

Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement

Universität Duisburg-Essen / Campus Essen
Fachbereich 5: Wirtschaftswissenschaften
Universitätsstraße 9, 45141 Essen
Tel.: ++ 49 (0) 201 / 183 - 4007
Fax: ++ 49 (0) 201 / 183 - 4017

Arbeitsbericht Nr. 24

Ein Modell zur Zuordnung ähnlicher Kundenbetreuer zu Kunden

Dipl.-Kfm. Malte L. Peters

Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski



E-Mail: { malte.peters | stephan.zelewski }@pim.uni-essen.de

Internet: <http://www.pim.uni-essen.de/mitarbeiter>

ISSN 1614-0842

Essen 2004
Alle Rechte vorbehalten.

Zusammenfassung

In der Literatur sind mit der Begünstigung von Wissenstransfers und von Verkäufen zwei positive Effekte identifiziert worden, die sich ergeben, wenn sich zwei Individuen gegenseitig als ähnlich wahrnehmen.

Um eine Nutzung dieser Zusammenhänge in der betrieblichen Praxis zu ermöglichen, wird im vorliegenden Arbeitsbericht ein Modell entwickelt, das eine Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden anhand von Ähnlichkeitsmerkmalen ermöglicht.

Abstract

In the literature, the support of knowledge transfer and the support of selling have been identified as effects, which could be realized, if two individuals perceive each other as similar.

In order to achieve an application of these links, in the paper at hand, a model for the assignment of customer advisors to customers based on similarity attributes is introduced.

Inhaltsüberblick:

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
1 Problemstellung	1
2 Ähnlichkeitsmerkmale	2
3 Modell zur Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden.....	3
3.1 Inputdaten des Modells	3
3.2 Darstellung des Goal-Programming-Modells	4
3 Möglichkeiten und Grenzen des Modells	14
Literaturverzeichnis.....	16

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

AHP	Analytic Hierarchy Process
Aufl.	Auflage
ca.	circa
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
Dipl.-Kfm.	Diplom-Kaufmann
Dr.	Doktor
E-Mail	Electronic Mail
et al.	et alii
f.	folgende
ff.	fortfolgende
Inc.	Incorporated
ISSN	International Standard Serial Number
Jg.	Jahrgang
o.a.	oben angegebene
o.O.	ohne Ortsangabe
No.	Number
Nr.	Nummer
S.	Seite
Tel.	Telefon
u.	und
Univ.-Prof.	Universitätsprofessor
URL	Uniform Resource Locator
Vgl.	Vergleiche
Vol.	Volume
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der verwendeten Variablen.....	6
Abbildung 2: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden.....	8
Abbildung 3: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden mit normierten Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen (1. Variante).....	12
Abbildung 4: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden mit normierten Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen (2. Variante).....	13

1 Problemstellung

In der Literatur sind zwei positive Effekte identifiziert worden, die sich ergeben, wenn sich zwei Individuen gegenseitig als ähnlich wahrnehmen:

Einer dieser Effekte besteht in der Begünstigung von Wissenstransfers zwischen beiden Individuen¹⁾. Dieser Zusammenhang lässt sich in Form der folgenden empirisch validierten Hypothese formulieren²⁾: Je ähnlicher sich Individuen – wie z.B. Geschäftspartner – wahrnehmen, desto eher erfolgt zwischen ihnen ein Wissenstransfer. Da Unternehmen sich oftmals dazu gezwungen sehen, Wissen von außen aufzunehmen³⁾, streben diese einen Wissenstransfer von externen Wissensträgern in das eigene Unternehmen an. Externe Wissensträger, wie beispielsweise Unternehmensberater, transferieren ihr Wissen nur entgeltlich an Unternehmen. Aufgrund begrenzter finanzieller Ressourcen sind Unternehmen jedoch häufig auf einen unentgeltlichen Wissenstransfer von externen Wissensträgern angewiesen. Die Kunden eines Unternehmens stellen solche externe Wissensträger dar, die einem Unternehmen unentgeltlich Wissen transferieren könnten. Das transferrelevante Wissen der Kunden erstreckt sich beispielsweise auf Erfahrungen bei der Anwendung eines Produkts (wie z.B. im Großanlagenbau) oder auf detailliertes Wissen über einen Markt (wie z.B. im Einzelhandel). Für ein Unternehmen kann dieses Kundenwissen ökonomisch wertvoll sein, da es sich von anderen externen Wissensträgern nur entgeltlich oder sogar überhaupt nicht beschaffen lässt. Folglich ist eine praktische Anwendung der vorgenannten Hypothese in Form einer Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden, die ihren Kundenbetreuern ähnlich sind, zur Unterstützung dieses Wissenstransfers wünschenswert.

Ein weiterer positiver Effekt besteht in der Begünstigung von Verkäufen⁴⁾, wenn die beiden sich als ähnlich wahrnehmenden Individuen die Rollen von Verkäufer und Käufer einnehmen. Dieser Zusammenhang kann in Form der folgenden – ebenso empirisch bestätigten – Hypothese formuliert werden: Je ähnlicher sich Kundenbetreuer und Kunde sind, desto eher erfolgt der Verkauf einer Leistung⁵⁾. Eine Zuordnung von Kundenbetreuern zu diesen ähnlichen Kunden ist zur Begünstigung erstrebenswert.

Der vorliegende Arbeitsbericht widmet sich der Entwicklung eines formalen Modells, das eine konkrete praktische Anwendung der beiden oben angeführten Hypothesen ermöglicht. Dieses formale Modell ermöglicht eine Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden, die

1) Vgl. DARR/KURTZBERG (2000), S. 30 ff.; DAVENPORT/PRUSAK (1998), S. 200.

2) Vgl. DARR/KURTZBERG (2000), S. 30 ff.

3) Beispielsweise führen COHEN/LEVINTHAL aus, dass externe Wissensquellen oftmals entscheidend für den Innovationsprozess sein können. Vgl. COHEN/LEVINTHAL (1990), S. 128.

4) Vgl. DAVIS/SILK (1972), S. 61 ff.; GADEL (1964).

5) Vgl. DAVIS/SILK (1972), S. 61 ff.; GADEL (1964).

ihren Kundenbetreuern ähnlich sind, sodass Wissenstransfer und Verkäufe begünstigt werden.

2 Ähnlichkeitsmerkmale

Ähnlichkeitsmerkmale lassen sich auf zwei Ebenen erheben.

- Zum einen können Ähnlichkeitsmerkmale auf organisationaler Ebene betrachtet werden. Eine derartige Betrachtung nehmen DARR/KURTZBERG vor⁶⁾. Sie weisen empirisch nach, dass die Ähnlichkeit von Franchisenehmern hinsichtlich der gewählten Strategie eine positive Wirkung auf den Wissenstransfer zwischen den Franchisenehmern ausübt.
- Zum anderen kann eine Betrachtung auf personaler Ebene erfolgen. So hat beispielsweise GADEL empirisch aufgezeigt, dass von einem möglichst gleichen Alter von Kundenbetreuer und Kunde positive Effekte auf die Verkäufe ausstrahlen⁷⁾.

Im vorliegenden Arbeitsbericht werden Kundenbetreuer und Kunden als Teilnehmer an einer interpersonalen Beziehung betrachtet. Daher erfolgt eine Betrachtung auf personaler Ebene. Neben dem Alter werden weitere Ähnlichkeitsmerkmale auf personaler Ebene – wie körperliche Merkmale⁸⁾ und die sozioökonomische Gruppenzugehörigkeit⁹⁾ – erörtert. Körperliche Merkmale können zum Beispiel das Geschlecht, die Größe und das Gewicht einer Person sein. Die sozioökonomische Gruppenzugehörigkeit lässt sich anhand zahlreicher Merkmale – wie beispielsweise Einkommen, Vermögen und Bildungsstand – eingrenzen.

6) Vgl. DARR/KURTZBERG (2000), S. 39 ff.

7) Vgl. GADEL (1964), S. 64 ff.

8) Vgl. DAVIS/SILK (1972), S. 62.

9) Vgl. GADEL (1964), S. 66.

3 Modell zur Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden

3.1 Inputdaten des Modells

Um ein formales Modell für die Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden aufzustellen, muss zunächst festgelegt werden, welche Ähnlichkeitsmerkmale zwischen den betroffenen Individuen berücksichtigt werden sollen. Im Allgemeinen liegen in Abhängigkeit von der Branche den Unternehmen unterschiedliche Daten über die Kunden vor, sodass es in einem Modell möglich sein muss, unterschiedliche Ähnlichkeitsmerkmale zu berücksichtigen. Während beispielsweise ein Lebensversicherungsunternehmen für seine Kunden in der Regel über die Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale Alter, Geschlecht (eventuell nicht mehr relevant angesichts jüngster Bestrebungen, Unisex-Tarife zu erzwingen), Größe und Gewicht verfügen dürfte, sind einem Mobilfunkunternehmen Größe und Gewicht seiner Kunden wahrscheinlich nicht bekannt. Ein Maschinenbauunternehmen kann Alter, Größe und Gewicht eines Einkäufers, der bei einem Automobilhersteller angestellt ist, vermutlich nur schätzen.

Die Ausprägungen der quantitativen Ähnlichkeitsmerkmale – wie Alter, Größe und Einkommen – können nahezu alle ohne weiteres in ein formales Modell übernommen werden. Jedoch können Ähnlichkeitsmerkmale eventuell nicht isoliert betrachtet werden. So lässt sich nur anhand des Gewichts zweier Personen keine Aussage über deren körperliche Ähnlichkeit treffen. Stattdessen müsste durch die Bildung eines Quotienten aus Gewicht und Größe auch das letztgenannte Merkmal einbezogen werden. Damit die Ausprägungen auch ordinaler Merkmale – wie beispielsweise des Bildungsstands – in das formale Modell einbezogen werden können, muss eine Beurteilung mithilfe von Ordinalskalen erfolgen, wie sie z.B. aus Evaluationsverfahren vertraut sind.

Des Weiteren ist es möglich, dass den einzelnen Ähnlichkeitsmerkmalen unterschiedlich hohe relative Bedeutungen – jeweils in Bezug auf die anderen Ähnlichkeitsmerkmale – zugeordnet werden. So sind körperliche Merkmale weniger bedeutend, wenn die Kommunikation zwischen Kundenbetreuer und Kunde zum überwiegenden Teil am Telefon abgewickelt wird. Eine Beurteilung dieser unterschiedlich hohen, relativen Bedeutungen der Ähnlichkeitsmerkmale kann z.B. mithilfe des Analytic Hierarchy Process (AHP)¹⁰⁾ erfol-

10) Vgl. SAATY (2001); SAATY/VARGAS (1994); ferner: ZELEWSKI/PETERS (2003).

gen¹¹⁾. Im Rahmen des AHP lässt sich mittels paarweiser Vergleiche die Vorziehungswürdigkeit jeweils eines Ähnlichkeitsmerkmals über ein anderes beurteilen. Beim Standard-AHP wird hierzu auf eine Ordinalskala mit normierten Werten von 1 bis 9 zurückgegriffen. Die Paarvergleichsurteile werden hierzu in eine quadratische Evaluationsmatrix A eingetragen. Wenn beispielsweise ein Ähnlichkeitsmerkmal i als etwas bedeutender als ein Ähnlichkeitsmerkmal j eingestuft wird, kann eine 3 für das Paarvergleichsurteil a_{ij} in die Evaluationsmatrix A eingetragen werden, während der reziproke Wert $\frac{1}{3}$ für das Paarvergleichsurteil a_{ji} eingetragen wird. Die Bedeutungsgewichte w_i können durch die Berechnung des normalisierten Eigenvektors der Matrix A bestimmt werden¹²⁾.

3.2 Darstellung des Goal-Programming-Modells

Das Konzept des Goal Programmings geht auf CHARNES/COOPER zurück¹³⁾. Einen Überblick zum State-of-the-art des Goal Programmings bieten TAMIZ/JONES/ROMERO¹⁴⁾. In der einschlägigen Fachliteratur finden sich zahlreiche betriebswirtschaftliche Anwendungen von Goal Programming¹⁵⁾, wie beispielsweise Projektauswahl¹⁶⁾, Standortwahl¹⁷⁾, Project Scheduling mit begrenzten Ressourcen¹⁸⁾, Scheduling von Energieerzeugung und Energievertrieb¹⁹⁾, Personaleinsatzplanung im Gesundheitsbereich²⁰⁾, Wiederanlaufplanung nach eingetretenen Betriebsstörungen²¹⁾, Planung optimaler Aktienportfolios²²⁾, Prämienplanung

11) Allerdings gibt es auch innerhalb des Konzepts des Goal Programmings Ansätze, mit denen sich die relativen Bedeutungen der Ähnlichkeitsmerkmale als Zielgewichte ermitteln lassen. Vgl. zu solchen Varianten des Goal Programmings, die sich dem speziellen Problem der Bestimmung von Zielgewichten widmen, z.B. MOY/LAM/CHOO (1997), S. 278 ff. (dort wird Goal Programming explizit als konzeptionelle Alternative zum AHP vorgestellt; vgl. S. 277 f. u. 286 f.). Jedoch ist zu beachten, dass diese Goal-Programming-Ansätze zur Ermittlung von Zielgewichten jeweils *Verhältnisskalen* voraussetzen; vgl. MOY/LAM/CHOO (1997), S. 278. Dagegen kommt der AHP mit *Ordinalskalen* aus (zumindest „im Prinzip“, wenn von der weit verbreiteten, aber messtheoretisch problematischen „9er-Skala“ für Paarvergleichsurteile abgesehen wird). Wegen diesen geringeren Anforderungen an das Skalenniveau bevorzugen die Verfasser grundsätzlich den AHP, um die relativen Bedeutungen von Ähnlichkeitsmerkmalen zu bestimmen.

12) Nähere Ausführungen zu diesen berechnungstechnischen Aspekten des AHP finden sich z.B. in SAATY/VARGAS (1994), S. 8; PETERS/ZELEWSKI (2003), S. 26 ff.

13) Vgl. CHARNES/COOPER (1961), S. 215.

14) Vgl. TAMIZ/JONES/ROMERO (1998).

15) Vgl. zu unterschiedlichen Anwendungen von Goal-Programming-Modellen: KWAK/LEE (1997), S. 131; SCHNIEDERJANS (1995), S. 73 ff.

16) Vgl. MUKHERJEE/BERA (1995).

17) Vgl. HOFFMAN/SCHNIEDERJANS (1994), S. 84 ff. u. 95 f.; SCHNIEDERJANS/KWAK/HELMER (1982).

18) Vgl. MOHANTY/SIDDIQ (1989).

19) Vgl. CENTENO/VITORIANO/CAMPOS (2003).

20) Vgl. AZAIEZ/AL SHARIF (2005); BLAKE/CARTER (2002); FERLAND/BERRADA/NABLI (2001); KWAK/LEE (1997); OZKARAHAN (2000).

21) Vgl. GOLANY/XIA/YANG (2002), S. 116 ff.

22) Vgl. SUN/YAN (2003).

in der Versicherungswirtschaft²³⁾ sowie Management von natürlichen Ressourcen (z.B. in Land-, Fisch-, Forst- und Wasserwirtschaft)²⁴⁾.

Das Ziel der Anwendung von Goal Programming ist es, die Abweichungen zwischen tatsächlich realisierten Merkmalsausprägungen (Istwerten) und intendierten Merkmalsausprägungen (Zielwerten) zu minimieren. So genannte Abweichungsvariablen geben das Ausmaß an, in dem die Istwerte, die aus einer Lösung eines Goal-Programming-Modells resultieren, von den entsprechenden Zielwerten jeweils abweichen.

Goal Programming ermöglicht einem Entscheider, sowohl einseitig als auch zweiseitig angestrebte Ziele zu berücksichtigen²⁵⁾. Einseitige Ziele entsprechen aus entscheidungstheoretischer Sicht der Klasse der Satisfizierungsziele. Bei einseitigen Zielen lassen sich untere einseitige Ziele („lower one-sided goals“) und obere einseitige Ziele („upper one-sided goals“) unterscheiden²⁶⁾. Bei einem unteren einseitigen Ziel soll eine Merkmalsausprägung (Zielwert) erreicht oder überschritten werden, während bei einem oberen einseitigen Ziel eine Merkmalsausprägung erreicht oder unterschritten werden soll. Zweiseitige Ziele stellen aus entscheidungstheoretischer Sicht Fixpunktziele dar. Bei einem zweiseitigen Ziel („two-sided goal“) soll eine bestimmte Merkmalsausprägung genau getroffen werden. Wenn ein oberes (unteres) einseitiges Ziel berücksichtigt wird, enthält die Zielfunktion eine nicht negative untere (obere) Abweichungsvariable. Sie gibt das Ausmaß an, in dem ein Zielwert verfehlt wird. Wenn ein zweiseitiges Ziel berücksichtigt wird, enthält die Zielfunktion sowohl eine obere als auch eine untere Abweichungsvariable. Des Weiteren kann die Zielfunktion um relative Bedeutungen der Merkmale (Ziele) erweitert werden.

In Abbildung 1 werden sämtliche Variablen aufgeführt, die im vorliegenden Goal-Programming-Modell Berücksichtigung finden.

23) Vgl. HERAS/VILAR/GIL (2002), S. 73 ff.

24) Vgl. BERTOMEU/ROMERO (2002); MARDLE/PASCOE/TAMIZ (2000), S. 326 ff.; NAYAK/PANDA (2001), S. 393 ff.

25) Vgl. HILLIER/LIEBERMAN (2001), S. 332.

26) Vgl. HILLIER/LIEBERMAN (2001), S. 332 f.

I	Anzahl der Ähnlichkeitsmerkmale $i=1, \dots, I$ mit $I \in \mathbb{N}_+$
J	Anzahl der Kunden $j=1, \dots, J$ mit $J \in \mathbb{N}_+$
N	Anzahl der Kundenbetreuer $n = 1, \dots, N$ mit $N \in \mathbb{N}_+$
d_{ij}^-	untere Abweichungsvariable für die Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für den Kunden j
d_{ij}^+	obere Abweichungsvariable für die Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für den Kunden j
x_{jn}	Entscheidungsvariable mit folgender Interpretation: $x_{jn} = 1$: dem Kunden j wird der Kundenbetreuer n zugewiesen. $x_{jn} = 0$: dem Kunden j wird der Kundenbetreuer n <u>nicht</u> zugewiesen.
a_{in}	faktische Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für Kundenbetreuer n (Istwert) mit $a_{in} \in \mathbb{R}$ und $a_{in} \geq 0$ für alle Ähnlichkeitsmerkmale i und Kundenbetreuer n
a_{ijn}^N	normierte faktische Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für Kundenbetreuer n ²⁷⁾
g_{ij}	gewünschte Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für Kunde j (Zielwert) mit $g_{ij} \in \mathbb{R}$ und $g_{ij} \geq 0$ für alle Ähnlichkeitsmerkmale i und Kunden j ²⁸⁾
g_{ij}^N	normierte gewünschte Ausprägung des Ähnlichkeitsmerkmals i für Kunde j
w_i	relative Bedeutung eines Ähnlichkeitsmerkmals i im Vergleich zu allen übrigen Ähnlichkeitsmerkmalen mit $w_i \in \mathbb{R}$ und $0 \leq w_i \leq 1$ für alle Ähnlichkeitsmerkmale i ²⁹⁾

Abbildung 1: Darstellung der verwendeten Variablen

Das Goal-Programming-Modell in Abbildung 2 findet jene Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden, die am ehesten gewährleistet, dass sich Kundenbetreuer und Kunde im Hinblick auf die berücksichtigten Ähnlichkeitsmerkmale möglichst ähnlich sind. Die Zielfunktion enthält sowohl obere d_{ij}^+ als auch untere d_{ij}^- Abweichungsvariablen für die Abweichungen der Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale von Kundenbetreuer und Kunde. Diese Konstruktion der Zielfunktion liegt darin begründet, dass den Kunden jeweils ein Kundenbetreuer zugeordnet werden soll, dessen Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen so

27) Die Normierung der Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen für die Kundenbetreuer auf nicht-negative (reellzahlige) Werte erfolgt lediglich, um das später vorgestellte Goal-Programming-Modell formal-sprachlich einfacher handhaben zu können. Eine Beschränkung der Allgemeingültigkeit erfolgt hierdurch nicht. Beispielsweise lassen sich negative Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen durch Multiplikation mit dem Faktor „-1“ so multiplizieren, dass sie die o.a. Bedingung erfüllen, ohne dass hierdurch die optimalen Modelllösungen verändert werden.

28) Die Normierung der Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen für die Kunden erfolgt analog zur Normierung für die Kundenbetreuer.

29) Die Normierung der relativen Bedeutungen auf das Intervall $[0;1]$ dient lediglich dem Zweck der Modelltransparenz. Sie wirkt sich nicht auf die optimalen Modelllösungen.

wenig wie möglich von denen des Kunden abweichen sollen. Die Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale der Kunden besitzen daher die Qualität von *Zielwerten*. Von diesen Zielwerten sollen auf der Seite der Kundenbetreuer die jeweils entsprechenden Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen als *Istwerte* möglichst wenig – weder „nach unten“ noch „nach oben“ – abweichen. Darüber hinaus enthält die Zielfunktion Bedeutungsgewichte w_i für die relativen Bedeutungen der Ähnlichkeitsmerkmale, die z.B. mithilfe des AHP ermittelt werden können.

Durch die Minimierung der Zielfunktion wird jene Lösung des Modells gefunden, für welche die (mit den Bedeutungsgewichten w_i) gewichtete Summe aller Abweichungen der Ähnlichkeitsmerkmalsausprägungen des Kundenbetreuers von denen des Kunden minimal ist. Die Anwendung des Goal-Programming-Modells muss keineswegs eindeutig sein, sondern kann auch zu mehreren gleichwertigen, jeweils „optimalen“ Lösungen führen. Aus diesen optimalen Lösungen kann eine beliebige ausgewählt werden, z.B. mittels eines Zufallsverfahrens oder mittels des Verfahrens lexikografischer Anordnung (sofern die Lösungen durch einen eindeutig identifizierenden Index geordnet sind).

Zielfunktion:

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J w_i * (d_{ij}^+ + d_{ij}^-)$$

unter den Restriktionen:

$$[1] \quad \sum_{n=1}^N a_{in} * x_{jn} + d_{ij}^- - d_{ij}^+ = g_{ij} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[2] \quad \sum_{n=1}^N x_{jn} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[3] \quad GA\left(\frac{J}{N}\right) - 1 \leq \sum_{j=1}^J x_{jn} \leq GA\left(\frac{J}{N}\right) \quad \forall n = 1, \dots, N \quad \text{mit}$$

$$\frac{J}{N} \in \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \frac{J}{N}$$

$$\frac{J}{N} \notin \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \left\lceil \frac{J}{N} \right\rceil + 1$$

$$[4] \quad d_{ij}^+, d_{ij}^- \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[5] \quad x_{jn} \in \{0; 1\} \quad \forall j = 1, \dots, J \quad \forall n = 1, \dots, N$$

Abbildung 2: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden

Im Goal-Programming-Modell der Abbildung 2 wird davon ausgegangen, dass mehr Kunden zu betreuen sind (Kundenanzahl J) als Kundenbetreuer zur Verfügung stehen (Betreueranzahl N), d.h. $J > N$. Andernfalls könnte darüber diskutiert werden, ob die Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden überhaupt ein betriebswirtschaftliches Problem darstellt. Einerseits liegt insofern kein Problem vor, als bei $J \leq N$ jedem Kunden mindestens ein Kundenbetreuer zugeordnet werden könnte, sodass hinsichtlich der Kundenbetreuer keine optimierungsrelevante „Knappheit“ (quantitativer Art) vorliegen würde. Andererseits ließe sich einwenden, dass trotz $J \leq N$ unter Umständen doch ein Knappheitsproblem (qualitativer Art) existieren kann. Dieser Fall tritt ein, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind. Erstens kann mindestens ein Kundenbetreuer aufgrund des hohen Übereinstimmungsmaßes

zwischen seinen eigenen Ausprägungen und den von Kunden gewünschten Ausprägungen der zuordnungsrelevanten Ähnlichkeitsmerkmale einer größeren Anzahl von Kunden zugeordnet werden als andere Kundenbetreuer. Zweitens verhindert jedoch eine Gleichverteilungsrestriktion der Art, die in Kürze für das Goal-Programming-Modell der Abbildung 2 erläutert wird, dass einzelne Kundenbetreuer durch eine hohe Kundenzahl „überlastet“, andere Kundenbetreuer durch eine entsprechend niedrige Kundenzahl (bis zur Kundenzahl Null) hingegen „unterlastet“ werden. In einem solchen Fall tritt trotz quantitativ ausreichender Verfügbarkeit von Kundenbetreuern (d.h. trotz $J \leq N$) ein Konflikt zwischen dem qualitativen Ziel, Kundenbetreuer und Kunden mit möglichst wenig voneinander abweichenden Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen einander zuzuordnen, und einer Gleichverteilungsrestriktion für die Kundenbetreuer ein. Die Auflösung dieses Konflikts lässt sich ebenso als ein ökonomisches Optimierungsproblem auffassen, in dem zwar nicht die Anzahl, wohl aber die Qualität der Kundenbetreuer – gemessen im Hinblick auf die kundenseitig gewünschten Merkmalsausprägungen – ein knappes Gut darstellt, dessen Allokation zu Kunden optimal zu planen ist. Da in diesem Arbeitsbericht von vornherein $J > N$ vorausgesetzt wird, brauchen jedoch Diskussionen der voranstehend skizzierten Art nicht vertieft zu werden.

Als Ziel wird im Goal-Programming-Modell der Abbildung 2 verfolgt, das Ausmaß der Ähnlichkeit zwischen den Kunden und ihren Kundenbetreuern so groß ausfallen zu lassen, wie es unter den obwaltenden Umständen – d.h. nach Maßgabe der vorgegebenen Ähnlichkeitsmerkmale – möglich ist. Die Maximierung des Ähnlichkeitsausmaßes erfolgt kundenorientiert und somit „asymmetrisch“, indem die aus Kundensicht gewünschten Merkmalsausprägungen g_{ij} als Zielwerte vorgegeben werden. An diese Vorgabe erfolgt eine optimale Anpassung auf Unternehmensseite derart, dass Kundenbetreuer mit ihren Merkmalsausprägungen a_{in} als Istwerten den Kunden so zugeordnet werden, dass das Ausmaß der Ähnlichkeit zwischen Kunden und ihren Kundenbetreuen insgesamt bestmöglich ausfällt. Dieses Ziel wird erreicht, indem die oberen (d_{ij}^+) und unteren (d_{ij}^-) Abweichungen der Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale i von den gewünschten Ausprägungen g_{ij} dieser Merkmale i für die Kunden j über alle Ähnlichkeitsmerkmale i und alle Kunden j minimiert werden. Hinzu kommen mehrere Restriktionen, die den Handlungsspielraum für die optimalen Zuordnungen teils aus formalen Gründen (Integritätsbedingungen), teils aber auch aus zusätzlichen materiellen Anforderungen an eine „zulässige“ Problemlösung einschränken.

Durch die Restriktion [1] wird im Zusammenspiel mit der Nichtnegativitätsrestriktion [4] sichergestellt, dass die oberen (d_{ij}^+) und unteren (d_{ij}^-) Abweichungsvariablen genau wie-

dergeben, wie weit die faktischen Ausprägungen a_{in} des Ähnlichkeitsmerkmals i für alle Kundenbetreuer n , die einem Kunden j zugeordnet sind, von der gewünschten Ausprägung g_{ij} dieses Ähnlichkeitsmerkmals i für den Kunden j abweichen. Restriktion [2] gewährleistet, dass jedem Kunden j genau ein Kundenbetreuer n zugewiesen wird (im Sinne des „one stop shopping“).

Restriktion [3] sorgt für eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Kunden auf Kundenbetreuer, sodass jeder Kundenbetreuer eine in etwa gleich hohe Zahl an Kunden betreut. Dies entspricht sowohl dem Interesse der Kunden, durch Mitarbeiter ohne extreme „Überlast“ betreut zu werden, als auch dem Interesse der Kundenbetreuer an einer in etwa „fairen“ Lastverteilung. Dabei wird in diesem Modell unterstellt, dass für die Kundenbetreuer keine (monetären) Anreize bestehen, eine möglichst große „Kunden(über)last“ auf sich zu ziehen, um ihr persönliches Einkommen zu maximieren. Andernfalls müsste das Modell entsprechend modifiziert werden, beispielsweise um wesentlich komplexere Modellvarianten aus dem Bereich der Prinzipal-Agenten-Theorie. Sofern der Quotient aus J Kunden und N Kundenbetreuern ein Element der Menge \mathbb{N} der natürlichen Zahlen ist, gibt die Funktion GA den Wert dieses Quotienten an. Wenn dieser Quotient hingegen kein Element der Menge der natürlichen Zahlen ist, gibt die Funktion GA mit „[...]“ als Notation für die Gaußfunktion einen Wert an, der die nächst höhere natürliche Zahl als dieser Quotient darstellt. Diese Erhöhung ist erforderlich, um eine vollständige Zuordnung aller Kunden zu Kundenbetreuern sicherzustellen. Restriktion [3] stellt somit eine „Markträumung“ zwischen Kunden als Nachfragern und Kundenbetreuern als Anbietern von Betreuungsleistungen sicher, die einerseits keinen Kunden unbetreut lässt und andererseits die Auslastung der Kundenbetreuer mit Kunden so nahe an eine Gleichverteilung annähert, wie dies angesichts des Verhältnisses zwischen Kunden- und Kundenbetreueranzahlen möglich ist³⁰). Aufgrund dieser „markträumenden“ Qualität handelt es sich bei der Restriktion [3] um eine typische *materielle* Anforderung an die „Zulässigkeit“ von Lösungen des Zuordnungsmodells, die keineswegs „logisch zwingend“ ist, sondern eine Präferenz der Entscheidungsträger für akzeptable Problemlösungen wiedergibt.

Die Nichtnegativitätsrestriktion [4] stellt sicher, dass die unteren und oberen Abweichungsvariablen keinen negativen Wert annehmen, und verhindert somit inkonsistente Modelllösungen. Die Entscheidungsvariablen x_{jn} werden in Restriktion [5] als Binärvari-

30) Falls der Quotient aus den Kunden- und Kundenbetreueranzahlen nicht ganzzahlig ist, stellt die Restriktion [3] sicher, dass sie die Anzahlen der Kunden, die verschiedenen Kundenbetreuern zugeordnet sind, um höchstens den Wert „1“ voneinander unterscheiden können. Für den Fall, dass der Quotient aus den Kunden- und Kundenbetreueranzahlen eine natürliche Zahl darstellt, erzwingt die Restriktion [3] eine Zuordnung von gleich großen Kundenanzahlen zu allen Kundenbetreuern.

ablen definiert. Eine Entscheidungsvariable x_{jn} repräsentiert den Sachverhalt, dass dem Kundenbetreuer j der Kunde n entweder zugeordnet wird ($x_{jn} = 1$) oder nicht ($x_{jn} = 0$).

Das Goal-Programming-Modell aus der Abbildung 2 vermag noch nicht vollauf zufrieden zu stellen. Denn es besteht die Gefahr, dass es aufgrund unterschiedlicher Größenordnungen für die Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale zu Ergebnisverzerrungen kommt, wenn unterschiedlich skalierte Ähnlichkeitsmerkmale berücksichtigt werden³¹⁾. Beispielsweise können sich Körpergrößenabweichungen in der Größenordnung von bis zu ca. 30 [cm] bewegen, während bei einer Bewertung des Bildungsstands auf einer Ordinalskala von 1 (niedrig) bis 5 (hoch) die Abweichung maximal 4 betragen kann. Ohne eine Normierung beider Skalen bestünde daher die Gefahr, dass sich Abweichungen der Körpergröße in der Zielfunktion etwa 7,5 mal so stark wie Abweichungen des Bildungsstands auswirken. Es käme somit zu einer impliziten und ungewollten Gewichtung von Abweichungsarten aufgrund von Skaleneffekten, die nichts mit der expliziten Gewichtung durch die relativen Bedeutungen w_i für die Abweichungsarten gemeinsam hat. Um derartige Ergebnisverzerrungen zu vermeiden, erfolgt in den Restriktionen [6] und [7] eine Normierung der Ausprägungen der Ähnlichkeitsmerkmale³²⁾. Entsprechend werden in der Restriktion [1] die normierten Merkmalsausprägungen verwendet. Diese Normierung stellt sicher, dass alle Abweichungsarten auf derselben Größenskala gemessen werden. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass für jedes Ähnlichkeitsmerkmal i der normierte Istwert a_{ijn}^N für einen Kundenbetreuer n den Betrag 1 annimmt, wenn er mit dem Zielwert g_{ij} aus der Sicht eines Kunden j für dasselbe Ähnlichkeitsmerkmal übereinstimmt. Der normierte Zielwert g_{ij}^N für jedes Ähnlichkeitsmerkmal i und jeden Kunden j resultiert analog, indem der ursprüngliche Zielwert g_{ij} aus der Sicht eines Kunden j durch sich geteilt wird (und daher notwendig 1 beträgt).

Allerdings kommt erschwerend hinzu, dass sich die Zielwerte g_{ij} für dasselbe Ähnlichkeitsmerkmal i von Kunde zu Kunde unterscheiden können. Daher ist der normierte Istwert a_{ijn}^N für einen Kundenbetreuer n nicht eindeutig bestimmt. Denn bei der Aufstellung des Zuordnungsmodells ist dessen Lösung noch nicht bekannt, sodass nicht feststeht, welchem Kunden j mit welchem Zielwert g_{ij} für das Ähnlichkeitsmerkmal i ein Kundenbetreuer n zugeordnet wird. Daher müssen in Bezug auf unterschiedliche Kunden j auch unterschiedliche normierte Istwerte a_{ijn}^N für denselben Kundenbetreuer n verwendet werden.

Unter Berücksichtigung dieser Normierungen geht aus dem Goal-Programming-Modell der Abbildung 2 ein modifiziertes Modell hervor, das in der nachfolgenden Abbildung mit

31) Vgl. zur Illustration dieser Problematik anhand eines Beispiels: SCHNIEDERJANS (1995), S. 38 f.

32) Vgl. hierzu SCHNIEDERJANS (1995), S. 38 f.

normierten Zielwerten g_{ij}^N und ebenso normierten Istwerten a_{ijn}^N für alle zuordnungsrelevanten Ähnlichkeitsmerkmale i dargestellt ist.

Zielfunktion:

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J w_i * (d_{ij}^+ + d_{ij}^-)$$

unter den Restriktionen:

$$[1] \quad \sum_{n=1}^N a_{ijn}^N * x_{jn} + d_{ij}^- - d_{ij}^+ = g_{ij}^N \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[2] \quad \sum_{n=1}^N x_{jn} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[3] \quad GA\left(\frac{J}{N}\right) - 1 \leq \sum_{j=1}^J x_{jn} \leq GA\left(\frac{J}{N}\right) \quad \forall n = 1, \dots, N \quad \text{mit}$$

$$\frac{J}{N} \in \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \frac{J}{N}$$

$$\frac{J}{N} \notin \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \left\lceil \frac{J}{N} \right\rceil + 1$$

$$[4] \quad d_{ij}^+, d_{ij}^- \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[5] \quad x_{jn} \in \{0; 1\} \quad \forall j = 1, \dots, J \quad \forall n = 1, \dots, N$$

$$[6] \quad a_{ijn}^N = \frac{a_{in}}{g_{ij}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad \forall n = 1, \dots, N$$

$$[7] \quad g_{ij}^N = \frac{g_{ij}}{g_{ij}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

Abbildung 3: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden mit normierten Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen (1. Variante)

Im voranstehenden Goal-Programming-Modell nehmen die normierten Zielwerte g_{ij}^N per constructionem immer den Wert 1 an. Daher lässt sich dieses Goal-Programming-Modell

in eine 2. Variante äquivalent transformieren, in der die normierten Zielwerte g_{ij}^N explizit nicht mehr enthalten sind. Die Restriktion [7] entfällt durch diese Transformation, weil mit ihrer Hilfe in der Restriktion [1] die normierten Zielwerte g_{ij}^N jeweils durch den Wert 1 substituiert werden. Das Resultat dieser Transformation gibt die nachstehende Abbildung 4 wieder.

Zielfunktion:

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J w_i * (d_{ij}^+ + d_{ij}^-)$$

unter den Restriktionen:

$$[1] \quad \sum_{n=1}^N a_{ijn}^N * x_{jn} + d_{ij}^- - d_{ij}^+ = 1 \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[2] \quad \sum_{n=1}^N x_{jn} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[3] \quad GA\left(\frac{J}{N}\right) - 1 \leq \sum_{j=1}^J x_{jn} \leq GA\left(\frac{J}{N}\right) \quad \forall n = 1, \dots, N \quad \text{mit}$$

$$\frac{J}{N} \in \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \frac{J}{N}$$

$$\frac{J}{N} \notin \mathbb{N} \rightarrow GA\left(\frac{J}{N}\right) = \left\lceil \frac{J}{N} \right\rceil + 1$$

$$[4] \quad d_{ij}^+, d_{ij}^- \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J$$

$$[5] \quad x_{jn} \in \{0; 1\} \quad \forall j = 1, \dots, J \quad \forall n = 1, \dots, N$$

$$[6] \quad a_{ijn}^N = \frac{a_{in}}{g_{ij}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad \forall n = 1, \dots, N$$

Abbildung 4: Goal-Programming-Modell für die ähnlichkeitsbasierte Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden mit normierten Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen (2. Variante)

Da es sich bei den beiden Modellvarianten der Abbildungen 3 und 4 um äquivalente Darstellungen derselben Modellstruktur handelt, erweisen sie sich in sachlicher Hinsicht als gleichwertig. Der Modelldesigner kann nach Maßgabe seiner subjektiven, „modellierungs-ästhetischen“ Präferenzen auswählen, welche Alternative er bevorzugt: Entweder gibt er einer umfangreicheren Modellierung gemäß Abbildung 3 den Vorzug, in der die Ist- und Zielwerte der Merkmalsausprägungen jeweils *explizit* und *symmetrisch* erfasst werden. Oder er entscheidet sich zugunsten einer *kompakteren* Modellierungsweise gemäß Abbildung 4, in der die Ist- und Zielwerte *asymmetrisch* behandelt werden, weil nur noch die Istwerte explizit dargestellt werden, während die Zielwerte in Konstanten mit dem Wert „1“ jeweils implizit enthalten sind.

4 Möglichkeiten und Grenzen des Modells

Das vorgestellte Modell ermöglicht eine Zuordnung von Kundenbetreuern zu Kunden anhand von Ähnlichkeitsmerkmalen. Dadurch lassen sich Kunden zum Wissenstransfer und zum Kauf motivieren. Zur Anwendung des Modells in der betrieblichen Praxis kann auf die Solver-Komponente im Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel zurückgegriffen werden³³⁾. Da diese Solver-Komponente nur maximal 200 binäre Entscheidungsvariablen verarbeiten kann³⁴⁾, muss bei einer großen Anzahl an zu berücksichtigenden Kundenbetreuern, Kunden und Ähnlichkeitsmerkmalen auf eine professionelle Software zur Lösung von Optimierungsproblemen – wie beispielsweise LINGO³⁵⁾ oder CPLEX³⁶⁾ – zurückgegriffen werden.

Die Anwendung des Modells, das in diesem Arbeitsbericht skizziert wurde, mag in praxi durch unvollständige Inputdaten erschwert werden. Beispielsweise können bei einzelnen Kunden die von ihnen gewünschten Ausprägungen von Ähnlichkeitsmerkmalen unbekannt sein. Einer solchen Informationsunvollständigkeit lässt sich durch das hier skizzierte Modell grundsätzlich nicht begegnen. In der betrieblichen Praxis tritt jedoch häufiger das Problem auf, dass benötigte Inputdaten zwar nicht vollkommen unbekannt sind, jedoch unter erheblichen Informationsunschärfen leiden. Für diesen Fall unscharfer Informationen liegen bereits fortentwickelte Goal-Programming-Modelle vor, die unter Einbeziehung des Konzepts unscharfer Mengen („fuzzy sets“) ein so genanntes Fuzzy Goal Programming erlauben³⁷⁾.

33) Vgl. MICROSOFT (2003).

34) Vgl. MICROSOFT (2003).

35) Vgl. LINDO (2003).

36) Vgl. ILOG (2004).

37) Vgl. MARTEL/AOUNI (1998), S. 129 ff.; PAL/MOITRA (2003), S. 481 ff.

Zudem kann ein Kritikpunkt darin bestehen, dass eine Zuordnung zwischen Kundenbetreuern und Kunden bei großen Vertriebsorganisationen teilweise nicht erforderlich ist. Zum Beispiel besteht bei einem Vertrieb von Standard-Versicherungsprodukten über selbstständige Makler keine Notwendigkeit für eine solche modellgestützte Zuordnung, weil sie „spontan“ über den Markt erfolgt, indem Kunden von alleine denjenigen Kundenbetreuer auswählen, der ihren eigenen Präferenzen am besten zu entsprechen erscheint. Trotz dieser – berechtigten – Vorbehalte erscheint das hier skizzierte Entscheidungsmodell für vielfältige Anwendungsszenarien geeignet, in denen ein Unternehmen den Einsatz seiner Kundenbetreuer, einschließlich ihrer Zuordnung zu Kunden, aktiv plant. Dies betrifft beispielsweise die Betreuung von Schlüsselkunden im Versicherungsgewerbe sowie die Kundenbetreuung im Private Banking mit hochvermögender Klientel. In den vorgenannten Fällen verbleibt allerdings die Aufgabe, das hier präsentierte „generische“ Zuordnungsmodell an den jeweils vorliegenden Anwendungsfall „situativ“ anzupassen und entsprechend zu verfeinern.

Literaturverzeichnis

AZAIIEZ/AL SHARIF (2005)

Azaiez, M. N.; Al Sharif, S. S.: A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. In: Computers & Operations Research, Vol. 32 (2005), No. 3, S. 491-507.

BERTOMEU/ROMERO (2002)

Bertomeu, M.; Romero, C.: Forest management optimisation model and habitat diversity: a goal programming model. In: Journal of the Operational Research Society, Vol. 53 (2002), No. 11, S. 1175-1184.

BLAKE/CARTER (2002)

Blake, J. T.; Carter, M. W.: A goal programming approach to strategic resource allocation in acute care hospitals. In: European Journal of Operational Research, Vol. 140 (2002), No. 3, S. 541-561.

CENTENO/VITORIANO/CAMPOS (2003)

Centeno, E.; Vitoriano, B.; Campos, A.; Muñoz, A.; Villar, J.; Sanchez-Ubeda, E. F.: A Goal Programming Model for Rescheduling of Generation Power in Deregulated Markets. In: Annals of Operations Research, Vol. 120 (2003), No. 1, S. 45-57.

CHARNES/COOPER (1961)

Charnes, A.; Cooper, W. W.: Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, Volume I. New York – London – Sydney 1961.

COHEN/LEVINTHAL (1990)

Cohen, W. M.; Levinthal, D. A.: Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. In: Administrative Science Quarterly, Vol. 35 (1990), No. 1, S. 128-152.

DARR/KURTZBERG (2000)

Darr, E. D.; Kurtzberg, T. R.: An Investigation of Partner Similarity Dimensions on Knowledge Transfer. In: Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 82 (2000), No. 1, S. 28-44.

DAVENPORT/PRUSAK (1998)

Davenport, T. H.; Prusak, L.: Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß ... – Das Praxishandbuch zum Wissensmanagement. Landsberg am Lech 1998.

DAVIS/SILK (1972)

Davis, H. L.; Silk, A. J.: Interaction and Influence Process in Personal Selling. In: Sloan Management Review, Vol. 13 (1972), No. 2, S. 59-76.

FERLAND/BERRADA/NABLI (2001)

Ferland, J. A.; Berrada, I.; Nabli, I.; Ahiod, B.; Michelon, P.; Gascon, V.; Gagne, E.: Generalized Assignment Type Goal Programming Problem: Application to Nurse Scheduling. In: Journal of Heuristics, Vol. 7 (2001), No. 4, S. 391-413.

GADEL (1964)

Gadel, M. S.: Concentration by Salesman on Congenial Prospects. In: Journal of Marketing, Vol. 28 (1964), No. 2, S. 64-66.

GOLANY/XIA/YANG (2002)

Golany, B.; Xia, Y.; Yang, J.; Yu, G.: An Interactive Goal Programming Procedure for Operational Recovery Problems. In: Optimization and Engineering, Vol. 3 (2002), No. 2, S. 109-127.

HERAS/VILAR/GIL (2002)

Heras, A.; Vilar, J. L.; Gil, J. A.: Asymptotic Fairness of Bonus-Malus Systems and Optimal Scales of Premiums. In: The Geneva Papers on Risk and Insurance Theory, Vol. 27 (2002), No. 1, S. 61-82.

HILLIER/LIEBERMAN (2001)

Hillier, F. S.; Lieberman, G. J.: Introduction to Operations Research. 7. Aufl., Boston – Burr Ridge – Dubuque et al. 2001.

HOFFMAN/SCHNIEDERJANS (1994)

Hoffman, J. J.; Schniederjans, M. J.: A Two-stage Model for Structuring Global Facility Site Selection Decisions. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 14 (1994), No. 4, S. 79-96.

ILOG (2004)

ILOG SA: CPLEX 9.0. Gentilly 2004. [Im Internet unter der URL: <http://www.ilog.com/products/cplex/>, Stand: 10.07.2004.]

KWAK/LEE (1997)

Kwak, N. K.; Lee, C.: A Linear Goal Programming Model for Human Resource Allocation in a Health-Care Organization. In: Journal of Medical Systems, Vol. 21 (1997), No. 3, S. 129-140.

LINDO (2003)

Lindo Systems Inc.: Lingo 8.0. Chicago 2003. [Im Internet unter der URL: <http://www.lindo.com>, Stand: 10.07.2004.]

MARDLE/PASCOE/TAMIZ (2000)

Mardle, S.; Pascoe, S.; Tamiz, M.; Jones, D.: Resource allocation in the North Sea demersal fisheries: A goal programming approach. In: Annals of Operations Research, Vol. 94 (2000), No. 1, S. 321-342.

MARTEL/AOUNI (1998)

Martel, J.-M.; Aouni, B.: Diverse Imprecise Goal Programming Model Formulations. In: Journal of Global Optimization, Vol. 12 (1998), No. 2, S. 127-138.

MICROSOFT (2003)

Microsoft Corporation: Microsoft Excel 2003. o.O. 2003. [Im Internet unter der URL: <http://www.microsoft.com/germany/office/default.msp>, Stand: 10.07.2004.]

MOHANTY/SIDDIQ (1989)

Mohanty, R. P.; Siddiq, M. K.: Multiple projects – multiple resources – constrained scheduling: some studies. In: International Journal of Production Research, Vol. 27 (1989), No. 2, S. 261-280.

MOY/LAM/CHOO (1997)

Moy, J. W.; Lam, K. F.; Choo, E. U.: Deriving the partial values in MCDM by goal programming. In: Annals of Operations Research, Vol. 74 (1997), S. 277-288.

MUKHERJEE/BERA (1995)

Mukherjee, K.; Bera, A.: Application of goal programming in project selection decision – A case study from the Indian Coal mining industry. In: European Journal of Operational Research, Vol. 82 (1995), No. 1, S. 18-25.

NAYAK/PANDA (2001)

Nayak, R. C.; Panda, R. K.: Integrated Management of a Canal Command in a River Delta using Multi-Objective Techniques. In: Water Resources Management, Vol. 15 (2001), No. 6, S. 383-401.

OZKARAHAN (2000)

Ozkarahan, I.: Allocation of Surgeries to Operating Rooms by Goal Programming. In: Journal of Medical Systems, Vol. 24 (2000), No. 6, S. 339-378.

PAL/MOITRA (2003)

Pal, B. B.; Moitra, B. N.: A goal programming procedure for solving problems with multiple fuzzy goals using dynamic programming. In: European Journal of Operational Research, Vol. 144 (2003), No. 3, S. 480-491.

PETERS/ZELEWSKI (2003)

Peters, M. L.; Zelewski, S.: Fallstudie zur Lösung eines Standortplanungsproblems mit Hilfe des Analytical Hierarchy Process (AHP). Arbeitsbericht Nr. 19, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Essen 2003.

SAATY (2001)

Saaty, T. L.: Decision Making for Leaders – The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World. Pittsburgh, 3. Auflage, 4. Druck, 2001.

SAATY/VARGAS (1994)

Saaty, T. L.; Vargas, L. G.: Decision Making in Economic, Political, Social and Technological Environments with the Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh 1994.

SCHNIEDERJANS (1995)

Schniederjans, M. J.: Goal Programming: Methodology and Applications. Boston – Dordrecht – London 1995.

SCHNIEDERJANS/KWAK/HELMER (1982)

Schniederjans, M. J.; Kwak, N. K.; Helmer, M. C.: An Application of Goal Programming to Resolve a Site Location Problem. In: Interfaces, Vol. 12 (1982), No. 3, S. 65-72.

SUN/YAN (2003)

Sun, Q.; Yan, Y.: Skewness persistence with optimal portfolio selection. In: Journal of Banking & Finance, Vol. 27 (2003), No. 6, S. 1111-1121.

TAMIZ/JONES/ROMERO (1998)

Tamiz, M.; Jones, D.; Romero, C.: Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art. In: European Journal of Operational Research, Vol. 111 (1998), No. 3, S. 569-581.

ZELEWSKI/PETERS (2003)

Zelewski, S.; Peters, M. L.: Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme mit Hilfe des Analytical Hierarchy Process (AHP). In: Das Wirtschaftsstudium, 32. Jg. (2003), Heft 10, S. 1210-1218.

**Institut für Produktion und
Industrielles Informationsmanagement
Universität Duisburg-Essen / Campus Essen**

**Verzeichnis der Arbeitsberichte
(ISSN 1614-0842)**

- Nr. 1: Zelewski, S.: Stickels theoretische Begründung des Produktivitätsparadoxons der Informationstechnik. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 2: Zelewski, S.: Flexibilitätsorientierte Koordinierung von Produktionsprozessen. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 3: Zelewski, S.: Ontologien zur Strukturierung von Domänenwissen. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 4: Siedentopf, J.; Schütte, R.; Zelewski, S.: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 5: Fischer, K.; Zelewski, S.: Ontologiebasierte Koordination von Anpassungsplanungen in Produktions- und Logistiknetzwerken mit Multi-Agenten-Systemen. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 6: Weihermann, A. E.; Wöhlert, K.: Gentechnikakzeptanz und Kommunikationsmaßnahmen in der Lebensmittelindustrie. Universität Essen, Essen 1999.
- Nr. 7: Schütte, R.: Zum Realitätsbezug von Informationsmodellen. Universität Essen, Essen 2000.
- Nr. 8: Zelewski, S.: Erweiterungen eines Losgrößenmodells für betriebliche Entsorgungsprobleme. Universität Essen, Essen 2000.
- Nr. 9: Schütte, R.: Wissen, Zeichen, Information, Daten. Universität Essen, Essen 2000.
- Nr. 10: Hemmert, M.: The Impact of Internationalization and Externalization on the Technology Acquisition Performance of High-Tech Firms. Universität Essen, Essen 2001.
- Nr. 11: Hemmert, M.: Erfolgswirkungen der internationalen Organisation von Technologiegewinnungsaktivitäten. Universität Essen, Essen 2001.
- Nr. 12: Hemmert, M.: Erfolgsfaktoren der Technologiegewinnung von F&E-intensiven Großunternehmen. Universität Essen, Essen 2001.
- Nr. 13: Schütte, R.; Zelewski, S.: Epistemological Problems in Working with Ontologies. Universität Essen, Essen 2001.
- Nr. 14: Peters, M. L.; Zelewski, S.: Analytical Hierarchy Process (AHP). Universität Essen, Essen 2002.
- Nr. 15: Zelewski, S.: Wissensmanagement mit Ontologien. Universität Essen, Essen 2002.

- Nr. 16: Klumpp, M.; Krol, B.; Zug, S.: Management von Kompetenzprofilen im Gesundheitswesen. Universität Essen, Essen 2002.
- Nr. 17: Zelewski, S.: Der „non statement view“ – eine Herausforderung für die (Re-)Konstruktion wirtschaftswissenschaftlicher Theorien –. Universität Essen, Essen 2002.
- Nr. 18: Peters, M. L.; Zelewski, S.: A heuristic algorithm to improve the consistency of judgments in the Analytical Hierarchy Process (AHP). Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2003.
- Nr. 19: Peters, M. L.; Zelewski, S.: Fallstudie zur Lösung eines Standortplanungsproblems mit Hilfe des Analytical Hierarchy Process (AHP). Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2003.
- Nr. 20: Zelewski, S.: Konventionelle versus strukturalistische Produktionstheorie. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2003.
- Nr. 21: Alparslan, A.; Zelewski, S.: Moral Hazard in JIT Production Settings. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2004.
- Nr. 22: Dittmann, L.: Ontology-based Skills Management. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2004.
- Nr. 23: Peters, M. L.; Zelewski, S.: Ein Modell zur Auswahl von Produktionsaufträgen unter Berücksichtigung von Synergien. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2004.
- Nr. 24: Peters, M. L.; Zelewski, S.: Ein Modell zur Zuordnung ähnlicher Kundenbetreuer zu Kunden. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2004.
- Nr. 25: Zelewski, S.: Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken – (vorläufiger) Abschlussbericht zum Verbundprojekt KOWIEN. Universität Duisburg-Essen (Campus Essen), Essen 2004.