgestützte Personalentscheidungen

Das betriebliche „Personalwesen" ist traditionell ein Bereich, in dem die Praxis mehr auf gesunden Menschenverstand und Fingerspitzengefühl setzt als auf wissenschaftliche Erkenntnisse und methodisches Wissen. An diesem Zustand ist die „Theorie" nicht schuldlos, da sie sich der „Praxis" allzu häufig in einer Weise nähert, die sie nur in einem sehr eingeschränkten Sinne attraktiv macht: Eine seltsame Mischung aus fehlgeleiteter Praxisorientierung und erwerbswirtschaftlich motiviertem Mimikri ist nicht selten der Grund dafür, daß der Praxis das als wissenschaftliche Erkenntnis angeboten wird, was sie selbst herausgefunden hat und was sie sich „aus berufenem Munde" gern noch einmal bestätigen läßt.
Es ist wohl dieser unbefriedigende Zustand des Theorie-Praxis-Verhältnisses, das junge Wissenschaftler und wissenschaftsverbundene Praktiker veranlaßt hat, gemeinsam über personalwirtschaftliche Probleme und deren theoriegeleitete bzw. modellgestützte Handhabung nachzudenken. Der vorliegende Band enthält dazu acht einschlägige Beiträge, die im Herbst 1996 auf einem Workshop an der Universität Frankfurt präsentiert wurden.

Zur Person des Herausgebers
Hugo Kossbiel, seit 1987 Professor für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Personalwirtschaft am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt (von 1971 bis 1987 an der Universität Hamburg); Forschungsschwerpunkte: Disposition über das Personalpotential (insbesondere Personalplanung) und Beeinflussung des Personalverhaltens (insbesondere Anreizsysteme).

206$00399345

München und Mering 1997
SG: 17