

Knolmayer, Gerhard

Working Paper — Digitized Version

Der Vergleich von Planungssystemen durch Computersimulation

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 105

Provided in Cooperation with:

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

Suggested Citation: Knolmayer, Gerhard (1982) : Der Vergleich von Planungssystemen durch Computersimulation, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 105, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/190931>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Nr. 105
DER VERGLEICH VON PLANUNGSSYSTEMEN
DURCH COMPUTERSIMULATION

GERHARD KNOLMAYER

Der Vergleich von Planungssystemen durch Computersimulation*

G. Knolmayer
Institut für Betriebswirtschaftslehre
der Universität Kiel
Olshausenstr. 40 - 60
D 2300 Kiel

Stichworte: Gestaltung von Planungssystemen, Meta-Entscheidungen, Kosten-Nutzen-Analyse, Methodologie, Experimente, Simulation, Dienstleistungsangebot universitärer EDV-Zentren, Rechnernetze.

Zusammenfassung: Nach einer Beschreibung der bei der Gestaltung von Planungssystemen gegebenen Entscheidungssituation werden die wissenschaftlichen Methoden diskutiert, mit denen der Anwender in dieser Meta-Entscheidung unterstützt werden kann. Ein Überblick über die bisherigen Anwendungsgebiete der dafür besonders relevanten Simulation belegt deren Bedeutung für die Entscheidungswissenschaften, zeigt aber auch die mit Design und Auswertung von Simulationen verbundenen Probleme. Aus den beschriebenen Anwendungen und den mit ihnen verfolgten Zielen werden Schlußfolgerungen für das Dienstleistungsangebot universitärer EDV-Zentren gezogen.

Key-words: Design of planning systems, meta-decisions, cost-benefit-analysis, methodology, experiments, simulation, services of university computer centers, computer networks.

Abstract: The description of the decision situation given in the design of planning systems is followed by a discussion of the methods by which the user can be scientifically supported in his meta-decision. A review on the application areas of such simulation studies not only shows their importance but also discusses the corresponding design and analysis problems. From these applications and their aims, consequences are drawn for the services to be offered by university computer centers.

* Überarbeitete Fassung eines Vortrages beim Symposium "Der Computer als Werkzeug sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Forschung", Universität Linz, 26. und 27.11.1981, Wissenschaftliche Leitung: o. Prof. Dr. L.J. Heinrich, Institut für Wirtschaftsinformatik und Organisationsforschung, Universität Linz.

Der Vergleich von Planungssystemen durch Computersimulation

1. Die Gestaltung von Planungssystemen als Entscheidungsproblem

In der Betriebswirtschaftslehre wurde in den vergangenen Jahren die Forderung nach verstärkter Planung immer umfangreicherer Teilbereiche der Unternehmensführung sehr deutlich artikuliert. Ein Planungssystem umfaßt Methoden, Modelle und Daten /88;101/. Da die vorgeschlagenen Planungssysteme vielfach sehr komplex sind, erfordert die praktische Realisierung oft die Unterstützung durch EDV. Bei derartigen computergestützten Planungssystemen sind als weiteres Systemelement die im Bereich der EDV herrschenden Gegebenheiten relevant.

Für viele betriebliche Aufgabenbereiche werden ganz unterschiedliche Formen von Planungssystemen vorgeschlagen. Das Management steht daher vor einer Entscheidung zwischen unterschiedlichen Systemgestaltungen. Solche Entscheidungen, die die Funktionsbereiche nur mittelbar über die Wahl einer zweckmäßigen Steuerung beeinflussen, werden als Meta-Entscheidungen /61;128/ bezeichnet.

Der potentielle Anwender wird mit den Möglichkeiten zur Gestaltung von Planungssystemen in unterschiedlichen Medien oft so konfrontiert, daß überwiegend Vorteile von bestimmten Systemkomponenten beschrieben werden und kritische Vergleiche mit konkurrierenden Gestaltungsmöglichkeiten fehlen. Der Anwender sieht sich umfangreichen, teilweise schwer zugänglichen und/oder unverständlichen Quellen gegenüber, die nur unzureichende Hilfestellung bei der Bewältigung seines Entscheidungsproblems bieten /vgl. 11;66;113;114/. Nicht zuletzt auf diesen Umstand dürften viele Akzeptanzprobleme im Bereich des Operations Research (OR) zurückzuführen sein: Während die im Objektbereich angesiedelten Probleme "optimal" gelöst werden sollen, bleibt das vorgelagerte Meta-Problem der Gestaltung des Planungssystems weitgehend intuitiven Überlegungen überlassen. Dies beeinträchtigt die Diffusion innovativer Planungstechniken.

Zur Überwindung dieser unbefriedigenden Situation wird insbesondere in den letzten Jahren angestrebt, den Anwender auch bei

seiner Meta-Entscheidung auf unterschiedliche Weise zu unterstützen. So werden zunächst typische Klassen von Entscheidungssituationen gebildet, um den jeweiligen Aussagenbereich abgrenzen zu können /38;41;95;110;122/. Sodann lassen sich Übersichten zusammenstellen, die die vorgeschlagenen Lösungsversuche auflisten oder beschreiben /vgl. z.B. 12;47;70;90/ und so die Alternativen von Meta-Entscheidungen deutlich machen sollen. Eine weitere Hilfe bieten Übersichten über Entscheidungskriterien /9;24;27;71;83;96;114/. Derartige Zielkataloge sollen sicherstellen, daß bei der Gestaltung von Planungssystemen keine wichtigen Aspekte vernachlässigt werden. Sie zeigen, daß in der betrachteten Entscheidung in der Regel mehrere Ziele zu berücksichtigen sind, von denen sich einige überdies schwer quantifizieren lassen. Unter diesen Umständen liegt es nahe, die Entscheidung über die Gestaltung von Planungssystemen in den theoretischen Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen einzubetten /1;54;56;64/. Die in den Katalogen angeführten Kriterien können danach unterschieden werden, ob sie kosten- oder nutzenorientiert sind.

Neben Kenntnissen über Entscheidungsklassen, Handlungsalternativen und Ziele benötigt der Anwender für seine Meta-Entscheidung aber auch Informationen über die möglichen Auswirkungen der Alternativen auf die Kriterien /104;113/. Die Beschaffung derartiger Informationen zum Vergleich von Planungssystemen wird im folgenden unter besonderer Berücksichtigung der durch Einsatz von EDV-Anlagen gegebenen Möglichkeiten diskutiert.

2. Die Beschaffung von Informationen über Planungssysteme

2.1. Möglichkeiten der Informationsbeschaffung

Grundsätzlich besteht hinsichtlich einiger Elemente von Planungssystemen die Möglichkeit, mit deduktiven Methoden zu Informationen über die Auswirkungen auf einzelne Kriterien zu gelangen. So wird in der mathematischen Komplexitätstheorie /3;94/ der Rechenaufwand, der mit verschiedenen Algorithmen bei speziellen Problemstellungen verbunden sein kann, verglichen. Dabei werden oft realitätsfremde Annahmen getroffen, um die Probleme analytisch zugänglich zu machen. In Ausnahmefällen können auch Aussa-

gen über Nutzenkomponenten betrieblicher Planungssysteme deduktiv abgeleitet werden. So läßt sich z.B. durch Umformung der zugrundeliegenden Formeln zeigen, daß deterministische mehrperiodige Lagerhaltungsprobleme statt mit dem vordergründig naheliegenden und häufig implementierten Algorithmus der gleitenden wirtschaftlichen Losgröße besser mit der Part-Period-Methode gelöst werden sollten /89/. Die praktische Bedeutung deduktiver Ergebnisse hängt davon ab, ob die abgeleiteten Reihungen mit jenen, die sich im praktischen Einsatz ergeben, übereinstimmen. Dies trifft z.B. für Methoden zur Lösung linearer Programme nicht zu: Obwohl der Algorithmus von Khachian aus Sicht der Komplexitätstheorie besser abschneidet als die Simplex-Methode, geht man auf Grund zahlreicher Untersuchungen nicht davon aus, daß er für praktische Berechnungen ein ernstzunehmender Konkurrent der Simplex-Methode werden könnte /33;36;103/. Charnes et al. /14/ kritisieren "... the inappropriateness and misguided character of 'complexity' as a guide to worthwhile directions of research in computability ...". Zusammenfassend müssen deduktive Untersuchungen komplexer Planungssysteme beim derzeitigen Stand wenig erfolgversprechend erscheinen.

Häufig werden Elemente von Planungssystemen so verglichen, daß Experten auf Grund ihres Sachverstands Vor- und Nachteile bestimmter Gestaltungsformen anführen. Dabei werden die den Beurteilungen zugrundeliegenden Informationen meist nicht vollständig dargestellt. Obwohl diese Aussagen intersubjektiv nicht nachprüfbar sind, werden sie für den Meta-Entscheidungsträger nicht wertlos sein. Die in Expertenurteilen auftretenden subjektiven Einflüsse können durch Gruppenexpertisen reduziert werden. So liegen z.B. für den Absatzbereich mit der Delphi-Methode erarbeitete Modellbewertungen vor /72/.

Neben der deduktiven Methode lassen sich wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse auf empirischem Weg durch Feldforschung oder durch Experimente gewinnen. In der Feldforschung kann man Anwender über die von ihnen eingesetzten Planungssysteme und die dabei gewonnenen Erfahrungen befragen. Derartige Erhebungen und die Aussagefähigkeit ihrer Ergebnisse werden u.a. durch die damit erfolgende "Inventarisierung der Misere" /16/ sowie durch folgende Gesichtspunkte beeinträchtigt:

- a. In welchem Maße besteht bei den befragten Unternehmungen Auskunftsbereitschaft?
- b. Stehen die Gesprächspartner unter Druck, frühere Entscheidungen rechtfertigen zu müssen?
- c. Wie werden sich widersprechende Meinungen der Befragten zu einem "Gruppenurteil" der praktischen Anwender aggregiert?
- d. Benachteiligt die Orientierung an anderen Unternehmungen die Realisierung innovativer Planungsinstrumente?

Diese Gesichtspunkte dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß Referenzen, Erfahrungsaustausch und Gespräche mit Anwendern für die praktische Gestaltung von Planungssystemen Bedeutung besitzen.

Damit verbleibt als letzte zu besprechende Methode die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch Experimente. Diese können in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften in der Regel nicht wie in den klassischen Anwendungen der Naturwissenschaften in der Realität vorgenommen werden. Für die hier betrachtete Fragestellung kann man die Man-machine-Simulation als Laborexperiment, das in einer vereinfachten Umwelt das Mensch-Maschine-Verhalten bei verschiedenen Systemgestaltungen untersucht, von Pure-machine-Simulationen abgrenzen, die ausschließlich mit einem auf einer EDV-Anlage implementierten mathematischen Modell experimentieren /vgl. 127/. Simulationen zur Unterstützung von Meta-Entscheidungen werden als Meta-Simulationen /128/ oder "methodological simulations" /57;58/ bezeichnet. Sie können danach unterschieden werden, ob das Experiment vom oder im Zusammenwirken mit einem Anwender zur Vorbereitung einer betriebsindividuellen Meta-Entscheidung vorgenommen wird oder ob "überbetrieblich" interessierende Daten gewonnen werden sollen. Für Experimente, die EDV benutzen, werden Standards vorgeschlagen /10;17;18;52/, die ihre Durchführung erleichtern und die Aussagefähigkeit ihrer Ergebnisse erhöhen sollen. Bemühungen um Standards aber sind ein Indiz dafür, daß der zu standardisierende Bereich erhebliche Bedeutung erlangt hat.

2.2. Die Informationsbeschaffung durch Meta-Simulationen

2.2.1. Übersicht über in verschiedenen Untersuchungsbereichen vorgenommene Meta-Simulationen

Entsprechend den eingangs angeführten Elementen computergestützter Planungssysteme können folgende Untersuchungsbereiche von Meta-Simulationen unterschieden werden:

- (1) Welche Algorithmen (Methoden) sollen in dem Planungssystem verwendet werden?
- (2) Welche Problemformulierungen (Modelle) sollen gewählt werden?
- (3) Welche Daten sollen herangezogen werden?
- (4) Wie sollen EDV-Systeme gestaltet werden?

Zu diesen Fragestellungen liegen zahlreiche Simulationsstudien vor, bei deren Darstellung jedoch oft weder der Begriff Simulation verwendet noch der zuvor skizzierte entscheidungsorientierte Hintergrund diskutiert wird. Die folgende Übersicht soll deutlich machen, daß in weiten Bereichen der betriebswirtschaftlichen Theorie und ihrer Nachbargebiete methodisch ähnliche Probleme mit verwandten Verfahren untersucht werden.

(1) Am häufigsten werden Algorithmen verglichen, die übereinstimmende Ergebnisse liefern sollen. In den letzten Jahrgängen der OR-Zeitschriften finden sich zahllose derartiger Vergleiche. Die Literatur ist so umfangreich, daß bereits Übersichtsarbeiten zu den beim Algorithmenvergleich verwendeten Methoden vorliegen /53/. Führen Algorithmen auf gleiche Ergebnisse, so liegt ein kostenorientierter Vorteilhaftigkeitsvergleich nahe, obwohl auch Nutzenunterschiede z.B. in der Benutzerfreundlichkeit oder der Robustheit der Algorithmen bestehen können. Die Kosten werden durch die überwiegend angegebenen CPU-Zeiten für die Ausführung der zugehörigen EDV-Programme sicherlich nur unvollkommen wiedergegeben. Dies gilt auch für andere Kriterien (wie die Zahl der benötigten Iterationen oder der ausgeführten Rechenoperationen).

Bei der beschriebenen Form des Algorithmenvergleichs ergeben sich methodische Probleme insbesondere daraus, daß nicht unmittelbar Algorithmen, sondern aus ihnen abgeleitete Programme verglichen werden. Unterschiede im Rechenzeitverhalten der Programme sind jedoch neben den zugrundeliegenden Algorithmen auch auf andere Einflußgrößen (wie z.B. Hardware, Speicherplatz, Programmiersprache, Dateiorganisation, Systembelastung) zurückzuführen. Deshalb wird man Rechenzeitunterschiede im Hinblick auf diese Einflußgrößen relativieren müssen.

Nutzenorientierte Kriterien sind beim Vergleich von Algorithmen jedenfalls dann relevant, wenn unterschiedliche Modellergebnisse auftreten können. Mehrere Arbeiten beschäftigen sich mit Methoden zum Vergleich heuristischer Algorithmen /30;31;85;93/. Simulationen liegen insbesondere für Probleme vor, die als (gemischt-) ganzzahlige Programmierungsmodelle formuliert, wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit gemischt-ganzzahliger Algorithmen aber nicht sinnvoll exakt gelöst werden können /67;125;126/. Viele derartige Untersuchungen orientieren sich an speziellen Problemstellungen der Investitions-, Personal-, Lagerhaltungs- und Ablaufplanung /5;8;29;40;68;73;91;112;118/. Auch in diesem Bereich existieren bereits Arbeiten zum "Vergleich der Vergleiche" /80;121/. Häufig werden als nutzenorientiertes Kriterium die Zielfunktionswerte und als kostenorientiertes Kriterium die zu ihrer Auffindung erforderlichen CPU-Zeiten gegenübergestellt.

Fragen der Benutzerfreundlichkeit, der Verständlichkeit von Algorithmen und ihrer Lösungsergebnisse sowie daraus erwachsende Akzeptanzgesichtspunkte werden in Laborexperimenten untersucht, in denen z.B. den Teilnehmern von Unternehmensplanspielen computergestützte Planungsinstrumente zur Verfügung gestellt werden /86;99/. In Laborexperimenten können die von Algorithmen erzielten Lösungen jenen gegenübergestellt werden, die sich im menschlichen Problemlösungsverhalten mit oder ohne EDV-Unterstützung ergeben.

(2) Analog zum Algorithmenvergleich ist auch beim Vergleich unterschiedlicher Problemformulierungen zu unterscheiden, ob diese übereinstimmende Lösungen liefern oder ob unterschiedlich genaue Modelle betrachtet werden, die in der Regel auf verschiedene Lösungen führen. Im ersten Fall kann man an äquivalente Formulierungen in der mathematischen Programmierung denken /35;61;63;123;124/. Neben Unterschieden in den CPU-Zeiten existieren auch Ungleichheiten in der Benutzerfreundlichkeit der Modelle. Nutzenorientierte Kriterien sind jedenfalls dann relevant, wenn verschiedene Modelle auf unterschiedliche Lösungsvorschläge führen. Auch für diese Fragestellung existieren mittlerweile Simulationsuntersuchungen /5;62/.

(3) Die Frage der zu verwendenden Daten wird ebenfalls in (meist als Laborexperimenten gestalteten) Simulationen untersucht /6;22;28;59;84;115/. Eine Simulation liegt auch der Risiko-Analyse /46/ zugrunde, die Auswirkungen stochastisch beeinflusster Daten auf Zielgrößen veranschaulicht.

(4) Viele Experimente befassen sich mit der Gestaltung von EDV-Systemen. Die Hardware-Auswahl ist für die hier betrachtete Fragestellung interessant, weil die zu beobachtende Dezentralisierungstendenz es denkbar erscheinen läßt, bestimmte EDV-Anlagen ausschließlich für Planungszwecke einzusetzen. Häufiger wird die Entscheidung zwischen verschiedenen EDV-Anlagen nicht ausschließlich, aber doch unter Berücksichtigung der Anforderungen der Planungsabteilung zu treffen sein. Auch bei gegebenen EDV-Kapazitäten stellt sich das Problem der zu verwendenden Anlage, wenn für die Installation eines Planungssystems externe Datenverarbeitung nicht von vornherein ausgeschlossen wird /44/. Die Simulation wird vor allem zur Beurteilung alternativer Anlagenkonfigurationen herangezogen /42;50;74;79/.

Für die Softwareerstellung ist das im experimentellen Algorithmenvergleich verwendete, effizienzorientierte Kriterium nicht das einzige und oft nicht das wichtigste Ziel. Dies belegen die bekannten Forderungen nach Verwendung höherer Programmiersprachen, nach modularem Aufbau der Programme und nach strukturierter Programmierung. Vor Ausführung umfangreicher Software-Projekte werden Simulationsstudien empfohlen /116/. Derartige Untersuchun-

gen können dazu beitragen, die Auswirkungen unterschiedlich konzipierter Planungssysteme insbesondere auf die Belastung der EDV-Anlage vorherzusehen. Überbetrieblich orientierte Simulationen vergleichen z.B. unterschiedliche Programmiersprachen /106/ oder die Modularisierung von Programmen /69/. In Laborexperimenten werden darüber hinaus verschiedene Programmier Techniken /98/ und Programmwurfsmethoden /39/ untersucht. Der Vergleich unterschiedlicher Implementierungen gegebener Algorithmen durch Simulation /7;34;109;111/ ist insbesondere bei Erstellung von Standard-Software von Bedeutung. Neuerdings werden auch Experimente zur Datenstrukturierung vorgenommen /25/.

Als Alternative zur Eigenentwicklung besteht oft die Möglichkeit, fremdbezogene Software einzusetzen, für die der Vergleich durch Simulation /23;37;48;100;105;117;120/ besondere Bedeutung besitzt.

2.2.2. Probleme bei der Informationsbeschaffung durch Meta-Simulationen

2.2.2.1. Das Design von Simulationstudien

Im experimentellen Design von Meta-Simulationen ist festzulegen, welche Systemelemente und welche Problemklassen untersucht und wieviele Läufe je Testfeld ausgeführt werden sollen. Durch die dabei getroffenen Entscheidungen gelangen subjektive Elemente auch in jene Studien, die überbetrieblich relevante Aussagen anstreben.

Erhebliche Schwierigkeiten bereitet die Auswahl geeigneter Daten. Dies gilt insbesondere, wenn die für die Systemkomponenten ermittelbaren Rangreihen von der zugrunde gelegten Datenkonstellation abhängen und somit nur bedingte Zweckmäßigkeitssaussagen möglich sind. Hinsichtlich der zu verwendenden Testdaten stehen sich verschiedene Auffassungen gegenüber. Nach der ersten Auffassung müsse man zur Gewinnung praxisrelevanter Aussagen praktische Probleme zugrundelegen /19;92/. Dabei ergibt sich die Frage, welche praktischen Probleme für die Praxis typisch sind und wie man eine hinreichend große Zahl praxisrelevanter Testprobleme erhält. Nach einer zweiten werden für die Vergleiche besonders

"schwierige" Probleme ausgesucht /87;120/.

Da man für die meisten statistischen Auswertungen zufällig ausgewählte Probleme benötigt, wird vorgeschlagen, diese unter Verwendung von Zufallszahlen zu generieren /vgl. z.B. 21/. Bei Erstellung bzw. Verwendung eines Problemgenerators /15;60;61;76/ ist darauf zu achten, daß die erzeugten Modelle die gewünschten Eigenschaften (z.B. praxisrelevante oder besonders schwierige Struktur bzw. realitätsnahe oder besonders schwierige Koeffizienten) besitzen. Ein Kompromiß liegt vor, wenn ausgehend von einem praktischen oder besonders schwierig lösbaeren Problem die Daten stochastisch verändert werden /55/, um eine umfangreichere Datenbasis zu erhalten.

Üblicherweise werden die zu vergleichenden Systemkomponenten auf übereinstimmende Ausgangssituationen angewandt. Diese als "Blocking" bezeichnete Vorgangsweise ermöglicht einen ceteris-paribus-Vergleich. Allerdings sind bei diesem Design die mit verschiedenen Systemkomponenten verbundenen Beobachtungen nicht mehr unabhängig voneinander. Ferner sind in der Regel keine normalverteilten Ergebnisse zu erwarten, wenn man z.B. beim Vergleich zwischen exakten und heuristischen Verfahren die Qualität der Lösungsergebnisse in Prozenten des exakten Optimums angibt. Auch die Annahme der Varianzhomogenität ist oft deutlich verletzt. Daraus folgen Konsequenzen für die Auswertung der Experimente.

2.2.2.2. Die Auswertung von Meta-Simulationen

Simulationen werden in der Regel zunächst deskriptiv ausgewertet. Die Angabe von Lageparametern führt auf die Frage, ob die dargestellten Unterschiede signifikant sind. Bei Signifikanztests ist zu berücksichtigen, daß in der Regel mehrere alternative Systemgestaltungen verglichen werden; das Signifikanzniveau kann für das gesamte Experiment oder für die einzelnen paarweisen Vergleiche festgelegt werden. Die beschriebenen Eigenschaften der Simulationsergebnisse legen die Verwendung nichtparametrischer Multiple-Comparison-Techniken /49;82/ nahe.

Die bei der Auswertung von Simulationen z.B. hinsichtlich der verwendeten Tests getroffenen Entscheidungen können die sich ergebenden Aussagen beeinflussen. In der Regel schreibt die Statistik für eine bestimmte Problemstellung nicht die Anwendung eines ganz bestimmten Verfahrens vor /4/. Auch in der Statistik wird vielmehr versucht, mit Meta-Simulationen Aussagen über die Eignung verschiedener Tests zu gewinnen /13;32;75/.

2.2.2.3. Inferenzen

Die Untersuchung von Stichproben erlaubt Rückschlüsse auf Eigenschaften jener Grundgesamtheit, aus der die Stichprobe stammt. Im engeren Sinn bilden z.B. bei stochastischer Problemgenerierung alle Probleme, die mit den zugrundegelegten Parametern erstellt werden können, die Grundgesamtheit. Nun ist der Anwender aber nicht unmittelbar an Aussagen über diese Grundgesamtheit interessiert. Im strengen Sinn muß jede Übertragung der für eine Grundgesamtheit von Problemen gefundenen Ergebnisse auf andere und insbesondere auf praktische Probleme als Spekulation erscheinen. Dennoch können Tendenzaussagen über das Verhalten der Systemelemente bei praxisnahen Problemen die Entscheidung des Anwenders unterstützen: Zu den subjektiven Elementen der Meta-Entscheidung gehört dann auch die subjektive Einschätzung der Übertragbarkeit der Vergleichsergebnisse.

3. Die Entscheidung des Anwenders

Die Entscheidung für ein bestimmtes Planungssystem kann dem Anwender von der Wissenschaft nicht abgenommen werden: Diese schreibt nach herrschendem Theorieverständnis keine Ziele und keine Gewichtung zwischen ihnen vor. Eine wissenschaftliche Empfehlung bestimmter Systemkomponenten wird daher bei Unterstellung mehrerer Ziele des Anwenders in der Regel vermieden. Eine solche Empfehlung ist sogar bei Existenz eines hinsichtlich aller Ziele besten Verfahrens dadurch problematisch, daß weitere Ziele des Anwenders im wissenschaftlichen Vergleich unberücksichtigt geblieben sein können. Noch problematischer ist eine Empfehlung, wenn bereits für die im Experiment betrachteten Ziele mehrere effiziente Systemkomponenten existieren. Nur ausnahmsweise werden durch Befragung potentieller Anwender Zielgewichte empirisch

belegt und diese der Handlungsempfehlung zugrunde gelegt /108/. Dennoch spielt die "Meta-Entscheidung für andere" eine gewisse Rolle: So führen die Konstrukteure von Methodenbanken den Anwender ohne explizite Zielgewichtung durch Abfragen zu ganz bestimmten Methoden /2;81/ und auch bei der Erstellung von Standard-Software bleiben individuelle Zielgewichtungen des Anwenders in der Regel unberücksichtigt.

Überbetriebliche Meta-Simulationen müssen oft hinsichtlich der Alternativenzahl oder der Zahl der Problemklassen "verkürzt" werden /65/. Ihre Ergebnisse sind daher für den Anwender vor allem zur Vorauswahl von Bedeutung. Für die verbleibenden und individuell ergänzte Aktionsmöglichkeiten können auch unter Hinzufügung zusätzlicher Zielgrößen weitere individuelle Informationsbeschaffungsmaßnahmen notwendig sein.

Für die Meta-Entscheidung muß das Ausmaß der Erreichung der einzelnen Zielgrößen vergleichbar gemacht werden. Viele Varianten der Kosten-Nutzen-Analyse versuchen dies durch explizite Zielgewichtung. Als Verfahren zur Gewinnung von Zielgewichten wird u.a. die Prioritätstheorie vorgeschlagen /77;97/. Daneben existieren zur Entscheidung bei mehreren Zielen (vor allem interaktive) Verfahren /51;119/, die eine oft als unangenehm empfundene explizite Zielgewichtung vermeiden. Bei der Wahl der Bewertungsmethode besteht somit ein weiteres Meta-Problem.

Diese Bemerkungen sollen deutlich machen, daß die Bestimmung eines im objektiven Sinn "optimalen" Planungssystems unmöglich ist. Unbestritten ist aber, daß für gute Entscheidungen Informationen erforderlich sind, die wenigstens zum Teil durch Simulationen bereitgestellt werden können.

4. Schlußfolgerungen für das Dienstleistungsangebot universitärer Rechenzentren

Nach Beschreibung einer (nicht nur) in der Betriebswirtschaftslehre wichtigen EDV-Anwendung werden im Sinn der Zielsetzung des Symposiums die daraus resultierenden Anforderungen für das Dienstleistungsangebot universitärer Rechenzentren diskutiert. Um die Vergleiche verschiedener Elemente von Planungssystemen für

die betriebliche Praxis interessant zu machen, sollten dafür jene Hilfsmittel zur Verfügung stehen, deren sich auch die Praxis bedienen kann und bedient. Dies erfordert vor allem den Zugang zu kommerziell genutzten Software-Produkten. Da Eigenentwicklungen an Universitätsinstituten wegen Ressourcenmangels programmtechnisch oft nicht auf das Niveau der Standard-Software gehoben werden können, rufen insbesondere Performance-Angaben über eigenentwickelte Programme bei Anwendern oft nur mitleidiges Lächeln hervor.

Von EDV-Herstellern angebotene Standard-Software kann oft nur auf Anlagen dieses Herstellers eingesetzt werden. Für die beschriebenen Vergleiche sollten daher auch EDV-Anlagen jener Hersteller verfügbar sein, die in der kommerziellen Datenverarbeitung häufig eingesetzt werden. Der Zugang zu derartigen Anlagen erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß von der Betriebswirtschaftslehre praxisrelevante Entwicklungen vorgelegt werden. Dies ist ein Argument dafür, die bisher vor allem unter dem Einfluß der naturwissenschaftlichen Fachvertreter getroffenen Ausstattungsentscheidungen an universitären Rechenzentren aus der Sicht der wirtschaftswissenschaftlich orientierten Benutzer zu überdenken.

Für die Durchführung von Meta-Simulationen ist ein Zugang zu verschiedenen EDV-Anlagen mehrerer Hersteller /78/ anzustreben. Dies kann auch durch Rechnernetze zwischen verschiedenen Universitäten /43;45/ sowie Datenverarbeitung außer Haus erreicht werden. Der Zugang zu verschiedenen EDV-Anlagen ermöglicht es, Aussagen im Hinblick auf unterschiedliche Systemgegebenheiten zu relativieren.

Unter den Anlagen, auf die für die Experimente zugegriffen werden kann, sollten sich auch (aber nicht ausschließlich) kleinere und mittlere Rechner befinden, weil nur wenige Anwender über EDV-Anlagen verfügen, die in Kapazität und Rechengeschwindigkeit jenen in großen Universitätsrechenzentren vergleichbar sind. Die Betriebswirtschaftslehre darf durch die im Bereich der "Super-Systeme" gegebenen Möglichkeiten nicht den Blick dafür verlieren, daß die EDV-Systeme vieler Mittelbetriebe im Hinblick auf die genannten Kriterien ein niedrigeres Niveau aufweisen. Unter

ordnungspolitischen Gesichtspunkten sollte die Betriebswirtschaftslehre nicht durch Propagierung von Methoden und Modellen, die (wenn überhaupt) nur auf "Super-Systemen" implementierbar sind, dem Konzentrationsprozeß der Wirtschaft zusätzliche Impulse verleihen /vgl. 102/.

Die Abrechnungsergebnisse der für kostenorientierte Simulationen eingesetzten EDV-Anlagen dürfen durch unterschiedliche Systembelastung im Multiprogramming-Betrieb /26;37/ nicht oder nur geringfügig beeinflußt werden. Universitäre EDV-Zentren sollten den Benutzern gesicherte Angaben über die Reliabilität ihrer Abrechnungssysteme zur Verfügung stellen.

Die Vornahme EDV-orientierter Laborexperimente erfordert oft den Dialog mit dem Computer. Dazu wird eine größere Anzahl räumlich getrennter Datenendstationen benötigt. Der für Dialogprogramme des Anwenders verfügbare Arbeitsspeicherplatz muß die Anwendung auch größerer Planungssysteme erlauben. Da in Experimenten kurze Antwortzeiten wesentlich sein können, sollten entsprechende Möglichkeiten der Programmablaufsteuerung bestehen. Diese und auch außerhalb des EDV-Bereichs liegende Anforderungen haben vor allem in den USA zur Einrichtung entscheidungsorientierter Forschungslaboratorien /20;84;107/ geführt.

Literatur

- /1/ J.B.B. Aris, Quantifying the costs and benefits of computer projects, in: A.B. Frielink (Ed.), Economics of Informatics (North-Holland/Elsevier, Amsterdam Oxford New York, 1975) 15 - 24.
- /2/ G. Bachbauer und F. Bodendorf, Unterstützung der Benutzer von Statistikpaketen, insbesondere Erleichterung der Anwendung von SPSS durch eine Methodenbankumgebung, in: F. Wolf (Hrsg.), Organisation und Betrieb von Rechenzentren (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1981) 151 - 165.
- /3/ A. Bachem, Komplexitätstheorie im Operations Research, ZfB 50 (1980) 812 - 844.
- /4/ G. Bamberg, Statistische Entscheidungstheorie (Physica, Würzburg Wien, 1972)
- /5/ S. Bartels und J. Fischer, Einsatz heuristischer Regeln bei der Konstruktion von simultanen Investitions-, Finanzierungs- und Produktionsplanungsmodellen (Vortrag auf der 10. DGOR-Tagung in Göttingen 1981)
- /6/ I. Benbasat und R.G. Schroeder, An Experimental Investigation of Some MIS Design Variables, MIS Quarterly 1 (1977) 37 - 49.
- /7/ M. Benichou, J.M. Gauthier, P. Girodet, G. Hentges, G. Ribiere und O. Vincent, Experiments in mixed-integer linear programming, Math.Prog. 1 (1971) 76 - 94.
- /8/ R.P. Bey und R.B. Porter, An Evaluation of Capital Budgeting Portfolio Models Using Simulated Data, Eng.Econ. 23 (1977) 41 - 65.
- /9/ W.-R. Bretzke, Die Entwicklung von Kriterien für die Konstruktion und Beurteilung betriebswirtschaftlicher Entscheidungsmodelle als Aufgabe einer betriebswirtschaftlichen Methodenlehre, in: H. Steinmann (Hrsg.), Betriebswirtschaftslehre als normative Handlungswissenschaft (Gabler, Wiesbaden, 1978) 217 - 244.
- /10/ K. Brockhoff, Standards für den Einsatz von Rechnern als Experimentierinstrumente, Marketing 3 (1981) 259 - 266.
- /11/ K. Brockhoff, Entscheidungsforschung und Entscheidungstechnologie, in: E. Witte (Hrsg.), Der praktische Nutzen empirischer Forschung (Mohr, Tübingen, 1981) 61 - 77.
- /12/ D. Bursky, Microprocessor selection guide, Electronic Design 21 (1977) 55 - 67.

- /13/ S.G. Carmer und M.R. Swanson, An Evaluation of Ten Pairwise Multiple Comparison Procedures by Monte Carlo Methods, J.Am.Stat.Ass. 68 (1973) 66 - 74.
- /14/ A. Charnes, W.W. Cooper, S. Duffuaa und M. Kress, Complexity and Computability of Solutions to Linear Programming Systems, Int.J.Comp.Inf.Sci. 9 (1980) 483 - 506.
- /15/ A. Charnes, W.M. Raike, J.D. Stutz und A.S. Walters, On Generation of Test Problems for Linear Programming Codes, Comm.ACM 17 (1974) 583 - 586.
- /16/ K. Chmielewicz, Forschungsmethoden der Betriebswirtschaftslehre, in: E. Grochla und W. Wittmann (Hrsg.), HdB, 4. Aufl., Bd. 1 (Poeschel, Stuttgart, 1974) 1548 - 1558.
- /17/ H.P. Crowder, R.S. Dembo und J.M. Mulvey, Reporting computational experiments in mathematical programming, Math.Prog. 15 (1978) 316 - 329.
- /18/ H. Crowder, R.S. Dembo und J.M. Mulvey, On Reporting Computational Experiments with Mathematical Software, ACM Trans.Math.Software 5 (1979) 193 - 203.
- /19/ H.P. Crowder, E.L. Johnson und M.W. Padberg, Solving Large-Scale Zero-One Linear Programming Problems, RC8888 (#38963) (IBM Research Division, San Jose Yorktown Zürich, 1981)
- /20/ G.B. Dantzig et al., On the Need for a Systems Optimization Laboratory, in: T.C. Hu, S.M. Robinson (Eds.), Mathematical Programming (Academic, New York London, 1973) 1 - 32.
- /21/ R.S. Dembo und J.M. Mulvey, On the Analysis and Comparison of Mathematical Programming Algorithms and Software, in: W.W. White (Ed.), Computers and Mathematical Programming (Nat.Bur.Stand.Spec.Publ. 502, Washington, 1978) 106-116.
- /22/ G.W. Dickson, J.A. Senn und N.L. Chervany, Research in Management Information Systems: The Minnesota Experiments, Man.Sci. 23 (1977) 913 - 923.
- /23/ I.S. Duff und J.K. Reid, Performance Evaluation of Codes for Sparse Matrix Problems, in: L.D. Fosdick (Ed.), Performance Evaluation of Numerical Software (North-Holland, Amsterdam New York Oxford, 1979) 121 - 135.
- /24/ J.J. Dujmović, Computer Selection and Criteria for Computer Performance Evaluation, Int.J.Comp.Inf.Sci. 9 (1980) 435 - 458.

- /25/ W. Effelsberg, T. Härder und A. Reuter, An Experiment in Learning DBTG Database Administration, Inf.Syst. 5 (1980) 137 - 147.
- /26/ W. Elmenhorst, Untersuchungen über die Wiederholbarkeit der Accounting-Daten, in: P. Mertens, R. Desel, T. Eckardt, J. Encarnacao, H.-G. Schirdewahn, F. Wolf (Hrsg.), Abrechnung von Rechenzentrums-Dienstleistungen (Hanser, München Wien, 1978) 53 - 60.
- /27/ W. Emde und U. Hasenkamp, Modell- und methodenorientierte Anwendungs-Software in entscheidungsorientierten Informationssystemen - Beurteilungskriterien und Auswahl (Wison, Köln, 1972)
- /28/ J.C. Fellingham, T.J. Mock und M.A. Vasarhelyi, Simulation of Information Choice, Dec.Sci. 7 (1976) 219 - 234.
- /29/ J. Fischer, Heuristische Investitionsplanung (Schmidt, Berlin, 1981)
- /30/ J. Fischer und L. Kruschwitz, Methodische Probleme bei der Evaluation heuristischer Lösungsverfahren, Die Unternehmung 34 (1980) 173 - 188.
- /31/ M.L. Fisher, Worst-Case Analysis of Heuristic Algorithms, Man.Sci. 26 (1980) 1 - 17.
- /32/ J.K. Garrett und M.T. Garrett, A Monte Carlo Evaluation of a New Test Statistic for Normality, 1980 Proceedings of the Statistical Computing Section (Washington, 1980) 125 - 127.
- /33/ R.B. Gasber, Ein Erfahrungsbericht über die Implementation eines verbesserten Kachijan-Algorithmus, Ang.Inf. 23 (1981) 502 - 505.
- /34/ J.-M. Gauthier und G. Ribière, Experiments in mixed-integer-linear programming using pseudo-costs, Math.Prog. 12 (1977) 26 - 47.
- /35/ A.M. Geoffrion und G.W. Graves, Multicommodity Distribution System Design by Benders Decomposition, Man.Sci. 20 (1974) 822 - 844.
- /36/ P.E. Gill, W. Murray, M.A. Saunders und M.H. Wright, A numerical investigation of ellipsoid algorithms for large-scale linear programming, in: G.B. Dantzig, M.A.H. Dempster und M.J. Kallio (Eds.), Large-Scale Linear Programming, Vol.1 (IIASA, Laxenburg, 1981) 487 - 509.
- /37/ J. Gilsinn, K. Hoffman, R.H.F. Jackson, E. Leydendecker, P. Saunders und D. Shier, Methodology and Analysis for Comparing Discrete Linear L_1 Approximation Codes (National Bureau of Standards, Washington, 1977)

- /38/ H. Graf und W. Kunerth, Betriebstypologische Methodenauswahl - ein Hilfsmittel zur Gestaltung betrieblicher Informationssysteme, FB/IE 24 (1975) 25 - 32.
- /39/ J. Griese und H. Österle, Programmmentwurfsverfahren im praktischen Einsatz - ein Vergleich (Arbeitsbericht Nr. 14 des Lehrstuhls für Betriebsinformatik an der Universität Dortmund, 1980)
- /40/ D. Gross und J.F. Ince, A comparison and evaluation of approximate continuous review inventory models, Int.J.Prod.Res. 13 (1975) 9 - 23.
- /41/ W.F. Große-Oetringhaus, Fertigungstypologie unter dem Gesichtspunkt der Fertigungsablaufplanung (Duncker & Humblot, Berlin, 1974)
- /42/ W. Großeschallau und U. Hoya, Simulation als Entwurfsverfahren für komplexe DV-Anwendungssysteme, Ang.Inf. 23 (1981) 256 - 264.
- /43/ D. Haupt, Zukünftige Entwicklung der Rechnerversorgung an Hochschulen, in: D. Wall (Hrsg.), Entwicklungstendenzen wissenschaftlicher Rechenzentren (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1980) 146 - 163.
- /44/ L.J. Heinrich, Zur Frage "Eigenfertigung oder Fremdbezug" bei der Informationsverarbeitung, ZfbF 21 (1969) 676 - 688.
- /45/ W. Held, Kosten und Nutzen von Rechnernetzen in Hochschulen, in: D. Wall (Hrsg.), Entwicklungstendenzen wissenschaftlicher Rechenzentren (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1980) 62 - 85.
- /46/ D.B. Hertz, Risk Analysis in Capital Investment, Harv.Bus.Rev. 42 (1964), No. 1, 95 - 106.
- /47/ W. Hesse, Methoden und Werkzeuge zur Software-Entwicklung - Ein Marsch durch die Technologie-Landschaft, Informatik-Spektrum 4 (1981) 229 - 245.
- /48/ K.L. Hiebert, An Evaluation of Mathematical Software That Solves Nonlinear Least Squares Problems, ACM Transactions on Mathematical Software 7 (1981) 1 - 16.
- /49/ M. Hollander und D.A. Wolfe, Nonparametric Statistical Methods (Wiley, New York et al., 1973)
- /50/ L.R. Huesmann und R.P. Goldberg, Evaluating computer systems through simulation, Computer Journal 10 (1967) 150 - 156.

- /51/ C.-L. Hwang und A.S.M. Masud, Multiple Objective Decision Making - Methods and Applications (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1979)
- /52/ J.P. Ignizio, On the Establishment of Standards for Comparing Algorithm Performance, Interfaces 2 (1971), Nr. 1, 8 - 11.
- /53/ R.H.F. Jackson und J.M. Mulvey, A Critical Review of Comparisons of Mathematical Programming Algorithms and Software (1953-1977), J.Res.Nat.Bur.Stand. 83 (1978) 563 - 584.
- /54/ R.T. Keim und R.E. Janaro, Cost-Benefit Analysis of Information Systems: Is a Formal Approach Possible? in: The American Institute for Decision Sciences (Ed.), Proceedings of the 12th Annual Meeting, Vol. 1 (Las Vegas, 1980) 177 - 179.
- /55/ G.H. Kiesel, Probleme bei der praktischen Anwendung der linearen Optimierung für die Produktionsprogrammplanung in der Metallindustrie (Diss. Braunschweig, 1971)
- /56/ J.L. King und E.L. Schrems, Cost-Benefit Analysis in Information Systems Development and Operation, Computing Surveys 10 (1978) 19 - 34.
- /57/ W.R. King, Methodological Simulation in Marketing, JoMark. 34 (1970), No. 2, 8 - 13.
- /58/ W.R. King, Methodological Analysis Through Systems Simulation, Dec.Sci. 5 (1974) 1 - 9.
- /59/ J.P.C. Kleijnen, Computers and Profits: Quantifying Financial Benefits of Information (Addison-Wesley, Reading et al., 1980)
- /60/ D. Klingman, A. Napier und J. Stutz, NETGEN: A Program for Generating Large Scale Capacitated Assignment, Transportation, and Minimum Cost Flow Network Problems, Man.Sci. 20 (1974) 814 - 821.
- /61/ G. Knolmayer, Programmierungsmodelle für die Produktionsprogrammplanung (Birkhäuser, Basel Boston Stuttgart, 1980)
- /62/ G. Knolmayer, A Simulation Study of Simplification Strategies in the Development of Optimization Models (Manuskripte aus dem Institut für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 96, 1981)
- /63/ G. Knolmayer, Computational Experiments in the Formulation of Linear Product-Mix and Non-Convex Production-Investment Models, erscheint in: Comp.&OpsRes. 9 (1982)
- /64/ K.E. Knutsen und R.L. Noland, Assessing computer costs and benefits, J.Syst.Man. 25 (1974) 28 - 34.

- /65/ H. Koch, Die Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaft vom Handeln (Mohr, Tübingen, 1975)
- /66/ R. Köhler und H. Uebele, Einsatzbedingungen von Planungs- und Entscheidungstechniken, Programmatik und praxeologische Konsequenzen einer empirischen Untersuchung, in: E. Witte (Hrsg.), Der praktische Nutzen empirischer Forschung (Mohr, Tübingen, 1981) 115 - 158.
- /67/ H. Kreuzberger, Numerische Erfahrungen mit einem heuristischen Verfahren zur Lösung ganzzahliger linearer Optimierungsprobleme, elektronische datenverarbeitung 12 (1970) 289 - 306.
- /68/ L. Kruschwitz, Zur heuristischen Planung des Investitionsprogramms, ZfB 47 (1977) 209 - 224.
- /69/ K. Kurbel, Auswirkungen von Modularisierungsprinzipien auf die Effizienz von LP-Software (Vortrag auf der 10. DGOR Jahrestagung in Göttingen, 1981)
- /70/ A. Land und S. Powell, Computer codes for problems of integer programming, in: P.L. Hammer, E.L. Johnson, B.H. Korte (Eds.), Discrete Optimization II (North-Holland, Amsterdam New York Oxford, 1979) 221 - 269.
- /71/ F.F. Land, Criteria for the evaluation and design of effective systems, in: A.B. Frielink (Ed.), Economics of Informatics (North-Holland/Elsevier, Amsterdam Oxford New York, 1975) 239 - 250.
- /72/ J.-C.Larréché und D.B. Montgomery, A Framework for the Comparison of Marketing Models: A Delphi Study, J.Mark.Res. 14 (1977) 487 - 498.
- /73/ W.B. Lee und B.M. Khumawala, Simulation Testing of Aggregate Production Planning Models in an Implementation Methodology, Man.Sci. 20 (1974) 903 - 911.
- /74/ J. Leroudier und M. Parent, Discrete Event Simulation Modelling of Computer Systems for Performance Evaluation, Math.Comp.Sim. 21 (1979) 50 - 79.
- /75/ K.J. Levy, An Empirical Comparison of Several Multiple Range Tests for Variances, J.Am.Stat.Ass. 70 (1975) 180 - 183.
- /76/ B.W. Lin und R.L. Rardin, Development of a Parametric Generating Procedure for Integer Programming Test Problems, J.ACM 24 (1977) 465 - 472.
- /77/ F.A. Lootsma, Performance Evaluation of Non-Linear Programming Codes from the Viewpoint of a Decision Maker, in: L.D. Fosdick (Ed.), Performance Evaluation of Numerical Software (North-Holland, Amsterdam New York Oxford, 1979) 285 - 297.

- /78/ B. Lortz, Datenverbund in einem Rechenzentrum mit mehreren Rechnern verschiedener Hersteller, in: F. Wolf (Hrsg.), Organisation und Betrieb von Rechenzentren (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1981) 88 - 97.
- /79/ M.H. MacDougall, Computer Systems Simulation: An Introduction, Computing Surveys 2 (1970) 191 - 209.
- /80/ P. Mertens und K. Backert, Vergleich und Auswahl von Prognoseverfahren für betriebswirtschaftliche Zwecke - Übersichtsartikel -, ZOR 24 (1980) B1 - B27.
- /81/ P. Mertens und F. Bodendorf, Interaktiv nutzbare Methodenbanken - Entwurfskriterien und Stand der Verwirklichung, Ang.Inf. 21 (1979) 533 - 541.
- /82/ R.G. Miller, Simultaneous statistical inference, 2nd ed. (Springer, New York Heidelberg Berlin, 1981)
- /83/ W.G. Miller, Selection Criteria for Computer System Adoption, Educational Technology 9 (1969) 71 - 75.
- /84/ T.J. Mock, Comparative Values of Information Structures, J.Acc.Res. 7 (Supplement) (1969) 124 - 159.
- /85/ W. Müller, Heuristische Verfahren der Produktionsplanung und Probleme ihrer Beurteilung, SzU 28 (1980) 77 - 97.
- /86/ H. Muller-Malek und S. De Samblanckx, A Multimedia Laboratory on Decision Sciences and Systems Management, in: H.D. Plötzeneder (Hrsg.), Computergestützte Unternehmensplanung (Science Research Associates, Stuttgart et al., 1977) 439 - 452.
- /87/ L. Nazareth und F. Schlick, The Evaluation of Unconstrained Optimization Routines, in: W.W. White (Ed.), Computers and Mathematical Programming (Nat.Bur.Stand.Spec.Publ. 502, Washington, 1978) 117 - 133.
- /88/ H. Noltemeier, Verknüpfungsprobleme: Modelle - Methoden - Daten, in: H. Noltemeier (Hrsg.), Computergestützte Planungssysteme (Physica, Würzburg Wien, 1976) 247 - 253.
- /89/ D. Ohse, Näherungsverfahren zur Bestimmung der wirtschaftlichen Bestellmenge bei schwankendem Bedarf, elektronische datenverarbeitung 12 (1970) 83 - 88.

- /90/ D. Ohse, Linear Programming Software - Ein Überblick über das Angebot und den Entwicklungsstand moderner LP-Systeme, in: J. Schwarze, L. von Dobschütz, B. Fleischmann, Ch. Schneeweiß und H. Steckhan (Hrsg.), Proceedings in Operations Research 9 (Physica, Würzburg Wien, 1980) 539 - 550.
- /91/ A.S. Para-Vasquez und R.V. Oakford, Simulation as a Technique for Comparing Decision Procedures, Eng.Econ. 21 (1976) 221 - 235.
- /92/ H. Peeters, Empirischer Leistungsvergleich kommerzieller Softwaresysteme APEX III, FMPS, MPSX-MIP/370 bei gemischt-ganzzahligen Optimierungsproblemen, in: J. Schwarze, L. von Dobschütz, B. Fleischmann, Ch. Schneeweiß und H. Steckhan (Hrsg.), Proceedings in Operations Research 9 (Physica, Würzburg Wien, 1980) 551 - 558.
- /93/ H.-C. Pfohl und R. Hebel, Bewertung heuristischer Methoden (Unveröffentlichtes Manuskript, Essen, 1979)
- /94/ M.O. Rabin, Complexity of Computations, Comm. ACM 20 (1977) 625 - 633.
- /95/ G. Rabus, Typologie zum überbetrieblichen Vergleich von Fertigungssteuerungsverfahren im Maschinenbau (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1980)
- /96/ U. Ruhl, Wirtschaftlichkeit von Rechnerverbund - Kriterien und Methoden zur Beurteilung von Verbundsystemen - Ang.Inf. 22 (1980) 452 - 461.
- /97/ T.L. Saaty, A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, J.Math.Psych. 15 (1977) 234 - 281.
- /98/ H. Sackman, W.J. Erikson und E.E. Grant, Exploratory Experimental Studies Comparing Online and Offline Programming Performance, Comm.ACM 11 (1968) 3 - 11.
- /99/ A.-W. Scheer und T. M. Schönemann, TRIMDI - Ein Planspielkonzept zum Einsatz von LP-Entscheidungsmodellen, SzU 25 (1978) 151 - 167.

- /100/ K. Schittkowski, Nonlinear Programming Codes (Springer, Berlin Heidelberg New York, 1980)
- /101/ R. Schmidt, Zur Verbindung von Modellen, Methoden und Daten bei Unternehmensplanung mit EDV, in: H. Müller-Merbach (Hrsg.), Quantitative Ansätze in der Betriebswirtschaftslehre (Vahlen, München, 1978) 95 - 109.
- /102/ R. Schmidt und W. Janowski, Zur Gestaltung computergestützter Planungssysteme, ZfB 47 (1977) 417 - 436.
- /103/ A. Schönlein, Der Algorithmus von Khachian, Ang.Inf. 23 (1981) 115 - 121.
- /104/ W. Schüler, An Information System on Planning Models: A General Concept, in: N. Szyperski und E. Grochla (Hrsg.), Design and Implementation of Computer-based Information Systems (Sijthoff&Noordhoff, Aalphen aan den Rijn Germantown, 1979) 163 - 174.
- /105/ J. Seaman, Use of Computer Resources by Statistical Package Regression Programs, in: American Statistical Association (Ed.), 1977 Proceedings of the Statistical Computing Section (Washington, 1977) 352 - 357.
- /106/ D. Seibt und H. Matis, Untersuchung von Programmiersprachen mit Beispielprogrammen, in: Studienkreis P. Schmitz (Hrsg.), Die Wirksamkeit von Programmiersprachen (Gabler, Wiesbaden, 1972) 157 - 215.
- /107/ M. Shubik, The Uses and Methods of Gaming (Elsevier, New York Oxford Amsterdam, 1975)
- /108/ W.E. Souder, A Scoring Methodology for Assessing the Suitability of Management Science Models, Man.Sci. 18 (1972) B-526 - B-543.
- /109/ V. Srinivasan und G.L. Thompson, Benefit-Cost Analysis of Coding Techniques for the Primal Transportation Algorithm, J.ACM 20 (1973) 194 - 213.
- /110/ W.H. Staehle, Empirische Analyse von Handlungssituationen, in: R. Köhler (Hrsg.), Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeptionen in der Betriebswirtschaftslehre (Poeschel, Stuttgart, 1977) 103 - 116.
- /111/ U. Suhl, Implementing an Algorithm: Performance Considerations and a Case Study (Arbeitspapier 32/1980, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, FU Berlin, 1980)
- /112/ G.L. Sundem, Evaluating Capital Budgeting Models in Simulated Environments, J.Fin. 30 (1975), 977 - 992.

- /113/ N. Szyperski, Vorgehensweise bei der Gestaltung computer-gestützter Entscheidungssysteme, in: E. Grochla (Hrsg.), Computer-gestützte Entscheidungen in Unternehmungen (Gabler, Wiesbaden, 1971) 37 - 64.
- /114/ N. Szyperski und U. Winand, Zur Bewertung von Planungstechniken im Rahmen einer betriebswirtschaftlichen Unternehmensplanung, in: H.-C. Pfohl und B. Rürup (Hrsg.), Anwendungsprobleme moderner Planungs- und Entscheidungstechniken (Hanstein, Königstein/Ts., 1978) 195 - 218.
- /115/ R.L. Van Horn, Empirical Studies of Management Information Systems, Data Base 5 (1973) 172 - 180.
- /116/ M.A. Vasarhelyi, Simulation: A Tool for Design and Pre-Implementation Testing of Large Scale Software Systems, in: Proceedings of the 1971 Winter Simulation Conference (New York, 1971) 261 - 267.
- /117/ P.F. Velleman, J. Seaman und I.E. Allen, Evaluating Package Regression Routines, in: American Statistical Association (Ed.), 1977 Proceedings of the Statistical Computing Section (Washington, 1977) 82 - 92.
- /118/ H.M. Wagner, M. O'Hagan und B. Lundh, An Empirical Study of Exactly and Approximately Optimal Inventory Policies, Man.Sci. 11 (1965) 690 - 723.
- /119/ J. Wallenius, Comparative Evaluation of Some Interactive Approaches to Multicriterion Optimization, Man.Sci. 21 (1975) 1387 - 1396.
- /120/ R.H. Wampler, An Evaluation of Linear Least Squares Computer Programs, J.Res.Nat.Bur.Stand. 73B (1969) 59 - 90.
- /121/ N. Wegner, W. Heinemeyer und B. Germeyer, Analyse von Simulationsmodellen im Produktionsbereich - Eine Literaturstudie - (Bericht aus dem IFA der TU Hannover, 1978)
- /122/ M. Wiese, Wirtschaftlichkeitsbeurteilung EDV-gestützter Fertigungssteuerungssysteme (Schmidt, Berlin, 1979)
- /123/ H.P. Williams, Experiments in the formulation of integer programming problems, Math.Progr.Studies 2 (1974) 180 - 197.
- /124/ H.P. Williams, The reformulation of two mixed integer programming problems, Math.Progr. 14 (1978) 325 - 331.

- /125/ F.P. Wyman, Binary programming: A decision rule for selecting optimal vs heuristic techniques, The Computer Journal 16 (1973) 135 - 140.
- /126/ S.H. Zanakis, Heuristic 0-1 Linear Programming: An Experimental Comparison of Three Methods, Man.Sci. 24 (1977) 91 - 104.
- /127/ J. Zentes, Simulation in der Absatzwirtschaft, in: B. Tietz (Hrsg.), HdA (Poeschel, Stuttgart, 1974) 1865 - 1879.
- /128/ J. Zentes, Die Optimalkomplexion von Entscheidungsmodellen (Heymanns, Köln et al., 1976)