

Arbeitsbericht Nr. 1

**Entscheidungsmodelle zur Verschrottung
von Fertigungshilfsmitteln**

von

Dipl.-Kfm./Dipl.-Vw. Stephan Zelewski

2. Auflage des Arbeitsberichts 1/1984 am
Seminar für
Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und
Fertigungswirtschaft

Köln 1984

Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einführung in die Bewirtschaftung von Fertigungshilfsmitteln	1
11	Abgrenzung des Fertigungshilfsmittel-Begriffs	1
12	Die Verschrottungsproblematik in der betrieblichen Praxis	2
13	Das Verschrottungsmodell von Weinberg	4
14	Zielsetzung für die Entwicklung alternativer Verschrottungsmodelle	6
2	Deskription des Realproblems	8
21	Die faktischen Entscheidungsprämissen als Konstituenten des Entscheidungsfeldes	8
211	Das Fertigungshilfsmittelsystem	8
212	Das Lagersystem	8
213	Das Produktionssystem	10
214	Das Finanzsystem	10
215	Das Kundensystem	12
22	Die wertenden Entscheidungsprämissen	13
221	Das Bewertungssystem	13
2211	Grundlagen des Bewertungssystems	13
2212	Leistungen	14
2213	Kosten	15
22131	Lagerhaltungskosten	15
22132	Lagererweiterungskosten	18
22133	Verschrottungskosten	19
22134	Wiederbereitstellungskosten	19
22135	Ausfallkosten	23
222	Das Präferenzsystem	24
2221	Höhenpräferenzen	24
2222	Artenpräferenzen	24
2223	Risikopräferenzen	25
2224	Zeitpräferenzen	28
223	Das Zielsystem	29

	Seite	
3	Statistische Datenanalyse	31
31	Voraussetzungen der Datenanalyse	31
32	Klassifikation der Fertigungshilfsmittel	32
33	Schätzung der Wiederbedarfswahrscheinlichkeiten	34
331	Grundlagen	34
332	Ermittlung von Prognose-Indikatoren	36
3321	Die Funktion von Prognose-Indikatoren	36
3322	Multiple Korrelationsanalyse	38
3323	Faktorenanalyse	41
3324	Verteilungsfreie Zusammenhangsanalyse	44
333	Fortschreibung relativer Bedarfshäufigkeiten	46
3331	Das Fortschreibungskonzept	46
3332	Überblick über die gebräuchlichen Fortschreibungsmethoden	47
3333	Das adaptive Exponential Smoothing	49
334	Fortschreibung der Bedarfsanzahlen einzelner Fertigungshilfsmittel	53
335	Unterstellung einer allgemeinen Wahrscheinlichkeitsverteilung	54
4	Entscheidungsmodelle für einen optimalen Verschrottungsplan	56
41	Allen Entscheidungsmodellen gemeinsame Grundlagen	56
411	Charakterisierung von Entscheidungsmodellen	56
412	Problemspezifische Voraussetzungen der Entscheidungsmodelle	58
42	Die konkreten Entscheidungsmodelle	61
421	Einperiodische Entscheidungsmodelle	61
4211	Entscheidungsmodell ohne Lagererweiterungs- bzw. Exklusionsoption	61
4212	Entscheidungsmodell mit Lagererweiterungs-, aber ohne Exklusionsoption	63
4213	Entscheidungsmodell mit Lagererweiterungs- und Exklusionsoption	64
422	Mehrperiodisches Entscheidungsmodell	65

	Seite	
5	Lösungsalgorithmen	67
51	Typisierung und Eingrenzung	67
52	Ganzzahlige Algorithmen	68
521	Exakte ganzzahlige Algorithmen	68
5211	Schnittebenen-Algorithmen	68
5212	Dynamische Programmierung	69
5213	Branch-and-Bound	72
5214	Austausch-Algorithmus	77
5215	Netzwerk-Algorithmus	78
522	Approximative ganzzahlige Algorithmen	80
5221	Rangfolge-Algorithmus	80
5222	Algorithmus zur Approximation des dynamischen Entscheidungsmodells	82
5223	Verallgemeinerter Lagrange-Ansatz	85
53	Nicht-ganzzahlige Algorithmen	86
531	Exakte nicht-ganzzahlige Algorithmen	86
5311	Sequential Unconstrained Minimization Technique (SUMT)	86
5312	Parametrische Lineare Programmierung	89
532	Lineare Programmierung als approximativer nicht-ganzzahliger Algorithmus	90
6	Exkurs : Sanktionsmöglichkeiten	92

Anhang 1	Umfrage des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Ferti- gungswirtschaft der Universität zu Köln	94
Anhang 2	Erhebung von Fertigungshilfsmittel- Daten	114
Anhang 3	Programmdokumentation	115
Anhang 4	Abbildungsverzeichnis	278
Anhang 5	Symbolverzeichnis	279
Anhang 6	Abkürzungsverzeichnis	280
Anhang 7	Literaturverzeichnis	282

- 1 Einführung in die Bewirtschaftung von Fertigungshilfsmitteln
- 11 Abgrenzung des Fertigungshilfsmittel-Begriffs

Die Bewirtschaftung von Fertigungshilfsmitteln¹⁾ stellt einen Teilaspekt der betrieblichen Materialwirtschaft dar, sofern man diese als Gesamtheit aller "Vorgänge, die sich auf die Bereitstellung der zum betrieblichen Leisten benötigten Güter²⁾ - mit Ausnahme der Investitionsgüter - beziehen"³⁾, versteht.

Ein FHM sei als ein Betriebsmittel definiert, das zur Unterstützung spezieller Produktionsaufgaben⁴⁾ gebraucht wird, ohne in ein Erzeugnis als dessen Bestandteil einzugehen. Beispielsweise gelten als FHM "Vorrichtungen, Gießereimodelle, Spezialgießformen, Werkzeuge, Matrizen, Schablonen, Spezialwerkzeuge und -meßzeuge"⁵⁾.

Alle Objekte, die nur in gemeinsamem Zusammenwirken eine spezielle Produktionsaufgabe ermöglichen, bilden ein einziges FHM (funktionelle Einheit). Das FHM "Gießereimodell" kann z.B. aus den unterschiedlichen physischen Objekten Kernkasten, Kernschalen, Kontroll-Lehren, Steigern, Vormodellen, dem Modell i.e.S. sowie diversen Einsätzen zur Modellanpassung an verschiedene Fertigungsverfahren bestehen. Andererseits ist es zweckmäßig, alle verschiedenen funktionellen Einheiten, die physisch in einem Objekt vereinigt

- 1) I.f. als "FHM" abgekürzt. Zuweilen werden sie auch als "Fabrikationsmittel" bezeichnet: Weinberg, F.: Fabrikationsmittelmagazinbewirtschaftung, Zürich 1962, S. 11 (i.f. zitiert als "Fabrikationsmittel") / Weinberg, F.: Bewirtschaftung von Lagern mit Leihbetriebscharakter; in: IO, 29. Jg. (1960), S. 381 (i.f. zitiert als "Bewirtschaftung").
- 2) Dieser materialwirtschaftliche Güterbegriff ist weiter gefaßt als z.B. in: Grochla, E.: Materialwirtschaft, Wiesbaden 1958, S. 9 (i.f. zitiert als "Materialwirtschaft") / Oeldorf, G. u. K. Olfert: Materialwirtschaft, 2. Aufl., Ludwigshafen 1979, S. 21, 27 (dort werden nur solche Güter berücksichtigt, die in ein Enderzeugnis eingehen, bei der Fertigung verbraucht oder unmittelbar nach ihr vernichtet werden), muß aber hier zur Subsummierung der FHM vorausgesetzt werden.
- 3) Kroeber Riel, W.: Beschaffung und Lagerung, Wiesbaden 1966, S. 9. Eine Begriffserweiterung ist möglich z.B. im Sinne von: Hartmann, H.: Materialwirtschaft - Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle, Gernsbach 1978, S. 18, die die Steuerung des Materialflusses bis hin zur Auslieferung der Endprodukte umfaßt, für FHM jedoch keine Rolle spielt.
- 4) u. 5) Vgl. Kern, W.: Optimierungsverfahren in der Ablauforganisation, Essen 1967, S. 203.

sind (z.B. mehrere in einem Gipsblock zusammengefaßte Kleinmodelle), als einheitliches FHM zu betrachten, da jede Bewegung der einen auch alle übrigen Einheiten betrifft. Alle FHM, die in annähernd gleicher Weise dieselbe Produktionsaufgabe erfüllen, gehören zum selben FHM-Typ (z.B. mehrere gleichartige FHM für parallele, identische Fertigungsprozesse oder Reserve-FHM für solche mit hohem Verschleiß).

12 Die Verschrottungsproblematik in der betrieblichen Praxis

FHM können grundsätzlich mehrfach produktive Verwendung finden¹⁾. Daher muß abgewogen werden, ob ihre Lagerung um mindestens eine weitere Periode oder ihre Verschrottung dem Zielsystem des Unternehmens gerechter wird. Im Verschrottungsfall ist zu berücksichtigen, daß vernichtete FHM bei späterem Bedarf u.U. wieder bereitgestellt werden müssen. Da jährlich neue FHM hinzukommen, die Lagerkapazitäten aber nicht beliebig ausgedehnt werden können, besteht eine Verschrottungsnotwendigkeit.

Eine vom Verfasser im Auftrage des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft der Universität zu Köln durchgeführte Umfrage²⁾ zeigte, daß diese Verschrottungsproblematik kaum auf Grund von ergebnisorientiert strukturierten Entscheidungsmodellen, sondern intuitiv oder mit Hilfe einfacher Entscheidungsregeln gelöst wird. Eine solche simplifizierende FHM-Bewirtschaftung kann solange tolerabel sein, wie jene keine wesentliche Rolle für den Unternehmensprozeß spielt. Doch wird i.a. die Bedeutung der FHM-Bewirtschaftung³⁾ unterschätzt. Die Materialwirtschaft wird vornehmlich nur in ihrer Funktion begriffen, den Produktionsprozeß zu ermöglichen⁴⁾, in ihrer Rolle als kostenverursachendem Faktor⁵⁾ dagegen häufig vernachlässigt,

1) Vgl. Weinberg, F.: Bewirtschaftung, a.a.O., S. 381.

2) S. Anhang 1.

3) Vgl. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 8.

4) Vgl. Benz, H.: Rationeller Einkauf - optimale Lagerhaltung; Leitfaden zur Beschaffungsplanung/RKW Reihe Unternehmensplanung, 2. Aufl., Berlin-Köln 1976, S. 8 / Grochla, E.: Grundlagen der Materialwirtschaft, 3. Aufl., Wiesbaden 1978, S. 18 (i.f. zitiert als "Grundlagen").

5) Vgl. Becker, A.M.: Fabrikationsmittel-Bewirtschaftung, Bericht der Firma Gebrüder Sulzer AG vom 21.08.1969, o.O., S. 8, I / Weinberg, F.: Bewirtschaftung, a.a.O., S. 381.

da noch immer das Umsatz- über das Wirtschaftlichkeitsdenken dominiert. Dies führt zu übermäßigen Sicherheitsbeständen gelagerter FHM¹⁾. Diese These wird bestätigt, indem die Rechnungswesen mancher Unternehmen entscheidungsrelevante Daten wie Lagerhaltungskostensatz, Herstellkosten, Lagerkapazitätsbedarf sowie Gesamtzahl der FHM nicht zur Verfügung stellen und noch weniger die Kosten der FHM-Bewirtschaftung ihren Ursachen zurechnen²⁾. Werden Verschrottungsempfehlungen ausgesprochen, so bleiben sie oftmals wirkungslos, da die Betroffenen keine Sanktionen befürchten müssen, falls sie diese Vorschläge ablehnen³⁾. Vielmehr werden die Kosten verhinderter Verschrottungen gewöhnlich über den Lagerhaltungskostensatz auf alle FHM überwältigt und somit indirekt die bestraft, die dem Verschrottungsvorschlag zustimmen. Es erscheint häufig als bequemer, bei Vollausslastung der eigenen Lager auf Fremdlager auszuweichen, als sich zu Verschrottungen zu entschließen. Man scheut i. d. R. davor zurück, FHM mit hohen Bereitstellungskosten, aber sehr geringen Wiederbedarfsaussichten zu verschrotten. Vernichtet werden daher häufig nur geringwertige FHM, die zumeist nur einen kleinen Lagerkapazitätsbedarf aufweisen⁴⁾. Trotz stolz präsentierter Verschrottungsanzahl bleibt dadurch die Verschrottungsproblematik weitgehend ungelöst, da kaum

1) Vgl. Fröhlich, O. u. M. J. Stankiewicz: Beschaffungs- und Materialmanagement, Strategische Unternehmensführung Band 4, hrsg. von G. Kienbaum, München 1976, S. 29 / Hartmann, H.: a. a. O., S. 162 / Keller, A.: Die Aufgaben des Rechnungswesens im Zusammenhang mit der Lagerhaltung; in: IO, 32. Jg. (1963), S. 404f / Kroeber Riel, W.: a. a. O., S. 83 / Malich, S.: Betriebsnotwendige Lagerreserve und optimale Losgröße; in: ZfB, 27. Jg. (1957), S. 453f / Weinberg, F.: Der Betriebsingenieur und die Mathematik; in: IO, 29. Jg. (1960), S. 342 (i. f. zitiert als "Betriebsingenieur").

2) Vgl. Buchan, J. u. E. Koenigsberg: Scientific Inventory Management, Englewood Cliffs (N. J.) 1963, S. 19 / Magee, J. F.: Production Planning and Inventory Control, New York-London-Toronto 1958, S. 6 / Sundhoff, E.: Grundlagen und Technik der Beschaffung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, Essen 1958, S. 237ff / Wälchli, U.: Die Organisation und Bewirtschaftung der Modellmagazine, Bericht B 860 vom Oktober 1967 der Escher Wyss AG, Zürich 1967, S. 6 (i. f. zitiert als "Organisation").

3) Der Verband der Schweizerischen Eisengießereien hat zwar die Belastung unternehmerfremder FHM-Eigentümer mit entsprechenden Lagerhaltungskosten vorgesehen (vgl. ebenda, S. 9, 15, Beilage 11), doch setzte sich auch diese Regelung i. p. nicht durch.

4) S. Anhang 1.

Lagerkapazität freigesetzt, sondern nur die Struktur des FHM-Bestandes in Richtung auf FHM mit höherem Lagerkapazitätsbedarf verändert wird.

Sofern Verschrottungen erfolgen, vollziehen sie sich oftmals in Form diskretionärer Verschrottungsaktionen erst dann, wenn die Lager bereits überquellen. Es fehlt i. d. R. eine stetige, vorbeugende Verschrottungspolitik. In den wenigen Unternehmen, die eine solche eingeführt hatten, wurde sie bald wieder aufgegeben, sobald maßgebliche, mit dem Verschrottungsmodell vertraute Persönlichkeiten diese Unternehmen verlassen hatten oder die sichtbaren Erfolge der Verschrottungspolitik zurückgingen¹⁾.

13 Das Verschrottungsmodell von Weinberg

Das einzige zur Verschrottungsproblematik von FHM publizierte originäre Entscheidungsmodell von Weinberg²⁾ bildet FHM-Klassen nach Maßgabe der Anzahl von Jahren, in denen ein FHM mindestens einmal verwendet worden ist. Auf Grundlage von Wiederbedarfswahrscheinlichkeiten, Lager- und Herstellkosten wird als Entscheidungskriterium entwickelt, FHM zu verschrotten, sobald sie ein klassenspezifisches Höchstalter erreicht haben und nicht im Vorjahr verwendet worden sind. In der praktischen Anwendung bewährte sich dieses Modell³⁾ (es wurde eigens ein Rechenschieber entwickelt). Es vermochte sich jedoch infolge hohen Zeitaufwandes, seiner komplizierten Struktur⁴⁾, des mangelnden Zuschnitts auf den Einsatz der ADV und der o.g. Probleme nicht durchzusetzen. Der erste der grundsätzlich kritikwürdigen Aspekte dieses Modells besteht in seiner monolithischen Konzeption; d.h. es läßt sich kaum eine einzelne Komponente gegen eine an-

1) Dies ist jedoch unvermeidlich, da die erstmalige Durchforstung eines unkontrolliert gewachsenen FHM-Bestandes immer mehr Kosteneinsparungen wird vorweisen können als routinemäßige Verschrottungen von nur geringfügigen Teilen eines bereits planmäßig überwachten FHM-Lagers: vgl. Weinberg, F.: Betriebsingenieur, a.a.O., S. 343.

2) Vgl. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O. / Weinberg, F.: Bewirtschaftung, a.a.O.

3) Vgl. Becker, A.M.: a.a.O., S. 8 / Ryffel, F.: Bewirtschaftung eines Gießereimodellmagazins; in: IO, 30. Jg. (1961), S. 484 / Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 4 / Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 7, 78f / Derselbe: Bewirtschaftung, a.a.O., S. 384 / Derselbe: Betriebsingenieur, a.a.O., S. 343.

4) Vgl. Becker, A.M.: a.a.O., S. 1 / Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 8.

ders strukturierte austauschen, ohne das Gesamtkonzept in Frage zu stellen. Das Entscheidungskriterium, das unmittelbar auf Alter und Verwendungsjahren der FHM basiert, verfehlt die Struktur des Realproblems, welche sich primär auf Kosten, Lagerkapazität sowie Wiederbedarfsaussichten gründet. Ein statistischer Test, ob Verwendungsjahre und Alter die geeignetsten Prognose-Indikatoren für den Wiederbedarf darstellen, erfolgte nicht. Sie führen dazu, daß die FHM im Rahmen eines stochastischen Prozesses zwischen den Klassen fluktuieren. Dies bewirkt zusammen mit der Inhomogenität der Klassen¹⁾ eine sehr komplexe und aufwendige Berechnung der Wiederbedarfswahrscheinlichkeiten²⁾, läßt die durchschnittlichen Kosten und Lagerkapazitätsbedarfe der Klassen rasch ihre Gültigkeit verlieren. Allzu grobe Vereinfachungen entstehen bezüglich des Realproblems, indem Anzahl und zeitliche Verteilung der Verwendungen eines FHM während eines Jahres nicht berücksichtigt werden (sofern es mindestens einmal verwendet wird) und für alle FHM derselbe durchschnittliche Lagerkapazitätsbedarf, Lager- und Herstellkostensatz unterstellt wird. Inkonsistent ist die mehrperiodische Erfassung aller zukünftigen Kosten einer gegenwärtig getroffenen Entscheidung (ohne allerdings deren Kapitalwert zu berechnen) insofern, als Lagerkapazitätsbedarf und Entscheidungsmöglichkeit nur einperiodisch Berücksichtigung finden³⁾. Das Lagrange-Kalkül zur Lösung des Entscheidungsmodells wird, da es zweimal stetig differenzierbare Funktionen voraussetzt, weder Weinberg's Modell, das ein ganzzahliges Verschrottungsalter zu bestimmen sucht, noch der grundsätzlich binären⁴⁾ Struktur des Realproblems (Lagern oder Verschrotten der FHM) gerecht. Seine Voraussetzung, die Lagerkapazität sei im Optimum stets voll ausgelastet, widerspricht ebenfalls der Ganzzahligkeit des Verschrottungsalters und der realen Unteilbarkeit der FHM. Der Lagrange-Multiplikator erweist sich als weder eliminierbar noch als leicht bestimmbar, so daß das Optimum umständlich durch Variation des Multiplikatorwertes gesucht werden

1) Näheres s. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a. a. O., S. 18.

2) Vgl. ebenda, S. 19ff.

3) S. Abschnitt 422.

4) Es sei i. f. zwischen den Begriffen "binär" (nur zweier Werte fähig, die als solche beliebig gewählt werden dürfen) und "dual" (nur die Werte 0 und 1 sind möglich) differenziert.

müßte¹⁾. Weinberg bricht die Optimierung des Lagrange-Kalküls ab und geht auf eine ganzzahlig-sukzessive Variation des Verschrottungsalters über, allerdings ohne grundsätzlich von einem ganzzahligen Ansatz auszugehen²⁾.

14 Zielsetzung für die Entwicklung alternativer Verschrottungsmodelle

Die Entwicklung von Modellen i.w.S.³⁾ zur Verschrottung von FHM setzt eine eingehende Analyse des Realproblems voraus, dessen Struktur die Entscheidungsmodelle i.e.S. abbilden sollen. Sie müssen grundsätzlich infolge der Unteilbarkeit der FHM ganzzahlig und wegen der Entscheidungsalternative: Lagern oder Verschrotten binären Charakter besitzen. Sie sollen modular konzipiert sein, d.h. zur Lösung jedes Teilproblems mindestens eine (möglichst aber mehrere, um unterschiedlichen Benutzeranforderungen gerecht werden zu können) in sich abgeschlossene Modellkomponente mit eindeutig definierten Schnittstellen zu den übrigen Komponenten aufweisen. Hierdurch können die Modelle - im Gegensatz zur heute meist immer noch monolithisch und modifikationsfeindlich programmierten Anwendungssoftware⁴⁾ - flexibel an das Anforderungsprofil des jeweils vorgegebenen Realproblems angepaßt werden⁵⁾. Nur im konkreten Einzelfall kann die Auswahl der jeweils geeignetsten Komponenten erfolgen, die die Systemkosten⁶⁾ zur Durchführung einer Komponente

1) Vgl. Kuhn, A.: Zur Losgrößenbestimmung unter Nebenbedingungen; in: ZfB, 36. Jg. (1966), S. 249 / Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 32.

2) Vgl. ebenda, S. 30ff.

3) Hierunter sei die Gesamtheit von Deskription des Realproblems, statistischer Datenerhebung sowie -analyse, Entscheidungsmodellen i.e.S. und Lösungsalgorithmen verstanden; vgl. Menges, G.: Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, 2. Aufl., Düsseldorf 1974, S. 80 (i.f. zitiert als "Grundmodelle").

4) Vgl. Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: a.a.O., S. 96f.

5) Vgl. Grupp, B.: Materialwirtschaft mit EDV - Einführungsschritte, Modularprogramme, Praxisbeispiele, Umstellungsprobleme, Grafenau 1975, S. 20.

6) Die Wichtigkeit dieser Systemkosten betonen unter verschiedener begrifflicher Fassung: Mills, E.S.: Price, Output, and Inventory Policy, New York-London 1962, S. 16ff / Hadley, G. u. T.M. Whitin: Analysis of Inventory Systems, Englewood Cliffs (N.J.) 1963, S. 21 / Spring, R.: Modellvergleiche in der Lagerbewirtschaftung, Diss. St. Gallen 1975, S. 39f.

gegen ihre Nutzenstiftung abwägt¹⁾. Tendenziell werden sich zwar komplexere, aber das Realproblem detaillierter abbildende Modelle zu Ungunsten weniger aufwendigerer, aber auch stärker simplifizierender Modelle durchsetzen infolge der beträchtlichen Fortentwicklung der ADV²⁾.

Objekt der folgenden Betrachtungen ist nur die Bewirtschaftung größerer FHM-Bestände (FHM-Anzahl deutlich höher als 100 Stück), da sich für die Bewirtschaftung geringfügiger FHM-Lager der Aufwand komplexer Entscheidungsmodelle ohnehin nicht rechtfertigen ließe. Insbesondere werden Unternehmen der Gruppe II aus der o.g. Umfrage³⁾ als Zielgruppe betrachtet.

Intention der Entscheidungsmodelle kann es nicht sein, endgültig Verschrottungen anzuordnen⁴⁾. Denn infolge ihrer mathematisch-statistischen Formalisierung vermögen sie nur quantifizierbare und in hinreichender Häufigkeit auftretende Problemelemente zu erfassen. Ihre Ergebnisse können daher nur den Anspruch von Verschrottungsvorschlägen erheben, die den verantwortlichen Instanzen als periodisch abrufba-

- 1) Die Aspekte dieser Abwägung sind näher dargestellt in: Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: Operations Research - Grundzüge der Operationsforschung, Stuttgart 1970, S.212 / Frank, J.: Selektion von Standardsoftware - Kriterien und Methoden zur Beurteilung und Auswahl von Software-Produkten, Diss. Köln 1976, S.41, 164ff / Graf, H.: Methodenauswahl für die Materialbewirtschaftung in Maschinenbau-Betrieben, Mainz 1977, S.52 / Hax, H.: Investitionstheorie, 2. Aufl., Würzburg-Wien 1972, S.95ff (i.f. zitiert als "Investitionstheorie") / Kern, W.: Die Empfindlichkeit linear geplanter Programme; in: Angermann, A. (Hrsg.): Betriebsführung und Operations Research, Frankfurt am Main 1963, S.49ff / Kern, W.: Operations Research, 4. Aufl., Stuttgart 1971, S.79, 85 (i.f. zitiert als "Operations Research") / Marwedel, H.: Die Wirtschaftlichkeit von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen; in: Busse von Colbe, W. u. R. Mattesich (Hrsg.): Der Computer im Dienste der Unternehmensführung, Bielefeld 1968, S.147 / Mills, E.S.: a.a.O., S.19 / Trux, W. R.: Einkauf und Lagerdisposition mit Datenverarbeitung, München 1968, S.225.
- 2) Laut Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: a.a.O., S.96ff / Goldschneider, P. u. H. Zemanek: Computer - Werkzeug der Information, Berlin-Heidelberg-New York 1971, S.158 / Hartmann, H.: a.a.O., S.162 nehmen die Kosten pro Speichereinheit beträchtlich ab, während Speicherkapazität und Rechengeschwindigkeit für ADVA erheblich ansteigen. Die Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Kommunikation (Dezentralisierung durch Terminals, Dialogbetrieb) und das Angebot peripherer Datengeräte werden immer reichhaltiger.
- 3) Vgl. Anhang 1.
- 4) Vgl. Kosiol, E.: Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen; in: ZfhF, 13. Jg. (1961), S.334 / Weinberg, F.: Bewirtschaftung, a.a.O., S.384.

re, vorbereitende Entscheidungs- und Argumentationshilfsmitteln, die das Entscheidungsvolumen von der Menge aller FHM auf die Menge der zur Verschrottung empfohlenen FHM erheblich reduzieren. Die endgültige Entscheidung kann aber erst erfolgen, nachdem weitere, nicht-quantifizierbare, individuelle oder infolge modellhafter Vereinfachungen nicht erfaßte Einflußgrößen unter Ausnutzung von Sachverstand, Erfahrung sowie Intuition von Konstruktionsbüro und Lagerwesen, Fertigungs- und Vertriebsabteilung Berücksichtigung gefunden haben¹⁾.

2 Deskription des Realproblems

21 Die faktischen Entscheidungsprämissen²⁾ als
Konstituenten des Entscheidungsfeldes

211 Das Fertigungshilfsmittelsystem

Die Anzahl der zur Disposition stehenden FHM ändert sich fortwährend auf Grund von Zugängen (Erstbereitstellungen, Wiederbereitstellungen zuvor verschrotteter FHM, Bereitstellung zusätzlicher FHM desselben Typs, Übernahme von FHM aus externen Fremd- bzw. Kundenlagern oder von Unternehmen, die sich ein FHM vorübergehend ausgeliehen hatten) und Abgängen (Verschrottungen, Auslagerungen von FHM auf Fremd- bzw. Kundenlager, Verleih oder Veräußerung der FHM).

Jedes FHM ist objektiv gekennzeichnet durch seinen Lagerkapazitätsbedarf, der i. d. R. als zeitlich konstant angenommen werden kann (ausnahmsweise vermag er sich z. B. durch Montage eines FHM auf eine andere Grundplatte oder zusätzlich zu lagernde variable Einsätze bei Gießereimodellen zu ändern), sowie seinen Erhaltungszustand.

212 Das Lagersystem

Die verfügbare Lagerkapazität kann heterogen strukturiert sein (eine Lagerhalle ist z. B. durch eine besondere Hebevorrichtung zur Lagerung sehr schwerer und voluminöser FHM

1) Vgl. Becker, A. M.: a. a. O., S. I / Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a. a. O., S. 8f, 72ff.

2) Vgl. Kirsch, W.: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie; in: Kirsch, W. (Hrsg.): Einführung in die Theorie der Entscheidungsprozesse, 2. Aufl. der Bände 1-3 als Gesamtausgabe, Wiesbaden 1977, Band 1, S. 26.

befähigt oder durch eine Klimaanlage prädestiniert, Holzmodelle aufzunehmen, die auf Änderungen der Luftfeuchtigkeit durch unerwünschtes Verziehen reagieren können), so daß ein homogenes Kapazitätsmaß (Volumen, Grundfläche, Gewicht) nur begrenzt aussagefähig ist. Infolge veralteter Bausubstanz oder von Erweiterungsbauten verhält sie sich zeitlich variabel. Die effektiv verfügbare Lagerkapazität ergibt sich erst nach Abzug der vom Materialwirtschafts-Management global vorgegebenen Sätze (für Pufferzwecke¹⁾ oder für Einsparungen im Rahmen einer Verschrottungsaktion) und der nicht nutzbaren Lagerkapazität (durch Transporteinrichtungen, Zugriffswege und Hohlräume bedingt²⁾). Verbesserungen der Lagerorganisation³⁾, des Transportwesens sowie der räumlichen FHM-Gestaltung können die effektiv verfügbare Lagerkapazität erhöhen. Sie läßt sich ebenfalls durch Inanspruchnahme von Fremd- und Behelfslagern steigern⁴⁾. Infolge des Leihbetriebscharakters⁵⁾ des FHM-Lagers (die FHM kehren nach ihrer produktiven Verwendung in das Lager zurück) wird für jedes FHM ein bestimmter Lagerplatz freigehalten bis zu seiner Verschrottung. Gibt man diese Platzreservierung auf und stellt in Rechnung, daß sich immer eine gewisse Anzahl der FHM in der Fertigung, in der Konstruktion und auf Transport befindet, so kann durch eine "chaotische" Lagerhaltung⁶⁾ die effektiv verfügbare Lagerkapazität um den hierdurch eingesparten Kapazitätsbedarf indirekt erhöht werden. Ein weiterer Entscheidungstatbestand folgt aus der Möglichkeit, zwischen zentraler bzw. dezentraler Lagerhaltung sowie Mischformen zu wählen⁷⁾.

- 1) Nach Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.73 sind 10% der Lagerkapazität für Pufferzwecke zu reservieren.
- 2) Sie beträgt laut Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S.3 bis zu 60% der gesamten Lagerkapazität; vgl. auch Klingst, A.: Optimale Lagerhaltung - Wann und wieviel bestellen?, Würzburg-Wien 1971, S.4ff.
- 3) Diese müßte sich auch mit dem in: Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S.9 angeführten Problem auseinandersetzen, daß manche FHM überhaupt nicht mehr auffindbar und damit noch weniger verschrottbar sind, insbesondere wenn unterschiedliche physische Bestandteile derselben funktionellen Einheit an verschiedenen Orten gelagert werden.
- 4) Vgl. Klingst, A.: a.a.O., S.33ff.
- 5) Vgl. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.5 / Weinberg, F.: Bewirtschaftung, a.a.O., S.381.
- 6) Vgl. Hartmann, H.: a.a.O., S.389.
- 7) Dieses Problem wird ausführlich diskutiert in: Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.57ff.

213 Das Produktionssystem

Das Produktionssystem behindert die Wiederherstellung verschrotteter FHM. Entweder ist sie überhaupt nicht möglich (notwendige Aggregate sind nicht mehr vorhanden, vorübergehender Fertigungsstillstand infolge Streiks) oder kann - da der Bedarf für ein FHM zufällig eintritt - zumindest in der Produktionsplanung nicht hinreichend antizipiert werden. Möglicherweise sind benötigte Produktionsfaktoren nicht sofort verfügbar, ist eine Unterbrechung der laufenden Produktion nicht zu verantworten. Hinzu kommen Wartezeiten für die Revision der Kapazitäts- und Terminplanung, die Fertigungszeit selbst sowie Zusatzzeiten z.B. für Probeabgüsse und Modellkorrekturen. Der resultierende time-lag zwischen Bedarfsmeldung und Abschluß der Wiederherstellung kann dazu führen, daß die Wiederherstellung zu lange dauert und dadurch der Auftrag verloren geht. Auf keinen Fall kann die Identität der Perioden von Bedarfsmeldung und vollzogener Wiederherstellung gewährleistet werden.

Änderungen des Produktionsprogramms durch Begrenzung von Produktionsbreite bzw. -tiefe, durch Diversifikation oder neue Fertigungstechnologien (z.B. Anwendung höherer Gußdrücke, denen alte Modelle nicht mehr standhalten können) lassen u.U. FHM überflüssig werden und legen in Gestalt sehr geringer Wiederbedarfsaussichten deren Verschrottung nahe. Diese lohnt sich um so mehr, je stärker ein FHM durch produktiven Gebrauch, Transport oder Witterungseinwirkung abgenutzt ist, da dies die Produktqualität senkt, die Ausschußquote erhöht.

214 Das Finanzsystem

Lagerung sowie Verschrottung sind mit Zahlungsströmen und Kreditprozessen verbunden. Da den meisten Unternehmen ein detailliertes pagatorisches Rechnungssystem¹⁾ fehlt, seien finanzwirtschaftliche Aspekte weitgehend vernachlässigt²⁾.

1) Vgl. Schweitzer, M., G.O. Hettich u. H.U. Küpper: Systeme der Kostenrechnung, München 1975, S. 26f.

2) Näheres hierzu s. Keller, A.: a.a.O., S. 404f / Müller-Hagedorn, L. u. J. Biethahn: Bestellpolitik in Handelsbetrieben unter expliziter Berücksichtigung der Kosten für gebundenes Kapital; in: ZfOR, 19. Jg. (1975), S. B158ff.

Hervorzuheben sind nur folgende Probleme: Die Verschrotungsentscheidung wirkt im Falle eines Wiederbedarfs liquiditätsbelastend: Wird das FHM nicht wiederbereitgestellt, entfallen die bei seiner Lagerung erzielbaren Einzahlungsüberschüsse aus der Verwertung der mit ihm erzeugten Endprodukte am Markt. Erfolgt eine Wiederbereitstellung, so müssen hierfür Auszahlungen geleistet werden, die für ein gelagertes FHM nicht entstanden wären. Zusätzlich tritt eine temporäre Liquiditätslücke ein, weil infolge des time-lags von Produktions- bzw. Beschaffungssystem¹⁾ die Einzahlungen später als bei Lagerung des FHM und sofortiger Produktion der Enderzeugnisse anfallen.

Kurzfristig kann die Notwendigkeit, das finanzwirtschaftliche Gleichgewicht des Unternehmens zu wahren, Entscheidungen der FHM-Bewirtschaftung erfordern, die das betriebswirtschaftliche Ergebnis mindern, während sie langfristig infolge der Schwierigkeiten, Zahlungsströme zu prognostizieren, eine untergeordnete Rolle spielt²⁾.

Kapitalaufnahme bzw. -anlage der FHM-Bewirtschaftung erfolgen zwar i. d. R. nicht direkt am Kapitalmarkt, sondern über ein von der Finanzabteilung zur Verfügung gestelltes Budget, doch spiegelt dieses mittelbar die Kapitalmarktkonditionen wieder. Somit hängt die FHM-Bewirtschaftung auch vom Kapitalmarktzins ab, der je nach aktueller Kapitalmarktlage variiert³⁾ und in einen Kapitalanlage- sowie einen -aufnahmezins gespalten ist. Der zweite hängt zusätzlich von Liquiditätslage, Bonität, Bilanzstruktur, persönlichen Geschäftsbeziehungen und ggf. auch vom konkret zur Finanzierung anstehenden Projekt ab, verhält sich also alles andere als konstant.

Da finanzwirtschaftliche Aspekte gewöhnlich nur über konstante Werte für Kapitalzins und -budget vom Lagerwesen berücksichtigt werden, unterbleibt eine simultane, Interdependenzen erfassende Optimierung von Finanz- und Lagerwirtschaft.

1) Der time-lag des Beschaffungssystems beruht auf den Lieferfristen für bestellte FHM.

2) Vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a. a. O., S. 92 / Schneider, E.: Wirtschaftlichkeitsrechnung, 8. Aufl., Tübingen-Zürich 1973, S. 72f.

3) Vgl. Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 3. Band - Die Finanzen, 7. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1975, S. 352f.

215 Das Kundensystem

Die Dispositionsfreiheit des Unternehmens bezüglich der Verschrottung von FHM findet eine Grenze im Falle von (Mit-)Eigentum unternehmensfremder Dritter an den FHM, deren Einverständnis juristisch obligatorisch ist. Da zumeist befürchtet wird, durch solche Verschrottungsanliegen Kunden zu verärgern, diese i. p. auch auf solche Anliegen nicht oder nur ablehnend zu reagieren pflegen, werden die Verschrottungsüberlegungen i. d. R. auf die ausschließlich im Eigentum des Unternehmens befindlichen FHM beschränkt¹⁾. Die Kundennachfrage nach einem Endprodukt führt zum Bedarf des zugehörigen FHM, sofern der Auftrag angenommen und die Fertigung vom Unternehmen selbst ausgeführt wird (keine Delegation von Aufträgen an Subunternehmer). Wegen des indeterministischen Charakters dieser drei Größen müssen Wahrscheinlichkeiten für den wiederholten Bedarf von FHM nach ihrer Verschrottung²⁾ ermittelt werden. Während Auftragsablehnung sowie -delegation kaum prognostiziert werden können auf Grund ihrer ausgeprägten Einzelfallabhängigkeit, läßt sich die künftige Kundennachfrage einschätzen mit Hilfe von Marktforschung³⁾, Lebenszyklusanalysen für die mit einem FHM produzierten Enderzeugnisse, Berichten der Außendienste, Anfragen bei potentiellen Kunden sowie - insbesondere bei mode- und politikabhängigen Produkten - durch Intuition. Aber auch die bezüglich der FHM-Bewirtschaftung gefällten Entscheide können selbst wieder auf die Kundennachfrage zurückwirken⁴⁾: Verschrottungen können die Nachfrage dämpfen, wenn sie häufig infolge o. g. time-lags zu Lieferverzögerungen führen oder sogar die Kundenwünsche überhaupt nicht mehr erfüllt werden, sofern dem Unternehmen die Wiederbereitstellungskosten für ein FHM angesichts des Auftragswertes als nicht zumutbar erscheinen (diese Überlegung wird aber auch oftmals unter Verweis auf die kundenorientierte Unternehmensphilosophie kategorisch abgelehnt).

1) Vgl. Wälchli, U.: Organisation, a. a. O., S. 7.

2) Diese Wiederbedarfswahrscheinlichkeiten seien i. f. mit "WBW" abgekürzt.

3) Vgl. Marr, R. u. A. Picot: Absatzwirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 432ff.

4) Vgl. Koch, H.: Die Problematik der Bernoulli-Nutzentheorie - Die Theorie der Sekundäranpassung als ungewißheitstheoretische Konzeption; in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Band 188 (1973), S. 206ff.

Die Ermittlung der WBW wird erschwert durch das Fehlen von Bedarfsstatistiken. Lagerstatistiken weisen nur die produktiven Verwendungen von FHM, nicht aber den Bedarf aus, der zu keiner Verwendung geführt hat, weil das FHM verschrottet worden war und nicht mehr wiederhergestellt wurde¹⁾. Auftragsstatistiken verzeichnen nur Aufträge und keine einzelnen FHM (deren wechselseitige Zurechnung würde erheblichen Aufwand verursachen), geben nur Auftragseingang bzw. -erledigung, nicht aber den Zeitpunkt eines FHM-Einsatzes an. Sie täuschen einen Bedarf nur vor, wenn ein Auftrag ohne wirtschaftlichen Vorteil lediglich angenommen wurde, um ein gelagertes FHM (mit hohen Herstellkosten) nicht brachliegen zu lassen.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Lagerung von FHM auf die Kunden der erzeugten Endprodukte zu überwälzen. I. p. wird hierauf jedoch verzichtet, um einen befürchteten goodwill-Verlust zu vermeiden. In den FHM manifestes technologisches know-how soll das Unternehmen nicht verlassen. (Manche Unternehmen gehen so weit, die Gußkanäle eines FHM, das ihren Einflußbereich verläßt, zu zerstören, während andere Geheimhaltungsmaßnahmen für überflüssig erachten, da sich Verbreitung von know-how ohnehin nicht verhindern lasse.) Es wird auch befürchtet, der im Besitz eines FHM befindliche Kunde könne dies samt Auftrag der Konkurrenz zukommen lassen. Bei der Kundenlagerung entstehen zusätzliche Transportkosten für die FHM und u. U. Erlöseinbußen, wenn der Kunde Aufwendungen für seinerseits gelagerte FHM in Rechnung stellt. Nicht zuletzt spielt auch das von der jeweiligen Marktmacht bestimmte Abhängigkeitsverhältnis zwischen Unternehmen und Kunden bei dieser Frage eine Rolle.

22 Die wertenden Entscheidungsprämissen²⁾

221 Das Bewertungssystem

2211 Grundlagen des Bewertungssystems

Das Bewertungssystem führt zu einer Bewertung der mit einem Verschrottungsplan verknüpften realen Konsequenzen durch

1) Vgl. Klemm, H. u. M. Mikut: Mathematische Lagerhaltungsmodelle - ein Überblick; in: Mathematik und Wirtschaft, 5. Jg. (1968), S. 105.

2) Vgl. Kirsch, W.: a. a. O., S. 26.

ihren jeweiligen Beitrag zum kalkulatorischen Ergebnis¹⁾, also durch zugeordnete Leistungen²⁾ und Kosten³⁾. Diese kalkulatorischen Größen sind grundsätzlich von pagatorischen Zahlungs- und Kreditvorgängen unabhängig (obgleich jene als Grundlage dienen können). Sie sind so zu bestimmen, daß die auf ihnen fußenden Entscheidungen das Präferenz- und Zielsystem des Entscheidungsträgers optimal erfüllen. Daher sind Vollkosten-Rechnungssysteme, die durch Verteilung unzulässig proportionalisierter Fixkosten zu suboptimalen Entscheidungen führen können, abzulehnen⁴⁾. Angemessen ist nur ein Teil- oder Grenzkosten-Rechnungssystem⁵⁾, das jedoch i. p. noch keine weite Verbreitung gefunden hat. Als Ausdruck des ökonomischen Prinzips sind nur die entscheidungsrelevanten Ergebnisbeiträge zu berücksichtigen, also die, die mittels der Entscheidung über Lagerung bzw. Verschrottung beeinflußt werden können⁶⁾.

2212 Leistungen

Die entscheidungsrelevanten Leistungen der FHM-Bewirtschaftung sind unbedeutend. Die Verschrotungsleistung setzt sich zusammen aus dem Schrotterlös und dem Wert solcher FHM-Bestandteile, die zur Herstellung neuer FHM wiederverwandt werden können (z. B. Wendezapfen, Führungsbüchsen und Schloßschrauben bei Gießereimodellen) oder z. B. als Brennmaterial (zerkleinerte Holzmodelle) dienen. Mögliche Nutzungen infolge Verschrottung freigesetzter Lagerkapazität für andere Zwecke als die der FHM-Bewirtschaftung können nicht als Leistungen geltend gemacht werden, da die Verschrottung zwar

1) Vgl. Schweitzer, M., G. O. Hettich u. H. - U. Küpper: a. a. O., S. 27.

2) Sie seien als "bewertete, sachzielbezogene Güterentstehung" (ebenda, S. 47) definiert.

3) Im Sinne von "bewertetem Güterverzehr zum Zwecke der betrieblichen Leistungserstellung" (Brunnberg, J.: Der Einfluß ungenauer Daten auf die Optimalität von Lagerhaltungsmodellen und seine Konsequenzen für das innerbetriebliche Rechnungswesen, Diss. Mannheim 1969, S. 139.)

4) Vgl. Heinen, E. u. P. Sabathil: Informationswirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 842 / Schweitzer, M., G. O. Hettich u. H. - U. Küpper: a. a. O., S. 297ff.

5) Z. B. Kilger's Flexible Grenzplan- oder Riebel's Relative Einzelkostenrechnung.

6) Vgl. Hadley, G. u. T. M. Whitin: a. a. O., S. 22 / Magee, J. F.: a. a. O., S. 27.

Voraussetzung, aber nicht Ursache dieser Nutzungen ist. Ein gelagertes FHM führt zu einer Leistung, wenn es an ein anderes Unternehmen verliehen oder veräußert wird gegen ein entsprechendes Entgelt.

2213 Kosten

22131 Lagerhaltungskosten

Zu den Lagerhaltungskosten¹⁾ zählen die Kosten für sachliche (Instandhaltung der Lagereinrichtungen, Beleuchtung, Belüftung, Heizung, Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsregelung, Reinigung, Hilfsmaterialien), personelle (Löhne und Gehälter für Lagerpersonal inklusive aller Nebenkosten) und verwal-

1) Vgl. Adamowsky, S.: Material- und Lagersteuerung; in: Agthe, K., H. Blohm u. E. Schnauffer (Hrsg.): Industrielle Produktion, Baden-Baden u. Bad Homburg vor der Höhe 1967, S. 703ff / Churchman, C.W., R.L. Ackoff u. E.L. Arnoff: Operations Research, 4. Aufl., Wien-München 1968, S. 237, 242 / Ellersiek, K.: Materialflußkosten im Betrieb, Wiesbaden 1958, S. 46ff / Fäßler, K. u. P.U. Kupsch: Beschaffungs- und Materialwirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 233 / Gebhardt-Seele, P.: Lagerkontrolle und Einkaufsdisposition mit elektronischen Rechenmaschinen, Diss. Nürnberg 1961, S. 38ff, 102ff (i.f. zitiert als "Lagerkontrolle") / Derselbe: Rechenmodelle für wirtschaftliches Lagern und Einkaufen, München-Wien 1962, S. 34ff (i.f. zitiert als "Rechenmodelle") / Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 78f / Hartmann, H.: a.a.O., S. 265f / Henzel, F.: Lagerwirtschaft, Essen 1950, S. 104f / Hochstädter, D.: Stochastische Lagerhaltungsmodelle, Berlin-Heidelberg-New York 1969, S. 8, 19 / Kaps, K.-H.: Die Bedeutung der Lagerhaltung für die Produktionsplanung in Industriebetrieben, Köln-Opladen 1965, S. 52 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle - Theorie und Anwendung, Berlin 1972, S. 31, 214ff (i.f. zitiert als "Lagerhaltungsmodelle") / Kottke, E.: Die optimale Beschaffungsmenge, Berlin 1966, S. 63ff / Magee, J.F.: a.a.O., S. 34ff / Mertens, P.: Industrielle Datenverarbeitung, Wiesbaden 1969, S. 105ff / Mikut, M.: Bestimmung der Kostenparameter für Lagerhaltungsmodelle; in: Fertigungstechnik und Betrieb - Zeitschrift für Technologie und Organisation, 19. Jg. (1969), S. 271f (i.f. zitiert als "Kostenparameter") / Munz, M.: Beschaffung und Beschaffungsplanung im Industriebetrieb, Wiesbaden 1959, S. 47ff / Schulte, H.: Kapitalfreisetzung durch rationelle Lagerhaltung in industriellen Unternehmen, Köln-Opladen 1964, S. 48ff, 81f, 111ff / Stach, M.: Optimale Lagerhaltungssysteme in Mehrprodukt-Lagerhaltungssystemen, Diss. Aachen 1971, S. 14 / Starr, M.K. u. D.M. Miller: Inventory Control - Theory and Practice, Englewood Cliffs (N.J.) 1962, S. 11 / Wälchli, U.: Die Wiederherstellungskosten für Gießerei-Eigenmodelle, Bericht B 860 vom 23.02.1966 der Escher Wyss AG, Zürich 1966, S. 2ff (i.f. zitiert als "Wiederherstellungskosten") / Derselbe: Organisation, a.a.O., S. 12ff.

tungsmäßige (anteilige Löhne und Gehälter des Verwaltungspersonals, für Sachmittel der Verwaltung wie z.B. Buchungsmaschinen und ADVA) Aufrechterhaltung des Lagerbetriebs. Hinzu kommen Kosten für Wertminderungen der FHM (Ersatz unbrauchbar gewordener FHM, Korrosion, Brüchigwerden, Verziehen von Holzmodellen, Transportschäden, Schwund, Diebstahl) sowie deren Werterhaltung (Instandhaltung der FHM), für den FHM-Transport (Aus-, Um- und Einlagern, Bereitstellungs- und Betriebskosten für Lade- sowie Transporteinrichtungen), anteilige Gewerbesteuer- und Vermögensteuer, kalkulatorische Wagniskosten (sofern nicht schon in den Abschreibungen für Wertminderung enthalten) oder Versicherungsprämien sowie Kosten für Bewachungsdienste.

Wertminderungen der FHM infolge neuer Fertigungsverfahren, Rückgang der Endproduktnachfrage oder sinkender Bereitstellungskosten gehören nicht zu den Lagerhaltungskosten, da die ersten beiden in sinkenden WBW und die dritte in geringeren Wiederbereitstellungskosten sich niederschlagen. Die Gesamtheit aller Lagerhaltungskosten einer Abrechnungsperiode wird i.d.R. in Bezug zur (effektiv) verfügbaren Lagerkapazität¹⁾, zum Lagerkapazitätsbedarf aller gelagerten FHM²⁾ oder zu den gesamten Bereitstellungskosten³⁾ als Schlüsselgrößen gesetzt. Der Lager(haltungs)kostensatz als Lagerhaltungskosten je Periode und Schlüsselgrößeneinheit wird der Belastung der FHM mit anteiligen Lagerhaltungskosten nach Maßgabe ihrer Schlüsselgrößenausprägungen zugrundegelegt. Diese i.p. vorherrschende Verrechnungsmethode erweist sich insofern als problematisch, als sie alle bezüglich der jeweils gewählten Schlüsselgröße⁴⁾ fixen Kostenarten unzulässig proportionalisiert und somit gegen eine verursachungsgerechte Kostenzurechnung sowie die o.g. Anforderungen an ein kalkulatorisches Bewertungssystem verstößt. Als Ausweg ließen sich mit erheblichem Zusatzauf-

1) Bei nicht voll ausgelasteter Lagerkapazität werden nicht die gesamten Lagerhaltungskosten auf die Lagerobjekte verrechnet.

2) Vgl. Keller, A.: a.a.O., S. 407 / Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 14.

3) Vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 79 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 216 / Mellerowicz, K.: Die optimale Auftragsgröße als Problem der Kostenpolitik; in: BFuP, 14. Jg. (1962), S. 680.

4) Hierunter sei i.f. auch die Zeit subsummiert.

wand mehrere, jeweils von einer anderen Schlüsselgröße oder sogar Kostenart abhängige Lagerkostensätze definieren¹⁾. Aber auch wenn eine Schlüsselgröße einer Kostenart angemessen ist, so verstößt der Lagerkostensatz durch seine Proportionalisierung doch noch gegen den zumeist sprungfixen Charakter fast aller Lagerhaltungskostenarten²⁾. Der Lagerkostensatz ist insofern inkonsistent, als er die von den in der Referenzperiode zur Lagerung bestimmten FHM verursachten Lagerhaltungskosten je Schlüsselgrößeneinheit angeben soll, aber nur aus den von in der Vorperiode gelagerten FHM verursachten Lagerhaltungskosten berechnet werden kann. Da jedoch die Lagerhaltungskosten von Referenz- und Vorperiode keineswegs übereinstimmen müssen, genügt der Lagerkostensatz seinen eigenen Anforderungen nicht³⁾. Theoretisch angemessener, aber i.p. unüblich ist es, die Lagerhaltungskostenarten in jeweils von einer bestimmten Schlüsselgröße abhängige Gruppen zusammenzufassen. Die sprungfixen Gruppenkosten werden als Gemeinkostenblöcke definiert, die nicht mehr auf einzelne FHM verrechnet werden. In einem simultanen Planungsansatz werden nur noch der Gesamtheit aller zur Lagerung bestimmten FHM Lagerhaltungskosten zugerechnet nach Maßgabe der von ihnen insgesamt verursachten Ausprägungen der verschiedenen Schlüsselgrößen und der jeweils zu diesen Ausprägungen gehörigen Gemeinkostenblöcke⁴⁾.

Steuern fallen nicht periodenbezogen, sondern nur in Relation zum FHM-Bestandswert an einem bestimmten Stichtag an. Steuerersparnisse lassen sich erzielen, indem der Verschrotungsplan jeweils kurz vor diesem Stichtag ausgeführt wird, so daß die Steuerbemessungsgrundlage sehr niedrig ausfällt. Es wird vorgeschlagen, die Steuerbelastung außerhalb des La-

1) Vgl. Adamowsky, S.: a.a.O., S. 702.

2) Vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 77 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 214f / Mikut, M.: Ökonomische Probleme der Anwendung von Lagerhaltungsmodellen in der betrieblichen Materialwirtschaft bei stochastischem Bedarf; in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, 18. Jg. (1969), S. 285 / Orth, L.: Die Eignung der Losgrößenformel als Instrument der Produktionsplanung; in: ZfhF, 13. Jg. (1961), S. 742.

3) Vgl. Pack, L.: Optimale Bestellmenge und optimale Losgröße - Zu einigen Problemen ihrer Ermittlung; in: ZfB, 33. Jg. (1963), S. 475ff (i.f. zitiert als "Bestellmenge").

4) S. die Zurechnung der Lagererweiterungs-Gemeinkostenblöcke in Abschnitt 4212.

gerkostensatzes in einer Einzelrechnung zu erfassen oder aber den Lagerkostensatz zeitabhängig zu formulieren und jeweils zum Steuerstichtag zu erhöhen¹⁾. Eine verursachungsgerechte Zurechnung anteiliger Steuern scheidet auch daran, daß sie theoretisch nur auf das in den FHM gebundene Eigenkapital (und bei der Gewerbesteuer auch auf langfristiges Fremdkapital) erhoben werden, die tatsächliche Kapitalstruktur der FHM aber nicht ermittelbar ist.

22132 Lagererweiterungskosten

Die Lagererweiterungskosten umfassen in Form von Abschreibungen periodisierte Herstell- bzw. Beschaffungskosten für die neuen Lagereinrichtungen, kalkulatorische Zinsen auf das in jenen gebundene Kapital²⁾ sowie Prämien für deren Versicherung, Kosten für Grund und Boden (sofern diese entgeltlich erworben wurden oder anderweitig produktiv hätten verwendet werden können) sowie anteilige Vermögensteuer.

Es handelt sich um sprungfixe Kosten: Entweder kann aus mehreren Erweiterungsalternativen höchstens eine ausgewählt werden; oder es stehen mehrere Lagererweiterungsstufen zur Disposition, die aufeinander aufbauen und gleichzeitig zur Ausführung beschlossen werden können.

Die Lagererweiterungskosten stellen Gemeinkostenblöcke dar, die nicht mehr einzelnen FHM zugerechnet werden können: Bei einer simultan alle FHM erfassenden Verschrotungsplanung kann ohnehin nicht festgestellt werden, welches zur Lagerung bestimmte FHM zu einem Lagerkapazitätsbedarf führt, der zum ersten Male die ursprünglich verfügbare Lagerkapazität übersteigt. Bei sukzessiver Planung hat nicht nur dieses eine FHM die Lagerkapazitätserweiterung verursacht, sondern auch alle zuvor eingeplanten FHM haben dazu beigetragen, indem sie den Betrag noch freier Lagerkapazität vermindert haben.

1) Vgl. Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S. 16f / Kilger, W.: Optimale Produktions- und Absatzplanung, Opladen 1973, S. 461f / Magee, J.F.: a.a.O., S. 35.

2) Vgl. Schulte, H.: a.a.O., S. 76ff.

22133 Verschrottungskosten

Die Verschrottungskosten spielen nur eine unbedeutende Rolle. Sie bestehen aus Abschreibungen auf Verschrottungseinrichtungen und den Kosten für entgeltliche Verschrottung durch Dritte (insbesondere bei umweltgefährdenden FHM-Materialien, die jedoch die seltene Ausnahme darstellen). Sie können durch Verwendung vernichtungsfreundlicher Stoffe gesenkt werden (z.B. Einsatz styroporartigen, leicht vernichtbaren Kunststoffes für Gießereimodelle, die nur einem einzigen Abguß dienen sollen).

22134 Wiederbereitstellungskosten

Wiederbereitstellungskosten entstehen, wenn ein vormals verschrottetes FHM im Bedarfsfall wiederbeschafft oder wiederhergestellt wird. Auf die Problematik, zwischen Fremdbezug und Eigenerstellung wählen zu müssen, kann hier nicht näher eingegangen werden¹⁾.

Die Wiederbereitstellungskosten sind als Zukunftsdaten prinzipiell unbekannt, können aber an Hand der historischen Bereitstellungsdaten des verschrotteten FHM geschätzt werden. Hinzu kommen²⁾ Kosten für die zwischenzeitlich eingetretene oder bis zum vermuteten Wiederbedarfszeitpunkt extrapolierte Preissteigerung erforderlicher Materialien bzw. der FHM selbst. Sind nicht alle gewöhnlich zur Herstellung eines FHM benötigten Stoffe verfügbar, muß auf i.d.R. teurere Ersatzmaterialien zurückgegriffen werden. (Oder es werden entsprechende Reservelager eingerichtet, die zu zusätzlichen Lagerkosten führen.) Da häufig in die Endprodukt-Kalkulation vom Vertrieb nur die Fertigungs-, nicht

- 1) Näheres hierzu in: Heinen, E. u. P. Sabathil: a.a.O., S. 887f / Kilger, W.: a.a.O., S. 271ff.
- 2) Vgl. Adamowsky, S.: a.a.O., S. 705ff / Brunnberg, J.: a.a.O., S. 49 / Gebhardt-Seele, P.: Lagerkontrolle, a.a.O., S. 43ff, 104ff / Hammann, P.: Fehlmengen in der Lagerhaltung; in: AuPf, 10. Jg. (1969), S. 387 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 218ff / Kottke, E.: a.a.O., S. 70f / Mikut, M.: Kostenparameter, a.a.O., S. 237f / Pack, L.: Bestellmenge, a.a.O., S. 487ff / Schulte, H.: a.a.O., S. 114 / Soom, E.: Optimale Materialbewirtschaftung; in: IO, 31. Jg. (1962), S. 193 / Spring, R.: a.a.O., S. 45f / Sturm, M.: Der optimale Plan der Umlaufmittel, Berlin 1969, S. 116ff. Bezüglich der leicht quantifizierbaren Zusatzkosten findet sich ein Ermittlungsverfahren in: Oertli-Cajacob, P.: Praktische Wirtschaftskybernetik, München-Wien 1977, S. 303ff.

aber die FHM-Kosten einbezogen werden, besteht die Tendenz, durch immer ausgereifere und aufwendigere FHM die Fertigungskosten zu senken, wodurch allerdings die Wiederbereitstellungskosten steigen. Da die Wiederherstellung kurzfristig in die bereits abgeschlossene Kapazitäts- und Terminplanung integriert werden muß, ergeben sich zusätzliche Planungs-, evtl. auch Stillstands- und Unterbrechungskosten des gestörten Produktionsablaufs. Die Anpassung des Produktionsprozesses verursacht zusätzliche Prämien für schnellere Fertigung, mehrabnutzungsbedingte Abschreibungen, höhere Ausschußquoten und Energiebedarfe (intensitätsmäßige Anpassung), Überstundenzuschläge und Sonderschichtentlohnung (zeitliche Anpassung), höhere Maschinenstundensätze, wenn Betriebsmittel herangezogen werden müssen, die vorher infolge geringer Wirtschaftlichkeit nicht eingesetzt waren (quantitativ-qualitative Anpassung). Im Gegensatz zur auf lange Sicht einplanbaren Erstherstellung können wegen der Einzelfertigung wiederbereitzustellender FHM nicht die Kostenvorteile losweiser Produktion ausgenutzt, sondern müssen zusätzliche Rüstkosten in Kauf genommen werden. Bei Wiederbeschaffung kommen u.U. infolge Einzelbestellung verlorene Mengenrabatte und erhöhte Transportkosten (unbefriedigende Ausnutzung fixer Transportkapazitäten, Eilfrachten) hinzu.

Kalkulatorische Zinskosten auf das in den wiederbereitgestellten FHM gebundene Kapital sind entscheidungsrelevant, weil jenes bei Lagerung der FHM nicht noch einmal hätte aufgewandt werden müssen¹⁾. Da Kapitalbindung Zahlungsprozesse voraussetzt, kann sie grundsätzlich nur durch ein pa-

1) Im Rahmen der Lagerhaltungs- waren die kalkulatorischen Zinskosten nicht entscheidungsrelevant, da das in gelagerten FHM gebundene Kapital weder durch Lager- noch durch Verschrottungsentscheid wieder freigesetzt werden kann. Das in FHM gebundene Kapital bleibt für immer gebunden (sofern sie nicht selbst veräußert werden), da Kapitalfreisetzung nur durch Einzahlungen aus der marktweisen Verwertung eines Produkts möglich ist. Die Absatzerlöse des mit einem FHM erstellten Endprodukts können nicht angeführt werden, da weder Lager- noch Verschrottungsentscheidung eine hinreichende oder notwendige Voraussetzung für deren Erzielung sind. S. auch Glaser, H.: Zur Bestimmung kostenoptimaler Bestellmengen bei deterministisch gleichbleibendem und deterministisch schwankendem Bedarf, Diss. Köln 1973, S.40ff / Gutenberg, E.: a.a.O., S.26ff.

gatorisches Rechnungssystem ("cash cost"¹⁾) exakt ermittelt werden, das jedoch i.p. zumeist fehlt bzw. nicht genügend ausgebaut ist. Kalkulatorische Werte ("accounting value"²⁾) führen dagegen bei der Ermittlung des gebundenen Kapitals zu Verzerrungen (unterschiedliche Definition der Herstell- bzw. Beschaffungskosten³⁾, Ausklammerung aller entscheidungsirrelevanten Kosten in Teilkosten-Rechnungssystemen, Berechnung nicht-auszahlungswirksamer kalkulatorischer Zusatz- oder Anderskosten wie z.B. kalkulatorischer Unternehmerlohn und Eigenkapitalverzinsung). Die Abhängigkeit der Zinskosten von der Struktur des gebundenen Kapitals⁴⁾ kann wie bei den Steuern nicht angemessen erfaßt werden. Ebenfalls wird i.d.R. nicht berücksichtigt, daß die Kapitalbindung nicht in einem Zeitpunkt, sondern sukzessive parallel zum Prozeß der FHM-Fertigung erfolgt⁵⁾, was für Großobjekte wie z.B. ein mehrtöniges Turbinenmodell durchaus bedeutsam ist. Problematisch ist die Bestimmung des kalkulatorischen Zinssatzes⁶⁾, der theoretisch zwischen den Kapitalmarktzinssätzen für Kapitalanlage sowie -aufnahme liegt und - selbst wenn jene zeitlich konstant wären - als Schattenpreis des Kuhn-Tucker-Theorems für jede Periode einen anderen Wert anzunehmen vermag⁷⁾. I.p. wird er häufig als der Zinsfuß für Wertpapiere, der zuletzt beschafften Einheit des eigenen Finanzbudgets oder des eigenen Schul-

1) u. 2) Magee, J.F.: a.a.O., S. 36.

3) Vgl. Schulte, H.: a.a.O., S. 70ff.

4) Vgl. Lücke, W.: Die kalkulatorischen Zinsen im betrieblichen Rechnungswesen; in: ZfB, 35. Jg. (1965), S. 3ff / Müller-Hagedorn, L. u. J. Biethahn: a.a.O., S. B157ff.

5) Vgl. Pack, L.: Optimale Bestellmenge und optimale Losgröße - Zu einigen Problemen ihrer Ermittlung - (Zweiter Teil); in: ZfB, 33. Jg. (1963), S. 573 (i.f. zitiert als "Bestellmenge II") / Trux, W.R.: a.a.O., S. 301.

6) Einen allg. Überblick hierzu bietet: Schaub, G.: Die Bestimmung des Kalkulationszinssfußes bei Investitionsentscheidungen auf Grund der Kapitalbeschaffungsmöglichkeiten der Unternehmer, Köln 1968, S. 63ff. Aus dem Gleichgewicht von Kapitalangebot und -nachfrage auf einem idealtypischen Kapitalmarkt leitet das Modell von Moxter (vgl. Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 55ff) den kalkulatorischen Zinssatz ab, das Fisher und Hirshleifer um Zeitpräferenzen ergänzen (vgl. ebenda, S. 58ff). Ein anderes Konzept stellt die Theorie des Marktwertes der Unternehmung dar (vgl. ebenda, S. 120ff).

7) Vgl. ebenda, S. 62ff, insbesondere S. 72ff / Müller-Hagedorn, L. u. J. Biethahn: a.a.O., S. B156.

dendienstes gewählt¹⁾. Nach dem Opportunitätskostenprinzip wird er - insbesondere wenn eine weitere Kapitalaufnahme als nicht mehr vertretbar erscheint - in Höhe der besten risikogleichen²⁾ alternativen realen Kapitalanlage oder (was jedoch umstritten ist) als unternehmenspolitisch erwünschte Rendite festgesetzt³⁾. Inkonsistent ist, daß der kalkulatorische Zinssatz zwar theoretisch als Grundlage der Entscheidung für die Referenzperiode die durchschnittlichen Kapitalkosten der in dieser Periode wiederbereitgestellten FHM wiedergeben soll, aber andererseits selbst vom Kapitalbedarf dieser FHM abhängt. Die exakte Ermittlung der Entscheidung in der Referenzperiode würde also ihr eigenes Ergebnis voraussetzen oder aber eine simultane Bestimmung von Zinssatz und Verschrotungsplan erfordern, die den Zinssatz als solchen überflüssig machte. Daher kann der kalkulatorische Zinssatz nur näherungsweise an Hand der Zinskosten für in Vorperioden aufgenommenes Kapital berechnet werden⁴⁾. Aus all diesen Gründen erscheint eine Abbildung der tatsächlichen Kapitalbindungskosten im Wiederbereitstellungsfalle als nicht möglich.

Auf Grund der time-lags zwischen Bedarfsmeldung und vollzogener Wiederbereitstellung kann die Endprodukterstellung verzögert werden: Konventionalstrafen werden fällig; Kundengoodwill geht verloren. Sollen diese Effekte vermieden werden, entstehen Kosten der beschleunigten Auftragsausführung (Anpassungskosten der Produktion - s.o. - und zusätzliche Verwaltungskosten) sowie der Kundeninformation und -betreuung.

Die Wiederherstell- können gegenüber den Erstherstellkosten

1) Vgl. Adamowsky, S.: a.a.O., S. 703 / Ammer, D.S.: Materials Management, Homewood (Ill.) 1968, S. 240f / Magee, J.F.: a.a.O., S. 27, 36ff / Mentzel, K.: Optimale Lagerhaltung; in: Bretschneider, G. (Hrsg.): Einkaufsleiter-Handbuch, München 1974, S. 778.

2) Risikogleichheit wird i.p. meist nur einseitig im Sinne gleichen Verlustrisikos, aber kaum in dem gleicher Gewinnchance interpretiert; vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 77 / Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth u. H.A. Simon: Planning Production, Inventories, and Work Force, Englewood Cliffs 1960, S. 71 / Schneider, E.: a.a.O., S. 68f.

3) Vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 76f / Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth u. H.A. Simon: a.a.O., S. 71 / Magee, J.F.: a.a.O., S. 27 / Mentzel, K.: a.a.O., S. 778 / Räuscher, H.: Lagerpolitik im Industriebetrieb, Diss. Berlin 1959, S. 67 / Schneider, E.: a.a.O., S. 68.

4) Vgl. Müller-Hagedorn, L. u. J. Biethahn: a.a.O., S. B156f.

vermindert werden durch Einsparen von Konstruktionsaufwendungen (Speicherung der Konstruktionspläne auf Mikrofilm auch über die Verschrottung hinaus)¹⁾, von Produktionskosten infolge Wiederholung bereits bekannter Fertigungsprozesse (Lerngesetz der industriellen Produktion²⁾) sowie geringeren Qualitäts- und Haltbarkeitsanforderungen³⁾ an das neue FHM, wenn auf Grund neuer Erkenntnisse mit weniger zukünftigen Verwendungen für das wiederbereitgestellte FHM gerechnet wird als für das verschrottete veranschlagt worden waren. Ebenso sinken die Wiederbereitstellungskosten, wenn am Markt preiswertere FHM verfügbar sind.

22135 Ausfallkosten

Ausfallkosten entstehen, wenn ein potentieller Auftrag nicht angenommen wird, weil man auf die Wiederbereitstellung eines verschrotteten FHM verzichtet. Sie setzen sich nach dem Opportunitätskostenkonzept im wesentlichen zusammen aus⁴⁾ dem unmittelbar entgangenen Deckungsbeitrag des entfallenen Auftrags oder der Differenz gegenüber dem niedrigeren Deckungsbeitrag eines stattdessen ausgeführten Substitutionsauftrags, den mittelbar entgangenen Deckungsbeiträgen aus ebenfalls verlorenen Komplementär- und Anschlußaufträgen sowie dem goodwill-Verlust beim betroffenen Kunden (und u. U. auch bei Dritten, falls sie Auftragsablehnungen generell als Reputationsverlust des Ablehnenden betrachten). Die Höhe dieser Deckungsbeiträge hängt von der jeweiligen Marktmacht von Unternehmen und Kunden, vom konjunkturellen Klima usw. ab, variiert also zeitlich stark und kann daher nicht zuverlässig prognostiziert werden⁵⁾.

1) Vgl. Ryffel, F.: a.a.O., S. 483.

2) Vgl. Fabrycky, W.J. u. J. Banks: Procurement and Inventory Systems, New York-Amsterdam-London 1967, S. 20ff / Magee, J.F.: a.a.O., S. 30ff.

3) Vgl. Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 17ff.

4) Vgl. Brunnberg, J.: a.a.O., S. 138ff / Hammann, F.: a.a.O., S. 387 / Hochstädter, D.: a.a.O., S. 14 / IBM: Einführungsschrift IMPACT - Wirtschaftliche Lagerhaltung mit wissenschaftlichen Methoden, IBM Form 74899, Sindelfingen 1963, S. 36 / Kirsch, W., I. Bamberger, E. Gabele u. H.K. Klein: Betriebswirtschaftliche Logistik - Systeme, Entscheidungen, Methoden, Wiesbaden 1973, S. 321 / Magee, J.F.: a.a.O., S. 74 / Oertli-Cajacob, P.: a.a.O., S. 304f / Spring, R.: a.a.O., S. 46 / Yu Sang Chang u. P. Niland: A Model for Measuring Stock Depletion Costs; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 427ff.

5) Vgl. Magee, J.F.: a.a.O., S. 41.

222 Das Präferenzsystem

2221 Höhenpräferenzen

Höhenpräferenzen drücken die funktionale Abhängigkeit der Nutzensvorstellung des Entscheidungsträgers von den quantifizierten Konsequenzen einer Entscheidungsalternative aus. Die Quantifizierung dieser Konsequenzen ist bereits im Rahmen des Bewertungssystems erfolgt, das infolge seines kalkulatorischen, entscheidungsträgerorientierten Charakters schon einen Teil der Höhenpräferenzen vorweggenommen hat. Jene dienen hier also nur noch zur Abbildung von Ergebnisbeiträgen auf den Partialnutzen 1. Ordnung. Der Einfachheit halber werden zumeist - wenn überhaupt explizit angegeben - lineare Höhenpräferenzen gewählt: für Leistungen die identische Abbildung, für Kosten die Abbildung auf die Zahl gleichen Betrages, aber entgegengesetzten (d.h. negativen) Vorzeichens.

2222 Artenpräferenzen

Artenpräferenzen dienen der Zielamalgamation, d.h. der Aggregation von Einzelextremalzielen zu einem Gesamttextremalziel, indem sie das Gewicht bestimmen, mit dem ein Einzelin das Gesamtziel eingeht¹⁾. Eine solche Amalgamation ist exakt nur möglich, wenn alle Einzelziele einer absoluten Maßskala mit eindeutig definiertem Nullpunkt und eindeutig definierter Maßeinheit folgen. Keine dieser beiden Eigenschaften erfüllen jedoch die in der Nutzentheorie gebräuchlichen kardinalen (Invarianz gegen positiv-affine Transformationen) und ordinalen (Invarianz gegen positiv-monotone Transformationen) Skalen²⁾. Auch aus psychologischer Sicht wird bestritten, ein Mensch könne auf rationale Weise einen Vektor von Zielen auf eine einzige skalare Zielgröße abbilden³⁾. Sofern man zu keinen approximativen Verfahren greift (z.B. das Rangfolgeverfahren des Kölner Modells), wird diese Problematik oftmals "gelöst", indem man sie durch Wahl nur eines einzigen Extremalziels vermeidet.

1) Vgl. Klein, H.K.: Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1969, S.60.

2) Vgl. Schneeweiß, H.: Nutzenaxiomatik und Theorie des Messens; in: Statistische Hefte, 4. Jg. (1963), S.184f (i.f. zitiert als "Nutzenaxiomatik").

3) Vgl. Klein, H.K.: a.a.O., S.60.

2223 Risikopräferenzen

Risikopräferenzen dienen dazu, den infolge Risikos¹⁾ mehrdeutigen Partialnutzen 2. Ordnung (er ist bei Vermeidung von Artenpräferenzen mit dem 1. Ordnung identisch und entspricht sonst dem Nutzenniveau des Gesamtziels) unter Berücksichtigung der subjektiven Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers auf einen eindeutigen Partialnutzen 3. Ordnung abzubilden: Die Vielfalt möglicher Systemzustände in einer indeterministischen Umwelt wird in ein eindeutiges, quasi-deterministisches Ersatzmodell transformiert²⁾. Als "der" Ausdruck rationalen Verhaltens unter Risiko gilt i. a. das Bernoulli-Prinzip, dem zufolge der Partialnutzen 3. Ordnung als Erwartungswert aller möglichen Partialnutzen 2. Ordnung zu maximieren ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers bereits in Gestalt der Höhenpräferenzen (linear nur bei Risikoindif-

1) Eine Entscheidung unter Risiko erfordert die Kenntnis "objektiver" statistischer oder "subjektiver" (vgl. zu letztem: Kirsch, W.: a. a. O., S. 43ff / Menges, G.: Über Wahrscheinlichkeitsinterpretationen; in: Statistische Hefte, 6. Jg. (1965), S. 84ff (i. f. zitiert als "Interpretationen") / Derselbe: Grundriß der Statistik - Teil 1: Theorie, Köln-Opladen 1968, S. 33f (i. f. zitiert als "Statistik") / Raiffa, H.: Einführung in die Entscheidungstheorie, München-Wien 1973, S. 128ff / Schneeweiß, H.: Nutzenaxiomatik, a. a. O., S. 212) Eintrittswahrscheinlichkeiten für die möglichen Umweltzustände. Diese Bedingung wird durch die WBW erfüllt.

2) Vgl. Schneeweiß, H.: Ein allgemeines Schema des stochastischen Programmierens; in: Statistische Hefte, 3. Jg. (1962), S. 140f / Simon, H. A.: Dynamic Programming under Uncertainty with a Quadratic Criterion Function; in: Econometrica, 24. Jg. (1956), S. 75 (i. f. zitiert als "Dynamic"). Auf die Alternative, die Risikopräferenz als Abbildung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf die Nutzenebene zu definieren und die Entscheidung unter Risiko als Wahl zwischen verschiedenen, durch die Entscheidung selbst beeinflussbaren Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu betrachten, sei hier nicht eingegangen, sondern verwiesen auf: Borch, K. H.: Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien-München 1969, S. 31, 42f, 263 / Bühlmann, H., H. Loeffel u. E. Nievergelt: Einführung in die Theorie und Praxis der Entscheidung bei Unsicherheit, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1969, S. 36 / Kirsch, W.: a. a. O., S. 39 / Koch, H.: a. a. O., S. 206ff / Krelle, W.: Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen 1968, S. 138f (i. f. zitiert als "Entscheidungstheorie") / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1967, S. 61 (i. f. zitiert als "Entscheidungskriterien").

ferenz, konvex oder konkav bei Risikofreudigkeit bzw. -aversion) ihren Ausdruck gefunden hat¹⁾. Es konkurrieren die μ - $u(r)$ -Kriterien, die den Partialnutzen 3. Ordnung additiv zusammensetzen aus dem Erwartungswert μ der Partialnutzen 2. Ordnung sowie dem Risikonutzen $u(r)$ mit r als einem beliebigen Risikomaß²⁾ und u als Abbild des Risikos auf die Nutzenebene. Bei Risikoindifferenz und linearen Höhenpräferenzen führen Bernoulli-Prinzip und μ -Varianz-Kriterium gemeinsam zur Bayes-Entscheidungsregel, den Erwartungswert der Ergebnisbeiträge zu maximieren, d.h. bei Konstanz oder Vernachlässigung der Leistungen den der Kosten zu minimieren³⁾.

- 1) Vgl. Borch, K.H.: a.a.O., S. 64f / Bühlmann, H., H. Loeffel u. E. Nievergelt: a.a.O., S. 36 / Feichtinger, G.: Zur Bayes-Analyse statistischer Entscheidungsprobleme; in: ZfB, 42. Jg. (1972), S. 457 / Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 106 / Hirshleifer, J.: Kapitaltheorie, Köln 1974, S. 224ff / Jacob, H. u. W. Leber: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 177ff / Menges, G. u. H. J. Skala: Grundriß der Statistik - Teil 2: Daten, Opladen 1973, S. 51ff / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 3, 61ff, 74f, 78 / Selten, R.: Limited Rationality and Structural Uncertainty, Bielefeld 1978, S. 1. Zum selben Ergebnis gelangen auf Grundlage weniger fundamentaler Prämissen über rationales Verhalten auch von Neumann u. Morgenstern (vgl. Neumann, J. von u. O. Morgenstern: Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, Würzburg 1961, S. 26ff, 643ff, 655ff / Schneeweiß, H.: Nutzenaxiomatik, a.a.O., S. 204ff). Der Rationalitätsanspruch des Bernoulli-Prinzips wird kontrovers diskutiert in: Bitz, M. u. M. Rogusch: Risiko-Nutzen, Geld-Nutzen und Risikoeinstellung - Zur Diskussion um das Bernoulli-Prinzip; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 853ff / Coenenberg, Kleine-Doepke: Zur Abbildung der Risikopräferenz durch Nutzenfunktionen; Stellungnahme zur Kritik Jacobs und Lebers am Bernoulli-Prinzip; in: ZfB, 45. Jg. (1975), S. 663ff / Jacob, H. u. W. Leber: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit. Ergänzung und Weiterführung; in: ZfB, 48. Jg. (1978), S. 978ff / Koch, H.: a.a.O., S. 194ff, 212ff / Krelle, W.: Entscheidungstheorie, a.a.O., S. 138ff, 167 / Derselbe: Einige Bemerkungen zu Jacobs und Lebers "Rationaler Entscheidung bei Unsicherheit"; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 522f / Schneider, D.: Anpassungsfähigkeit und Entscheidungsregel unter Ungewißheit; in: ZfbF, 24. Jg. der ZfhF - Neue Folge (1972), S. 748ff / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 77 / Stützel, W.: Die Relativität der Risikobeurteilung von Vermögensbeständen; in: Hax, H. (Hrsg.): Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Köln-Opladen 1970, S. 10f.
- 2) Zumeist handelt es sich um die Varianz der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Partialnutzen 2. Ordnung; vgl. Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 109ff / Heinen, E.: Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966, S. 171f / Henn, R.: Stochastische Entscheidungsaufgaben bei Investition und Lagerhaltung; in: Henn, R. (Hrsg.): Operations Research-Verfahren I, Meisenheim am Glan 1963, S. 152 / Krelle, W.: Entscheidungstheorie, a.a.O., S. 148ff / Fortsetzung S. 27

Der Erwartungswert unterstellt implizit einen langfristigen Planungshorizont und eine beliebig häufige, identische Reduplizierbarkeit der Entscheidungssituation¹⁾. Diese Bedingungen werden von der FHM-Bewirtschaftung annähernd erfüllt, da ihre Entscheidungssituationen sich routinemäßig und ähnlich auf lange Zeit hin wiederholen, eine einzelne Fehlentscheidung nicht zur Liquidation des Unternehmens führen wird²⁾.

Die Einhaltung von Restriktionen kann bei Risiko prinzipiell nicht gewährleistet werden. Entweder setzt man auch hier den Erwartungswert an, oder aber man fordert, die Wahrscheinlichkeit für eine Verletzung der Nebenbedingung sollte punktfixiert, satisfiziert bzw. minimiert werden³⁾.

Fortsetzung von S. 26: Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 52ff sowie eine Kritik an der Verwendung der Varianz in: Hirshleifer, J.: a.a.O., S. 281ff. Alternativ werden als Risikomaße auch empfohlen der Variabilitätskoeffizient, die Schiefe, die Ruin- bzw. Verlustwahrscheinlichkeit, die Wahrscheinlichkeit, einen Mindestgewinn nicht mehr realisieren zu können, der minimale Partialnutzen 2. Ordnung sowie der durchschnittliche Verlust; vgl. Koch, H.: a.a.O., S. 205 / Lesourne, J.: Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München 1964, S. 59ff / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 57ff / Heinen, E.: a.a.O., S. 173.

3) Vgl. Bellmann, R.: Dynamische Programmierung und selbstanpassende Regelprozesse, München-Wien 1967, S. 215f (i.f. zitiert als "Regelprozesse") / Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 107 / Hüttemann, H.: Modelle der dynamischen Programmierung zur Bestimmung optimaler Beschaffungsmengen, Göttingen 1971, S. 57 / Mills, E.S.: a.a.O., S. 6 / Sasieni, M., A. Yapan u. L. Friedman: Methoden und Probleme der Unternehmensforschung - Operations Research, Würzburg 1962, S. 87 / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 48.

Fußnoten zu S. 27:

1) Vgl. Borch, K.H.: a.a.O., S. 28 / Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S. 213f, 216 / Laderman, J., S.B. Littauer u. L. Weiss: The Inventory Problem; in: Journal of the American Statistical Association, 48. Jg. (1953), S. 720 / Reif, K.: Bedarfsvorhersagen mittels mathematisch-statistischer Verfahren, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 81518-5.66, Sindelfingen o.J., S. 7f (i.f. zitiert als "Bedarfsvorhersagen") / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 49f / Starr, M.K. u. D.M. Miller: a.a.O., S. 24f.

2) Vgl. Beckmann, M.J.: Lagerhaltung bei Unsicherheit; in: Ufo, 7. Jg. (1963), S. 12 / Mills, E.S.: a.a.O., S. 23.

3) Vgl. Baber, R.L.: Lagerwirtschaftssystem mit EDV; in: IO, 42. Jg. (1973), S. 414 / Borch, K.H.: a.a.O., S. 72f / Dück, W. u. M. Blicfernich (Hrsg.): Operationsforschung 2, Berlin 1972, S. 233 (i.f. zitiert als "Operationsforschung 2") / Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S. 213f, 216 / Neumark, K.: Operations Research Verfahren, Band 2, München-Wien 1977, S. 273 / Wissebach, B.: Beschaffung und Materialwirtschaft, Herne-Berlin 1977, S. 191.

2224 Zeitpräferenzen

Zeitpräferenzen bilden die zu verschiedenen Zeitpunkten (-intervallen) anfallenden Partialnutzen 3. Ordnung auf den Gesamtnutzen als skalare Größe ab¹⁾. Sie können z.B. aus einer Bevorzugung früherer gegenüber späteren Partialnutzen bestehen als Ausdruck kurzfristig orientierten Denkens oder aber im Interesse eines konstanten Nutzenstroms Partialnutzen zu solchen Zeitpunkten bevorzugen, in denen Nutzenbeiträge aus anderen Quellen vermindert anfallen werden. Die Abzinsung zukünftiger Zahlungsströme drückt jedoch keinerlei subjektive Zeitpräferenz aus, sondern die objektiven Kapitalmarktbedingungen für Geldanlage und -aufnahme²⁾. Mit Hilfe des Kuhn-Tucker-Theorems läßt sich zeigen, daß im Falle beliebiger konvexer Zeitpräferenzfunktionen die Kapitalwert- mit der Gesamtnutzenmaximierung identisch ist, obwohl Zeitpräferenzen explizit nicht berücksichtigt werden³⁾, sofern das Maximum invariant gegen Variation des zur Abzinsung benutzten kalkulatorischen Zinsfußes zwischen Kapitalanlage- sowie -aufnahmezinssatz ist⁴⁾. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann auf die Angabe von Zeitpräferenzen verzichtet werden, da sie dann nur noch zur Aufteilung des Gesamtnutzens der Totalperiode auf die Teilperioden dienen⁵⁾. Problematisch bei der Anwendung des Kapitalwertes ist, daß er nur für zahlungswirksame Ergebnisbeiträge definiert ist⁶⁾, die hier vorausgesetzten kalkulatorischen Ergebnisbeiträge aber nicht immer zahlungswirksam sind (z.B. Eigenkapitalzinsen). Exakt wäre daher nur eine Kapitalwertmaximierung auf Grundlage eines pagatorischen Rechnungssystems möglich⁷⁾.

1) Zum Problem, ob sich zwischen Risiko- und Zeitpräferenzen analytisch unterscheiden läßt oder ob sie in einer "intertemporalen Präferenz unter Ungewißheit" aufgehen müssen, vgl. Hirshleifer, J.: a.a.O., S. 235ff.

2) Vgl. ebenda, S. 35.

3) Vgl. Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 76ff / Hirshleifer, J.: a.a.O., S. 38f, 48, 61ff, 71ff.

4) Vgl. Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 79ff. Andernfalls müssen die Zeitpräferenzen - wie in: ebenda, S. 76f dargestellt - explizit einbezogen werden.

5) Vgl. Hirshleifer, J.: a.a.O., S. 61ff.

6) Vgl. Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 10 / Schneider, E.: a.a.O., S. 15ff.

7) Vgl. Gebhardt-Seele, P.: Rechenmodelle, a.a.O., S. 46 / Kilger, W.: a.a.O., S. 389.

Anstatt der theoretisch exakten Kapitalwertmaximierung kann man auch das periödlische Durchschnittsergebnis für einen unendlich langen Planungszeitraum maximieren, das in den meisten Fällen zu ähnlichen Resultaten führt¹⁾.

223 Das Zielsystem

Die "Zielsetzungsentscheidung"²⁾, die den Prozeß, in dem sich partikuläre Zielvorstellungen einzelner Entscheidungssubjekte bilden und zum komplexen Zielsystem eines heterogenen, multipersonalen Entscheidungsträgers aggregiert werden, betrifft, sei hier nicht näher untersucht³⁾, ebensowenig die Vielfalt der Elemente dieses Zielsystems⁴⁾, das das allg. Oberziel der Nutzenmaximierung konkretisiert.

Das Zielbündel der Materialwirtschaft gliedert sich in die "originäre technische Aufgabe" (Sachziel), "das für die Gütererzeugung erforderliche Material in der erforderlichen Menge und Güte zur rechten Zeit am rechten Ort bereitzustellen", und die "derivative ökonomische Aufgabe" (Formalziel) "als die Optimierung der mit der Materialbereitstellung verbundenen Kosten"⁵⁾. Die geforderte "Kostenoptimierung bei Berücksichtigung der Sicherung eines kontinuierlichen Produktionsvollzuges"⁶⁾ verfehlt - abgesehen von der mangelnden Operationalität der Begriffe "erforderlich" und "recht" - hier die Problematik, daß Sach- (Produktionssicherung durch FHM-Lagerung) und Formalziel (ergebnisoptimaler Verschrotungsplan) sich konfliktionär verhalten. Daher muß das Sach- in das Formalziel dergestalt integriert werden, daß Abweichungen von der bestmöglichen Verwirklichung des Sachziels in Form von Wiederbereitstellungs- und Ausfallkosten im Rahmen des Formalziels Berück-

1) Vgl. Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S. 23f / Hadley, G.: A Comparison of Order Quantities Computed Using the Average Annual Cost and the Discounted Cost; in: MS, 10. Jg. (1964), S. 472ff.

2) Heinen, E.: a.a.O., S. 18.

3) Näheres hierzu in: Hax, H.: Investitionstheorie, a.a.O., S. 114ff / Heinen, E.: a.a.O., S. 187ff / Magee, J.F.: a.a.O., S. 6f.

4) Näheres hierzu in: Heinen, E.: a.a.O., S. 59ff / Kern, W.: Operations Research, a.a.O., S. 82 / Spring, R.: a.a.O., S. 47f.

5) Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 18.

6) Ebenda, S. 22.

sichtigung finden. Es verbleibt als Ziel der FHM-Bewirtschaftung, das von ihr verursachte kalkulatorische Ergebnis zu optimieren¹⁾. Für diese Zielsetzung sprechen ihre allg. Akzeptanz in der betrieblichen Praxis und die Verfügbarkeit zielrelevanter Daten auf Grund der gut ausgebauten kalkulatorischen Rechnungssysteme. Alle übrigen materialwirtschaftlichen Ziele werden entweder als Subziele der Ergebnisoptimierung betrachtet unter Abbildung ihres jeweiligen Erreichungsgrades durch ein Ergebnisäquivalent auf das Ergebnisziel: Z.B. wird das Ziel, die Kapitalbindung zu minimieren (den Lieferbereitschaftsgrad zu maximieren), mit Hilfe der kalkulatorischen Zinskosten (Wiederbereitstellungs- und Ausfallkosten) in das Ergebnisziel aufgenommen²⁾. Oder die Ziele werden als Anspruchsniveaus definiert (Satisfizierungsziele), die als "Nebenbedingungen vom Typ B"³⁾ in die Planung eingehen⁴⁾.

1) Vgl. Heinen, E.: a.a.O., S. 59ff.

2) Für diese Dominanz des Ergebnis- (bzw. Kosten-) Zieles sprechen sich auch aus: Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 19ff / Kroeber Riel, W.: a.a.O., S. 16 / Naddor, E.: Lagerhaltungssysteme, Frankfurt am Main-Zürich 1971, S. 18 / Schulte, H.: a.a.O., S. 96, 116 / Spring, R.: a.a.O., S. 33f / Steinbrüchel, M.: Die Materialwirtschaft der Unternehmung, Diss. St. Gallen 1970, S. 23. Ob die o.g. Ergebnisäquivalente überhaupt ermittelt werden können, stellen jedoch in Frage (insbesondere für den Lieferbereitschaftsgrad): Beesack, P. R.: A Finite Horizon Dynamic Inventory Model with a Stockout Constraint; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 619 / Hadley, G. u. T. M. Whitin: a.a.O., S. 25 / Morgan, J. J.: Questions for Solving the Inventory Problem; in: Harvard Business Review, 41. Jg. (1963), S. 103 / Thiede, J. D.: Beitrag zur integrierten, elektronischen Datenverarbeitung im Rahmen der Materialwirtschaft der Metallindustrie in Einzel- und Kleinserienfertigung, Diss. Berlin 1968, S. 90 / Trux, W. R.: a.a.O., S. 226. Daher fordern die gleichberechtigte Koexistenz mehrerer Extremalziele, ohne auf das Problem ihrer Amalgamation einzugehen: Fäßler, K. u. P. U. Kupsch: a.a.O., S. 224f / Fetter, R. B. u. W. C. Dalleck: Decision Models for Inventory Management, Homewood (Ill.) 1961, S. 1 / Graf, H.: a.a.O., S. 18 / Grochla, E.: Materialwirtschaft, a.a.O., S. 15f / Magee, J. F.: a.a.O., S. 5, 15 / Thiede, J. D.: a.a.O., S. 89 / Wedekind, H.: Ökonomische Vorhersageprobleme bei der Lagerhaltung, Habilitationsschrift München 1967, S. 57 (i. f. zitiert als "Vorhersageprobleme") / Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 69.

3) Heinen, E.: a.a.O., S. 54f.

4) Die Wechselwirkungen zwischen Kosten (Ergebnis), Kapitalbindung und Lieferbereitschaftsgrad veranschaulichen: Buchan, J. u. E. Koenigsberg: a.a.O., S. 334 / Hartmann, H.: a.a.O., S. 39ff, 287f / Mentzel, K.: a.a.O., S. 768ff / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 214ff / Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 111 / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 41.

Neben den bisher schon genannten Einzelzielen der Materialwirtschaft lassen sich noch die Anpassungsfähigkeit an wandelnde Bedingungen des Produktionssystems (Flexibilität), Nichtgefährdung des finanziellen Gleichgewichts des Unternehmens (Liquidität) sowie Pflege guter Beziehungen zu den Lieferanten von FHM bzw. FHM-Materialien anführen¹⁾.

3 Statistische Datenanalyse

31 Voraussetzungen der Datenanalyse

Allen relevanten Daten liegt zumindest eine Verhältnisskala zugrunde, d.h. sie sind invariant gegenüber positiven Streckungen und hinsichtlich ihres Nullpunktes eindeutig, allerdings bezüglich ihrer Maßeinheit mehrdeutig. Die Bedarfsanzahl folgt sogar einer absoluten Skala mit eindeutiger Maßeinheit. Damit ist die Voraussetzung der folgenden Analysetechniken, die Daten müßten auf dem Intervallskalenniveau meßbar sein (sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt), erfüllt²⁾. Verbieht das Wirtschaftlichkeitsprinzip, die Datenanalyse auf den gesamten FHM-Bestand zu beziehen, so werden stets gegebene Stichproben vorausgesetzt. Auf das Problem, welche Erhebungsmethode dem Postulat der Zufallsauswahl³⁾ am gerechtesten wird, kann hier nicht näher eingegangen werden⁴⁾. Ebenso wenig findet Beachtung, den Stichprobenumfang zu optimieren, indem die Kosten der Erhebung und Auswertung gegen die Kosten von Prognosefehlern auf Grund zu geringer Stichprobenumfänge gegeneinander abgewogen werden⁵⁾, oder so festzulegen, daß die Prognosefehler mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eine Obergrenze nicht überschreiten (Rückwirkungen der Stichprobenergebnisse auf

1) Vgl. Fäßler, K. u. P.U. Kupsch: a.a.O., S. 224f / Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: a.a.O., S. 26f / Grochla, E.: Materialwirtschaft, a.a.O., S. 15 / Hartmann, H.: a.a.O., S. 159, 289ff, 297 / Kirsch, W., I. Bamberger, E. Gabele u. H.K. Klein: a.a.O., S. 288ff / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 250 / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 215f / Spring, R.: a.a.O., S. 32ff / Steinbrüchel, M.: a.a.O., S. 12, 38, 205.

2) Näheres zu Maßniveaus in: Schneeweiß, H.: Nutzenaxiomatik, a.a.O., S. 185.

3) Vgl. Menges, G. u. H.J. Skala: a.a.O., S. 88.

4) Näheres hierzu in: Gaennslen, H. u. W. Schubö: Einfache und komplexe statistische Analyse, München-Basel 1973, S. 39, 47, 59.

5) Vgl. Churchman, C.W., R.L. Ackoff u. E.L. Arnoff: a.a.O., S. 532f / Feichtinger, G.: a.a.O., S. 462ff / Menges, G. u. H.J. Skala: a.a.O., S. 70f, 78ff.

künftige Stichproben im Rahmen einer adaptiven, lernfähigen Stichprobenplanung bleiben ausgeklammert)¹⁾.

I.f sei unter einer Variablen eine direkt beobachtbare oder aus Beobachtungen indirekt abgeleitete FHM-Eigenschaft verstanden mit dem Variablenwert als einer möglichen Ausprägung dieser Eigenschaft. Eine Beobachtung entspricht der Messung solcher Eigenschaften an einem FHM.

32 Klassifikation der Fertigungshilfsmittel

Eine Umfrage zur FHM-Bewirtschaftung²⁾ erwies, daß FHM-Lager in der Mehrzahl über 100, mitunter sogar weit mehr als 10000 Objekte umfassen. Da Entscheidungsmodelle, würden sie über Lagerung oder Verschrottung jedes einzelnen FHM befinden, kaum noch rechentechnisch bewältigt werden könnten, müssen einander ähnliche FHM in Klassen (Clustern) zusammengefaßt werden, die die Entscheidungsobjekte der Modelle darstellen. Diese Klassierung führt zu einer Glättung von Zufallschwankungen der Variablenwerte durch gegenseitige (partielle) Kompensation innerhalb derselben Klasse, da in die Modelle nur die repräsentativen Durchschnittswerte der zur jeweils selben Klasse zählenden FHM eingehen. Sind die FHM im Raum möglicher Variablenwerte gleich- oder um ein einziges Häufigkeitszentrum symmetrisch-verteilt, so kann nur eine Schichtung³⁾ erfolgen, die die Menge aller FHM in disjunkte Teilmengen mit vorbestimmten, nicht willkürfreien Grenzen⁴⁾ zerlegt.

1) Näheres zur Stichprobengröße in: Kaplitza, G.: Die Stichprobe; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 1, München 1975, S. 171f / Kellerer, H.: Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens, Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft Nr. 5, 2. Aufl., München 1953, S. 64 / Köcher, D., G. Matt, C. Oertel u. H. Schneeweiß: Einführung in die Simulationstechnik, DGOR-Schrift Nr. 5, o. O. 1972, S. 143ff / Lienert, G. A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, 1. Band, 2. Aufl., Meisenheim am Glan 1973, S. 73 / Sachs, L.: Angewandte Statistik, zugleich 4. Aufl. der "Statistischen Auswertungsmethoden", Berlin-Heidelberg-New York 1974, S. 265 / Scheuch, E. K.: Auswahlverfahren in der Sozialforschung; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 330f / Steinbrüchel, M.: a. a. O., S. 149.

2) Vgl. Anhang 1 u. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a. a. O., S. 8.

3) Vgl. Vogel, F.: Probleme und Verfahren der numerischen Klassifikation, Göttingen 1975, S. 3.

4) Ein Standard hierfür findet sich in: ebenda, S. 41.

Weist die Menge aller FHM dagegen eine "natürliche" Struktur¹⁾ auf mit mindestens zwei Häufigkeitszentren, so bieten sich verschiedene Methoden an zur automatischen Erzeugung nicht-hierarchischer (alle Klassen sind gleichrangig), polythetischer (alle Variablen werden bei der Klassenbildung simultan berücksichtigt) u. partitiver, d.h. gleichzeitig disjunkter (jedes FHM gehört höchstens einer Klasse an) sowie exhaustiver (jedes FHM gehört mindestens einer Klasse an), Klassen²⁾. Implizit wird eine - zumindest approximative - Normalverteilung der Variablenwerte vorausgesetzt; die Beobachtungen müssen voneinander statistisch unabhängig sein³⁾.

Die Klassen sollen einerseits eine hinreichend große Besetzungszahl aufweisen (z.B. mindestens 5 FHM je Klasse bei 80% aller Klassen), um eine angemessene Grundlage statistischer Auswertungsverfahren darstellen zu können, andererseits jedoch hinreichend klein ausfallen, damit die Klassenzusammensetzung hinsichtlich der relevanten Modellparameter die gewünschte Homogenität bewahrt⁴⁾. Problematisch ist, daß das Klassifikationsergebnis von der Wahl des Maßstabs für die Homogenität einer Klasse bzw. die Ähnlichkeit ihrer FHM abhängt, aber mehrere solcher Ähnlichkeitsmaße miteinander konkurrieren⁵⁾, ohne daß eines als allen anderen überlegen anerkannt wäre⁶⁾. Je größer die Klassenanzahl gewählt wird, desto homogener, aber auch desto schwächer besetzt fallen die einzelnen Klassen aus. Umgekehrt bedeutet eine geringe Klassenanzahl zwar hoch besetzte, aber heterogenere Klassen⁷⁾. Infolge der rechentechnischen Schwierigkeiten hat man bisher darauf verzichtet, das absolute Optimum der Klassenanzahl zu ermitteln, und stattdessen diese

1) Vgl. Vogel, F.: a.a.O., S. 1, 4, 13.

2) Vgl. ebenda, S. 37f.

3) Vgl. ebenda, S. 229.

4) Vgl. Bock, H.H.: Automatische Klassifikation, Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten (Cluster-Analyse), Göttingen 1974, S. 15ff / Schlosser, O.: Einführung in die sozialwissenschaftliche Zusammenhangsanalyse, Reinbek bei Hamburg 1976, S. 154ff.

5) Beispiele hierfür in: Bock, H.H.: a.a.O., S. 24ff / Schlosser, O.: a.a.O., S. 91ff / Sodeur, W.: Empirische Verfahren zur Klassifikation, Stuttgart 1974, S. 76ff / Vogel, F.: a.a.O., S. 78ff.

6) Vgl. ebenda, S. 79, 81.

7) Vgl. Bock, H.H.: a.a.O., S. 229.

nur innerhalb vorgegebener Grenzen optimiert, einen Signifikanztest zwischen zwei Klassenanzahlen durchgeführt oder bei verschiedenen vorgegebene Homogenitätsniveaus die jeweilige minimale Klassenanzahl ermittelt¹⁾.

Die Klassenbildung setzt Gütekriterien voraus, über die noch kein Konsens erzielt wurde²⁾. Es herrscht das Varianzkriterium vor, dem zufolge die Varianz der Variablenwerte aller FHM derselben Klasse bezüglich des Klassenzentrums minimiert werden soll. Probleme entstehen jedoch durch die mögliche Korrelation der Variablen Lagerkapazitätsbedarf und Wiederbereitstellungskosten (teure FHM beanspruchen häufig auch einen recht großen Anteil der Lagerkapazität), die das Determinantenkriterium als geeigneter erscheinen lassen kann und zur Frage der Gewichtung korrelierter Variablen führt³⁾. Keines der derzeit verfügbaren automatischen Klassifikationsverfahren⁴⁾ hat bisher allg. Akzeptanz gefunden. Sie erweisen sich auch als rechentechnisch derart aufwendig, daß i.p. eine einfache Schichtung der FHM-Menge vorgezogen wird.

33 Schätzung der Wiederbedarfswahrscheinlichkeiten

331 Grundlagen

Die WBW läßt sich nicht als logische a-priori-Wahrscheinlichkeit aus der Struktur des Realproblems deduzieren, so daß vom frequentistischen a-posteriori-Wahrscheinlichkeitsbegriff ausgegangen werden muß⁵⁾. Die axiomatische und damit

- 1) Vgl. Bock, H.H.: a.a.O., S.158 / Schlosser, O.: a.a.O., S.159, 183 / Vogel, F.: a.a.O., S.37f, 230. Ein praktikables Approximationsverfahren findet sich in: Bock, H.H.: a.a.O., S.225ff. Ebenda, S.248 ist auch die Q-Technik der Faktorenanalyse angeführt, bei der die FHM anstelle der Variablen betrachtet werden, so daß die extrahierten Faktoren den gesuchten Klassen entsprechen.
- 2) Näheres hierzu in: Ebenda, S.115f, 159ff, 185ff, 202ff / Sodeur, W.: a.a.O., S.129ff / Vogel, F.: a.a.O., S.198ff.
- 3) Vgl. ebenda, S.56ff.
- 4) Einzelne Methoden werden vorgestellt in: Bock, H.H.: a.a.O., S.113ff, 161, 171ff, 201, 219ff / Schlosser, O.: a.a.O., S.160ff, 184ff / Sodeur, W.: a.a.O., S.143ff / Vogel, F.: a.a.O., S.35ff, 216ff.
- 5) Näheres in: Lindley, D.: Einführung in die Entscheidungstheorie, Frankfurt-New York 1974, S.88ff / Menges, G.: Grundmodelle, a.a.O., S.25 / Menges, G.: Interpretationen, a.a.O., S.81ff / Menges, G.: Statistik, a.a.O., S.85f / Weinberg, F.: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik sowie Anwendungen im Operations Research, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S.24 (i.f. zitiert als "Grundlagen").

in sich konsistente Wahrscheinlichkeitstheorie von Kolmogorow¹⁾ ist hier nicht operational, da sie das reale Äquivalent des Wahrscheinlichkeitsbegriffs nicht definiert und daher nicht gestattet, eine Meßvorschrift für die WBW abzuleiten. Die frequentistische Wahrscheinlichkeit kann zwar auch nicht exakt im von Mises'schen Sinne als Grenzwert der relativen Häufigkeiten unendlich vieler Beobachtungen²⁾ ermittelt, aber zumindest unverzerrt durch eine einzelne beobachtete relative Häufigkeit geschätzt werden³⁾. Ein grundsätzliches Problem besteht in der zeitlichen Wandelbarkeit der Struktur des Realproblems, so daß als Vergangenheitswerte gewonnene relative Bedarfshäufigkeiten⁴⁾ nicht ohne weiteres als WBW angesetzt werden dürfen. Vielmehr müssen aus den Daten der Analyseperioden Entwicklungstrends und -zyklen erkannt und auf ihrer Grundlage RBH für die Prognoseperiode vorhergesagt werden: Erst diese prognostizierten RBH können als Schätzung für die künftigen WBW gelten.

Zur differenzierten Anwendung der i.f. dargestellten Verfahren kann vorab eine ABC-Analyse⁵⁾ der FHM nach Maßgabe des Lagerkapazitätsbedarfs oder der einzelnen relevanten Kostenarten erfolgen. (Für FHM der A-Gruppe böten sich z.B. die aufwendigen, aber auch detaillierten Methoden des Abschnitts 332 an). Ebenso könnte eine RSU- bzw. XYZ-Analyse durchgeführt werden⁶⁾, um die Charakteristik des Bedarfsverhaltens der FHM zu ermitteln (R/X: stationärer Bedarfsprozeß mit Zufallsschwankungen; S/Y: zufälliger Bedarfsprozeß mit signifikanten trendmäßigen oder saisonalen Komponenten; U/Z: unregelmäßiger Bedarf) und darauf fußend die

1) Vgl. Menges, G.: Interpretationen, a.a.O., S. 87f / Menges, G.: Statistik, a.a.O., S. 85f / Weinberg, F.: Grundlagen, a.a.O., S. 22.

2) Vgl. Mendes, G.: Grundmodelle, a.a.O., S. 25 / Weinberg, F.: Grundlagen, a.a.O., S. 23.

3) Vgl. Fabian, V.: Statistische Methoden, 2. Aufl., Berlin 1970, S. 229.

4) I.f. als "RBH" abgekürzt.

5) Vgl. Ammer, D.S.: a.a.O., S. 220ff / Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: a.a.O., S. 157 / Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 29ff / Hartmann, H.: a.a.O., S. 106ff / IBM: a.a.O., S. 10ff / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 89ff / Soom, E.: Optimale Lagerbewirtschaftung in Industrie, Gewerbe und Handel, Bern-Stuttgart 1976, S. 92ff (i.f. zitiert als "Lagerbewirtschaftung").

6) Näheres hierzu in: Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 31 / Soom, E.: Lagerbewirtschaftung, a.a.O., S. 62 / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 45f.

geeignetste Prognosemethode auszuwählen (z.B. für FHM der U/Z-Gruppe das Verfahren aus Abschnitt 334). ABC- und RSU-/XYZ-Analyse können auch miteinander kombiniert werden¹⁾.

332 Ermittlung von Prognose-Indikatoren

3321 Die Funktion von Prognose-Indikatoren

Prognose-Indikatoren sind solche leicht meßbaren Variablen, die mit der RBH besonders eng zusammenhängen²⁾. Auf die Frage nach der optimalen Indikatoranzahl kann hier nicht eingegangen werden. I.p. wird man sich mit dem einen (bzw. den beiden) Indikator(en) höchster Signifikanz zufriedengeben. Keine Variable kann allgemeingültig als der beste Indikator betrachtet werden³⁾, sondern ihre Eignung zu Prognosezwecken wird je nach Unternehmen, Branche und Marktkonstellation anders zu beurteilen sein. Jeder Indikator muß im Zeitablauf hinsichtlich seiner Gültigkeit überwacht werden. Die möglichen Indikatoren können in zwei Gruppen zusammengefaßt werden⁴⁾: Zur ersten Gruppe gehören Variablen, deren Werte zeitlich konstant sind oder sich in deterministischer Weise verändern: Alter, Erst- bzw. Wiederbereitstellungskosten, Lagerkapazitätsbedarf der FHM, Auftragsträger, FHM-Art (z.B. Holz- oder Gipsmodell oder Kokille) usw. Die zweite Gruppe umfaßt Variablen, deren zukünftigen Werte einem indeterministischen Zufallsprozeß unterliegen: Anzahl von Perioden, in denen entweder kein ("Nullperiode") oder mindestens ein Bedarf erfolgte, die RBH der letzten Periode, der arithmetische oder der gleitende Mittelwert der RBH der vergangenen Perioden, die mit Hilfe der Regressionsanalyse trendextrapolierte oder exponentiell geglättete RBH, der Umsatz der mit den FHM erstellten Endprodukte... Hat man sich für einen oder mehrere Indikatoren entschieden, so kann man mit Hilfe der einfachen oder multiplen

1) Vgl. Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 31f.

2) Stehen der Analyse keine klassierten, sondern nur Daten einzelner FHM zur Verfügung, so kann ein Indikator auch an der Intensität des Zusammenhangs zwischen ihm und der Bedarfsanzahl der FHM erkannt werden.

3) Im Gegensatz zum Alter und zu den Jahren mit mindestens einer Verwendung, die von Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 11 zur generellen Grundlage seines Modells erhoben werden.

4) Zum folgenden vgl. auch Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 11 / Ryffel, F.: a.a.O., S. 481.

Regressionsanalyse¹⁾ eine Prognosefunktion ableiten: Sie stellt die RBH als abhängige Variable der Indikatoren dar. Die Wahl des Typs der Prognosefunktion ist problematisch, da deren Verlauf die systematischen Abhängigkeiten berücksichtigen, aber auf Zufallsschwankungen nicht eingehen soll. Da einem einzelnen Beobachtungstupel nicht angesehen werden kann, ob seine Variablenwerte mehr systematischer oder eher kontingenter Natur sind, ist diese Schwierigkeit exakt nicht lösbar²⁾. Die Indikatorenwerte werden für die Prognoseperiode ermittelt (bei Indikatoren der 1. Gruppe sind diese leicht feststellbar, bei solchen der 2. Gruppe ist ein eigenes Modell zur Prognose der Indikatoren notwendig, auf das die Ausführungen des Abschnitts 3 mutatis mutandis angewendet werden können) und in die Regressionsgleichung eingesetzt. Die resultierende RBH gilt als Schätzung für die gesuchte WBW.

Es muß vorausgesetzt werden, daß das den Vergangenheitsdaten zugrundeliegende Bedingungsgefüge in Zukunft unverändert fortbesteht³⁾, daß also die funktionale Abhängigkeit der RBH von den Indikatoren zeitinvariant ist. Dies bedeutet, die für einen begrenzten Zeitraum statistisch nachgewiesene Abhängigkeit als Kausalgesetz zu interpretieren. Diese Hypothese bleibt jedoch fragwürdig, solange die aufgefundenen Indikatoren nicht durch ein Erklärungsmodell abgesichert werden. Denn aus dem bloß statistischem Nach- oder Miteinander von Indikatoren und RBH kann grundsätzlich nicht mit Notwendigkeit auf einen Kausalzusammenhang geschlossen werden (Verbot des propter-hoc-Schlusses nach

- 1) Ein weiterer, aufwendiger Prognoseansatz findet sich in: Gebhardt-Seele, P.: Lagerkontrolle, a.a.O., S. 75ff, 120ff. Hat man sich zur Indikatorensuche der Faktorenanalyse bedient (vgl. Abschnitt 3.2.3), so empfiehlt sich zur RBH-Prognose dennoch die Regressionsanalyse, da die Vorhersage auf Grund von Faktorenwerten umständlich und unsicher ist; vgl. Bomsdorf, E.: Bestimmungsfaktoren der Lohndrift, Meisenheim am Glan 1972, S. 87 / Überla, K.: Faktorenanalyse, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1971, S. 236ff.
- 2) Vgl. Wiese, K.-H.: Exponential Smoothing - eine Methode der statistischen Bedarfsvorhersage, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 78129-4.64, Sindelfingen o.J., S. 9 (i.f. zitiert als "Exponential").
- 3) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: Korrelations- und Regressionsanalyse, Berlin 1966, S. 103 / Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 58f / Mentzel, K.: a.a.O., S. 753 / Zeigermann, J.R.: Elektronische Datenverarbeitung in der Materialwirtschaft, Stuttgart 1970, S. 83ff.

Hume¹⁾). Ein statistisch signifikanter Zusammenhang kann vielmehr auch beruhen auf: der gemeinsamen Abhängigkeit der RBH und Indikatoren von einer dritten Größe, dem geringen Umfang der zugrundegelegten Stichprobe (gibt man dem Regressionsmodell ein Polynom n-ten Grades vor, so führen n+1 Beobachtungen notwendig zum Bestimmtheitsmaß 1), Heterogenitäten der Beobachtungen (Die Menge der Beobachtungen läßt sich z.B. deutlich in zwei Teilmengen aufgliedern, innerhalb derer jeweils kein signifikanter Zusammenhang besteht. Bei Betrachtung der Vereinigungsmenge kann jedoch ein solcher vorgetäuscht werden.), rein definitorisch-funktionalen Beziehungen zwischen zwei Größen, Nonsense-Korrelationen bei Zeitreihenanalysen (zwei Größen hängen im gleichen Sinne von der Zeit ab)²⁾.

Nachdem die Indikatoren ermittelt worden sind, muß u.U. eine neue Klassifikation erfolgen, die die Bedingung homogener Klassenzusammensetzung bezüglich der WBW präzisiert durch die Forderung, zur selben Klasse sollten nur FHM mit ähnlichen Indikatorwerten gehören.

3322 Multiple Korrelationsanalyse

Die multiple Korrelationsanalyse³⁾ mißt die Stärke des Zusammenhangs zwischen der RBH als abhängiger und mindestens zwei unabhängigen Variablen⁴⁾ in Form des Bestimmtheitsmaßes als Quadrat des multiplen Korrelationskoeffizienten r , das den von allen unabhängigen Variablen erklärten Teil der Varianz der RBH angibt⁵⁾. Sie setzt in ihrer einfachsten Variante einen linearen, additiven Zusammenhang zwischen den

- 1) Vgl. Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: a.a.O., S.408 / Windelband, W.: Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, 7. Aufl., Tübingen 1916, S.397f.
- 2) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S.15ff, 206ff / Lienert, G.A.: a.a.O., S.522 / Sachs, L.: a.a.O., S.307 / Überla, K.: a.a.O., S.310f, 360f.
- 3) Nähere Ausführungen hierzu in: Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S.80ff / Gaennslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S.95ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, 2. Aufl., New York-St. Louis usw. 1975, S.328ff / Überla, K.: a.a.O., S.83f.
- 4) Bei nur einer unabhängigen Variablen kann auf die einfache Regressionsanalyse zurückgegriffen werden, die der multiplen bis auf einige Vereinfachungen gleicht.
- 5) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S.127ff.

Variablen voraus, der jedoch - bei entsprechender Transformation der Variablenwerte¹⁾ - auch nicht-linearer Natur sein kann. Da sie mit dem Bravais-Pearson'schen Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten²⁾ arbeitet, müssen (approximativ) normalverteilte Variablenwerte gefordert werden. Sind die Variablen multikollinear (lineare Abhängigkeit der unabhängigen Variablen untereinander) oder autokorreliert (bei Zeitreihen die Abhängigkeit der Ausprägungen derselben Variablen von früheren Ausprägungen), so treten besondere Probleme auf: Bei Multikollinearität können die Korrelationskoeffizienten mitunter nicht mehr berechnet werden; auf jeden Fall bereitet ihre Interpretation Schwierigkeiten. Autokorrelationen führen leicht zu Scheinkorrelationen, wenn zwei Variablen in derselben Weise autokorreliert sind und sich ähnlich im Zeitablauf entwickeln³⁾. Zur Überprüfung dieser Voraussetzungen und Besonderheiten sei auf die Testverfahren für Linearität⁴⁾ bzw. Multikollinearität⁵⁾ des Variablenzusammenhangs sowie für Normalverteilung⁶⁾ bzw. Autokorrelation⁷⁾ der Variablenwerte verwiesen.

Bei der schrittweisen Korrelationsanalyse werden sukzessive jeweils diejenigen unabhängigen Variablen in die Regressionsgleichung aufgenommen, die aus der Menge aller noch nicht aufgenommenen Variablen den größten Anteil der Rest-

- 1) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 181ff / Sachs, L.: a.a.O., S. 350f.
- 2) Näheres zu ihm in: Ebenda, S. 108ff, 116ff / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 36f, 47 / Linder, A.: Statistische Methoden, 4. Aufl., Basel-Stuttgart 1964, S. 173 / Linder, A. u. W. Berchtold: Elementare statistische Methoden, Basel-Boston-Stuttgart 1979, S. 178 / Neurath, P.: Statistik für Sozialwissenschaftler, Stuttgart 1966, S. 334 (i.f. zitiert als "Statistik") / Schmierer, C.: Tabellenanalyse; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 2, München 1975, S. 101 / Überla, K.: a.a.O., S. 11, 21f / Weber, E.: Einführung in die Faktorenanalyse, Stuttgart 1974, S. 33f.
- 3) Vgl. Bomsdorf, E.: a.a.O., S. 87 / Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 108f, 115f, 205, 210f.
- 4) Vgl. ebenda, S. 191, 240f / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 376f / Sachs, L.: a.a.O., S. 337f, 373ff / Überla, K.: a.a.O., S. 21f.
- 5) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 212f.
- 6) Hierbei handelt es sich vor allem um Chi-Quadrat-Anpassungstests, von denen eine Variante in Abschnitt 3324 näher dargestellt ist.
- 7) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 208f, 234ff / Klemm, H. u. G. Sattler: Statistische Bedarfsanalyse für Lagerhaltungsmodelle; in: Rechentechnik/Datenverarbeitung, 4. Jg. (1967), S. 39 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S. 193ff.

varianz der abhängigen Variablen RBH erklären¹⁾, die sich nicht mit Hilfe der bereits aufgenommenen Variablen erklären läßt. Es werden nur so lange unabhängige Variablen integriert, wie ihr zugehöriger Korrelationskoeffizient sich als signifikant herausstellt. Durch Erhöhung der Signifikanzanforderung kann die Anzahl erklärender unabhängiger Variablen (dies sind die gesuchten Indikatoren) vermindert werden²⁾.

Die ermittelten Korrelationskoeffizienten r gelten bei $n > 50$ Beobachtungen als befriedigende Schätzung $\hat{\rho}$ für den tatsächlichen, aber unbekanntem Korrelationskoeffizienten ρ der Population aller denkbaren FHM-Beobachtungen: $\hat{\rho} = r$ ³⁾. Die Nullhypothese, in der Population liege kein Zusammenhang zwischen der RBH und der betrachteten unabhängigen Variable vor, der Korrelationskoeffizient r sei also nur zufällig zustande gekommen, wird bei gegebenem Signifikanzniveau α getestet durch die mit $f = n - m - 1$ Freiheitsgraden (m sei die Anzahl der unabhängigen Variablen) t -verteilte Größe⁴⁾:

$$(1) \quad t' = r \cdot \sqrt{n-2} : \sqrt{1-r^2}$$

Die entsprechende Testgröße $F' = (t')^2$ für den multiplen Korrelationskoeffizienten ist mit $f_1 = 1$ und $f_2 = n - 2$ Freiheitsgraden F -verteilt. Da diese beiden Testgrößen Normalverteilung von r bzw. ρ voraussetzen, diese Bedingung aber wegen $1 \geq r, \rho \geq -1$ notwendig verletzt ist, resultiert ein systematischer Fehler, der weitgehend vermieden wird, wenn man r nach Fisher auf die für $n \geq 10$ schon nahezu normalverteilte Ersatzgröße $z = 0,5 \cdot \ln((1+r):(1-r))$ abbildet⁵⁾.

1) Dieser Anteil kann nach Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 120 - solange die Variablen orthogonal sind - exakt ermittelt werden, andernfalls aber nur geschätzt werden.

2) Zur schrittweisen Korrelationsanalyse vgl. ebenda, S. 112f / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 345.

3) Vgl. Linder, A. u. W. Berchtold: a.a.O., S. 178. Für kleinere Stichproben finden sich korrigierte Schätzungen in: Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 227 / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 54 / Sachs, L.: a.a.O., S. 315.

4) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 225, 233ff / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 49f / Lienert, G.A.: a.a.O., S. 661 / Linder, A. u. W. Berchtold: a.a.O., S. 180ff, 227 / Sachs, L.: a.a.O., S. 329f / Überla, K.: a.a.O., S. 18, 336f.

5) Vgl. Fabian, V.: a.a.O., S. 86f / Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 224 / Linder, A. u. W. Berchtold: a.a.O., S. 180ff / Neurath, P.: Statistik, a.a.O., S. 373ff.

Falls $t' > t_{\alpha, f}$ bzw. $F' > F_{\alpha, f_1, f_2}$ gilt, ist der Korrelationskoeffizient r größer, als es bei rein zufälligem Zustandekommen mit der Wahrscheinlichkeit α zu erwarten gewesen wäre¹⁾, so daß die Alternativhypothese eines signifikanten linearen Zusammenhangs angenommen wird. Es besteht die Wahrscheinlichkeit α für den Fehler 1. Art, die Nullhypothese verworfen zu haben, obwohl sie in Wirklichkeit wahr ist. Treffen obige Ungleichungen nicht zu, nimmt man die Nullhypothese an unter dem Risiko, mit der Wahrscheinlichkeit β ²⁾ den Fehler 2. Art zu begehen, den Variablenzusammenhang als nicht signifikant zu betrachten, obwohl er realiter besteht. Diese schrittweise Korrelationsanalyse muß nicht notwendig zu den tatsächlich relevanten Einflußgrößen führen, hat sich aber i. p. erfolgreich bewährt³⁾. Kritisch läßt sich jedoch einwenden, daß Suppressor-Variablen nicht adäquat berücksichtigt werden, die einzeln mit der RBH nicht signifikant korrelieren, wohl aber bei simultaner multipler Betrachtung aller unabhängigen Variablen zur Erklärung der RBH-Varianz einen eigenständigen Beitrag leisten⁴⁾.

3323 Faktorenanalyse

Die Faktorenanalyse⁵⁾ besitzt gegenüber der Korrelationsanalyse hinsichtlich der Indikatoren-Ermittlung konzeptionelle Nachteile: Sie unterscheidet nicht qualitativ zwischen der RBH als dependenter Zielvariable und den übrigen erklärenden Variablen, sondern betrachtet alle Variablen als gleichberechtigt und interdependent. Die ermittelten Faktoren stellen als fiktive, selbst nicht unmittelbar meßbare Größen nicht die gesuchten Indikatoren dar. Die resul-

1) Vgl. Überla, K.: a. a. O., S. 18.

2) Da β u. a. um so größer ausfällt, je kleiner α gewählt wird, besteht hinsichtlich der Festlegung des Signifikanzniveaus α ein Optimierungsproblem (zu den Fehlerrisiken s. auch Lienert, G. A.: a. a. O., S. 66ff), das jedoch i. d. R. nicht ausgetragen, sondern durch die konventionsweise Festlegung: $\alpha = 0,05$ oder $\alpha = 0,01$ umgangen wird.

3) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a. a. O., S. 113.

4) Näheres hierzu in: Ebenda, S. 117ff.

5) Näheres hierzu und auch kritische Einwände in: Ebenda, S. 200ff, 269ff / Holm, K.: Die Faktorenanalyse - ihre Anwendung auf Fragebatterien; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 3 - Die Faktorenanalyse, München 1976, S. 58ff / Überla, K.: a. a. O., S. 3ff / Weber, E.: a. a. O., S. 13ff.

tierende Faktorladungsmatrix kann zum Zwecke der Indikatoren-suche nur übersichtlich interpretiert werden, wenn sie eine spezielle mögliche, aber keineswegs notwendige Gestalt annimmt: Jede Variable soll nur einen einzigen Faktor signifikant hoch (substanziell)¹⁾ laden. Als Indikatoren können dann all die Variablen betrachtet werden, die denselben Faktor wie auch die RBH substanziell laden²⁾.

Voraussetzungen der kommunalen Faktorenanalyse sind: Additives Zusammenwirken je eines spezifischen und eines Zufallsfaktors für jede Variable sowie mindestens eines kommunalen Faktors, der auf zwei oder mehr Variablen einwirkt und als (gemeinsamer) Faktor einzig explizit ausgewiesen wird³⁾, Linearität der funktionalen Abhängigkeiten⁴⁾, einheitliches Maßsystem für alle Variablen (evt. Normierung mit Hilfe von Mittelwert und Varianz)⁵⁾, approximativ normalverteilte Variablenwerte, sofern der Bravais-Pearson'sche Korrelationskoeffizient zugrundegelegt wird⁶⁾ und eine Mindestanzahl von Variablen, die als Funktion der erwünschten Faktorenzahl bestimmt ist⁷⁾.

1) Eine Faktorladung a gilt als substanziell bei $|a| \geq 0,3$; vgl. Bomsdorf, E.: a.a.O., S.39 / Schlosser, O.: a.a.O., S.262 / Weber, E.: a.a.O., S.130. Bei orthogonalen Faktoren entspricht sie der Korrelation zwischen Faktor und Variable.

2) Vgl. Bomsdorf, E.: a.a.O., S.40f.

3) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S.271 / Hofstätter, P.R.: Faktorenanalyse; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S.392.

4) Vgl. Schlosser, O.: a.a.O., S.31 / Überla, K.: a.a.O., S.52f. Eine Transformation nicht-linearer in lineare Zusammenhänge bereitet erhebliche Schwierigkeiten; vgl. Überla, K.: a.a.O., S.303ff.

5) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S.203 / Überla, K.: a.a.O., S.50f / Weber, E.: a.a.O., S.17.

6) Alternative Korrelationskoeffizienten, die geringere Anforderungen an das (hier als zumindest intervallskaliert vorausgesetzte) Maßniveau stellen oder keine Normalverteilung der Variablenwerte bedingen, sind z.B.: Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient, biserialer Korrelationskoeffizient (falls nur zwischen zwei Klassen von Variablenwerten differenziert wird, was insbesondere bei den Bedarfsanzahlen der FHM als Zielvariable interessant ist, bezüglich derer nur zwischen keinem und mindestens einem Bedarf unterschieden werden müßte), Pearson's η , Kontingenzkoeffizienten, Kendall'sches tau, Somer's d sowie Gamma-Maß, die näher beschrieben werden in: Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S.187ff, 246ff / Lienert, G.A.: a.a.O., S.591ff / Linder, A. u. W. Berchtold: a.a.O., S.183ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S.227ff / Neurath, P.: Statistik, a.a.O., S.356ff / Sachs, L.: a.a.O., S.308ff / Schmierer, C.: a.a.O., S.97ff.

7) Vgl. Hofstätter, P.R.: a.a.O., S.406.

Die Signifikanz einzelner der Interkorrelationskoeffizienten zwischen je zwei Variablen läßt sich bei der Faktorenanalyse nicht mehr sinnvoll testen, sondern es kann nur noch die Gesamtheit aller Koeffizienten der Korrelationsmatrix in toto auf ihre Signifikanz überprüft werden¹⁾.

Die Kommunalitäten als Beitrag aller Faktoren zur Varianz einer Variablen werden von der Faktorenanalyse einerseits vorausgesetzt, sind aber andererseits anfangs noch unbekannt, so daß sie geschätzt werden müssen. Hierfür steht eine Vielzahl von Schätzkonzepten zur Verfügung²⁾, aber keines befriedigt vollauf. Die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren ist grundsätzlich unbestimmt, so daß die Auswahl eines der wieder zahlreich angebotenen Selektionskriterien³⁾ nicht ohne subjektiven Einfluß bleibt. Die zunächst als orthogonal unterstellten Faktoren werden einer Rotation unterworfen mit dem Ziel, das rotierte Faktorengefüge möglichst einfach durch tatsächlich beobachtbare Variablen interpretieren zu können. Für diese existiert kein eindeutig anerkanntes Gütekriterium; vorherrschend ist aber die Rotation zur Einfach-Struktur nach Thurstone, der zufolge jede Variable nur einen Faktor substanziell laden soll (dies führt genau zu dem eingangs erwähnten, erwünschten Faktorladungsmuster)⁴⁾. Dies wird insbesondere erreicht durch eine Rotation, die die Orthogonalität der Faktoren erhält⁵⁾. Die schiefwinklige Rotation weicht zwar eher vom angestrebten Faktorladungsmuster ab, führt aber zu einer an das Beziehungsgefüge des Realproblems besser angepaßten Fakto-

1) Vgl. Bartlett, M.S.: Tests of Significance in Factor Analysis; in: British Journal of Psychology Statistic Section, 3. Jg. (1950), S. 77ff / Lienert, G.A.: a.a.O., S. 681ff.

2) Vgl. Bomsdorf, E.: a.a.O., S. 29ff / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 278f / Holm, K.: a.a.O., S. 71ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 480 / Uberla, K.: a.a.O., S. 30, 45f, 155ff / Weber, E.: a.a.O., S. 81ff.

3) Vgl. Bomsdorf, E.: a.a.O., S. 34f, 45 / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 223ff, 281 / Hofstätter, P.R.: a.a.O., S. 401 / Holm, K.: a.a.O., S. 25ff, 66ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 479 / Uberla, K.: a.a.O., S. 68, 123ff, 136ff / Weber, E.: a.a.O., S. 59ff.

4) Vgl. Holm, K.: a.a.O., S. 97f / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 484 / Uberla, K.: a.a.O., S. 165, 176, 183ff, 207ff / Weber, E.: a.a.O., S. 128, 140.

5) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 241ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 484f.

renkonfiguration¹⁾. Darüber hinaus existieren noch weitere Rotationsverfahren (z.B. Varimax-Rotation²⁾). Auch die Berechnungsmethode für die Faktorladungen selbst ist nicht eindeutig (z.B. Hauptkomponenten- oder Zentroid-Methode³⁾), so daß insgesamt die Faktorenanalyse als ein Gemenge zahlreicher konkurrierender, aber niemals vollends befriedigender Analysebausteine erscheint, das die Gefahr in sich birgt, durch gezielte Auswahl dieser Bausteine das Analyseergebnis manipulieren zu können.

Die Güte einer Faktorenanalyse hinsichtlich des Ziels, die RBH aus Indikator-Variablen zu erklären, läßt sich aus der Summe der Faktorladungen in der RBH-Zeile der Faktorladungsmatrix ablesen, die die durch die extrahierten Faktoren erklärte Varianz der RBH angibt⁴⁾. Der von den Indikatoren selbst erklärte Varianzanteil ist noch geringer, da sie mit den Faktoren nicht identisch sind. Lädt die RBH nur einen Faktor substantziell, so kann die Güte der Analyse auch an dem Produkt der Faktorladungen aller Indikator-Variablen gemessen werden, die denselben Faktor wie die RBH substantziell laden.

3324 Verteilungsfreie Zusammenhangsanalyse

Verteilungsfreie oder nicht-parametrische Zusammenhangsanalysen setzen nur statistische Unabhängigkeit der Beobachtungen voraus, erfordern aber insbesondere keine Normalverteilung der Variablenwerte⁵⁾.

Die Kontingenztabellenanalyse⁶⁾ mißt nur den Zusammenhang zwischen der RBH und einer weiteren Variablen⁷⁾, so daß sie

1) Vgl. Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 483f / Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 252ff / Überla, K.: a.a.O., S. 52, 61f, 171ff / Weber, E.: a.a.O., S. 39f, 128, 160.

2) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 249ff / Holm, K.: a.a.O., S. 102 / Weber, E.: a.a.O., S. 140.

3) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 203ff / Holm, K.: a.a.O., S. 77ff / Überla, K.: a.a.O., S. 87f / Weber, E.: a.a.O., S. 39ff, 65, 69ff, 93ff.

4) Vgl. Gaensslen, H. u. W. Schubö: a.a.O., S. 209.

5) Vgl. Lienert, G.A.: a.a.O., S. 101 / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 6.

6) Vgl. Förster, E. u. F. Egermayer: a.a.O., S. 244ff / Lienert, G.A.: a.a.O., S. 189, 560f / Sachs, L.: a.a.O., S. 366ff.

7) Eine Ausweitung auf drei (vgl. Schmierer, C.: a.a.O., S. 107ff) oder mehr (vgl. Sachs, L.: a.a.O., S. 380) ist zwar möglich, aber sehr aufwendig.

Wechselwirkungen unter den Variablen, die nicht die RBH darstellen, im Gegensatz zur Korrelations- und Faktorenanalyse nicht zu erfassen vermag. Sie setzt eine $n \times m$ -Klassierung der Variablenwerte voraus und bildet aus den empirischen Besetzungszahlen c_{ij} der Schnittmengen dieser Klassen eine Matrix. Aus den Zeilen- ($c_{i.}$) bzw. Spaltensummen ($c_{.j}$) dieser Matrix lassen sich theoretische Besetzungszahlen $c'_{ij} = (c_{i.} \cdot c_{.j}) : c$ mit c als der Anzahl aller Beobachtungen ableiten unter der Nullhypothese, die RBH und die betrachtete Variable seien voneinander statistisch unabhängig¹⁾.

Mit Hilfe eines asymptotischen Chi-Quadrat-Anpassungstests wird überprüft²⁾, ob die empirischen Besetzungszahlen als rein zufällige Schwankungen um die theoretischen interpretiert werden können (bei vorgegebenem Signifikanzniveau α). Als annähernd Chi-Quadrat-verteilte Testgröße mit $f = (n-1) \cdot (m-1)$ Freiheitsgraden gilt:

$$(2) \quad \chi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n ((c_{ij} - c'_{ij})^2 : c'_{ij})$$

Bei $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, f}$ wird die Alternativhypothese eines signifikanten Zusammenhanges angenommen (bezüglich der Fehlerrisiken gilt dasselbe wie in Abschnitt 3322), kann die Variable also als Indikator für die RBH betrachtet werden.

Erweisen sich mehrere Variablen als signifikant, so muß, um eine Auswahl treffen zu können, die Stärke des Zusammenhangs gemessen werden. Hierfür eignen sich der Pearson'sche Kontingenzkoeffizient $C = (\chi^2 : (c + \chi^2))^{0,5}$ oder andere, zumeist aus C abgeleitete Assoziationsmaße wie z.B. der Kendall-/Pawlik-Kontingenzkoeffizient, Cramer's V oder Cramer's Φ ³⁾. Während diese nur die Interdependenz zwischen den Variablen

- 1) Das Testergebnis wird von der Klassierungsweise beeinflusst. Damit die Testgröße zumindest annähernd Chi-Quadrat-verteilt ist, wird neben $c \geq 100$ eine Klassierung mit $c_{ij} \geq 5$ für mindestens 80% aller c_{ij} bzw. $c_{ij} \geq 1$ für sämtliche dieser Koeffizienten gefordert:
vgl. Klemm, H. u. G. Sattler: a.a.O., S. 40 / Lienert, G.A.: a.a.O., S. 161, 561f / Linder, A.: a.a.O., S. 69 / Sachs, L.: a.a.O., S. 367.
- 2) Vgl. Lienert, G.A.: a.a.O., S. 161, 459 / Linder, A.: a.a.O., S. 69 / Sachs, L.: a.a.O., S. 113, 251ff.
- 3) Vgl. Bishop, M.M., S.E. Fienberg u. P.W. Holland: Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice, Cambridge-Massachusetts-London 1975, S. 377ff / Lienert, G.A.: a.a.O., S. 562ff / Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: a.a.O., S. 224f / Sachs, L.: a.a.O., S. 371f.

messen, erlaubt das Assoziationsmaß Lambda die Bestimmung der Dependenz der RBH von einer Variablen im Anschluß an den Kontingenztest¹⁾.

Bei linearem Beziehungsgefüge zwischen den Variablen und Intervallskalen-Meßniveau bietet sich der Randomisierungstest von Pitman an, der von allg. kombinatorischen Überlegungen ausgeht²⁾.

333 Fortschreibung relativer Bedarfshäufigkeiten

3331 Das Fortschreibungskonzept

Die RBH derselben Klasse zu verschiedenen Zeitpunkten (-intervallen) bilden eine Zeitreihe, aus der durch Fortschreibung bzw. Extrapolation der Wert der RBH in der Prognoseperiode vorhergesagt werden kann. Ein solches univariablen Prognosemodell (einzige relevante Variable ist die RBH selbst) verzichtet³⁾ auf erklärende Indikatoren und ist daher wesentlich weniger komplex als die Modelle des Abschnitts 332. Für Klassen, die nur aus erstbereitgestellten FHM bestehen, eignet sich dieses Verfahren nicht, da fortschreibbare Vergangenheitswerte fehlen⁴⁾.

Die Extrapolation soll einerseits in der Zeitreihenentwicklung sich ankündigende Änderungen des Bedarfsprozesses in der Prognose bereits berücksichtigen, andererseits gegen Zufallsschwankungen der Zeitreihenwerte unempfindlich sein. Problematisch ist die Wahl der Länge von Analyse- und Prognoseperioden. Um mit den Entscheidungsmodellen i.e.S. vereinbar zu sein, sollten sie mit den Entscheidungsperioden übereinstimmen oder zumindest deren ganzzahliger Teiler

1) Vgl. Lienert, G.A.: a.a.O., S. 566, 569f.

2) Näheres hierzu in: Ebenda, S. 662ff. Weitere Zusammenhangsanalysen ebenfalls in: Ebenda, S. 684ff.

3) Im Gegensatz zu den Methoden der vorangegangenen Abschnitte; s. auch: Wetzels, W.: Univariable mikro-ökonomische Prognosemodelle mit exponentieller Gewichtung der Beobachtungswerte; in: Metrika, 6. Jg. (1963), S. 156 / Wiese, K.-H.: Mittelfristige Bedarfsvorhersage in der Konsumgüterindustrie, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 78170-11.75, Sindelfingen o.J., S. 5 (i.f. zitiert als "Bedarfsvorhersage"). Auf die von: Müller, F.R.: ALDOS - Ein Beitrag zur Verbesserung der Lagerhaltung; in: Datascope, 3. Jg. (1972), Heft 9, S. 54f dargestellte Möglichkeit, die RBH-Zeitreihe in verschiedene Komponenten zu zerlegen und diese getrennt fortzuschreiben, sei hier verzichtet.

4) Vgl. Olivier, G.: Die statistische Prognose in der Lagerdisposition; in: ZfOR, 16. Jg. (1972), S. B170.

sein. Je kürzer die Analyseperioden festgelegt werden, desto mehr Bedarfsprozesse werden sporadischen Charakter annehmen (also häufig Nullperioden aufweisen), desto größer ist aber auch die Periodenanzahl in einem festen Zeitraum: Zufallschwankungen können sich verstärkt auswirken, und der Analyseaufwand ist beträchtlich. Je länger die Perioden ausfallen, desto eher werden zyklische Komponenten durch periodeninterne Kompensation verdeckt, desto länger werden Strukturbrüche in der Zeitreihe durch die große Anzahl von Vergangenheitswerten derselben Periode unkenntlich gemacht. Der optimale Kompromiß hängt vom individuellen Charakter der Zeitreihen ab (stationäre Zeitreihen lassen z.B. längere Perioden zu als zyklische)¹⁾.

Die Prognosen müssen fortwährend auf die Gültigkeit der ihnen zugrundeliegenden Modellannahmen kontrolliert und durch erfahrene Sachbearbeiter um statistisch nicht abbildbare Individualinformationen (z.B. über den bevorstehenden Konkurs eines Kunden) ergänzt werden²⁾.

3332 Überblick über die gebräuchlichen Fortschreibungsmethoden

Zur Fortschreibung von Zeitreihen bietet sich eine Vielzahl von Methoden an³⁾. Auf langfristige Verfahren, die Lebenszyklen, insbesondere Sättigungseffekte, der mit den FHM hergestellten Erzeugnisse einzubeziehen versuchen (z.B. mittels gaußähnlicher, logistischer, Wachstums- oder Gompetsfunktionen), sei hier nicht weiter eingegangen⁴⁾.

1) Vgl. Brown, R.G. u. R.F. Meyer: The Fundamental Theorem of Exponential Smoothing; in: OR, 9. Jg. (1961), S. 680 / Nowack, A.: Prognose bei unregelmäßigem Bedarf; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 97 / Schröder, M.: Einführung in die kurzfristige Zeitreihenprognose und Vergleich der einzelnen Verfahren; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 28 / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 46 / Wedekind, H.: Ein Vorhersagemodell für sporadische Nachfragemengen bei der Lagerhaltung; in: AuPf, 9. Jg. (1968), S. 2 (i.f. zitiert als "Vorhersagemodell").

2) Vgl. Trux, W.R.: a.a.O., S. 176ff, 184ff.

3) Einen Überblick hierzu bieten: Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: a.a.O., S. 157 / Gahse, S.: Mathematische Vorhersageverfahren und ihre Anwendungen, München 1971, S. 33f (i.f. zitiert als "Vorhersageverfahren") / Schröder, M.: a.a.O., S. 21ff.

4) Näheres hierzu in: Gahse, S.: Vorhersageverfahren, a.a.O., S. 79, 82ff.

Die einfachste Methode der kurz- und mittelfristigen Fortschreibung ist die Wahl des arithmetischen Mittels aller Vergangenheitsdaten als Prognosewert. Es besitzt den erheblichen Nachteil, sich Änderungen der Bedarfsstruktur nicht flexibel anpassen zu können wegen seiner starren Gewichtung der Daten, die zu einer überbetonten Vergangenheitsorientierung führt. Daher läßt es sich sinnvoll nur auf stationäre Zeitreihen anwenden¹⁾.

Der gleitende Mittelwert ist zwar flexibler, indem er nur die Beobachtungen der letzten Perioden berücksichtigt, vermag aber seine Anpassungsintensität nicht zu variieren, reagiert also auf abrupte Strukturbrüche des Bedarfsprozesses in derselben Weise wie auf langfristige Entwicklungstendenzen. Seine Berechnung erfordert bei Einsatz der ADV erheblichen Speicheraufwand²⁾.

Die Regressionsanalyse (mit beliebigem Regressionsfunktionstyp und u.U. auch Zyklusberücksichtigung) mit anschließender Trend- und Zyklusextrapolation verursacht einen sehr großen Rechen- und Speicheraufwand. Da sämtliche Vergangenheitsdaten mit konstanter Gewichtung in die Regressionsgleichung eingehen, ist auch diese Prognosemethode nicht imstande, flexibel auf Strukturbrüche zu reagieren. Hinzu kommt ein für den Nicht-Statistiker nicht ohne weiteres durchschaubarer Formalismus (Akzeptanzprobleme)³⁾.

Das Exponential Smoothing stellt das geeignetste Fortschreibungsverfahren dar. Es stellt nur geringe Anforderungen an Rechen- und Speicherkapazität der ADVA, ist einfach und übersichtlich strukturiert sowie lernfähig wie ein Mensch, indem es Vergangenheitsdaten um so schwächer gewichtet, je weiter sie zurückliegen⁴⁾. Diese Vorzüge haben dem Exponential Smoothing in der betrieblichen, insbesondere der ADV-

1) Vgl. Hartmann, H.: a.a.O., S. 210f / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 182f.

2) Vgl. Gahse, S.: Vorhersageverfahren, a.a.O., S. 36ff / Gebhardt-Seele, P.: Rechenmodelle, a.a.O., S. 63 / Hartmann, H.: a.a.O., S. 206ff / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 180ff.

3) Vgl. Reif, K.: Bedarfsvorhersagen, a.a.O., S. 9 / Hartmann, H.: a.a.O., S. 222 / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 183ff.

4) Vgl. Brown, R. G.: Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Englewood Cliffs (N.J.) 1963, S. 104 (i.f. zitiert als "Smoothing") / Matt, G.: Bestimmung statistisch gesicherter Koeffizienten bei der exponentiellen Ausgleichung (Exponential Smoothing); in: Ufo, 10. Jg. (1966), S. 16 (i.f. zitiert als "Koeffizienten") / Wiese, K.-H.: Bedarfsvorhersage, a.a.O., S. 7.

gestützen (denn die Rekursionsformeln dieses Prognosemodells eignen sich hervorragend für ADVA), Praxis bereits weite Verbreitung beschert¹⁾.

3333 Das adaptive Exponential Smoothing

Je nach Gestalt der fortzuschreibenden Zeitreihe stehen entsprechende Exponential-Smoothing-Konzepte²⁾ zur Verfügung

- 1) Vgl. Graf, H.: a.a.O., S. 70, 77f / Hartmann, H.: a.a.O., S. 212 / Stillhammer, M.: SAVOY; in: data report, 3. Jg. (1968), Heft 2, S. 12ff / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 47, 52.
- 2) Vgl. Baumbach, H.-D.: Die Anwendung des Exponential Smoothing zur Planung der Lagerbestände an Zwischenprodukten; in: Rechentechnik/Datenverarbeitung, 4. Jg. (1967), S. 23 / Brown, R.G.: Statistical Forecasting for Inventory Control, New York-Toronto-London 1959, S. 45ff / Derselbe: Smoothing, a.a.O., S. 99ff, 128ff, 297ff / Brown, R.G. u. R.F. Meyer: a.a.O., S. 676ff / Buchan, J. u. E. Koenigsberg: a.a.O., S. 38ff / Fetter, R.B. u. W.C. Dalleck: a.a.O., S. 55f / Gahse, S.: Vorhersageverfahren, a.a.O., S. 40ff, 59ff / Glaser, H.: a.a.O., S. 4 / Griese, J.: Initialisierung und Überwachung von Prognosemodellen; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 137ff / Grochla, E.: Grundlagen, a.a.O., S. 66f / Hartmann, H.: a.a.O., S. 211ff / Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth u. H.A. Simon: a.a.O., S. 258ff / IBM: a.a.O., S. 39ff / Klingst, A.: a.a.O., S. 153ff / Köcher, D., G. Matt, C. Oertel u. H. Schneeweiß: a.a.O., S. 318f / Lenz, H.-J.: Bemerkungen zum Aufsatz "Die statistische Prognose in der Lagerdisposition" von G. Olivier; in: ZfOR, 17. Jg. (1973), S. B238ff / Lewandowski, R.: Modelle und Methoden der ökonomischen Vorhersage; in: Elektronische Datenverarbeitung, 11. Jg. (1969), S. 240ff / Matt, G.: Koeffizienten, a.a.O., S. 17f / Mentzel, K.: a.a.O., S. 751ff / Mertens, P.: a.a.O., S. 60ff / Müller, F.R.: a.a.O., S. 53ff / Müller-Merbach, H.: Operations Research, 3. Aufl., München 1973, S. 444ff / Muth, J.F.: Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts; in: Journal of the American Statistical Association, 55. Jg. (1966), S. 299ff / Oeldorf, G. u. K. Olfert: a.a.O., S. 186ff / Packer, A.H.: Simulation and Adaptive Forecasting as Applied to Inventory Control; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 665 / Reif, K.: Bedarfsvorhersagen, a.a.O., S. 9ff / Derselbe: Verfahren der Bedarfsermittlung; in: IBM-Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 177, S. 129ff / Schmidt, H.: Lagerhaltung und Simulation; in: IBM-Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 176, S. 23f / Schröder, M.: a.a.O., S. 38ff / Trigg, W.: Monitoring a Forecasting System; in: ORQ, 15. Jg. (1964), S. 271ff (i.f. zitiert als "Monitoring") / Trigg, W. u. A.G. Leach: Exponential Smoothing with an Adaptive Response Rate; in: ORQ, 18. Jg. (1967), S. 54ff / Olivier, G.: a.a.O., S. B183ff / Trux, W. R.: a.a.O., S. 73ff / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 49ff, 127f / Wetzel, W.: a.a.O., S. 158ff / Wiese, K.-H.: Bedarfsvorhersage, a.a.O., S. 6ff / Wiese, K.-H.: Exponential, a.a.O., S. 3ff / Winters, P.R.: Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages; in: MS, 6. Jg. (1967), S. 326ff / Wissebach, B.: a.a.O., S. 55ff / Zeigermann, J.R.: a.a.O., S. 63ff. Dem Exponential Smoothing ähnliche Modelle beschreiben: Box, G.E.P. u. G.M. Jenkins: Time Series Analysis - Forecasting and Control, San Francisco-Cambridge-London-Amsterdam 1970, S. 8ff.

gung: solche 1. Ordnung ohne Trendberücksichtigung für stationäre Zeitreihen, solche 1. Ordnung mit Trendberücksichtigung für Zeitreihen mit linearem Trend, solche 2. und höherer Ordnung für Zeitreihen mit nicht-linearem Trend und ggf. überlagernder saisonaler Komponente.

Um das grundlegende Prinzip zu verdeutlichen, sei nur auf das adaptive Exponential Smoothing für hinreichend regelmäßige¹⁾ stationäre Zeitreihen und Prognosen für die unmittelbar folgende Periode eingegangen: Grundsätzlich wird die RBH-Prognose p_{j+1} für die Folgeperiode P_{j+1} aus der Prognose p_j für die laufende Periode P_j berechnet, die um den mit dem Glättungsfaktor α gewichteten Prognosefehler $b_j - p_j$ (b_j ist die tatsächlich realisierte RBH in P_j) der letzten Vorhersage korrigiert wird:

$$(3) \quad \bigwedge_{j \in \mathbb{N}} \quad p_{j+1} = p_j + \alpha \cdot (b_j - p_j) \quad \text{mit } 0 \leq \alpha \leq 1 \\ \Leftrightarrow p_{j+1} = (1 - \alpha) \cdot p_j + \alpha \cdot b_j$$

Der Prognosewert entspricht der Reihe aller in der Vergangenheit realisierten RBH mit exponentiell abnehmender Gewichtung und ist eine unverzerrte, asymptotisch erwartungstreue Schätzung für die systematische Komponente der Zeitreihe:

$$(4) \quad p_{j+1} = \alpha \cdot \sum_{k=1}^j (b_k \cdot (1 - \alpha)^{j-k})$$

Je größer α gewählt wird, desto stärker wird der Prognosefehler der Vorperiode, desto schwächer werden die RBH der Vergangenheit berücksichtigt. Daher sollte α bei einer Strukturänderung des Bedarfsprozesses möglichst groß ($\alpha \rightarrow 1$) im Sinne einer raschen Anpassung, ansonsten dagegen möglichst klein gewählt werden ($\alpha \rightarrow 0$), um durch geringe Gewichtung des Prognosefehlers und starke Betonung der Vergangenheitswerte gegen Zufallsschwankungen möglichst immun zu sein. Als Kompromiß wird α i.d.R. zwischen 0,1 und 0,3 festgesetzt²⁾. Stattdessen kann man auch α als reziproken Wert

1) Thiede, J.D.: a.a.O., S.80 erachtet die Regelmäßigkeit einer Zeitreihe als hinreichend, wenn der Variabilitätskoeffizient der RBH nicht größer als 1,8 ist.

2) Vgl. Brown, R.G.: Smoothing, a.a.O., S.106 / Gahse, S.: Vorhersageverfahren, a.a.O., S.55 / IBM: a.a.O., S.49 / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S.204 / Mentzel, K.: a.a.O., S.753 / Müller-Merbach, H.: a.a.O., S.445 / Reif, K.: Bedarfsvorhersagen, a.a.O., S.9 / Trigg, W.: Monitoring, a.a.O., S.273 / Trigg, W. u. A.G. Leach: a.a.O., S.53 / Trux, W.R.: a.a.O., S.87 / Wiese, K.-H.: Exponential, a.a.O., S.4.

des erwünschten mittleren Alters der gewichteten Zeitreihenwerte wählen¹⁾ oder versuchen, durch simulatives Durchspielen mehrerer repräsentativer Zeitreihen mit verschiedenen Werten für α dieses zu optimieren²⁾. Nachteil all dieser Verfahren ist, daß α starr gewählt werden muß.

Beim adaptiven Exponential Smoothing wird dagegen α laufend nach Maßgabe der jeweiligen Zeitreihensituation aktualisiert, also bei Strukturbrüchen erhöht und bei regelmäßigem Verlauf wieder gesenkt. Da sich jede Zeitreihe unterschiedlich entwickeln kann, wird für jede Klasse der Glättungsfaktor individuell bestimmt³⁾.

Die mittlere absolute Abweichung MAD als Ausdruck der kumulierten Prognosefehler der Vergangenheit und der geglättete Fehler SME bzw. die Fehlersumme FES als Indikatoren für systematische Prognosefehler sind definiert zu:

$$(5) \quad \bigwedge_{j \in \mathbb{N}} \quad \begin{aligned} \text{MAD}_{j+1} &= (1-\beta) \cdot \text{MAD}_j + \beta \cdot |b_j - p_j| & \text{mit: } 0 \leq \beta \leq 1 \\ \text{SME}_{j+1} &= (1-\beta) \cdot \text{SME}_j + \beta \cdot (b_j - p_j) & \text{mit: } 0 \leq \beta \leq 1 \\ \text{FES}_j &= \sum_{k=1}^j (b_k - p_k) \end{aligned}$$

Der Glättungsfaktor β entspricht im wesentlichen α , sollte aber niemals größer, eher etwas niedriger als α angesetzt werden, da die Prognosefehler stärker schwanken als die Prognosen selbst⁴⁾. Während MAD mit der Zeit monoton wächst, kompensieren sich bei SME/FES entgegengerichtete Prognosefehler, so daß letztere um 0 pendeln, solange die Prognosefehler nur auf Zufallsschwankungen beruhen. Erfüllt die Zeitreihe jedoch die Stationaritätsprämisse nicht mehr, so weichen SME und FES deutlich nach unten oder oben von 0 ab. Normiert man diese Abweichungen mit Hilfe von MAD auf das Fehlerniveau der Zeitreihe, so erhält man als Abweichsignale $\text{AWS}_{j+1}^1 = \text{SME}_{j+1} : \text{MAD}_{j+1}$ bzw. $\text{AWS}_{j+1}^2 = \text{FES}_j : \text{MAD}_{j+1}$. Bei partieller Adaption werden für die Abweichsignale obere und untere Schranken festgelegt: Solange die Abweichsig-

1) Vgl. Gahse, S.: Vorhersageverfahren, a.a.O., S. 54f.

2) Vgl. Griese, J.: a.a.O., S. 136 / Matt, G.: Koeffizienten, a.a.O., S. 18 / Müller, F.R.: a.a.O., S. 53ff / Packer, A.H.: a.a.O., S. 666 / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 53 / Zeigermann, J.R.: a.a.O., S. 88 / Trux, W.R.: a.a.O., S. 84. Ein weiteres Verfahren zur Bestimmung von α findet sich in: Matt, G.: Ein lernfähiges Modell zur Bestimmung von Zusammenhängen anhand beobachteter Daten, IBM-Bibliothek, IBM Form 81545-11.67, Sindelfingen o.J., S. 7.

3) Vgl. Lewandowski, R.: a.a.O., S. 241.

4) Vgl. Trux, W.R.: a.a.O., S. 80 / Trigg, W.: Monitoring, a.a.O., S. 273f.

nale innerhalb dieser Schranken bleiben, herrschen Zufallsfehler vor, so daß α seinen niedrigen gewöhnlichen Wert annehmen kann. Bei Über- oder Unterschreiten der Schranken¹⁾ wird α jedoch drastisch erhöht, um eine wirksame Anpassung der Prognosen an die veränderte Zeitreihe zu ermöglichen. Nach einer solchen Anpassung sind SME bzw FES wieder auf 0 zu setzen, damit die Folgeperioden nicht mit den bereits korrigierten Prognosefehlern belastet werden²⁾. Die vollständige Adaption nutzt die Eigenschaft von AWS_j^1 , daß dieses notwendig zwischen +1 (es treten nur Unterschätzungen der RBH ein) und -1 (es erfolgen nur Überschätzungen) liegen muß, so daß der Glättungsfaktor der Prognose unmittelbar als Funktion des Abweichensignals dargestellt werden kann³⁾:

$$(6) \quad \alpha_j = |AWS_j^1|$$

Nimmt α_j sehr häufig höhere Werte (z.B. $\alpha_j > 0,3$) an, so ist zu prüfen, ob das zugrundegelegte stationäre Prognosemodell dem realen Bedarfsprozeß noch angemessen ist⁴⁾.

Der Startwert p_1 des Exponential Smoothing kann, sofern bereits Vergangenheitsdaten vorliegen, als deren arithmetisches Mittel gewählt werden⁵⁾. Andernfalls muß er willkürlich geschätzt oder mit Hilfe von Szenarien bestimmt werden, in denen die Konsequenzen verschiedener p_1 simuliert werden⁶⁾. Für die intuitive Schätzung spricht die hohe Anpassungsfähigkeit des adaptiven Exponential Smoothings, angesichts derer selbst größere Schätzfehler kaum ins Gewicht fallen. Der Startwert MAD_1 wird i.d.R. als 0 festgesetzt⁷⁾.

1) Zur Wahl der Schranken vgl. Mentzel, K.: a.a.O., S.757 / Trigg, W.: Monitoring, a.a.O., S.272

2) Vgl. IBM: a.a.O., S.53 / Trigg, W.: Monitoring, a.a.O., S.271.

3) Andere Vorschläge für die vollständige Adaption finden sich in: Griese, J.: a.a.O., S.138ff.

4) Z.B. Auswahl des Prognosemodells, das der Zeitreihe angemessen ist, durch das Software-Produkt G(eneral) P(urpose) F(orecast) S(imulator); vgl. Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S.53.

5) Vgl. Baumbach, H.-D.: a.a.O., S.24 / Brown, R.G.: Smoothing, a.a.O., S.102 / Brown, R.G. u. R.F.Meyer: a.a.O., S.678 / Holt, C.C., F.Modigliani, J.F.Muth u. H.A.Simon: a.a.O., S.265 / Wiese, K.-H.: Exponential, a.a.O., S.4.

6) Vgl. Zeigermann, J.R.: a.a.O., S.68.

7) Kritik hieran übt: Baumbach, H.-D.: a.a.O., S.24f.

334 Fortschreibung der Bedarfsanzahlen einzelner
Fertigungshilfsmittel

Die periodische Bedarfsanzahl jedes einzelnen FHM stellt eine Zeitreihe dar, deren Fortschreibung nach einem der in Abschnitt 333 genannten Verfahren möglich ist. Die gesuchte RBH einer Klasse ergibt sich als Anteil der FHM, für die mindestens ein Wiederbedarf in der Prognoseperiode vorhergesagt worden ist, an allen FHM dieser Klasse.

Hinsichtlich des Exponential Smoothing empfiehlt sich jedoch eine Ergänzung, da bei Betrachtung einzelner FHM - insbesondere bei sporadischen Bedarfsprozessen - mit Nullperioden gerechnet werden muß. Das Verfahren von Wedekind¹⁾ bezieht das Exponential Smoothing nur auf die Nicht-Nullperioden der Vergangenheit zur Berechnung des Prognosewertes p_{j+1} und des mittleren absoluten Prognosefehlers²⁾, den hier der Vergleichbarkeit halber die mittlere absolute Abweichung MAD_{j+1} ersetze. Die Verteilung der Zeitintervalle zwischen zwei Nicht-Nullperioden kann durch eine Weibullverteilung³⁾ beschrieben werden, die nahezu jede unimodale Verteilung zu approximieren vermag. Die Wahrscheinlichkeit, daß im folgenden Intervall der Länge Δt sich mindestens ein Bedarf ereignet, wenn seit dem letzten Bedarf die Zeit ΔT verstrichen ist, beträgt mit a als einem Maßstab für die Sporadizität des Bedarfs (je kleiner a , desto sporadischer der Bedarf):

$$(7) \quad w(\underline{x} \geq 1) = 1 - e^{-(b \cdot (\Delta T + \Delta t))^a} \quad \text{mit: } a, b > 0$$

Trifft man für die Folgeperiode mit Hilfe des Exponential Smoothing eine von Null verschiedene Vorhersage, so beträgt der erwartete absolute Prognosefehler:

$$(8) \quad F_1 = w(\underline{x} \geq 1) \cdot MAD_{j+1} + w(\underline{x} = 0) \cdot p_{j+1}$$

Sagt man dagegen eine Nullperiode voraus, so ist als absoluter Prognosefehler zu erwarten:

1) Vgl. Mertens, P.: a.a.O., S. 96ff / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 75ff / Derselbe: Vorhersagemodell, a.a.O., S. 2ff; ein anderes Verfahren in: Mertens, P.: a.a.O., S. 101ff.

2) Vgl. Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 85.

3) Vgl. Sachs, L.: a.a.O., S. 184ff / Wedekind, H.: Vorhersageprobleme, a.a.O., S. 80ff / Derselbe: Vorhersagemodell, a.a.O., S. 3ff.

$$(9) \quad F_2 = w(\underline{x}=0) \cdot 0 + w(\underline{x} \geq 1) \cdot p_{j+1} = w(\underline{x} \geq 1) \cdot p_{j+1}$$

Für $F_1 < F_2$ wird eine Prognose in Höhe von $p_{j+1} > 0$, für $F_2 \leq F_1$ die einer Nullperiode ($p_{j+1} = 0$) abgegeben, d.h. es wird so lange mit Hilfe des Exponential Smoothings vorhergesagt, wie gilt:

$$(10) \quad F_1 < F_2 \iff w(\underline{x} \geq 1) < p_{j+1} : (2 \cdot p_{j+1}^{-MAD_{j+1}})$$

Dieses Verfahren wird als anwendbar betrachtet, sofern der Quotient $MAD_{j+1} : p_{j+1}$ kleiner als 0,7 bleibt.

335 Unterstellung einer allgemeinen Wahrscheinlichkeitsverteilung

Es wird angenommen, daß die Bedarfsentwicklung eines jeden FHM einen stochastischen Prozeß darstellt, der durch eine allg. Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben werden kann. Die Anzahl \underline{x}' der Bedarfe eines FHM in einer Periode stellt die Realisation einer Zufallsvariablen¹⁾ mit dem Mittelwert \bar{x}' und der Standardabweichung s' dar. FHM derselben Klasse mit ähnlichen Werten von \bar{x}' und s' werden zu einer Subklasse zusammengefaßt mit dem mittleren periodischen Bedarf \bar{x} als Durchschnitt aller \bar{x}' und s als Standardabweichung aller \underline{x}' von \bar{x} . (Die \bar{x}' können auch näherungsweise als Quotient der Anzahl aller Bedarfe eines FHM und seines als Vielfaches der Periodenlänge ausgedrückten Alters ermittelt werden. Für neu hergestellte FHM ist $\bar{x}' = 0$ zu setzen.)

Für $\bar{x} \approx s^2$ ist eine homogene Poissonverteilung für den Bedarf zu erwarten. Voraussetzung ist, daß die Bedarfsanzahlen in zwei Perioden voneinander statistisch unabhängig sind. Der Erwartungswert $\bar{x} \cdot \Delta t$ der Bedarfe pro Periode muß im Zeitablauf konstant bleiben. Die Wahrscheinlichkeit $w(\underline{x}=k)$ für k Bedarfe in einer Periode darf nur von der Periodenlänge Δt , nicht aber von der Vergangenheit oder dem absoluten Zeitpunkt abhängen. Bei gegen 0 konvergierender Perio-

1) Eine Zufallsvariable bildet als Funktion das Ergebnis eines zufälligen Ereignisses auf die (reellen) Zahlen ab; vgl. Bühlmann, H., H. Loeffel u. E. Nievergelt: a.a.O., S. 35 / Köcher, D., G. Matt, C. Oertel u. H. Schneeweiß: a.a.O., S. 74 / Menges, G.: Statistik, a.a.O., S. 140ff.

denlänge müssen die Grenzwerte von $w(\underline{x} \geq 1)$ und $w(\underline{x} = 1)$ identisch werden, d.h. $w(\underline{x} > 1)$ wird verschwindend klein. Unter diesen Bedingungen sind die Zeitintervalle zwischen zwei Bedarfsfällen exponential-verteilt.

Die Negative Binomialverteilung empfiehlt sich bei $\bar{x} \ll s^2$. Sie hat sich für empirische Bedarfsprozesse bewährt und ist typisch für Gleichgewichtsverteilungen von Geburts- und Sterbeprozessen (hier: von Bereitstellungen und Verschrottungen der FHM). Für $\bar{x} \gg s^2$ liegt dagegen die gewöhnliche Binomialverteilung nahe¹⁾.

Ob die Beschreibung der Bedarfsprozesse aller FHM einer Subklasse (oder einer Klasse oder der Menge aller FHM) durch eine dieser Wahrscheinlichkeitsverteilungen angemessen ist, kann durch den asymptotischen Chi-Quadrat-Anpassungstest überprüft werden, der dem Test aus Abschnitt 3324 entspricht: Jede Bedarfsanzahl $k=0, 1, \dots, K$ stellt eine Klasse k des Tests dar, deren empirische Besetzungszahlen c_k mit den theoretischen c'_k verglichen werden, die eintreten müßten, wenn die angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilung tatsächlich zuträfe. Die Testgröße:

$$(11) \quad \chi^2 = \sum_{k=0}^K ((c_k - c'_k)^2 : c'_k)$$

ist annähernd Chi-Quadrat-verteilt mit $f=K-2$ (bei der Poissonverteilung: $f=K-1$) Freiheitsgraden, so daß für $\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha, f}$ die Nullhypothese, die FHM-Bedarfsprozesse folgten der unterstellten Wahrscheinlichkeitsverteilung, anzunehmen ist. Der exakte Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest²⁾ kann hier nicht eingesetzt werden, weil der zusammengesetzte Hypothesentest (die Parameter der unterstellten Verteilung werden aus der Stichprobe geschätzt) der Voraussetzung jenes Tests widerspricht, die theoretische Verteilung müsse von der Stichprobe vollkommen unabhängig sein. Ebenso wird hier die Bedingung nicht erfüllt, daß jede Testklasse nur mit höchstens einer Beobachtung besetzt sein dürfe.

1) Vgl. Bishop, M.M.: a.a.O., S.438,453 / Dück, W. u. M. Bliefernich (Hrsg.): Operationsforschung 1, Berlin 1972, S.351f / Fabian, V.: a.a.O., S.46f / Girlich, H.-J. u. H. Klemm: Ein dynamisches Lagerhaltungsmodell; in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, 18. Jg. (1969), S.269f / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S.197f / Menges, G.: Statistik, a.a.O., S.167 / Rényi, A.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 4. Aufl., Berlin 1973, S.107 / Sachs, L.: a.a.O., S.142f / Sturm, M.: a.a.O., S.122f.

2) Vgl. Lienert, G.A.: a.a.O., S.459ff / Sachs, L.: a.a.O., S.256ff.

Für die Verteilungsfunktionen gilt im einzelnen¹⁾ mit $\hat{\mu} = \bar{x}$ als konsistenter und erwartungstreuer²⁾ Schätzung des unbekanntes Erwartungswertes μ und $\hat{\sigma}^2 = s^2$ als Schätzwert für die unbekanntes Varianz der Verteilung der Grundgesamtheit aller möglichen Bedarfsprozesse³⁾:

a) Poissonverteilung:

$$(12) \quad w(\underline{x} \geq 1) = 1 - w(\underline{x} = 0) = 1 - (e^{-\lambda \cdot \Delta t} \cdot (\lambda \cdot \Delta t)^0) : 0!$$

$$= 1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t}$$

mit: $\hat{\lambda} = \bar{x}$

b) Negative Binomialverteilung:

$$(13) \quad w(\underline{x} \geq 1) = 1 - w(\underline{x} = 0) = 1 - \binom{n-1}{0} \cdot (1-q)^0 \cdot q^n = 1 - q^n$$

mit: $\hat{q} = \bar{x} : s^2 \quad \hat{n} = \frac{0^2}{\bar{x}^2} : (s^2 - \bar{x})$

c) Binomialverteilung:

$$(14) \quad w(\underline{x} \geq 1) = 1 - w(\underline{x} = 0) = 1 - \binom{n}{0} \cdot q^0 \cdot (1-q)^{n-0} = 1 - (1-q)^n$$

mit: $\hat{q} = 1 - (s^2 : \bar{x}) \quad \hat{n} = \frac{\bar{x}^2}{\bar{x}^2} : (\bar{x} - s^2)$

4 Entscheidungsmodelle für einen optimalen Verschrottungsplan

41 Allen Entscheidungsmodellen gemeinsame Grundlagen

411 Charakterisierung von Entscheidungsmodellen

Vorausgesetzt sei ein geschlossenes Entscheidungsmodell⁴⁾ für einen rein rationalen, nutzenmaximierenden, vollständig informierten, homogenen Entscheidungsträger mit unbegrenzter logischer und rechentechnischer Kapazität, d.h. den

1) Vgl. Bishop, M.M. : a.a.O., S.436ff / Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S.197ff / Klemm, H. u. G. Sattler: a.a.O., S.38 / Linder, A. : a.a.O., S.68 / Menges, G. : Statistik, a.a.O., S.233ff, 311 / Rényi, A. : a.a.O., S.102ff / Sasieni, M., A. Yaspan u. L. Friedman: a.a.O., S.93.

2) Zur Definition dieser Begriffe s. Linder, A. u. W. Berchtold: a.a.O., S.35f / Menges, G. : Statistik, a.a.O., S.298f.

3) Vgl. Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle, a.a.O., S.198 / Klemm, H. u. G. Sattler: a.a.O., S.40 / Köcher, D., G. Matt, C. Oertel u. H. Schneeweiß: a.a.O., S.139ff / Menges, G. : Statistik, a.a.O., S.298f / Neurath, P. : Grundbegriffe und Rechenmethoden der Statistik für Sozialwissenschaftler; in: König, R. (Hrsg.) : Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S.299f. Diese Schätzung ist sowohl mit der Momentenmethode nach Pearson als auch mit der Maximum-Likelihood-Methode verträglich (vgl. zu den Schätzverfahren: Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: a.a.O., S.420f / Menges, G. : Statistik, a.a.O., S.308ff).

4) Vgl. Kirsch, W. : a.a.O., S.25f.

klassischen homo oeconomicus¹⁾.

Ein Entscheidungsmodell sei definiert als ein abstraktes System von Begriffen und den Beziehungen zwischen diesen Begriffen, das abgegrenzte, überschaubare Teilbereiche aus der Totalinterdependenz der Wirklichkeit abbildet, um die Realität durch Entscheidungen im Sinne eines Wahlaktes zwischen mindestens zwei Alternativen gestaltend zu beeinflussen²⁾. Diese Wirklichkeitsabbildung kann nicht isomorph³⁾ erfolgen, da die Interdependenzen zwischen dem abgebildeten Teil der Wirklichkeit und seinem Supplement vernachlässigt werden und zur Reduktion der Komplexität des Realproblems Simplifizierungen unvermeidbar sind: Elemente der Realität, die für die Entscheidung keine oder nur eine für unwesentlich gehaltene⁴⁾ Bedeutung besitzen, werden nicht berücksichtigt. Solche realen Elemente, deren Unterschiede für die Entscheidung keine oder nur unwesentli-

1) Vgl. Kirsch, W.: a.a.O., S. 27ff. Weitere, auch kritische Ausführungen zum homo oeconomicus sowie zu alternativen Konzepten finden sich in: Hax, H.: Die Koordination von Entscheidungen in der Unternehmung; in: Busse von Colbe, W. u. P. Meyer-Dohm (Hrsg.): Unternehmerische Planung und Entscheidung, Bielefeld 1969, S. 40ff / Kirsch, W.: a.a.O., S. 53ff, 61ff / Koch, H.: Die theoretische Ökonomik als individualanalytische Handlungstheorie; in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Band 127 (1971), S. 712 / Sauermann, H. u. R. Selten: Anspruchsanpassungstheorie der Unternehmung; in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Band 118 (1962), S. 578f / Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien, a.a.O., S. 79ff / Simon, H. A.: A Behavioral Model of Rational Choice; in: The Quarterly Journal of Economics, 69. Jg. (1955), S. 99ff (i.f. zitiert als "Behavioral"); insbesondere zur Theorie des eingeschränkten Rationalverhaltens: Kirsch, W.: a.a.O., S. 26, 62ff / Klein, H. K.: a.a.O., S. 66ff und zur Theorie der Anspruchsniveaus: Menges, G.: Statistische Entscheidungstheorie; in: Menges, G. (Hrsg.): Beiträge zur Unternehmensforschung, Würzburg-Wien 1969, Adamowsky, S.: a.a.O., S. 686 / Kirsch, W.: a.a.O., S. 51ff, 707ff / Sauermann, H. u. R. Selten: a.a.O., S. 579ff / Simon, H. A.: Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science; in: The American Economic Review, 49. Jg. (1959), S. 262ff, 277.

2) Vgl. Kosiol, E.: a.a.O., S. 319, 333 / Lesourne, J.: a.a.O., S. 30.

3) Dies wird z.B. behauptet in: Kosiol, E.: a.a.O., S. 321, 333 / Schulte, H. u. J. Carvajal: Lagerhaltungsmodelle in Zusammenhang mit der elektronischen Datenverarbeitung; in: Elektronische Datenverarbeitung, 10. Jg. (1968), S. 427.

4) Zu dem Problem, daß über die Unwesentlichkeit von Modellkomponenten nicht im Rahmen des betrachteten Modells, sondern nur in dem eines umfassenderen Metamodells entschieden werden kann, sei verwiesen auf: Weizsäcker, C. F. von: Die Einheit der Natur, 5. Aufl., München 1979, S. 209.

che Bedeutung haben, werden zu einer Elementklasse zusammengefaßt, die als Ganzes ein Element des Modells darstellt. Im Modell werden nur die Beziehungen der Wirklichkeit zwischen verschiedenen dieser Klassen abgebildet, und zwar i.d.R. in vereinfachter, linearer Form. Infolge all dieser strukturellen Vereinfachungen gegenüber dem Realproblem kann jenes vom Entscheidungsmodell (i.e.S.) nur homomorph wiedergegeben werden. Auf das Problem, zwischen Modellkosten sparenden Simplifizierungen einerseits und Nutzeneinbußen infolge Realitätsverzerrung andererseits einen optimalen Ausgleich zu finden, kann hier nicht eingegangen werden.

Da die Struktur des Realproblems sich in der Zeit ändern kann, muß der Homomorphiegrad seiner Abbildung durch das Entscheidungsmodell überwacht und ggf. mittels Modellkorrekturen angehoben werden¹⁾.

Infolge der Vereinfachungen kann nicht erwartet werden, daß die optimalen Modelllösungen notwendig auch das Realproblem optimal bewältigen²⁾.

412 Problemspezifische Voraussetzungen der Entscheidungsmodelle

Der Planungszeitraum $[t_0; t_0 + T[$ ($T \in \mathbb{R}^+ \vee T \rightarrow \infty$) sei in diskrete, äquidistante Perioden $P_j = [t_j; t_j + \Delta t[$ ($\Delta t = 1ZE^3$); $0 \leq j \leq J$; $J = (T:\Delta t) - 1$) eingeteilt: je größer Δt , desto kleiner die Periodenzahl, desto geringer der Umfang der (mehrperiodischen) Entscheidungsmodelle, desto bescheidener aber auch die Möglichkeiten, durch periodenweise Entscheidungen gestaltend eingreifen zu können⁴⁾. Die innere Dynamik der Perioden wird ausgeklammert, indem sich alle Variablen nur in-

1) Vgl. Churchman, C.W., R.L. Ackoff u. E.L. Arnoff: a.a.O., S. 543ff / Kern, W.: Operations Research, a.a.O., S. 78.

2) Vgl. Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S. 25.

3) ZE bezeichne eine beliebige, aber konstant gewählte Zeiteinheit, die bei begrenztem Planungszeitraum ein ganzzahliger Teiler desselben sei.

4) Pressmar, D.B.: Zur optimalen Bestimmung einer nicht-stationären Losgrößenpolitik unter Berücksichtigung von Verzugs mengenkosten; in: ZfB, 47. Jg. (1977), S. 610ff setzt sich in seinem "Konzept der entscheidungsabhängigen und variablen Zeitrasterung" mit der Optimierung von Δt auseinander; s. auch: Brown, R.G.: Smoothing, a.a.O., S. 44ff / Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth u. H.A. Simon: a.a.O., S. 68.

tervallfix jeweils zum Periodenbeginn verändern können¹⁾. Vorausgesetzt wird eine exhaustive und disjunkte Zerlegung der Menge aller FHM in Klassen $i=1,2,\dots,I$. Es wird ausschließlich von einem kalkulatorischen Bewertungssystem ausgegangen. Leistungen werden vernachlässigt bzw. Verschrottungserlöse als negative Verschrottungskosten ausgewiesen. Einziges Extremalziel stellt die Kostenminimierung dar; Satisfizierungsziele finden keine Berücksichtigung. Als Höhenpräferenz wird die lineare Abbildung der Kosten auf ihre Gegenzahl als negativen Nutzenbeitrag gewählt (das negative Vorzeichen wird durch das Ziel der Kostenminimierung anstelle der Nutzenmaximierung substituiert), als Risikopräferenz bei Risikoindifferenz der Erwartungswert für Zielfunktion und Restriktion. Als Zeitpräferenz werden beliebige konvexe Präferenzfunktionen zugelassen, so daß der Kapitalwert angesetzt werden kann. Da der kalkulatorische Zinssatz p [%] als eindeutig und zeitlich konstant unterstellt wird, entfallen alle Probleme der Kapitalwertoptimierung. Beschränkungen seitens des pagatorischen Systems (z.B. ein maximal verausgabbares Kapitalbudget) bleiben unberücksichtigt, da beliebige Kapitalbeschaffbarkeit zum Zinssatz p postuliert wird. Alle Daten und die aus ihnen in den Modellen abgeleiteten Größen werden als ganzzahlig vorausgesetzt²⁾.

Die Formulierung der Entscheidungsmodelle engt die Dispositionsfreiheit des Entscheidungsträgers ein, da er vorab festlegen muß, welche aus der Deskription des Realproblems abgeleiteten Daten er als Parameter (deren Werte gelten als exogen bestimmt und konstant), welche als Zustandsvariablen (ihre Werte werden endogen durch das Modell selbst ermittelt) und welche als Entscheidungsvariablen (ihre Werte legt der Entscheidungsträger fest) zu betrachten gedenkt.

1) Vgl. Neumann, K.: Operations Research Verfahren, Band 2, München-Wien 1977, S. 204.

2) Dies bedeutet, daß alle Messungen den Objekten oder Ereignissen der Realität nach Maßgabe von Regeln, die gesellschaftlichem Konsens oder der Homomorphie-Forderung entspringen, rationale Zahlen zuordnen (ähnlich: Lienert, G.A.: a.a.O., S. 78), da diese kommensurabel, d.h. stets auf eine kleinste gemeinsame Maßeinheit zurückführbar sind (vgl. Young, H.A.: Note on Computing Optimum Discrete Allocations; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 501ff). Modellintern gebildete Größen sind entsprechend auf ganze Zahlen zu runden.

Entscheidungstatbestand sei, ob eine FHM-Klasse i als Ganzes verschrottet oder gelagert werden soll¹⁾. Er wird durch die Entscheidungsvariable x_i ²⁾ dargestellt, die die Werte w_l (Lagern) oder w_v (Verschrotten) anzunehmen vermag. Die Entscheidungsfunktion $el(x_i)$ nehme den Wert 1 für $x_i = w_l$ und den Wert 0 für $x_i = w_v$ an (analog gelte für die Entscheidungsfunktion $ev(x_i)$: $ev(x_i) = 1$ für $x_i = w_v$ und $ev(x_i) = 0$ für $x_i = w_l$). Diese Bedingungen erfüllen z.B. für $w_l = 0$ und $w_v = 1$ ³⁾:

$$(15) \quad el(x_i) = (x_i - w_v) : (w_l - w_v) = (x_i - 1) : (0 - 1) = 1 - x_i$$

$$(16) \quad ev(x_i) = (x_i - w_l) : (w_v - w_l) = (x_i - 0) : (1 - 0) = x_i$$

Die Lösung eines Verschrottungsmodells ist jeder Vektor $\underline{x} = (x_1, \dots, x_I)$. Er ist eine zulässige Lösung, wenn er alle Nebenbedingungen des Modells erfüllt. Der optimale Verschrottungsplan $\underline{x}^* = (x_1^*, \dots, x_I^*)$ bedeutet die zulässige Lösung, die die Zielfunktion optimiert (\underline{x}^* kann auch mehrdeutig sein).

Zustandsvariablen sind die Anzahlen $a_i(P_j)$ [1] der zu Beginn der Perioden P_j ($1 \leq j \leq J$) in der Klasse i befindlichen FHM.

Als bekannte sowie für alle Perioden konstante Parameter werden neben dem kalkulatorischen Zinssatz vorausgesetzt: die Anzahl ae_i [1] der in einer Periode erstmals bereitgestellten FHM der Klasse i , die Anzahl $a_i = a_i(P_0)$ [1] der zu Beginn der Periode P_0 zur Klasse i zählenden FHM, die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit des Wiederbedarfs für mindestens ein beliebiges FHM der Klasse i in der Periode P_{j+k} , das zu Beginn der Periode P_j verschrottet worden ist: $w_i(k)$ [1]; $w_i(0) = w_i$ ist die WBW für mindestens einen Bedarf noch während der (Verschrottungs-)Periode P_j . Weitere entscheidungsrelevante Parameter sind: der Lagerkostensatz lks

1) Die Frage, ob ein verschrottetes FHM bei Bedarf bereitgestellt oder aber der Auftrag abgelehnt werden soll, bleibt ausgeklammert, da sie nur für jedes FHM individuell, nicht jedoch im Rahmen der hier behandelten klassenbezogenen Entscheidungen geklärt werden kann.

2) Der Einfachheit halber wird i.f. - sofern es nicht zum Verständnis unerlässlich ist - die explizite Angabe der Zeitabhängigkeit unterlassen.

3) Unter diesen Voraussetzungen vermag x_i nur noch die Dualwerte 0 oder 1 anzunehmen.

$[KE/(LE \cdot ZE)]^{1)}$, die periodischen durchschnittlichen Verschrottungskosten kv_i [KE] für ein FHM der Klasse i , die periodischen durchschnittlichen Wiederbereinstellungskosten kw_i [KE] für ein FHM der Klasse i sowie der periodische durchschnittliche Lagerkapazitätsbedarf l_i [LE] für ein FHM der Klasse i . Hieraus folgen für $\Delta t = 1ZE$ unmittelbar die periodischen durchschnittlichen Lagerhaltungskosten kl_i [KE] für ein FHM der Klasse i zu: $kl_i = lks \cdot l_i$.

Lagerspezifische Parameter stellen die zu Beginn der Periode P_0 effektiv verfügbare Lagerkapazität L_0 [LE], die zusätzliche effektiv verfügbare Lagerkapazität L_r [LE] und die Lagererweiterungskosten ke_r [KE] der n -ten Lagererweiterungsstufe dar ($1 \leq n \leq R-I$; $I+1 \leq r \leq R$; $n=r-I$).

Zur Abbildung des Entscheidungstatbestandes, die effektiv verfügbare Lagerkapazität um eine oder mehrere Stufen n ausbauen zu können, wird die Entscheidungsvariable x_r ($r=I+n$) analog zu x_i definiert: $x_r=1$ bedeutet Ausführung, $x_r=0$ dagegen Unterlassung der n -ten Erweiterungsstufe.

42 Die konkreten Entscheidungsmodelle

421 Einperiodische Entscheidungsmodelle

4211 Entscheidungsmodell ohne Lagererweiterungs- bzw. Exklusionsoption

Einperiodische Entscheidungsmodelle berücksichtigen lediglich eine einmalige Entscheidung zu Beginn der ersten Periode sowie deren Konsequenzen während dieser einen Periode. Daher ist der Erwartungswert der Kosten dieser Periode als Zielfunktion zu minimieren unter den Nebenbedingungen vom Typ $A^2)$, daß die effektiv verfügbare Lagerkapazität vom Erwartungswert des Lagerkapazitätsbedarfs der FHM nicht überschritten werden darf und die Entscheidungsvariablen nur dualer Werte fähig sind:

$$(17) \quad z_0(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I (w_i \cdot (kl_i \cdot a_i \cdot el(x_i) + (kv_i + kw_i + kl_i) \cdot a_i \cdot ev(x_i))) + (1-w_i) \cdot (kl_i \cdot a_i \cdot el(x_i) + kv_i \cdot a_i \cdot ev(x_i))) \rightarrow \min!$$

1) KE sei eine beliebig, aber konstant gewählte Kosteneinheit, LE eine beliebig, aber konstant gewählte Einheit der Lagerkapazität.

2) Vgl. Heinen, E.: a.a.O., S. 54f.

$$(18) \quad N_{1.0}: \quad \sum_{i=1}^I (w_i \cdot (l_i \cdot a_i \cdot el(x_i) + l_i \cdot a_i \cdot ev(x_i) + ae_i) + (1-w_i) \cdot (l_i \cdot a_i \cdot el(x_i) + ae_i)) \leq L_0$$

$$(19) \quad N_{2.0}: \quad \bigwedge_{1 \leq i \leq I} x_i \in D = \{0; 1\}$$

Mit (15) und (16) können daraus folgende rechenstechnisch einfacher handhabbare Beziehungen abgeleitet werden, die nicht alle zum identischen optimalen Zielfunktionswert $z(\underline{x}^*)$ führen (da alle konstanten und damit nicht entscheidungsrelevanten Summanden eliminiert wurden), aber alle denselben optimalen Verschrottungsplan \underline{x}^* ergeben:

$$(20) \quad z_1(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I (kl_i \cdot a_i \cdot (1-x_i) + (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \cdot x_i) \\ \rightarrow \min!$$

$$(21) \quad z_2(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I ((kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i - kl_i) \cdot a_i \cdot x_i) \\ \rightarrow \min!$$

$$(22) \quad z_3(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \cdot (1-x_i)) \\ \rightarrow \min!$$

$$(23) \quad z_4(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I ((kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i - kl_i) \cdot a_i \cdot (1-x_i)) \\ \rightarrow \max!$$

$$(24) \quad N_{1.1}: \quad \sum_{i=1}^I (l_i \cdot a_i \cdot (1-x_i) + w_i \cdot l_i \cdot a_i \cdot x_i) \\ \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i) = L_1$$

$$(25) \quad N_{1.2}: \quad \sum_{i=1}^I ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot x_i) \\ \geq \sum_{i=1}^I (ae_i + l_i \cdot a_i) - L_0 = L_2$$

$$(26) \quad N_{1.3}: \quad \sum_{i=1}^I ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot (1-x_i)) \\ \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i + w_i \cdot l_i \cdot a_i) = L_3$$

I.f. wird ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit unterstellt, daß der Term $kd_i = (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i - kl_i) \cdot a_i$ für alle $1 \leq i \leq I$ nicht negativ ist. Denn sollte $kd_i < 0$ gelten, so ersetze man in der Zielfunktion kd_i durch $kd'_i = -kd_i$ und x_i durch x'_i , in den Nebenbedingungen N_1 und N_2 dagegen x_i durch $1-x'_i$. Dann ist obige Voraussetzung wieder erfüllt, ohne den optimalen Verschrottungsplan zu beeinflussen, sofern man in der optimalen Lösung \underline{x}^* alle x'_i mittels $x_i = 1-x'_i$ in die

relevanten Entscheidungsvariablen x_i^* transformiert. Die einperiodischen Entscheidungsmodelle sind lösbar, wenn mindestens eine zulässige Lösung existiert. Hinreichende und notwendige Bedingung hierfür ist:

$$(27) \quad \sum_{i=1}^I (w_i \cdot l_i \cdot a_i) \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i)$$

Die Entscheidungsmodelle sind trivial, wenn sie mit \underline{E} als Einheitsvektor und $\underline{0}$ als Nullvektor nur die zulässigen Lösungen $\underline{x}^* = \underline{E}$ oder $\underline{x}^* = \underline{0}$ (globale Verschrottung bzw. Lagerung aller FHM) aufweisen. Hinreichende Bedingungen hierfür sind (sie sind nicht notwendig, da die globale Verschrottung z. B. auch in dem - obgleich sehr realitätsfernen - Fall resultieren würde, daß die Terme kd_i für alle Klassen negativ ausfallen):

$$(28) \quad \bigwedge_{1 \leq i \leq I} l_i \cdot a_i > L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i) \Rightarrow \underline{x}^* = \underline{E}$$

$$(29) \quad \sum_{i=1}^I (l_i \cdot a_i) \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i) \Rightarrow \underline{x}^* = \underline{0}$$

I.f. sei stets vorausgesetzt, daß die Entscheidungsmodelle lösbar sind mit nicht notwendig trivialen Lösungen:

$$(30) \quad \bigvee_{1 \leq i \leq I} l_i \cdot a_i \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i)$$

$$(31) \quad \sum_{i=1}^I (l_i \cdot a_i) > L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i) \geq \sum_{i=1}^I (w_i \cdot l_i \cdot a_i)$$

4212 Entscheidungsmodell mit Lagererweiterungs-, aber ohne Exklusionsoption

Kann die Lagerkapazität um eine oder mehrere Ausbaustufen erweitert werden, so muß die logische Nebenbedingung beachtet werden, daß die $n+1$ -te Stufe nicht in Angriff genommen werden kann, wenn man sich nicht auch für die n -te Stufe ausgesprochen hat. Daraus folgt neben dem Definitionsbereich für die Entscheidungsvariablen der Lagererweiterung (N_3) die Forderung (N_4):

$$(32) \quad N_3: \quad \bigwedge_{I+1 \leq r \leq R} x_r \in D = \{0; 1\}$$

$$(33) \quad N_4: \quad \bigwedge_{I+1 \leq r \leq R} x_{r+1} \leq x_r$$

Sofern die Funktion der Lagererweiterungskosten streng mo-

noton steigt, d.h. $ke_{r+1} > ke_r$ für alle $I+1 \leq r \leq R$ gilt, ist N_4 redundant. Die Erfüllung dieser Voraussetzung sei i.f. unterstellt, da es plausibel erscheint, bei der Planung möglicher Lagererweiterungen zunächst die kostengünstigsten Vorgehensweisen auszuwählen und erst nach deren Ausschöpfung auf die mit den nächsthöheren Kosten überzugehen. In Anlehnung an das Entscheidungsmodell $EM=(z_3, N_{1.3}, N_{2.0})$ folgt als Entscheidungsmodell mit Lagererweiterungsoption:

$$(34) \quad z_5(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \cdot (1 - x_i)) \\ + \sum_{r=I+1}^R (ke_r \cdot x_r) \rightarrow \min!$$

$$(35) \quad N_{1.4}: \sum_{i=1}^I ((1 - w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot (1 - x_i)) \\ \leq L_0 + \sum_{r=I+1}^R (L_r \cdot x_r) - \sum_{i=1}^I (ae_i + w_i \cdot l_i \cdot a_i) \\ = L_4$$

$$(36) \quad N_{2.1}: \bigwedge_{1 \leq s \leq R} x_s \in D = \{0; 1\}$$

4213 Entscheidungsmodell mit Lagererweiterungs- und Exklusionsoption

Bestimmte FHM_{e.i} der Klasse i ($0 \leq e \leq E_i$) mit dem individuellen Lagerkapazitätsbedarf $l_{e,i}$ können auf Grund einer beliebigen Exklusionsregel von einer Verschrottung ausgeschlossen werden. Eine solche Regel ist z.B. Weinberg's Forderung, FHM, die im Vorjahr mindestens einmal verwendet wurden, grundsätzlich nicht zu verschrotten¹⁾. Dieselbe Funktion besäßen die Direktive seitens des Vertriebs, FHM nicht zu vernichten, die zur Fertigung der Endprodukte für begehrte Kunden benötigt werden, oder die juristische Prohibition, FHM im (Mit-)Eigentum Dritter nicht zu zerstören.

Unter der vereinfachenden Annahme, die Exklusion der FHM_{e.i} wirke sich nicht auf die Parameter kl_i, kv_i, kw_i, l_i und w_i aus (die sich in Wirklichkeit als Durchschnittswerte der Klasse i verändern werden, sobald deren Zusammensetzung durch den Ausschluß der FHM_{e.i} wechselt), folgt auf Basis von $EM=(z_5, N_{1.4}, N_{2.1})$ als Entscheidungsmodell:

1) Vgl. Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.26.

$$(37) \quad z_6(\underline{x}) = \sum_{i=1}^I ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot (a_i - E_i) \cdot (1 - x_i)) \\ + \sum_{r=I+1}^R (ke_r \cdot x_r) \quad \rightarrow \quad \min!$$

$$(38) \quad N_{1.5}: \quad \sum_{i=1}^I ((1 - w_i) \cdot (l_i \cdot a_i - \sum_{e=0}^{E_i} (l_{e,i} \cdot (1 - x_i)))) \\ \leq L_0 + \sum_{r=I+1}^R (L_r \cdot x_r) - \sum_{i=1}^I (ae_i + w_i \cdot l_i \cdot a_i) \\ = L_5$$

$$(39) \quad N_{2.2} \Leftrightarrow N_{2.1}$$

Falls eine Klasse i keine von der Verschrottung auszunehmenden FHM aufweist ($E_i=0$), ist $l_{0,i}=0$ zu setzen.

422 Mehrperiodisches Entscheidungsmodell

Ein mehrperiodisches Entscheidungsmodell würde bei statischer Konzipierung eine Entscheidung über Lagerung oder Verschrottung der Klassen nur einmalig zu Beginn der Periode P_0 zulassen, andererseits aber die Konsequenzen dieser Entscheidung bezüglich Zielfunktion und Lagerkapazitätsrestriktion über mindestens zwei Perioden hinweg verfolgen. Dieser Ansatz muß aber abgelehnt werden, da er notwendig zu einem Kollaps des Lagersystems führt: Können nur zu Beginn des Planungszeitraums FHM verschrottet werden, kommen später aber laufend neue FHM als Erst- oder Wiederbereitstellungen hinzu, so existiert bei hinreichend langem Planungszeitraum stets eine kritische Periode, in der erstmalig die Lagerkapazitätsrestriktion verletzt wird.

Daher müssen zu Beginn jeder Periode erneut Verschrottungen möglich sein, über die jedoch bereits zu Beginn der Periode P_0 entschieden wird¹⁾. Dieses dynamische Konzept führt zum optimalen Verschrottungsplan als Matrix \underline{X}^* , deren Zeilen $\underline{x}^*(P_j)$ den jeweils für die Periode P_j optimalen Teilplan darstellen.

Infolge der Mehrperiodizität dieses Modells fallen Kosten zu verschiedenen Zeitintervallen an, so daß der Kapitalwert der Kosten-Erwartungswerte der einzelnen Perioden als Zielfunktion minimiert wird. In Anlehnung an $EM=(z_3, N_{1.3}, N_{2.0})$ folgt als dynamisches Entscheidungsmodell:

1) Damit wird jedoch nicht ausgeschlossen, im Falle von Modell-, Prognose- oder Planungsfehlern diese Entscheidung später zu revidieren; vgl. Simon, H.A.: Dynamic, a.a.O., S.75.

$$(40) \quad z_7(\underline{X}) = \sum_{j=0}^J ((1+0,01p)^{-j} \cdot \sum_{i=1}^I ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i(P_j) \cdot (1-x_i(P_j)))) \rightarrow \min!$$

$$(41) \quad N_{1.6}: \bigwedge_{0 \leq j \leq J} \sum_{i=1}^I ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i(P_j) \cdot (1-x_i(P_j))) \leq L_0 - \sum_{i=1}^I (ae_i + w_i \cdot l_i \cdot a_i(P_j)) = L_6$$

$$(42) \quad N_{2.3}: \bigwedge_{0 \leq j \leq J} \bigwedge_{1 \leq i \leq I} x_i(P_j) \in D = \{0; 1\}$$

Dieses Rumpfmodell muß vervollständigt werden durch eine Transformationsfunktion T, die die Zustandsvariablen $a_i(P_j)$ aus den Systemzuständen und Entscheidungen der Vorperioden abzuleiten gestattet: $a_i(P_j)$ besteht aus den erwarteten Ersterstellungen ae_i während der Vorperiode P_{j-1} , den FHM, bezüglich derer in der Vorperiode P_{j-1} ein Lagerentscheid gefällt worden ist, sowie den FHM, die in einer Vorperiode P_v ($0 \leq v \leq j-1$) verschrottet wurden und für die in der Periode P_{j-1} mit der Wahrscheinlichkeit $w_i(j-1-v)$ ein Wiederbedarf entstanden ist. FHM, die in den Vorperioden P_w ($0 \leq w < j-1$) gelagert wurden, sind bereits in den verschroteten FHM späterer Vorperioden P_v mit $v > w$ oder in den gelagerten FHM von Periode P_{j-1} enthalten. Somit folgt als Transformationsfunktion:

$$(43) \quad T: \bigwedge_{1 \leq j \leq J} \bigwedge_{1 \leq i \leq I} a_i(P_j) = ae_i + a_i(P_{j-1}) \cdot (1-x_i(P_{j-1})) + \sum_{v=0}^{j-1} (a_i(P_v) \cdot x_i(P_v) \cdot w_i(j-1-v))$$

Da die statistische Ermittlung der $w_i(k)$ für $k \geq 1$ sehr aufwendig ist, kann man - sofern durch diese Vereinfachung keine allzu große Verzerrung des Realproblems entsteht - für die WBW die Markov-Eigenschaft¹⁾ unterstellen²⁾, weder von den betrachteten Perioden P_j bzw. P_{j+k} noch von einer anderen zeitlichen Größe (z.B. dem Alter der mit dem FHM erstellten Endprodukte³⁾ oder dem Alter der FHM) abzuhängen. Unter diesen Voraussetzungen ist die WBW in einer der Fol-

1) Vgl. Hochstädter, D.: a.a.O., S. 134f / Lesourne, J.: a.a.O., S. 422 / Schneeweiß, C.: Dynamisches Programmieren, Würzburg - Wien 1974, S. 182ff. Die Einwände gegen diese Markov-Prämisse in: Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S. 19 haben hier zwar weniger Gewicht infolge der anders strukturierten FHM-Klassifikation, bleiben jedoch grundsätzlich bestehen.

2) Die WBW wird als Übergangswahrscheinlichkeit zwischen den Zuständen "kein Bedarf" und "Bedarf" interpretiert.

3) Dadurch bleibt u.a. der Einfluß von Lebenszyklen dieser Endprodukte auf den FHM-Bedarf ausgeklammert.

geperioden nach der Verschrottung eines FHM stets dieselbe: $w_i(k) = w_i$ für alle $k \geq 0$. Wird Klasse i in Periode P_j mit $a_i(P_j)$ FHM verschrottet, so entsteht für FHM dieser Klasse noch während derselben Periode P_j der Wiederbedarf $w_i \cdot a_i(P_j)$. Dieselbe Wahrscheinlichkeit w_i besteht in der nächsten Periode P_{j+1} für den Wiederbedarf eines FHM aus den restlichen $(1-w_i) \cdot a_i(P_j)$ verschrotteten und noch nicht wiederbereitgestellten FHM, so daß in Periode P_{j+1} insgesamt $w_i \cdot (1-w_i) \cdot a_i(P_j)$ FHM wiederbereitgestellt werden. Von den $(1-w_i - w_i \cdot (1-w_i)) \cdot a_i(P_j)$ verbleibenden verschrotteten und noch nicht wiederbereitgestellten FHM zu Beginn der Periode P_{j+2} werden während dieser Periode $w_i \cdot (1-2w_i - w_i^2) \cdot a_i(P_j)$ FHM wiederbereitgestellt usw. Mit Hilfe der vollständigen Induktion läßt sich zeigen, daß für die Wahrscheinlichkeit $w_i(k)$ unter diesen vereinfachenden Voraussetzungen gilt:

$$(44) \quad \bigwedge_{k \geq 0} w_i(k) = w_i \cdot \sum_{v=0}^k ((-1)^v \cdot \binom{k}{v} \cdot w_i^v)$$

5 Lösungsalgorithmen

51 Typisierung und Eingrenzung

Die zuvor entwickelten Entscheidungsmodelle (i.e.S.) gehören infolge ihrer dualen Entscheidungsvariablen sowie ihrer linearen und separablen Ziel- und Restriktionsfunktionen zu Problemen des Lorie-Savage-¹⁾ bzw. 0/1-Knapsack-Typs²⁾.

- 1) Vgl. Kaplan, S.: Solution of the Lorie-Savage and Similar Integer Programming Problems by the Generalized Lagrange Multiplier Method; in: OR, 14. Jg. (1965), S. 1131 / Weingartner, H.M.: Capital Budgeting of Interrelated Projects: Survey and Synthesis; in: MS, 12. Jg. (1966), S. 486f.
- 2) Vgl. Brauer, K.M.: Binäre Optimierung, Diss. Saarbrücken 1968, S. 25f / Garfinkel, R.S. u. G.L. Nemhauser: Integer Programming, New York-London-Sydney-Toronto 1972, S. 215 / Gerhardt, C.: Gedanken zur Lösung des Knapsack-Problems; in: AuPf, 11. Jg. (1970), S. 69f / Gilmore, P.C. u. R.E. Gomory: The Theory and Computation of Knapsack Functions; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 1045 / Ingargiola, G.P. u. J.F. Korsh: Reduction Algorithm for Zero-One Single Knapsack Problems; in: MS, 20. Jg. (1973), S. 460 / Martello, S. u. P. Toth: An upper bound for the zero-one knapsack problem and a branch and bound algorithm; in: European Journal of Operational Research, 1. Jg. (1977), S. 169 (i.f. zitiert als "upper bound") / Nauss, R.M.: An Efficient Algorithm for the 0-1 Knapsack Problem; in: MS, 23. Jg. (1976), S. 27 / Salkin, H.M.: The Knapsack Problem: A Survey; in: NRLQ, 22. Jg. (1975), S. 127 / Weingartner, H.M. u. D.N. Ness: Methods for the Solution of the Multidimensional 0/1 Knapsack Problem; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 83.

Für diese existiert eine Vielzahl von Lösungsalgorithmen¹⁾, von denen i.f. einige exemplarisch dargestellt werden sollen²⁾. Der Einfachheit halber beziehen sie sich stets auf Entscheidungsmodelle mit möglichst geringer Komplexität. Von der Möglichkeit, diese Modelle vorab mit Hilfe von Reduktionsalgorithmen³⁾ durch Verminderung ihrer Variablenanzahl zu verkleinern, wird kein Gebrauch gemacht.

- 52 Ganzzahlige Algorithmen
- 521 Exakte ganzzahlige Algorithmen
- 5211 Schnittebenen-Algorithmen

Die Schnittebenen-Methode basiert auf dem Simplex-Algorithmus unter Einführung zusätzlicher Restriktionen⁴⁾. Auf eine Darstellung des Lösungsalgorithmus sei verzichtet, da Standard-Software für dieses Verfahren allg. zugänglich ist⁵⁾ und an seiner rechentechnischen Eignung für reale Problemstellungen großen Umfanges Zweifel geäußert werden⁶⁾.

-
- 1) Zum Algorithmus-Begriff vgl. Schmitz, P. u. D. Seibt: Einführung in die anwendungsorientierte Informatik, München 1975, S. 15f.
 - 2) Einen einführenden Überblick bietet: Salkin, H.M.: a.a.O., S. 130ff.
 - 3) Vgl. Ingargiola, G.P. u. J.F. Korsh: a.a.O., S. 460ff.
 - 4) Näheres hierzu in: Eiselt, H.A. u. H. von Frajer: Operations Research Handbook - Standard Algorithms and Methods with Examples, Berlin-New York 1977, S. 96ff / Garfinkel, R.S. u. G.L. Nemhauser: a.a.O., S. 155ff / Gomory, R.E.: All-Integer Integer Programming Algorithm, IBM Research Report RC-189 vom 29.01.1960, New York 1960 / Hu, T.Ch.: Ganzzahlige Programmierung und Netzwerkflüsse, München-Wien 1972, S. 262ff / Korbüt, A.A. u. J.J. Finkelstein: Diskrete Optimierung, Berlin 1971, S. 67ff / Krekó, B.: Optimierung - Nichtlineare Modelle, Berlin 1974, S. 355ff / Lüder, K.: Zur Anwendung neuer Algorithmen der ganzzahligen linearen Programmierung; in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 408ff. Weiterentwicklungen finden sich in: Shapiro, J.F.: Generalized Lagrange Multipliers in Integer Programming; in: OR, 19. Jg. (1971), S. 68ff (i.f. zitiert als "Generalized"), der mit einer einzigen Schnittebene auskommt, sowie speziell für duale Problemstellungen: Kianfar, F.: Stronger Inequalities for 0,1 Integer Programming Using Knapsack Functions; in: OR, 19. Jg. (1971), S. 1374ff, insbesondere S. 1380ff.
 - 5) Vgl. Brauer, K.M.: a.a.O., S. 8f / o.V.: Universität zu Köln-Rechenzentrum: RZK-Benutzerhandbuch 6.3.2 OPT (Version 3.80), o.O. o.J., S. 19ff (i.f. zitiert als "OPT").
 - 6) Vgl. Korbüt, A.A. u. J.J. Finkelstein: a.a.O., S. 148ff, 159 / Krekó, B.: a.a.O., S. 371f.

5212 Dynamische Programmierung

Das einstufige Entscheidungsmodell $EM=(z_2, N_{1,3}, N_{2,0})$ mit I-dimensionalen Entscheidungsvektor wird mit Hilfe der Dynamischen Programmierung in ein I-stufiges Ersatzmodell transformiert, das je Stufe nur einen eindimensionalen Entscheidungs"vektor" aufweist¹⁾. Die Komplexität der Entscheidungsfindung wird reduziert, indem die ursprüngliche Interdependenz zwischen I Entscheidungsvariablen auf die Dependenz der k-ten Stufe ($1 \leq k \leq I$) vom Ergebnis c der k-1-ten Stufe eingeschränkt wird. Die i.f. abzuleitenden Rekursionsformeln eignen sich hervorragend zur Anwendung der ADV²⁾. Die Rechenzeit steigt nur proportional zur Klassenzahl I, während sie bei den meisten übrigen Algorithmen (z.B. dem Branch-and-Bound) exponentiell zunimmt³⁾. Andererseits entsteht ein erheblicher Speicherbedarf für die Dynamische Programmierung von Knapsack-Problemen.

Es seien für den Lösungsalgorithmus definiert⁴⁾:

$$(45) \quad k_i(x_i) = (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i - kl_i) \cdot a_i \cdot x_i$$

$$(46) \quad h_k(c) = \min_{\underline{x}(k) \in A^k} \left\{ \sum_{i=1}^k (k_i(x_i)) \right\}$$

$$\text{mit: } \underline{x}(k) = (x_1, \dots, x_k) ; c \in \{0, 1, \dots, L_3, \dots, L_{\max}\} = C$$

-
- 1) Vgl. Zschocke, D.: Die Behandlung von Entscheidungsproblemen mit Hilfe des Dynamischen Programmierens; in: Ufo, 8. Jg. (1964), S. 104ff.
- 2) Vgl. ebenda, S. 109.
- 3) Vgl. Bellman, R.: Notes on the Theory of Dynamic Programming IV - Maximization over Discrete Sets; in: NRLQ, 3. Jg. (1956), S. 69 (i.f. zitiert als "Maximation") / Hu, T. Ch.: a.a.O., S. 436 / Nauss, R. M.: a.a.O., S. 28.
- 4) Diverse Lösungsalgorithmen finden sich in: Bellman, R. u. S. E. Dreyfus: Applied Dynamic Programming, Princeton 1962, S. 22ff / Dantzig, G. B.: Discrete-Variable Extremum Problems; in: OR, 5. Jg. (1957), S. 275 / Dantzig, G. B.: Lineare Programmierung und Erweiterungen, Berlin-Heidelberg-New York 1966, S. 588f (i.f. zitiert als "Programmierung") / Elsner, K.: Mehrstufige Produktionstheorie und dynamisches Programmieren, Meisenheim am Glan 1964, S. 54ff / Fersch, F.: Grundzüge des Dynamic Programming; in: Ufo, 3. Jg. (1959), S. 76ff / Garfinkel, R. S. u. G. L. Nemhauser: a.a.O., S. 216f, 241 / Gerhardt, C.: a.a.O., S. 70ff / Hadley, G. u. T. M. Whittin: a.a.O., S. 323ff / Hadley, G.: Nichtlineare Programmierung und dynamische Programmierung, Würzburg-Wien 1969, S. 422ff (i.f. zitiert als "Programmierung") / Hu, T. Ch.: a.a.O., S. 353ff / Salkin, H. M.: a.a.O., S. 130f / Schneeweiß, C.: a.a.O., S. 90ff / Stach, M.: a.a.O., S. 64ff / Weingartner, H. M.: a.a.O., S. 488f / Weingartner, H. M. u. D. N. Ness: a.a.O., S. 84ff.

c ist die Lagerkapazität, die nach den Entscheidungen über die Klassen $k+1, k+2, \dots, I$ noch für die Entscheidung bezüglich der Klassen $1, 2, \dots, k$ effektiv verfügbar ist. Da eine negative Lagerkapazität nicht definiert ist, also stets $c \geq 0$ gelten muß, folgt:

$$(47) \quad A^k = \left\{ \underline{x}(k) \in D^k \mid \sum_{i=1}^k ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot (1-x_i)) \leq c \right\}$$

$$(48) \quad \Rightarrow A = A^1 = \left\{ x_k \in D \mid (1-w_k) \cdot l_k \cdot a_k \cdot (1-x_k) \leq c \right\}$$

(48) impliziert $x_k \in \{0; 1\}$, falls $(1-w_k) \cdot l_k \cdot a_k \leq c$ gilt; andernfalls muß $x_k=0$ gewählt werden. Diese Bedingungen gewährleisten, daß auch ohne explizite Angabe der Nebenbedingung $N_{1.3}$ diese Lagerkapazitätsrestriktion stets eingehalten wird. Unter diesen Voraussetzungen folgt für die Zielfunktion:

$$(49) \quad z_8(\underline{x}, c) = \sum_{i=1}^I (k_i(x_i)) \rightarrow \min! \Rightarrow$$

$$(50) \quad z_8(\underline{x}^*, c) = \min_{\underline{x} \in D} \left\{ \sum_{i=1}^I (k_i(x_i)) \right\} = h_I(c)$$

$h_I(c)$ läßt sich nach dem Optimalitätsprinzip von Bellmann¹⁾ mit Hilfe von (46) rekursiv ableiten aus:

$$(51) \quad \bigwedge_{1 \leq k \leq I} \bigwedge_{c \in C} h_k(c) =$$

$$\min_{x_k \in A} \left\{ k_k(x_k) + \min_{\underline{x}(k-1) \in A^{k-1}} \left\{ \sum_{i=1}^I (k_i(x_i)) \right\} \right\}$$

$$= \min_{x_k \in A} \left\{ k_k(x_k) + h_{k-1}(c - (1-w_k) \cdot l_k \cdot a_k \cdot (1-x_k)) \right\}$$

mit: $h_0(c) = 0$ für $c=0$; $h_0(c) \rightarrow -\infty$ für $c > 0$

Falls das Minimum aus (51) mehrdeutig ist, sei als tie-breaking-rule stets $x_k^* = 0$ gewählt, um die im Entscheidungsmodell schwer abbildbaren Vorzüge der Lagerhaltung (z.B. Vermeidung von goodwill-Verlust und Eingriffen in die Produk-

1) Vgl. Bellmann, R.: Dynamic Programming and the Numerical Solution of Variational Problems; in: OR, 5. Jg. (1957), S. 281 / Derselbe: Dynamic Programming, Princeton (N.J.) 1957, S. 83 / Fersch, F.: a.a.O., S. 78f / Zschocke, D.: a.a.O., S. 107f. Eine ausführliche Ableitung und Darstellung seiner Voraussetzungen finden sich in: Hüttemann, H.: Die analytische Behandlung einer Klasse stochastischer Entscheidungsprozesse und Anwendung auf ein Beschaffungs- und Lagerhaltungsproblem; in: Sundhoff, E. (Hrsg.): Distributionswirtschaft - Beiträge aus den Gebieten der Absatz-, Handels- und Beschaffungswirtschaft, Köln-Opladen 1968, S. 229ff / Schnee-weiß, C.: a.a.O., S. 54ff.

tionsplanung) zum Tragen kommen zu lassen.

In jeder Verfahrensstufe k wird $h_k(c)$ über alle $x_k \in A$ minimiert nach Maßgabe der Kosten $k_k(x_k)$, die die Entscheidung bezüglich der Klasse k verursacht, und der Kosten $h_{k-1}(c')$, die für die Klassen $1, 2, \dots, k-1$ entstehen. Zweite richten sich nach der für jene Klassen verfügbaren Lagerkapazität $c' = c - (1-w_k) \cdot l_k \cdot a_k \cdot (1-x_k)$, die ihrerseits von der Entscheidung x_k in der k -ten Stufe abhängt. $h_k(c)$ wird für alle $c \in C$ ermittelt: Die Ergebnisse werden einschließlich der zugehörigen optimalen Entscheidungsvariablen $x_k^*(c)$ gespeichert. Da zur Berechnung von $h_k(c)$ nur $h_{k-1}(c)$ benötigt wird, können alle Werte $h_{k-i}(c)$ mit $i \geq 2$ gelöscht werden, so daß insgesamt eine zweidimensionale Tabelle mit $2+I$ Spalten und $L_{\max}+1$ Zeilen (L_{\max} sei eine beliebige, größte verfügbare Lagerkapazität, die bei der Planung berücksichtigt werden soll, aber nicht mit der tatsächlich verfügbaren Lagerkapazität L_3 identisch sein muß) angelegt werden muß. Der Speicheraufwand läßt sich reduzieren, wenn nur die Zeilen gespeichert werden, in denen sich der Wert von $h_k(c)$, $h_{k-1}(c)$ oder einem der $x_k^*(c)$ gegenüber der Vorzeile geändert hat¹⁾. Das Optimum der Zielfunktion ergibt sich für jedes $c \in C$ mit (50) unmittelbar durch $h_I(c)$ nach Abschluß der oben dargestellten Vorwärtsrechnung. Insbesondere resultiert mit $c=L_3$ das Optimum der Zielfunktion von $EM=(z_2, N_{1.3}, N_{2.0})$. Die übrigen $h_I(c)$ für $c \neq L_3$ geben als parametrische Programmierung ohne zusätzlichen Rechenaufwand die Änderung des optimalen Zielfunktionswertes in Abhängigkeit von der Variation der verfügbaren Lagerkapazität c an²⁾. Auf diese Weise läßt sich, sofern die Kosten für verschiedene Lagererweiterungen ($c > L_3$) herangezogen werden, indirekt auch ein Entscheid über die optimale Lagererweiterung fällen.

Den optimalen Verschrotungsplan $\underline{x}^*(\bar{c})$ für gegebenes \bar{c} (z. B. $\bar{c}=L_3$) erhält man mittels einer Rückwärtsrechnung, deren erstes Glied $x_I^*(\bar{c})$ unmittelbar aus der gespeicherten Tabelle abgelesen werden kann. Die folgenden $x_{I-m}^*(\bar{c})$ mit $1 \leq m \leq I-1$ erhält man, indem man aus der Tabelle die optimale Entscheidungsvariable für die Lagerkapazität c_{I-m} ermit-

1) Vgl. Nemhauser, G.L. u. Z.Ullmann: Discrete Dynamic Programming and Capital Allocation; in: MS, 15. Jg. (1969), S.496ff.

2) Vgl. Bellmann, R.: Maximisation, a.a.O., S.69 / Bellmann, R. u. S.E.Dreyfus: a.a.O., S.21.

telt, die der Klasse I-m nach Optimierung der Entscheidung über die vorangehenden Klassen noch verbleibt¹⁾:

$$(52) \quad \bigwedge_{1 \leq m \leq I-1} \quad x_{I-m}^*(\bar{c}) = x_{I-m}^*(c_{I-m})$$

mit: $c_{I-m} = c_{I-m+1} - (1-w_{I-m+1}) \cdot l_{I-m+1} \cdot a_{I-m+1} \cdot (1-x_{I-m+1}^*(c_{I-m+1}))$;

$$c_I = \bar{c} \quad ; \quad x_I^*(c_I) = x_I^*(\bar{c})$$

Dieses Verfahren führt zu genau einer optimalen Lösung. Weitere Optima lassen sich bestimmen (falls trotz geringerer verfügbarer Lagerkapazität $\bar{c}' < \bar{c}$ Lösungen mit $h_I(\bar{c}') = h_I(\bar{c}) = z_8(\underline{x}^*)$ existieren), indem man die Rückwärtsrechnung mit $x_I^*(\bar{c}')$ anstelle von $x_I^*(\bar{c})$ beginnt²⁾.

5213 Branch-and-Bound

Branch-and-Bound Algorithmen stellen grundsätzlich eine begrenzte Enumeration aller kombinatorisch möglichen Lösungen eines Entscheidungsmodells dar. Die notwendige Bedingung eines endlichen, diskreten Lösungsraumes wird von dem i.f. unterstellten Entscheidungsmodell $EM = (z_3, N_{1.3}, N_{2.0})$ durch die Nebenbedingung $N_{2.0}$ gewährleistet. Im Gegensatz zu anderen Algorithmen, die durch $N_{2.0}$ erschwert würden, wird das Branch-and-Bound Prinzip durch die Dualität der Entscheidungsvariablen begünstigt, da diese die Mannigfaltigkeit des Lösungsraumes erheblich reduziert. Auch für diesen Algorithmus entsteht ein beträchtlicher Speicheraufwand, der jedoch für geringer als bei der Dynamischen Programmierung eingeschätzt wird³⁾.

Die Menge aller möglichen Lösungen wird systematisch in

- 1) Eine Alternative, die gespeicherte Tabelle mehrfach derart zu transformieren, daß letztlich direkt die $x_i^*(\bar{c})$ aus ihr ablesbar sind, stellt Gerhardt, C.: a.a.O., S.70ff vor.
- 2) Vgl. Hadley, G.: Programmierung, a.a.O., S.429f / Hadley, G. u. T.M. Whitin: a.a.O., S.327.
- 3) Vgl. Escher, G.: Einführung in die Methode des Branch and Bound; in: Weinberg, F.: Einführung in die Methode des Branch and Bound, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S.15f / Korte, B., W. Krelle u. W. Oberhofer: Ein lexikographischer Suchalgorithmus zur Lösung allgemeiner ganzzahliger Programmierungsaufgaben; in: Ufo, 13. Jg. (1969), S.79.

Form einer Baumstruktur¹⁾ erzeugt. Man kann jeden Knoten dieses Baums als eine nicht-leere Menge möglicher Lösungen des Entscheidungsmodells definieren (Variante V-1) und jede Kante zwischen zwei Knoten als die Festlegung des Wertes einer Entscheidungsvariablen. Wegen $N_{2,0}$ gehen von jedem Knoten genau zwei Kanten ($x_i=0$ und $x_i=1$) aus. Diese legen im Anschluß an die k-te Knotenebene ($1 \leq k \leq I$ mit $k=1$ als der Wurzel) jeweils den Wert von x_k zu \bar{x}_k fest, der für alle Nachfolger-Knoten ein fixes Datum darstellt. Somit bedeutet ein beliebiger Knoten der k-ten Ebene die Lösungsmenge $M_k = \{\underline{x} \in D^k \mid x_i = \bar{x}_i \text{ für alle } 1 \leq i < k\}$ ²⁾.

Stattdessen kann man aber auch jeden Knoten als eine mögliche Lösung des Entscheidungsmodells ansehen (Variante V-2) und von der globalen Lagerung aller Klassen ausgehen ($\underline{x}=0$). Die Nachfolger n ($1 \leq n \leq I-i^*$) auf der $k+1$ -ten Ebene eines Knotens $\underline{x}^k = (x_1^k, \dots, x_{i^*}^k, 0, 0, \dots, 0)$ mit $x_{i^*}^k = 1$ und $x_i^k \in D$ beliebig für $1 \leq i < i^*$ der k-ten Ebene erhält man zu: $\underline{x}_n^{k+1} = (x_1^k, \dots, x_{i^*}^k, x_{i^*+1}^{k+1}, \dots, x_I^{k+1})$ mit $x_{i^*+h}^{k+1} = 0$ für alle $1 \leq h \leq I-i^*$ und $h \neq n$ sowie mit $x_{i^*+n}^{k+1} = 1$ ³⁾.

Bei beiden Varianten wird für jeden Knoten eine untere Schranke Z_u berechnet⁴⁾, die die Zielfunktion z_3 für die von diesem Knoten und allen seinen Nachfolgern repräsentierten Lösungen nicht zu unterschreiten vermag. Denn beide führen dazu, daß ein Knoten und alle seine Nachfolger in den ersten k bzw. i Entscheidungsvariablen übereinstimmen, und bezüglich der restlichen Entscheidungsvariablen die Nachfolger sich nur durch zusätzliche Verschrottungen, die zu zusätzlichen Kosten Veranlassung geben, unterscheiden können. Daher gilt für die unteren Schranken der beiden Varianten:

$$(53) \quad V-1: \quad Z_u = \sum_{i=1}^k ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \cdot (1 - x_i))$$

$$(54) \quad V-2: \quad Z_u = \sum_{i=1}^I ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \cdot (1 - x_i))$$

1) Sie sei definiert als ein ungerichteter azyklischer Graph mit genau einem Knoten, der keinen Vorgänger hat ("Wurzel") und von dem aus zu jedem anderen Knoten (die jeweils genau einen Vorgänger aufweisen) genau ein Weg existiert.

2) Vgl. Korte, B., W. Krelle u. W. Oberhofer: a.a.O., S. 80ff; s. auch Abb. 1.

3) Vgl. Kreló, B.: a.a.O., S. 385ff / Pandit, S. N. N.: The Loading Problem; in: OR, 10. Jg. (1962), S. 640, 644f; s. auch Abb. 2.

4) Zu den folgenden Ausführungen vgl. Escher, G.: a.a.O., S. 14f / Jaeschke, G.: "Branching and Bounding". Eine allgemeine Methode zur Lösung kombinatorischer Probleme; in: AuPf, 5. Jg. (1964), S. 134 / Korbut, A. A. u. J. J. Finkelstein: a.a.O., S. 160ff / Lüder, K.: Zur Anwendung neuer Algorithmen der ganzzahligen linearen Programmierung; in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 411f.

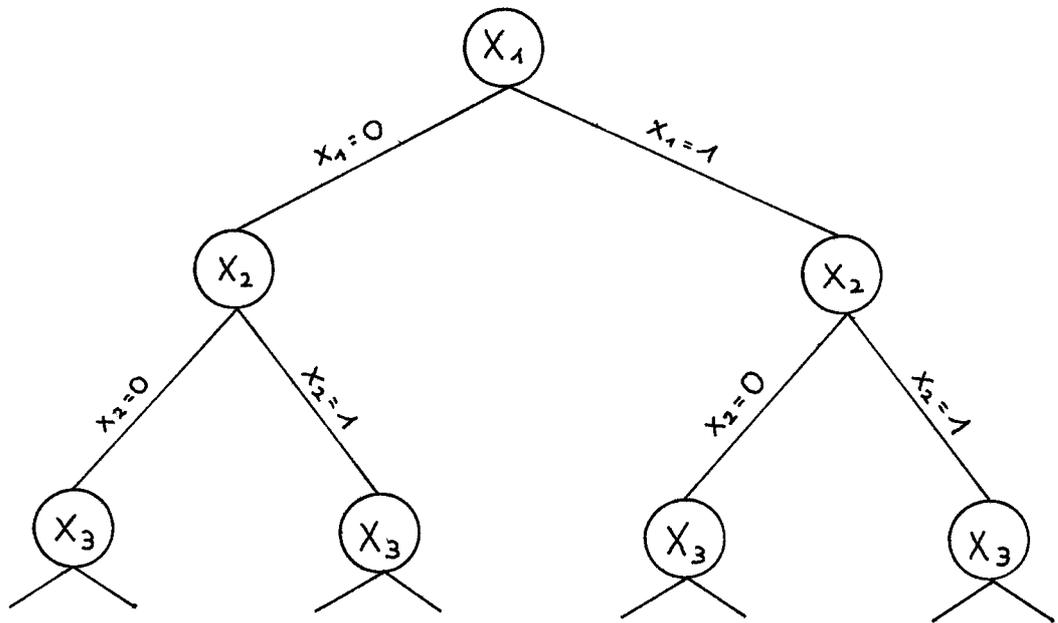


Abb.1 Baumstruktur der Branch-and-Bound-Variante V-1

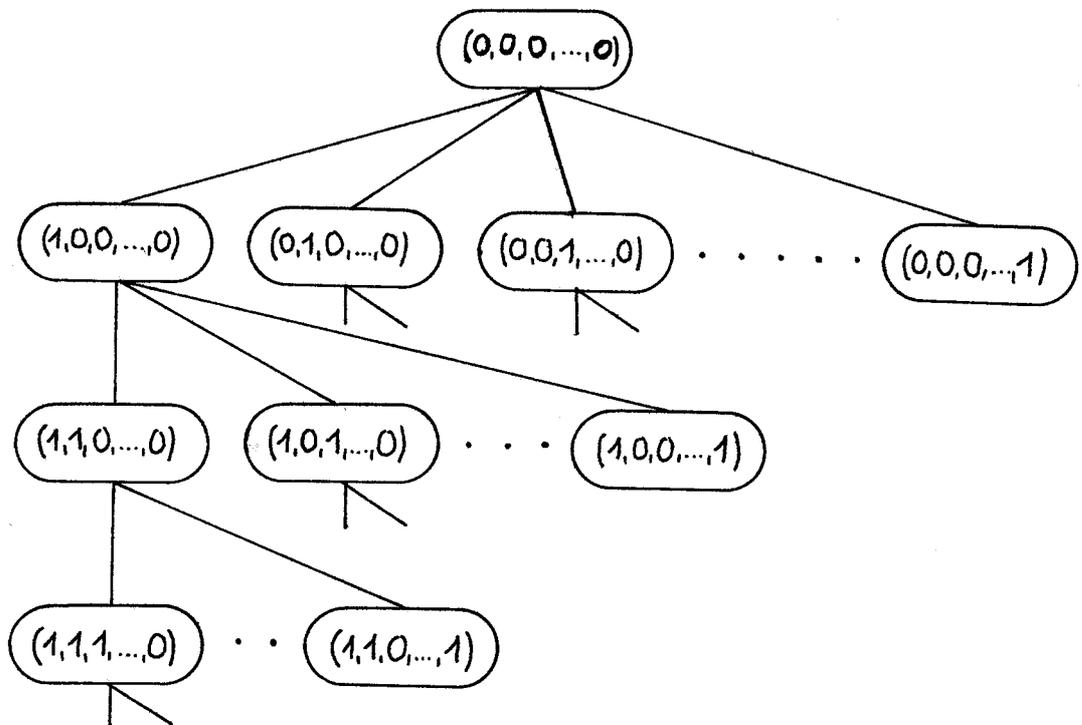


Abb.2 Baumstruktur der Branch-and-Bound-Variante V-2

Z_0 sei als obere Schranke der Zielfunktion z_3 der kleinste Zielfunktionswert einer im Verfahrensablauf generierten zulässigen Lösung. Bei Verfahrensbeginn kann als erste zulässige Lösung $\underline{x}=\underline{E}$ als globale Verschrottung aller Klassen gewählt werden. Da der Algorithmus um so effizienter arbeitet, je niedriger die erste obere Schranke gewählt wird, kann sie auch das Ergebnis eines vorab durchgeführten einfachen Approximationsalgorithmus sein. Strebt man nur eine Näherungslösung an, die höchstens y [%] über dem Optimum liegen soll, so kann man zur Verfahrensbeschleunigung statt Z_0 auch $Z'_0 = Z_0 \cdot (1 - 0,01y)$ ansetzen¹⁾.

Eine erste Begrenzung der Enumeration möglicher Lösungen erfolgt durch Vernachlässigen eines Knotens und all seiner Nachfolger, sobald seine untere Schranke Z_u größer als Z_0 wird, also weder er noch einer seiner Nachfolger zu einer optimalen Lösung führen können.

Variante V-1 erlaubt die Bestimmung einer unteren Schranke L_u für den Lagerkapazitätsbedarf eines Knotens, der von allen seinen Nachfolgern niemals unterschritten werden kann, da diese den Lösungsteilvektor $(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_k)$ von dem Knoten unverändert übernehmen:

$$(55) \quad V-1: \quad L_u = \sum_{i=1}^k ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot (1-x_i))$$

Ist L_u größer als die insgesamt verfügbare Lagerkapazität L_3 , so enthalten die Lösungsmengen dieses Knotens und all seiner Nachfolger nur unzulässige Lösungen und können daher von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden (2. Enumerationsbegrenzung für V-1).

Für V-2 stellen dagegen die ersten Knoten wegen der initialen globalen Lagerung (bei Nicht-Trivialität des Problems) unzulässige Lösungen dar. Sobald jedoch ein Knoten eine zulässige Lösung bedeutet, müssen auch alle seine Nachfolger, die lediglich zusätzliche Verschrottungen aufweisen können, damit erst recht zulässig sein. Da aber der Zielfunktionswert dieser Nachfolger niemals abzunehmen vermag (s. o.), können alle Nachfolger eines zulässigen Knotens vernachlässigt werden (2. Enumerationsbegrenzung für V-2). Als 3. Enumerationsbegrenzung von V-2 können ein Knoten und alle seine Nachfolger auch dann unberücksichtigt bleiben, wenn

¹⁾Vgl. Lawler, E.L. u. D.E. Wood: Branch-and-Bound Methods: A Survey; in: OR, 14. Jg. (1966), S. 713.

durch diesen Knoten $\underline{x}=(x_1, \dots, x_i^*, 0, 0, \dots, 0)$ selbst bei Verschrottung aller im Rahmen seiner Nachfolger noch verschrottbaren Klassen i mit $i^* < i \leq I$ und $x_i=1$ die verfügbare Lagerkapazität immer noch überschritten würde, wenn also gilt:

$$(56) \quad V-2: \sum_{i=1}^{i^*} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot (1-x_i)) > L_3$$

Ein Ast der Baumstruktur ist beendet, wenn sein letzter Knoten ("Blatt") bei V-1 eine einelementige Lösungsmenge darstellt, wenn bei V-2 $x_I=1$ gilt.

Wird an einem Knoten die Enumeration infolge Gültigkeit eines der o.g. Kriterien abgebrochen oder handelt es sich um ein Blatt, so ist mit einem neuen, noch nicht analysierten und noch nicht ausgeschlossenen Teilast fortzufahren. Man kann den Knoten mit der niedrigsten unteren Schranke (es werden rasch zulässige Lösungen in der Nähe des Optimums erzeugt; daher besonders geeignet für Näherungsverfahren mit vorzeitigem Abbruch des Algorithmus) oder der höchsten unteren Schranke (zunächst wird eine große Zahl unzulässiger Lösungen ausgeschlossen, so daß der relevante Lösungsraum schnell eingeengt wird) wählen. Oder man unterwirft die Knotenwahl einer zielfunktionsunabhängigen, z.B. lexikographischen Suchsystematik¹⁾.

Der Algorithmus endet, wenn alle möglichen Knoten des Baums analysiert oder ausgeschlossen worden sind. Die letzte obere Schranke stellt das Optimum der Zielfunktion, die zugehörige Lösung den optimalen Verschrottungsplan dar.

Neben diesen beiden dargelegten Verfahren existiert eine Vielzahl weiterer Branch-and-Bound Varianten²⁾. Hervorgehoben sei hier z.B. ein auf Land und Doig zurückgehender Algorithmus, der im Prinzip V-2 ähnelt, aber durch ein lineares

1) Vgl. Korte, B., W. Krelle u. W. Oberhofer: a.a.O., S. 78f / Krekó, B.: a.a.O., S. 385 / Lawler, E.L. u. D.E. Wood: a.a.O., S. 712f / Pandit, S.N.N.: a.a.O., S. 640.

2) Vgl. Eiselt, H.A. u. H. von Frajer: a.a.O., S. 111ff / Jaesche, G.: a.a.O., S. 134ff / Korte, B., W. Krelle u. W. Oberhofer: a.a.O., S. 80ff / Krekó, B.: a.a.O., S. 385ff / Lüder, K.: a.a.O., S. 414f / Martello, S. u. P. Toth: upper bound, a.a.O., S. 170ff / Dieselben: Algorithm for the Solution of the 0-1 Single Knapsack Problem; in: Computing, 21. Jg. (1978), S. 83ff / Nauss, R.M.: a.a.O., S. 28ff. Eine weitere Enumerationsmethode schlägt vor: Krelle, W.: Ganzzahlige Nichtlineare Programmierung für trennbare Funktionen; in: Henn, R. (Hrsg.): Operations Research-Verfahren V, Meisenheim am Glan 1968, S. 220ff.

Programm ohne Berücksichtigung von $N_{2,0}$, aber unter der zusätzlichen Restriktion $x_i = \bar{x}_i$ für alle in Vorgänger-Knoten bereits festgelegten Entscheidungsvariablen die unteren Schranken eines Knotens als optimale Lösung dieses linearen Ersatzprogramms errechnet. Ist diese Lösung bereits rein dualer Art, so bedeutet sie eine zulässige Lösung des Entscheidungsmodells, so daß die Nachfolger dieses Knotens vernachlässigt werden können. Andernfalls wird die eine Entscheidungsvariable x_i^* der optimalen Lösung des Ersatzprogramms mit $0 < x_i^* < 1$ in den beiden Folgeknoten zu 0 bzw. 1 festgelegt²⁾.

Der Additive Algorithmus von Balas³⁾ auf Grundlage der Boole'schen Algebra und der Kolesar-Algorithmus⁴⁾ sind insbesondere auf binäre Entscheidungsvariablen zugeschnitten.

5214 Austausch-Algorithmus

Dieser Algorithmus setzt die nicht-triviale Lösung x_0 eines vorab durchgeführten einfachen approximativen Verfahrens voraus. x_k ($k \geq 0$) sei eine zulässige Lösung des Entscheidungsmodells $EM = (z, N_{1,3}, N_{2,0})$. M_v bezeichne die Menge aller

1) Vgl. Abschnitt 532.

2) Vgl. Greenberg, H. R. L. Hegerich: A Branch Search Algorithm for the Knapsack Problem; in: MS, 16. Jg. (1970), S. 328ff / Hu, T. Ch.: a.a.O., S. 437f / Korbut, A. A. u. J. J. Finkelstein: a.a.O., S. 164ff / Land, A. H. u. A. G. Doig: An Automatic Method for Solving Discrete Programming Problems; in: Econometrica, 28. Jg. (1960), S. 499ff.

3) Vgl. hierzu die Ausführungen, die auch Fortentwicklungen und verwandte Algorithmen enthalten, in: Balas, E.: An Additive Algorithm for Solving Linear Problems with Zero-One Variables; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 518ff / Derselbe: Discrete Programming by the Filter Method; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 918ff / Brauer, K. M.: a.a.O., S. 10ff, 58ff, 91ff / Eiselt, H. A. u. H. von Frajer: a.a.O., S. 129ff / Glover, F.: A Multi-phase-Dual Algorithm for the Zero-One Integer Programming Problem; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 882ff / Hu, T. Ch.: a.a.O., S. 483ff / Korbut, A. A. u. J. J. Finkelstein: a.a.O., S. 173ff / Lawler, E. L. u. D. E. Wood: a.a.O., S. 704f / Lemke, C. E. u. K. Spielberg: Direct Search Algorithms for Zero-One and Mixed-Integer Programming; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 893ff / Lüder, K.: a.a.O., S. 418ff / Petersen, C. C.: Computational Experience with Variants of the Balas Algorithm Applied to the Selection of R&D Projects; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 738ff.

4) Vgl. Kolesar, P. J.: A Branch and Bound Algorithm for the Knapsack Problem; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 723ff / Neumann, K.: Operations Research Verfahren, Band 1, München-Wien 1975, S. 357ff. Ein ähnlicher Ansatz findet sich in: Garfinkel, R. S. u. G. L. Nemhauser: a.a.O., S. 122ff.

bezüglich \underline{x}_k verschrotteten, M_1 die aller hinsichtlich \underline{x}_k gelagerten Klassen. Mit Hilfe eines begrenzten Enumerationsverfahrens¹⁾ werden die nicht-leeren Teilmengen TM_1 von M_1 gebildet. Für jede TM_1 werden die zusätzlichen Kosten:

$$(57) \quad \Delta K = \sum_{i \in TM_1} ((kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i)$$

und der eingesparte Lagerkapazitätsbedarf:

$$(58) \quad \Delta L = \sum_{i \in TM_1} ((1 - w_i) \cdot l_i \cdot a_i)$$

berechnet, die bei Verschrottung aller Klassen $i \in TM_1$ auftreten würden. Nur bezüglich der $h \in M_V$ wird ein Branch-and-Bound Algorithmus wie in Abschnitt 5213 durchgeführt mit ΔL als verfügbarer Lagerkapazität und $Z_0 = z_3(\underline{x}_k) - \Delta K$ als erster oberer Schranke der Zielfunktion. Existiert eine optimale Lösung \underline{x}^* dieses Subproblems mit $z_3(\underline{x}^*) < Z_0$, so werden die Gesamtkosten unter Einhaltung der Lagerrestriktion vermindert, wenn alle $i \in TM_1$ verschrottet ($x_i = 1$) werden und für jede Klasse $h \in M_V$ gemäß der optimalen Lösung des Subproblems $x_h = x_h^*$ gewählt wird. Diese neue Lösung \underline{x}_{k+1} wird wieder in die Mengen M_V und M_1 separiert (s.o.) usw. Existiert dagegen für das Subproblem keine optimale Lösung \underline{x}^* mit $z_3(\underline{x}^*) < Z_0$, so muß mit Hilfe des Enumerationsprinzips die nächste Teilmenge TM'_1 von M_1 gebildet werden. Das Verfahren endet, wenn zu einer Lösung \underline{x}_k keine Teilmenge mehr gefunden werden kann, die zu $z_3(\underline{x}^*) < Z_0$ für das abgeleitete Subproblem führte. \underline{x}_k ist dann der gesuchte optimale Verschrotungsplan \underline{x}^* .

Dieses in der Anwendung sehr aufwendige Austauschverfahren eignet sich für Realprobleme mit einer sehr hohen Anzahl von Entscheidungsvariablen, da die Subprobleme nur für die Teilmengen M_V mit einer geringeren Zahl von Entscheidungsvariablen gelöst werden müssen.

5215 Netzwerk-Algorithmus

Das Entscheidungsmodell $EM = (z_3, N_{1.3}, N_{2.0})$ läßt sich auf ein azyklisches, lineares Netzwerk abbilden²⁾: Jede Kante des Typs KA_i entspricht der Lagerung der Klasse i . Ihre Länge beträgt $l(KA_i) = (kl_i - kv_i - (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i \neq 0$. Jeder Knoten

1) Z.B. die in Abschnitt 5213 dargestellte Variante V-2; vgl. auch Pandit, S.N.N.: a.a.O., S.640ff.
 2) Vgl. Salkin, H.M.: a.a.O., S.137f; s. auch Abb. 3.

KN_k ($0 \leq k \leq L_3$) bezeichnet die durch Lagerhaltungsentscheidungen beanspruchte Lagerkapazität. Zwischen allen Knoten KN_h und KN_j mit $h \leq j$ und $j-h = (1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i$ erstrecken sich Kanten des Typs KA_i . Daher existieren für jede Klasse genau $L_3 - (1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i + 1$ repräsentierende Kanten. Da eine Klasse höchstens einmal gelagert werden kann, darf ein zulässiger Pfad durch das Netzwerk höchstens eine Kante von jedem Typ enthalten (Nebenbedingung N_5). Da $N_{1.3}$ nicht als Gleichung erfüllt zu sein braucht, werden Scheinkanten des Typs KA_{i+1} eingeführt mit $l(KA_i) = 0$, die sich zwischen allen Knoten KN_h und KN_j mit $j-h=1$ erstrecken und beliebig häufig in einem zulässigen Pfad enthalten sein können (für sie gilt also N_5 nicht)¹⁾.

Der kürzeste zulässige Pfad zwischen KN_0 und KN_L mit $L=L_3$ stellt die optimale Lösung von EM dar mit $x_i^* = 0$ für alle Klassen i , deren Kanten-Typ KA_i auf dem kürzesten Pfad liegt, und $x_i^* = 1$ für alle übrigen Klassen.

Lösungsversuche für diesen Algorithmus sind dem Verfasser nur für ganzzahlig-unbeschränkte Entscheidungsvariablen bekannt²⁾, die infolge der großen Kanten- und Knotenzahl für reale Problemstellungen rechentechnisch kaum mit anderen Verfahren konkurrieren können³⁾. Die Integration der Nebenbedingung N_5 bereitet erhebliche Schwierigkeiten⁴⁾.

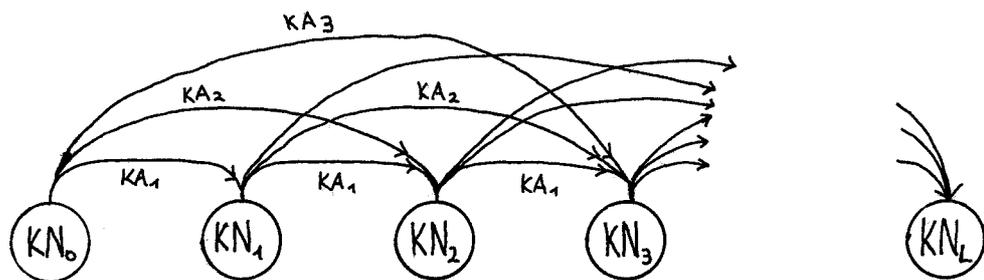


Abb.3 Netzwerkausschnitt

- 1) Vgl. Shapiro, J.F. u. H.M. Wagner: A Finite Renewal Algorithm for the Knapsack and Turnpike Models; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 319.
- 2) Vgl. ebenda, S. 319ff / Shapiro, J.F.: Dynamic Programming Algorithms for the Integer Programming Problem-I: The Integer Programming Problem Viewed as a Knapsack Type Problem; in: OR, 16. Jg. (1968), S. 107ff.
- 3) Vgl. Salkin, H.M.: a.a.O., S. 138.
- 4) U.U. mit Hilfe von Petri-Graphen möglich.

522 Approximative ganzzahlige Algorithmen

5221 Rangfolge-Algorithmus

Bezüglich des Entscheidungsmodells $EM=(z_2, N_{1,2}, N_{2,0})$ seien alle Klassen so angeordnet, daß sie nach Maßgabe ihrer spezifischen Kosten:

$$(59) \quad ks_i = \frac{u_i}{v_i} = \frac{kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i - kl_i}{(1-w_i) \cdot l_i}$$

eine ascendente Rangfolge bilden: $ks_1 \leq ks_2 \leq \dots \leq ks_I$.

Mit der Klasse $i=1$ beginnend werden so lange Klassen zur Verschrottung freigegeben ($x_i^* = 1$), bis bei Verschrottung der Klasse i^* erstmals Restriktion $N_{1,2}$ erfüllt ist¹⁾:

$$(60) \quad \sum_{i=1}^{i^*-1} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i) < L_2 \leq \sum_{i=1}^{i^*} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i)$$

Die suboptimale Lösung²⁾ lautet $x_i^* = 1$ für alle $1 \leq i \leq i^*$ und $x_i^* = 0$ für alle $i^* < i \leq I$. Durch die Voraussetzung, die spezifischen Kosten müßten eine ascendente Folge bilden, wird zwar ein geringer Zielfunktionswert ermöglicht, doch ist \underline{x}^* keinesfalls notwendig das tatsächliche Optimum, wie folgendes Beispiel mit $L_2 = 50$ demonstriert:

(61)	i	$u_i \cdot a_i$	$v_i \cdot a_i$	ks_i
	1	90	45	2,0
	2	63	30	2,1
	3	44	20	2,2

Die suboptimale Lösung $\underline{x}^* = (1, 1, 0)$ des Rangfolgeverfahrens mit $z_2(\underline{x}^*) = 153$ weist höhere Kosten aus als das tatsächliche Optimum $\underline{x}^{**} = (0, 1, 1)$ mit $z_2(\underline{x}^{**}) = 107$. Diese Abweichung fällt um so geringer aus, je kleiner die $v_i \cdot a_i$ im Vergleich zu L_2 sich ausnehmen.

Der Vorzug dieses Algorithmus' liegt in seiner rechentechnischen Einfachheit, Übersichtlichkeit und Schnelligkeit, die sogar eine manuelle Ausführung gestatten, zumal nicht alle Klassen betrachtet werden müssen, sondern abgebrochen werden kann, sobald die Klasse i^* erreicht ist.

1) Vgl. Brauer, K.M.: a.a.O., S.26 / Hu, T.Ch.: a.a.O., S.356.

2) Dies ist die im Rahmen des approximativen Ansatzes zwar "optimale", aber hinsichtlich eines exakten Lösungsverfahrens und seines tatsächlichen Optimums i.d.R. nicht optimale, höchstens zufällig bestmögliche Lösung.

Man kann auch in (60) L_2 ersetzen durch L' und für jede Klasse $i < i^*$ ermitteln, bei welchem Wert von L' die Bedingung (60) gerade erfüllt wäre. Eine Abwägung zwischen den hierfür erforderlichen Kosten zur Lagererweiterung im Umfang $L' - L_2$ und den gegenüber $z_2(\underline{x}^*)$ ersparten Kosten infolge unterbleibender Verschrottungen führt zu einer Entscheidung über die (sub-)optimale Lagerkapazitätserweiterung.

Auf Grund der Einfachheit dieses Verfahrens wäre es auch möglich, dieses nicht mehr auf die Klassen, sondern auf die FHM selbst anzuwenden, sofern für jedes FHM die WBW individuell berechnet worden ist¹⁾. In diesem Falle kann dasselbe Kalkül wie für die obige klassenbezogene Optimierung angewendet werden, nur sind die Parameter $kl_i, kv_i, kw_i, l_i, w_i$ und ks_i jeweils als charakteristische Daten eines einzelnen FHM_i zu betrachten sowie alle $a_i = 1$ zu setzen. Die Entscheidungsvariable x_i gibt über die Verschrottung bzw. Lagerung eines einzelnen FHM Auskunft. Da L_2 unverändert bleibt, aber jeder Summand der Lagerkapazitätsrestriktion $N_{1,2}$ wegen $a_i = 1$ erheblich kleiner als bei der klassenorientierten Optimierung ausfällt, kommt das Suboptimum der FHM-bezogenen Optimierung dem exakten Optimum wesentlich näher. Darüber hinaus entfallen allen anderen Lösungsverfahren inhärente Ungenauigkeiten auf Grund der klassenbedingten Durchschnittswertbildung, die bei Wandel der Klassenzusammensetzung (z.B. infolge ersterstellter FHM) nicht mehr genau zutreffen. Sofern die Modellparameter für einzelne FHM spezifiziert vorliegen, dürfte dies das Verfahren mit der größten Praxisrelevanz darstellen, zumal es dem realen Problemumfang keinerlei Begrenzung auferlegt: Das Sortieren der FHM gemäß ihrer ks_i -Ausprägungen kann durch externe Sortierverfahren, die auf Speichermedien außerhalb des Zentralspeichers zurückgreifen (z.B. mit Hilfe der Normierten Programmierung nach DIN 66220), auf beliebig viele FHM ausgedehnt werden. Die Ermittlung der optimalen Lösung bedeutet im Prinzip nur noch eine sequentielle Dateiverarbeitung, die mit Hilfe von Standardprogrammen problemlos bewältigt werden kann.

1) Dies kann man z.B. erreichen, indem zur selben Klasse nur solche FHM zählen, die in allen entscheidungsrelevanten Daten übereinstimmen.

5222 Algorithmus zur Approximation des dynamischen Entscheidungsmodells

Das dynamische Entscheidungsmodell $EM=(z_7, N_{1.6}, N_{2.3}, T)$ besitzt $I \cdot (J+1)$ Entscheidungs-, $I \cdot J$ Zustandsvariablen sowie $I+J+2 \cdot I \cdot J+1$ Nebenbedingungen. Bei realistischen Problemstellungen wird es so komplex und umfangreich, daß es heute mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand noch nicht lösbar ist. Daher sei i.f. eine Näherungslösung diskutiert, die einen unendlich langen Planungszeitraum unterstellt, aus dem sie nur eine einzige, aber beliebige Periode herausgreift¹⁾. Den Zustand jeder Klasse zu Beginn und Ende dieser Periode beschreiben die Variablen S_i^0 bzw. S_i^1 mit $S_i^k=1$, falls infolge von Verschrottungen Klasse i keine FHM mehr enthält, und $S_i^k=0$, wenn Klasse i wegen Lagerung alter FHM oder von Erstbereitstellungen mindestens ein FHM aufweist ($k \in D$). Es wird vereinfachend unterstellt, daß jedem Periodenendzustand S_i^1 ein genau definierter Betrag $K(S_i^1)$ aller künftig anfallenden entscheidungsrelevanten Kosten zugeordnet werden kann. Dabei wird vorausgesetzt, daß trotz der nicht determinierten Folge zukünftiger Entscheidungen wegen der unendlich großen Anzahl folgender Perioden und der Abzinsung ihrer Kosten (Kapitalwert-Kriterium) die Gesamtkosten $K(S_i^1)$ gegen einen konstanten Wert $K(0)=p$ bzw. $K(1)=q$ konvergieren²⁾.

Je nach Zustand der Klasse i zu Periodenbeginn können zwei verschiedene Entscheidungssituationen auftreten: Für $S_i^0=1$ besteht keine Entscheidungsalternative, da überhaupt keine FHM existieren, bezüglich derer über Verschrottung oder Lagerung entschieden werden könnte³⁾. Der Erwartungswert aller zukünftigen abgezinsten Kosten ab Beginn der betrachteten Periode beträgt somit:

$$(62) \quad K(1) = w_i \cdot ((kw_i + kl_i) \cdot a_i + p) + (1-w_i) \cdot q \\ = (kw_i + kl_i) \cdot a_i \cdot w_i + p \cdot w_i + q \cdot (1-w_i)$$

Für $S_i^0=0$ ⁴⁾ betragen die erwarteten abgezinsten Kosten der Zukunft im Falle eines Lagerentscheids für die Klasse i :

1) Die Idee hierzu basiert auf: Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: a.a.O., S. 249ff.

2) Vgl. Mills, E.S.: a.a.O., S. 107ff / Sasieni, M., A. Yaspan u. L. Friedman: a.a.O., S. 288.

3) S. Abb. 4.

4) S. Abb. 5.

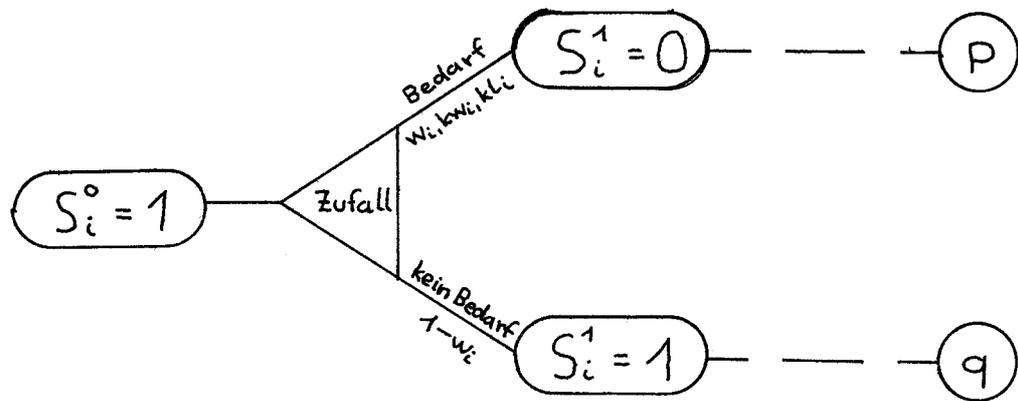


Abb.4 Entscheidungssituation für $S_i^0 = 1$

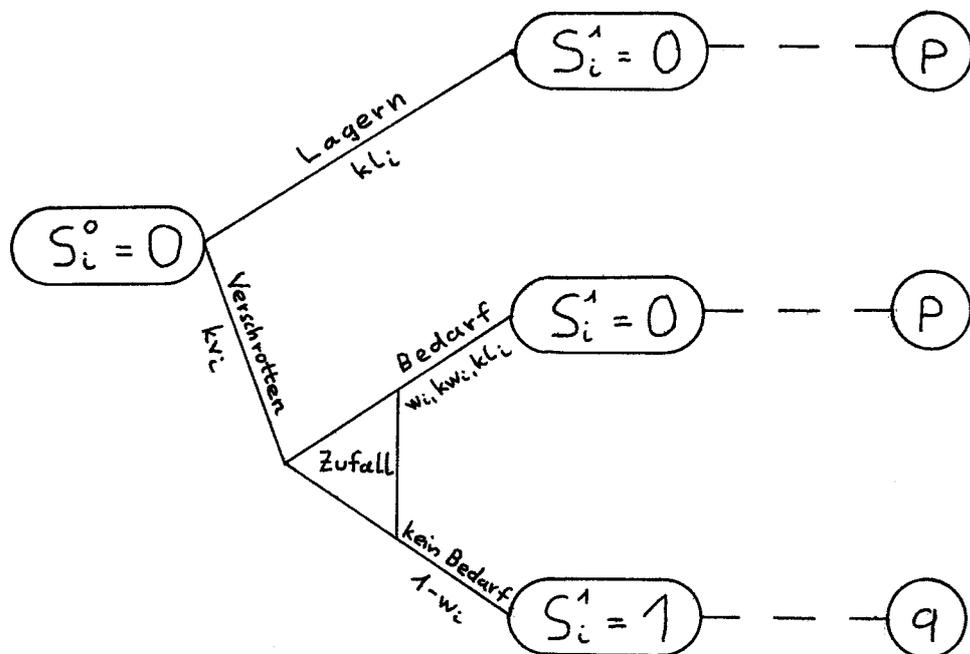


Abb.5 Entscheidungssituation für $S_i^0 = 0$

$$(63) \quad K_0(0) = kl_i \cdot a_i + p$$

Bei Verschrottungsentscheidung belaufen sie sich dagegen auf:

$$(64) \quad \begin{aligned} K_1(0) &= kv_i \cdot a_i + w_i \cdot ((kw_i + kl_i) \cdot a_i + p) + (1 - w_i) \cdot q \\ &= (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i + p \cdot w_i + q \cdot (1 - w_i) \end{aligned}$$

Die optimale Entscheidung für $S_i^0=0$ weist daher als Kosten-Erwartungswert auf:

$$(65) \quad K(0) = \min \{K_0(0); K_1(0)\}$$

Es wird angenommen, daß die erwarteten Kosten zu Periodenende und -beginn um den Betrag m sich unterscheiden, wobei m die minimalen entscheidungsrelevanten Kosten der Referenzperiode darstellt und unabhängig vom Systemzustand zu Periodenbeginn sein soll:

$$(66) \quad \begin{aligned} K(S_i^0=1) &= K(S_i^1=1) + m = q + m \\ \wedge K(S_i^0=0) &= K(S_i^1=0) + m = p + m \\ \Rightarrow (kw_i + kl_i) \cdot a_i \cdot w_i + p \cdot w_i + q \cdot (1 - w_i) &= q + m \\ \wedge \min \{kl_i \cdot a_i + p; (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i + p \cdot w_i + q \cdot (1 - w_i)\} \\ &= p + m \end{aligned}$$

Einer Lagerung der Klasse i ist genau dann zuzustimmen, wenn $K_0(0) = \min \{K_0(0); K_1(0)\}$ gilt. Dann müßte folgendes Kalkül erfüllt sein:

$$(67) \quad \begin{aligned} (kw_i + kl_i) \cdot a_i \cdot w_i + p \cdot w_i + q \cdot (1 - w_i) &= q + m \\ \wedge kl_i \cdot a_i + p &= p + m \\ \wedge kl_i \cdot a_i + p &\leq (kv_i + (kw_i + kl_i) \cdot w_i) \cdot a_i + p \cdot w_i + q \cdot (1 - w_i) \end{aligned}$$

Die Auflösung nach w_i führt zu:

$$(68) \quad w_i \geq kl_i : (kl_i + kw_i + kv_i)$$

Die Klasse i wird also (sofern zu Periodenbeginn mindestens ein FHM zu dieser Klasse zählt) um so eher gelagert, je größer w_i, kw_i und kv_i sind bzw. je kleinere Werte kl_i annimmt. Dieses Kriterium stellt ein Lager- bzw. Verschrottungskriterium dar, das im Gegensatz zum Weinberg-Kriterium unmittelbar nur auf entscheidungsrelevante Parameter bezogen ist.

Die Nebenbedingung, die verfügbare Lagerkapazität nicht zu überschreiten, wurde bisher noch nicht berücksichtigt, da

die Klassen nur isoliert betrachtet wurden. Wegen der Beziehung $kl_i = lks \cdot l_i$ (bei $\Delta t = 1ZE$) ersetze man in (68) kl_i durch $kl'_i = (lks + c) \cdot l_i$ mit $c \geq 0$ als fiktiven Strafkosten der Kapazitätsverletzung, für die anfangs $c = 0$ gesetzt sei:

$$(69) \quad w_i^*(c) = ((lks + c) \cdot l_i) : ((lks + c) \cdot l_i + kw_i + kv_i)$$

Gemäß der Entscheidungsregel $x_i^* = 1$ für $w_i < w_i^*(\bar{c})$ und $x_i^* = 0$ für $w_i \geq w_i^*(\bar{c})$ (mit \bar{c} als den niedrigsten Strafkosten, bei denen die Lagerkapazitätsrestriktion $N_{1.6}$ eingehalten wird) lege man sukzessive für alle Klassen die Entscheidungsvariablen fest. Man erhält \bar{c} , indem man c schrittweise erhöht und jeweils gemäß o.g. Entscheidungsregel die zu lagernden Klassen ermittelt. Sobald sie die Lagerkapazität L_6 überschreiten, wird c z.B. proportional zur Anzahl der Klassen erhöht, bezüglich derer noch keine Entscheidung getroffen wurde, und dasselbe Verfahren mit dem erhöhten Strafkostensatz für alle Klassen von vorne begonnen. Der endgültige optimale Verschrotungsplan steht für $c = \bar{c}$ fest.

5223 Verallgemeinerter Lagrange-Ansatz

Der Algorithmus der verallgemeinerten Lagrange-Multiplikatoren¹⁾ weicht von den üblichen Approximationsverfahren ab, die für ein gegebenes Entscheidungsmodell ein Suboptimum ermitteln, indem er ein mit dem ursprünglichen Entscheidungsmodell zwar verwandtes, aber nicht notwendig identisches Ersatzmodell exakt löst. Dieses weicht vom originären Modell u.U. um modifizierte Restriktionen ab, so daß das berechnete Optimum des Ersatz- nur ein Suboptimum des Entscheidungsmodells bedeutet²⁾.

1) Nähere Darstellungen finden sich in: Fisher, M.L.: Optimal Solution of Scheduling Problems Using Lagrange Multipliers: Part I; in: OR, 21. Jg. (1973), S. 1117ff / Kaplan, S.: a.a.O., S. 1131ff / Nemhauser, G.L. u. Z. Ullmann: A Note on the Generalized Lagrange Multiplier Solution to an Integer Programming Problem; in: OR, 16. Jg. (1968), S. 451f (i.f. zitiert als "Generalized"). Eine Verbindung dieses Ansatzes mit der Theorie Abel'scher Gruppen und dem Dualitätstheorem vollzieht: Bell, D.E. u. J.F. Shapiro: A Convergent Duality Theory for Integer Programming; in: OR, 25. Jg. (1977), S. 421ff.

2) Vgl. ebenda, S. 420 / Kaplan, S.: a.a.O., S. 1132 / Nemhauser, G.L. u. Z. Ullmann: Generalized, a.a.O., S. 451 / Salkin, H.M.: a.a.O., S. 136 / Weingartner, H.M.: a.a.O., S. 490.

- 53 Nicht-ganzzahlige Algorithmen
 531 Exakte nicht-ganzzahlige Algorithmen
 5311 Sequential Unconstrained Minimization
 Technique (SUMT)

Das Entscheidungsmodell $EM=(z_2, N_{1.2}, N_{2.0})$ wird mit Hilfe der SUMT-Methode¹⁾ auf ein Ersatzmodell abgebildet, das nur noch aus einer Zielfunktion z_0 mit integrierten Nebenbedingungen $N_{1.2}$ und $N_{2.0}$ besteht. Diese beiden werden ersetzt durch:

$$(69) \quad n_0(\underline{x}) = L_0 + \sum_{i=1}^I ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i \cdot x_i - a_i \cdot l_i \cdot a_i) \geq 0$$

$$(70) \quad \bigwedge_{1 \leq i \leq I} n_i(\underline{x}) = x_i^2 - x_i = 0$$

Aus den Indikatorfunktionen:

$$(71) \quad \bigwedge_{0 \leq k \leq I} f_k(n_k(\underline{x})) = 1 : n_k(\underline{x})$$

und den Gewichtsfunktionen:

$$(72) \quad \bigwedge_{0 \leq k \leq I} g_k(r_u) = r_u \quad \text{mit: } r_u \in \mathbb{R}^+$$

folgen als Straffunktionen für alle $0 \leq k \leq I$:

$$(72) \quad p_k(n_k(\underline{x}), r_u) = g_k(r_u) \cdot f_k(n_k(\underline{x})) = r_u : n_k(\underline{x})$$

(Alternativ wären für alle $1 \leq i \leq I$ auch die Funktionen $f'_i(n_i(\underline{x})) = (n_i(\underline{x}))^2$ mit $g'_i(r_u) = 1/\sqrt{r_u}$ oder $f'_i(n_i(\underline{x})) = \ln(-n_i(\underline{x}))$ mit $g'_i(r_u) = r_u$ sowie für die Lagerkapazitätsrestriktion $f'_0(n_0(\underline{x})) = -\ln(n_0(\underline{x}))$ mit $g'_0(r_u) = r_u$ möglich.)

Stellt man die (zu minimierende) Zielfunktion z_0 als Summe der ursprünglichen Zielfunktion z_2 und aller Straffunktionen p_k dar, so führen letztere dazu, daß - von einer Lösung \underline{x}

1) Vgl. Bracken, J. u. G.P. McCormick: Ausgewählte Beispiele für Nichtlineares Programmieren, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1970, S.25f / Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: The Sequential Unconstrained Minimization Technique for Nonlinear Programming, a Primal-Dual Method; in: MS, 10. Jg. (1964), S.360ff (i.f. zitiert als "Sequential") / Dieselben: Computational Algorithm for the Sequential Unconstrained Minimization Technique for Nonlinear Programming; in: MS, 10. Jg. (1964), S.601ff (i.f. zitiert als "Algorithm") / Dieselben: Extensions of SUMT for Nonlinear Programming: Equality Constraints and Extrapolation; in: MS, 12. Jg. (1966), S.816ff / Dieselben: Nonlinear Programming: Sequential Unconstrained Minimization Techniques, New York-London-Sydney-Toronto 1968, insbesondere S.39ff (i.f. zitiert als "Programming") / Künzi, H.P., W. Krelle u. R. von Randow: Nichtlineare Programmierung, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1979, S.233ff / Krekó, B.: a.a.O., S.216ff.

mit $0 < \underline{x} < \underline{E}$ und $n_0(\underline{x}) > 0$ ausgehend - z_0 gegen $-\infty$ konvergiert für $n_n(\underline{x}) \rightarrow 0$ (also $x_i \rightarrow 0 \vee x_i \rightarrow 1$) und $0 < x_i < 1$ ($1 \leq i \leq I$)¹⁾ und gegen $+\infty$ strebt für $n_0(\underline{x}) \rightarrow 0$ und $n_0(\underline{x}) > 0$. Die Minimierungsvorschrift bezüglich z_0 läßt in Verbindung mit diesen Eigenschaften die Entscheidungsvariablen x_i gegen die erwünschten Dualwerte streben und verhindert eine Verletzung der Lagerkapazitätsrestriktion in Form von $n_0(\underline{x}) < 0$. Diesen Anforderungen wird das Ersatzmodell $ERM = (z_0)$ gerecht, für das gilt:

$$(73) \quad z_0(\underline{x}, r_u) = z_2(\underline{x}) + \sum_{k=0}^I (p_k(n_k(\underline{x}), r_u)) \\ = z_2(\underline{x}) + r_u \cdot \sum_{k=0}^I (1 : n_k(\underline{x})) \rightarrow \min!$$

Die optimale Lösung dieses Ersatzmodells kommt bei gegebenem \bar{r}_u dem Optimum des Entscheidungsmodells EM um so näher, je kleiner \bar{r}_u gewählt wird. Daher konvergieren die optimalen Lösungen von ERM für jede streng monoton fallende Folge $\langle r_u \rangle_{u \in \mathbb{N}}$ gegen das Optimum von EM. Das Bildungsgesetz dieser Folge sei hier nicht weiter problematisiert²⁾, da die optimalen Lösungen von ihm nicht wesentlich beeinflußt werden, sondern z.B. zu $r_{u+1} = 0,1 r_u$ unterstellt. Die optimalen Lösungen von ERM sind zwar niemals zulässige Lösungen von EM, da duale Werte für die Entscheidungsvariablen durch die Indikatorfunktionen $f_i(n_i(\underline{x})) = 1 : n_i(\underline{x})$ für $x_i = 0 \vee x_i = 1$ nicht definiert sind, kommen ihnen aber beliebig nahe. Die Anwendung der SUMT-Technik stößt zur Lösung von Entscheidungs- bzw. Ersatzmodell auf erhebliche Schwierigkeiten, da die Zielfunktion z_0 nicht durchgehend konvex³⁾ ist und wegen der speziellen Gestalt der Indikatorfunktionen⁴⁾ multimodularen Charakter besitzt, so daß gegen die Konvexitätsprämisse⁵⁾ von SUMT verstoßen wird. Die bekannten Suchverfahren zur Ermittlung des (oder eines; bei Mehrdeutigkeit) absoluten Minimums einer konvexen - oder zumindest

1) S. Abb. 6. Wurde dagegen $f'_i(n_i(\underline{x}))$ gewählt, braucht man für die Ausgangslösung nur noch $n_i(\underline{x}) > 0$ zu fordern. Die Zielfunktion z_0 strebt - wie Abb. 7 verdeutlicht - in Abhängigkeit von den Indikatorfunktionen für $n_i(\underline{x}) \rightarrow 0$ ihr Minimum an.

2) Näheres hierzu in: Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Algorithm, a.a.O., S. 604ff.

3) Zum Begriff der Konvexität vgl. Hadley, G.: Programmierung, a.a.O., S. 112 / Horst, R.: Nichtlineare Optimierung, München-Wien 1979, S. 43ff.

4) Vgl. Abb. 6 u. Abb. 7.

5) Vgl. Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Algorithm, a.a.O., S. 602 / Dieselben: Sequential, a.a.O., S. 361.

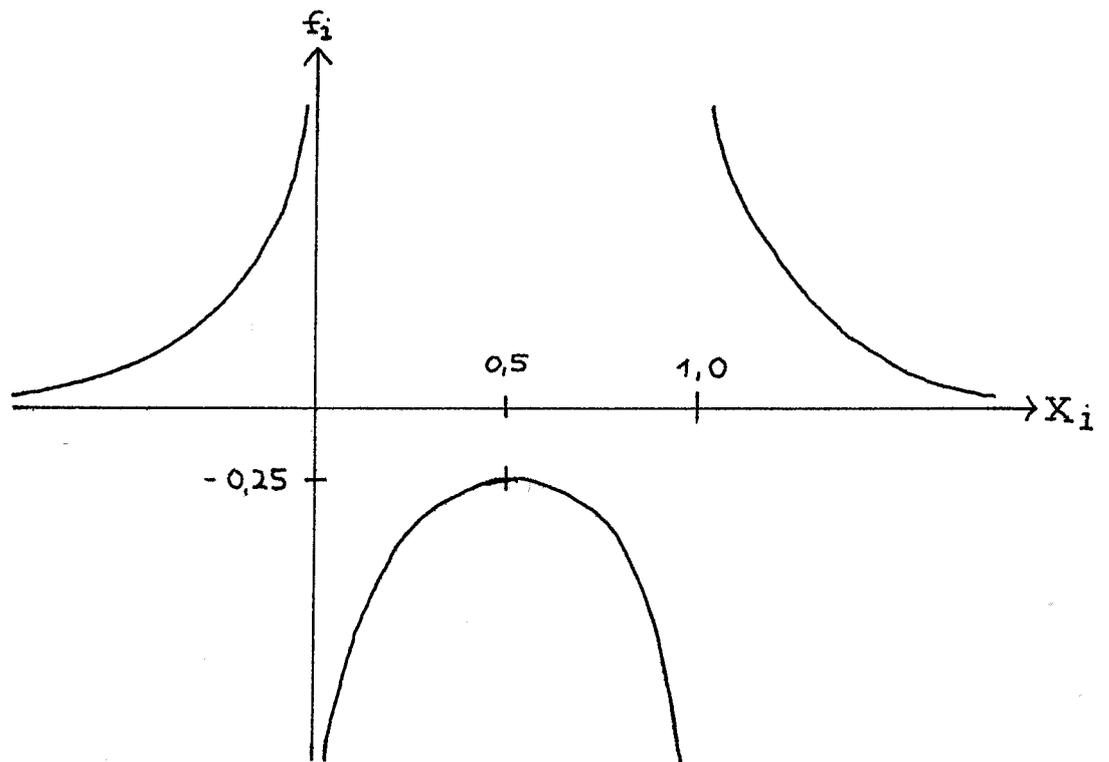


Abb.6 Graph der Indikatorfunktion

$$f_i(n_i(\underline{x})) = 1 : n_i(\underline{x}) = 1 : (x_i^2 - x_i)$$

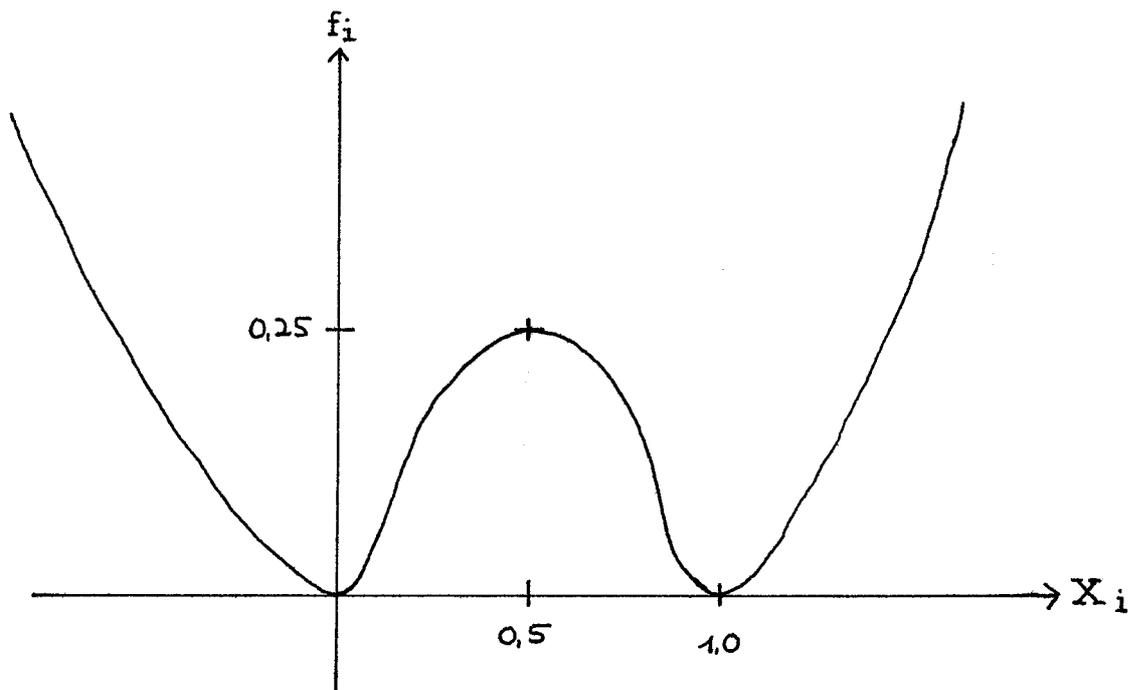


Abb.7 Graph der Indikatorfunktion

$$f_i(n_i(\underline{x})) = (n_i(\underline{x}))^2 = (x_i^2 - x_i)^2$$

unimodularen - Funktion ohne Nebenbedingungen¹⁾ bleiben unanwendbar. Sie vermögen nur relative Minima aufzuspüren, für die jedoch nicht gewährleistet werden kann, daß es sich gleichzeitig um ein absolutes Minimum handelt²⁾. Lösungsmöglichkeiten deuten sich in Form von Extremwertverfahren an, die keine Konvexität mehr voraussetzen³⁾, sowie durch den Beweis von Stong, daß auch bei nicht-konvexen Programmen unter bestimmten Voraussetzungen⁴⁾ die mit Hilfe des SUMT-Verfahrens in Abhängigkeit von $\langle r_u \rangle_{u \in N_a}$ berechnete Folge bedingter Minima des Ersatzmodells gegen ein absolutes Minimum konvergiert.

5312 Parametrische Lineare Programmierung

Vorausgesetzt sei eine zulässige Lösung \underline{x}_u (z.B. die globale Verschrottung aller Klassen) für das Entscheidungsmodell $EM = (z_4, N_{1.3}, N_{2.0})$, neben die die optimale Lösung \underline{x}_0 des zu EM gehörigen nicht-ganzzahligen Ersatzmodells $ERM = (z_4, N_{1.3}, N_6)$ tritt, für das gilt:

$$(74) \quad N_6: \quad \bigwedge_{1 \leq i \leq I} \quad 0 \leq x_i \leq 1$$

Ist $\underline{x}_0 \in D^I$, so ist $\underline{x}^* = \underline{x}_0$ bereits das gesuchte Optimum von EM. Daher sei i.f. $\underline{x}_0 \notin D^I$ unterstellt. Da N_6 eine schwächere Restriktion als $N_{2.0}$ darstellt, muß $z_4(\underline{x}_0) \geq z_4(\underline{x}^*)$ gelten. Weil \underline{x}_u höchstens zufällig das Optimum von EM bedeutet, muß

- 1) Vgl. Eiselt, H.A. u. H. von Frajer: a.a.O., S. 315ff / Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Algorithm, a.a.O., S. 606f / Hadley, G.: Programmierung, a.a.O., S. 224ff, 356ff / Krekó, B.: a.a.O., S. 108ff, 223 / Horst, R.: a.a.O., S. 80ff / Müller-Merbach, H.: a.a.O., S. 184ff.
- 2) Vgl. Hadley, G.: Programmierung, a.a.O., S. 224 / Müller-Merbach, H.: a.a.O., S. 187.
- 3) Vgl. Fletcher, R. u. M.J.D. Powell: A rapidly convergent descent method for minimization; in: The Computer Journal, 6. Jg. (1963), S. 163ff / Fletcher, R. u. C.M. Reeves: Function minimization by conjugate gradients; in: The Computer Journal, 7. Jg. (1964), S. 149ff / Kleibohm, K.: Bemerkungen zum Problem der nichtkonvexen Programmierung; in: Ufo, 11. Jg. (1967), S. 49ff / Powell, M.J.D.: An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives; in: The Computer Journal, 7. Jg. (1964), S. 155ff.
- 4) Vgl. Bracken, J. u. G.P. McCormick: a.a.O., S. 27 / Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Programming, a.a.O., S. 50 / Stong, R.E.: A Note on the Sequential Unconstrained Minimization Technique for Non-linear Programming; in: MS, 11. Jg. (1965), S. 142ff.

$z_4(\underline{x}_u) \leq z_4(\underline{x}^*)$ eintreffen. Daraus folgt:

$$(75) \quad z_4(\underline{x}_u) \leq z_4(\underline{x}^*) \leq [z_4(\underline{x}_0)]^{1)}$$

Dies impliziert die neue Nebenbedingung:

$$(76) \quad N_7: \quad z_4(\underline{x}) \leq [z_4(\underline{x}_0)] - c$$

mit: $c \in C = \{0, 1, \dots, [z_4(\underline{x}_0)] - z_4(\underline{x}_u)\}$

Das erweiterte Ersatzmodell $ERM' = (z_4, N_{1.3}, N_6, N_7)$ läßt sich mit Hilfe der Parametrischen Linearen Programmierung durch Variation von c innerhalb der von C gesteckten Grenzen und mit $c=0$ beginnend lösen. Unter der Voraussetzung, daß für jeden Parameterwert c alle optimalen Lösungen $\underline{x}^*(c)$ angegeben werden, ist das erste $\underline{x}^*(c) \in D^I$ der optimale Verschrotungsplan, also das Optimum von EM. Denn alle vorangehenden optimalen Lösungen von ERM' $\underline{x}^*(c')$ mit $c' < c$ stammen nicht aus D^I , alle folgenden Lösungen weisen wegen $c' > c$ einen niedrigeren Zielfunktionswert als $\underline{x}^*(c)$ auf und sind daher infolge der Maximierungsvorschrift für z_4 nicht optimal.

532 Lineare Programmierung als approximativer nicht-ganzzahliger Algorithmus

Das Entscheidungsmodell $EM = (z_2, N_{1.2}, N_{2.0})$ kann approximativ durch das nicht-ganzzahlige Ersatzmodell $ERM = (z_2, N_{1.2}, N_6)$ optimiert werden. ERM läßt sich leicht mit Hilfe des Simplex-Algorithmus lösen, für den zahlreiche Standardprogramme verfügbar sind²⁾. Das Optimum von ERM stellt ein Suboptimum von EM dar, das - bis möglicherweise auf die Klasse i^* - mit dem Suboptimum des Rangfolge-Verfahrens³⁾ notwendig identisch ist: Sind alle Klassen i so angeordnet, daß sie bezüglich ihrer spezifischen Kosten ks_i eine ascendente Rangfolge bilden, so gilt für das Optimum von ERM ⁴⁾:

$$(77) \quad \sum_{i=1}^{i^*-1} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i) < L_2 \leq \sum_{i=1}^{i^*} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i)$$

-
- 1) Die Gaußklammern [...] sind definiert zu: $y = [x] \Rightarrow y \in \mathbb{Z} \wedge y \leq x \wedge y+1 > x$.
- 2) Z.B. das Software-Paket APEX III; vgl. o.V.: Universität zu Köln-Rechenzentrum: RZK-Benutzerhandbuch 6.3.1 Apex III (Version 3.80), o.O. o.J., S.1ff, insbesondere S.15ff.
- 3) S. Abschnitt 5221.
- 4) Vgl. Greenberg, H. u. R.L. Hegerich: a.a.O., S.327 / Martello, S. u. P.Toth: upper bound, a.a.O., S.169.

Daraus folgen als (sub-)optimale Werte der Entscheidungsvariablen:

$$(78) \quad \bigwedge_{1 \leq i < i^*} \hat{x}_i = 1 \quad \bigwedge_{i^* < i \leq I} \hat{x}_i = 0$$

$$\hat{x}_i = (L_2 - \sum_{i=1}^{i^*-1} ((1-w_i) \cdot l_i \cdot a_i)) : ((1-w_{i^*}) \cdot l_{i^*} \cdot a_{i^*})$$

Für das im Rahmen des Rangfolge-Algorithmus' vorgestellte Beispiel (61) folgt mit y_1, y_2, y_3 und y_4 als Schlupfvariablen als optimales Simplextableau:

(79)

BV	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	y_4	1
x_2	0	1	2/3	3/2	0	0	-1/30	1/6
y_3	0	0	1	0	0	1	0	1
y_2	0	0	-2/3	-3/2	1	0	1/30	5/6
x_1	1	0	0	1	0	0	0	1
$-z_2$	0	0	2	13,5	0	0	2,15	-100,5

Es folgen als optimale Simplex-Lösungen: $\hat{x}_1=1; \hat{x}_2=(50-45):30=1/6; \hat{x}_3=0$. Gemäß der Entscheidungsregel $x_i^*=1$ für alle $1 \leq i \leq i^*$ und $x_i^*=0$ für alle $i^* < i \leq I$ erhält man mit $i^*=2$ den optimalen Verschrottungsplan hier zu: $\underline{x}^*=(1,1,0)$. Die Anwendung dieser Regel hebt den Unterschied zwischen Rangfolgealgorithmus und der Linearen Programmierung bezüglich der Klasse i^* auf und führt zum gewünschten ganzzahligen Ergebnis.

6 Exkurs : Sanktionsmöglichkeiten

Auf Fragen der Aufbau- sowie Ablauforganisation zur Realisierung der diskutierten Entscheidungsmodelle i.w.S. kann hier zwar nicht eingegangen werden¹⁾, doch sei kurz die Möglichkeit dargestellt, Betroffenen, die einen Verschrottungsvorschlag ablehnen, die hierdurch verursachten Zusatzkosten anzulasten²⁾. Diese Sanktionsmöglichkeit gewährleistet, daß die Verschrottungsempfehlungen nicht wirkungslos bleiben. Zugleich ließe sich³⁾ die Verschrottungsentscheidung dezentralisieren, sofern jede betroffene Abteilung für ihr Ergebnis eigenverantwortlich ist.

In einer 1. Stufe wird für das Entscheidungsmodell $EM=(z_2, N_{1.2}, N_{2.0})$ der optimale Verschrottungsplan VP_1 mit den minimalen Kosten K_1 bestimmt. Die Betroffenen werden um Stellungnahme gebeten. $FHM_{e.i}$, deren Verschrottung abgelehnt wird, berücksichtigt man in der 2. Stufe mit Hilfe der Parameter E_i und $l_{e.i}$ als nicht verschrottbar, indem das modifizierte Entscheidungsmodell $EM=(z_6, N_{1.5}, N_{2.2})$ optimiert wird. Die Differenz $\Delta K = K_2 - K_1$ zwischen den optimalen Kosten K_2 dieser Stufe und denen der 1. Stufe stellen die durch die abgelehnten Verschrottungen insgesamt verursachten Zusatzkosten dar. Es handelt sich um Gemeinkosten, die nicht verursachungsgerecht auf die einzelnen Ablehnungen zugerechnet werden können. Denn keine dieser Ablehnungen bewirkte isoliert, daß gegenüber VP_1 im neuen optimalen Verschrottungsplan u.U. weitere Klassen zur Vernichtung empfohlen werden müssen, um die für die verweigerten Verschrottungen benötigte Lagerkapazität freizusetzen. Diese Gemeinkosten ΔK kön-

1) Näheres hierzu findet sich in: Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: a.a.O., S.431ff / Churchman, C.W., R.L. Ackoff u. E.L. Arnoff: a.a.O., S.563ff / IBM: a.a.O., S.57ff / Riehm, H.-O.: Menschliche Probleme in der Arbeitsvorbereitung bei Einführung der elektronischen Datenverarbeitung; in: Bussmann, K.F. u. P. Mertens (Hrsg.): Operations Research und Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung, Stuttgart 1968, S.406ff / Steinbrüchel, M.: a.a.O., S.153ff / Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S.3ff, 23ff, 35ff / Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.72ff.

2) In: Ryffel, F.: a.a.O., S.484 / Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.74 wird zwar vorgeschlagen, jede Ablehnung müsse detailliert begründet werden. Diese Vorschrift bleibt jedoch zumeist ineffizient, da sich fast immer eine Begründung wird anführen lassen, warum das zu verschrottende FHM unverzichtbar sei.

3) Im Gegensatz zu: Weinberg, F.: Fabrikationsmittel, a.a.O., S.74.

nen daher nur nach dem Durchschnittsprinzip verteilt werden: Wurde insgesamt die Verschrottung eines Lagerkapazitätsbedarfs von L_e abgelehnt, so ergibt sich als vorläufiger Richtwert für die Kostenbelastung der Weigerung, das $FHM_{e,i}$ zu verschrotten: $k = (\Delta K : L_e) \cdot l_{e,i}$.

Auf Grundlage dieser Information können die Betroffenen ihre Ablehnungen nochmals überdenken, um sich schließlich endgültig festzulegen. Werden einige Weigerungen zurückgezogen, so wird in einer 3. Stufe das Entscheidungsmodell der 2. Stufe mit den revidierten Vorgaben nochmals optimiert. Es resultieren der optimale Verschrottungsplan VP_3 , dessen Kosten K_3 und L'_e als Lagerkapazitätsbedarf endgültiger Verschrottungsverweigerungen, so daß jene zu belasten sind mit: $k = (\Delta K' : L'_e) \cdot l_{e,i}$, wobei $\Delta K' = K_3 - K_1$ gilt.

Problematisch ist, daß die im VP_2 bzw. VP_3 u.U. neu hinzukommenden Verschrottungsempfehlungen nach demselben dreiphasigen Schema behandelt werden müßten, diese ihrerseits zu abermaligen Verschrottungsvorschlägen führen könnten usw. Um diesen Prozeß abzukürzen, kann jeder Abteilung vorgeschrieben werden, sie dürfe nicht mehr als einen bestimmten Anteilssatz y [%] der sie betreffenden Verschrottungsvorschläge ablehnen¹⁾. Ein solcher Anteilssatz kann sich auch ohne formale Anordnungen u.U. dadurch einstellen, daß die Betroffenen hierdurch Unabhängigkeit von und Mißmut über die Verschrottungs"anmaßung" zu dokumentieren versuchen unabhängig von der sachlichen Rechtfertigung dieser Vorschläge. Antizipiert man diese als konstant vorausgesetzte Ablehnungsquote y , so brauchen die drei Verfahrensstufen nicht wiederholt zu werden: Anstelle von VP_1 , dem der tatsächlich zu verschrottende Lagerkapazitätsbedarf $\Delta L = L_2$ (s. $N_{1,2}$) zugrundelag, wird den Betroffenen ein modifizierter Verschrottungsplan VP'_1 zugeleitet, der unterstellt, den höheren Lagerkapazitätsbedarf $\Delta L' = \Delta L \cdot (100 : (100 - y))$ verschrotten zu müssen (K_1 beruht weiterhin auf VP_1). Solange die Weigerungen innerhalb der durch die Quote y gesteckten Grenzen bleiben, werden die genehmigten Verschrottungen mindestens die gewünschte Lagerkapazität $\Delta L' - 0,01y \cdot \Delta L' = (1 - 0,01) \cdot \Delta L \cdot (100 : (100 - y)) = \Delta L$ freisetzen.

1) Wälchli, U.: Organisation, a.a.O., S. 35 schlägt $y = 10$ [%] vor.

Anhang 1 : Umfrage des Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft der Universität zu Köln

a) Der Umfrage-Rahmen

Aus einem Adressenverzeichnis deutscher Großunternehmen¹⁾ wurde bezüglich der Branchen Eisen-, Stahl- und Tempergießereien, Nichteisen-Metallgießereien, Allgemeiner Maschinenbau, Metallbearbeitungsmaschinen, Maschinen-, Formen- sowie Modellbau und Präzisionswerkzeuge, Hütten- und Walzwerkeinrichtungen, Gießereimaschinen, Baumaschinen, Hebezeuge und Fördermittel, Baustoff-, Keramik- und Glasindustriemaschinen sowie Bergbaumaschinen und -einrichtungen mit insgesamt 1773 Firmenanschriften eine Zufallsstichprobe von 100 Adressen entnommen²⁾.

Die postalische Befragung³⁾ führte zu einer Rücksendequote von 22%. Hiervon entfielen 8 Prozentpunkte auf uneingeschränkt verwertbare⁴⁾, 9 Prozentpunkte auf eingeschränkt verwertbare⁵⁾ und 5 Prozentpunkte auf nicht verwertbare⁶⁾ Antworten. Für die Auswertung wurden zunächst nur die uneingeschränkt verwertbaren Antworten berücksichtigt (nicht eingeklammerte numerische Ergebnisse und unschraffierte Histogramm-Komponenten); ergänzend erfolgte aber auch eine Untersuchung aller uneingeschränkt und eingeschränkt verwertbaren Antworten (eingeklammerte numerische Ergebnisse und schraffierte Histogramm-Komponenten).

1) Vgl. o.V.: Handbuch der Großunternehmen, Band 2, 27. Aufl., Darmstadt-Harlem-Wien-Zürich 1980, Branchenregister S. B67ff.

2) Zugrundegelegt wurde die Zufallszahlentabelle in: Wetzel, W., M.-D. Jöhnk u. P. Naeve: Statistische Tabellen, Berlin 1967, S. 39.

3) Zu ihren Problemen s. Wilk, L.: Die postalische Befragung; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 1, München 1975, S. 187ff / Scheuch, E. K.: Das Interview in der Sozialforschung; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 167f. Allerdings rechtfertigt sich hier mit ebenda, S. 169 die schriftliche Befragung, da die erbetenen sachlichen Angaben evt. Nachforschungen seitens des Befragten bei zuständigen Abteilungen erfordern und spontane Antworten keinen besonderen Wert aufweisen.

4) Sämtliche Teilfragen waren korrekt bearbeitet.

5) Mindestens eine Teilfrage blieb unbeantwortet.

6) Die Nichtverwertbarkeit beruhte auf Nichtexistenz der angeschriebenen Firma (1 Fall), postalischer Unzustellbarkeit des Fragebogens (1 Fall) sowie logischen Inkonsistenzen bei der Beantwortung (2 Fälle).

Die Repräsentativität der Umfrage läßt sich - insbesondere wegen der geringen Rücksendequote von nur 22% - in Frage stellen, da die Gefahr besteht, daß die Rückantwortenden keine zufällig zustandegekommene, repräsentative Subpopulation aller Angeschriebenen darstellen, sondern eine systematische Verzerrung insofern entsteht, als insbesondere die Unternehmen den Fragebogen zurücksenden, die selbst ein großes Interesse an der FHM-Bewirtschaftung hegen (z.B. infolge eines für Methoden des Operations Research aufgeschlossenen Managements oder sehr hoher FHM-Bestände)¹⁾.

b) Die Umfrageformulare

Auf den folgenden Seiten sind die verschickten Umfrageformulare nebst eines einleitenden Merkblattes wiedergegeben.

¹⁾Vgl. Wilk, L.: a.a.O., S.192ff / Gaensslen, H. u. W.Schubö: a.a.O., S.40.

15.7.80

M E R K B L A T T

zum Fragebogen über die Lagerhaltung von Fertigungshilfsmitteln

I. Gegenstand der Untersuchung

Unter Fertigungshilfsmitteln sollen im folgenden alle Betriebsmittel zur Unterstützung der Produktion verstanden werden, die gebraucht (d.h. nicht unmittelbar verbraucht) werden und daher nicht in ein Erzeugnis als dessen Bestandteil eingehen, sondern bei einem späteren gleichgearteten Produktionsauftrag Wiederverwendung finden können. Beispiele für Fertigungshilfsmitteln sind insbesondere Gußmodelle, Werkzeuge, Matrizen, Schablonen und Speziallehren.

II. Zweck der Untersuchung

Die Lagerhaltung von Fertigungshilfsmitteln verursacht erhebliche Lagerhaltungskosten. Da jedes Jahr neue Fertigungshilfsmittel hinzukommen, droht auf lange Sicht ein Konflikt mit der verfügbaren Lagerkapazität. Aber auch kurzfristig erhebt sich die Frage, ob sich nicht eine Verschrottung überalteter Fertigungshilfsmittel mit geringen Wiederverwendungsaussichten lohnen würde. Abzuwägen sind die eingesparten Lagerhaltungskosten einerseits gegen die zusätzlichen Verschrottungs- und unter Umständen später erforderlichen Wiederbeschaffungs-/Wiederherstellungskosten andererseits.

Um die kostenminimale Lagerhaltungs- und Verschrottungspolitik ermitteln zu können, wird gegenwärtig am Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft der Universität zu Köln ein Entscheidungsmodell entwickelt, das die genannten Aspekte berücksichtigt. In diesem Rahmen soll der Fragebogen, um dessen Ausfüllung wir Sie ganz herzlich bitten, zur Klärung beitragen, welche Bedeutung den Fertigungshilfsmitteln in der betrieblichen Praxis zukommt und welche Entscheidungsregeln gegenwärtig bei der Lagerhaltung von Fertigungshilfsmitteln Verwendung finden.

III. Hinweis zum Ausfüllen des Fragebogens

Bitte kennzeichnen Sie die Antwortsalternativen, die Ihnen als die zutreffendste erscheint, mit einem Kreuz in dem hierfür vorgesehenen Kästchen.

Falls Sie sich zu einer Frage nicht äußern können oder möchten, so verwenden Sie bitte in der Rubrik "Keine Angabe" eines der folgenden Symbole:

- ein "U", sofern die erbetenen Daten Ihnen unbekannt sind;
- ein "N", wenn Sie aus firmeninternen Gründen zu der Frage keine Stellungnahme abgeben wollen.

Für zusätzliche Angaben (z.B. Kommentare) steht Ihnen die Rückseite des Fragebogens zur Verfügung.

IV. Rückadresse

Den ausgefüllten Fragebogen senden Sie bitte baldmöglichst an die folgende Adresse:

Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft
der Universität zu Köln
Stichwort "Fertigungshilfsmittel"
Albertus-Magnus-Platz
5000 KÖLN 41

Eine Zusammenfassung der Umfrageergebnisse geht Ihnen nach Auswertung der Fragebogen zu.

VIELEN DANK FÜR IHRE MITARBEIT !

FRAGEBOGEN ÜBER DIE LAGERHALTUNG VON FERTIGUNGSHILFSMITTELN

1) Zur Größe Ihres Betriebes (örtliche Einheit):

a) Umsatz 1979:

- weniger als 10 Mio.DM
- von 10 bis weniger als 100 Mio.DM
- von 100 bis weniger als 200 Mio.DM
- von 200 bis weniger als 500 Mio.DM
- von 0,5 bis weniger als 1 Mrd.DM
- von 1 bis weniger als 5 Mrd.DM
- von 5 bis weniger als 10 Mrd.DM
- 10 Mrd.DM und mehr
- keine Angabe

b) Durchschnittlicher Personalbestand 1979:

- weniger als 10 Personen
- von 10 bis weniger als 50 Personen
- von 50 bis weniger als 100 Personen
- von 100 bis weniger als 200 Personen
- von 200 bis weniger als 500 Personen
- von 500 bis weniger als 1000 Personen
- von 1000 bis weniger als 5000 Personen
- 5000 Personen und mehr
- keine Angabe

2) Wie hoch schätzen Sie den jährlichen Neuzugang von Fertigungshilfsmitteln in Ihrem Betrieb ein?

- weniger als 100 Stück
- von 100 bis weniger als 200 Stück
- von 200 bis weniger als 500 Stück
- von 500 bis weniger als 1000 Stück
- von 1000 bis weniger als 5000 Stück
- 5000 Stück und mehr
- keine Angabe

3) Wie hoch veranschlagen Sie die Anzahl unterschiedlicher Fertigungshilfsmittel, die 1979 in Ihrem Betrieb gelagert wurden? (Zwei Fertigungshilfsmittel sollen als voneinander verschieden gelten, wenn sie keine physische Einheit bilden.)

- weniger als 100 Stück
- von 100 bis weniger als 500 Stück
- von 500 bis weniger als 1000 Stück
- von 1000 bis weniger als 5000 Stück
- von 5000 bis weniger als 10000 Stück
- von 10000 bis weniger als 50000 Stück
- von 50000 bis weniger als 100000 Stück
- 100000 Stück und mehr
- keine Angabe

4) Wie hoch schätzen Sie den Betrag der Lagerhaltungskosten für Fertigungshilfsmittel in Ihrem Betrieb (1979)?

(Unter diesen Lagerhaltungskosten sei die Summe aus Raum-, Transport- und Lohnkosten, Steuern, Versicherungsbeiträgen, kalkulatorischen Wagniskosten sowie kalkulatorischen Zinsen auf das gebundene Kapital verstanden, sofern diese Kostenarten durch die Lagerhaltung von Fertigungshilfsmitteln verursacht wurden.)

- weniger als 0,1 Mio.DM
- von 0,1 bis weniger als 0,5 Mio.DM
- von 0,5 bis weniger als 1 Mio.DM
- 1 Mio.DM und mehr
- keine Angabe

5) Wie hoch war der Betrag des durch Fertigungshilfsmittel gebundenen Kapitals in Ihrem Betrieb (1979)?

(Dieses gebundene Kapital sei definiert als die Summe der Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten der Fertigungshilfsmittel.)

- weniger als 0,1 Mio.DM
- von 0,1 bis weniger als 0,5 Mio.DM
- von 0,5 bis weniger als 1 Mio.DM
- 1 Mio.DM und mehr
- keine Angabe

6) Haben Sie bereits in der Vergangenheit Fertigungshilfsmittel verschrottet?

- ja
- nein

7) Bitte beantworten Sie diese Frage nur, falls Sie Frage 6 bejaht haben!

a) Nach welchen Kriterien ist die Verschrottung erfolgt?

- Verschrottung nach Überschreiten eines gewissen Höchstalters des Fertigungshilfsmittels
- Verschrottung nach einer bestimmten Anzahl von Jahren, in denen das Fertigungshilfsmittel keine Verwendung mehr gefunden hat
- Verschrottung, falls mit einem zukünftigen Absatz der mit dem Fertigungshilfsmittel erstellten Produkte nicht mehr gerechnet werden kann
- Verschrottung, falls die Summe der Verschrottungs- und eventuell notwendig werdenden Wiederbeschaffungs-/Wiederherstellungskosten geringer als die Lagerhaltungskosten ausfällt
- sonstige Verschrottungskriterien (Könnten Sie diese bitte auf der Rückseite kurz skizzieren?)

b) Spielen für die Bestimmung der in Abschnitt a) genannten Kriterien besondere Merkmale der Fertigungshilfsmittel eine Rolle?

- der Wert der Fertigungshilfsmittel
- der Lagerraumbedarf der Fertigungshilfsmittel
- ein anderes Merkmal (Könnten Sie dieses bitte auf der Rückseite kurz anführen?)
- kein Merkmal beeinflusst die Bestimmung der oben genannten Verschrottungskriterien

c) Wie hoch schätzen Sie den Wertanteil der 1979 verschrotteten Fertigungshilfsmittel an dem Wert aller gelagerten Fertigungshilfsmittel?

- weniger als 1%
- von 1 bis weniger als 5%
- von 5 bis weniger als 10%
- von 10 bis weniger als 20%
- 20% und mehr

Könnten Sie bitte den ungefähren Prozentsatz angeben?

ca.%

- keine Angabe

8) Bitte beantworten Sie diese Frage nur, falls Sie Frage 6 verneint haben!

Aus welchen Gründen haben Sie die Verschrottung von Fertigungshilfsmitteln nicht durchgeführt?

- Es bestand infolge ausreichender Lagerkapazität kein Anlaß, eine Verschrottung zu erwägen.
- Die Kosten für eine Lagererweiterung wurden für niedriger erachtet als die Kosten, die bei einer Verschrottung von Fertigungshilfsmitteln entstehen würden.
- Eine Verschrottung wird prinzipiell abgelehnt, damit die Fertigungshilfsmittel im Bedarfsfall sofort verfügbar sind.
- sonstige Gründe (Könnten Sie diese bitte auf der Rückseite kurz nennen?)
- keine Angabe

9) Verwenden Sie in Ihrem Betrieb zur Lösung beliebiger Lagerhaltungsprobleme:

a) intuitive Verfahren?

- regelmäßig
- häufig
- selten
- niemals

b) einfache Entscheidungsregeln?

- regelmäßig
- häufig
- selten
- niemals

c) komplexe, mathematisch formalisierte Entscheidungsmodelle?

- regelmäßig
- häufig
- selten
- niemals

d) keines der genannten Verfahren?

--

e) keine Angabe

--

c) Die Umfrageergebnisse

Die Prozentangaben der Umfrageergebnisse beziehen sich jeweils auf die Subpopulation der Rücksendungen, die die betreffende (Teil-)Frage widerspruchsfrei beantwortet haben.

1a) Umsatz:

- weniger als 10 Mio.DM	0,0 (17,7) %
- von 10 bis weniger als 100 Mio.DM	87,5 (76,5) %
- von 100 bis weniger als 200 Mio.DM	0,0 (0,0) %
- von 200 bis weniger als 500 Mio.DM	0,0 (0,0) %
- von 0,5 bis weniger als 1 Mrd.DM	12,5 (5,9) %
- von 1 bis weniger als 5 Mrd.DM	0,0 (0,0) %
- von 5 bis weniger als 10 Mrd.DM	0,0 (0,0) %
- 10 Mrd.DM und mehr	0,0 (0,0) %
- keine Angabe	0,0 (0,0) %

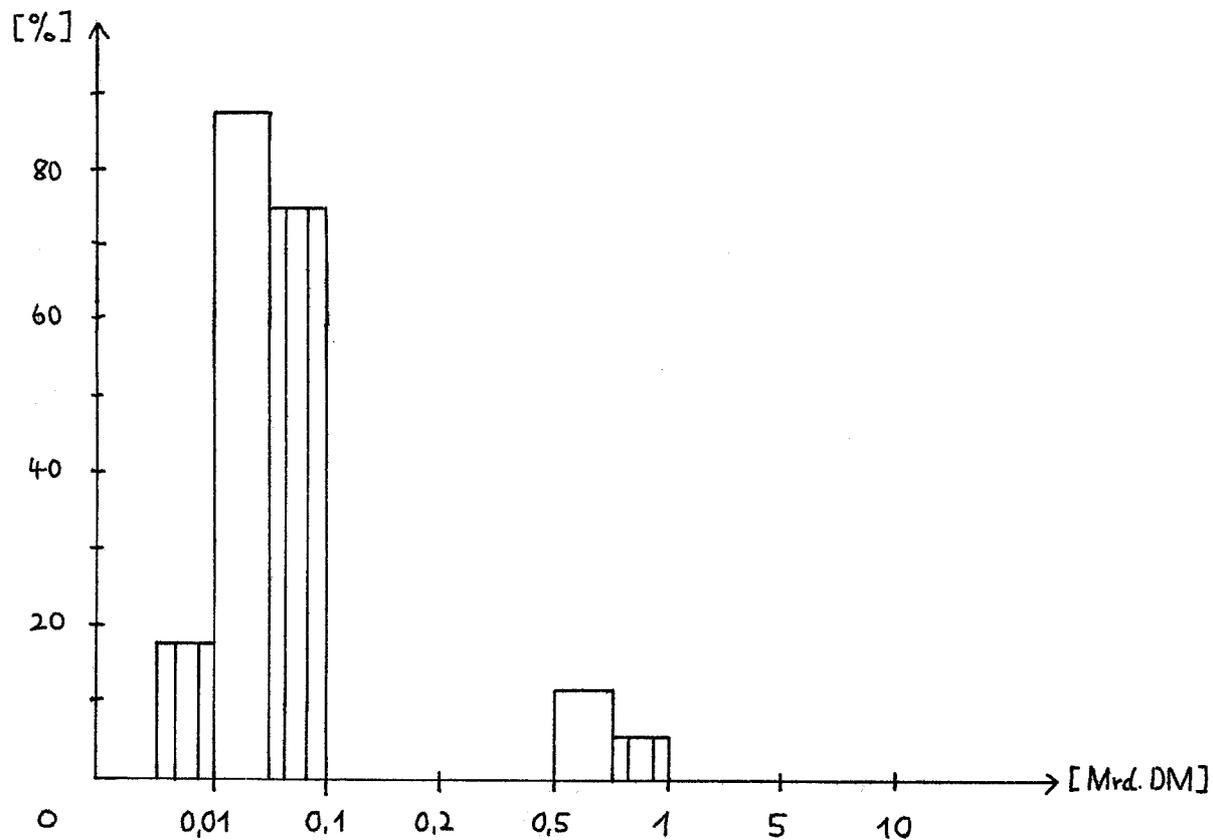


Abb.8 Histogramm zur Teilfrage 1a

1b) Durchschnittlicher Personalbestand:

- weniger als 10 Personen	0,0 (0,0) %
- von 10 bis weniger als 50 Personen	12,5 (5,9) %
- von 50 bis weniger als 100 Personen	0,0 (5,9) %
- von 100 bis weniger als 200 Personen	25,0 (35,3) %
- von 200 bis weniger als 500 Personen	37,5 (41,1) %
- von 500 bis weniger als 1000 Personen	12,5 (5,9) %
- von 1000 bis weniger als 5000 Personen	0,0 (0,0) %
- 5000 Personen und mehr	12,5 (5,9) %
- keine Angabe	0,0 (0,0) %

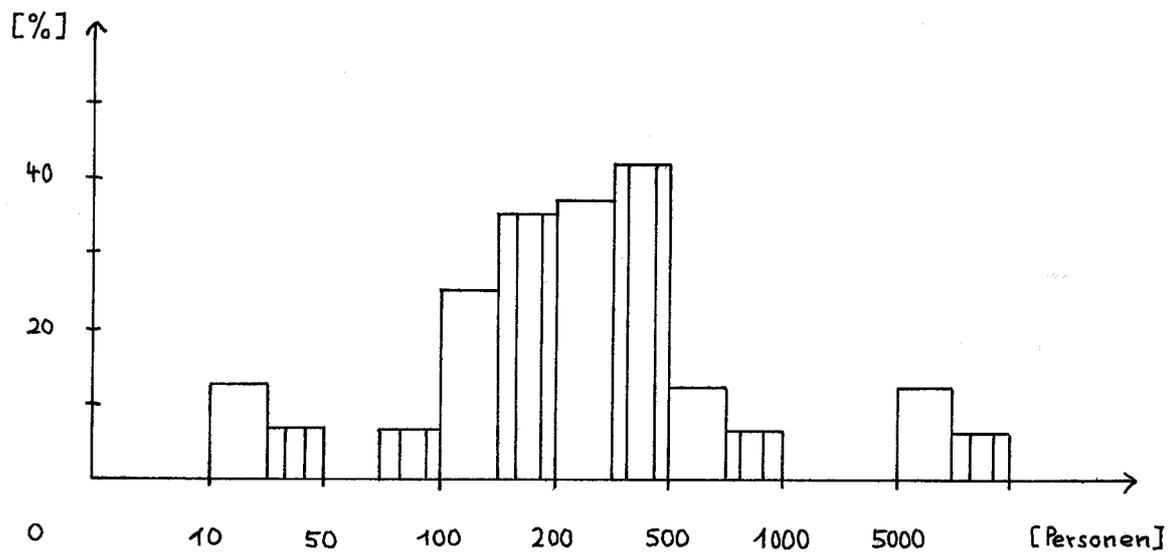


Abb.9 Histogramm zur Teilfrage 1b

2) Jährlicher FHM-Neuzugang:

- weniger als 100 Stück	37,5 (35,3) %
- von 100 bis weniger als 200 Stück	25,0 (23,5) %
- von 200 bis weniger als 500 Stück	0,0 (17,6) %
- von 500 bis weniger als 1000 Stück	12,5 (5,9) %
- von 1000 bis weniger als 5000 Stück	12,5 (11,8) %
- 5000 Stück und mehr	12,5 (5,9) %
- keine Angabe	0,0 (0,0) %

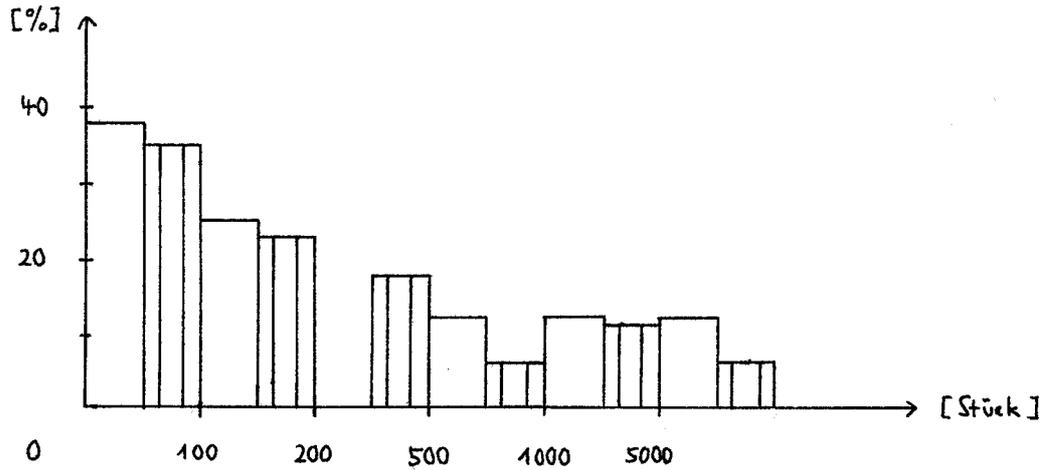


Abb.10 Histogramm zur Frage 2

3) Anzahl unterschiedlicher FHM:

- weniger als 100 Stück	25,0 (25,0) %
- von 100 bis weniger als 500 Stück	25,0 (18,8) %
- von 500 bis weniger als 1000 Stück	0,0 (0,0) %
- von 1000 bis weniger als 5000 Stück	12,5 (31,2) %
- von 1000 bis weniger als 10000 Stück	0,0 (0,0) %
- von 10000 bis weniger als 50000 Stück	25,0 (18,8) %
- von 50000 bis weniger als 100000 Stück	0,0 (0,0) %
- 100000 Stück und mehr	12,5 (6,3) %
- keine Angabe	0,0 (0,0) %

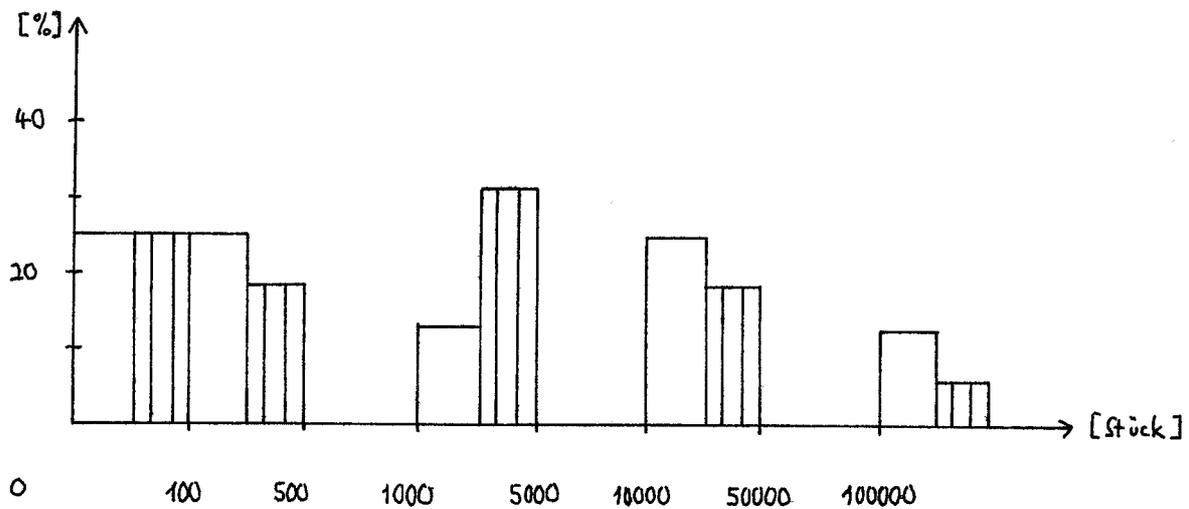


Abb.11 Histogramm zur Frage 3

4) Lagerhaltungskosten:

- weniger als 0,1 Mio.DM	25,0 (41,2) %
- von 0,1 bis weniger als 0,5 Mio.DM	50,0 (41,2) %
- von 0,5 bis weniger als 1,0 Mio.DM	12,5 (5,9) %
- 1,0 Mio.DM und mehr	12,5 (5,9) %
- keine Angabe	0,0 (5,9) %

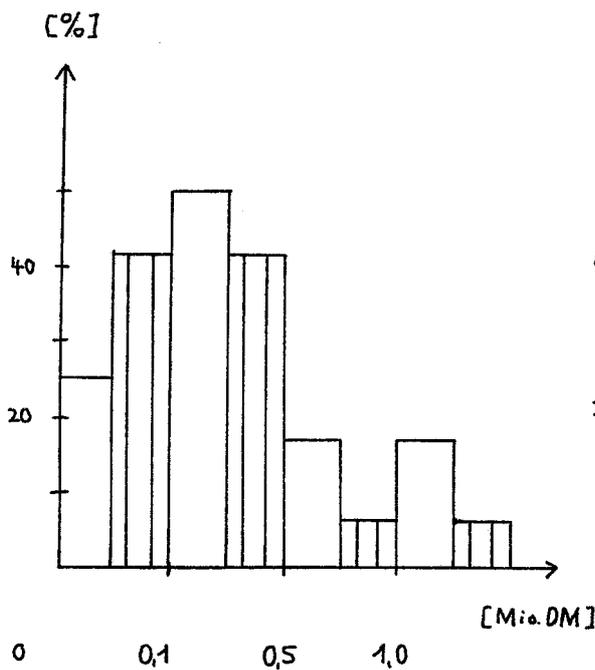


Abb.12 Histogramm zur Frage 4

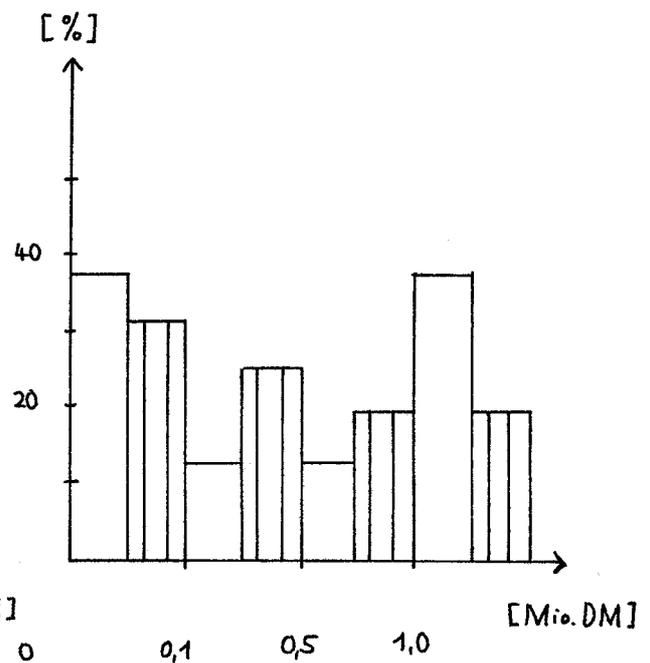


Abb.13 Histogramm zur Frage 5

5) Kapitalbindung:

- weniger als 0,1 Mio.DM	37,5 (31,3) %
- von 0,1 bis weniger als 0,5 Mio.DM	12,5 (25,0) %
- von 0,5 bis weniger als 1,0 Mio.DM	12,5 (18,8) %
- 1,0 Mio.DM und mehr	37,5 (18,8) %
- keine Angabe	0,0 (6,3) %

6) Verschrottungen in der Vergangenheit:

- ja		100,0	(100,0) %
- nein		0,0	(0,0) %

7a) Verschrottungskriterien:

- Höchstalter	(K ₁)	0,0	(11,8) %
- verwendungsfreie Jahre	(K ₂)	87,5	(94,1) %
- mangelnde Absatzaussichten	(K ₃)	75,0	(52,9) %
- Kostenkriterium	(K ₄)	0,0	(0,0) %
- sonstige Kriterien ¹⁾	(K ₅)	25,0	(11,8) %

7b) Besondere Merkmale der FHM:

- Wert	(M ₁)	37,5	(31,3) %
- Lagerraumbedarf	(M ₂)	75,0	(50,0) %
- andere Merkmale ²⁾	(M ₃)	12,5	(6,3) %
- kein Merkmal	(M ₄)	12,5	(31,3) %

7c) Wertanteil verschrotteter FHM:

- weniger als 1%		12,5	(23,5) %
- von 1 bis weniger als 5%		50,0	(41,2) %
- von 5 bis weniger als 10%		12,5	(5,9) %
- von 10 bis weniger als 20%		25,0	(17,6) %
- 20% und mehr		0,0	(0,0) %
- keine Angabe		0,0	(11,8) %

8) Gründe für Nichtverschrottung von FHM:

Antworten auf diese Frage entfielen, da die Frage 6, ob in der Vergangenheit bereits FHM verschrottet worden wären, von allen Antwortenden ausnahmslos bejaht wurde.

1) Dies waren : Abnutzung, Zerstörung der FHM, neue Techniken und Verfahren sowie das Angebot wirtschaftlicherer einsetzbarer FHM am Markt.

2) Dabei handelte es sich um : technischen Zustand, Brauchbarkeit, Arbeitersparnis.

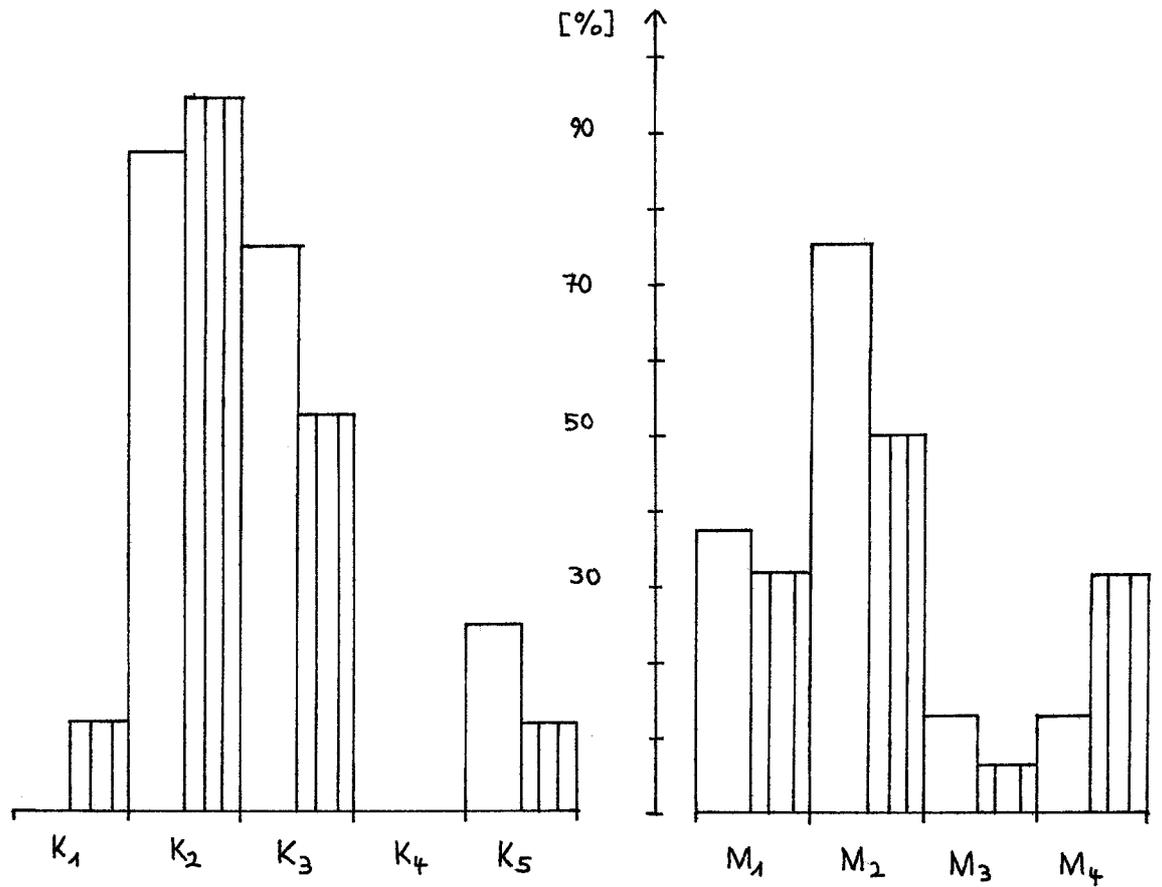


Abb.14 Histogramme zu den Teilfragen 7a und 7b

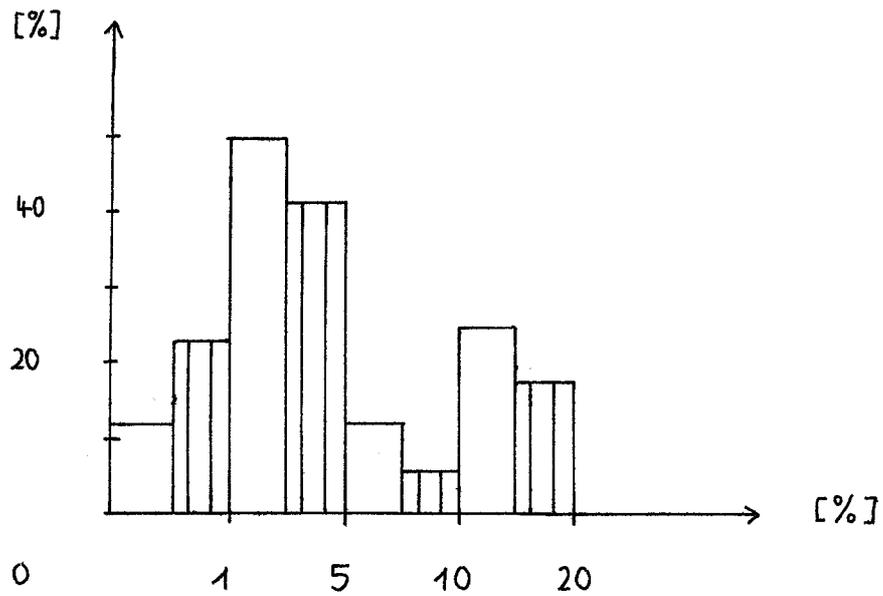


Abb.15 Histogramm zur Teilfrage 7c

9) Methoden der FHM-Bewirtschaftung:

	regelmäßig Big (I)	häufig (II)	selten (III)	niemals (IV)
a) intuitive Verfahren	0,0 % (10,0) %	50,0 % (50,0) %	50,0 % (40,0) %	0,0 % (0,0) %
b) einfache Ent- scheidungsregeln	12,5 % (23,1) %	37,5 % (30,8) %	50,0 % (46,2) %	0,0 % (0,0) %
c) komplexe Ent- scheidungsmodelle	0,0 % (16,7) %	0,0 % (0,0) %	12,5 % (8,3) %	87,5 % (75,0) %
d) keines der genannten Verfahren				0,0 (0,0) %
e) keine Angabe				0,0 (0,0) %

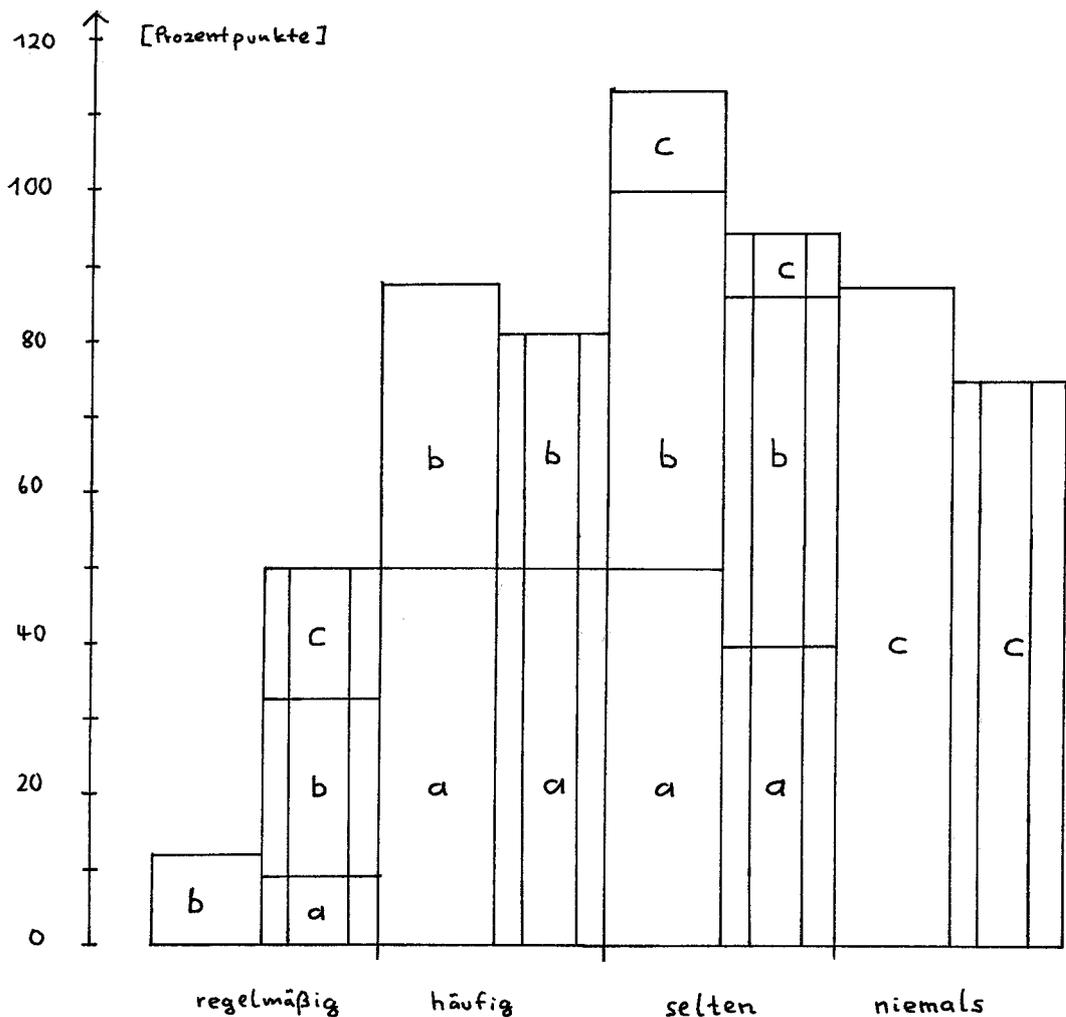


Abb.16 1.Histogramm zu den Teilfragen 9a bis 9c

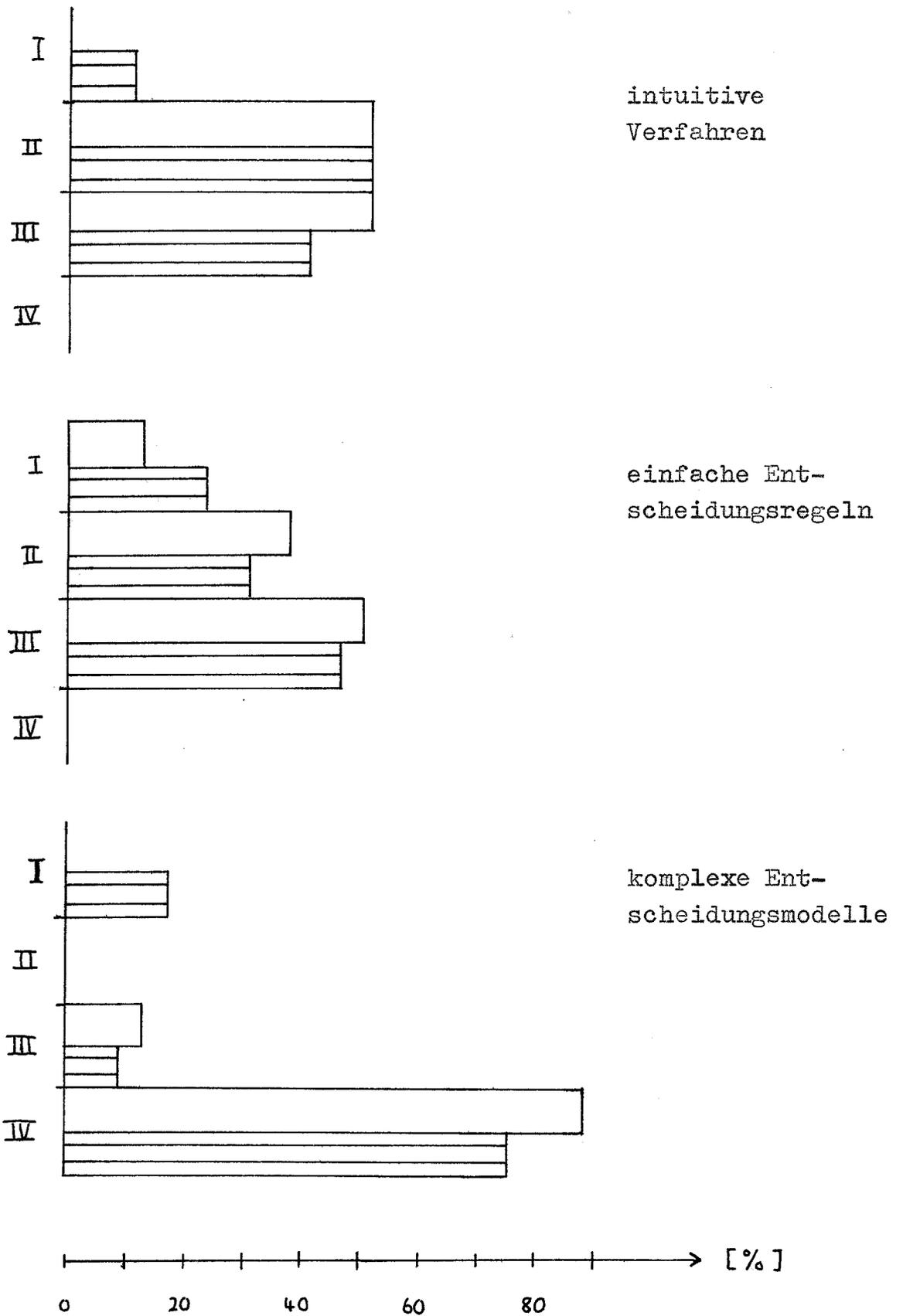


Abb.17 2.Histogramm zu den Teilfragen 9a bis 9c

d) Interpretation der Umfrageergebnisse

Die Mehrzahl der Unternehmen wies 1979 einen Umsatz von weniger als 100 Mio.DM und einen durchschnittlichen Personalbestand von 100 bis 500 Personen auf.Hinsichtlich der FHM-Bewirtschaftung lassen sich zwei disjunkte,aber nicht exhaustive Gruppen von Unternehmen hervorheben,für die gilt:

Gruppenmerkmale	Gruppe I	Gruppe II
- gelagerte FHM	< 1000 Stück	≥ 1000 Stück
- Neuzugänge	< 200 Stück	≥ 200 Stück
- Lagerhaltungskosten	< 0,1 Mio.DM	≥ 0,1 Mio.DM
- Kapitalbindung	< 0,1 Mio.DM	≥ 0,1 Mio.DM

Rechnet man ein Unternehmen zu einer dieser Gruppen,wenn es mindestens 3 / alle 4 Gruppenmerkmale erfüllt,dann gehören zur Gruppe I 37,5 (35,3) % / 25,0 (23,5) % und zur Gruppe II 50,0 (52,9) % / 37,5 (23,5) % der Unternehmen. Nur 12,5 (11,8) % / 37,5 (52,9) % der Unternehmen können keiner dieser beiden Gruppen zugerechnet werden.I.f. sei von einer Gruppenbildung nach Maßgabe nur drei erfüllter Kriterien ausgegangen.

Bei Unternehmen der Gruppe I,deren FHM-Bewirtschaftung auf Grund ihrer Gruppenmerkmals-Ausprägungen keine herausragende Rolle spielt,wäre eine deutliche Bevorzugung intuitiver Verfahren und einfacher Entscheidungsregeln zu erwarten,während bei Unternehmen der Gruppe II mit bereits bedeutsamem Umfang der FHM-Bewirtschaftung ein verstärkter Einsatz von komplexen Entscheidungsmodellen naheläge.

Schlüsselt man jedoch die Antworten auf die Frage 9,die die bei der Verschrottungsentscheidung angewandten Methoden betraf,nach diesen beiden Gruppen auf,so zeigt sich,daß zwar Unternehmen der Gruppe I o.g. Erwartungen tendenziell entsprechen,aber die Unternehmen der zweiten Gruppe werden ihnen keinesfalls gerecht:Sie bevorzugen nicht nur die einfachen Entscheidungsregeln,sondern gebrauchen komplexe Entscheidungsmodelle sogar in noch geringerem Umfang als die Unternehmen der Gruppe I!Es zeigt sich deutlich ein Bewußtseinsdefizit der Unternehmen der Gruppe II für aufwendige,aber detaillierte Entscheidungsmodelle.

Aus der Aufschlüsselung der Frage 9 für die Gruppen I und II folgt (die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die Unternehmen derselben Gruppe und jeweils eine Teilfrage):

	regelmäßig	häufig	selten	niemals
a) I	0,0(0,0)%	66,7(66,7)%	33,3(33,3)%	0,0(0,0)%
II	0,0(20,0)%	25,0(20,0)%	75,0(60,0)%	0,0(0,0)%
b) I	33,3(50,0)%	33,3(25,0)%	33,3(25,0)%	0,0(0,0)%
II	0,0(14,3)%	50,0(42,9)%	50,0(42,9)%	0,0(0,0)%
c) I	0,0(20,0)%	0,0(0,0)%	33,3(20,0)%	66,6(60,0)%
II	0,0(20,0)%	0,0(0,0)%	0,0(0,0)%	100,0(80,0)%

Es bedeuten : a:intuitive Verfahren

b:einfache Entscheidungsregeln

c:komplexe Entscheidungsmodelle

I,II:Bezeichnungen der Gruppen

An der Angabe, 20% der sich zu Frage 9c) äußernden Unternehmen pflegten den regelmäßigen Einsatz komplexer Entscheidungsmodelle (bei Berücksichtigung auch der nur eingeschränkt verwertbaren Antworten), bestehen begründete Zweifel, da jene als Verschrottungskriterien die Kosten der FHM-Bewirtschaftung ebensowenig wie den Wert der FHM genannt und nur in einem Fall den Lagerkapazitätsbedarf der FHM angeführt haben, ein realitätsadäquates Entscheidungsmodell ohne diese Elemente jedoch nicht möglich ist.

Obwohl ausnahmslos alle Unternehmen eine FHM-Verschrottung befürworteten, orientiert kein einziges seine Verschrottungsentscheidungen an Kostenkriterien. Eine unmittelbar ergebnisbezogene Entscheidungsrechnung hat sich auf dieser Ebene also noch nicht durchgesetzt. Vielmehr orientiert man sich an Faustregeln, die sich größtenteils auf die Anzahl von Jahren ohne Verwendung eines FHM beziehen, sowie an den Absatzerwartungen. Nur in zwei Fällen wurde ein differenzierteres Kriterienbündel angegeben¹⁾. Allerdings finden schon häufig ergänzende Daten über das Entscheidungsfeld wie der Wert und der Lagerraumbedarf der FHM Berücksichti-

1) Vgl. die Umfrageergebnisse zu Frage 7a.

gung. Zu einer Einbeziehung dieser Strukturelemente des Realproblems in ein Kalkül der Kostenminimierung ist man jedoch noch nicht fortgeschritten.

Unternehmen der Gruppe II führen 5 (6) mal häufiger den Lagerraumbedarf als den Wert der FHM als ergänzenden Entscheidungsaspekt an, während solche der ersten Gruppe beide Merkmale etwa gleich oft nennen. Daher liegt die Vermutung nahe, daß vor allem bei Gruppe II die verfügbare Lagerkapazität sehr knapp ist.

Bezüglich des Wertanteils verschrotteter FHM läßt sich keine deutliche Differenzierung zwischen Gruppe I und II erkennen. Doch ist offensichtlich, daß der größte Teil der Unternehmen weniger als 5% des gelagerten FHM-Wertes jährlich verschrottet und nur ein kleiner Rest zwischen 5 und 20%. Alle Unternehmen mit 500 und mehr jährlichen FHM-Neuzugängen verschrotten weniger als 5% ihres Bestandes, obwohl gerade bei ihnen höhere Verschrottungsquoten zu erwarten gewesen wären. Entweder verfügen diese Unternehmen noch über beträchtliche freie Lagerkapazitäten oder aber sie verschrotten vornehmlich geringwertige FHM. Gegen die erste Interpretationsmöglichkeit sprechen obige Ausführungen (zumindest bezüglich Unternehmen der Gruppe II), während die zweite zweifelhaft erscheint, weil zwei Drittel dieser Unternehmen den Wert der FHM als Entscheidungsaspekt nicht genannt haben¹⁾.

Fazit: Unternehmen, deren FHM-Bewirtschaftung keine unbedeutende Rolle mehr spielt, lassen eine an Kostenzielen orientierte, auf komplexen, aber realitätsähnlichen Modellen basierende Entscheidungsfindung vermissen, obwohl sie mit dem Problem knapper Lagerkapazitäten konfrontiert werden.

1) Die fehlende Nennung des Wertkriteriums könnte jedoch dadurch erklärt werden, daß die betreffenden Unternehmen es zwar intuitiv befolgen, aber im Rahmen ihrer Entscheidungsregeln nicht expliziert formuliert haben.

Anhang 2 : Erhebung von Fertigungshilfsmittel-Daten

Um die Anwendungsmöglichkeiten der theoretisch erörterten statistischen Analysetechniken zu demonstrieren, wurde aus der FHM-Lagerkartei einer bedeutenden Gießerei, die etwa 6500 verschiedene FHM umfaßte, eine Zufallsstichprobe von 100 FHM entnommen, die frühestens 1970 hergestellt worden waren. Daten über die Lagerkapazitätsbedarfe und Herstell- bzw. Beschaffungswerte der einzelnen FHM lagen nicht vor, sondern wurden mit Hilfe eines Zufallszahlen-Generators ergänzt. Die auf den Karteikarten vermerkten Termine betrafen sämtliche Bewegungen aus dem bzw. in das Lager (z.B. Abgabe von FHM zu Probeabgüssen, Modifikationen, Instandhaltungen und produktiven Einsätzen sowie den entsprechenden Rückflüssen), ohne zwischen den verschiedenen Bewegungsur-sachen deutlich zu differenzieren. FHM mit sehr großer Bewegungshäufigkeit lagen datenmäßig systematisch verzerrt vor, da von jedem FHM jeweils nur die neueste Karteikarte aufbewahrt wurde, während man alle früheren Karten mit weiter in der Vergangenheit liegenden Bewegungen vernichtete. Daher bestehen an der Validität¹⁾ dieser Erhebung beträchtliche Zweifel: Die eingetragenen Termine bezeichneten nicht immer die produktive Verwendung, deren Häufigkeitsverteilung hatte ermittelt werden sollen. Die Abgrenzung des Herstelldatums eines FHM erwies sich als problematisch, da ein Gießereimodell vor seinem ersten Einsatz in der Fertigung zu Probeabgüssen und Korrekturen zwischen Lager, Modellbau sowie Produktionsstätten mehrfach hin- und herpendelt. Es fehlte ein Kriterium, um zu bestimmen, zu welchem Zeitpunkt ein FHM endgültig hergestellt war. Daher wurde der Einfachheit halber das Herstellungsdatum mit der ersten Eintragung in der Lagerkartei identifiziert.

Wegen dieser erheblich eingeschränkten Aussagekraft der erhobenen Daten kann den ausgewählten statistischen Teilanalysen kein Anspruch auf gehaltvolle Aussagen über reale Sachverhalte zugemessen werden, sondern sie sind lediglich als Exemplifikation der diskutierten Rechentechniken zu verstehen.

1) Zum Begriff der Validität s. Lienert, G.A. : a.a.O., S.39.

Anhang 3 : Programmdokumentation

a) Programmübersicht

Kurzbe- zeichnung	Funktion	Seite
P- 1	Urdaten-Aufbereitung	118
P- 2	Urdaten-Sortierung	132
P- 3	Urdaten-Analyse	134
P- 4	Anpassungstest	195
P- 5	Zufallsgenerator	200
P- 6	Zufallsdaten-Sortierung	202
P- 7	Zufallsdaten-Aufbereitung	205
P- 8	Klassen-Aufbereitung	218
P- 9	Dynamische Programmierung	227
P-10	Branch-and-Bound	238
P-11	Kolesar-Algorithmus als spezielles Branch-and-Bound Verfahren	243
P-12	Austausch-Algorithmus	251
P-13	Rangfolge-Algorithmus	261
P-14	Algorithmus zur Approximation des dynamischen Entscheidungsmodells	273

b) Anmerkungen zu den Programmen

P-1 leitet aus den auf Magnetplatte gespeicherten, (überwiegend) empirisch gewonnenen FHM-Daten¹⁾ charakteristische Parameter ab: das Alter der FHM, ihre absolute Verwendungsanzahl, Verwendungshäufigkeit pro Jahr, exponentiell geglättete Verwendungsanzahl²⁾, die durchschnittliche Dauer zwischen zwei Verwendungen, die Anzahl der Verwendungen im Prognosejahr (das hier zur späteren Überprüfung der Prognosegüte mit dem aktuellen Jahr gleichgesetzt wurde) sowie im Vorjahr und die Anzahl der Jahre mit mindestens einer Verwendung. Kosten und Lagerkapazitätsbedarf der FHM wurden mit Hilfe eines Zufallszahlen-Generators erzeugt, da sie im

1) Vgl. Anhang 2.

2) Berechnet mit Hilfe des vollständig-adaptiven Exponential Smoothings.

Rahmen der Urdaten nicht verfügbar waren¹⁾.

P-2 sortiert die FHM nach Maßgabe ihrer Verwendungshäufigkeit.

P-3 stellt die Auswertung der aufbereiteten Urdaten mit Hilfe des Programmpakets SPSS²⁾ dar. In allen Testvarianten erweist sich die relative Verwendungshäufigkeit als die Variable mit dem stärksten (bzw. zweitstärksten) Zusammenhang mit der zu prognostizierenden Anzahl von Verwendungen im aktuellen Jahr (1980). Ihr folgen als mögliche Prognose-Indikatoren die exponentiell geglättete Verwendungsanzahl sowie das Alter der FHM. Erste wird im Rahmen der multiplen Korrelationsanalyse betont, zweites dagegen mehr durch die Faktorenanalyse. Beim FHM-Alter handelt es sich um eine Suppressor-Variable, die von der schrittweisen Korrelationsanalyse nur mangelhaft (lediglich an 4. Stelle) erfaßt wird und auch bei den von dritten Variablen isolierten einfachen Korrelationsanalysen und Kontingenztests kaum in Erscheinung tritt, bei der Faktorenanalyse jedoch eine bemerkenswerte Rolle spielt. Die Faktorenanalyse führt zur gewünschten Einfachstruktur, in der die Verwendungsanzahl im aktuellen bzw. Prognosejahr nur einen Faktor (den 2. Faktor) substantziell lädt. Je nach Rotationsverfahren (für die schiefwinklige Rotation wurde nur die dargestellt, die den 2. Faktor von der Verwendungsanzahl im Prognosejahr am höchsten laden läßt) folgt jedoch eine andere Rangfolge der diesen Faktor ebenfalls substantziell ladenden und daher als Prognose-Indikatoren geeigneten Variablen. Vergleicht man die Ergebnisse der einfachen und multiplen (schrittweisen) Korrelationsanalysen, der Kontingenztests und der Faktorenanalysen bezüglich der Stärke des Zusammenhangs einer Variablen mit der Verwendungsanzahl im aktuellen Jahr, so zeigt sich deutlich die Abhängigkeit der Resultate von der jeweils angewandten Analysetechnik (und Parameterwahl). Als allgemeingültige Tendenzaussagen lassen sich jedoch die Dominanz der Verwendungshäufigkeit zu Prognosezwecken und die Ungeeignetheit der von Weinberg vorge-

1) Es handelt sich um die Zufallszahlen-Ausgabe durch die Write-Cases Anweisung in P-5.

2) Vgl. Beutel, P., H. Küffner, E. Röck u. W. Schubö: SPSS Statistik-Programmsystem für die Sozialwissenschaften - Eine Kurzbeschreibung zur Programmversion 6, Stuttgart-New York 1976 / Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D. H. Bent: a. a. O.

schlagenen Anzahl von Jahren mit mindestens einer Verwendung (in der multiplen Korrelationsanalyse wird sie erst als vorletzte Variable in der Prognosegleichung berücksichtigt, bei der Faktorenanalyse lädt sie den relevanten 2. Faktor kaum, dagegen den irrelevanten 1. Faktor sehr hoch) festhalten.

P-4 untersucht in einem Chi-Quadrat-Anpassungstest, ob die Urdaten auf eine Poisson-Verteilung der Verwendungshäufigkeit hinweisen. Das Resultat ist negativ.

P-5 stellt für die folgenden Programme (sowie für P-1) 200 zufällig erzeugte FHM-Daten zur Verfügung, deren ersten 50 ausgedruckt sind.

P-6 sortiert diese Daten in aufsteigender Reihenfolge erstens nach Maßgabe der vorgegebenen Wiederbereitstellungskosten-Klassen und zweitens innerhalb derselben gemäß des Lagerkapazitätsbedarfs.

P-7 bereitet diese Daten analog zu P-1 auf, gibt eine sortierte Liste aller zugrundegelegten FHM aus und ordnet jene in 25 FHM-Klassen ein, deren Grenzen als bereits bekannt betrachtet werden.

P-8 ermittelt sämtliche für die folgenden Lösungsalgorithmen entscheidungsrelevanten Daten dieser Klassen, führt Lösbarkeits- und Trivialitätsprüfungen durch und ordnet die Klassen aszendente nach den Werten ihrer spezifischen Kosten (59).

Es schließen sich Programmierungen einzelner Lösungsalgorithmen an¹⁾, die in der Programmübersicht auf S. 115 aufgelistet sind. Da vom vorbereitenden Programm P-8 Abundanz der Lagerkapazität nachgewiesen worden ist, führt das Rangfolgeverfahren (P-13) nur zur Verschrottung der FHM-Klassen mit negativen spezifischen Kosten, deren Verschrottung sogar Kosten einspart.

c) Die Programme

Die folgenden Seiten enthalten eine Dokumentation der Einzelprogramme.

1) Infolge der Umbauarbeiten des Rechenzentrums/Köln und der hiermit verbundenen oftmaligen Ausfälle einzelner Systemkomponenten konnte von den Programmen P-9 bis P-14 nur P-13 vollständig ausgetestet werden, während für die übrigen nur noch ein Test auf syntaktische Richtigkeit erfolgte.

P-1 : Urdaten-Aufbereitung

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056;STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE1,URDATEI, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE1,RT=W,BT,MRL=80.
-ATTACH,TAPE3,PADATEI, ID=AF056,MR=0.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE3,RT=W,BT,MRL=90.
-REQUEST,TAPE2,*PF.
-COBOL,0=X.
COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
COBOL - COMPILING URDATEN
COBOL - 51 DIAGNOSTICS
COBOL - END COMPILE TIME = 001.070 CP SECONDS
-LSD.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0012726 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
COB - OBJECT LIBRARY CY477
-CATALOG,TAPE2,FMDATEI, ID=AF056.
PF060 - CYCLE 1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
MAX MS 14 *4KW
PF050 - WARNING - FILE LENGTH CHANGED. LFN=TAPE3
JM166 - MAXIMUM USER SCM 42400B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM 100000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 64B BUFFERS
SCM 22.538 KWS
LCM 34.596 KWS
I/O 0.001 MW
USER 0.970 SEC
JOB 1.650 SEC
SC050 - 000007 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.

PROGRAM-ID. URDATEN-AUFBEREITUNG.

AUTHOR. ZELEWSKI.

DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.

DATE-COMPILED. 25/09/80.

ENVIRONMENT DIVISION.

CONFIGURATION SECTION.

SPECIAL-NAMES.

DECIMAL-POINT IS COMMA.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.

SELECT URDATEI ASSIGN TO TAPE1.

SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.

SELECT FMDATEI ASSIGN TO TAPE2.

SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD URDATEI

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS URSATZ.

01 URSATZ

PIC X(30).

FD PADATEI

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.

01 PARAMETER-SATZ

PIC X(30).

FD FMDATEI

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS FM-SATZ.

01 FM-SATZ

PIC X(56).

FD AUSDAT

LABEL RECORDS ARE OMITTED

REPORTS ARE AUSGABESEITE, FEHLERMELDUNGEN.

WORKING-STORAGE SECTION.

01 PROGNOSE-NEU

PIC S9(02)V9(03).

01 PROGNOSE-ALT

PIC S9(02)V9(03).

01 PROGNOSEREAKTION.

05 KENNZEICHEN-REAKTION.

10 NORMAL-KENNZ

PIC X(01) VALUE "N".

10 ANPASS-KENNZ

PIC X(01) VALUE "A".

05 REAKTIONEN-FLAG

PIC X(01).

88 NORMAL

VALUE "N".

88 ANPASSUNG

VALUE "A".

01 MITTLERE-ABSOLUTE-ABWEICHUNG.

05 MAD-ALT

PIC 9(02)V9(03).

05 MAD-NEU

PIC 9(02)V9(03).

01 SUMME-ABWEICHUNGEN

PIC 9(04)V9(03).

01 ABWEICH-SIGNAL

PIC 9(02)V9(03).

01 ALPHA

PIC 9(02)V9(03).

01 SMOOTHED-ERROR.

05 SME-ALT

PIC S9(02)V9(03).

05 SME-NEU

PIC S9(02)V9(03).

01 LAUFVARIABLEN.

05 H

PIC 9(03).

05 I

PIC 9(03).

05 J

PIC 9(03).

05 K

PIC 9(03).

05 N

PIC 9(03).

01 VERWENDUNGSDATEN-TABELLE.

```
05 VERWENDUNGSDATUM
    OCCURS 1 TO 150 DEPENDING ON ANZAHL-VW-MAX.
    10  VN-TAG          PIC  9(02).
    10  VN-MONAT       PIC  9(02).
    10  VN-JAHR        PIC  9(02).
01 VERWENDUNGS-TABELLE.
    05 VW-ZEITPUNKT    PIC  9(06)
        OCCURS 1 TO 150 DEPENDING ON ANZAHL-VW-MAX.
01 URSATZ-1.
    05 SATZKENNUNG-1   PIC  X(01).
        88 URSATZ-TYP-1 VALUE 1.
    05 FHMNR-IN        PIC  9(06).
    05 WIEDKOST-IN     PIC  9(06).
    05 LAGBEAN-IN      PIC  9(04).
    05 HERSTDAT-IN     PIC  9(06).
    05 VERSKOST-IN     PIC  S9(06).
    05 FILLER          PIC  X(51).
01 URSATZ-2.
    05 SATZKENNUNG-2   PIC  X(01).
        88 URSATZ-TYP-2 VALUE 2.
    05 VERWENDUNGSZEITPUNKTE.
        10 ZEITPUNKTE OCCURS 13.
            15 VWZEIP PIC  9(06).
            88 ENDE-SATZ VALUE 999999.
    05 FILLER          PIC  X(01).
01 PARAMETER.
    02 PARAMETER-1.
    05 SATZKENNUNG-PADATEI PIC  X(01).
        88 PARAMETER-DATEI VALUE "P".
    05 AKTUELLES-DATUM.
        10 AK-TAG      PIC  9(02).
        10 AK-MONAT    PIC  9(02).
        10 AK-JAHR     PIC  9(02).
    05 ANZAHL-VW-MAX   PIC  9(03).
    05 FILLER          PIC  X(70).
    02 PARAMETER-2.
    05 FILLER          PIC  X(08).
    05 EXPSMO-NAHL     PIC  9(01).
        88 VERSION-1  VALUE 1.
        88 VERSION-2  VALUE 2.
    05 ANZAHL-DATEN-MAX PIC  9(03).
    05 SCHAETZUNG      PIC  9(03).
    05 ALPHA-NORMAL    PIC  9V9(02).
    05 ALPHA-ANPASS    PIC  9V9(02).
    05 BETA             PIC  9V9(02).
    05 ABWEICH-GRENZE  PIC  9V9.
    05 FILLER          PIC  9(54).
01 EXPONENTIAL-SMOOTHING-TABELLE.
    05 DATUM           PIC  9(02)V9(03)
        OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON ANZAHL-DATEN-MAX.
    05 ANALYSEJAHRE    PIC  9(03).
01 FM-DATEN.
    05 FHMNR          PIC  9(06).
    05 VERSKOST       PIC  S9(06).
    05 WIEDKOST       PIC  9(06).
    05 LAGBEAN        PIC  9(04).
    05 SPEZKOST       PIC  9(06)V9(02).
    05 FHMALTER       PIC  9(06).
```

	05	VWANZAHL	PIC	9(03).	
	05	VWHAUF	PIC	S9(02)V9(03).	
	05	VWEXPSMD	PIC	9(02)V9(03).	
	05	VWDAUER	PIC	9(05).	
	05	VWJAHRE	PIC	9(02).	
	05	VWVORJAHR	PIC	9(02).	
	05	VWAKJAHR	PIC	9(02).	
01		ANZAHL-VW	PIC	9(03).	
01		JAHR-ALT	PIC	9(02).	
01		HERSTELLDATUM.			
	05	HS-TAG	PIC	9(02).	
	05	HS-MONAT	PIC	9(02).	
	05	HS-JAHR	PIC	9(02).	
01		ANZAHL-FM	PIC	9(04).	
01		DATEI-KENNUNG.			
	05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.			
		10 BOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
		10 EOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
	05	STATUS-URDATEI	PIC	X(01).	
		88 ENDE-URDATEI			VALUE "E".
01		KENNUNG-SATZ.			
	05	KENNZEICHEN-SATZ STATUS.			
		10 BOS-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
		10 EOS-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
	05	STATUS-SATZ	PIC	X(01).	
		88 SATZENDE			VALUE "E".
01		KENNUNG-AKJAHR.			
	05	KENNZEICHEN-AKJAHR.			
		10 BOAK-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
		10 EOAK-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
	05	STATUS-AKJAHR	PIC	X(01).	
		88 ENDE-AKJAHR			VALUE "E".
01		KENNUNG-VORJAHR.			
	05	KENNZEICHEN-VORJAHR.			
		10 BOVJ-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
		10 EOVJ-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
	05	STATUS-VORJAHR	PIC	X(01).	
		88 ENDE-VORJAHR			VALUE "E".
01		VOR-JAHR	PIC	9(02).	
01		FEHLERKENNZEICHEN.			
	05	INKONSISTENT-KENNZ	PIC	X(02)	VALUE "IN".
	05	INPLAUSIBEL-KENNZ	PIC	X(02)	VALUE "IN".
	05	UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(02)	VALUE "UE".
01		FEHLERTABELLE.			
	05	ZEILE-INKONSISTENTE-DATEN.			
		10 INKONSISTENT-FLAG	PIC	X(02).	
		88 INKONSISTENT			VALUE "IN".
		10 FILLER	PIC	X(55)	VALUE
					"DATEN FEHLTEN ODER BERFANDEN SICH IN DER FALSCHEN RE
					"IHENFOLGE".
		10 FILLER	PIC	X(13)	
					VALUE SPACES.
	05	ZEILE-UEBERLAUF.			
		10 UEBERLAUF-FLAG	PIC	X(02).	
		88 UEBERLAUF			VALUE "UE".
		10 FILLER	PIC	X(58)	VALUE
					"BEI DEN RECHENPROZEDUREN ERFOLGTE MINDESTENS EIN UEB
					"ERLAUF".

```
      10 FILLER PIC X(20)
        VALUE SPACES.
05 ZEILE-INPLAUSIBLES-DATUM.
      10 INPLAUSIBEL-FLAG PIC X(02).
        33 INPLAUSIBEL VALUE "IN".
      10 FILLER PIC X(76) VALUE
        "MINDESTENS EINER DER EINGEGEBENEN VERWENDUNGSZEITPUN
-      "KTE WAR NICHT PLAUSIBEL".
      10 FILLER PIC X(02)
        VALUE SPACES.
01 FEHLER REDEFINES FEHLERTABELLE.
      05 FEHLERZEILE OCCURS 3.
        10 FLAG PIC X(02).
        10 FEHLERTEXT PIC X(78).
01 FEHLERTEXT-DUT PIC X(78).
```

REPORT SECTION.

```
RD AUSGABESEITE
  CONTROL IS FINAL
  PAGE LIMIT IS 55 LINES
  HEADING 1
  FIRST DETAIL 8
  LAST DETAIL 52
  FOOTING 55.
01 TYPE PAGE HEADING.
      05 LINE 1 COLUMN 4 PIC X(52) VALUE
        "AUFBEREITETE SPEZIFISCHE FERTIGUNGSHILFSMITTEL-DATEN".
      05 COLUMN 36 PIC X(05)
        VALUE "SEITE".
      05 COLUMN 93 PIC Z9
        SOURCE PAGE-COUNTER OF AUSGABESEITE.
      05 LINE 2 COLUMN 4 PIC X(52)
        VALUE ALL "=" .
      05 LINE 4 COLUMN 5 PIC X(90) VALUE
        "FHMNR WIEDKOST VERSKOST LAGBEAN SPEZKOST ALTER ANZAHL H
-      "AUF EXPSMO DAUER VWJAHRE VWAKJAHR".
      05 LINE 5 COLUMN 4 PIC X(92)
        VALUE ALL "-".
```

```

01  DETAIL-LINE TYPE DETAIL                LINE PLUS 1.
05  COLUMN 1                               PIC  Z(03),Z(02)9
    SOURCE FHMNR.
05  COLUMN 12                              PIC  Z(03),Z(02)9
    SOURCE NIEDKOST.
05  COLUMN 19                              PIC  Z(03),Z(02)9
    SOURCE VERSKOST.
05  COLUMN 30                              PIC  Z,Z(02)9
    SOURCE LAGBEAN.
05  COLUMN 35                              PIC  Z(03),Z(02)9.9(02)
    SOURCE SPEZKOST.
05  COLUMN 47                              PIC  Z,Z(02)9
    SOURCE FHMALTER.
05  COLUMN 54                              PIC  Z(02)9
    SOURCE VWANZAHL.
05  COLUMN 59                              PIC  Z9.9(03)
    SOURCE VWHAEUF.
05  COLUMN 66                              PIC  Z9.9(02)
    SOURCE VWE XPSMO.
05  COLUMN 72                              PIC  Z(02),Z(02)9
    SOURCE VWDAUER.
05  COLUMN 81                              PIC  Z9
    SOURCE VWJAHRE.
05  COLUMN 90                              PIC  Z9
    SOURCE VWAKJAHR.
01  TYPE CONTROL FOOTING FINAL LINE PLUS 3.
05  COLUMN 1                               PIC  X(44) VALUE
    "ANZAHL VERARBEITETER FERTIGUNGSHILFSMITTEL :".
05  COLUMN 50                              PIC  Z,Z(02)9
    SOURCE ANZAHL-FM.
RD  FEHLERMELDUNGEN
    PAGE LIMIT IS                          55      LINES
    HEADING                                1
    FIRST DETAIL                           3
    LAST DETAIL                             5.
01  TYPE PAGE HEADING.
05  LINE 1 COLUMN 1                        PIC  X(81) VALUE
    "BEI DER ABWICKLUNG DES PROGRAMMS URDATEN-AUFBEREITUNG ER
-   "FOLGTEN FOLGENDE FEHLER :".
05  LINE 2 COLUMN 1                        PIC  X(81)
    VALUE ALL "-".
01  MISTAKE-LINE TYPE DETAIL              LINE PLUS 1.
05  COLUMN 1                              PIC  X(80)
    SOURCE FEHLERTEXT-OUT.

```

PROCEDURE DIVISION.
STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT URDATEI,  
          INPUT PADATEI,  
          OUTPUT FMDATEI,  
          OUTPUT AUSDAT.  
  
MOVE     ZEROES TO VERWENDUNGS-TABELLE  
MOVE     BDF-KENNZ TO STATUS-URDATEI  
INITIATE AUSGABESEITE.  
MOVE     SPACES TO UEBERLAUF-FLAG,  
          INKONSISTENT-FLAG, INPLAUSIBEL-FLAG  
  
READ     PADATEI INTO PARAMETER-1  
AT END   MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG  
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.  
  
READ     PADATEI INTO PARAMETER-2  
AT END   MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG  
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.  
  
IF NOT   PARAMETER-DATEI  
THEN     MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG  
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
```

ENDE-VORLAUF.

EXIT.

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
READ     URDATEI INTO URSATZ-1  
AT END   MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG  
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.  
  
EXAMINE  URSATZ-1 REPLACING ALL SPACES BY ZEROES.  
PERFORM  VERARBEITUNG-URSATZ-1  
COMPUTE  ANZAHL-FM = 0  
PERFORM  VERARBEITUNG-FHM  
          VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL ENDE-URDATEI.
```

ENDE-HAUPTLAUF.

EXIT.

*UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF.

VERARBEITUNG-FHM SECTION.

HAUPTROUTINE-FHM.

```
PERFORM  VERARBEITUNG-URSATZ-2  
COMPUTE  ANZAHL-FM = ANZAHL-FM + 1  
          ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.  
GENERATE DETAIL-LINE.  
WRITE   FM-SATZ FROM FM-DATEN.  
IF      NOT URSATZ-TYP-2 AND NOT ENDE-URDATEI  
THEN    MOVE URSATZ-2 TO URSATZ-1  
          EXAMINE URSATZ-1 REPLACING ALL SPACES BY ZERO  
          PERFORM VERARBEITUNG-URSATZ-1.
```

ENDE-FHM.

EXIT.

VERARBEITUNG-URSATZ-1 SECTION.

HAUPTROUTINE-URSATZ-1.

```
IF NOT URSATZ-TYP-1
THEN MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
MOVE FHMNR-IN TO FHMNR
MOVE VERSKOST-IN TO VERSKOST
MOVE WIEDKOST-IN TO WIEDKOST
MOVE LAGBEAN-IN TO LAGBEAN
COMPUTE SPEZKOST ROUNDED = (VERSKOST + WIEDKOST) / LAGBEAN
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
MOVE HERSTDAT-IN TO HERSTELLDATUM.
IF HS-TAG > 31 OR HS-MONAT > 12 OR HS-JAHR > AK-JAHR
THEN MOVE INPLAUSIBEL-KENNZ TO INPLAUSIBEL-FLAG
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
IF HS-TAG = 31
THEN COMPUTE HS-TAG = 30.
IF AK-TAG = 31
THEN COMPUTE AK-TAG = 30.
COMPUTE FHMALTER = (AK-JAHR - HS-JAHR) * 360
+ (AK-MONAT - HS-MONAT) * 30
+ (AK-TAG - HS-TAG) - 1
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
ENDE-URSATZ-1.
EXIT.
VERARBEITUNG-URSATZ-2 SECTION.
HAUPTROUTINE-URSATZ-2.
MOVE BOS-KENNZ TO STATUS-SATZ
COMPUTE K = 0
COMPUTE N = 0
READ URDATEI INTO URSATZ-2
AT END MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
IF NOT URSATZ-TYP-2
THEN MOVE INKONSISTENT-KENNZ TO INKONSISTENT-FLAG
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
PERFORM VERARBEITUNG-VWZEITPUNKTE
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 13 OR SATZENDE.
PERFORM LESEN-WEITERE-URSAETZE
UNTIL ENDE-URDATEI OR NOT URSATZ-TYP-2.
COMPUTE VWANZAHL = N
COMPUTE VNHAEUF ROUNDED = VWANZAHL * 360 / FHMALTER
COMPUTE ANALYSEJAHRE = AK-JAHR - HS-JAHR
COMPUTE H = 1
PERFORM VORBEREITUNG-EXPSMO
VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > ANALYSEJAHRE.
PERFORM EXPONENTIALLY-SMOOTHING.
COMPUTE VWEXPSMO = PROGNOSE-NEU
IF N > 0
THEN COMPUTE VWDAUER ROUNDED = FHMALTER / VWANZAHL
ELSE COMPUTE VWDAUER = 99999.
COMPUTE VWAKJAHR = 0
MOVE BOAK-KENNZ TO STATUS-AKJAHR
PERFORM BERECHNUNG-VWAKJAHR
VARYING I FROM K BY -1 UNTIL I = 0 OR ENDE-AKJAHR.
COMPUTE VOR-JAHR = AK-JAHR - 1
COMPUTE VVVORJAHR = 0
MOVE BOVJ-KENNZ TO STATUS-VORJAHR
PERFORM BERECHNUNG-VVVORJAHR
VARYING I FROM N BY -1 UNTIL I = 0 OR ENDE-VORJAHR.
```

```
      COMPUTE VWJAHRE = 0
      IF      J > 0
      THEN    COMPUTE H = 1
              PERFORM BERECHNUNG-VERWENDUNGSJAHRE
              VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > ANALYSEJAHRE.
ENDE-URSATZ-2.
      EXIT.

UNTERROUTINEN-VERARBEITUNG SECTION.
VORBEREITUNG-EXPSMO.
      COMPUTE JAHR-ALT = HS-JAHR + J - 1
      COMPUTE DATUM (J) = 0
      PERFORM VERARBEITUNG-VW-JAHR
              VARYING I FROM H BY 1
              UNTIL VW-JAHR (I) > JAHR-ALT OR I > N.
VERARBEITUNG-VW-JAHR.
      COMPUTE H = H + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
      COMPUTE DATUM (J) = DATUM (J) + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-VWVORJAHR.
      IF      VN-JAHR (I) = VOR-JAHR
      THEN    COMPUTE VWVORJAHR = VWVORJAHR + 1
      ELSE    MOVE EOJV-KENNZ TO STATUS-VORJAHR.
LESEN-WEITERE-URSAETZE.
      READ    URDATEI INTO URSATZ-2
      AT END  MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-URDATEI.
      IF      URSATZ-TYP-2 AND NOT ENDE-URDATEI
      THEN    PERFORM VERARBEITUNG-VWZEITPUNKTE
              VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 13 OR SATZENDE.
VERARBEITUNG-VWZEITPUNKTE.
      IF      ENDE-SATZ (I)
      THEN    MOVE EOS-KENNZ TO STATUS-SATZ
      ELSE    COMPUTE K = K + 1
              COMPUTE VERWENDUNGSDATUM (K) = VWZEITP (I)
              COMPUTE VW-ZEITPUNKT (K)
                      = (VW-JAHR (I) - HS-JAHR) * 360
                      + (VW-MONAT (I) - HS-MONAT) * 30
                      + (VW-TAG (I) - HS-TAG)
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
      IF      VW-JAHR (I) < AK-JAHR AND NOT ENDE-SATZ (I)
      THEN    COMPUTE N = N + 1
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-VWAKJAHR.
      IF      VN-JAHR (I) NOT = AK-JAHR
      THEN    MOVE EOAK-KENNZ TO STATUS-AKJAHR
      ELSE    COMPUTE VWAKJAHR = VWAKJAHR + 1
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-VERWENDUNGSJAHRE.
      COMPUTE JAHR-ALT = HS-JAHR + J - 1
      COMPUTE I = H
      IF      VN-JAHR (I) = JAHR-ALT
      THEN    COMPUTE VWJAHRE = VWJAHRE + 1
              PERFORM INKREMENTIEREN-H VARYING I FROM H BY 1
              UNTIL VW-JAHR (I) > JAHR-ALT OR I > N.
INKREMENTIEREN-H.
      COMPUTE H = H + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

EXPONENTIALLY-SMOOTHING SECTION.

1. IF VERSION-1
THEN PERFORM PARTIELLE-ADAPTION.
2. IF VERSION-2
THEN PERFORM VOLLSTAENDIGE-ADAPTION.
EXPONENTIALL-SMOOTHING-ENDE.
EXIT.

PARTIELLE-ADAPTION SECTION.

HAUPTROUTINE-PARTIELL,
MOVE NORMAL-KENNZ TO REAKTIONEN-FLAG
COMPUTE PROGNOSE-ALT = SCHAETZUNG
COMPUTE MAD-ALT = 0
COMPUTE SUMME-ABWEICHUNGEN = 0
PERFORM UNTERROUTINE-PARTIELL
VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > ANALYSEJAHRE.

ENDE-PARTIELL,

EXIT.

VOLLSTAENDIGE-ADAPTION SECTION.

HAUPTROUTINE-VOLLSTAENDIG.
COMPUTE PROGNOSE-ALT = SCHAETZUNG
COMPUTE ALPHA = ALPHA-ANPASS
COMPUTE MAD-ALT = 0
COMPUTE SME-ALT = 0
PERFORM UNTERROUTINE-VOLLSTAENDIG
VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > ANALYSEJAHRE.

ENDE-VOLLSTAENDIGE-ADAPTION.

EXIT.

UNTERROUTINEN-EXPONENTIAL SECTION.

UNTERROUTINE-PARTIELL.

IF ANPASSUNG
THEN COMPUTE ALPHA = ALPHA-ANPASS
ELSE COMPUTE ALPHA = ALPHA-NORMAL.
COMPUTE PROGNOSE-NEU ROUNDED = PROGNOSE-ALT +
ALPHA * (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
IF DATUM (J) - PROGNOSE-ALT < 0
THEN COMPUTE MAD-NEU ROUNDED = (1 - BETA) * MAD-ALT
+ BETA * (PROGNOSE-ALT - DATUM (J))
ELSE COMPUTE MAD-NEU ROUNDED = (1 - BETA) * MAD-ALT
+ BETA * (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-ABWEICHUNGEN = SUMME-ABWEICHUNGEN
+ (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE ABWEICH-SIGNAL ROUNDED = SUMME-ABWEICHUNGEN / MAD-NEU
IF ABWEICH-SIGNAL > ABWEICH-GRENZE
THEN MOVE ANPASS-KENNZ TO REAKTIONEN-FLAG
COMPUTE SUMME-ABWEICHUNGEN = 0
ELSE MOVE NORMAL-KENNZ TO REAKTIONEN-FLAG.
COMPUTE PROGNOSE-ALT = PROGNOSE-NEU
COMPUTE MAD-ALT = MAD-NEU.

UNTERROUTINE-VOLLSTAENDIG.

COMPUTE PROGNOSE-NEU = PROGNOSE-ALT +
ALPHA * (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
IF DATUM (J) - PROGNOSE-ALT < 0

```
THEN      COMPUTE MAD-NEU ROUNDED = (1 - BETA) * MAD-ALT
          + BETA * (PROGNOSE-ALT - DATUM (J))
ELSE      COMPUTE MAD-NEU ROUNDED = (1 - BETA) * MAD-ALT
          + BETA * (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
          ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE   SME-NEU ROUNDED = (1 - BETA) * SME-ALT +
          BETA * (DATUM (J) - PROGNOSE-ALT)
          ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE   ABWEICH-SIGNAL ROUNDED = SME-NEU / MAD-NEU
COMPUTE   ALPHA = ABWEICH-SIGNAL
COMPUTE   PROGNOSE-ALT = PROGNOSE-NEU
COMPUTE   MAD-ALT = MAD-NEU
COMPUTE   SME-ALT = SME-NEU,
*****
```

```
NACHLAUF SECTION.
HAUPTROUTI NEN-NACHLAUF.
  CLOSE   PADATEI.
  OPEN    OUTPUT PADATEI.
  WRITE   PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-1.
  WRITE   PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-2.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
TERMINATE AUSGABESEITE.
IF        INKONSISTENT OR UEBERLAUF OR INFLAUSIBEL
THEN      INITIATE FEHLERMELDUNGEN
          PERFORM FEHLERAUSGABE
          VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 3
          TERMINATE FEHLERMELDUNGEN.
CLOSE    URDATEI, PADATEI, FMDATEI, AUSDAT.
ENDE-NACHLAUF.
STOP RUN.
```

```
*UNTERROUTI NEN-NACHLAUF.
FEHLERAUSGABE.
  IF      FLAG (I) NOT = SPACES
  THEN    MOVE FEHLERTEXT (I) TO FEHLERTEXT-OUT
          GENERATE MISTAKE-LINE.
```

AUFWERTUNGSSPECIFISCH FERTIGUNGSHILFSMITTEL-DATEN

FHNR MILOKOST VERSKO JT LABEAN SPEZKOST ALTER ANZAHL HAUF EXPSMO DAUER VWAHRE VNAKJAHR

1	1.712	57	118	14,99	2.955	1	0,122	0,00	2.955	1	0
2	1.149	62	52	23,29	1.779	3	0,607	3,00	593	1	1
3	824	58	5	176,40	1.424	10	2,528	2,00	142	4	2
4	30	72	146	1,04	1.279	8	2,252	2,85	160	3	5
5	1.539	62	122	13,12	1.427	0	0,000	0,00	99.999	0	1
6	1.205	125	108	12,31	410	7	6,146	1,00	59	2	1
7	1.123	95	56	21,75	119	2	5,850	1,05	60	1	0
8	787	33	104	7,94	1.157	6	1,851	2,53	195	3	5
9	1.155	28	96	12,15	658	7	3,830	4,00	94	2	2
10	1.162	135	134	9,69	550	5	3,273	3,00	110	2	2
11	675	0	79	8,56	1.184	10	3,041	1,64	118	4	0
12	1.039	193	113	10,60	781	3	1,313	1,83	260	1	0
13	1.034	142	132	8,94	932	8	2,933	1,89	123	3	0
14	887	27	32	28,56	36	1	10,000	1,00	36	1	6
15	1.174	131	142	9,18	1.631	0	0,000	0,00	99.999	0	0
16	707	25	108	6,79	2.999	15	1,801	1,46	200	7	1
17	1.673	94	108	16,08	2.116	10	1,701	0,83	212	5	0
18	1.797	9	133	13,58	2.562	11	1,546	0,77	233	6	2
19	2.259	33	24	96,17	2.467	13	1,897	0,04	190	4	0
20	1.566	91	110	15,06	855	5	2,081	0,10	173	2	2
21	1.009	48	156	6,63	235	3	4,536	1,10	78	1	1
22	1.481	79	148	10,59	2.412	13	1,940	1,30	186	6	0
23	2.003	24	15	135,13	2.217	8	1,299	0,75	277	5	1
24	1.559	67	138	12,51	1.285	8	2,240	0,29	161	3	0
25	1.434	98	195	5,88	477	8	5,038	5,00	60	2	0
26	1.071	109	95	12,33	2.433	5	0,740	0,24	487	5	0
27	647	137	57	17,26	2.300	11	1,722	0,62	209	6	1
28	1.584	94	110	14,89	1.102	4	1,307	1,63	276	3	0
29	1.493	138	109	14,96	54	0	0,000	0,95	99.999	0	0
30	1.835	35	66	29,06	942	4	1,529	0,00	236	2	0
31	404	34	135	6,24	1.739	9	1,863	0,29	193	4	0
32	743	57	121	6,61	1.739	6	1,242	0,23	290	4	0
33	1.154	75	59	20,80	1.937	4	0,743	1,18	484	2	1
34	342	47	35	11,11	2.217	3	0,487	0,04	739	3	0
35	1.959	12	43	45,63	558	3	1,935	1,00	186	2	2
36	1.338	61	43	33,93	2.640	6	0,818	0,00	440	6	1
37	1.423	16	94	15,28	1.153	2	0,624	0,00	577	1	3
38	1.165	42	126	9,58	1.008	2	0,714	0,00	504	1	0
39	1.584	53	118	13,25	445	4	3,236	2,00	111	2	0
40	935	45	82	11,95	2.288	4	0,529	0,05	572	2	0
41	19	104	106	1,06	2.184	15	2,473	2,23	146	5	0
42	1.135	75	129	10,08	1.501	5	1,199	0,00	300	2	0
43	1.515	32	141	10,97	816	5	2,206	0,00	163	2	0
44	1.477	76	150	10,35	1.900	12	2,274	0,31	158	4	0
45	1.414	24	63	17,33	3.148	9	1,029	0,98	350	5	0

AUFBEREITETE SPEZIFISCHE FERFIGUNGSHILFSMITTEL-DATEN

FHNR	PIEKROJT	VL	SKOJT	LAG	BEAN	SPE	ZKOST	ALTR	ANZAHL	HAUEUF	EXPSMO	DAUER	VWJAHRE	VMAKJAHR
46	1.133	13	36	13,97	2.280	13	2,953	1,00	175	7	2			
47	1.823	32	115	16,59	2.993	7	0,942	0,43	428	6	0			
48	1.540	04	74	21,68	440	3	2,455	0,00	147	1	0			
49	1.513	57	143	10,62	15	1	24,000	1,00	15	1	5			
50	1.301	23	109	12,70	1.343	16	4,165	1,04	86	4	2			
51	892	49	130	7,01	1.947	3	1,032	0,00	349	1	0			
52	1.132	20	60	18,21	2.868	12	1,506	0,51	239	6	0			
53	533	125	104	3,52	2.241	17	2,731	2,00	132	4	4			
54	732	71	40	18,76	985	2	0,731	0,00	493	1	0			
55	1.140	52	137	6,44	1.241	2	0,371	0,00	971	2	0			
56	826	11	99	8,43	541	8	5,323	3,00	68	2	5			
57	952	24	152	6,62	2.913	9	1,112	0,09	324	5	1			
58	723	31	127	5,98	2.613	7	0,963	1,52	374	3	0			
59	1.003	45	137	7,65	762	3	1,417	1,00	254	3	2			
60	1.401	23	123	12,07	1.557	12	4,162	1,07	87	4	1			
61	817	145	149	6,46	2.853	14	1,757	0,61	204	7	0			
62	849	13	28	30,75	1.512	1	0,230	0,00	1.512	1	0			
63	609	120	33	8,75	3.214	7	0,784	0,00	459	2	0			
64	954	73	110	9,38	440	2	1,636	1,00	220	2	1			
65	1.433	33	51	30,02	1.427	1	0,252	0,00	1.427	2	0			
66	813	21	161	5,18	2.233	7	1,039	0,00	328	4	0			
67	1.413	17	137	10,45	1.202	14	4,193	1,34	86	4	5			
68	1.342	50	6	252,00	106	3	10,189	1,10	35	1	3			
69	10	72	118	0,69	1.543	2	0,455	0,00	792	2	0			
70	834	115	136	6,76	1.854	2	0,886	0,00	932	1	2			
71	13	17	37	0,73	1.301	5	1,384	0,00	260	1	0			
72	1.413	53	76	19,42	2.653	9	1,221	0,01	295	4	0			
73	772	7	140	5,56	2.217	10	1,624	0,93	222	5	2			
74	1.634	28	109	15,25	587	5	3,966	0,00	117	1	0			
75	651	41	98	4,07	2.109	1	0,171	0,00	2.109	2	0			
76	973	66	144	7,25	2.636	1	0,137	0,00	2.636	2	0			
77	1.103	35	21	5,429	1.236	8	2,240	1,54	161	3	3			
78	424	66	168	3,33	1.933	3	0,559	0,00	644	2	0			
79	532	65	149	4,01	2.237	4	0,535	0,24	567	3	0			
80	1.311	39	62	22,94	529	1	0,881	1,00	529	1	1			
81	1.732	31	103	17,41	445	7	5,663	2,00	64	2	0			
82	924	93	24	4,221	886	3	1,219	0,10	295	2	0			
83	1.957	31	132	18,98	785	12	5,503	4,13	65	2	2			
84	13	73	135	0,61	465	3	2,323	0,00	155	1	5			
85	933	33	24	4,3,00	713	5	2,525	1,00	143	2	0			
86	507	121	114	6,04	825	3	1,309	0,00	275	2	0			
87	1.072	93	42	27,88	342	6	6,316	1,25	57	1	2			
88	1.469	101	101	15,51	1.133	9	2,860	2,89	126	3	0			
89	831	41	132	7,12	1.739	16	3,312	0,40	109	3	3			
90	1.151	55	133	8,32	1.739	9	1,953	1,05	193	3	2			

SEITE 3

AJFBEREITETE SPEZIFISCHE FERTIGUNGSHILFSMITTEL-DATEN

FHMNR	WIEDKOST	VERSKOST	LAGBEAN	SPEZKOST	ALTER	ANZAHL	HAEUF	EXPSMO	DAUER	VWJAHRE	VWAK JAHR
91	1,456	8	55	26,62	898	3	1,203	0,10	299	2	0
92	1,268	95	64	21,30	465	5	3,871	1,00	93	2	0
93	1,129	96	124	9,88	2,184	16	2,637	2,31	137	6	0
94	570	9	131	4,42	3,214	14	1,568	1,45	230	7	0
95	740	40	34	22,94	1,451	4	0,992	1,09	363	2	0
96	1,119	28	101	11,36	826	7	3,051	3,00	118	3	0
97	1,774	88	124	15,02	1,029	8	2,799	1,00	129	3	3
98	769	144	47	19,43	106	5	16,981	1,20	21	1	0
99	1,200	42	121	10,26	948	14	5,316	4,00	68	3	3
100	1,240	65	130	10,04	1,184	11	3,345	1,73	108	4	0

ANZAHL VERARBEITETER FERTIGUNGSHILFSMITTEL : 100

P-2 : Urdaten-Sortierung

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
  ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-3IG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446          13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE2,FMDATEI,ID=AF056.
  PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE2,RT=F,BT=K,MRL=60.
-REQUEST,TAPE8,*PF.
-COBOL,0=X.
  COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
  COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
  COBOL - COMPILING SORTIER
  COBOL - END COMPILE TIME = 000.217 CP SECONDS
-LGO.
  LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0011167 OU.COG
  LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
  COB - OBJECT LIBRARY CY477
  S T A R T C O B O L S O R T .
  SORT - OBJECT LIBRARY CY477

** INSERTIONS DURING INPUT *****0
** DELETIONS DURING INPUT *****0
** TOTAL RECORDS SORTED *****100
** INSERTIONS DURING OUTPUT *****0
** DELETIONS DURING OUTPUT *****100
** TOTAL RECORDS OUTPUT *****0
-CATALOG,TAPE8,FMDATSO,ID=AF056.
  PF060 - CYCLE 2 CATALOGED ON SN=SYSTEM
  MAX MS 3 *4KW
  JM166 - MAXIMUM USER SCM 4 2400B WORDS
  JM167 - MAXIMUM USER LCM 100 000B WORDS
  JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 65B BUFFERS
  SCM 7.104 KWS
  LCM 6.681 KWS
  I/O 0.001 MW
  USER 0.076 SEC
  JOB 0.681 SEC
  SC050 - 000110 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.
PROGRAM-ID. SORTIEREN-NACH-VWHAUEUF.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 25/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
SELECT FMDATEI ASSIGN TO TAPE2.
SELECT FMDATSO ASSIGN TO TAPE8.
SELECT SORTDAT ASSIGN TO TAPE9.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD FMDATEI

LABEL RECORD IS STANDARD

DATA RECORD IS FM-SATZ.

01 FM-SATZ.

05 FILLER

PIC X(39).

05 VWHAUEUF

PIC X(05).

05 FILLER

PIC X(16).

FD FMDATSO

LABEL RECORD IS STANDARD

DATA RECORD IS SORTIERTER-FM-SATZ.

01 SORTIERTER-FM-SATZ.

05 FILLER

PIC X(39).

05 VW-HAUEUF-SORTIERT

PIC X(05).

05 FILLER

PIC X(16).

SD SORTDAT.

01 SORTIER-SATZ.

05 FILLER

PIC X(39).

05 VWHAUEUF-SORT

PIC X(05).

05 FILLER

PIC X(16).

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. SORT SORTDAT
ASCENDING KEY VWHAUEUF-SORT
USING FMDATEI
GIVING FMDATSO.
2. STOP RUN.

P-3 : Urdaten-Analyse

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-ATTACH,TAPE8,FMDATSO,ID=AF056.
  PF254 - CYCLE 2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE8,RT=F,BT=K,MRL=60.
-ATTACH,SPSS,SPSS,MR=1.
  PF254 - CYCLE 75 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-SPSS,D=TAPE8.
END SPSS
MAX MS 5 *4KW
JM166 - MAXIMUM USER SCM 53600B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM 10000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 54B BUFFERS
SCM 13.061 KWS
LCM 1.328 KWS
I/O 0.001 MW
USER 0.259 SEC
JOB 0.721 SEC
SC050 - 000040 SC/LC SWAPS
```

VOGELBACK COMPUTING CENTER
NORTHWESTERN UNIVERSITY

S P S S - - STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES
VERSION 7.0 -- JUNE 27 1977

```
EDIT
PRINT BACK CONTROL
PAGESIZE NOEJECT
RUN NAME FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FILE NAME FMDATEI
VARIABLE LIST FHMNR,VERSKOST,WIEDKOST,LAGBEAN,SPEZKOST,ALTER,VWANZAH,
VWHAUF,VWEXPSMO,VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAH
INPUT FORMAT FIXED(F6.0,F6.0,F6.0,F4.0,F8.2,F6.0,F3.0,F5.3,F5.3,
F5.0,F2.0,F2.0,F2.0)
```

N OF CASES		
100		
IF	(VERSKOST LT 20)	VKOSTEN = 1
IF	(VERSKOST GE 20 AND LT 40)	VKOSTEN = 2
IF	(VERSKOST GE 40 AND LT 50)	VKOSTEN = 3
IF	(VERSKOST GE 50 AND LT 60)	VKOSTEN = 4
IF	(VERSKOST GE 60 AND LT 80)	VKOSTEN = 5
IF	(VERSKOST GE 80 AND LT 100)	VKOSTEN = 6
IF	(VERSKOST GE 100 AND LT 120)	VKOSTEN = 7
IF	(VERSKOST GE 120)	VKOSTEN = 8
IF	(WIEDKOST LT 700)	WKOSTEN = 1
IF	(WIEDKOST GE 700 AND LT 1000)	WKOSTEN = 2
IF	(WIEDKOST GE 1000 AND LT 1200)	WKOSTEN = 3
IF	(WIEDKOST GE 1200 AND LT 1500)	WKOSTEN = 4
IF	(WIEDKOST GE 1500)	WKOSTEN = 5
IF	(SPEZKOST LT 10)	SKOSTEN = 1
IF	(SPEZKOST GE 10 AND LT 20)	SKOSTEN = 2
IF	(SPEZKOST GE 20 AND LT 50)	SKOSTEN = 3
IF	(SPEZKOST GE 50 AND LT 100)	SKOSTEN = 4
IF	(SPEZKOST GE 100 AND LT 200)	SKOSTEN = 5
IF	(SPEZKOST GE 200 AND LT 500)	SKOSTEN = 6
IF	(SPEZKOST GE 500 AND LT 1000)	SKOSTEN = 7
IF	(SPEZKOST GE 1000)	SKOSTEN = 8
IF	(LAGBEAN LT 60)	LAGBED = 1
IF	(LAGBEAN GE 60 AND LT 90)	LAGBED = 2
IF	(LAGBEAN GE 90 AND LT 110)	LAGBED = 3
IF	(LAGBEAN GE 110 AND LT 140)	LAGBED = 4
IF	(LAGBEAN GE 140)	LAGBED = 5
IF	(ALTER LE 360)	ALTERJA = 1
IF	(ALTER GT 360 AND LE 720)	ALTERJA = 2
IF	(ALTER GT 720 AND LE 1080)	ALTERJA = 3
IF	(ALTER GT 1080 AND LE 1440)	ALTERJA = 4
IF	(ALTER GT 1440 AND LE 1800)	ALTERJA = 5
IF	(ALTER GT 1800 AND LE 2160)	ALTERJA = 6
IF	(ALTER GT 2160 AND LE 2520)	ALTERJA = 7
IF	(ALTER GT 2520 AND LE 2880)	ALTERJA = 8
IF	(ALTER GT 2880 AND LE 3240)	ALTERJA = 9
IF	(ALTERJA GT 3240)	ALTERJA = 10
IF	(VWHAUEUF LT 1)	HAEUF = 1
IF	(VWHAUEUF GE 1 AND LT 2)	HAEUF = 2
IF	(VWHAUEUF GE 2 AND LT 3)	HAEUF = 3
IF	(VWHAUEUF GE 3 AND LT 4)	HAEUF = 4
IF	(VWHAUEUF GE 4 AND LT 5)	HAEUF = 5
IF	(VWHAUEUF GE 5 AND LT 6)	HAEUF = 6
IF	(VWHAUEUF GE 6 AND LT 7)	HAEUF = 7
IF	(VWHAUEUF GE 7 AND LT 8)	HAEUF = 8
IF	(VWHAUEUF GE 8 AND LT 9)	HAEUF = 9
IF	(VWHAUEUF GE 9 AND LT 10)	HAEUF = 10
IF	(VWHAUEUF GE 10)	HAEUF = 11
IF	(VWEXPSMO LT 1)	EXPSMO = 1
IF	(VWEXPSMO GE 1 AND LT 2)	EXPSMO = 2
IF	(VWEXPSMO GE 2 AND LT 3)	EXPSMO = 3
IF	(VWEXPSMO GE 3 AND LT 4)	EXPSMO = 4
IF	(VWEXPSMO GE 4 AND LT 5)	EXPSMO = 5
IF	(VWEXPSMO GE 5 AND LT 6)	EXPSMO = 6
IF	(VWEXPSMO GE 6 AND LT 7)	EXPSMO = 7
IF	(VWEXPSMO GE 7 AND LT 8)	EXPSMO = 8
IF	(VWEXPSMO GE 8 AND LT 9)	EXPSMO = 9
IF	(VWEXPSMO GE 9 AND LT 10)	EXPSMO = 10
IF	(VWEXPSMO GE 10)	EXPSMO = 11

IF	(VWDAUER LT 100)	DAUER	=	1
IF	(VWDAUER GE 100 AND LT 200)	DAUER	=	2
IF	(VWDAUER GE 200 AND LT 500)	DAUER	=	3
IF	(VWDAUER GE 500 AND LT 1000)	DAUER	=	4
IF	(VWDAUER GE 1000 AND LT 2000)	DAUER	=	5
IF	(VWDAUER GE 2000 AND LT 5000)	DAUER	=	6
IF	(VWDAUER GE 5000 AND LT 10000)	DAUER	=	7
IF	(VWDAUER GE 10000)	DAUER	=	8
MISSING VALUES	FHMNR TO VWAKJAHR (-1)			
VAR LABELS	FHMNR, FERTIGUNGSHILFSMITTEL NR/ VERSKOST, VERSCHROTTUNGSKOSTEN/ WIEDKOST, WIEDERHERSTELLUNGSKOSTEN/ LAGBEAN, LAGERBEDARF/ SPEZKOST, SPEZIFISCHE KOSTEN/ ALTER, ALTER IN TAGEN/ ALTERJA, ALTER IN JAHREN/ VWANZahl, VERWENDUNGSANZAHL/ VWHAUF, VERWENDUNGSHAEUFIGKEIT/ VWEXPSMO, EXPONENTIELLE GLAETTJNG/ VWDAUER, VERWENDUNGSDAUER/ VWJAHRE, VERWENDUNGSJAHRE/ VWVORJAH, VORJAHRVERWENDUNGEN/ VWAKJAHR, REFENZJAHRESVERWENDUNGEN/ VKOSTEN, KOSTEN DER VERSCHROTTJNG/ WKOSTEN, KOSTEN DER WIEDERBEREITSTELLUNG/ SKOSTEN, SPEZIIFISCHE KOSTEN/ LAGBED, LAGERBEDARF/ HAEUF, VERWENDUNGSHAEUFIGKEIT/ EXPSMO, EXPONENTIELLE GLAETTUNG/ DAUER, VERWENDUNGSDAUER/			
VALUE LABELS	VKOSTEN (1) < 20			
	(2) 20 - < 40			
	(3) 40 - < 50			
	(4) 50 - < 60			
	(5) 60 - < 80			
	(6) 80 - < 100			
	(7) 100 - < 120			
	(8) NOT < 120			
	WKOSTEN (1) < 700			
	(2) 700 - < 1000			
	(3) 1000 - < 1200			
	(4) 1200 - < 1500			
	(5) NOT < 1500			
	SKOSTEN (1) < 10			
	(2) 10 - < 20			
	(3) 20 - < 50			
	(4) 50 - < 100			
	(5) 100 - < 200			
	(6) 200 - < 500			
	(7) 500 - < 1000			
	(8) NOT < 1000 /			
	LAGBED (1) < 60			
	(2) 60 - < 90			
	(3) 90 - < 110			
	(4) 110 - < 140			
	(5) NOT < 140 /			

ALTERJA (1) NOT < 360
(2) > 360 - 720
(3) > 720 - 1080
(4) > 1080 - 1440
(5) > 1440 - 1800
(6) > 1800 - 2160
(7) > 2160 - 2520
(8) > 2520 - 2880
(9) > 2880 - 3240
(10) > 3240 /

HAEUF (1) < 1
(2) 1 - < 2
(3) 2 - < 3
(4) 3 - < 4
(5) 4 - < 5
(6) 5 - < 6
(7) 6 - < 7
(8) 7 - < 8
(9) 8 - < 9
(10) 9 - < 10
(11) NOT < 10 /

EXPSMO (1) < 1
(2) 1 - < 2
(3) 2 - < 3
(4) 3 - < 4
(5) 4 - < 5
(6) 5 - < 6
(7) 6 - < 7
(8) 7 - < 8
(9) 8 - < 9
(10) 9 - < 10
(11) NOT < 10 /

DAUER (1) < 100
(2) 100 - < 200
(3) 200 - < 500
(4) 500 - < 1000
(5) 1000 - < 2000
(6) 2000 - < 5000
(7) 5000 - < 10000
(8) NOT < 10000 /

PRINT FORMATS SPEZKOST (2) / SKOSTEN (2) /
VWHAEUF (3) / HAEUF (3) /
VWEXPSMO (3) / EXPSMO (3) /
TASK NAME STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM
FREQUENCIES GENERAL = VKOSTEN WKOSTEN LAGBED SKOSTEN ALTERJA
VWANZAHL HAEUF EXPSMO DAUER VWJAHRE VVORJAH VWAKJAHR
OPTIONS 3,6,8
STATISTICS 1,5,9,10,11
READ INPUT DATA

OPTION - 3
PRINT OUTPUT IN 8.5 X 11 FORMAT

OPTION - 6
PRINT TABLES WITH MANY VALUES IN CONDENSED FORMAT

OPTION - 8
PRINT HISTOGRAMS

TASK NAME GRAPHISCHE DARSTELLUNG
SCATTERGRAM VWAKJAHR (0,6) WITH ALTER,ALTERJA (0,9),VWANZ AHL,
VWHAEUF (0,12),VWEXPSMO (0,6),VWDAUER (0,3000),
VWJAHRE (0,7),VWVORJAH (0,6)
STATISTICS 1,3,4,6
OPTIONS 6,7,8
READ INPUT DATA

OPTION - 6
USE TWO-TAILED TEST OF SIGNIFICANCE

OPTION - 7
AUTOMATIC SCALING

OPTION - 8
PRODUCE PLOTS ALTHO ALL CASES CANNOT BE INCLUDED

TASK NAME REGRESSIONS ANALYSE
REGRESSION VARIABLES = ALTER,VWANZ AHL,VWHAEUF,VWEXPSMO,
VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAHR /
REGRESSION = VWAKJAHR WITH ALTER,VWANZ AHL,VWHAEUF,
VWEXPSMO,VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH (1)
RESID = 0 /
REGRESSION VARIABLES = ALTER,VWANZ AHL,VWHAEUF,VWEXPSMO,
VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAHR /
REGRESSION = VWAKJAHR (2) WITH ALTER,VWANZ AHL,VWHAEUF,
VWEXPSMO,VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH (1)
RESID = 0 /
STATISTICS 1,2,4,6,7
OPTIONS 2
READ INPUT DATA

OPTION - 2
PAIRWISE DELETION OF MISSING DATA

TASK NAME FAKTORENANALYSE
FACTOR VARIABLES = ALTER,VWANZahl,VWHAUF,VWEXPSMO,
 VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAH /
ROTATE = OBLIQUE /
DELTA = -1.0,0.1,1.0 /
VARIABLES = ALTER,VWANZahl,VWHAUF,VWEXPSMO,
 VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAH /
ROTATE = QUARTIMAX /
VARIABLES = ALTER,VWANZahl,VWHAUF,VWEXPSMO,
 VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAH /
ROTATE = EQUIMAX /
VARIABLES = ALTER,VWANZahl,VWHAUF,VWEXPSMO,
 VWDAUER,VWJAHRE,VWVORJAH,VWAKJAH /
ROTATE = VARIMAX /
STATISTICS 1,2,4,5,6,8
READ INPUT DATA

TASK NAME VERTEILUNGSUNABHAENGIGER KONTINGENZTEST
CROSSTABS TABLES = VWAKJAH BY VKOSTEN,WKOSTEN,SKOSTEN,LAGBED,
 ALTERJA,VWANZahl,HAEUF,EXPSMO,DAUER,VWJAHRE,VWVORJAH /
OPTIONS 9
STATISTICS 1,2,3
READ INPUT DATA
FINISH

OPTION - 9
PRINT REFERENCE DICTIONARY

RUN COMPLETED

NUMBER OF CONTROL CARDS READ 217
NUMBER OF ERRORS DETECTED 0

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 1

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VKOSTEN KOSTEN DER VERSCHROTTUNG

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
< 10	1.	13	13.0	13.0	13.0
10 - < 20	2.	19	19.0	19.0	32.0
20 - < 50	3.	10	10.0	10.0	42.0
50 - < 100	4.	9	9.0	9.0	51.0
100 - < 200	5.	20	20.0	20.0	71.0
200 - < 500	6.	13	13.0	13.0	84.0
500 - < 1000	7.	5	5.0	5.0	89.0
NOT < 1000	8.	11	11.0	11.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 2

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VKOSTEN KOSTEN DER VERSCHROTTUNG

CODE

```

I
1. ***** ( 13)
I < 10
2. ***** ( 13)
I 10 - < 20
3. ***** ( 10)
I 20 - < 50
4. ***** ( 9)
I 50 - < 100
5. ***** ( 20)
I 100 - < 200
6. ***** ( 13)
I 200 - < 500
7. ***** ( 5)
I 500 - < 1000
8. ***** ( 11)
I NOT < 1000
I.....I.....I.....I.....I.....I
0 4 8 12 16 20
FREQUENCY

```

MEAN	4.180	STD DEV	2.231	RANGE	7.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	8.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 3

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

WKOSTEN KOSTEN DER WIEDERBEREITSTELLUNG

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	1.	15	15.0	15.0	15.0
	2.	24	24.0	24.0	39.0
	3.	21	21.0	21.0	60.0
	4.	20	20.0	20.0	80.0
	5.	20	20.0	20.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

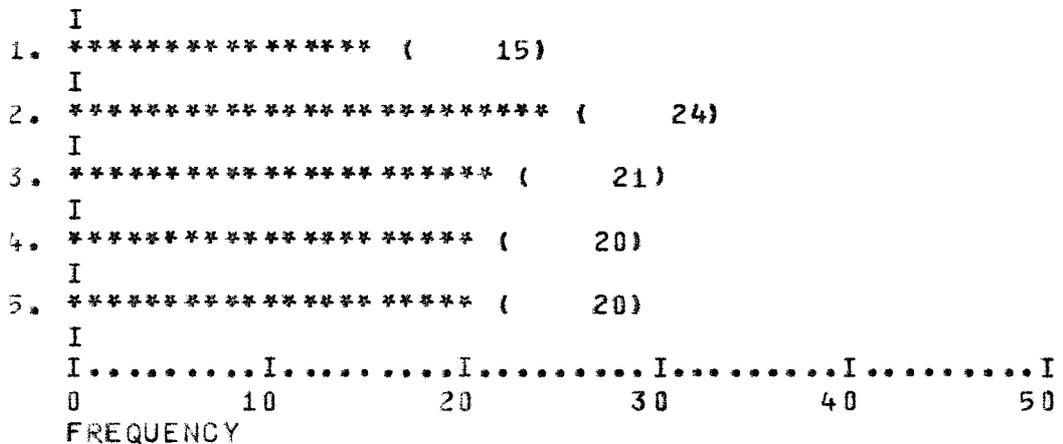
FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 4

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

WKOSTEN KOSTEN DER WIEDERBEREITSTELLUNG

CODE



MEAN	3.060	STD DEV	1.362	RANGE	4.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	5.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 5

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

LAGBED LAGERBEDARF

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
< 60	1.	23	23.0	23.0	23.0
60 - < 90	2.	12	12.0	12.0	35.0
90 - < 110	3.	16	16.0	16.0	51.0
110 - < 140	4.	32	32.0	32.0	83.0
NOT < 140	5.	17	17.0	17.0	100.0
TOTAL		100	100.0	100.0	

26/09/80

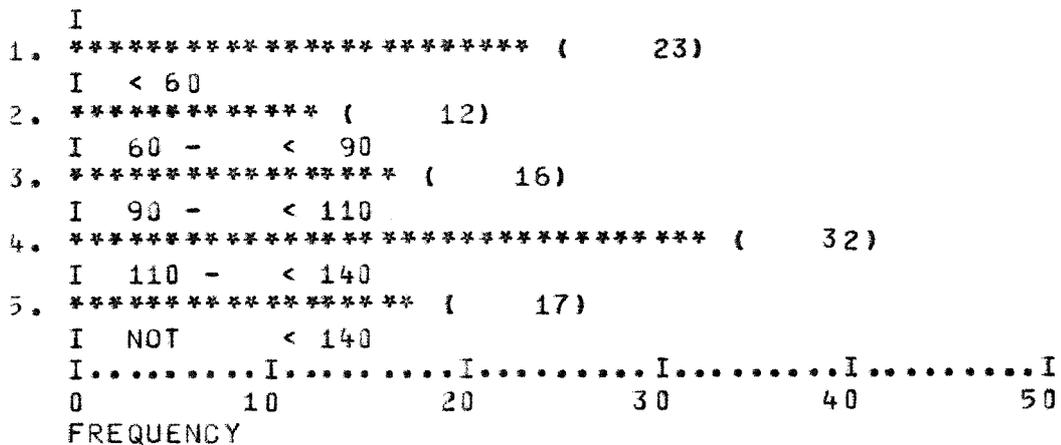
FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 6

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

LAGBED LAGERBEDARF

CODE



MEAN	3.080	STD DEV	1.433	RANGE	4.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	5.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 7

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

SKOSTEN SPEZIIFISCHE KOSTEN

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	1.00	38	38.0	38.0	38.0
	2.00	40	40.0	40.0	78.0
	3.00	17	17.0	17.0	95.0
	4.00	2	2.0	2.0	97.0
	5.00	2	2.0	2.0	99.0
	6.00	1	1.0	1.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

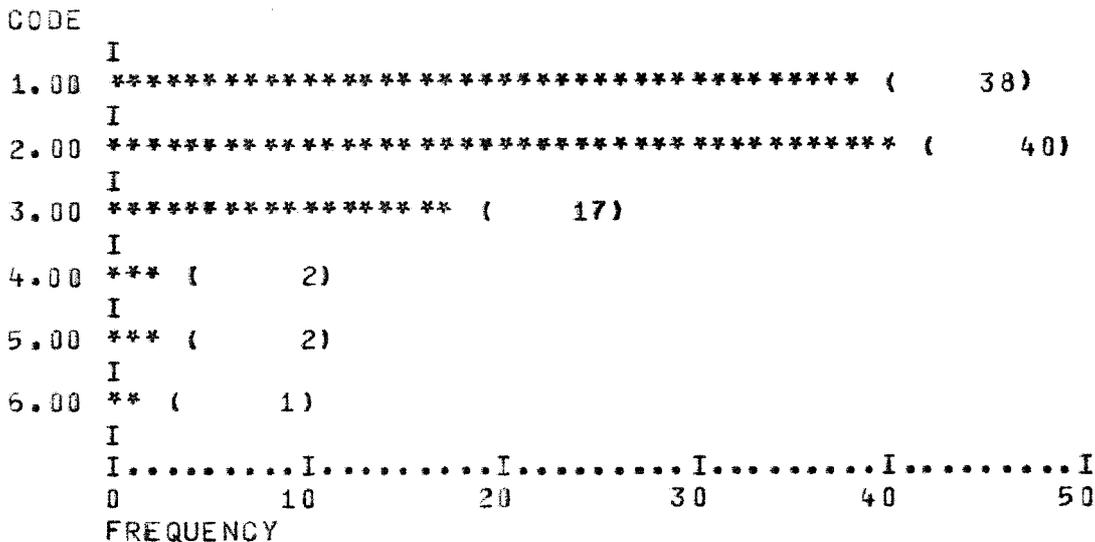
26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 8

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

SKOSTEN SPEZIIFISCHE KOSTEN



MEAN	1.930	STD DEV	.987	RANGE	5.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	6.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

ALTERJA ALTER IN JAHREN

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
NOT < 360	1.	8	8.0	8.0	8.0
> 360 - 720	2.	15	15.0	15.0	23.0
> 720 - 1080	3.	16	16.0	16.0	39.0
> 1080 - 1440	4.	15	15.0	15.0	54.0
> 1440 - 1800	5.	11	11.0	11.0	65.0
> 1800 - 2160	6.	7	7.0	7.0	72.0
> 2160 - 2520	7.	14	14.0	14.0	86.0
> 2520 - 2880	8.	7	7.0	7.0	93.0
> 2880 - 3240	9.	7	7.0	7.0	100.0
TOTAL		100	100.0	100.0	

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

ALTERJA ALTER IN JAHREN

CODE

```

I
1. ***** ( 8)
I NOT < 360
2. ***** ( 15)
I > 360 - 720
3. ***** ( 16)
I > 720 - 1080
4. ***** ( 15)
I > 1080 - 1440
5. ***** ( 11)
I > 1440 - 1800
6. ***** ( 7)
I > 1800 - 2160
7. ***** ( 14)
I > 2160 - 2520
8. ***** ( 7)
I > 2520 - 2880
9. ***** ( 7)
I > 2880 - 3240
I.....I.....I.....I.....I.....I
0 4 8 12 16 20
FREQUENCY
    
```

MEAN	4.600	STD DEV	2.387	RANGE	3.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	9.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 11

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWANZahl VERWENDUNGSANZAHL

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	0.	3	3.0	3.0	3.0
	1.	8	8.0	8.0	11.0
	2.	8	8.0	8.0	19.0
	3.	14	14.0	14.0	33.0
	4.	7	7.0	7.0	40.0
	5.	10	10.0	10.0	50.0
	6.	4	4.0	4.0	54.0
	7.	8	8.0	8.0	62.0
	8.	8	8.0	8.0	70.0
	9.	6	6.0	6.0	76.0
	10.	4	4.0	4.0	80.0
	11.	3	3.0	3.0	83.0
	12.	3	3.0	3.0	86.0
	13.	3	3.0	3.0	89.0
	14.	4	4.0	4.0	93.0
	15.	2	2.0	2.0	95.0
	16.	3	3.0	3.0	98.0
	17.	1	1.0	1.0	99.0
	18.	1	1.0	1.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 12

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWANZAHL VERWENDUNGSANZAHL

CODE

```

I
0. ***** ( 3)
I
1. ***** ( 8)
I
2. ***** ( 8)
I
3. ***** ( 14)
I
4. ***** ( 7)
I
5. ***** ( 10)
I
6. ***** ( 4)
I
7. ***** ( 8)
I
8. ***** ( 8)
I
9. ***** ( 6)
I
10. ***** ( 4)
I
11. ***** ( 3)
I
12. ***** ( 3)
I
13. ***** ( 3)
I
14. ***** ( 4)
I
15. ***** ( 2)
I
16. ***** ( 3)
I
17. *** ( 1)
I
18. *** ( 1)
I
I.....I.....I.....I.....I.....I
0 4 8 12 16 20
FREQUENCY

```

MEAN	6.590	STD DEV	4.535	RANGE	18.000
MINIMUM	0.000	MAXIMUM	18.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

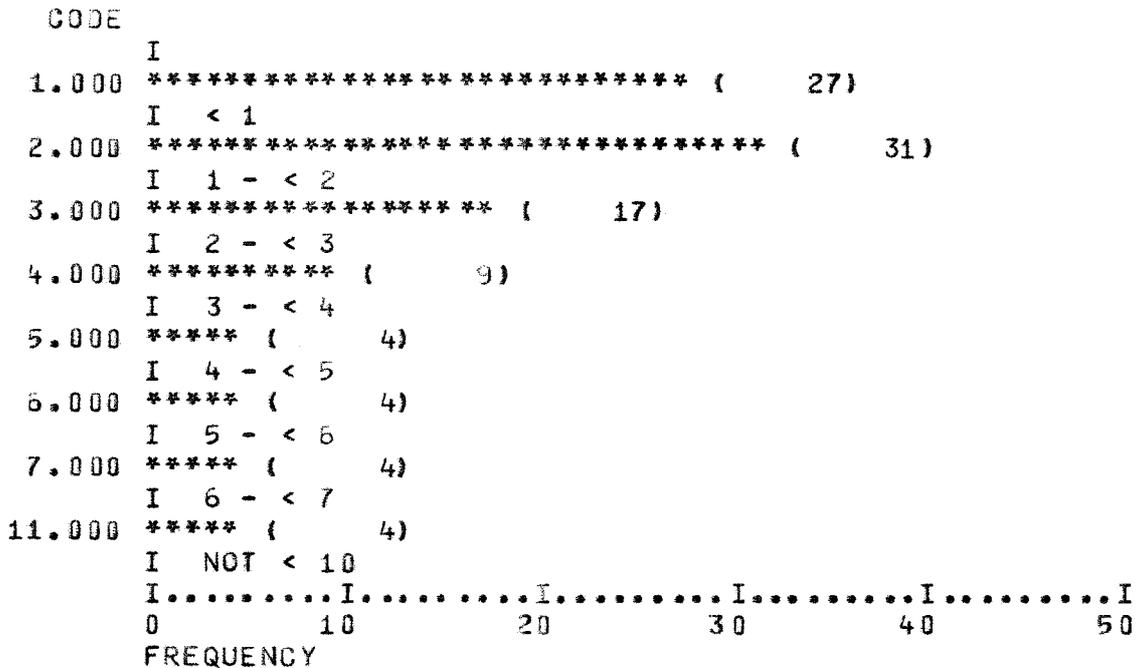
FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

HAEUF VERWENDUNGSHAEUFIGKEIT

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
< 1	1.000	27	27.0	27.0	27.0
1 - < 2	2.000	31	31.0	31.0	58.0
2 - < 3	3.000	17	17.0	17.0	75.0
3 - < 4	4.000	9	9.0	9.0	84.0
4 - < 5	5.000	4	4.0	4.0	88.0
5 - < 6	6.000	4	4.0	4.0	92.0
6 - < 7	7.000	4	4.0	4.0	96.0
NOT < 10	11.000	4	4.0	4.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

HAEUF VERWENDUNGSHAEUFIGKEIT



MEAN	2.920	STD DEV	2.290	RANGE	10.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	11.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 15

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

EXPSM0 EXPONENTIELLE GLAETTUNG

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
< 1	1.000	51	51.0	51.0	51.0
1 - < 2	2.000	32	32.0	32.0	83.0
2 - < 3	3.000	9	9.0	9.0	92.0
3 - < 4	4.000	4	4.0	4.0	96.0
4 - < 5	5.000	3	3.0	3.0	99.0
5 - < 6	6.000	1	1.0	1.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

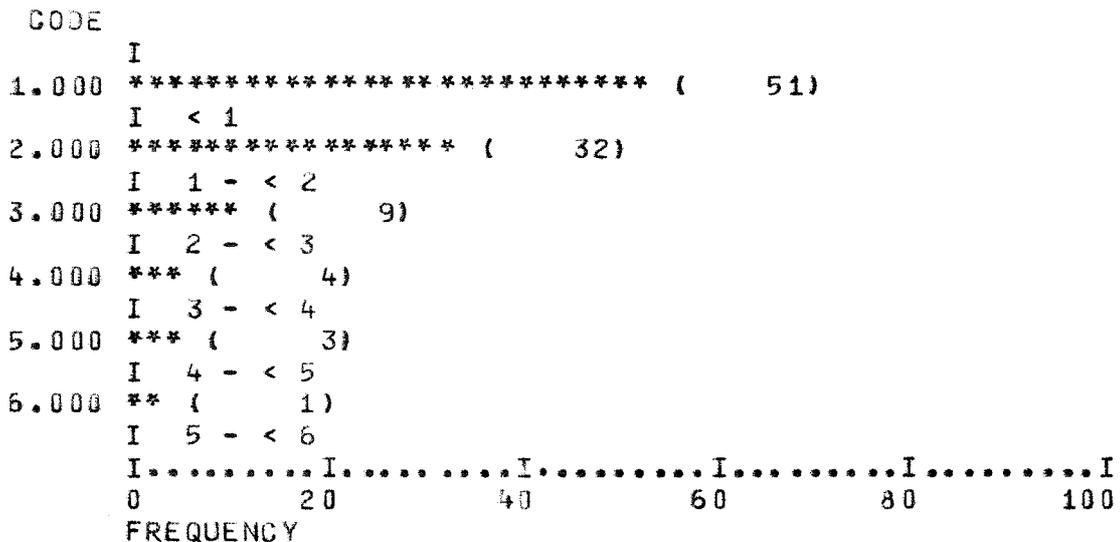
26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 16

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

EXPSM0 EXPONENTIELLE GLAETTUNG



MEAN	1.790	STD DEV	1.076	RANGE	5.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	6.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 17

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

DAUER VERWENDUNGSDAUER

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
< 100	1.	18	18.0	18.0	18.0
100 - < 200	2.	30	30.0	30.0	48.0
200 - < 500	3.	33	33.0	33.0	81.0
500 - < 1000	4.	11	11.0	11.0	92.0
1000 - < 2000	5.	2	2.0	2.0	94.0
2000 - < 5000	6.	3	3.0	3.0	97.0
NOT < 10000	8.	3	3.0	3.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

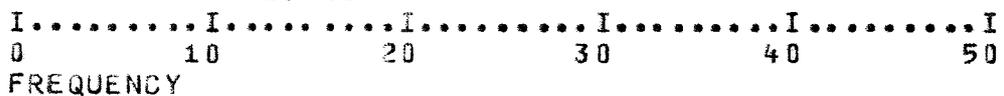
PAGE 18

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

DAUER VERWENDUNGSDAUER

CODE

- I
- 1. ***** (18)
I < 100
- 2. ***** (30)
I 100 - < 200
- 3. ***** (33)
I 200 - < 500
- 4. ***** (11)
I 500 - < 1000
- 5. *** (2)
I 1000 - < 2000
- 5. **** (3)
I 2000 - < 5000
- 3. **** (3)
I NOT < 10000



MEAN	2.730	STD DEV	1.476	RANGE	7.000
MINIMUM	1.000	MAXIMUM	8.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

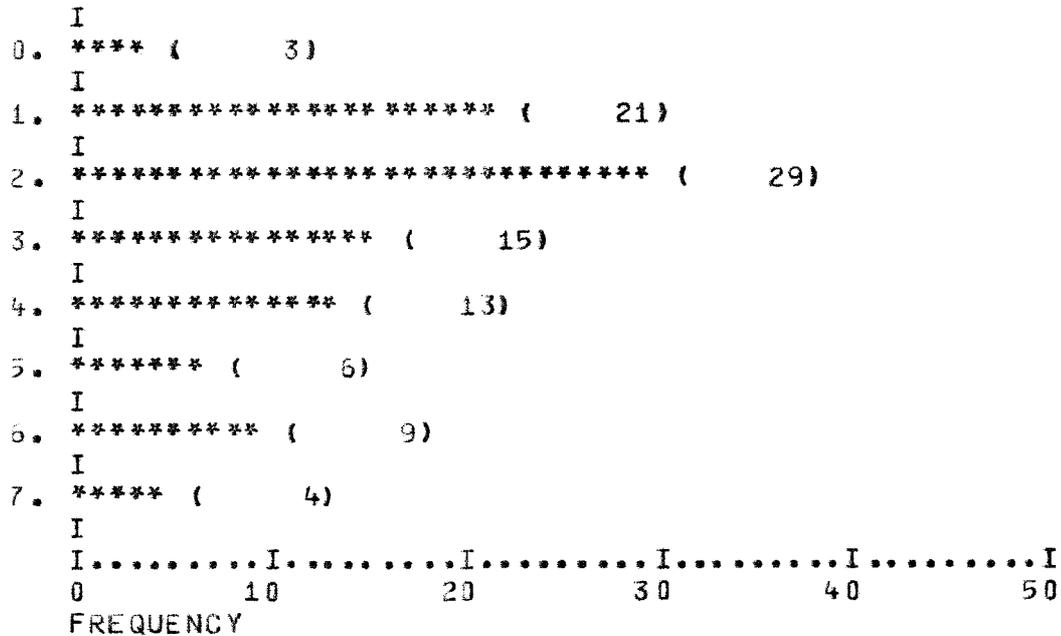
VWJAHRE VERWENDUNGSJAHRE

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	0.	3	3.0	3.0	3.0
	1.	21	21.0	21.0	24.0
	2.	29	29.0	29.0	53.0
	3.	15	15.0	15.0	68.0
	4.	13	13.0	13.0	81.0
	5.	6	6.0	6.0	87.0
	6.	9	9.0	9.0	96.0
	7.	4	4.0	4.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWJAHRE VERWENDUNGSJAHRE

CODE



MEAN	2.880	STD DEV	1.799	RANGE	7.000
MINIMUM	0.000	MAXIMUM	7.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 21

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWVORJAH VORJAHRVERWENDUNGEN

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	0.	57	57.0	57.0	57.0
	1.	21	21.0	21.0	78.0
	2.	10	10.0	10.0	88.0
	3.	7	7.0	7.0	95.0
	4.	2	2.0	2.0	97.0
	5.	1	1.0	1.0	98.0
	6.	2	2.0	2.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 22

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWVORJAH VORJAHRVERWENDUNGEN

CODE

0. I
***** (57)

1. I
***** (21)

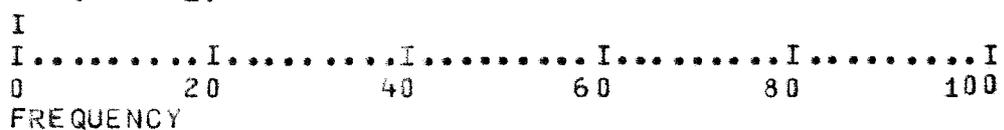
2. I
***** (10)

3. I
***** (7)

4. I
** (2)

5. I
** (1)

6. I
** (2)



MEAN	.870	STD DEV	1.338	RANGE	5.000
MINIMUM	0.000	MAXIMUM	6.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 23

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWAKJAHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	0.	59	59.0	59.0	59.0
	1.	13	13.0	13.0	72.0
	2.	13	13.0	13.0	85.0
	3.	7	7.0	7.0	92.0
	4.	1	1.0	1.0	93.0
	5.	6	6.0	6.0	99.0
	6.	1	1.0	1.0	100.0
	TOTAL	100	100.0	100.0	

26/09/80

FILE - FMDATEI - CREATED 26/09/80

PAGE 24

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
STATISTISCHE KENNZAHLEN FUER DIE FHM

VWAKJAHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN

CODE

I
0. ***** (59)

I
1. ***** (13)

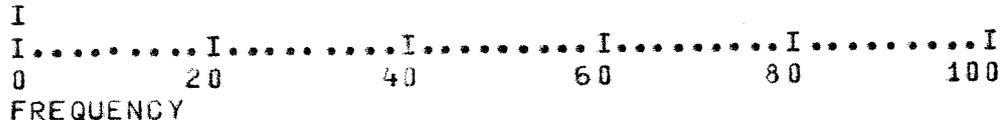
I
2. ***** (13)

I
3. ***** (7)

I
4. ** (1)

I
5. **** (6)

I
6. ** (1)



MEAN	1.000	STD DEV	1.524	RANGE	5.000
MINIMUM	0.000	MAXIMUM	6.000		
VALID CASES	100	MISSING CASES	0		

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
VERTEILUNGSUNABHÄNGIGER KONINGENZTEST
FILE = DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
***** K O S T E N D E R V E R S C H R O T T U N G *****
***** B Y V O S T E N *****
***** R E F E R E N Z J A H R E S V E R M E I D U N G E N *****
***** P A G E 1 O F 1 *****

VKOSTEN		COUNT											ROM			
		10 -	20 -	50 -	100 -	200 -	500 -	1000	NOT			TOTAL				
ROW PCT	COL PCT	< 10	< 20	< 50	< 100	< 200	< 500	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000					
ROI PCT	TOI PCT	1.I	2.I	3.I	4.I	5.I	6.I	7.I	8.I	9.I	10.I					
0.	I	5	I	10	I	6	I	12	I	9	I	4	I	7	I	59
I	I	8.5	I	16.9	I	10.2	I	20.3	I	15.3	I	6.8	I	11.9	I	59.0
I	I	38.5	I	52.6	I	60.0	I	66.7	I	60.0	I	80.0	I	63.6	I	
I	I	5.0	I	10.0	I	6.0	I	12.0	I	9.0	I	4.0	I	7.0	I	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	I	0	I	3	I	1	I	5	I	1	I	0	I	2	I	13
I	I	0.0	I	23.1	I	7.7	I	38.5	I	7.7	I	0.0	I	15.4	I	13.0
I	I	0.0	I	15.8	I	10.0	I	11.1	I	25.0	I	7.7	I	0.0	I	18.2
I	I	0.0	I	3.0	I	1.0	I	1.0	I	5.0	I	1.0	I	0.0	I	2.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	I	4	I	3	I	1	I	0	I	2	I	1	I	1	I	13
I	I	30.8	I	23.1	I	7.7	I	7.7	I	0.0	I	15.4	I	7.7	I	13.0
I	I	30.3	I	15.8	I	10.0	I	11.1	I	0.0	I	15.4	I	20.0	I	9.1
I	I	4.0	I	3.0	I	1.0	I	1.0	I	0.0	I	2.0	I	1.0	I	1.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	I	2	I	1	I	2	I	0	I	1	I	0	I	0	I	7
I	I	28.5	I	14.3	I	28.6	I	14.3	I	0.0	I	14.3	I	0.0	I	7.0
I	I	15.4	I	5.3	I	20.0	I	11.1	I	0.0	I	7.7	I	0.0	I	0.0
I	I	2.0	I	1.0	I	2.0	I	1.0	I	0.0	I	1.0	I	0.0	I	0.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0	I	1
I	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	1.0
I	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
I	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	I	2	I	1	I	0	I	3	I	0	I	0	I	0	I	6
I	I	33.3	I	16.7	I	0.0	I	50.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	6.0
I	I	15.4	I	5.3	I	0.0	I	15.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
I	I	2.0	I	1.0	I	0.0	I	3.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	I	0	I	1	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0	I	1
I	I	0.0	I	170.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	1.0
I	I	0.0	I	5.3	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
I	I	0.0	I	1.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0	I	0.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLUMN		13	19	10	9	20	13	5	11	11	100					
TOTAL		13.0	19.0	10.0	9.0	20.0	13.0	5.0	11.0	11.0	100.0					

RAM CHI SQUARE = 39.81837 WITH 42 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .5672
CRAMER'S V = .25761
CONTINGENCY COEFFICIENT = .33365

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 VERTEILUNGSAUWAHRENDIGER KONTINJENZTEST
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
 VMAKJAHR REFENZJAHR VERBUNDUNGEN BY WKOSTEN KOSTEN DER WIEDERBEREITSTELLUNG *****

 ***** PAGE 1 OF 1

		WKOSTEN					ROW
VMKJAHR	COUNT	1.I	2.I	3.I	4.I	5.I	TOTAL
0.	12	13	11	11	11	12	59
I	20.3	I 22.0	I 18.6	I 18.6	I 20.3	I 20.3	59.0
I	80.0	I 54.2	I 52.4	I 55.0	I 60.0	I 60.0	
I	12.0	I 13.0	I 11.0	I 11.0	I 12.0	I 12.0	
1.	0	I 4	I 3	I 4	I 4	I 2	13
I	0.0	I 30.8	I 23.1	I 30.8	I 15.4	I 15.4	13.0
I	0.0	I 16.7	I 14.3	I 20.0	I 10.0	I 10.0	
I	0.0	I 4.0	I 3.0	I 4.0	I 2.0	I 2.0	
2.	0	I 3	I 6	I 1	I 3	I 3	13
I	0.0	I 23.1	I 46.2	I 7.7	I 23.1	I 23.1	13.0
I	0.0	I 12.5	I 28.6	I 5.0	I 15.0	I 15.0	
I	0.0	I 3.0	I 6.0	I 1.0	I 3.0	I 3.0	
3.	0	I 1	I 1	I 3	I 2	I 2	7
I	0.0	I 14.3	I 14.3	I 42.9	I 28.6	I 28.6	7.0
I	0.0	I 4.2	I 4.8	I 15.0	I 10.0	I 10.0	
I	0.0	I 1.0	I 1.0	I 3.0	I 2.0	I 2.0	
4.	1	I 0	I 0	I 0	I 0	I 0	1
I	100.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	1.0
I	6.7	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	
I	1.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	
5.	2	I 2	I 0	I 1	I 1	I 1	6
I	33.3	I 33.3	I 0.0	I 16.7	I 16.7	I 16.7	6.0
I	13.3	I 8.3	I 0.0	I 5.0	I 5.0	I 5.0	
I	2.0	I 2.0	I 0.0	I 1.0	I 1.0	I 1.0	
6.	0	I 1	I 0	I 0	I 0	I 0	1
I	0.0	I 100.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	1.0
I	0.0	I 4.2	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	
I	0.0	I 1.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	
COLUMN	15	24	21	20	20	20	100
TOTAL	15.0	24.0	21.0	20.0	20.0	20.0	100.0

RAM CHI SQUARE = 26.74003 WITH 24 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .3163
 CRAMER'S V = .25850
 CONTINGENCY COEFFICIENT = .45938

 VMKJAHRE REFERENZJAHRES VERWENDUNGEN

 C R O S S T A B U L A T I O N O F

 LAGERBEDARF

 BY LAGBED

 PAGE 1 OF 1

COUNT I		LAGBED				NOT	ROW
ROW PCT I < 60	60 - 90	90 - 110	110 - 140	< 140	< 140	TOTAL	
COL PCT I	< 90	< 110	< 140	< 140	< 140		
TOT PCT I	1. I	2. I	3. I	4. I	5. I		
0.	12	10	8	18	11	59	
I	20.3	16.9	13.6	30.5	18.6	59.0	
I	52.2	33.3	50.0	56.3	64.7		
I	12.0	10.0	8.0	18.0	11.0		
-I	-	-	-	-	-		
1.	5	1	2	3	2	13	
I	38.5	7.7	15.4	23.1	15.4	13.0	
I	21.7	8.3	12.5	9.4	11.8		
I	5.0	1.0	2.0	3.0	2.0		
-I	-	-	-	-	-		
2.	3	1	2	6	1	13	
I	23.1	7.7	15.4	46.2	7.7	13.0	
I	13.0	8.3	12.5	18.8	5.9		
I	3.0	1.0	2.0	6.0	1.0		
-I	-	-	-	-	-		
3.	2	0	2	3	0	7	
I	28.5	0.0	28.6	42.9	0.0	7.0	
I	8.7	0.0	12.5	9.4	0.0		
I	2.0	0.0	2.0	3.0	0.0		
-I	-	-	-	-	-		
4.	0	0	0	0	1	1	
I	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0	
I	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9		
I	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0		
-I	-	-	-	-	-		
5.	0	0	2	2	2	6	
I	0.0	0.0	33.3	33.3	33.3	6.0	
I	0.0	0.0	12.5	6.3	11.8		
I	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0		
-I	-	-	-	-	-		
6.	1	0	0	0	0	1	
I	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
I	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0		
I	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
-I	-	-	-	-	-		
COLUMN	23	12	16	32	17	100	
TOTAL	23.0	12.0	16.0	32.0	17.0	100.0	

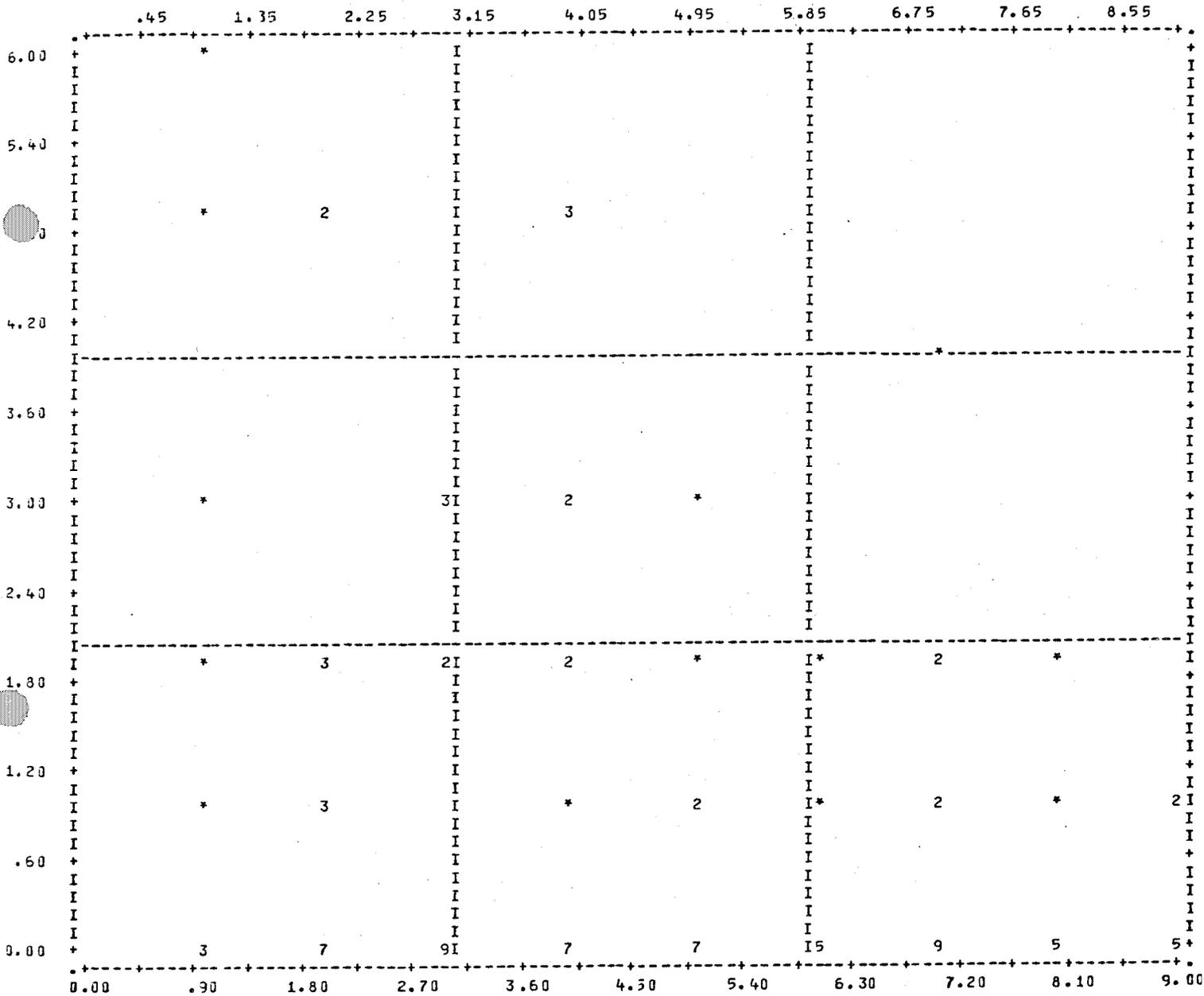
RAW CHI SQUARE = 20.79512 WITH 24 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .6508
 GRAMER'S V = .22801
 CONTINGENCY COEFFICIENT = .41491

SKOSTEN		CROSS TABLE						ROW TOTAL
VMKJAHR	COUNT	1.00I	2.00I	3.00I	4.00I	5.00I	6.00I	ROW TOTAL
0.	23	25	10	1	1	0	0	59
I	39.0	I 42.4	I 16.9	I 1.7	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 59.0
I	60.5	I 62.5	I 58.8	I 50.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
I	25.0	I 25.0	I 10.0	I 1.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
1.	4	4	4	0	0	1	0	13
I	30.8	I 30.8	I 30.8	I 0.0	I 0.0	I 7.7	I 0.0	I 13.0
I	10.5	I 10.0	I 23.5	I 0.0	I 0.0	I 50.0	I 0.0	I
I	4.0	I 4.0	I 4.0	I 0.0	I 0.0	I 1.0	I 0.0	I
2.	5	5	2	0	0	1	0	13
I	38.5	I 38.5	I 15.4	I 0.0	I 0.0	I 7.7	I 0.0	I 13.0
I	13.2	I 12.5	I 11.8	I 0.0	I 0.0	I 50.0	I 0.0	I
I	5.0	I 5.0	I 2.0	I 0.0	I 0.0	I 1.0	I 0.0	I
3.	1	4	0	0	1	0	1	7
I	14.3	I 57.1	I 0.0	I 0.0	I 14.3	I 0.0	I 14.3	I 7.0
I	2.6	I 10.0	I 0.0	I 0.0	I 50.0	I 0.0	I 100.0	I
I	1.0	I 4.0	I 0.0	I 1.0	I 0.0	I 0.0	I 1.0	I
4.	1	0	0	0	0	0	0	1
I	100.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 1.0
I	2.5	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
I	1.3	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
5.	4	2	0	0	0	0	0	6
I	66.7	I 33.3	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 6.0
I	10.5	I 5.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
I	4.0	I 2.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
6.	0	0	1	0	0	0	0	1
I	0.0	I 0.0	I 100.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 1.0
I	0.0	I 0.0	I 5.9	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
I	0.0	I 0.0	I 1.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I 0.0	I
COLUMN TOTAL	38	40	17	2	2	2	1	100
TOTAL	38.0	40.0	17.0	2.0	2.0	2.0	1.0	100.0

RAM CHI SQUARE = 38.53883 WITH 30 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .1364
 CRAMER'S V = .27763
 CONTINGENCY COEFFICIENT = .52743

DRITZUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 MATTERGRAM OF (JOHN) VWAKJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

(ACROSS) ALTERJA ALTER IN JAHREN



DRITZUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

STATISTICS..

CORRELATION (R) -	-.25932	SIGNIFICANCE R -	.00674	STD ERR OF EST -	1.4753
SLOPE (B) -	-.17199	STD ERROR OF B -	.06212	SIGNIFICANCE B -	.0067
PLOTTED VALUES -	100	EXCLUDED VALUES -	0	MISSING VALUES -	0

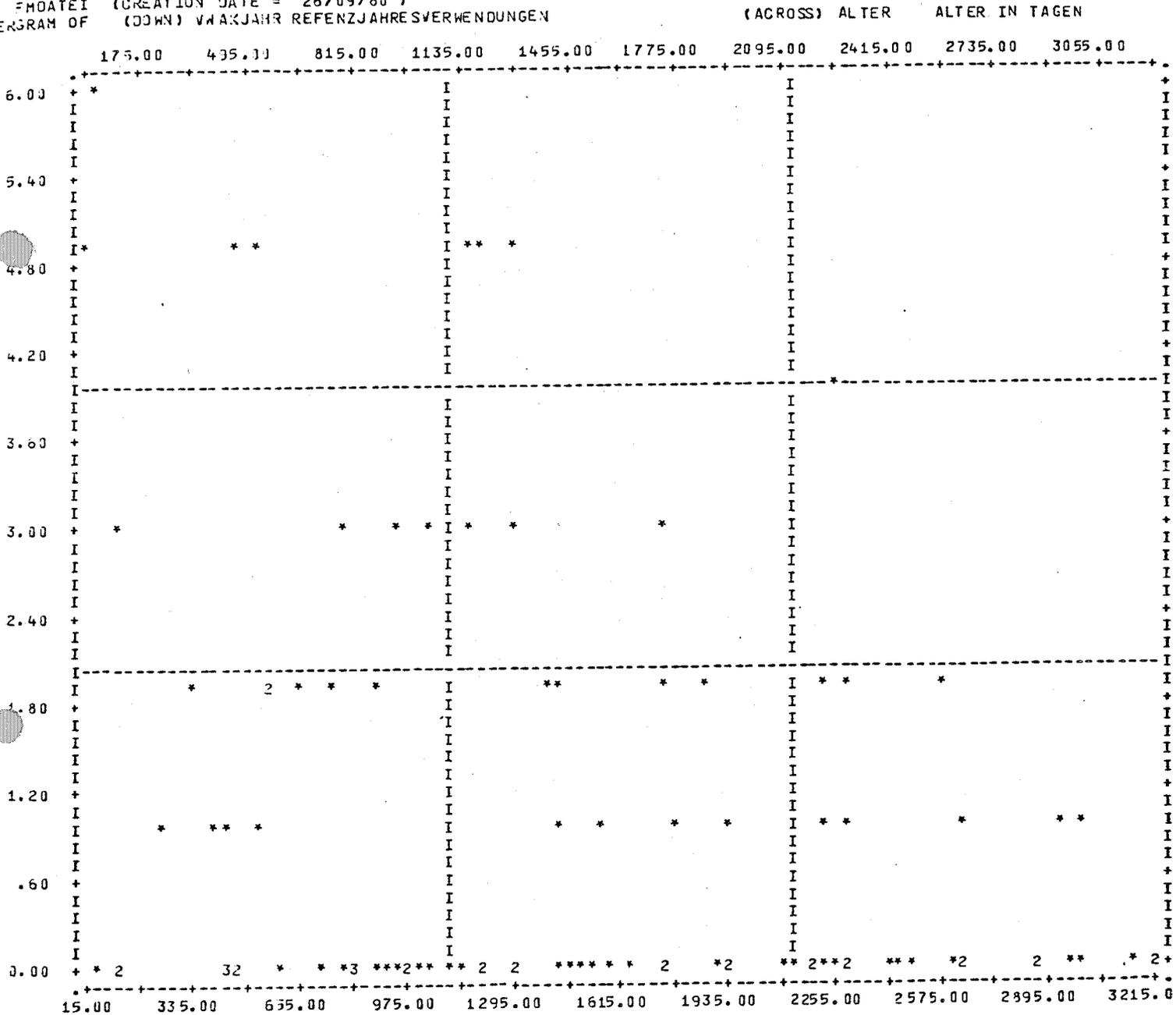
***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
VMKJAHK REFENZJAHRRESVERBENDUNGEN BY ALTERJA ALTER IN JAHREN *****
***** PAGE 1 OF 1

VMKJAHR	ALTERJA	COUNT	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	ROW TOTAL
0.	1	3	7	11	11	7	7	5	6	7	8	59
0.	2	5.1	11.9	18.6	11.9	11.9	8.5	8.5	15.3	15.3	8.5	59.0
0.	3	37.5	46.7	68.8	46.7	63.6	71.4	71.4	64.3	64.3	71.4	59.0
0.	4	3.0	7.0	11.0	7.0	7.0	5.0	5.0	9.0	9.0	5.0	5.0
1.	1	1	3	0	1	1	2	1	1	2	1	13
1.	2	7.7	33.1	0.0	7.7	15.4	15.4	7.7	14.3	14.3	15.4	13.0
1.	3	12.5	20.0	0.0	6.7	18.2	14.3	14.3	14.3	14.3	28.6	13.0
1.	4	1.0	3.0	0.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	13
2.	1	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	13
2.	2	7.7	23.1	15.4	15.4	7.7	7.7	7.7	15.4	15.4	7.7	13.0
2.	3	12.5	20.0	12.5	13.3	9.1	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	7.0
2.	4	1.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	7
3.	1	1	0	3	2	1	1	0	0	0	0	7.0
3.	2	14.3	0.0	42.9	28.6	14.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1
3.	3	12.5	0.0	18.8	13.3	9.1	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3.	4	1.0	0.0	3.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
4.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4.	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0	1.0
4.	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.1	0	6.0
4.	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0	1
5.	1	15.7	33.3	0.0	3	0	0	0	0	0	0	6.0
5.	2	12.5	13.3	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
5.	3	1.0	2.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5.	4	1.0	2.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
6.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6.	2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6.	3	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6.	4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100
COLUMN TOTAL		3	15	16	15	11	7	14	14	7	7	100.0

RAM CHI SQUARE = 44.73883 WITH 48 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .6073
CRAMER'S V = .27307
CONTINGENCY COEFFICIENT = .55597

ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 (DOWN) VON JAHRE REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN



ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

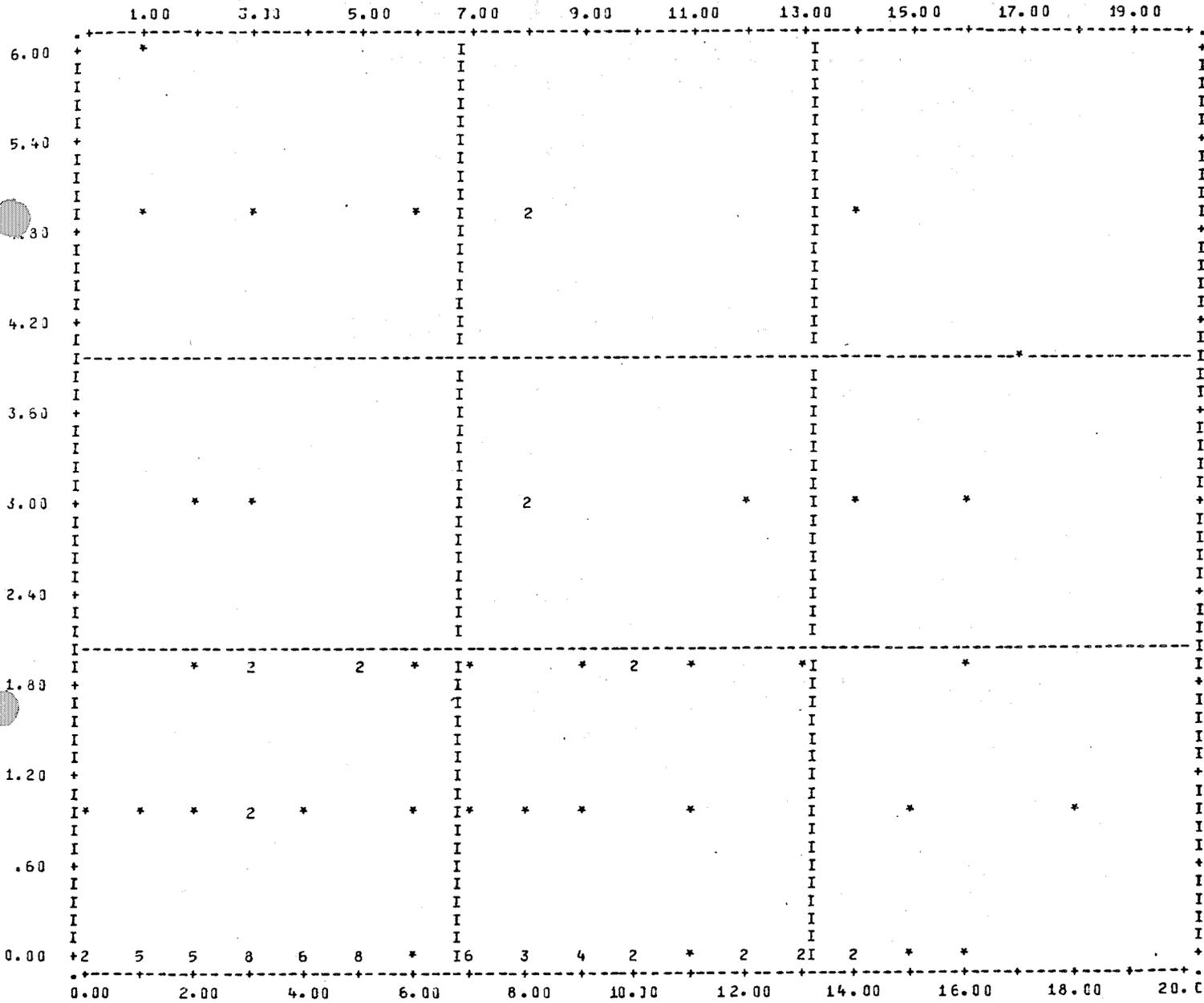
STATISTICS..

CORRELATION (R) -	-.27991	SIGNIFICANCE R -	.00480	STD ERR OF EST -	1.470
SLOPE (B) -	-.00049	STD ERROR OF B -	.00017	SIGNIFICANCE B -	.004
PLOTTED VALUES -	100	EXCLUDED VALUES -	0	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

REGISTRATIONSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 BARGRAMM OF (DOWN) WAKJAHRE REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

(ACROSS) VWANZAHL VERWENDUNGSANZAHL



REGISTRATIONSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

STATISTICS..

CORRELATION (R) -	.13297	SIGNIFICANCE R -	.18720	STD ERR OF EST -	1.518
SLOPE (B) -	.0469	STD ERROR OF B -	.03365	SIGNIFICANCE B -	.187
PLOTTED VALUES -	100	EXCLUDED VALUES -	0	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
VERTEILUNGSUNABHÄNGIGER KONTINGENZTEST
FILE FDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44. PAGE 128

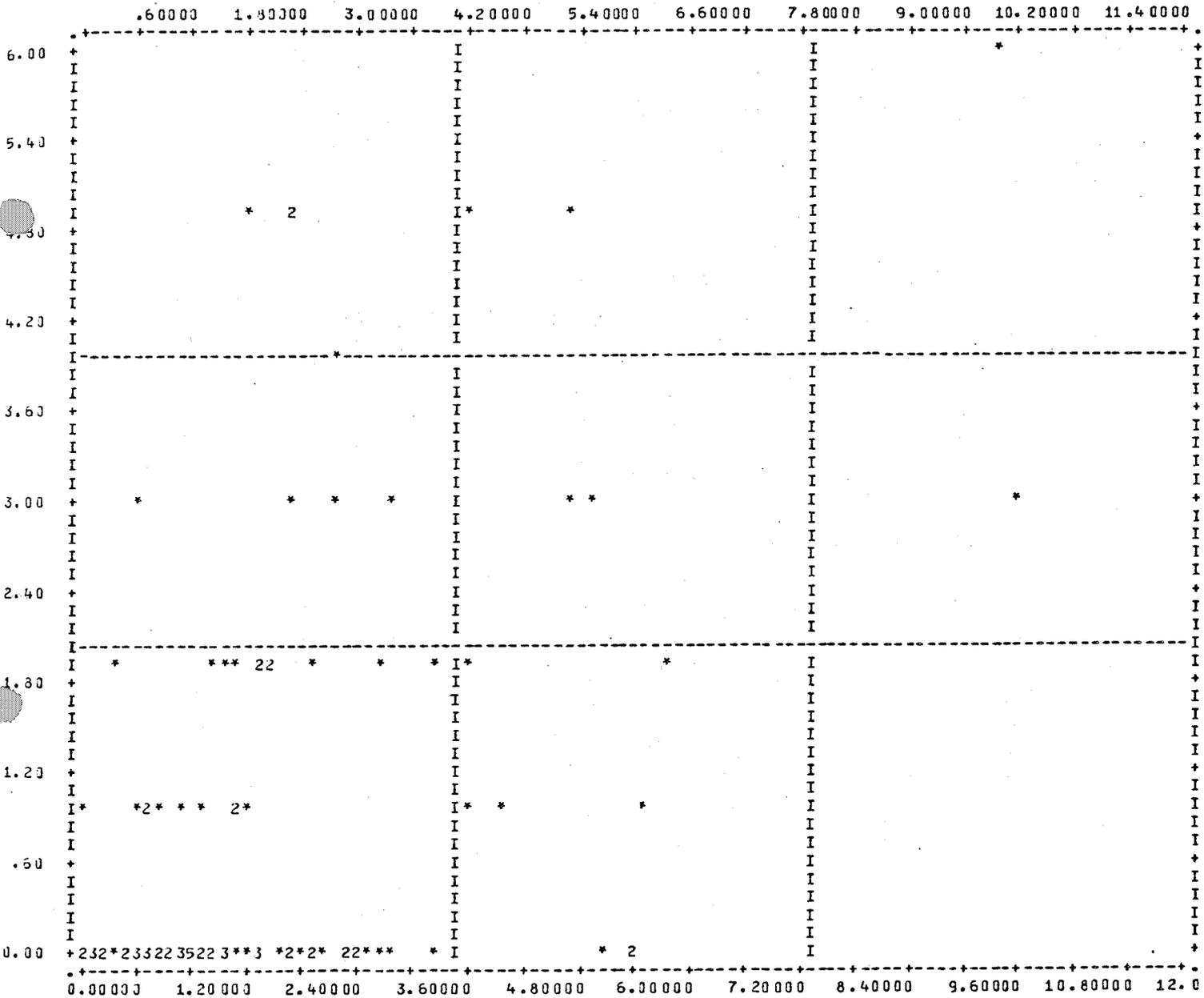
***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
VMAKJAHR REFENZJAHRES VERWENDUNGEN BY VMAZNAHL VERWENDUNGSANZAHL *****
***** VERWENDUNGSANZAHL ***** PAGE 1 OF 2

VMAKJAHR	0.I	1.I	2.I	3.I	4.I	5.I	6.I	7.I	8.I	9.I	ROW TOTAL
0.	2	5	5	8	6	8	1	6	3	4	59
	3.4	8.5	8.5	13.6	10.2	13.6	1.7	10.2	5.1	6.8	59.0
	66.7	52.5	62.5	57.1	85.7	80.0	25.0	75.0	37.5	66.7	
	2.0	5.0	5.0	8.0	6.0	8.0	1.0	6.0	3.0	4.0	
1.	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	13
	7.7	7.7	7.7	15.4	7.7	0.0	7.7	7.7	7.7	7.7	13.0
	33.3	12.5	12.5	14.3	14.3	0.0	25.0	12.5	12.5	16.7	
	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
2.	0	0	1	2	0	2	1	1	0	1	13
	0.0	0.0	7.7	15.4	0.0	15.4	7.7	7.7	0.0	7.7	13.0
	0.0	0.0	12.5	14.3	0.0	20.0	25.0	12.5	0.0	16.7	
	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0	
3.	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	7
	0.0	0.0	14.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	7.0
	0.0	0.0	12.5	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	
	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	
4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5.	0	1	0	1	0	0	1	0	2	0	6
	0.0	16.7	0.0	16.7	0.0	0.0	16.7	0.0	33.3	0.0	6.0
	0.0	12.5	0.0	7.1	0.0	0.0	25.0	0.0	25.0	0.0	
	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	
6.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
COLUMN TOTAL	3	8	8	14	7	10	4	8	8	6	100
TOTAL	3.0	8.0	8.0	14.0	7.0	10.0	4.0	8.0	8.0	6.0	100.0

(CONTINUED)

REGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 PROGRAM OF (DOWN) WAKJHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN

(ACROSS) WHAEIF VERWENDUNGSHAUEFIGKEIT



REGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

STATISTICS..

CORRELATION (R)-	.44613	SIGNIFICANCE R -	.00001	STD ERR OF EST -	1.3320
SLOPE (B) -	.34354	STD ERROR OF B -	.07034	SIGNIFICANCE B -	.0000
PLOTTED VALUES -	93	EXCLUDED VALUES-	2	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

VHAKJAHR REFENZJAHRVERBUNDEN BY HAEUF VERWENDUNGSHAUEFIGKEIT

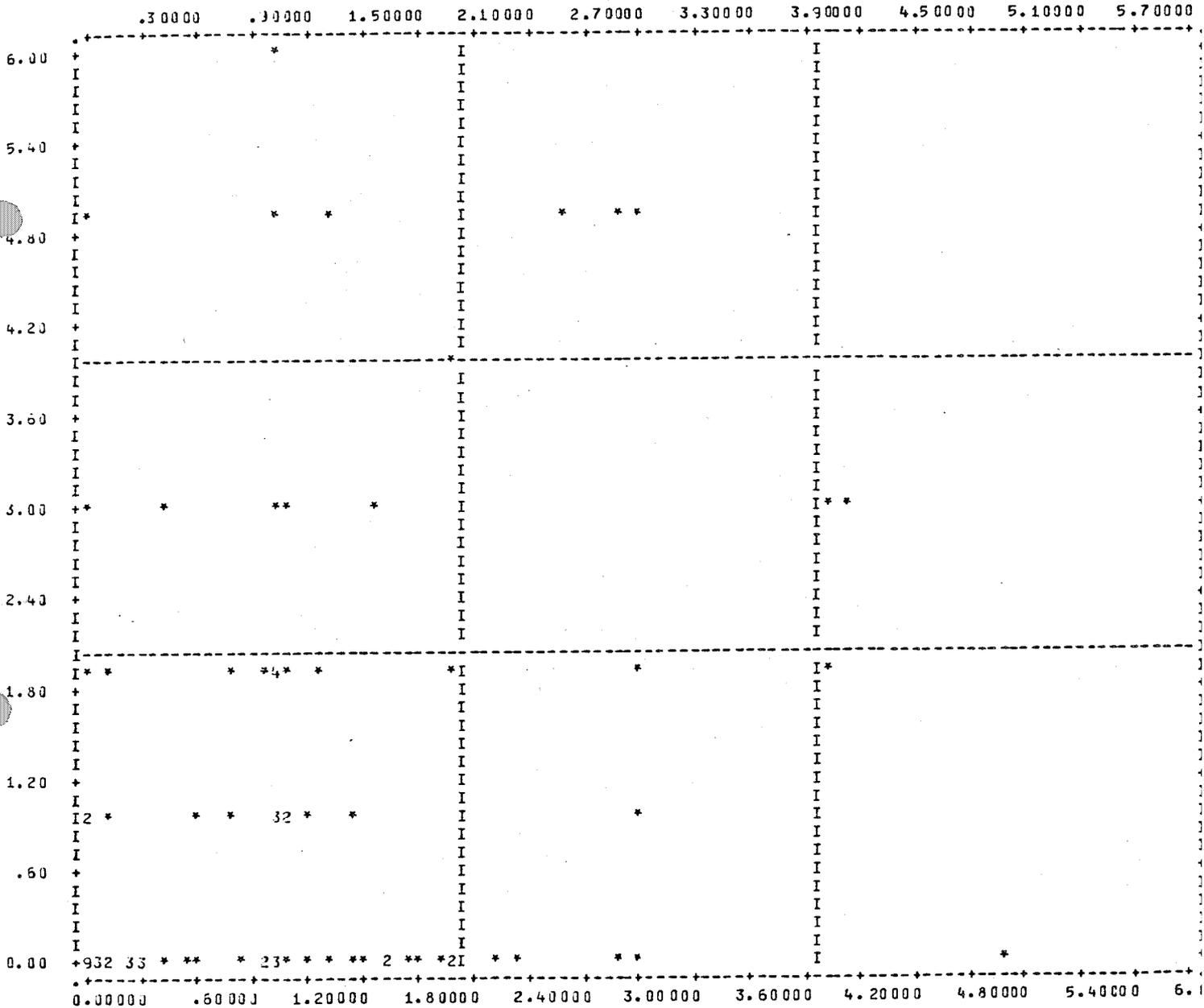
ROW	COL	1	2	3	4	5	6	7	NOT < 10	TOTAL
0.	1	20	9	6	1	0	2	1	11.00	59
	2	33.9	15.3	10.2	0.0	0.0	1.7	3.4	1.7	59.0
	3	74.1	52.9	66.7	0.0	25.0	50.0	25.0	25.0	
	4	20.0	9.0	6.0	0.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
1.	1	5	0	0	2	0	0	1	0	13
	2	38.5	0.0	0.0	15.4	0.0	7.7	0.0	0.0	13.0
	3	18.5	0.0	0.0	50.0	0.0	25.0	0.0	0.0	
	4	5.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	
2.	1	1	3	2	1	1	0	1	0	13
	2	7.7	23.1	15.4	7.7	0.0	7.7	0.0	0.0	13.0
	3	3.7	16.1	22.2	25.0	0.0	25.0	0.0	0.0	
	4	1.0	5.0	3.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	
3.	1	1	2	1	0	2	0	0	1	7
	2	14.3	28.6	14.3	0.0	28.6	0.0	0.0	14.3	7.0
	3	3.7	0.0	11.8	0.0	50.0	0.0	0.0	25.0	
	4	1.0	2.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	
4.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	2	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	3	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5.	1	0	2	0	1	1	0	0	1	6
	2	0.0	16.7	0.0	16.7	16.7	0.0	0.0	16.7	6.0
	3	0.0	3.2	0.0	25.0	25.0	0.0	0.0	25.0	
	4	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	
5.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
COLUMN TOTAL		27	31	17	9	4	4	4	4	100
TOTAL		27.0	31.0	17.0	9.0	4.0	4.0	4.0	4.0	100.0

RAW CHI SQUARE = 76.32108 WITH 42 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .0009
CRAMER'S V = .35665
CONTINGENCY COEFFICIENT = .65792

ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 FILE FM DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 PLOTTERGRAMM OF (DOWN) VWAKJAHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN

26/09/80 11.45.44. PAGE 14

(ACROSS) VWEXPSMO EXPONENTIELLE GLAETTUNG



ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

26/09/80 11.45.44. PAGE 15

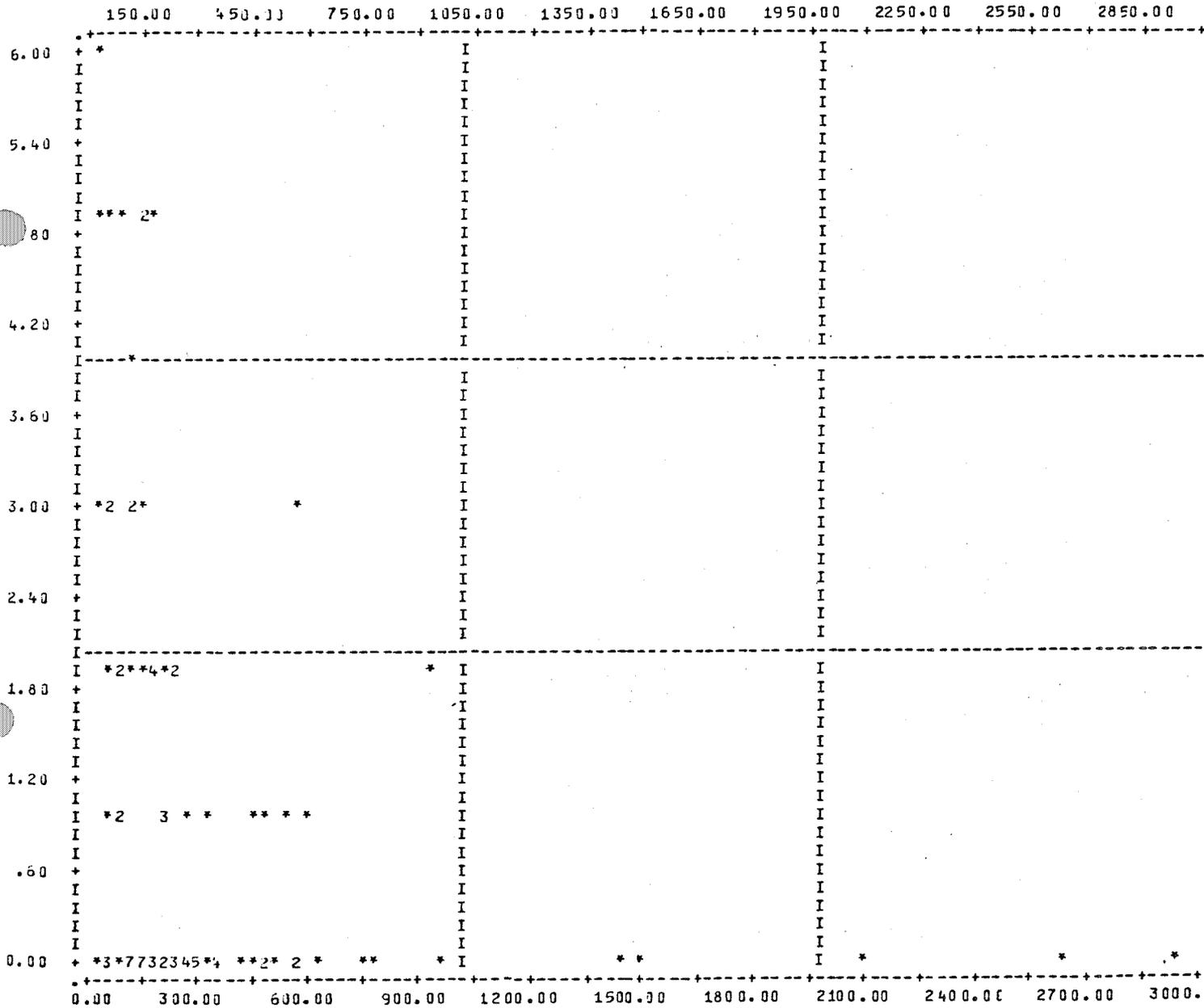
STATISTICS..

CORRELATION (R) -	.31239	SIGNIFICANCE R -	.00156	STD ERR OF EST -	1.459
SLOPE (B) -	.43567	STD ERROR OF B -	.13383	SIGNIFICANCE B -	.000
PLOTTED VALUES -	100	EXCLUDED VALUES -	0	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG
 FILE FDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 scattergram of (JOHN) VWKJAHRE REFERENZJAHRE SVERWENDUNGEN

(ACROSS) VMDAUER VERWENDUNGSCAUER



ERTIGUNGSHILFSMITTEL
 GRAPHISCHE DARSTELLUNG

STATISTICS..

CORRELATION (R) -	-.24997	SIGNIFICANCE R -	.01354	STD ERR OF EST -	1.49
SLOPE (B) -	-.00080	STD ERROR OF B -	.00032	SIGNIFICANCE B -	.01
PLOTTED VALUES -	37	EXCLUDED VALUES -	3	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
VERTEILUNGSAHÄNGIGER KONTINGENZTEST
FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44. PAGE 132

VMKJAHRE REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

BY DAUER VERWENDUNGSDAUER

PAGE 1 OF 1

VMKJAHR	DAUER	103 - 1 < 200	200 - 200 < 500	500 - 500 < 1000	1000 - 1000 < 2000	2000 - 2000 < 5000	NOT < 10000	ROW TOTAL
0.	I	1. I	2. I	3. I	4. I	5. I	6. I	8. I
0.	I	5 I	17 I	23 I	7 I	2 I	3 I	59
	I	8.5 I	28.8 I	39.0 I	11.9 I	3.4 I	5.1 I	59.0
	I	27.8 I	56.7 I	69.7 I	63.6 I	100.0 I	100.0 I	86.7 I
	I	5.0 I	17.0 I	23.0 I	7.0 I	2.0 I	3.0 I	2.0 I
1.	I	3 I	0 I	7 I	2 I	0 I	0 I	13
	I	23.1 I	0.0 I	53.8 I	15.4 I	0.0 I	0.0 I	13.0
	I	16.7 I	0.0 I	21.2 I	18.2 I	0.0 I	0.0 I	33.3 I
	I	3.0 I	0.0 I	7.0 I	2.0 I	0.0 I	0.0 I	1.0 I
2.	I	3 I	6 I	3 I	1 I	0 I	0 I	13
	I	23.1 I	46.2 I	23.1 I	7.7 I	0.0 I	0.0 I	13.0
	I	16.7 I	20.0 I	9.1 I	9.1 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
	I	3.0 I	6.0 I	3.0 I	1.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
3.	I	3 I	3 I	0 I	1 I	0 I	0 I	7
	I	42.9 I	42.9 I	0.0 I	14.3 I	0.0 I	0.0 I	7.0
	I	16.7 I	10.0 I	0.0 I	9.1 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
	I	3.0 I	3.0 I	0.0 I	1.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
4.	I	0 I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1
	I	0.0 I	100.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	1.0
	I	0.0 I	3.3 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
	I	0.0 I	1.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
5.	I	3 I	3 I	0 I	0 I	0 I	0 I	6
	I	50.0 I	50.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	6.0
	I	16.7 I	10.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
	I	3.0 I	3.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
6.	I	1 I	0 I	0 I	0 I	0 I	0 I	1
	I	100.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	1.0
	I	5.5 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
	I	1.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I	0.0 I
COLUMN TOTAL		18	30	33	11	2	3	100
		18.0	30.0	33.0	11.0	2.0	3.0	100.0

RAW CHI SQUARE = 35.58927 WITH 36 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .4880
GRAMER'S V = .24355
CONTINGENCY COEFFICIENT = .51233

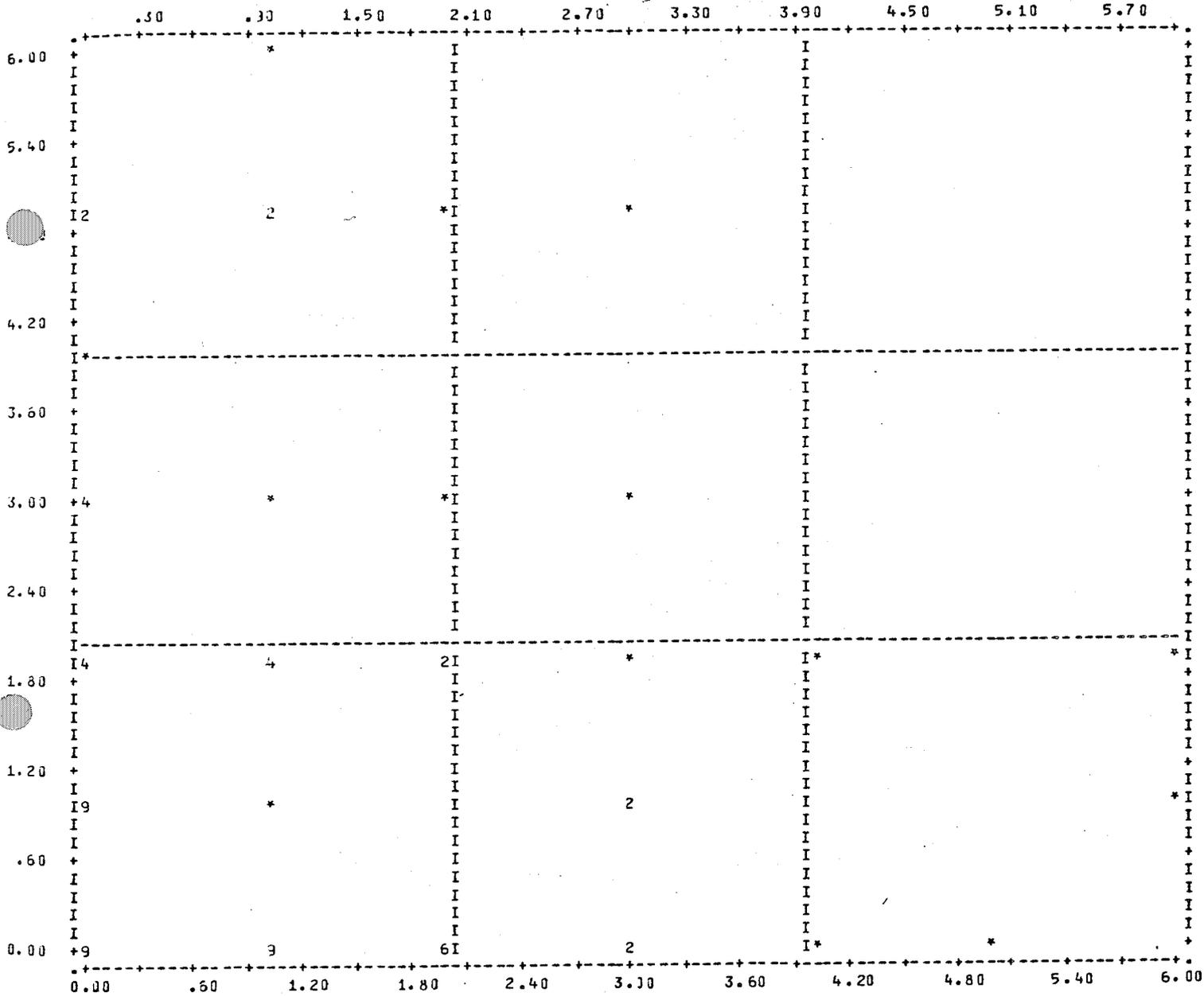
FERTIGUNGSHILFSMITTEL 26/09/80 11.45.44. PAGE 133
 VERTEILUNGSUNABHÄNGIGER KONJINENZTEST
 FILE = MDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 ***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
 VMKJAHRE REFRENZJAHRES VERWENDUNGEN BY VMJAHRE VERWENDUNGSJAHRE
 ***** PAGE 1 OF 1

VMKJAHRE	VMJAHRE	0.I	1.I	2.I	3.I	4.I	5.I	6.I	7.I	ROW TOTAL
0.	1	2	11	20	8	8	3	5	2	59
	2	3.4	18.6	33.9	13.6	13.6	5.1	8.5	3.4	59.0
	3	65.7	92.4	69.0	53.3	61.5	50.0	55.6	50.0	
	4	2.0	11.0	20.0	8.0	8.0	3.0	5.0	2.0	
1.	1	1	3	3	0	1	2	2	1	13
	2	7.7	23.1	23.1	0.0	7.7	15.4	15.4	7.7	13.0
	3	33.3	14.3	10.3	0.0	7.7	33.3	22.2	25.0	
	4	1.0	3.0	3.0	0.0	1.0	2.0	2.0	1.0	
2.	1	0	2	4	1	2	1	2	1	13
	2	0.0	15.4	30.8	7.7	15.4	7.7	15.4	7.7	13.0
	3	0.0	9.5	13.8	6.7	15.4	16.7	22.2	25.0	
	4	0.0	2.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	
3.	1	0	2	1	4	0	0	0	0	7
	2	0.0	28.6	14.3	57.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
	3	0.0	9.5	3.4	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
	4	0.0	2.0	1.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
5.	1	0	2	1	2	1	0	0	0	6
	2	0.0	33.3	16.7	33.3	16.7	0.0	0.0	0.0	6.0
	3	0.0	9.5	3.4	13.3	7.7	0.0	0.0	0.0	
	4	0.0	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
6.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	2	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	3	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
COLUMN TOTAL		3	21	29	15	13	6	9	4	100
TOTAL		3.0	21.0	29.0	15.0	13.0	6.0	9.0	4.0	100.0

RAW CHI SQUARE = 34.82975 WITH 42 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .7758
 CRAMER'S V = .24093
 CONTINGENCY COEFFICIENT = .50826

REGUNGSHILFSMITTEL
 STATISTISCHE DARSTELLUNG
 DATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 DIAGRAM OF (DOWN) VORJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

(ACROSS) VORJAHR VORJAHRVERWENDUNGEN



REGUNGSHILFSMITTEL
 STATISTISCHE DARSTELLUNG

STATISTICS..

CORRELATION (R) -	.13370	SIGNIFICANCE R -	.18479	STD ERR OF EST -	1.5182
SLOPE (B) -	.15228	STD ERROR OF B -	.11402	SIGNIFICANCE B -	.1847
EXCLUDED VALUES -	10	EXCLUDED VALUES -	0	MISSING VALUES -	0

***** IS PRINTED IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 VERTEILUNGSUNADHAENGTIGER KOEFFIZIENTENTEST
 FILE FDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44. PAGE 134

***** C R O S S T A B U L A T I O N O F *****
 V W A K J A H R R E F E R I Z J A H R S V E R W E N D U N G E N
 BY V W O R J A H R V O R J A H R S V E R W E N D U N G E N
 ***** PAGE 1 OF 1

VWAKJAHR	0.I	1.I	2.I	3.I	4.I	5.I	6.I	ROW TOTAL
0.	37	12	6	2	1	1	0	59
I	62.7	20.3	10.2	3.4	1.7	1.7	0.0	59.0
I	64.3	57.1	60.0	28.6	50.0	100.0	0.0	I
I	37.0	12.0	6.0	2.0	1.0	1.0	0.0	I
1.	9	1	0	2	0	0	1	13
I	69.2	7.7	0.0	15.4	0.0	0.0	7.7	13.0
I	15.9	4.8	0.0	28.6	0.0	0.0	50.0	I
I	9.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	I
2.	4	4	2	1	1	0	1	13
I	30.8	30.8	15.4	7.7	7.7	0.0	7.7	13.0
I	7.0	19.0	20.0	14.3	50.0	0.0	50.0	I
I	4.0	4.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0	I
3.	4	1	1	1	0	0	0	7
I	57.1	14.3	14.3	14.3	0.0	0.0	0.0	7.0
I	7.0	4.8	10.0	14.3	0.0	0.0	0.0	I
I	4.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	I
4.	1	0	0	0	0	0	0	1
I	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
I	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
I	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
5.	2	2	1	1	0	0	0	6
I	33.3	33.3	16.7	16.7	0.0	0.0	0.0	6.0
I	3.5	9.5	10.0	14.3	0.0	0.0	0.0	I
I	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	I
6.	0	1	0	0	0	0	0	1
I	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
I	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
I	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
COLUMN TOTAL	57	21	10	7	2	1	2	100
TOTAL	57.0	21.0	10.0	7.0	2.0	1.0	2.0	100.0

RAW CHI SQUARE = 24.43777 WITH 36 DEGREES OF FREEDOM. SIGNIFICANCE = .9293
 CRAMER'S V = .20182
 CONTINGENCY COEFFICIENT = .44315

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80) 26/09/80 11.45.44.

***** MULTIPLE REGRESSION *****

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEV	CASES
ALTER	1460.9500	867.5092	100
VWANZahl	6.5900	4.5351	100
VWHAEUF	2.5616	3.2407	100
VWEXPSMO	.9965	1.0929	100
VWDAUER	3338.1800	17091.2365	100
VWJAHRE	2.8800	1.7994	100
VWVORJAH	.8700	1.3383	100
VWAKJAHR	1.0000	1.5242	100

CORRELATION COEFFICIENTS.

A VALUE OF 99.00000 IS PRINTED
 IF A COEFFICIENT CANNOT BE COMPUTED.

VWANZahl	.39923					
VWHAEUF	-.49222	.04795				
VWEXPSMO	-.27643	.35643	.29757			
VWDAUER	-.07640	-.26804	-.14958	-.11986		
VWJAHRE	.68106	.75266	-.17313	.07860		
VWVORJAH	-.40016	-.04881	.42320	.35677	-.14916	
VWAKJAHR	-.27991	.13297	.40036	.31239	-.05893	
ALTER					.13370	
VWANZahl						VWVORJAH
VWHAEUF						VWJAHRE
VWEXPSMO						VWDAUER

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 26/09/80 11.45.44. PAGE 24

* * * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * * *
 DEPENDENT VARIABLE.. VMAKJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP HJAEER 2.. VMEXPSMO EXPONENTIELLE GLAETTUNG

MULTIPL R	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	SIGNIFICANCE
R SQUARE	REGRESSION	2.	46.29054	23.14527	12.22088	.100
ADJUSTED R SQUARE	RESIDUAL	97.	183.70946	1.89391		
STD DEVIATION	COEFF OF VARIABILITY	137.6 PCT				

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	STD ERROR B	F	BETA	ELASTICITY	VARIABLE	PARTIAL	TOLERANCE	F	SIGNIFICANCE
VMHAEUF	.15863049	.44705552E-01	12.590716	.3372672		ALTER	-.07195	.73919	.49958077	
VMEXPSMJ	.2957J295	.13255987	4.9760781	.40635		VWANZAHL	.04948	.86925	.481	.23562873
(CONSTANT)	.29837663	.20124736	2.2070598	.29467		VMDAUER	-.00942	.97140	.628	.85108577E-02
			.141			VWJAHRE	-.01973	.95145	.927	.37383044E-01
						VWVORJAH	-.10851	.76244	.847	1.1437264
									.28E	

----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

26/09/80 11.45.44. PAGE 25
 FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILL FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)
 * * * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * * *

DEPENDENT VARIABLE.. VAKJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3.. VMVORJAH VORJAHRESVERWENDUNGEN
 MULTIPLE R .45898 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F SIGNIFICANCE
 R SQUARE .21067 REGRESSION 3. 48.45346 16.15115 8.54057
 ADJUSTED R SQUARE .18600 RESIDUAL 96. 181.54654 1.89111
 STD DEVIATION 1.37518 COEFF OF VARIABILITY 137.5 PCT

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	STD ERROR B	F SIGNIFICANCE	BETA ELASTICITY	VARIABLE	PARTIAL TOLERANCE	F SIGNIFICANCE
VMHAEUF	.1767958	.47793945E-01	13.684115	.3758969	ALTER	-.09770	.70606
VMEXPSMJ	.33493138	.13744675	5.9380348	.45289	WMANZAH	.02944	.83743
VMVORJAH	-.12648927	.11827397	1.1437264	.2401556	WDAUER	-.01458	.96928
(CONSTANT)	.32338740	.20238968	2.5531097	.33377	VMJAHRE	-.03407	.93591
			.288	-.110588			.887
			.113	-.11004			.74C

----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

FERTIGUNGSHILFSMITTEL 26/09/80 11.45.44. PAGE 26

REGRESSIONSANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

***** MULTIPLE REGRESSION *****

DEPENDENT VARIABLE.. VWAKJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP N:JABER 4.. ALTER, ALTER IN TAGEN

MULTIPLE R	.46712	ANALYSIS OF VARIANCE	OF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	SIGNIFICANCE
R SQUARE	.21320	REGRESSION	4.	50.18144	12.54661	6.62869	.009
ADJUSTED R SQUARE	.18528	RESIDUAL	95.	179.81355	1.89277		
STD DEVIATION	1.3757 J	COEFF OF VARIABILITY	137.6 PCT				

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	STD ERROR B	F	SIGNIFICANCE	BETA	ELASTICITY
VWHAUF	.15846839	.51510071E-01	9.4645721	.003	.3369226	.40593
VWEXPSUJ	.32193581	.17817016	5.4309015	.022	.2308804	.32088
VWV23JAJ	-.15101457	.12107042	1.5558280	.215	-.1325933	-.13138
ALTER	-.18150363E-03	.13968676E-03	.91558068	.341	-.1033030	-.1033030
(CONSTANT)	.66974093	.41475192	2.6075755	.110	-.26517	

----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	PARTIAL	TOLERANCE	F	SIGNIFICANCE
VWANZAHL	.10433	.56430	1.0344356	.312
VWDAUER	-.03547	.92877	.11841153	.732
VWJAHRE	.05428	.44004	.27778335	.595

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44. PAGE 27

* * * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * * *
 DEPENDENT VARIABLE.. VMAKJHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 5.. VMANZAHL VERWENDUNGSANZAHL

MULTIPLE R	.47614	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	SIGNIFICANCE
R SQUARE	.22671	REGRESSION	5.	52.14363	10.42874	5.51176	.001
ADJUSTED R SQUARE	.18558	RESIDUAL	94.	177.85631	1.89209		
STD DEVIATION	1.37553	COEFF OF VARIABILITY	137.6 PCT				

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----				----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----			
VARIABLE	B	STD ERROR B	F SIGNIFICANCE	BETA ELASTICITY	VARIABLE	PARTIAL TOLERANCE	F SIGNIFICANCE
VHAEUF	.14449332	.53302223E-01	7.3486052 .008	.3072099 .37014	VMDAUR	-.01631	.89619 .24735255E-01
VHXP SHD	.23927758	.16030785	2.2278935 .139	.1715690 .23844	VWJA HRE	-.01726	.25647 .27714196E-01
VWVR JAH	-.14057502	.12148289	1.5390171 .250	-.1234272 -.12230			
ALTER	-.31570035E-03	.23103526E-03	1.8672119 .175	-.1796813 -.46122			
VMANZAHL	.41272266E-01	.49579491E-01	1.0344356 .312	.1228015 .27198			
(CONSTANT)	.70295804	.41596090	2.8559710 .094				

26/09/80 11.45.44. PAGE 28
 FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILE FDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

 DEPENDENT VARIABLE.. VMKJAHR REFENZJAHRESVERWENDUNGEN
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 6.. VMJAHRE VERWENDUNGSJAHRE

MULTIPLE R	.47638	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F	SIGNIFICANCE
R SQUARE	.22594	REGRESSION	6.	52.19667	8.69945	4.55024	.00
ADJUSTED R SQUARE	.17707	RESIDUAL	93.	177.80333	1.91186		
STD DEVIATION	1.36270	COEFF OF VARIABILITY	136.3 PCT				

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	STD ERROR B	F SIGNIFICANCE	BETA ELASTICITY	VARIABLE	PARTIAL TOLERANCE	F SIGNIFICANCE
VMHAEJF	.14460553	.53590030E-01	7.2872243	.3075761	VMDAUER	-.01989	.86479
VMEXPSMJ	.23838661	.16123226	2.1860488	.37058			.36417873E-01
VMVORJAH	-.13803151	.12306816	.143	.1709302			.845
ALTER	-.29025053E-03	.27803891E-03	1.2579549	.23756			
VMANZAH	.47017469E-01	.53431231E-01	.265	-.1211939			
VMJAHRE	-.25386924E-01	.15249617	.299	-.1551965			
(CONSTANT)	.69926445	.41871720	.77433364	-.42404			
			.381	.1390957			
			.27714196E-01	.30985			
			.868	-.0299710			
			2.7889536	-.07311			
			.098				

----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 REGRESSIONSANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80) 26/09/80 11.45.44. PAGE 29

***** MULTIPLE REGRESSION *****

DEPENDENT VARIABLE.. VAAKJAHR REFERENZJAHRESVERWENDUNGEN

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 7.. VMDAUER VERWENDUNGSDAUER

MULTIPLE R .47671 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F SIGNIFICANCE
 R SQUARE .22725 REGRESSION 7. 52.26703 7.46672 3.86500
 ADJUSTED R SQUARE .16945 RESIDUAL 92. 177.73297 1.93188
 STD DEVIATION 1.38932 COEFF OF VARIABILITY 139.0 PCT

----- VARIABLES IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	STD ERROR B	F SIGNIFICANCE	BETA ELASTICITY	VARIABLE	PARTIAL TOLERANCE	F SIGNIFICANCE
VHAEUF	.14347462	.54230096E-01	6.9995382	.3350440			
VHXPMSO	.23835213	.15209244	2.1713653	.36753			
VHVRJAH	-.14005477	.12416420	1.2723396	-.23802			
ALTER	-.28763379E-03	.27982522E-03	1.0566331	-.12185			
VMANZAH	.46760295E-01	.53727108E-01	.75747371	.1391305			
VHJAARE	-.30961515E-01	.15605087	.39365162E-01	.30815			
VMDAJER	-.1677250E-05	.87890999E-05	.36417873E-01	-.08917			
(CONSTANT)	.72314585	.43911290	2.7120607	-.00560			

----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

SUMMARY TABLE

STEP	VARIABLE ENTERED	REMOVED	F TO ENTER OR REMOVE	SIGNIFICANCE	MULTIPLE R	R SQUARE CHANGE	SIMPLE R	OVERALL F	SIGNIFICANCE
1	VHAEUF		18.70671	.000	.40036	.16029	.40036	18.70671	.000
2	VHXPMSO		4.97608	.028	.54862	.20126	.31239	12.22088	.000
3	VHVRJAH		1.14373	.288	.45898	.21067	.00940	8.54057	.000
4	ALTER		.91558	.341	.46712	.21820	-.27991	6.62869	.000
5	VMANZAH		1.03444	.312	.47614	.22671	.00851	5.51176	.000
6	VHJAARE		.02771	.868	.47638	.22694	-.05893	4.55024	.000
7	VMDAUER		.03642	.849	.47671	.22725	-.08415	3.86500	.001

ALL VARIABLES ARE IN THE EQUATION.

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
REGRESSIONSANALYSE
FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

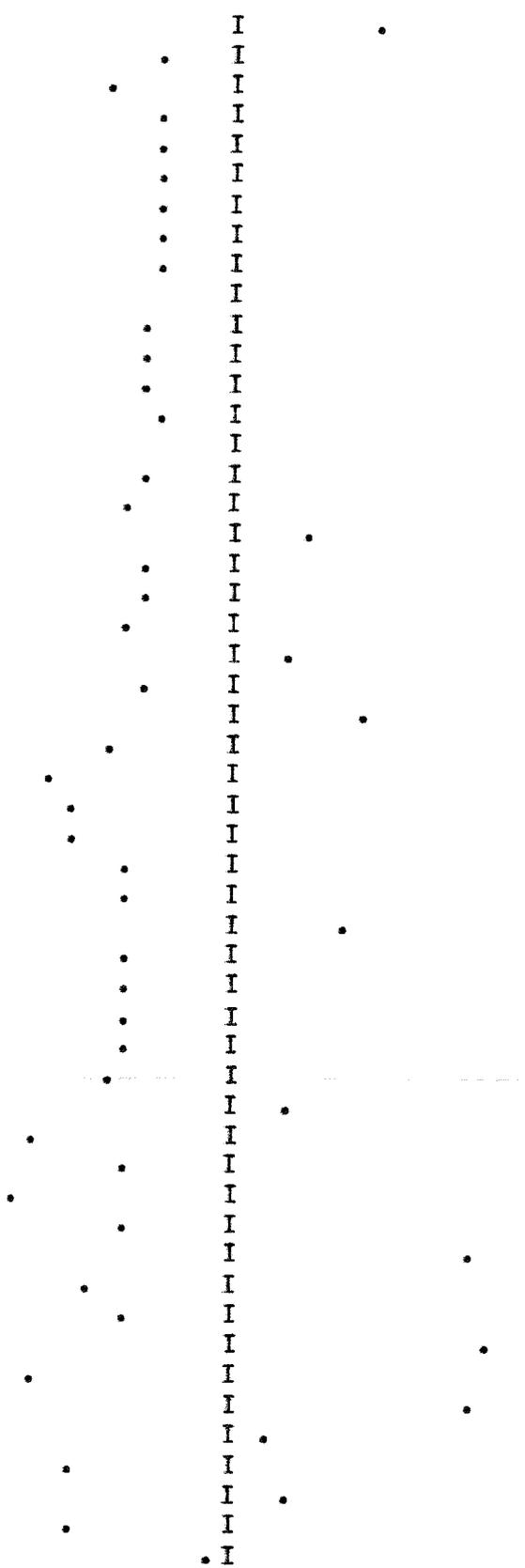
***** MULTIPLE

OBSERVATION	Y VALUE	Y ESTIMATE	RESIDUAL
1.	1.000000	.2989766	.7010234
2.	0.	.2989766	-.2989766
3.	0.	.5798944	-.5798944
4.	0.	.3183295	-.3183295
5.	0.	.3207090	-.3207090
6.	0.	.3261024	-.3261024
7.	0.	.3367307	-.3367307
8.	0.	.3389515	-.3389515
9.	0.	.3578285	-.3578285
10.	2.000000	.3602080	1.639792
11.	0.	.3711535	-.3711535
12.	0.	.4022515	-.4022515
13.	0.	.3876511	-.3876511
14.	1.000000	1.282374	-.2823742
15.	3.000000	.3979621	2.602038
16.	0.	.4159060	-.4159060
17.	0.	.4727456	-.4727456
18.	1.000000	.7027070	.2972930
19.	0.	.4122388	-.4122388
20.	0.	.4149355	-.4149355
21.	0.	.4896975	-.4896975
22.	1.000000	.7672471	.2327529
23.	0.	.4233429	-.4233429
24.	1.000000	.4287364	.5712636
25.	0.	.5602872	-.5602872
26.	0.	.9032762	-.9032762
27.	0.	.7792457	-.7792457
28.	0.	.7519963	-.7519963
29.	0.	.4626833	-.4626833
30.	0.	.4733115	-.4733115
31.	1.000000	.5028741	.4971259
32.	0.	.4891746	-.4891746
33.	0.	.5208579	-.5208579
34.	0.	.5233960	-.5233960
35.	0.	.4962129	-.4962129
36.	0.	.5666687	-.5666687
37.	1.000000	.7285891	.2714109
38.	0.	.9888939	-.9888939
39.	0.	.5066239	-.5066239
40.	0.	1.059499	-1.059499
41.	0.	.5185212	-.5185212
42.	2.000000	.8194590	1.180541
43.	0.	.6907526	-.6907526
44.	0.	.5415227	-.5415227
45.	2.000000	.7742763	1.225724
46.	0.	.9791399	-.9791399
47.	2.000000	.8330748	1.166925
48.	1.000000	.8541991	.1458009
49.	0.	.8166062	-.8166062
50.	1.000000	.7557699	.2442301
51.	0.	.7599512	-.7599512
52.	1.000000	1.019058	-.1905780E-01

-2SD

0.0

+2SD



OBSERVATION	Y VALUE	Y ESTIMATE	RESIDUAL
53.	5.000000	1.359064	3.640936
54.	0.	.6817376	-.6817376
55.	2.000000	.9067676	1.093232
56.	0.	.6143881	-.6143881
57.	2.000000	.9016296	1.098370
58.	0.	.9929079	-.9929079
59.	2.000000	.9203480	1.079652
60.	2.000000	.6601355	1.339865
61.	0.	.6489155	-.6489155
62.	0.	.7403585	-.7403585
63.	3.000000	1.112353	1.887647
64.	5.000000	1.501627	3.498373
65.	0.	.7537359	-.7537359
66.	5.000000	.6674753	4.332525
67.	0.	.6884145	-.6884145
68.	0.	1.353349	-1.353349
69.	0.	.9952216	-.9952216
70.	2.000000	1.291400	.7085996
71.	0.	1.402725	-1.402725
72.	4.000000	1.325968	2.674032
73.	3.000000	1.038686	1.961314
74.	0.	1.608129	-1.608129
75.	0.	1.324597	-1.324597
76.	0.	1.266916	-1.266916
77.	0.	1.670067	-1.670067
78.	0.	.7853377	-.7853377
79.	0.	1.403711	-1.403711
80.	2.000000	1.705283	.2947169
81.	3.000000	.9441205	2.055879
82.	0.	1.343527	-1.343527
83.	2.000000	2.089343	-.8934327E-01
84.	0.	1.208738	-1.208738
85.	1.000000	1.277077	-.2770774
86.	2.000000	1.267795	.7322049
87.	5.000000	1.360356	3.639644
88.	1.000000	1.353316	-.3533156
89.	3.000000	2.325068	.6749318
90.	5.000000	2.030476	2.969524
91.	3.000000	2.393173	.6068265
92.	0.	1.788707	-1.788707
93.	0.	2.735302	-2.735302
94.	0.	1.569179	-1.569179
95.	1.000000	1.569623	-.5696226
95.	2.000000	1.670516	.3294845
97.	6.000000	2.180985	3.819015
98.	3.000000	2.240536	.7594640
99.	0.	3.347525	-3.347525
100.	5.000000	4.401811	.5981886

NOTE - (*) INDICATES ESTIMATE CALCULATED WITH MEANS SUBSTITUTED
 R INDICATES POINT OUT OF RANGE OF PLOT

NUMBER OF CASES PLOTTED 100.
 NUMBER OF 2 S.D. OUTLIERS 7. OR 7.00 PERCENT OF THE TOTAL.

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 FAKTORANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44.

PAGE

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEV	CASES
ALTER	1460.9500	867.5092	100
VWANZAHL	6.5900	4.5351	100
VWHAEU F	2.5616	3.2407	100
VMEXPSMO	.9965	1.0929	100
VWDAUER	3338.1800	17091.2365	100
VWJAHRE	2.8800	1.7994	100
VMVORJAH	.8700	1.3383	100
VWAKJAHR	1.0000	1.5242	100

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
 FAKTORANALYSE
 FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

26/09/80 11.45.44.

PAGE

185

CORRELATION COEFFICIENTS..

ALTER	VWANZAHL	VWHAEU F	VMEXPSMO	VWDAUER	VWJAHRE	VMVORJAH	VWAKJAHR
1.0000	.39923	-.49222	-.27643	-.07640	.68106	-.40016	-.27991
.39923	1.00000	.04795	.35643	-.26804	.75266	-.04881	.13297
-.49222	.04795	1.00000	.29757	-.14958	-.17313	.42320	.40036
-.27643	.35643	.29757	1.00000	-.11986	.07860	.35677	.31239
-.07640	-.26804	-.14958	-.11986	1.00000	-.28795	-.12253	-.08415
.68106	.75266	-.17313	.07860	-.28795	1.00000	-.14916	-.05893
-.40016	-.04881	.42320	.35677	-.12253	-.14916	1.00000	.13370
-.27991	.13297	.40036	.31239	-.08415	-.05893	.13370	1.00000

26/09/80 11.45.44.

26/09/80

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE

DETERMINANT = .0474537 (.47453664E-01)

26/09/80 11.45.44.

26/09/80

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE

FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

VARIABLE	EST COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVA LUE	PCT OF VAR	CUM PCT
ALTER	.67261	1	2.51503	32.7	32.7
VWANZAHL	.67400	2	2.15869	27.0	59.7
VWHAUF	.41285	3	.91595	11.4	71.1
VWEXPSMO	.39253	4	.83059	10.4	81.5
VWDAUER	.13556	5	.53203	7.4	88.9
VWJAHRE	.75263	6	.43003	6.0	94.9
VWVORJAH	.30291	7	.25552	3.2	98.1
VWAKJAHR	.22725	8	.15216	1.9	100.0

FACTOR MATRIX USING PRINCIPAL FACTOR WITH ITERATIONS

	FACTOR 1	FACTOR 2
ALTER	.87057	-.20885
VWANZ AHL	.61691	.62669
VWHA EUF	-.44809	.53646
VWEXPSMO	-.14269	.61201
VWDAUER	-.15080	-.32111
VWJAHRE	.85903	.36966
VWVORJAH	-.37616	.39228
VWAKJ AHR	-.22724	.42025
VARIANCE	2.31343	1.66895

CONVERGENCE REQUIRED 7 ITERATIONS.

VARIABLE	COMMUNALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
ALTER	.80152	1	2.31343	58.1	58.1
VWANZ AHL	.77332	2	1.66895	41.9	100.0
VWHA EUF	.48857				
VWEXPSMO	.39491				
VWDAUER	.12585				
VWJAHRE	.87458				
VWVORJAH	.29538				
VWAKJ AHR	.22825				

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE

FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

ROTATION FOR DIRECT OBLIMIN LOADINGS

DELTA = .900

ITERATION CRITERION

0	-.975474
1	-1.962195
2	-2.185852
3	-2.188422
4	-2.188483
5	-2.188483

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE

FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

OBLIQUE FACTOR PATTERN MATRIX
AFTER ROTATION WITH KAISER NORMALIZATION

DELTA = .900

	FACTOR 1	FACTOR 2
ALTER	.46352	-.63519
VWANZahl	.92496	.26347
VWHAUF	.09172	.72206
VWEXSMO	.36891	.63631
VWDAJER	-.35539	-.21908
VWJAHRE	.90068	-.09644
VWVORJAH	.03228	.55267
VWAKJAHR	.16062	.50269
VARIANCE	2.17928	2.01456

FACTOR PATTERN CORRELATIONS

	FACTOR 1	FACTOR 2
FACTOR 1	1.00000	-.31113
FACTOR 2	-.31113	1.00000

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE
FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

QUARTIMAX ROTATED FACTOR MATRIX
AFTER ROTATION WITH KAISER NORMALIZATION

	FACTOR 1	FACTOR 2
ALTER	.56066	-.69798
VWANZAHL	.87143	.11305
VWHAEUF	-.02604	.69349
VWEXPSMO	.26172	.57133
VWDAUER	-.31578	-.16165
VWJAHRE	.90559	-.23341
VWVORJAH	-.05740	.54045
VWAKJAHR	.07749	.47143
VARIANCE	2.07202	1.91036

TRANSFORMATION MATRIX

	FACTOR 1	FACTOR 2
FACTOR 1	.79084	-.61203
FACTOR 2	.61203	.79084

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE
FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

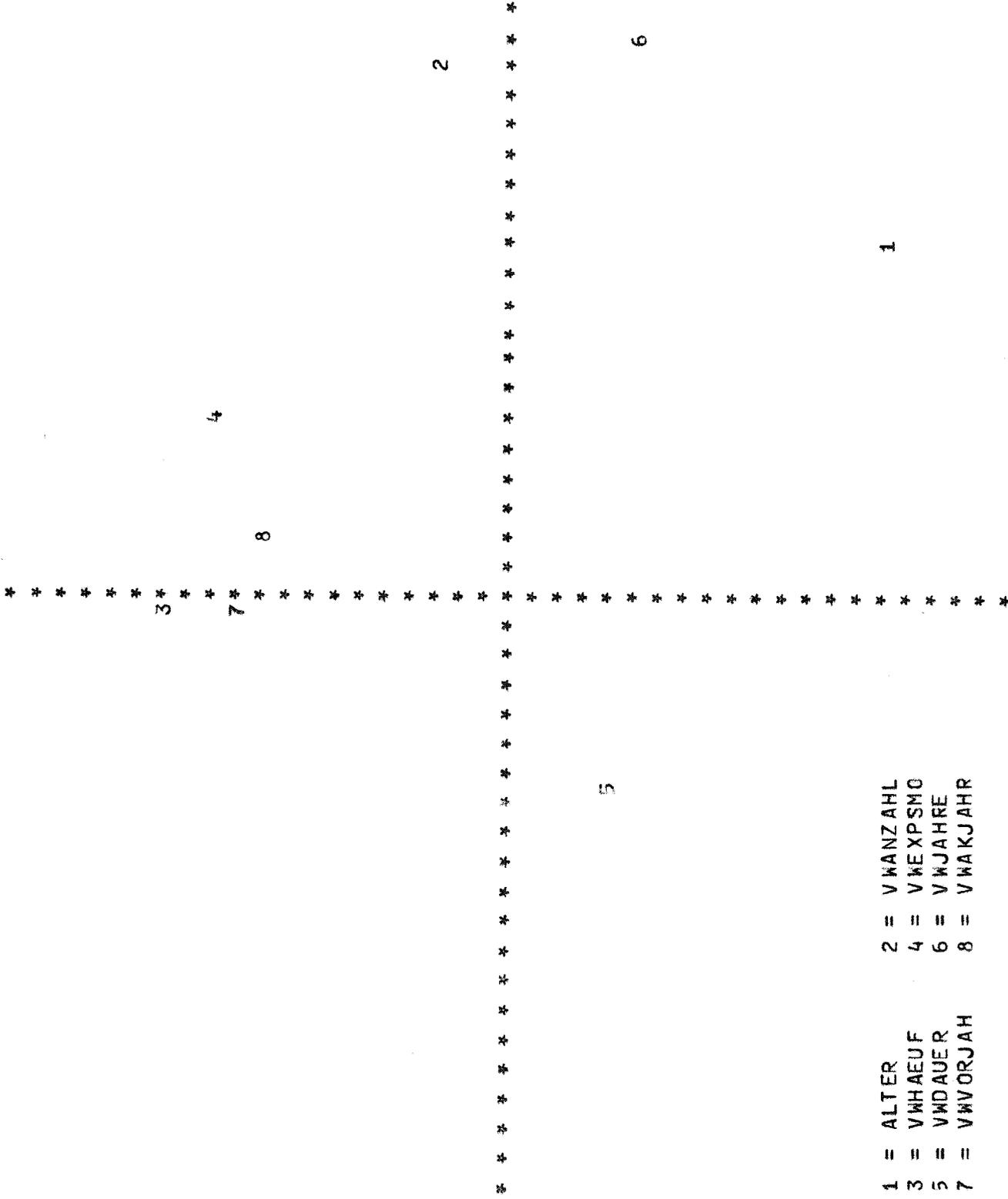
EQJIMAX ROTATED FACTOR MATRIX
AFTER ROTATION WITH KAISER NORMALIZATION

	FACTOR 1	FACTOR 2
ALTER	.55085	-.70575
VWANZAHL	.87299	.10585
VWHAUF	-.01627	.69879
VWEXPSMO	.26968	.56761
VWDAUER	-.31801	-.15722
VWJAHRE	.90224	-.24605
VWVORJAH	-.04984	.54120
VWAKJAHR	.08407	.47030
VARIANCE	2.06327	1.91911

TRANSFORMATION MATRIX

	FACTOR 1	FACTOR 2
FACTOR 1	.78220	-.62302
FACTOR 2	.62302	.78220

HORIZONTAL FACTOR 1 VERTICAL FACTOR 2



- 1 = ALTER
- 2 = VWANZAHL
- 3 = VWHAUF
- 4 = VWEXPSMG
- 5 = VWDAUER
- 6 = VWJAHRE
- 7 = VWVORJAH
- 8 = VWKJAHR

FERTIGUNGSHILFSMITTEL
FAKTORENANALYSE
FILE FMDATEI (CREATION DATE = 26/09/80)

VARIMAX ROTATED FACTOR MATRIX
AFTER ROTATION WITH KAISER NORMALIZATION

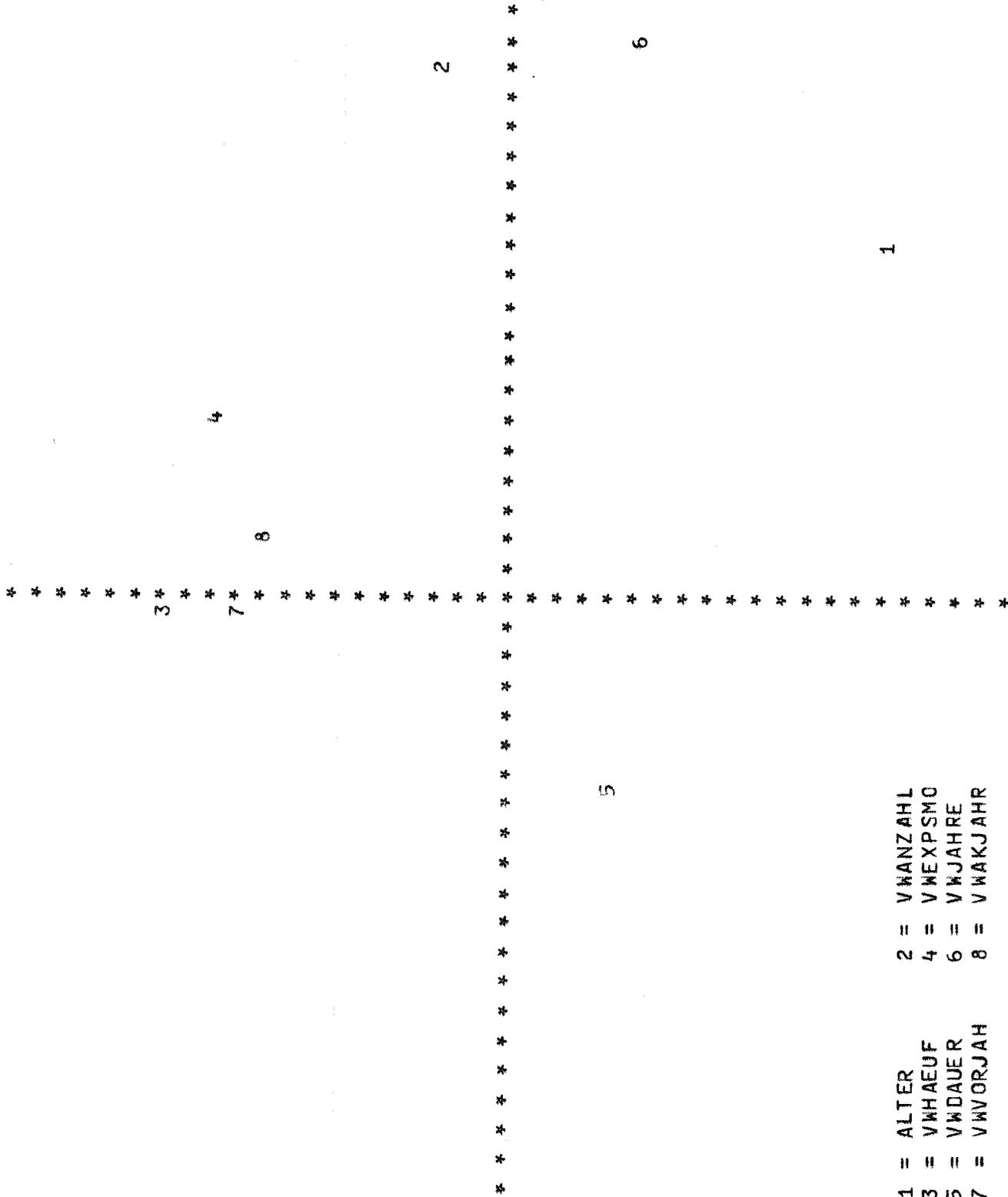
	FACTOR 1	FACTOR 2
ALTER	.55085	-.70575
VWANZahl	.87299	.10585
VWHAEUf	-.01627	.69879
VWEXPSMO	.26968	.56761
VWDAUER	-.31801	-.15722
VWJAHRE	.90224	-.24605
VWVORJAH	-.04984	.54120
VWAKJAHR	.08407	.47030
VARIANCE	2.06327	1.91911

TRANSFORMATION MATRIX

	FACTOR 1	FACTOR 2
FACTOR 1	.78220	-.62302
FACTOR 2	.62302	.78220

HORIZONTAL FACTOR 1

VERTICAL FACTOR 2



1 =	ALTER	2 =	VWANZ AHL
3 =	VWHA EUF	4 =	VWEXP SMO
5 =	VWDAUER	6 =	VWJAHRE
7 =	VWVORJAH	8 =	VWAKJ AHR

P-4 : Anpassungstest

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE4,CHIDAT,ID=AF056.
  PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE4,RT=W,BT,MRL=80.
-ATTACH,TAPE8,FMDATSO,ID=AF056.
  PF254 - CYCLE 2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE8,RT=F,BT=K,MRL=60.
-COBOL,O=X.
  COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
  COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
  COBOL - COMPILING CHI-QUA
  COBOL - 9 DIAGNOSTICS
  COBOL - END COMPILE TIME = 000.524 CP SECONDS
-LGO.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0012167 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
COB - OBJECT LIBRARY CY477
MAX MS 8 *4KW
JM166 - MAXIMUM USER SCM 42400B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM 100000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 60B BUFFERS
SCM 10.873 KWS
LCM 16.735 KWS
I/O 0.001 MW
USER 0.316 SEC
JOB 0.887 SEC
SC050 - 000004 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.
PROGRAM-ID. CHI-QUADRAT-ANPASSUNGSTEST.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.

SELECT CHIDAT ASSIGN TO TAPE4.
SELECT FMDATSO ASSIGN TO TAPE8.
SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD CHIDAT

LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS CHI-QUADRAT-SATZ.

01 CHI-QUADRAT-SATZ PIC X(30).

FD FMDATSO

LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS FM-SATZ.

01 FM-SATZ PIC X(50).

FD AUSDAT

LABEL RECORD IS OMITTED
REPORT IS AUSGABESEITE.

WORKING-STORAGE SECTION.

01 FM-DATEN.

05 FILLER PIC X(30).

05 FMALTER PIC 9(36).

05 FILLER PIC X(33).

05 VWHAEOF PIC 9(02)V9(03).

05 FILLER PIC X(16).

01 CHI-QUADRAT-IN.

05 CHI-QUADRAT-IN-1 PIC X(30).

05 CHI-QUADRAT-IN-2 PIC X(30).

01 CHI-QUADRAT-DATEN REDEFINES CHI-QUADRAT-IN.

05 CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL PIC 9(02).

05 CHI-QUADRAT-TABELLE.

10 CHI-QUADRAT-POT PIC 9(02)V9(02)
OCCURS 28.

05 FILLER PIC X(46).

01 TABELLE-ANZAHL.

05 ELEMENT

OCCURS 1 TO 30 DEPENDING ON CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL.

10 EMPI-ANZAHL PIC 9(03)V9.

10 THEO-ANZAHL PIC S9(03)V9.

01 CHI-QUADRAT PIC 9(02)V9(02).

01 FREIHEITSGRADE PIC 9(12).

01 TESTGROESSE PIC 9(03)V9(02).

01 EULERZAHL PIC S9V9(05)
VALUE 2,71828.

01 LAMBDA PIC S9(13)V9.

01 NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL PIC 9(12).

01 HAEUF PIC 9(02).

01 ANZAHL-KLASSE PIC 9(03).

01 DATEI-KENNUNG.

```

05 KENNZEICHEN-DATE ISTATUS.
   10 BOF-KENNZ          PIC X(01) VALUE "B".
   10 EOF-KENNZ          PIC X(01) VALUE "E".
05 STATUS-FMDATSO       PIC X(01).
   88 ENDE-FMDATSO      VALUE "E".
01 KENNUNG-UEBERLAUF.
   05 KENNZEICHEN-UEBERLAUF.
     10 KEIN-UEBERLAUF-KENNZ PIC X(01) VALUE "K".
     10 UEBERLAUF-KENNZ     PIC X(01) VALUE "U".
   05 UEBERLAUF-FLAG     PIC X(01).
     88 UEBERLAUF         VALUE "U".
   05 UEBERLAUF-TEXT     PIC X(58) VALUE
"BEI DEN RECHENPROZEDUREN ERFOLGTE MINDESTENS EIN UEBERLA
"UF".
   05 FEHLERTEXT        PIC X(58).
01 KENNUNG-ERGEBNIS.
   05 KENNZEICHEN-ERGEBNIS.
     10 POISSONVERTEILT   PIC X(05)
        VALUE "EINE ".
     10 NICHT-POISSONVERTEILT PIC X(05)
        VALUE "KEINE".
   05 ERGEBNIS-FLAG     PIC X(05).
01 LAUFVARIABLEN.
   05 I                  PIC 9(03).
   05 J                  PIC 9(03).
   05 K                  PIC 9(03).

```

REPORT SECTION.

```

RD  AUSGABESEITE
CONTROL IS FINAL
PAGE LIMIT IS          55      LINES
HEADING                1
FIRST DETAIL           7
LAST DETAIL            53
FOOTING                55.
01  TYPE PAGE HEADING.
   05  LINE 1 COLUMN 1 PIC X(77) VALUE
"CHI-QUADRAT-ANPASSUNGSTEST AUF POISSONVERTEILUNG DER VER
"WENDUNGSHAEUFIGKEITEN".
   05  LINE 2 COLUMN 1 PIC X(77)
        VALUE ALL "=" .
   05  LINE 5 COLUMN 1 PIC X(37) VALUE
"TESTGROESSE      CHI-QUADRAT-ERGEBNIS".
   05  LINE 6 COLUMN 1 PIC X(37)
        VALUE ALL "-".
01  DETAIL-LINE TYPE DETAIL LINE PLUS 1.
   05  COLUMN 4        PIC Z(02)9.9(02)
        SOURCE TESTGROESSE.
   05  COLUMN 26       PIC Z9.9(02)
        SOURCE CHI-QUADRAT.
   05  COLUMN 42       PIC X(05)
        SOURCE ERGEBNIS-FLAG.
   05  COLUMN 48       PIC X(34) VALUE
"SIGNIFIKANTE POISSONVERTEILUNG".
01  TYPE CONTROL FOOTING FINAL LINE PLUS 3.
   05  COLUMN 1        PIC X(58)
        SOURCE FEHLERTEXT.

```

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  FMDATSO,
           INPUT  CHIDAT,
           OUTPUT AUSDAT.

INITIATE  AUSGABESEITE.
MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
MOVE      BOF-KENNZ TO STATUS-FMDATSO.
READ      CHIDAT INTO CHI-QUADRAT-IN-1
AT END    DISPLAY "KEINE CHI-QUADRAT-WERTE VERFUEGBAR",
              ", DAHER PROGRAMMABBRUCH"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      CHIDAT INTO CHI-QUADRAT-IN-2
AT END    DISPLAY "KEINE AUSREICHENDEN CHI-QUADRAT-WERTE ",
              "VERFUEGBAR, DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      FMDATSO INTO FM-DATEN
AT END    DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",
              "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
MOVE      ZERDES TO TABELLE-ANZAHL.
ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
COMPUTE  HAEUF ROUNDED = VWHAEU F
COMPUTE  LAMBDA = 0
COMPUTE  ANZAHL-KLASSE = 0
COMPUTE  NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL =
          CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL
PERFORM  BERECHNUNG-ALTERSKLASSE UNTIL ENDE-FMDATSO.
COMPUTE  LAMBDA ROUNDED = LAMBDA / ANZAHL-KLASSE
COMPUTE  THEO-ANZAHL (1) ROUNDED = ANZAHL-KLASSE *
          (EULERZAHL ** ((-1) * LAMBDA))
PERFORM  ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
PERFORM  BERECHNUNG-THEO-ANZAHL
          VARYING I FROM 2 BY 1
          UNTIL I > NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL.
COMPUTE  J = NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL + 1
PERFORM  BERECHNUNG-LETZTE-KLASSE
          VARYING I FROM J BY 1
          UNTIL I > CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL.
COMPUTE  TESTGROESSE = 0
PERFORM  BERECHNUNG-TESTGROESSE
          VARYING I FROM 1 BY 1
          UNTIL I > NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL.
COMPUTE  FREIHEITSGRADE = NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL - 2
COMPUTE  CHI-QUADRAT = CHI-QUADRAT-POT (FREIHEITSGRADE)
IF       TESTGROESSE < CHI-QUADRAT
THEN     MOVE POISSONVERTEILT TO ERGEBNIS-FLAG
ELSE     MOVE NICHT-POISSONVERTEILT TO ERGEBNIS-FLAG.
```

GENERATE DETAIL-LINE.
ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.

UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF SECTION.

BERECHNUNG-ALTERSKLASSE.

IF HAEUF < CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL
THEN COMPUTE K = HAEUF + 1
ELSE COMPUTE K = CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL.
COMPUTE EMPI-ANZAHL (K) = EMPI-ANZAHL (K) + 1
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE ANZAHL-KLASSE = ANZAHL-KLASSE + 1
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE LAMBDA = LAMBDA + VWHAEUF
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
READ FMDATSO INTO FM-DATEN
AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FMDATSO.
COMPUTE HAEUF ROUNDED = VWHAEUF.

BERECHNUNG-THEO-ANZAHL.

COMPUTE THEO-ANZAHL (I) ROUNDED = (THEO-ANZAHL (I - 1)
* LAMBDA) / (I - 1)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
IF THEO-ANZAHL (I) = 0
THEN COMPUTE NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL = I - 1.

BERECHNUNG-LETZTE-KLASSE.

COMPUTE EMPI-ANZAHL (NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL) =
EMPI-ANZAHL (NEUE-CHI-QUADRAT-KLASSENZAHL) +
EMPI-ANZAHL (I)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.

BERECHNUNG-TESTGROESSE.

IF EMPI-ANZAHL (I) - THEO-ANZAHL (I) NOT = 0
THEN COMPUTE TESTGROESSE ROUNDED = TESTGROESSE +
(EMPI-ANZAHL (I) - THEO-ANZAHL (I)) ** 2 /
THEO-ANZAHL (I)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.

NACHLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.

IF UEBERLAUF
THEN MOVE UEBERLAUF-TEXT TO FEHLERTEXT
ELSE MOVE SPACES TO FEHLERTEXT.

DATEIEN-SCHLIESSEN.

TERMINATE AUSGABESEITE.
CLOSE FMDATSO, CHIDAT.

ENDE-NACHLAUF.

STOP RUN.

CHI-QUADRAT-ANPASSUNGSTEST AUF POISSONVERTEILUNG DER VERWENDUNGSHAEUFIGKEITEN
=====

TESTGROESSE CHI-QUADRAT-ERGEBNIS

172,95

15,51

KEINE SIGNIFIKANTE POISSONVERTEILUNG

P-5 : Zufallsgenerator

```

UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
  ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,SPSS,SPSS,MR=1.
  PF254 - CYCLE 75 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-REQUEST,BCDOUT,*PF.
-SPSS.
  END SPSS
-CATALOG,BCDOUT,ZUDATEI,ID=AF056.
  PF060 - CYCLE 1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
  MAX MS 6 *4KW
  JM166 - MAXIMUM USER SCM 5 3600B WORDS
  JM167 - MAXIMUM USER LCM 2 000B WORDS
  JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 54B BUFFERS
  SCM 7.674 KWS
  LCM 0.365 KWS
  I/O 0.001 MW
  USER 0.196 SEC
  JOB 0.522 SEC
  SC050 - 000007 SC/LC SWAPS

```

```

PRINT BACK CONTROL
PAGE SIZE NOEJECT
RUN NAME ZUFALLSZAHLEN-GENERATOR
FILE NAME LEERDATEI
VARIABLE LIST LEERZEICHEN
INPUT FORMAT FIXED (F1.0)
-----
INPUT MEDIUM CARD
N OF CASES UNKNOWN
COMPUTE WAHRS = UNIFORM (1000) / 1000
COMPUTE ZUFALL3 = NORMAL (50) + 50
IF (ZUFALL3 LT 0) ZUFALL3 = 0
IF (ZUFALL3 GT 999999) ZUFALL3 = 999999
COMPUTE VERSKOST = ZUFALL3
COMPUTE ZUFALL1 = NORMAL (500) + 1100
IF (ZUFALL1 LT 10) ZUFALL1 = 10
IF (ZUFALL1 GT 999999) ZUFALL1 = 999999
COMPUTE WIEDKOST = ZUFALL1
IF (WIEDKOST LT 700) SCHLUESS = 1
IF (WIEDKOST GE 700 AND LT 1000) SCHLUESS = 2
IF (WIEDKOST GE 1000 AND LT 1200) SCHLUESS = 3
IF (WIEDKOST GE 1200 AND LT 1500) SCHLUESS = 4
IF (WIEDKOST GE 1500) SCHLUESS = 5
COMPUTE ZUFALL2 = NORMAL (50) + 100
IF (ZUFALL2 LT 5) ZUFALL2 = 5
IF (ZUFALL2 GT 9999) ZUFALL2 = 9999
COMPUTE LAGBEAN = ZUFALL2
PRINT FORMATS WAHRS (3)
LIST CASES CASES = 50 /
  VARIABLES = WAHRS,VERSKOST,WIEDKOST,SCHLUESS,LAGBEAN
WRITE CASES (F4.3,F6.0,F6.0,F2.0,F4.0)
  WAHRS,VERSKOST,WIEDKOST,SCHLUESS,LAGBEAN
READ INPUT DATA

```

END OF FILE ON FILE INPUT
AFTER READING 200 CASES FROM SUBFILE LEERDATE
FINISH

200 CASES WERE WRITTEN ON ALTERNATE OUTPUT FILE BCDOUT

EACH CASE CONTAINS 5 VARIABLES

RUN COMPLETED

NUMBER OF CONTROL CARDS READ 33

NUMBER OF ERRORS DETECTED 0

CASE-NO	WAHRS	VERSKOST	WIEDKOST	SCHLUESS	LAGBEAN
1	.689	0.	1519.	5.	106.
2	.072	108.	1311.	4.	127.
3	.714	0.	1308.	4.	47.
4	.678	75.	1523.	5.	89.
5	.487	41.	371.	1.	68.
6	.629	50.	1062.	3.	60.
7	.222	41.	383.	1.	174.
8	.356	7.	556.	1.	61.
9	.298	145.	1572.	5.	65.
10	.668	56.	1231.	4.	93.
11	.911	25.	1221.	4.	113.
12	.482	0.	1539.	5.	166.
13	.744	6.	1383.	4.	151.
14	.215	104.	1775.	5.	172.
15	.920	108.	1726.	5.	142.
16	.598	80.	1635.	5.	75.
17	.378	41.	1537.	5.	92.
18	.342	20.	1732.	5.	108.
19	.072	4.	547.	1.	135.
20	.358	0.	511.	1.	152.
21	.399	0.	1371.	4.	100.
22	.083	98.	1912.	5.	5.
23	.389	38.	2084.	5.	105.
24	.906	102.	1396.	4.	224.
25	.660	0.	1470.	4.	52.
26	.341	188.	1263.	4.	69.
27	.152	0.	255.	1.	86.
28	.647	76.	1473.	4.	120.
29	.847	13.	1871.	5.	93.
30	.842	40.	1386.	4.	192.
31	.392	0.	1246.	4.	59.
32	.236	148.	667.	1.	81.
33	.364	16.	725.	2.	89.
34	.085	10.	1225.	4.	69.
35	.761	33.	1411.	4.	93.
36	.448	104.	1361.	4.	96.
37	.189	31.	1192.	3.	72.
38	.261	31.	304.	1.	5.
39	.830	6.	1094.	3.	60.
40	.376	67.	1161.	3.	136.
41	.572	154.	1010.	3.	136.
42	.381	53.	1273.	4.	53.
43	.134	81.	969.	2.	80.
44	.398	10.	1159.	3.	92.
45	.652	112.	10.	1.	188.
46	.184	45.	742.	2.	94.
47	.230	0.	862.	2.	196.
48	.153	65.	864.	2.	51.
49	.254	78.	1264.	4.	57.
50	.125	38.	1868.	5.	19.

P-6 : Zufallsdaten-Sortierung

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,BCDOUT,ZUDATEI, ID=AF056.
  PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,BCDOUT,RT=W,BT,MRL=22.
-REQUEST,TAPE8,*PF.
-COBOL,O=X.
  COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
  COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
  COBOL - COMPILING SORTIER
  COBOL - END COMPILE TIME = 000.248 CP SECONDS
-LGO.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0011277 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EX?
COB - OBJECT LIBRARY CY477
  S T A R T   C O B O L   S O R T .
  SORT - OBJECT LIBRARY CY477

** INSERTIONS DURING INPUT *****0
** DELETIONS DURING INPUT *****0
** TOTAL RECORDS SORTED *****200
** INSERTIONS DURING OUTPUT *****0
** DELETIONS DURING OUTPUT *****200
** TOTAL RECORDS OUTPUT *****0
-CATALOG,TAPE8,ZUDATSO, ID=AF056.
  PF060 - CYCLE 1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
  MAX MS 8 *4KW
  JM166 - MAXIMUM USER SCM 42400B WORDS
  JM167 - MAXIMUM USER LCM 100000B WORDS
  JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 67B BUFFERS
  SCM 8.065 KWS
  LCM 7.686 KWS
  I/O 0.001 MW
  USER 0.120 SEC
  JOB 0.746 SEC
SC050 - 000022 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.

PROGRAM-ID. SORTIEREN-WIEDKOST-LAGBEAN.

AUTHOR. ZELEWSKI.

DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.

DATE-COMPILED. 26/09/80.

ENVIRONMENT DIVISION.

CONFIGURATION SECTION.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.

SELECT ZUDATEI ASSIGN TO BCDOUT.

SELECT ZUDATSO ASSIGN TO TAPE8.

SELECT SORTDAT ASSIGN TO TAPE9.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD ZUDATEI

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS ZUFALLS-SATZ.

01 ZUFALLS-SATZ.

05 WAHRS PIC X(04).

05 VERSKOST PIC X(06).

05 WIEDKOST PIC X(05).

05 SCHLUESS PIC X(02).

05 LAGBEAN PIC X(04).

FD ZUDATSO

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS SORTIERTER-ZUFALLS-SATZ.

01 SORTIERTER-ZUFALLS-SATZ.

05 FILLER PIC X(10).

05 WIEDKOST-SORTIERT PIC X(06).

05 WIEDKOST-SCHLUESSEL-SORTIERT PIC X(02).

05 LAGBEAN-SORTIERT PIC X(04).

SD SORTDAT.

01 SORTIER-SATZ.

05 FILLER PIC X(10).

05 WIEDKOST-SORT PIC X(05).

05 WIEDKOST-SCHLUESSEL-SORT PIC X(02).

05 LAGBEAN-SORT PIC X(04).

WORKING-STORAGE SECTION.

01 DATEI-KENNUNG.

05 KENNZEICHEN-DATEI STATUS.

10 BOF-KENNZ PIC X(01) VALUE "B".

10 EOF-KENNZ PIC X(01) VALUE "E".

05 STATUS-ZUDATEI PIC X(01).

88 ENDE-ZUDATEI VALUE "E".

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. SORT SORTDAT
ASCENDING KEY WIEDKOST-SCHLUESSEL-SORT
ASCENDING KEY LAGBEAN-SORT
INPUT PROCEDURE CHECK-DATA
GIVING ZUDATSO.

2. STOP RUN.

CHECK-DATA SECTION.

HAUPTROUTINEN-CHECK-DATA.

OPEN INPUT ZU DATEI.

READ ZU DATEI

AT END GO TO ENDE-CHECK-DATA.

MOVE BOF-KENNZ TO STATUS-ZU DATEI

PERFORM SORTIEREN UNTIL ENDE-ZU DATEI.

CLOSE ZU DATEI.

ENDE-CHECK-DATA.

EXIT.

UNTERROUTINEN SECTION.

SORTIEREN.

EXAMINE SCHLUSS REPLACING ALL SPACES BY ZERO.

EXAMINE WAHRS REPLACING ALL SPACES BY ZERO.

EXAMINE VERSKOST REPLACING ALL SPACES BY ZERO.

EXAMINE WIEDKOST REPLACING ALL SPACES BY ZERO.

EXAMINE LAGBEAN REPLACING ALL SPACES BY ZERO.

MOVE ZUFALLS-SATZ TO SORTIER-SATZ

RELEASE SORTIER-SATZ.

READ ZU DATEI

AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-ZU DATEI.

P-7 : Zufallsdaten-Aufbereitung

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,****.
-ATTACH,HELP.
  PF254 - CYCLE    19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
  FORTRAN LIBRARY 446          13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE3,PADATEI, ID=AF056,MR=0.
  PF254 - CYCLE    2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE3,RT=W,BT,MRL=80.
-ATTACH,TAPE8,ZUDATSO, ID=AF056.
  PF254 - CYCLE    1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE8,RT=F,BT=K,MRL=22.
-REQUEST,TAPE5,*PF.
-REQUEST,TAPE6,*PF.
-COBOL,O=X.
  COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
  COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
  COBOL - COMPILING DATEN-D
  COBOL -          9 DIAGNOSTICS
  COBOL - END COMPILE   TIME = 000.536 CP SECONDS
-LGO.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0012255 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
COB -   OBJECT LIBRARY CY477
-CATALOG,TAPE5,FHMDAT, ID=AF056.
  PF060 - CYCLE    1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
-CATALOG,TAPE6,KLDATEI, ID=AF056.
  PF060 - CYCLE    1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
MAX NS          8 *4KW
PF050 - WARNING - FILE LENGTH CHANGED.      LFN=TAPE3
JM166 - MAXIMUM USER SCM          42400B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM          100000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM          61B BUFFERS
SCM          14.186 KWS
LCM          20.397 KWS
I/O          0.001 MW
USER         0.453 SEC
JOB          1.236 SEC
SC050 - 000025 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.
PROGRAM-ID. DATEN-DER-FHM-KLASSEN.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 25/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
SELECT KLDATEI ASSIGN TO TAPE6.
SELECT ZUDATSO ASSIGN TO TAPE8.
SELECT EINDAT ASSIGN TO INPUT.
SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD FHMDAT
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ PIC X(40).
FD KLDATEI
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD ZUDATSO
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS ZUFALLS-SATZ.
01 ZUFALLS-SATZ PIC X(22).
FD EINDAT
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS EINGABE-SATZ.
01 EINGABE-SATZ PIC X(20).
FD AUSDAT
LABEL RECORDS ARE OMITTED
REPORTS ARE AUSGABESEITE-KLASSE, AUSGABESEITE-FHM.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
02 PARAMETER-1.
05 FILLER PIC X(10).
05 KLASSENZAHL PIC 9(03).
05 FILLER PIC X(57).
02 PARAMETER-2.
05 FILLER PIC X(30).
01 ZUDATSO-DATEN.
05 WAHRSCHEINL-IN PIC 9V3(03).
05 VERSKOST-IN PIC 9(06).
05 WIEDKOST-IN PIC 9(06).
05 FILLER PIC X(02).
05 LAGERBEDARF-IN PIC 9(04).
01 KLASSEN-DATEN.
05 FILLER PIC X(03).

	05	KLNR-ALT	PIC	9(03).	
	05	LAGERKOSTEN	PIC	9(06).	
	05	VERSKOSTEN	PIC	S9(06).	
	05	WIEDKOSTEN	PIC	9(06).	
	05	ZUSATZKOSTEN-VERS	PIC	S9(06).	
	05	SPEZKOSTEN	PIC	S9(05)V9(02).	
	05	LAGERBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
	05	LAGERBEDARF-VERS	PIC	9(04).	
	05	LAGERZUSATZBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
	05	LAGERERSPARNIS-VERS	PIC	9(04).	
	05	FHM-ANZAHL	PIC	9(03).	
	05	WAHRS	PIC	9V9(03).	
	05	KLASSENGRENZEN.			
	10	KLASSENGRENZEN-WIEDKOSTEN.			
		15 KLGWK-UNTEN	PIC	9(06).	
		15 KLGWK-OBEN	PIC	9(06).	
	10	KLASSENGRENZEN-LAGERBEDARF.			
		15 KLGLB-UNTEN	PIC	9(04).	
		15 KLGLB-OBEN	PIC	9(04).	
	05	FILLER	PIC	X(09).	
01		FHM-DATEN.			
	05	FHMNR	PIC	9(06).	
	05	KLASSENNR	PIC	9(03).	
	05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).	
	05	VERSKOST	PIC	S9(06).	
	05	WIEDKOST	PIC	9(06).	
	05	WAHRSCHEINL	PIC	9V9(03).	
	05	FILLER	PIC	X(11).	
01		SUMME-VERSKOST	PIC	S9(08).	
01		SUMME-WIEDKOST	PIC	9(08).	
01		SUMME-LAGBEAN	PIC	9(06).	
01		SUMME-WAHRSCHEINL	PIC	9(02)V9(03).	
01		DATEI-KENNUNG.			
	05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.			
		10 BOF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "B".	
		10 EOF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "E".	
	05	STATUS-ZUDATSO	PIC	X(01).	
		88 ENDE-ZUDATSO	VALUE	"E".	
	05	STATUS-EINDAT	PIC	X(01).	
		88 ENDE-EINDAT	VALUE	"E".	
01		KENNUNG-UEBERLAUF.			
	05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.			
		10 KEIN-UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "K".	
		10 UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE " ".	
	05	UEBERLAUF-FLAG	PIC	X(01).	
01		LAUFVARIABLEN.			
	05	I	PIC	9(03).	
01		SATZ-TABELLE.			
	05	SATZ	PIC	X(90)	
		OCCURS 50.			

```
REPORT SECTION.
RD  AUSGABESEITE-FHM
    PAGE LIMIT IS                55      LINES
    HEADING                      1
    FIRST DETAIL                  9
    LAST DETAIL                   55.
01  TYPE PAGE HEADING.
    05  LINE 1 COLUMN 1          PIC  X(71)  VALUE
        "DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIG
        "UNGSHILFSMITTEL".
    05  LINE 2 COLUMN 1          PIC  X(71)
        VALUE ALL "=" .
    05  LINE 4 COLUMN 63         PIC  X(05)
        VALUE "SEITE".
    05  COLUMN 70                PIC  Z9
        SOURCE PAGE-COUNTER OF AUSGABESEITE-FHM.
    05  LINE 6 COLUMN 4          PIC  X(56)  VALUE
        "FHM-NR  KLASSEN-NR  VERSKOST  WIEDKOST  LAGBEAN  WAHRSCHEINL
        " ".
    05  LINE 7 COLUMN 3          PIC  X(58)
        VALUE ALL "-".
01  DETAIL-LINE-FHM TYPE DETAIL LINE PLUS 1.
    05  COLUMN 1                 PIC  Z(03),Z(02)9
        SOURCE FHMNR.
    05  COLUMN 15                PIC  Z(02)9
        SOURCE KLASSENNR.
    05  COLUMN 20                PIC  ----,---9
        SOURCE VERSKOST.
    05  COLUMN 31                PIC  Z(03),Z(02)9
        SOURCE WIEDKOST.
    05  COLUMN 41                PIC  Z,Z(02)9
        SOURCE LAGERBEDARF.
    05  COLUMN 52                PIC  9.9(03)
        SOURCE WAHRSCHEINL.
RD  AUSGABESEITE-KLASSE
    CONTROL IS FINAL
    PAGE LIMIT IS                55      LINES
    HEADING                      1
    FIRST DETAIL                  8
    LAST DETAIL                   52
    FOOTING                       55.
01  TYPE PAGE HEADING.
    05  LINE 1 COLUMN 1          PIC  X(71)  VALUE
        "DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FERTIGUNGSHILF
        "SMITTEL-KLASSEN".
    05  LINE 2 COLUMN 1          PIC  X(71)
        VALUE ALL "=" .
    05  LINE 4 COLUMN 2          PIC  X(98)  VALUE
        "KLNK          KLASSENGRENZEN          FHM-ANZA
        "HL  VERSKOSTEN  WIEDKOSTEN  LAGERBEDARF  WAHRS".
    05  LINE 5 COLUMN 7          PIC  X(42)  VALUE
        "WIEDKOSTEN VON...BIS LAGERBEDARF VON...BIS".
    05  LINE 5 COLUMN 1          PIC  X(100)
        VALUE ALL "-".
01  DETAIL-LINE-KLASSE TYPE DETAIL LINE PLUS 1.
    05  COLUMN 2                 PIC  Z(32)9
        SOURCE KLNK-ALT.
    05  COLUMN 7                 PIC  Z(03),Z(02)9
```

```
        SOURCE KLGWK-UNTEN.
05 COLUMN 15          PIC X(01) VALUE "--".
05 COLUMN 17          PIC Z(03),Z(02)9
        SOURCE KLGWK-OBEN.
05 COLUMN 30          PIC Z,Z(02)9
        SOURCE KLGLB-UNTEN.
05 COLUMN 38          PIC X(01) VALUE "--".
05 COLUMN 41          PIC Z,Z(02)9
        SOURCE KLGLB-OBEN.
05 COLUMN 53          PIC Z(02)9
        SOURCE FHM-ANZAHL.
05 COLUMN 59          PIC ----,--9
        SOURCE VERSKOSTEN.
05 COLUMN 72          PIC Z(03),Z(02)9
        SOURCE NIEDKOSTEN.
05 COLUMN 85          PIC Z,Z(02)9
        SOURCE LAGERBEDARF-LAG.
05 COLUMN 95          PIC 9.9(03)
        SOURCE WAHRS.
01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL LINE PLUS 3.
05 COLUMN 1          PIC X(30) VALUE
   "BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
05 COLUMN 32          PIC X(01)
   SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
05 COLUMN 33          PIC X(14)
   VALUE "EIN UEBERLAUF.".
*****
```

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT ZUDATSO,
           INPUT EINDAT,
           INPUT PADATEI,
           OUTPUT KLDATEI,
           OUTPUT FHMDAT,
           OUTPUT AUSDAT.
```

INITIATE AUSGABESEITE-FHM, AUSGABESEITE-KLASSE.

MOVE 30F-KENNZ TO STATUS-ZUDATSO, STATUS-EINDAT

MOVE KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG

READ ZUDATSO INTO ZUDATSO-DATEN

AT END DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",
 "DAHER PROGRAMMABBRUCH]"

GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ EINDAT INTO KLASSENGRENZEN

AT END DISPLAY "KEINE DATEN UEBER KLASSENGRENZEN VERFUEGBAR"
 ",DAHER PROGRAMMABBRUCH]"

GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ PADATEI INTO PARAMETER-1

AT END DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
 "DAHER PROGRAMMABBRUCH]"

GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ PADATEI INTO PARAMETER-2

AT END DISPLAY "KEINE AUSREICHENDEN PARAMETER-DATEN ",
 "VERFUEGBAR, DAHER PROGRAMMABBRUCH]"

GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

ENDE-VORLAUF.

EXIT.

```
HAUPTLAUF SECTION.  
HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.  
  COMPUTE KLNK-ALT = 0  
  COMPUTE FHMNR = 0  
  COMPUTE KLASSENZAHL = 0  
  PERFORM VERARBEITUNG-KLASSE UNTIL ENDE-EINDAT.  
ENDE-HAUPTLAUF.  
EXIT.
```

```
*UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF.  
VERARBEITUNG-KLASSE SECTION.  
HAUPTROUTINE-KLASSE.  
  COMPUTE KLASSENZAHL = KLASSENZAHL + 1  
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.  
  COMPUTE KLNK-ALT = KLNK-ALT + 1  
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.  
  COMPUTE FHM-ANZAHL = 0  
  COMPUTE SUMME-VERSKOST = 0  
  COMPUTE SUMME-WIEDKOST = 0  
  COMPUTE SUMME-LAGBEAN = 0  
  COMPUTE SUMME-WAHRSCHEINL = 0  
  PERFORM VERARBEITUNG-FHM UNTIL ENDE-ZUDATSO  
  
    OR WIEDKOST-IN NOT < KLGWK-OBEN  
    OR LAGERBEDARF-IN NOT < KLGLB-OBEN.  
  IF FHM-ANZAHL > 0  
  THEN COMPUTE WIEDKOSTEN ROUNDED = SUMME-WIEDKOST /  
    FHM-ANZAHL  
    COMPUTE VERSKOSTEN ROUNDED = SUMME-VERSKOST /  
    FHM-ANZAHL  
    COMPUTE LAGERBEDARF-LAG ROUNDED = SUMME-LAGBEAN /  
    FHM-ANZAHL  
    COMPUTE WAHRS ROUNDED = SUMME-WAHRSCHEINL /  
    FHM-ANZAHL  
  ELSE COMPUTE WIEDKOSTEN = 0  
    COMPUTE VERSKOSTEN = 0  
    COMPUTE LAGERBEDARF-LAG = 0  
    COMPUTE WAHRS = 0.  
  WRITE KLASSEN-SATZ FROM KLASSEN-DATEN.  
  MOVE KLASSEN-DATEN TO SATZ (KLASSENZAHL)  
  READ EINDAT INTO KLASSENGRENZEN  
  AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-EINDAT.  
ENDE-VERARBEITUNG-KLASSE.  
EXIT.
```

VERARBEITUNG-FHM SECTION.

HAUPTROUTINE-FHM.

```
EXAMINE ZUFALLS-SATZ REPLACING ALL SPACES BY ZERO.
EXAMINE ZUDATSO-DATEN REPLACING ALL SPACES BY ZERO.
COMPUTE FHM-ANZAHL = FHM-ANZAHL + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE LAGERBEDARF = LAGERBEDARF-IN
COMPUTE VERSKOST = VERSKOST-IN
COMPUTE WIEDKOST = WIEDKOST-IN
COMPUTE WAHRSCHEINL = WAHRSCHEINL-IN
COMPUTE SUMME-WIEDKOST = SUMME-WIEDKOST + WIEDKOST
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-LAGBEAN = SUMME-LAGBEAN + LAGERBEDARF
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-VERSKOST = SUMME-VERSKOST + VERSKOST
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-WAHRSCHEINL = SUMME-WAHRSCHEINL + WAHRSCHEINL
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE FHMNR = FHMNR + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE KLASSENNR = KLNK-ALT
WRITE FHM-SATZ FROM FHM-DATEN.
GENERATE DETAIL-LINE-FHM.
READ ZUDATSO INTO ZUDATSO-DATEN
AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-ZUDATSO.
ENDE-VERARBEITUNG-FHM.
EXIT.
```

NACHLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.

```
PERFORM AUSGABE-KLASSE
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
CLOSE PADATEI.
OPEN OUTPUT PADATEI.
WRITE PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-1.
WRITE PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-2.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
TERMINATE AUSGABESEITE-FHM, AUSGABESEITE-KLASSE.
CLOSE ZUDATSO, PADATEI, EINDAT, AUSDAT, FHMDAT, KLDATEI.
ENDE-NACHLAUF.
STOP RUN.
```

UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.

AUSGABE-KLASSE.

```
MOVE SATZ (I) TO KLASSEN-DATEN.
GENERATE DETAIL-LINE-KLASSE.
```

DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIGUNGSHILFSMITTEL

SEITE 1

FHM-NR KLASSEN-NR VERSKOST WIEDKOST LAGBEAN WAHRSCH EINL

1	1	31	304	5	0,261
2	1	0	10	5	0,153
3	1	78	619	9	0,751
4	1	70	387	34	0,785
5	1	56	563	44	0,336
6	1	41	356	46	0,101
7	1	102	697	58	0,447
8	2	7	556	61	0,356
9	2	25	387	63	0,699
10	2	41	371	68	0,487
11	2	75	220	79	0,618
12	2	148	667	81	0,236
13	2	0	255	86	0,152
14	2	57	685	87	0,548
15	3	42	68	90	0,363
16	3	32	694	92	0,648
17	3	28	121	92	0,528
18	3	54	200	95	0,840
19	3	29	407	97	0,167
20	3	70	422	103	0,448
21	4	9	194	110	0,236
22	4	0	574	111	0,534
23	4	0	595	115	0,321
24	4	38	666	117	0,250
25	4	0	310	118	0,687
26	4	78	351	121	0,970
27	4	48	492	124	0,226
28	4	57	555	127	0,282
29	4	0	528	134	0,990
30	4	4	547	135	0,072
31	5	86	424	141	0,501
32	5	0	511	152	0,358
33	5	94	625	170	0,451
34	5	41	383	174	0,222
35	5	89	385	174	0,669
36	5	139	361	175	0,036
37	5	112	10	188	0,652
38	5	39	294	190	0,150
39	5	20	550	203	0,010
40	5	0	536	216	0,797
41	6	6	796	5	0,390
42	6	7	728	21	0,229
43	6	0	880	38	0,067
44	6	65	864	51	0,153
45	6	91	743	53	0,349
46	6	70	962	57	0,821
47	7	17	983	63	0,636

DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIGUNGSHILFSMITTEL
=====

SEITE 2

FHM-NR KLASSEN-NR VERSKOST NIEDKOST LAGBEAN WAHRSCHEINL

48	7	98	930	63	0,840
49	7	4	755	67	0,648
50	7	32	853	70	0,184
51	7	6	888	71	0,534
52	7	53	920	72	0,207
53	7	48	773	78	0,636
54	7	81	969	80	0,134
55	7	90	783	83	0,786
56	7	150	888	84	0,616
57	7	21	780	86	0,174
58	7	16	725	89	0,364
59	8	102	840	92	0,531
60	8	45	742	94	0,184
61	8	9	813	105	0,957
62	9	44	765	113	0,620
63	9	163	910	115	0,477
64	9	63	970	120	0,637
65	9	1	883	126	0,177
66	9	85	724	126	0,902
67	10	8	812	145	0,385
68	10	40	949	145	0,640
69	10	110	711	149	0,807
70	10	12	974	153	0,942
71	10	0	862	196	0,230
72	11	41	1.003	22	0,996
73	11	96	1.143	52	0,249
74	11	87	1.176	53	0,345
75	12	50	1.062	60	0,629
76	12	6	1.094	60	0,830
77	12	34	1.119	63	0,196
78	12	69	1.089	71	0,568
79	12	31	1.192	72	0,189
80	12	78	1.159	77	0,823
81	12	62	1.178	83	0,186
82	12	35	1.086	87	0,741
83	13	85	1.172	90	0,447
84	13	10	1.159	92	0,398
85	13	95	1.185	92	0,863
86	13	33	1.183	97	0,029
87	13	105	1.107	103	0,315
88	14	96	1.038	113	0,787
89	14	52	1.082	118	0,552
90	14	27	1.133	135	0,681
91	14	67	1.161	136	0,376
92	14	154	1.010	136	0,572
93	15	78	1.183	140	0,218
94	15	0	1.122	143	0,181

DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIGUNGSHILFSMITTEL
=====

SEITE 3

FHM-NR KLASSEN-NR VERSKOST WIEDKOST LAGBEAN WAHRSCHEINL

95	15	114	1.139	154	0,710
96	15	45	1.139	159	0,498
97	15	104	1.011	164	0,607
98	15	30	1.019	170	0,611
99	15	43	1.096	174	0,771
100	15	0	1.018	185	0,028
101	15	76	1.009	215	0,173
102	16	29	1.460	5	0,063
103	16	140	1.317	22	0,712
104	16	6	1.297	26	0,961
105	16	16	1.227	46	0,861
106	16	0	1.308	47	0,714
107	16	57	1.479	47	0,493
108	16	22	1.435	47	0,503
109	16	0	1.470	52	0,660
110	16	0	1.475	52	0,889
111	16	53	1.273	53	0,381
112	16	59	1.246	55	0,638
113	16	136	1.215	56	0,073
114	16	78	1.264	57	0,254
115	16	0	1.246	59	0,392
116	17	12	1.215	60	0,380
117	17	19	1.372	63	0,976
118	17	78	1.220	63	0,157
119	17	188	1.263	69	0,341
120	17	10	1.225	69	0,085
121	17	86	1.423	70	0,043
122	17	105	1.496	74	0,786
123	17	52	1.279	86	0,716
124	17	80	1.417	87	0,510
125	18	56	1.231	93	0,668
126	18	33	1.411	93	0,761
127	18	74	1.349	95	0,657
128	18	104	1.361	96	0,448
129	18	9	1.401	97	0,507
130	18	0	1.371	100	0,399
131	18	58	1.235	105	0,301
132	19	86	1.235	110	0,133
133	19	25	1.221	113	0,911
134	19	62	1.289	115	0,326
135	19	30	1.293	119	0,594
136	19	76	1.473	120	0,647
137	19	0	1.411	121	0,616
138	19	26	1.327	125	0,091
139	19	108	1.311	127	0,072
140	19	0	1.340	130	0,649
141	19	74	1.213	139	0,144

DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIGUNGSHILFSMITTEL

FHM-NR KLASSEN-NR VERSKOST WIEDKOST LAGBEAN WAHRSCHEINL

142	20	88	1.212	144	0,214
143	20	63	1.442	148	0,641
144	20	6	1.383	151	0,744
145	20	97	1.209	160	0,400
146	20	18	1.221	165	0,639
147	20	49	1.491	169	0,268
148	20	38	1.291	183	0,148
149	20	54	1.407	186	0,560
150	20	36	1.456	189	0,225
151	20	40	1.386	192	0,842
152	20	0	1.273	203	0,821
153	20	102	1.396	224	0,906
154	20	34	1.344	242	0,150
155	21	98	1.912	5	0,083
156	21	77	1.553	5	0,200
157	21	73	2.084	5	0,456
158	21	99	1.659	5	0,910
159	21	138	1.735	12	0,957
160	21	52	1.856	17	0,779
161	21	38	1.868	19	0,125
162	21	58	1.515	40	0,234
163	22	85	1.852	60	0,491
164	22	83	1.589	62	0,597
165	22	91	1.851	63	0,557
166	22	93	1.774	64	0,674
167	22	145	1.572	65	0,298
168	22	0	1.966	69	0,979
169	22	0	1.603	72	0,146
170	22	80	1.635	75	0,598
171	22	0	1.565	75	0,194
172	22	0	2.033	87	0,752
173	22	75	1.523	89	0,678
174	23	41	1.537	92	0,378
175	23	13	1.871	93	0,847
176	23	0	1.570	94	0,006
177	23	72	1.554	95	0,519
178	23	56	1.537	97	0,484
179	23	140	1.513	99	0,628
180	23	65	1.676	104	0,944
181	23	38	2.084	105	0,389
182	23	126	1.664	105	0,193
183	23	0	1.519	106	0,689
184	23	20	1.732	108	0,342
185	23	50	1.937	108	0,558
186	24	21	1.892	113	0,455
187	24	112	2.273	124	0,798
188	24	1	1.572	128	0,653

===== DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FIKTIVE FERTIGUNGSHILFSMITTEL =====

SEITE 5

----- FHM-NR KLASSEN-NR VERSKOST NIEDKOST LAGBEAN WAHRSCHEINL -----

189	24	115	1.630	133	0,993
190	25	108	1.726	142	0,920
191	25	71	1.895	149	0,385
192	25	13	1.755	161	0,730
193	25	0	1.539	166	0,482
194	25	18	2.007	166	0,784
195	25	104	1.775	172	0,215
196	25	73	2.863	177	0,958
197	25	47	1.670	178	0,032
198	25	111	1.664	187	0,252
199	25	19	1.769	223	0,120
200	25	41	1.519	263	0,422

=====

DEN ENTSCHEIDUNGSMODELLEN ZUGRUNDEGELEGTE FERTIGUNGSHILFSMITTEL -<L ASSEN

=====

KLNr	KLASSENRENZEN		FHM-ANZAHL		WIEDKOSTEN		WIEDKOSTEN		LA GERBEDARF	WAHRS	
	WIEDKOSTEN	VON...BIS	VON...BIS	LAGERBEDARF	VON...BIS	LAGERBEDARF					
1	0	-	700	0	-	60	7	54	419	29	0,405
2	0	-	700	60	-	90	7	52	449	75	0,442
3	0	-	700	90	-	110	6	43	319	95	0,499
4	0	-	700	110	-	140	10	23	481	121	0,457
5	0	-	700	140	-	9.999	10	52	408	178	0,385
6	700	-	1.000	0	-	60	6	40	829	38	0,335
7	700	-	1.000	60	-	90	12	51	854	76	0,480
8	700	-	1.000	90	-	110	3	52	798	97	0,557
9	700	-	1.000	110	-	140	5	71	850	120	0,563
10	700	-	1.000	140	-	9.999	5	34	862	158	0,601
11	1.000	-	1.200	0	-	60	3	75	1.107	42	0,530
12	1.000	-	1.200	60	-	90	8	46	1.122	72	0,520
13	1.000	-	1.200	90	-	110	5	56	1.161	95	0,410
14	1.000	-	1.200	110	-	140	5	79	1.085	128	0,594
15	1.000	-	1.200	140	-	9.999	9	54	1.082	167	0,422
16	1.200	-	1.500	0	-	60	14	44	1.337	45	0,542
17	1.200	-	1.500	60	-	90	9	70	1.323	71	0,444
18	1.200	-	1.500	90	-	110	7	49	1.337	97	0,534
19	1.200	-	1.500	110	-	140	10	49	1.311	122	0,418
20	1.200	-	1.500	140	-	9.999	13	48	1.347	181	0,504
21	1.500	-	999.999	0	-	60	8	30	1.773	14	0,468
22	1.500	-	999.999	60	-	90	11	59	1.724	71	0,542
23	1.500	-	999.999	90	-	110	12	52	1.683	101	0,498
24	1.500	-	999.999	110	-	140	4	52	1.842	125	0,725
25	1.500	-	999.999	140	-	9.999	11	55	1.762	180	0,482

BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE KEIN UEBERLAUF.

P-8 : Klassen-Aufbereitung

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE3,PADATEI, ID=AF056,MR=0.
PF254 - CYCLE 2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE3,RT=W,BT,MRL=90.
-ATTACH,TAPE7,LAGDAT, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE7,RT=W,BT,MRL=80.
-ATTACH,TAPE6,KLDATEI, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE6,RT=F,BT=K,MRL=90.
-REQUEST,TAPE4,*PF.
-REQUEST,TAPE5,*PF.
-REQUEST,TAPE8,*PF.
-COBOL,O=X.
COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
COBOL - COMPILING AUFBERE
COBOL - 19 DIAGNOSTICS
COBOL - END COMPILE TIME = 000.714 CP SECONDS
-LGO.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0012464 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
COB - OBJECT LIBRARY CY477
S T A R T C O B O L S O R T .
SORT - OBJECT LIBRARY CY477

** INSERTIONS DURING INPUT *****0
** DELETIONS DURING INPUT *****0
** TOTAL RECORDS SORTED *****25
** INSERTIONS DURING OUTPUT *****0
** DELETIONS DURING OUTPUT *****25
** TOTAL RECORDS OUTPUT *****0
-CATALOG,TAPE4,KLADAT, ID=AF056.
PF060 - CYCLE 1 CATALOGED ON SN=SYSTEM
MAX MS 9 *4KW
PF050 - WARNING - FILE LENGTH CHANGED. LFN=TAPE3
JM166 - MAXIMUM USER SCM 42400B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM 100000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 103B BUFFERS
SCM 16.468 KWS
LCM 22.986 KWS
I/O 0.001 MW
USER 0.487 SEC
JOB 1.256 SEC
SC050 - 000157 SC/LC SWAPS
```

IO DIVISION.
PROGRAM-ID. AUFBEREITUNG-KLASSENDATEI.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.

DECIMAL-POINT IS COMMA.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.

SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
SELECT KLASDAT ASSIGN TO TAPE5.
SELECT KLDATEI ASSIGN TO TAPE6.
SELECT LAGDAT ASSIGN TO TAPE7.
SELECT KLDATSO ASSIGN TO TAPE8.
SELECT SORTDAT ASSIGN TO TAPE9.
SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD PADATEI
LABEL RECORD IS STANDARD
DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD KLADAT
LABEL RECORD IS STANDARD
DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ-NEU.
01 KLASSEN-SATZ-NEU PIC X(30).
FD KLASDAT
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS MODIFIZIERTER-KLASSEN-SATZ.
01 MODIFIZIERTER-KLASSEN-SATZ.
05 FILLER PIC X(30).
05 SPEZKOSTEN-UNSORTIERT PIC S9(05)V9(02).
05 FILLER PIC X(52).
FD KLDATEI
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD LAGDAT
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS LAGERERWEITERUNGS-SATZ.
01 LAGERERWEITERUNGS-SATZ PIC X(30).
FD KLDATSO
LABEL RECORD IS OMITTED
DATA RECORD IS SORTIERTER-KLASSEN-SATZ.
01 SORTIERTER-KLASSEN-SATZ.
05 FILLER PIC X(30).
05 SPEZKOSTEN-SORTIERT PIC S9(05)V9(02).
05 FILLER PIC X(52).
SD SORTDAT.
01 SORTIER-SATZ.
05 FILLER PIC X(30).
05 SPEZKOSTEN-SORT PIC S9(05)V9(02).
05 FILLER PIC X(52).
FD AUSDAT
LABEL RECORD IS OMITTED

REPORTS ARE AUSGABESEITE-KLASSEN, AUSGABESEITE-VORABTESTS,
WORKING-STORAGE SECTION.

```
01 PARAMETER.
  02 PARAMETER-1.
    05 FILLER PIC X(10).
    05 KLASSENZAHL PIC 9(33).
    05 LAGER-DATEN.
      10 LAGERKOSTENSATZ PIC 9(04)V9(02).
      10 LAGERKAPAZITAET PIC 9(06).
      10 LAGERKAP-REDUZIERUNG PIC 9(06).
      10 LAGERKAP-EINSPARUNG PIC S9(36).
      10 LAGERKAP-LAG PIC S9(06).
      10 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR PIC S9(06).
      10 ANZAHL-LAGERERW-MAX PIC 9(02).
      10 LAGERBEDARF-NEU PIC 9(35).
      10 SUMME-LAGERBEDARF-LAG PIC 9(38).
      10 SUMME-LAGERBEDARF-VERS PIC 9(08).
      10 SUMME-LAGERZUSATZBEDARF-LAG PIC 9(08).
  02 PARAMETER-2.
    10 SUMME-LAGERERSPARNIS-VERS PIC 9(38).
    10 FILLER PIC X(72).
01 KLASSEN-DATEN-IN.
  05 FILLER PIC X(03).
  05 KLN-ALT-IN PIC 9(03).
  05 FILLER PIC X(06).
  05 VERSKOSTEN-IN PIC S9(06).
  05 WIEDKOSTEN-IN PIC 9(06).
  05 FILLER PIC X(14).
  05 LAGERBEDARF-LAG-IN PIC 9(34).
  05 FILLER PIC X(12).
  05 FHM-ANZAHL-IN PIC 9(33).
  05 WAHRS-IN PIC 9V3(03).
  05 FILLER PIC X(29).
01 KLASSEN-DATEN.
  05 KLN-NEU PIC 9(03).
  05 KLN-ALT PIC 9(03).
  05 LAGERKOSTEN PIC 9(06).
  05 VERSKOSTEN PIC S9(36).
  05 WIEDKOSTEN PIC 9(06).
  05 ZUSATZKOSTEN-VERS PIC S9(36).
  05 SPEZKOSTEN PIC S9(06)V9(02).
  05 LAGERBEDARF-LAG PIC 9(04).
  05 LAGERBEDARF-VERS PIC 9(34).
  05 LAGERZUSATZBEDARF-LAG PIC 9(04).
  05 LAGERERSPARNIS-VERS PIC S9(34).
  05 FHM-ANZAHL PIC 9(03).
  05 WAHRS PIC 9V3(03).
  05 FILLER PIC X(29).
01 FHM-DATEN.
  05 FHMNR PIC 9(06).
  05 KLASSENNR PIC 9(03).
  05 LAGERBEDARF PIC 9(34).
  05 VERSKOST PIC S9(36).
  05 WIEDKOST PIC 9(06).
  05 WAHRSCHINL PIC 9V3(03).
  05 FILLER PIC X(11).
01 DA TEI-KENNUNG.
  05 KENNZEICHEN-DATEI STATUS.
```

```
      10 BOF-KENNZ          PIC X(01) VALUE "B".
      10 EOF-KENNZ          PIC X(01) VALUE "E".
05    STATUS-KLDATEI       PIC X(01).
      88 ENDE-KLDATEI      VALUE "E".
05    STATUS-KLASDAT       PIC X(01).
      88 ENDE-KLASDAT      VALUE "E".
05    STATUS-KLDATSO       PIC X(01).
      88 ENDE-KLDATSO      VALUE "E".
05    STATUS-LAGDAT        PIC X(01).
      88 ENDE-LAGDAT       VALUE "E".
01    KENNUNG-UEBERLAUF.
05    KENNZEICHEN-UEBERLAUF.
      10 KEIN-UEBERLAUF-KENNZ PIC X(01) VALUE "K".
      10 UEBERLAUF-KENNZ      PIC X(01) VALUE " ".
05    UEBERLAUF-FLAG       PIC X(01).
01    KENNUNG-VORABTESTS.
05    KENNZEICHEN-VORABTESTS.
      10 PLAUSIBEL-KENNZ      PIC X(01) VALUE "P".
      10 ABUNDANT-KENNZ       PIC X(01) VALUE "A".
      10 UNMOEGLICH-KENNZ     PIC X(01) VALUE "U".
      10 TRIVIAL-KENNZ        PIC X(01) VALUE "T".
05    VORABTESTS-FLAG      PIC X(01).
      88 PLAUSIBEL           VALUE "P".
      88 ABUNDANT            VALUE "A".
      88 UNMOEGLICH          VALUE "U".
      88 TRIVIAL             VALUE "T".
05    TEXTE.
      10 PLAUSIBEL-TEXT       PIC X(80) VALUE
          "VERSCHROTTUNGSVERFAHREN PLAUSIBEL,DA NOETIG UND MOEG
          "LICH".
      10 ABUNDANT-TEXT        PIC X(80) VALUE
          "VERSCHROTTUNGSVERFAHREN UEBERFLUESSIG,DA LAGERKAPAZI
          "TAET ABUNDANT".
      10 UNMOEGLICH-TEXT      PIC X(80) VALUE
          "VERSCHROTTUNGSVERFAHREN UNMOEGLICH,DA LAGERKAPAZITAE
          "T NICHT AUSREICHEND".
      10 TRIVIAL-TEXT         PIC X(80) VALUE
          "ES EXISTIERT NUR DIE TRIVIALE,ZULAESSIGE LOESUNG,ALL
          "E FHM ZU VERSCHROTTEN".
05    TEXTE-VORABTESTS      PIC X(80).
01    LAUFVARIABLEN.
05    I                      PIC 9(03).
```

REPORT SECTION.

RD AUSGABESEITE-KLASSEN

CONTROL IS FINAL

PAGE LIMIT IS 55 LINES

HEADING 1

FIRST DETAIL 7

LAST DETAIL 52

FOOTING 55.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1 PIC X(39) VALUE
"GEORDNETE FERTIGUNGSHILFSMITTEL-KLASSEN".

05 LINE 2 COLUMN 1 PIC X(39)
VALUE ALL "=".

05 LINE 4 COLUMN 2 PIC X(85) VALUE
"KLNR-NEU KLNR-ALT ZUSATZKOSTEN-VERS LAGERERSPARNIS-VERS
"SPEZKOSTEN FHM-ANZAHL".

01 DETAIL-LINE-KLASSEN TYPE DETAIL LINE PLUS 1.

05 COLUMN 4 PIC Z(12)9
SOURCE KLNR-NEU.

05 COLUMN 13 PIC Z(12)9
SOURCE KLNR-ALT.

05 COLUMN 24 PIC ----,--9
SOURCE ZUSATZKOSTEN-VERS.

05 COLUMN 46 PIC Z(03)9
SOURCE LAGERERSPARNIS-VERS.

05 COLUMN 55 PIC ----,--9.9(02)
SOURCE SPEZKOSTEN.

05 COLUMN 72 PIC Z(02)9
SOURCE FHM-ANZAHL.

01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL LINE PLUS 3.

05 COLUMN 1 PIC X(30) VALUE
"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".

05 COLUMN 32 PIC X(01)
SOURCE UEBERLAUF-FLAG.

05 COLUMN 33 PIC X(14)
VALUE "EIN UEBERLAUF.".

RD AUSGABESEITE-VORABTESTS

PAGE LIMIT IS 55 LINES

HEADING 1

FIRST DETAIL 5

LAST DETAIL 55.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1 PIC X(10)
VALUE "VORABTESTS".

05 LINE 2 COLUMN 1 PIC X(10)
VALUE ALL "=".

01 DETAIL-LINE-VORABTESTS TYPE DETAIL LINE PLUS 1.

05 COLUMN 1 PIC X(30)
SOURCE TEXTE-VORABTESTS.

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  KLDATEI,
           INPUT  PADATEI,
           INPUT  LAGDAT,
           OUTPUT KLASDAT,
           OUTPUT AUSDAT.

MOVE      90F-KENNZ TO STATUS-KLDATEI, STATUS-LAGDAT
MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
MOVE      TRIVIAL-KENNZ TO VORABTESTS-FLAG
READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
              "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
              "DAHER &ROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      KLDATEI INTO KLASSEN-DATEN-IN
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
              "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
```

ENDE-VORLAUF.

EXIT.

HAUPTLAUF SECTION.

BERECHNUNG-KLASDAT-UND-PADATEI.

```
COMPUTE SUMME-LAGERBEDARF-LAG = 0
COMPUTE SUMME-LAGERBEDARF-VERS = 0
COMPUTE LAGERKAP-LAG = LAGERKAPAZITAET -
                      LAGERKAP-REDUZIERUNG -
                      LAGERBEDARF-NEU
PERFORM VERARBEITUNG-KLASSEN-SATZ UNTIL ENDE-KLDATEI.
COMPUTE LAGERKAP-EINSPARUNG = LAGERKAP-LAG -
                      SUMME-LAGERBEDARF-LAG
                      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR = LAGERKAP-LAG -
                      SUMME-LAGERBEDARF-VERS
                      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-LAGERERSPARNIS-VERS = SUMME-LAGERBEDARF-VERS -
                      SUMME-LAGERBEDARF-LAG
                      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE SUMME-LAGERZUSATZBEDARF-LAG = SUMME-LAGERBEDARF-LAG
                      - SUMME-LAGERBEDARF-VERS
```

CLOSE PADATEI.

```
OPEN      OUTPUT PADATEI.
WRITE     PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-1.
WRITE     PARAMETER-SATZ FROM PARAMETER-2.
```

SORTIEREN-KLASDAT.

```
CLOSE     KLASDAT.
SORT      SORTDAT
          ASCENDING KEY SPEZKOSTEN-SORT
```

```
                USING KLASDAT
                GIVING KLDATSO.
VORABTESTS.
    INITIATE  AUSGABESEITE-VORABTESTS.
    IF        SUMME-LAGERBEDARF-LAG NOT > LAGERKAP-LAG
    THEN      MOVE ABUNDANT-KENNZ TO VORABTESTS-FLAG.
    IF        SUMME-LAGERBEDARF-VERS > LAGERKAP-LAG
    THEN      MOVE UNMOEGLICH-KENNZ TO VORABTESTS-FLAG.
    IF        PLAUSIBEL
    THEN      MOVE PLAUSIBEL-TEXT TO TEXTE-VORABTESTS.
    IF        ABUNDANT
    THEN      MOVE ABUNDANT-TEXT TO TEXTE-VORABTESTS.
    IF        UNMOEGLICH
    THEN      MOVE UNMOEGLICH-TEXT TO TEXTE-VORABTESTS.
    IF        TRIVIAL
    THEN      MOVE TRIVIAL-TEXT TO TEXTE-VORABTESTS.
    GENERATE  DETAIL-LINE-VORABTESTS
    TERMINATE AUSGABESEITE-VORABTESTS.
BERECHNUNG-ANZAHL-LAGERERW-MAX.
    READ      LAGDAT
    AT END    DISPLAY "LAGERERWEITERUNGS-DATEN NICHT VERFUEGBAR"
              MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-LAGDAT.
    COMPUTE  ANZAHL-LAGERERW-MAX = 0
    PERFORM  BERECHNUNG-LAGERERWEITERUNGEN UNTIL ENDE-LAGDAT.
ENDE-HAUPTLAUF.
    EXIT.
```

* UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
VERARBEITUNG-KLASSEN-SATZ SECTION.
HAUPTROUTINE-KLASSEN-SATZ.
    IF        LAGERBEDARF-LAG < LAGERKAP-LAG
    THEN      MOVE PLAUSIBEL-KENNZ TO VORABTESTS-FLAG.
    COMPUTE  KLNK-ALT = KLNK-ALT-IN
    COMPUTE  FHM-ANZAHL = FHM-ANZAHL-IN
    COMPUTE  LAGERBEDARF-LAG = LAGERBEDARF-LAG-IN * FHM-ANZAHL
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  WAHRS = WAHRS-IN
    COMPUTE  LAGERBEDARF-VERS = LAGERBEDARF-LAG * WAHRS
    COMPUTE  LAGERZUSATZBEDARF-LAG = LAGERBEDARF-LAG *
              (1 - WAHRS)
    COMPUTE  LAGERERSPARNIS-VERS = LAGERBEDARF-LAG *
              (WAHRS - 1)
    COMPUTE  LAGERKOSTEN = LAGERBEDARF-LAG * LAGERKOSTENSATZ
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  VERSKOSTEN = VERSKOSTEN-IN * FHM-ANZAHL
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  WIEDKOSTEN = WIEDKOSTEN-IN * FHM-ANZAHL
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  ZUSATZKOSTEN-VERS = FHM-ANZAHL *
              (VERSKOSTEN + WAHRS * WIEDKOSTEN +
              (WAHRS - 1) * LAGERKOSTEN)
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  SPEZKOSTEN ROUNDED = ZUSATZKOSTEN-VERS /
              LAGERZUSATZBEDARF-LAG
    COMPUTE  SUMME-LAGERBEDARF-LAG = SUMME-LAGERBEDARF-LAG +
              LAGERBEDARF-LAG
              ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE  SUMME-LAGERBEDARF-VERS = SUMME-LAGERBEDARF-VERS +
```

```
LAGERBEDARF-VERS
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
WRITE  MODIFIZIERTER-KLASSEN-SATZ FROM KLASSEN-DATEN
READ   KLDATEI INTO KLASSEN-DATEN-IN
      AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLDATEI.
ENDE-KLASSEN-SATZ.
EXIT.
```

```
BERECHNUNG-LAGERERWEITERUNGEN SECTION.
HAUPTROUTINE-LAGERERW.
```

```
      COMPUTE ANZAHL-LAGERERW-MAX = ANZAHL-LAGERERW-MAX + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
READ   LAGDAT
      AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-LAGDAT.
ENDE-LAGERERWEITERUNGEN.
EXIT.
```

```
NACHLAUF SECTION.
```

```
HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.
```

```
      OPEN      INPUT  KLDATSO,
              OUTPUT KLDAT.
      READ      KLDATSO INTO KLASSEN-DATEN
      AT END    GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
      MOVE      BOF-KENNZ TO STATUS-KLDATSO
      INITIATE  AUSGABESEITE-KLASSEN.
      PERFORM   AUSGABE
              VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL ENDE-KLDATSO.
      TERMINATE AUSGABESEITE-KLASSEN.
      CLOSE     KLDATSO, KLDAT.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
      CLOSE     PADATEI, LAGDAT, KLDATEI, AUSDAT.
ENDE-NACHLAUF.
STOP RUN.
```

```
UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.
```

```
AUSGABE.
```

```
      COMPUTE  KLNK-NEU = I
      GENERATE DETAIL-LINE-KLASSEN.
      WRITE    KLASSEN-SATZ-NEU FROM KLASSEN-DATEN.
      READ     KLDATSO INTO KLASSEN-DATEN
      AT END   MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLDATSO.
```

VORABTESTS

=====

VERSCHROTTUNGSVERFAHREN UEBERFLUESSIG, DA LAGERKAPAZITAET ABUNDANT

GEORDNETE FERTIGUNGSHILFSMITTEL-KLASSEN

=====

KLNR-NEU KLNR-ALT ZUSATZKOSTEN-VERS LAGERERSPARNIS-VERS SPEZKOSTEN FHM-ANZAHL

1	5	-87.562	1094	-80,04	10
2	4	-41.421	657	-63,05	10
3	15	-36.827	868	-42,43	9
4	3	-9.855	285	-34,53	6
5	2	-8.234	292	-28,20	7
6	20	-28.877	1167	-24,74	13
7	19	-11.304	710	-15,92	10
8	10	-1.958	315	-6,22	5
9	25	-3.402	1025	-3,32	11
10	13	-462	280	-1,65	5
11	9	628	262	2,40	5
12	8	600	128	4,69	3
13	6	2.340	151	15,50	6
14	14	5.095	259	19,67	5
15	7	9.463	474	19,96	12
16	1	2.506	120	20,88	7
17	18	15.235	316	48,21	7
18	17	21.274	355	59,93	9
19	12	18.165	276	65,82	8
20	11	4.178	59	70,81	3
21	23	55.168	608	90,74	12
22	24	16.859	137	123,06	4
23	22	80.855	357	226,43	11
24	16	110.260	288	382,85	14
25	21	53.458	59	906,07	8

BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE KEIN UEBERLAUF.

P-9 : Dynamische Programmierung

```
ID DIVISION.
PROGRAM-ID. DYN-PROGRAMM-BEGRENZT.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
    DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
    SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
    SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
    SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
    SELECT LAGDAT ASSIGN TO TAPE7.
    SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD KLADAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD FHMDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ PIC X(40).
FD LAGDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS LAGERERWEITERUNGS-SATZ.
01 LAGERERWEITERUNGS-SATZ PIC X(30).
FD AUSDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    REPORTS ARE AUSGABESEITE-VERSCHRÖTTUNG,
    AUSGABESEITE-TABELLE.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
    02 PARAMETER-1.
    05 FILLER PIC X(10).
    05 KLASSENZAHL PIC 9(03).
    05 FILLER PIC X(18).
    05 LAGERKAP-EINSPARUNG PIC S9(05).
    05 LAGERKAP-LAG PIC S9(06).
    05 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR PIC S9(06).
    05 FILLER PIC X(11).
    05 ANZAHL-LAGERERW-MAX PIC 9(02).
    05 FILLER PIC X(05).
    05 SUMME-LAGERBEDARF-LAG PIC 9(08).
    05 FILLER PIC X(16).
    02 PARAMETER-2.
    05 FILLER PIC X(34).
    05 TABELLENUMFANG PIC 9(05).
    05 FILLER PIC X(51).
01 KLASSEN-DATEN.
    05 FILLER PIC X(03).
```

	05	KLNR-ALT	PIC	9(03).	
	05	FILLER	PIC	X(18).	
	05	ZJSATZKOSTEN-VERS	PIC	S9(35).	
	05	FILLER	PIC	X(08).	
	05	LAGERBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
	05	FILLER	PIC	X(04).	
	05	LAGERZUSATZBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
	05	FILLER	PIC	X(40).	
01		FHM-DATEN.			
	05	FHMNR	PIC	9(05).	
	05	KLASSENNR	PIC	9(03).	
	05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).	
	05	VERSKOST	PIC	S9(06).	
	05	WIEDKOST	PIC	9(05).	
	05	WAHRSCHEINL	PIC	9V3(03).	
01		LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN.			
	05	DATEN	PIC	9(11).	
	05	FILLER	PIC	X(59).	
01		LAGERERWEITERUNG.			
	05	LAGERERWEITERUNGS-DATEN			
		OCCURS 1 TO 30 DEPENDING ON ANZAHL-LAGERERW-MAX.			
	10	LAGER-ERWKOSTEN	PIC	9(06).	
	10	LAGER-ERWKAP	PIC	9(05).	
01		ENTSCHEIDUNGSVEKTOR.			
	05	X	PIC	9(01)	
		OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
01		ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.			
	05	LAGERN	PIC	9(01) VALUE 0.	
	05	VERSCHROTTEN	PIC	9(01) VALUE 1.	
01		ENTSCHEIDUNG	PIC	9(01).	
01		ENTSCHEIDUNGS-TABELLE.			
	05	ENTSCHEIDUNGSSPALTE			
		OCCURS 25.			
	10	ENTSCHEIDUNGSELEMENT			
		OCCURS 1 TO 200 DEPENDING ON TABELLENUMFANG.			
	15	Y	PIC	9(01).	
01		DATEN-TABELLE.			
	05	TABELLEN-KOMPONENTE			
		OCCURS 1 TO 200 DEPENDING ON TABELLENUMFANG.			
	10	KOSTEN-ALT	PIC	S9(08).	
	10	KOSTEN-NEU	PIC	S9(08).	
	10	LAGERKAP-VAR-NEU	PIC	9(04).	
	10	SUMME-LAGER-ERWKOSTEN	PIC	9(08).	
	10	GESAMT-KOSTEN	PIC	S9(08).	
01		TABELLE-LAGERKAP-ALT.			
	05	LAGERKAP-ALT			
		OCCURS 1 TO 200 DEPENDING ON TABELLENUMFANG			
		ASCENDING KEY IS LAGERKAP-VAR-ALT INDEXED BY J.			
	10	LAGERKAP-VAR-ALT	PIC	9(04).	
01		TABELLE-KLASSENNUMMERN.			
	05	ZUORDNUNG-KLNR	PIC	9(03)	
		OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
01		TABELLE-LAGERZUSATZBEDARF.			
	05	TABELLEN-KOMPONENTE			
		OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
	10	LAGERZUSATZBEDARF-LAG-SP	PIC	9(04).	
	10	LAGERBEDARF-LAG-SP	PIC	9(04).	
01		TABELLENZEILEN-ZAEHLER	PIC	9(04).	

01	KOSTEN-LAG	PIC	S9(08).
01	TABELLEN-ZEILEN	PIC	9(03).
01	LAGERKAP-VAR	PIC	9(04).
01	KOSTEN-VERS	PIC	S9(08).
01	ZUSATZ-VERSKOSTEN	PIC	S9(08).
01	REDUKTION-LAGERBEDARF	PIC	S9(06).
01	SUMME-RED-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).
01	LAGERKAP-BENOETIGT	PIC	S9(08).
01	SUMME-LAGER-ERWKAP	PIC	S9(08).
01	LAGER-ERWBEDARF	PIC	9(08).
01	GESAMT-KOSTEN-OPT	PIC	S9(08).
01	KOSTEN	PIC	S9(08).
01	LETZTE-ZEILE	PIC	9(03).
01	LAGERKAP-REST	PIC	9(04).
01	DATEI-KENNUNG.		
	05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.	
		10	BOF-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "B".
		10	EOF-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "E".
	05	STATUS-LAGDAT	PIC X(01).
		88	ENDE-LAGDAT
			VALUE "E".
	05	STATUS-KLADAT	PIC X(01).
		88	ENDE-KLADAT
			VALUE "E".
	05	STATUS-FHMDAT	PIC X(01).
		88	ENDE-FHMDAT
			VALUE "E".
01	KENNUNG-UEBERLAUF.		
	05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.	
		10	KEIN-UEBERLAUF-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "K".
		10	UEBERLAUF-KENNZ
			PIC X(01) VALUE " ".
	05	UEBERLAUF-FLAG	PIC X(01).
01	KENNUNG-TABELLENUMFANG.		
	05	KENNZEICHEN-TABELLENUMFANG.	
		10	AUSREICHENDER-UMFANG-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "A".
		10	UNZUREICHENDER-UMFANG-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "U".
	05	TABELLENUMFANG-FLAG	PIC X(01).
		88	TABELLENUMFANG-UEBERSCHRITTEN
			VALUE "U".
01	KENNUNG-LAGERERWEITERUNG.		
	05	KENNZEICHEN-LAGERERWEITERUNG.	
		10	AUSREICHEND-KENNZ
			PIC X(01) VALUE SPACE.
		10	UNZUREICHEND-KENNZ
			PIC X(01) VALUE "***".
	05	LAGERERWEITERUNGS-FLAG	PIC X(01).
01	LAUFVARIABLEN.		
	05	I	PIC 9(03).
	05	N	PIC 9(03).
	05	K	PIC 9(03).
	05	A	PIC 9(03).

REPORT SECTION.

RD AUSGABESEITE-TABELLE

CONTROL IS FINAL

PAGE LIMIT IS

55 LINES

FIRST DETAIL

10

LAST DETAIL

48

FOOTING

51.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1

PIC X(77) VALUE

"VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG IN ABHAENGIGKEIT VON DER VERFUEG
"BAREN LAGERKAPAZITAET".

05 LINE 2 COLUMN 1

PIC X(76)

VALUE ALL "=".

05 LINE 3 COLUMN 1

PIC X(42) VALUE

"NACH BEGRENZTER DYNAMISCHER PROGRAMMIERUNG".

05 LINE 4 COLUMN 1

PIC X(38)

VALUE ALL "=".

05 LINE 6 COLUMN 2

PIC X(120) VALUE

"LAGERKAP VERSKOSTEN ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN X(I,L)
" LAGER-ERWKOSTEN GESA
"MTKOSTEN".

05 LINE 7 COLUMN 22

PIC X(59) VALUE

"1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
" 23 24 25".

05 LINE 8 COLUMN 1

PIC X(117)

VALUE ALL "-".

01 DETAIL-LINE-TABELLE TYPE DETAIL LINE PLUS 1.

05 COLUMN 4

PIC Z,7(02)9

SOURCE LAGERKAP-VAR-ALT (I).

05 COLUMN 11

PIC ---,---,---9

SOURCE KOSTEN-NEU (I).

05 COLUMN 22

PIC 9

SOURCE Y (01, I).

05 COLUMN 24

PIC 9

SOURCE Y (02, I).

05 COLUMN 26

PIC 9

SOURCE Y (03, I).

05 COLUMN 28

PIC 9

SOURCE Y (04, I).

05 COLUMN 30

PIC 9

SOURCE Y (05, I).

05 COLUMN 32

PIC 9

SOURCE Y (06, I).

05 COLUMN 34

PIC 9

SOURCE Y (07, I).

05 COLUMN 36

PIC 9

SOURCE Y (08, I).

05 COLUMN 38

PIC 9

SOURCE Y (09, I).

05 COLUMN 41

PIC 9

SOURCE Y (10, I).

05 COLUMN 44

PIC 9

SOURCE Y (11, I).

05 COLUMN 47

PIC 9

SOURCE Y (12, I).

05 COLUMN 50

PIC 9

SOURCE Y (13, I).

05 COLUMN 53

PIC 9

	SOURCE Y (14, I).		
05	COLUMN 56	PIC	9
	SOURCE Y (15, I).		
05	COLUMN 59	PIC	9
	SOURCE Y (16, I).		
05	COLUMN 62	PIC	9
	SOURCE Y (17, I).		
05	COLUMN 65	PIC	9
	SOURCE Y (18, I).		
05	COLUMN 68	PIC	9
	SOURCE Y (19, I).		
05	COLUMN 71	PIC	9
	SOURCE Y (20, I).		
05	COLUMN 74	PIC	9
	SOURCE Y (21, I).		
05	COLUMN 77	PIC	9
	SOURCE Y (22, I).		
05	COLUMN 80	PIC	9
	SOURCE Y (23, I).		
05	COLUMN 83	PIC	9
	SOURCE Y (24, I).		
05	COLUMN 86	PIC	9
	SOURCE Y (25, I).		
05	COLUMN 93	PIC	Z(02),Z(03),Z(02)9
	SOURCE SUMME-LAGER-ERWKOSTEN (I).		
05	COLUMN 104	PIC	---, ---, ---9
	SOURCE GESAMT-KOSTEN (I).		
05	COLUMN 116	PIC	X(01)
	SOURCE LAGERERWEITERUNGS-FLAG.		
01	TYPE CONTROL FOOTING FINAL.		
05	LINE PLUS 3 COLUMN 1	PIC	X(52) VALUE
	"VERSCHROTTUNGSKOSTEN BEI GEGEBENER LAGERKAPAZITAET :".		
05	LINE PLUS 3 COLUMN 70	PIC	Z(02),Z(03),Z(02)9
	SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.		
05	LINE PLUS 5 COLUMN 1	PIC	X(54) VALUE
	"OPTIMALE GESAMTKOSTEN BEI VERSCHROTTUNG UND LAGERERWEITERUNG :".		
05	LINE PLUS 5 COLUMN 70	PIC	Z(02),Z(03),Z(02)9
	SOURCE GESAMT-KOSTEN-OPT.		
05	LINE PLUS 7 COLUMN 1	PIC	X(29) VALUE
	"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".		
05	LINE PLUS 7 COLUMN 31	PIC	X(01)
	SOURCE UEBERLAUF-FLAG.		
05	LINE PLUS 7 COLUMN 32	PIC	X(14) VALUE
	"EIN UEBERLAUF.".		
RD	AUSGABESEITE-VERSCHROTTUNG		
	CONTROL IS FINAL		
	PAGE LIMIT IS	55	LINES
	HEADING	1	
	FIRST DETAIL	9	
	LAST DETAIL	50	
	FOOTING	53.	
01	TYPE PAGE HEADING.		
05	LINE 1 COLUMN 1	PIC	X(56) VALUE
	"VERSCHROTTUNG NACH BEGRENZTER DYNAMISCHER PROGRAMMIERUNG		
	"".		
05	LINE 2 COLUMN 1	PIC	X(51)
	VALUE ALL "".".		

```
05 LINE 4 COLUMN 1 PIC X(55) VALUE  
"BENOETIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".  
05 LINE 4 COLUMN 57 PIC Z(03),Z(02)9  
SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.  
05 LINE 6 COLUMN 2 PIC X(108) VALUE  
"KLN-ALT FHMNR LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR  
"S EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINGESP. LAGERBEDARF".  
05 LINE 7 COLUMN 1 PIC X(113)  
VALUE ALL "-".  
01 DETAIL-LINE-VERSCHROTTUNG TYPE DETAIL LINE PLUS 1.  
05 COLUMN 4 PIC Z(02)9  
SOURCE KLASSENNR.  
05 COLUMN 11 PIC Z(03),Z(02)9  
SOURCE FHMNR.  
05 COLUMN 22 PIC Z,Z(02)9  
SOURCE LAGERBEDARF.  
05 COLUMN 31 PIC ----,---9  
SOURCE VERSKOST.  
05 COLUMN 40 PIC Z(03),Z(02)9  
SOURCE WIEDKOST.  
05 COLUMN 50 PIC 9.3(03)  
SOURCE WAHRSCHEINL.  
05 COLUMN 65 PIC ----,---9  
SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.  
05 COLUMN 85 PIC ---,---,---9  
SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.  
01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL.  
05 LINE PLUS 3 COLUMN 1 PIC X(49) VALUE  
"DIE ZUSAETZLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".  
05 LINE PLUS 3 COLUMN 51 PIC ---,---,---9  
SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.  
05 LINE PLUS 3 COLUMN 62 PIC X(02) VALUE "DM".  
05 LINE PLUS 5 COLUMN 1 PIC X(29) VALUE  
"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".  
05 LINE PLUS 5 COLUMN 31 PIC X(01)  
SOURCE UEBERLAUF-FLAG.  
05 LINE PLUS 5 COLUMN 32 PIC X(14)  
VALUE "EIN UEBERLAUF.".
```

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
          INPUT  KLADAT,
          INPUT  FHMDAT,
          INPUT  LAGDAT,
          OUTPUT AUSDAT.

MOVE      EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT,
          STATUS-LAGDAT

MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG

READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
               "DAHER &ROGRAMMABBRUCH}"

          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ      LAGDAT INTO LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN
AT END    DISPLAY "KEINE LAGERERWEITERUNGSDATEN VERFUEGBAR,"
               "DAHER &ROGRAMMABBRUCH}"

          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

COMPUTE  LAGERERWEITERUNGS-DATEN (1) = DATEN
PERFORM  LESEN-LAGDAT
          VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL ENDE-LAGDAT.

READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,"
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

MOVE      AUSREICHEND-KENNZ TO TABELLENUMFANG-FLAG
COMPUTE  TABELLEN-ZEILEN = 0
COMPUTE  LAGERZUSATZBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) =
          LAGERZUSATZBEDARF-LAG
COMPUTE  LAGERBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) = LAGERBEDARF-LAG.
ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-VORLAUF SECTION.

LESEN-LAGDAT.

```
READ      LAGDAT INTO LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN
AT END    MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-LAGDAT.
COMPUTE  LAGERERWEITERUNGS-DATEN (I) = DATEN.
*****
```

HAUPTLAUF SECTION.

INITIALISIEREN-KOSTEN-ALT.

```
COMPUTE  KOSTEN-VERS = ZUSATZKOSTEN-VERS
COMPUTE  ZUORDNUNG-KLN (1) = KLN-ALT
IF       LAGERZUSATZBEDARF-LAG = 0
THEN     COMPUTE KOSTEN-LAG = 0
          PERFORM KOSTEN-VERGLEICH
ELSE     COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-VERS
          COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN.
```

```
COMPUTE KOSTEN-ALT (1) = KOSTEN
COMPUTE Y (KLN-ALT, 1) = ENTSCHEIDUNG
COMPUTE LAGERKAP-VAR-ALT (1) = 0
COMPUTE TABELLENZEILEN-ZAEHLER = 1
COMPUTE LETZTE-ZEILE = 1
PERFORM BERECHNUNG-ERSTE-KOSTEN-ALT
      VARYING A FROM 1 BY 1 UNTIL A > SUMME-LAGERBEDARF-LAG
      OR TABELLENUMFANG-UEBERSCHRITTEN.
IF      TABELLENUMFANG-UEBERSCHRITTEN
THEN    DISPLAY "DATEN-TABELLE ZU KLEIN,"
        "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
        GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.
  READ  KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
  AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.
  IF    NOT ENDE-KLADAT
  THEN  PERFORM ZYKLUS.
ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF SECTION.

BERECHNUNG-ERSTE-KOSTEN-ALT.

```
COMPUTE LAGERKAP-VAR = A
COMPUTE KOSTEN-VERS = ZUSATZKOSTEN-VERS
IF      LAGERZUSATZBEDARF-LAG NOT > LAGERKAP-VAR
THEN    COMPUTE KOSTEN-LAG = 0
        PERFORM KOSTEN-VERGLEICH
ELSE    COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-VERS
        COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN.
IF      KOSTEN NOT = KOSTEN-ALT (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)
      OR ENTSCHEIDUNG NOT =
      Y (KLN-ALT, TABELLENZEILEN-ZAEHLER)
THEN    COMPUTE TABELLENZEILEN-ZAEHLER =
        TABELLENZEILEN-ZAEHLER + 1
        COMPUTE ZUORDNUNG-KLNR (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)
        = KLN-ALT
        COMPUTE LAGERKAP-VAR-ALT (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)
        = LAGERKAP-VAR
        COMPUTE KOSTEN-ALT (TABELLENZEILEN-ZAEHLER) = KOSTEN
        COMPUTE Y (KLN-ALT, TABELLENZEILEN-ZAEHLER)
        = ENTSCHEIDUNG.
```

KOSTEN-VERGLEICH.

```
IF      KOSTEN-VERS < KOSTEN-LAG
THEN    COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-VERS
        COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN
ELSE    COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-LAG
        COMPUTE ENTSCHEIDUNG = LAGERN.
```

ZYKLUS SECTION.

HAUPTROUTINEN-ZYKLUS.

```
COMPUTE ZUORDNUNG-KLNR (2) = KLN-ALT
PERFORM GENERIERUNG-ENTSCHEIDUNGS-TAB
      VARYING K FROM 3 BY 1 UNTIL ENDE-KLADAT.
PERFORM BERECHNUNG-GESAMTKOSTEN
      VARYING A FROM 1 BY 1 UNTIL A > LETZTE-ZEILE.
COMPUTE GESAMT-KOSTEN-OPT = GESAMT-KOSTEN (1)
PERFORM BERECHNUNG-GESAMTKOSTEN-OPT
```

```
                VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL I > LETZTE-ZEILE.  
PERFORM AUSGABE-TABELLE  
                VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > LETZTE-ZEILE.  
ENDE-ZYKLJS.  
EXIT.
```

```
UNTERROUTINEN-ZYKLUS SECTION.  
GENERIERUNG-ENTSCHEIDUNGS-TAB.
```

```
    COMPUTE LAGERKAP-VAR = 0  
    COMPUTE KOSTEN-VERS = ZUSATZKOSTEN-VERS  
    IF      LAGERZUSATZBEDARF-LAG NOT > LAGERKAP-VAR  
    THEN    COMPUTE KOSTEN-LAG = KOSTEN-ALT (1)  
            PERFORM KOSTEN-VERGLEICH  
            COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-VERS  
            COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN.  
    COMPUTE LAGERKAP-VAR-NEU (1) = LAGERKAP-VAR  
    COMPUTE KOSTEN-NEU (1) = KOSTEN  
    COMPUTE Y (KLN-ALT, 1) = ENTSCHEIDUNG  
    COMPUTE TABELLENZEILEN-ZAEHLER = 1  
    PERFORM BERECHNUNG-KOSTEN-NEU  
            VARYING N FROM 1 BY 1 UNTIL N > SUMME-LAGERBEDARF-LAG  
            OR TABELLENUMFANG-UEBERSCHRITTEN.  
    IF      TABELLENUMFANG-UEBERSCHRITTEN  
    THEN    DISPLAY "DATEN-TABELLE ZU KLEIN,"  
            "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"  
            GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.  
    COMPUTE LETZTE-ZEILE = TABELLENZEILEN-ZAEHLER  
    PERFORM UEBERTRAGEN  
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > LETZTE-ZEILE.  
    READ    KLADAT INTO KLASSEN-DATEN  
    AT END  MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.  
    COMPUTE LAGERBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) = LAGERBEDARF-LAG  
    COMPUTE LAGERZUSATZBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) =  
            LAGERZUSATZBEDARF-LAG.
```

```
BERECHNUNG-KOSTEN-NEU.
```

```
    COMPUTE LAGERKAP-VAR = N  
    COMPUTE KOSTEN-VERS = ZUSATZKOSTEN-VERS  
    IF      LAGERZUSATZBEDARF-LAG NOT > LAGERKAP-VAR  
    THEN    COMPUTE LAGERKAP-REST = LAGERKAP-VAR -  
            LAGERZUSATZBEDARF-LAG  
            PERFORM BERECHNUNG-KOSTEN-LAG  
            PERFORM KOSTEN-VERGLEICH  
    ELSE    COMPUTE KOSTEN = KOSTEN-VERS  
            COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN.  
    IF      KOSTEN NOT = KOSTEN-NEU (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)  
            OR ENTSCHEIDUNG NOT =  
            Y (KLN-ALT, TABELLENZEILEN-ZAEHLER)  
    THEN    COMPUTE TABELLENZEILEN-ZAEHLER =  
            TABELLENZEILEN-ZAEHLER + 1  
            COMPUTE LAGERKAP-VAR-NEU (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)  
            = LAGERKAP-VAR  
            COMPUTE KOSTEN-NEU (TABELLENZEILEN-ZAEHLER)  
            = KOSTEN  
            COMPUTE Y (KLN-ALT, TABELLENZEILEN-ZAEHLER)  
            = ENTSCHEIDUNG.
```

```
BERECHNUNG-KOSTEN-LAG.
```

```
    SET      J TO 1  
    SEARCH   LAGERKAP-ALT VARYING J
```

```
AT END COMPUTE A = LETZTE-ZEILE
WHEN LAGERKAP-VAR-ALT (J) NOT < LAGERKAP-REST
NEXT SENTENCE.
IF LAGERKAP-VAR-ALT (J) = LAGERKAP-VAR
THEN SET A TO J.
IF LAGERKAP-VAR-ALT (J) > LAGERKAP-VAR
THEN SET A TO J
COMPUTE A = A - 1.
COMPUTE KOSTEN-LAG = KOSTEN-ALT (A).
UEBERTRAGEN.
COMPUTE KOSTEN-ALT (I) = KOSTEN-NEU (I)
COMPUTE LAGERKAP-VAR-ALT (I) = LAGERKAP-VAR-NEU (I).
BERECHNUNG-GESAMTKOSTEN.
IF LAGERKAP-VAR-ALT (A) NOT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
AND LAGERKAP-VAR-ALT (A + 1) >
LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
THEN COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = KOSTEN-ALT (A).
COMPUTE LAGERKAP-VAR = LAGERKAP-VAR-ALT (A)
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
PERFORM BERECHNUNG-ENTSCHEIDUNGSVEKTOR
VARYING I FROM KLASSENZAHL BY -1 UNTIL I = 0.
COMPUTE SUMME-LAGER-ERWKOSTEN (A) = 0
IF LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
THEN PERFORM BERECHNUNG-LAGERERWEITERUNG.
COMPUTE GESAMT-KOSTEN (A) = KOSTEN-ALT (A) +
SUMME-LAGER-ERWKOSTEN (A)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-LAGERERWEITERUNG.
COMPUTE LAGER-ERWBEDARF = LAGERKAP-BENOETIGT -
LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
COMPUTE SUMME-LAGER-ERWKAP = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGER-ERWKOSTEN
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > ANZAHL-LAGERERW-MAX
OR SUMME-LAGER-ERWKAP NOT < LAGER-ERWBEDARF.
IF SUMME-LAGER-ERWKAP < LAGER-ERWBEDARF
THEN MOVE UNZUREICHEND-KENNZ TO LAGERERWEITERUNGS-FLAG
ELSE MOVE AUSREICHEND-KENNZ TO LAGERERWEITERUNGS-FLAG.
BERECHNUNG-GESAMTKOSTEN-OPT.
IF GESAMT-KOSTEN (I) < GESAMT-KOSTEN-OPT
THEN COMPUTE GESAMT-KOSTEN-OPT = GESAMT-KOSTEN (I).
BERECHNUNG-ENTSCHEIDUNGSVEKTOR.
COMPUTE KLN-ALT = ZUORDNUNG-KLN (I)
COMPUTE ENTSCHEIDUNG = Y (KLN-ALT, A)
IF LAGERKAP-VAR-ALT (A) NOT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
AND LAGERKAP-VAR-ALT (A + 1) >
LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
THEN COMPUTE X (KLN-ALT) = ENTSCHEIDUNG.
COMPUTE LAGERKAP-VAR = LAGERKAP-VAR -
LAGERZUSATZBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) *
(1 - ENTSCHEIDUNG)
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT +
LAGERBEDARF-LAG-SP (KLN-ALT) *
(1 - ENTSCHEIDUNG)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-LAGER-ERWKOSTEN.
COMPUTE SUMME-LAGER-ERWKAP = SUMME-LAGER-ERWKAP +
LAGER-ERWKAP (I)
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
      COMPUTE SUMME-LAGER-ERWKOSTEN (A) = SUMME-LAGER-ERWKOSTEN (A)
                                         + LAGER-ERWKOSTEN (I)
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
AUSGABE-TABELLE.
      INITIATE AUSGABESEITE-TABELLE.
      GENERATE DETAIL-LINE-TABELLE.
      TERMINATE AUSGABESEITE-TABELLE.
*****
NACHLAUF SECTION.
HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.
      READ      FHMDAT INTO FHM-DATEN
      AT END    DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR, ",
                  "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
                  GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
      COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF = 0
      INITIATE AUSGABESEITE-VERSCHROTTUNG.
      PERFORM ERGEBNISAUSGABE UNTIL ENDE-FHMDAT.
      TERMINATE AUSGABESEITE-VERSCHROTTUNG.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
      CLOSE    PADATEI, KLADAT, FHMDAT, LAGDAT, AUSJAT.
ENDE-NACHLAUF.
      STOP RUN.

UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.
ERGEBNISAUSGABE.
      IF      X (KLASSENNR) = VERSCHROTTEN
      THEN    COMPUTE REDUKTION-LAGERBEDARF = (WAHRSCHEINL - 1)
                                         * LAGERZUSATZBEDARF-LAG
      COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF =
              SUMME-RED-LAGERBEDARF + REDUKTION-LAGERBEDARF
      GENERATE DETAIL-LINE-VERSCHROTTUNG.
      READ    FHMDAT INTO FHM-DATEN
      AT END  MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHMDAT.
```

P-10 : Branch-and-Bound

```
ID DIVISION.
PROGRAM-ID, BRANCH-AND-BOUND-VERFAHREN.
AUTHOR, ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN, JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED, 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
    DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
    SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
    SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
    SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
    SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD KLADAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD FHMDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ PIC X(40).
FD AUSDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    REPORT IS AUSGABESEITE.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
    02 PARAMETER-1.
        05 FILLER PIC X(10).
        05 KLASSENZAHL PIC 9(03).
        05 FILLER PIC X(18).
        05 LAGERKAP-EINSPARUNG PIC S9(05).
        05 FILLER PIC X(05).
        05 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR PIC S9(05).
        05 FILLER PIC X(31).
    02 PARAMETER-2.
        05 FILLER PIC X(25).
        05 ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF PIC S9(08).
        05 FILLER PIC X(46).
01 KLASSEN-SPEICHER.
    05 KLASSEN-DATEN
        OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.
        10 FILLER PIC X(03).
        10 KLN-ALT PIC 9(03).
        10 FILLER PIC X(10).
        10 ZUSATZKOSTEN-VERS PIC S9(05).
        10 FILLER PIC X(15).
        10 LAGERZUSATZBEDARF-LAG PIC 9(04).
        10 FILLER PIC X(40).
01 FHM-DATEN.
    05 FHMNR PIC 9(05).
```

05	KLASSENNR	PIC	9(03).
05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).
05	VERSKOST	PIC	S9(05).
05	WIEDKOST	PIC	9(06).
05	WAHRSCHEINL	PIC	9V9(03).
05	FILLER	PIC	X(11).
01	ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.		
05	LAGERN	PIC	9(01) VALUE 0.
05	VERSCHROTTEN	PIC	9(01) VALUE 1.
01	ENTSCHEIDUNGS-VEKTOREN.		
05	ENTSCHEIDUNGS-KOMPONENTE		
	OCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.		
10	X	PIC	9(01).
10	Y	PIC	9(01).
10	POT-Y	PIC	9(03).
10	RETRIVAL-Y	PIC	9(01).
01	ENTSCHEIDUNG	PIC	9(01).
01	KOSTEN	PIC	S9(08).
01	KLNR	PIC	9(03).
01	OBERE-SCHRANKE	PIC	9(08).
01	ZUSATZ-VERSKOSTEN	PIC	S9(08).
01	REDUKTION-LAGERBEDARF	PIC	S9(06).
01	SUMME-RED-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).
01	LAGERKAP-BENOETIGT	PIC	S9(08).
01	DATEI-KENNUNG.		
05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.		
10	BOF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "B".
10	EDF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "E".
05	STATUS-KLADAT	PIC	X(01).
88	ENDE-KLADAT		VALUE "E".
05	STATUS-FHMDAT	PIC	X(01).
88	ENDE-FHMDAT		VALUE "E".
01	KENNVORG-UEBERLAUF.		
05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.		
10	KEIN-UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "K".
10	UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01) VALUE " ".
05	UEBERLAUF-FLAG	PIC	X(01).
01	KENNUNG-ABBRUCH.		
05	KENNZEICHEN-ABBRUCH.		
10	KEIN-ABBRUCH-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "K".
10	ABBRUCH-KENNZ	PIC	X(01) VALUE "A".
05	ABBRUCHS-FLAG	PIC	X(01).
88	ABBRUCH		VALUE "A".
01	LAUFVARIABLEN.		
05	I	PIC	9(03).
05	K	PIC	9(03).

REPORT SECTION.

RD AUSGABESEITE

CONTROL IS FINAL

PAGE LIMIT IS

55 LINES

HEADING

1

FIRST DETAIL

9

LAST DETAIL

50

FOOTING

53.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1

PIC X(51) VALUE

"VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG NACH EINEM BRANCH-AND-BOUND-VERF
"AHREN".

05 LINE 2 COLUMN 1

PIC X(51)

VALUE ALL "=".

05 LINE 4 COLUMN 1

PIC X(55) VALUE

"BENOETIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".

05 LINE 4 COLUMN 57

PIC Z(03),Z(02)9

SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.

05 LINE 6 COLUMN 2

PIC X(108) VALUE

"KLN-ALT FHMNR LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR
"S EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINSESP. LAGERBEDARF".

05 LINE 7 COLUMN 1

PIC X(113)

VALUE ALL "-".

01 DETAIL-LINE TYPE DETAIL

LINE PLUS 1.

05 COLUMN 4

PIC Z(02)9

SOURCE KLASSENNR.

05 COLUMN 11

PIC Z(03),Z(02)9

SOURCE FHMNR.

05 COLUMN 22

PIC Z,Z(02)9

SOURCE LAGERBEDARF.

05 COLUMN 31

PIC ----,--9

SOURCE VERSKOST.

05 COLUMN 40

PIC Z(03),Z(02)9

SOURCE NIEDKOST.

05 COLUMN 50

PIC 9.9(03)

SOURCE WAHRSCHEINL.

05 COLUMN 65

PIC ----,--9

SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.

05 COLUMN 85

PIC ---,---,--9

SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.

01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL.

05 LINE PLUS 3 COLUMN 1

PIC X(49) VALUE

"DIE ZUSAETZLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".

05 LINE PLUS 3 COLUMN 51

PIC ---,---,--9

SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.

05 LINE PLUS 3 COLUMN 62

PIC X(02) VALUE "DM".

05 LINE PLUS 5 COLUMN 1

PIC X(29) VALUE

"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".

05 LINE PLUS 5 COLUMN 31

PIC X(01)

SOURCE UEBERLAUF-FLAG.

05 LINE PLUS 5 COLUMN 32

PIC X(14)

VALUE "EIN UEBERLAUF,".

PROCEDURE DIVISION.
STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
           INPUT  KLADAT,
           INPUT  FHMDAT,
           OUTPUT AUSDAT.
MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT
READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END   DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
           "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END   DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
           "DAHER &ROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (1)
AT END   DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
           "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
PERFORM  LESEN-KLADAT
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL ENDE-KLADAT.
PERFORM  INITIALISIEREN-VEKTOR-Y
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-VORLAUF SECTION.

LESEN-KLADAT.

```
READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (I)
AT END   MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.
INITIALISIEREN-VEKTOR-Y.
COMPUTE Y (I) = VERSCHROTTEN.
```

HAUPTLAUF SECTION.

INITIALISIEREN-HAUPTLAUF.

```
COMPUTE ENTSCHEIDUNG = LAGERN
COMPUTE K = 1
COMPUTE OBERE-SCHRANKE = ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF.
ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR.
MOVE      KEIN-ABBRUCH-KENNZ TO ABBRUCHS-FLAG
PERFORM  ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG UNTIL ABBRUCH.
BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE.
COMPUTE OBERE-SCHRANKE = KOSTEN.
BERECHNUNG-POT-OPT.
PERFORM  BERECHNUNG-POT-Y
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
IF      ENTSCHEIDUNG = LAGERN
THEN   COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTTEN
        GO TO ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR.
COMPUTE K = K - 1
IF      K > 0
THEN   COMPUTE ENTSCHEIDUNG = RETRIVAL-Y (K)
        GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF SECTION.
ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG.

```
COMPUTE Y (K) = ENTSCHEIDUNG
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > K
      OR LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR.
IF      LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
THEN    GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
COMPUTE KOSTEN = 0
PERFORM BERECHNUNG-KOSTEN
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > K
      OR KOSTEN > OBERE-SCHRANKE.
IF      KOSTEN > OBERE-SCHRANKE
THEN    GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
IF      K < KLASSENZAHL
THEN    COMPUTE RETRIVAL-Y (K) = ENTSCHEIDUNG
        COMPUTE K = K + 1
        COMPUTE ENTSCHEIDUNG = LAGERN
ELSE    MOVE ABRUCH-KENNZ TO ABRUCHS-FLAG.
BERECHNUNG-POT-Y.
  COMPUTE POT-Y (I) = Y (I).
BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT.
  COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT +
    (LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I) * (1 - Y (I)))
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-KOSTEN.
  COMPUTE KOSTEN = KOSTEN + (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * Y (I))
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
*****
```

NACHLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.

```
PERFORM BERECHNUNG-VEKTOR-X
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
READ    FHMDAT INTO FHM-DATEN
AT END  DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",
        "DAHER PROGRAMMA ABRUCH}"
        GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF = 0
INITIATE AUSGABESEITE.
PERFORM ERGEBNISAUSGABE UNTIL ENDE-FHMDAT.
TERMINATE AUSGABESEITE.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
  CLOSE  PADATEI, KLADAT, FHMDAT, AUSDAT.
ENDE-NACHLAUF.
  STOP  RUN.
```

UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.

BERECHNUNG-VEKTOR-X.

```
COMPUTE KLNK = KLNK-ALT (I)
COMPUTE X (KLNK) = POT-Y (I).
```

BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN.

```
COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = ZUSATZ-VERSKOSTEN +
      (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * X (I))
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

ERGEBNISAUSGABE.

```
IF      X (KLASSENNR) = VERSCHROTTEN
THEN    COMPUTE REDUKTION-LAGERBEDARF = (WAHRSCHEINL - 1)
      * LAGERBEDARF
      COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF =
        SUMME-RED-LAGERBEDARF + REDUKTION-LAGERBEDARF
      GENERATE DETAIL-LINE.
READ    FHMDAT INTO FHM-DATEN
AT END  MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHMDAT.
```

P-11 : Kolesar-Algorithmus als spezielles
Branch-and-Bound Verfahren

```
ID DIVISION.
PROGRAM-ID. KOLESAR-VERFAHREN.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
    DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
    SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
    SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
    SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
    SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD KLADAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD FHMDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ PIC X(40).
FD AUSDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    REPORT IS AUSGABESEITE.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
    05 FILLER PIC X(10).
    05 KLASSENZAHL PIC 9(03).
    05 FILLER PIC X(18).
    05 LAGERKAP-EINSPARUNG PIC S9(06).
    05 LAGERKAP-LAG PIC S9(06).
    05 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR PIC S9(06).
    05 FILLER PIC X(31).
01 KLASSEN-SPEICHER.
    05 KLASSEN-DATEN
        OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.
        10 FILLER PIC X(03).
        10 KLNK-ALT PIC 9(03).
        10 FILLER PIC X(10).
        10 ZUSATZKOSTEN-VERS PIC S9(06).
        10 FILLER PIC X(16).
        10 LAGERZUSATZBEDARF-LAG PIC 9(04).
        10 FILLER PIC X(40).
01 FHM-DATEN.
    05 FHMNR PIC 9(06).
    05 KLASSENNR PIC 9(03).
    05 LAGERBEDARF PIC 9(04).
    05 VERSKOST PIC S9(06).
    05 WIEDKOST PIC 9(06).
    05 WAHRSCHEINL PIC 9V(03).
```

```
01 05 FILLER PIC X(11).
01 ENTSCHEIDUNGSVEKTOR.
01 05 X PIC 9(01)
OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.
01 ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.
01 05 LAGERN PIC 9(01) VALUE 0.
01 05 VERSCHROTTEN PIC 9(01) VALUE 1.
01 ZUSATZ-VERSKOSTEN PIC S9(08).
01 LAGERKAP-BENOETIGT PIC S9(08).
01 REDUKTION-LAGERBEDARF PIC S9(05).
01 SUMME-RED-LAGERBEDARF PIC S9(08).
01 KLNK PIC 9(03).
01 GRENZINDEX PIC 9(03).
01 GRENZINDEX-PLUS-1 PIC 9(03).
01 KOMPONENTENZAHL PIC 9(04).
01 FAKTOR PIC S9(03)V9(02).
01 ZUSATZKOSTEN-VEKTOR.
01 05 ZUSATZ-KOSTEN PIC S9(08)
OCCURS 1 TO 400 DEPENDING ON KOMPONENTENZAHL.
01 LAGERJETERMINANTE PIC S9(08).
01 LAGERBEDARF-J-QUER PIC 9(08).
01 LAGERBEDARF-GRENZINDEX PIC 9(08).
01 MIN PIC 9(03).
01 KOMPONENTEN-MENGEN.
01 05 MENGEN-KOMP
OCCURS 1 TO 400 DEPENDING ON KOMPONENTENZAHL.
01 10 J-QUER PIC 9(01)
OCCURS 50.
01 10 J-STRICH PIC 9(01)
OCCURS 50.
01 10 L PIC 9(01).
01 10 I-N PIC 9(03).
01 KLASSEN-MENGEN.
01 05 MENGEN-KLASS
OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.
01 10 LETZTES-J-QUER PIC 9(01).
01 10 LETZTES-J-STRICH PIC 9(01).
01 M PIC 9(03).
01 M-MINUS-1 PIC 9(03).
01 DATEI-KENNUNG.
01 05 KENNZEICHEN-DATEI STATUS.
01 10 BOF-KENNZ PIC X(01) VALUE "B".
01 10 EDF-KENNZ PIC X(01) VALUE "E".
01 05 STATUS-KLADAT PIC X(01).
01 88 ENDE-KLADAT VALUE "E".
01 05 STATUS-FHMDAT PIC X(01).
01 88 ENDE-FHMDAT VALUE "E".
01 KENNUNG-UEBERLAUF.
01 05 KENNZEICHEN-UEBERLAUF.
01 10 KEIN-UEBERLAUF-KENNZ PIC X(01) VALUE "K".
01 10 UEBERLAUF-KENNZ PIC X(01) VALUE " ".
01 05 UEBERLAUF-FLAG PIC X(01).
01 KENNUNG-OPTIMALITAET.
01 05 KENNZEICHEN-OPTIMALITAET.
01 10 OPTIMUM-KENNZ PIC X(01) VALUE "0".
01 10 SUBOPTIMUM-KENNZ PIC X(01) VALUE "S".
01 05 OPTIMALITAETS-FLAG PIC X(01).
01 88 OPTIMUM VALUE "0".
01 88 SUBOPTIMUM VALUE "S".
```

```

01 KENNUNG-LAGERKAPAZITAET.
05 KENNZEICHEN-LAGERKAPAZITAET.
   10 NICHT-AUSREICHEND-KENNZ      PIC  X(01)  VALUE  "N".
   10 AUSREICHEND-KENNZ           PIC  X(01)  VALUE  "A".
05 LAGERKAPAZITAETS-FLAG         PIC  X(01).
   88 NICHT-AUSREICHEND           VALUE  "N".
   88 AUSREICHEND                 VALUE  "A".
01 LAUFVARIABLEN.
05 I                             PIC  9(03).
05 J                             PIC  9(03).
05 N                             PIC  9(03).
05 P                             PIC  9(03).

```

REPORT SECTION.

```

RD  AUSGABESEITE
CONTROL IS FINAL
PAGE LIMIT IS                55    LINES
HEADING                       1
FIRST DETAIL                  9
LAST DETAIL                   50
FOOTING                       53.

```

```

01 TYPE PAGE HEADING.
05 LINE 1 COLUMN 1            PIC  X(50)  VALUE
   "VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG NACH DEM KOLESAR-VERFAHREN".
05 COLUMN 101                PIC  X(05)
   VALUE "SEITE".
05 COLUMN 107                PIC  Z9
   SOURCE PAGE-COUNTER.
05 LINE 2 COLUMN 1            PIC  X(50)
   VALUE ALL "=".
05 LINE 4 COLUMN 1            PIC  X(55)  VALUE
   "BENDEITIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".
05 LINE 4 COLUMN 57           PIC  Z(03),Z(02)9
   SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.
05 LINE 6 COLUMN 2            PIC  X(108) VALUE
   "KLNK-ALT FHMNR    LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR
   "S    EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINGESP. LAGERBEDARF".
05 LINE 7 COLUMN 1            PIC  X(113)
   VALUE ALL "-".

```

```

01 DETAIL-LINE TYPE DETAIL    LINE PLUS 1.
05 COLUMN 4                   PIC  Z(02)9
   SOURCE KLASSENNR.
05 COLUMN 11                  PIC  Z(03),Z(02)9
   SOURCE FHMNR.
05 COLUMN 22                  PIC  Z,Z(02)9
   SOURCE LAGERBEDARF.
05 COLUMN 31                  PIC  ----,--9
   SOURCE VERSKOST.
05 COLUMN 40                  PIC  Z(03),Z(02)9
   SOURCE WIEDKOST.
05 COLUMN 50                  PIC  9.3(03)
   SOURCE WAHRSCH EINL.
05 COLUMN 65                  PIC  ----,--9
   SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.
05 COLUMN 85                  PIC  ---,---,--9
   SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.

```

```

01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL.
05 LINE PLUS 3 COLUMN 1       PIC  X(49)  VALUE
   "DIE ZUSAEZTLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".
05 LINE PLUS 3 COLUMN 51      PIC  ---,---,--9
   SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.
05 LINE PLUS 3 COLUMN 62      PIC  X(02)  VALUE "DM".
05 LINE PLUS 5 COLUMN 1       PIC  X(29)  VALUE
   "BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
05 LINE PLUS 5 COLUMN 31      PIC  X(01)
   SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
05 LINE PLUS 5 COLUMN 32      PIC  X(14)
   VALUE "EIN UEBERLAUF.".

```

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
           INPUT  KLADAT,
           INPUT  FHMDAT,
           OUTPUT AUSDAT.

MOVE      BDF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT
MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
READ      PADATEI INTO PARAMETER
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
              "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
PERFORM   INITIALISIEREN-VEKTOR-X
          VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.

COMPUTE  N = 0
PERFORM   INITIALISIEREN-LETZTE-MENGE
          VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.

COMPUTE  KOMPONENTENZAHL = 4 * KLASSENZAHL
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
PERFORM   INITIALISIEREN-MENGE-I-N
          VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KOMPONENTENZAHL.

MOVE      SUBOPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG
READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (1)
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
              "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
          GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
PERFORM   EINLESEN-KLASSEN DATEN
          VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL ENDE-KLADAT.

ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-VORLAUF SECTION.

INITIALISIEREN-VEKTOR-X.

COMPUTE X (I) = VERSCHROTTEN.

INITIALISIEREN-LETZTE-MENGE.

COMPUTE LETZTES-J-QUER (I) = 1

COMPUTE LETZTES-J-STRICH (I) = 0.

INITIALISIEREN-MENGE-I-N.

COMPUTE I-N (I) = 0.

EINLESEN-KLASSEN DATEN.

READ KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (I)

AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

PERFORM ZYKLUS UNTIL OPTIMUM.

ENDE-HAUPTLAUF.

EXIT.

ZYKLUS SECTION.

ZYKLUS-NUMMER.

COMPUTE N = N + 1.

VERARBEITUNG-1.

```
COMPUTE M-MINUS-1 = 2 * N - 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE L (M-MINUS-1) = 0
PERFORM BERECHNUNG-L
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL L (M-MINUS-1) > 0.
COMPUTE I = L (M-MINUS-1)
COMPUTE P = M-MINUS-1
PERFORM BERECHNUNG-MENGE-J-QUER
      VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL.
COMPUTE J-QUER (I, M-MINUS-1) = 0
PERFORM BERECHNUNG-MENGE-J-STRICH
      VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL.
COMPUTE J-STRICH (I, M-MINUS-1) = 1
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > L (M-MINUS-1).
IF LAGERKAP-BENOETIGT NOT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
THEN MOVE AUSREICHEND-KENNZ TO LAGERKAPAZITAETS-FLAG
ELSE MOVE NICHT-AUSREICHEND-KENNZ TO LAGERKAPAZITAETS-FLAG
      COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (M-MINUS-1) = 99999999
      GO TO VERARBEITUNG-3.
```

VERARBEITUNG-2.

```
COMPUTE LAGERDETERMINANTE = LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR -
      LAGERKAP-BENOETIGT
COMPUTE LAGERBEDARF-J-QUER = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERBEDARF-J-QUER
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
IF LAGERBEDARF-J-QUER NOT > LAGERDETERMINANTE
THEN GO TO SUBROUTINE-31.
```

VERARBEITUNG-3.

```
COMPUTE I = L (M-MINUS-1)
COMPUTE M = 2 * N
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
COMPUTE P = M
PERFORM BERECHNUNG-MENGE-J-QUER
      VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL.
COMPUTE J-QUER (I, M) = 0
PERFORM BERECHNUNG-MENGE-J-STRICH
      VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL.
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > L (M).
COMPUTE LAGERDETERMINANTE = LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR -
      LAGERKAP-BENOETIGT
COMPUTE LAGERBEDARF-J-QUER = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERBEDARF-J-QUER
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
IF LAGERBEDARF-J-QUER NOT > LAGERDETERMINANTE
THEN GO TO SUBROUTINE-32
ELSE COMPUTE P = M
      GO TO VERARBEITUNG-4.
```

SUBROUTINE-31.

```
COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (M-MINUS-1) = 0
COMPUTE P = M-MINUS-1
PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-SUB
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (M) = 0
```

```
      COMPUTE P = M
      PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-SUB
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
      GO TO VERARBEITUNG-5.
SUBROUTINE-32.
      COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (M) = 0
      COMPUTE P = M
      PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-SUB
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
      IF      NICHT-AUSREICHEND
      THEN    GO TO VERARBEITUNG-5
      ELSE    COMPUTE P = M-MINUS-1
            GO TO VERARBEITUNG-4.
VERARBEITUNG-4.
      IF      P = M
      THEN    PERFORM SUBROUTINE-4
            COMPUTE P = M-MINUS-1
            PERFORM SUBROUTINE-4
            GO TO VERARBEITUNG-5.
      IF      P = M-MINUS-1
      THEN    PERFORM SUBROUTINE-4
            GO TO VERARBEITUNG-5.
SUBROUTINE-4.
      COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
      PERFORM BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > L (P).
      COMPUTE LAGERDETERMINANTE = LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR -
            LAGERKAP-BENOETIGT
      COMPUTE I = L (P)
      COMPUTE LAGERBEDARF-GRENZINDEX = 0
      PERFORM BERECHNUNG-LAGERBEDARF-GI
            UNTIL LAGERBEDARF-GRENZINDEX > LAGERDETERMINANTE.
      COMPUTE LAGERBEDARF-GRENZINDEX = LAGERBEDARF-GRENZINDEX -
            LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I)
      COMPUTE GRENZINDEX = I - 1
      COMPUTE GRENZINDEX-PLUS-1 = I
      COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (P) = 0
      PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-HAU
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > GRENZINDEX.
      COMPUTE FAKTOR ROUNDED = (LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR -
            LAGERKAP-BENOETIGT - LAGERBEDARF-GRENZINDEX) /
            LAGERZUSATZBEDARF-LAG (GRENZINDEX-PLUS-1)
      COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (P) = ZUSATZ-KOSTEN (P) +
            (FAKTOR * ZUSATZKOSTEN-VERS (GRENZINDEX-PLUS-1))
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
VERARBEITUNG-5.
      COMPUTE I-N (M) = 1
      COMPUTE I-N (M-MINUS-1) = 1
      COMPUTE MIN = 1
      PERFORM BERECHNUNG-MINIMALE-ZK
            VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL I > M.
      COMPUTE I-N (MIN) = 0
      MOVE    OPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG
      PERFORM OPTIMALITAETS-PRUEFUNG
            VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL
            OR OPTIMUM.
      IF      SUBOPTIMUM
      THEN    PERFORM BERECHNUNG-LETZTE-MENGE-STRICT
```

```
                VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL
ELSE          PERFORM BERECHNUNG-LETZTE-MENGE-QUER
                VARYING J FROM 1 BY 1 UNTIL J > KLASSENZAHL.
ENDE-ZYKLJS.
EXIT.
```

```
UNTERROUTINEN-ZYKLUS SECTION.
BERECHNUNG-L.
```

```
    IF          LETZTES-J-QUER (I) = 1
    THEN        COMPUTE L (M-MINUS-1) = I.
```

```
BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT.
```

```
    COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT +
      (LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I) * J-STRICH (I, M-MINUS-1))
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
BERECHNUNG-LAGERBEDARF-J-QUER.
```

```
    COMPUTE LAGERBEDARF-J-QUER = LAGERBEDARF-J-QUER +
      (LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I) * J-QUER (I, M-MINUS-1))
```

```
    READ        FHM DAT INTO FHM-DATEN
```

```
    AT END     MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHM DAT.
```

```
BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-SUB.
```

```
    COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (P) = ZUSATZ-KOSTEN (P) +
      (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * (J-QUER (I) + J-STRICH (I)))
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
BERECHNUNG-LAGERBEDARF-GI.
```

```
    COMPUTE I = I + 1
```

```
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
    COMPUTE LAGERBEDARF-GRENZINDEX = LAGERBEDARF-GRENZINDEX +
      LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I)
```

```
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
BERECHNUNG-MENGE-J-QUER.
```

```
    COMPUTE J-QUER (P, J) = LETZTES-J-QUER (J).
```

```
BERECHNUNG-MENGE-J-STRICH.
```

```
    COMPUTE J-STRICH (P, J) = LETZTES-J-STRICH (J).
```

```
BERECHNUNG-LETZTE-MENGE-STRICH.
```

```
    COMPUTE LETZTES-J-STRICH (J) = J-STRICH (MIN).
```

```
BERECHNUNG-LETZTE-MENGE-QUER.
```

```
    COMPUTE LETZTES-J-STRICH (J) = J-QUER (MIN).
```

```
BERECHNUNG-ZUSATZKOSTEN-HAU.
```

```
    IF          I NOT > L (P)
```

```
    THEN        COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (P) = ZUSATZ-KOSTEN (P) +
      (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * J-STRICH (I, P))
```

```
    ELSE        COMPUTE ZUSATZ-KOSTEN (P) = ZUSATZ-KOSTEN (P) +
      ZUSATZKOSTEN-VERS (I)
```

```
    ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

```
BERECHNUNG-MINIMALE-ZK.
```

```
    IF          I-N (I) = 1 AND
```

```
      ZUSATZ-KOSTEN (I) < ZUSATZ-KOSTEN (MIN)
```

```
    THEN        COMPUTE MIN = I.
```

```
OPTIMALITAETS-PRUEFUNG.
```

```
    IF          J-QUER (I, MIN) = 1
```

```
    THEN        MOVE SUBOPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG.
```

```
*****
```

```
NACHLAUF SECTION.
```

```
HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.
```

```
    PERFORM ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR
```

```
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
```

```
    COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = 0
```

```
PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
READ   FHMDAT INTO FHM-DATEN
AT END DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",
          "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
      GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF = 0
INITIATE AUSGABESEITE.
PERFORM ERGEBNISAUSGABE UNTIL ENDE-FHMDAT.
TERMINATE AUSGABESEITE.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
      CLOSE  PADATEI, KLADAT, FHMDAT, AUSDAT.
ENDE-NACHLAUF.
STOP RUN.
```

UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.

ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR.

```
      COMPUTE KLNK = KLNK-ALT (I)
```

```
      IF      J-STRICH (I, MIN) = 1
```

```
      THEN   COMPUTE X (KLNK) = LAGERN.
```

```
      IF      J-STRICH (I, MIN) = 0
```

```
      THEN   COMPUTE X (KLNK) = VERSCHROTTEN.
```

BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN.

```
      COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = ZUSATZ-VERSKOSTEN +
```

```
      (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * X (I))
```

```
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

ERGEBNISAUSGABE.

```
      IF      X (KLASSENNR) = VERSCHROTTEN
```

```
      THEN   COMPUTE REDUKTION-LAGERBEDARF = (WAHRSCHEINL - 1)
          * LAGERBEDARF
```

```
      COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF =
```

```
      SUMME-RED-LAGERBEDARF + REDUKTION-LAGERBEDARF
```

```
      GENERATE DETAIL-LINE.
```

```
READ   FHMDAT INTO FHM-DATEN
```

```
AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHMDAT.
```

P-12 : Austausch-Algorithmus

```
ID DIVISION.
PROGRAM-ID. KOMBINATIONEN-VERFAHREN.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
    DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
    SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
    SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
    SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
    SELECT VEKRANG ASSIGN TO TAPE6.
    SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ PIC X(30).
FD KLADAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ PIC X(30).
FD FHMDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ PIC X(40).
FD VEKRANG
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS RANGFOLGESATZ.
01 RANGFOLGESATZ PIC 9(31).
FD AUSDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    REPORT IS AUSGABESEITE.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
    02 PARAMETER-1.
    05 FILLER PIC X(10).
    05 KLASSENZAHL PIC 9(03).
    05 FILLER PIC X(18).
    05 LAGERKAP-EINSPARUNG PIC S9(06).
    05 FILLER PIC X(05).
    05 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR PIC S9(05).
    05 FILLER PIC X(31).
    02 PARAMETER-2.
    05 FILLER PIC X(26).
    05 ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF PIC S9(08).
    05 FILLER PIC X(56).
01 KLASSEN-SPEICHER.
    05 KLASSEN-DATEN
        OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.
        10 FILLER PIC X(03).
        10 KLNDR-ALT PIC 9(03).
        10 FILLER PIC X(10).
        10 ZUSATZKOSTEN-VERS PIC S9(05).
```

	10	FILLER	PIC	X(16).	
	10	LAGERZUSATZBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
	10	FILLER	PIC	X(40).	
01		FHM-DATEN.			
	05	FHMNR	PIC	9(06).	
	05	KLASSENNR	PIC	9(03).	
	05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).	
	05	VERSKOST	PIC	S9(05).	
	05	WIEDKOST	PIC	9(05).	
	05	WAHRSCHEINL	PIC	9V9(03).	
	05	FILLER	PIC	X(11).	
01		ENTSCHEIDUNGS-TABELLE.			
	05	ENTSCHEIDUNGS-KOMPONENTE			
		OCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
	10	X	PIC	9(01).	
	10	Y	PIC	9(01).	
	10	POT-Y	PIC	9(03).	
	10	RETRIVAL-Y	PIC	9(01).	
01		ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.			
	05	LAGERN	PIC	9(01)	VALUE 0.
	05	VERSCHROTTEN	PIC	9(01)	VALUE 1.
01		ENTSCHEIDUNG	PIC	9(01).	
01		OBERE-SCHRANKE	PIC	9(08).	
01		KOSTEN	PIC	S9(08).	
01		KLNR	PIC	9(03).	
01		OBERE-SCHRANKE-MAX	PIC	S9(08).	
01		LAGERKAP-DISPONIBEL	PIC	S9(06).	
01		ZUSATZ-VERSKOSTEN	PIC	S9(08).	
01		REDUKTION-LAGERBEDARF	PIC	S9(06).	
01		SUMME-RED-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).	
01		LAGERKAP-BENOETIGT	PIC	S9(08).	
01		TABELLE-BRANCH-AND-BOUND.			
	05	KLASSENZAHL-BAB	PIC	9(03).	
	05	RELEVANTE-DATEN			
		OCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
	10	RETRIVAL-I-BAB	PIC	9(03).	
	10	ZUSATZKOSTEN-VERS-BAB	PIC	S9(06).	
	10	LAGERZUSATZBEDARF-LAG-BAB	PIC	9(04).	
	10	X-BAB	PIC	9(01).	
	10	Y-BAB	PIC	9(01).	
	10	POT-Y-BAB	PIC	9(01).	
	10	RETRIVAL-Y-BAB	PIC	9(01).	
01		TABELLE-KOMB-MOEGL.			
	05	KENNZEICHEN-KOMBMOEGLICHKEITEN.			
	10	KEINE-WEITEREN-KOMB-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
	10	WEITERE-KOMB-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "W".
	05	KOMBINATIONS-FLAG	PIC	X(01).	
	88	KEINE-WEITEREN-KOMBINATIONEN			VALUE "K".
	88	WEITERE-KOMBINATIONEN			VALUE "W".
01		TABELLE-MOEGLICHE-KOMB.			
	05	KLASSENZAHL-KOMB	PIC	9(03).	
	05	ELEMENT			
		OCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL-KOMB.			
	15	RETRIVAL-I-KOMB	PIC	9(03).	
	15	Y-KOMB	PIC	9(01).	
	05	AUSTAUSCHZAHL-MAX	PIC	9(03).	
	05	LETZTER-AUSTAUSCH-MAX	PIC	9(03).	
	05	AUSTAUSCHZAHL	PIC	9(03).	

	05	LETZTER-AUSTAUSCH	PIC	9(03).	
	05	ERSTER-AUSTAUSCH	PIC	9(03).	
01		DATEI-KENNUNG.			
	05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.			
	10	BOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
	10	EOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
	05	STATUS-KLADAT	PIC	X(01).	
	88	ENDE-KLADAT		VALUE "E".	
	05	STATUS-FHMDAT	PIC	X(01).	
	88	ENDE-FHMDAT		VALUE "E".	
	05	STATUS-VEKRANG	PIC	X(01).	
	88	ENDE-VEKRANG		VALUE "E".	
01		KENNUNG-UEBERLAUF.			
	05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.			
	10	KEIN-UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
	10	UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE " ".
	05	UEBERLAUF-FLAG	PIC	X(01).	
01		KENNUNG-OPTIMALITAET.			
	05	KENNZEICHEN-OPTIMALITAET.			
	10	OPTIMUM-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "O".
	10	SUBOPTIMUM-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "S".
	05	OPTIMALITAETS-FLAG	PIC	X(01).	
	88	OPTIMUM		VALUE "O".	
	88	SUBOPTIMUM		VALUE "S".	
01		KENNUNG-VERAENDERUNG.			
	05	KENNZEICHEN-VERAENDERUNG.			
	10	KEINE-VERAENDERUNG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
	10	VERAENDERUNG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "V".
	05	VERAENDERUNGS-FLAG	PIC	X(01).	
	88	VERAENDERUNG		VALUE "V".	
	88	KEINE-VERAENDERUNG		VALUE "K".	
01		KENNUNG-ABBRUCH.			
	05	KENNZEICHEN-ABBRUCH.			
	10	KEIN-ABBRUCH-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
	10	ABBRUCH-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "A".
	05	ABBRUCHS-FLAG	PIC	X(01).	
	88	ABBRUCH		VALUE "A".	
01		KENNUNG-VERBESSERUNG.			
	05	KENNZEICHEN-VERBESSERUNG.			
	10	KEINE-VERBESSERUNG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
	10	VERBESSERUNG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "V".
	05	VERBESSERUNGS-FLAG	PIC	X(01).	
	88	VERBESSERUNG		VALUE "V".	
	88	KEINE-VERBESSERUNG		VALUE "K".	
01		LAUFVARIABLEN.			
	05	I	PIC	9(03).	
	05	K	PIC	9(03).	
	05	A	PIC	9(03).	

REPORT SECTION.

RD AUSGABESEITE
CONTROL IS FINAL
PAGE LIMIT IS 55 LINES
HEADING 1
FIRST DETAIL 9
LAST DETAIL 50
FOOTING 53.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1 PIC X(57) VALUE
"VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG NACH EINEM KOMBINATIONS-VERFAHRE
"V".
05 LINE 2 COLUMN 1 PIC X(57)
VALUE ALL "=".
05 LINE 4 COLUMN 1 PIC X(55) VALUE
"BENOETIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".
05 LINE 4 COLUMN 57 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.
05 LINE 6 COLUMN 2 PIC X(106) VALUE
"KLN-ALT FHMNR LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR
"S EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINGESP. LAGERBEDARF".
05 LINE 7 COLUMN 1 PIC X(113)
VALUE ALL "-".

01 DETAIL-LINE TYPE DETAIL

05 COLUMN 4 LINE PLUS 1.
PIC Z(02)9
SOURCE KLASSENNR.
05 COLUMN 11 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE FHMNR.
05 COLUMN 22 PIC Z,Z(02)9
SOURCE LAGERBEDARF.
05 COLUMN 31 PIC ----,--9
SOURCE VERSKOST.
05 COLUMN 40 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE WIEDKOST.
05 COLUMN 50 PIC 9.9(03)
SOURCE WAHRSCHEINL.
05 COLUMN 65 PIC ----,--9
SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.
05 COLUMN 85 PIC ---,---,--9
SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.

01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL.

05 LINE PLUS 3 COLUMN 1 PIC X(49) VALUE
"DIE ZUSAETZLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".
05 LINE PLUS 3 COLUMN 51 PIC ---,---,--9
SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.
05 LINE PLUS 3 COLUMN 62 PIC X(02) VALUE "DM".
05 LINE PLUS 5 COLUMN 1 PIC X(29) VALUE
"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
05 LINE PLUS 5 COLUMN 31 PIC X(01)
SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
05 LINE PLUS 5 COLUMN 32 PIC X(14)
VALUE "EIN UEBERLAUF.".

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
           INPUT  KLADAT,
           INPUT  FHMDAT,
           INPUT  VEKRANG,
           OUTPUT AUSDAT.

MOVE      BOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT,
           STATUS-VEKRANG

MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
           "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
           "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (1)
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
           "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

PERFORM   LESEN-KLADAT
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL ENDE-KLADAT.

READ      VEKRANG INTO POT-Y (1)
AT END    DISPLAY "KEINE DATEN AUS DEM RANGFOLGE-VERFAHREN ",
           "VERFUEGBAR, DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

PERFORM   LESEN-POT-Y
           VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL ENDE-VEKRANG.

MOVE      SUBOPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG
COMPUTE   LAGERKAP-DISPONIBEL = LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
PERFORM   ERSTE-BERECHNUNG-DISPONIBEL
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.

ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-VORLAUF SECTION.

LESEN-KLADAT.

```
READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN (I)
AT END    MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.
```

LESEN-POT-Y.

```
READ      VEKRANG INTO POT-Y (I)
AT END    MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-VEKRANG.
```

ERSTE-BERECHNUNG-DISPONIBEL.

```
COMPUTE   LAGERKAP-DISPONIBEL = LAGERKAP-DISPONIBEL -
           (LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I) * POT-Y (I))
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
```

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
PERFORM   ZYKLUS UNTIL OPTIMUM.
```

ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.

ZYKLUS SECTION.

ERSTE-AUSTAUSCHMOEGlichkeit.

COMPUTE KLASSENZAHL-KOMB = 0
PERFORM BERECHNUNG-KLASSENZAHL-KOMB
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
COMPUTE K = 1
PERFORM BERECHNUNG-RETRIVAL-I-KOMB
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
COMPUTE Y-KOMB (1) = VERSCHROTTEN
COMPUTE AUSTAUSCHZAHL = 1
COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH = 1
COMPUTE ERSTER-AUSTAUSCH = 1
COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH-MAX = KLASSENZAHL-KOMB
COMPUTE AUSTAUSCHZAHL-MAX = KLASSENZAHL-KOMB
PERFORM INITIALISIEREN-KOMB-VEKTOR
VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-KOMB.
COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = 0
PERFORM BERECHNUNG-VERSKOSTEN
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
PERFORM ERMITTLUNG-OBERE-SCHRANKE-MAX.
IF OBERE-SCHRANKE-MAX NOT > 0
THEN MOVE KEINE-WEITEREN-KOMB-KENNZ TO KOMBINATIONEN-FLAG
GO TO ZYKLUS-VERZWEIGUNG-2.

BRANCH-AND-BOUND-RAHMEN.

COMPUTE KLASSENZAHL-BAB = 0
PERFORM BERECHNUNG-KLASSENZAHL-BAB
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
COMPUTE K = 1
PERFORM BERECHNUNG-TABELLE-BAB
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.
COMPUTE OBERE-SCHRANKE = 0
PERFORM BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-BAB.
PERFORM BERECHNUNG-DISPONIBEL
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-KOMB.
PERFORM BRANCH-AND-BOUND.

ZYKLUS-VERZWEIGUNG-1.

IF VERAENDERUNG
THEN PERFORM KLASSENTAUSCH-VERSCHROTTEN
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-KOMB
PERFORM KLASSENTAUSCH-LAGERN
VARYING K FROM 1 BY 1 UNTIL K > KLASSENZAHL-BAB
GO TO ERSTE-AUSTAUSCHMOEGlichkeit
ELSE PERFORM NEUE-AUSTAUSCHMOEGlichkeit.

ZYKLUS-VERZWEIGUNG-2.

IF WEITERE-KOMBINATIONEN
THEN GO TO BRANCH-AND-BOUND-RAHMEN
ELSE MOVE OPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG.

ENDE-ZYKLUS.

EXIT.

UNTERROUTINEN-ZYKLUS SECTION.

BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE.

COMPUTE OBERE-SCHRANKE = OBERE-SCHRANKE +
LAGERZUSATZBEDARF-LAG-BAB (I)

```
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-TABELLE-BAB.
  IF      POT-Y (I) = VERSCHROTTEN
  THEN    COMPUTE RETRIVAL-I-BAB (K) = I
          COMPUTE ZUSATZKOSTEN-VERS-BAB (K) =
            ZUSATZKOSTEN-VERS (I)
          COMPUTE LAGERZUSATZBEDARF-LAG-BAB (K) =
            LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I)
          COMPUTE K = K + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-DISPONIBEL.
  COMPUTE KLNDR = RETRIVAL-I-BAB (I)
  COMPUTE LAGERKAP-DISPONIBEL = LAGERKAP-DISPONIBEL +
    LAGERZUSATZBEDARF-LAG (KLNDR)
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-VERSKOSTEN.
  COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = ZUSATZ-VERSKOSTEN +
    (ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * POT-Y (I))
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE-MAX.
  IF      Y-KOMB (I) = VERSCHROTTEN
  THEN    COMPUTE KLNDR = RETRIVAL-I-KOMB (I)
          COMPUTE OBERE-SCHRANKE-MAX = OBERE-SCHRANKE-MAX -
            ZUSATZKOSTEN-VERS (KLNDR)
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
KLASSENTAUSCH-VERSCHROTTEN.
  IF      Y-KOMB (I) = 1
  THEN    COMPUTE KLNDR = RETRIVAL-I-KOMB (I)
          COMPUTE POT-Y (KLNDR) = VERSCHROTTEN.
KLASSENTAUSCH-LAGERN.
  IF      POT-Y-BAB (K) = LAGERN
  THEN    COMPUTE KLNDR = RETRIVAL-I-BAB (K)
          COMPUTE POT-Y (KLNDR) = LAGERN.
BERECHNUNG-RETRIVAL-I-KOMB.
  IF      POT-Y (I) = LAGERN
  THEN    COMPUTE RETRIVAL-I-KOMB (K) = I
          COMPUTE K = K + 1
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-KLASSENZAHL-KOMB.
  IF      POT-Y (I) = LAGERN
  THEN    COMPUTE KLASSENZAHL-KOMB = KLASSENZAHL-KOMB + 1
          ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-KLASSENZAHL-BAB.
  IF      POT-Y (I) = VERSCHROTTEN
  THEN    COMPUTE KLASSENZAHL-BAB = KLASSENZAHL-BAB + 1
          ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
INITIALISIEREN-KOMB-VEKTOR.
  COMPUTE Y-KOMB (I) = LAGERN.
ERMITTLUNG-OBERE-SCHRANKE-MAX.
  COMPUTE OBERE-SCHRANKE-MAX = ZUSATZ-VERSKOSTEN
  PERFORM BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE-MAX
  VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-KOMB.
*****
NEUE-AUSTAUSCHMOEGELICHKEIT SECTION.
HAUPTROUTINE-NEUE-AUSTAUSCH.
  PERFORM ERZEUGUNG-KOMBINATION
  UNTIL KEINE-WEITEREN-KOMBINATIONEN
```

OR OBERE-SCHRANKE > 0.
ENDE-NEUE-AUSTAUSCH.
EXIT.

UNTERROUTINEN-NEUE-AUSTAUSCH SECTION.
ERZEUGUNG-KOMBINATION.

PERFORM MOEGLICHE-NEUE-KOMBINATION.
PERFORM ERMITTLUNG-OBERE-SCHRANKE-MAX.
IF OBERE-SCHRANKE-MAX NOT > 0
AND AUSTAUSCHZAHL < AUSTAUSCHZAHL-MAX
THEN COMPUTE AUSTAUSCHZAHL-MAX = AUSTAUSCHZAHL
COMPUTE Y-KOMB (LETZTER-AUSTAUSCH) = 0.
IF OBERE-SCHRANKE-MAX > 0
AND AUSTAUSCHZAHL < AUSTAUSCHZAHL-MAX
THEN COMPUTE AUSTAUSCHZAHL = AUSTAUSCHZAHL + 1
COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH = LETZTER-AUSTAUSCH + 1
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
IF OBERE-SCHRANKE-MAX > 0
AND AUSTAUSCHZAHL = AUSTAUSCHZAHL-MAX
THEN COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH = LETZTER-AUSTAUSCH + 1
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
IF OBERE-SCHRANKE-MAX NOT > 0
AND AUSTAUSCHZAHL = AUSTAUSCHZAHL-MAX
THEN COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH-MAX = LETZTER-AUSTAUSCH
COMPUTE Y-KOMB (LETZTER-AUSTAUSCH + 1) = 0.
MOVE KEINE-WEITEREN-KOMB-KENNZ TO KOMBINATIONS-FLAG
PERFORM PRUEFUNG-KOMBINATION
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > LETZTER-AUSTAUSCH
OR WEITERE-KOMBINATIONEN.

MOEGLICHE-NEUE-KOMBINATION.

IF AUSTAUSCHZAHL < AUSTAUSCHZAHL-MAX
THEN COMPUTE Y-KOMB (LETZTER-AUSTAUSCH + 1) = 1.
IF AUSTAUSCHZAHL = AUSTAUSCHZAHL-MAX
AND LETZTER-AUSTAUSCH < LETZTER-AUSTAUSCH-MAX
THEN COMPUTE Y-KOMB (LETZTER-AUSTAUSCH) = 0
COMPUTE Y-KOMB (LETZTER-AUSTAUSCH + 1) = 1.
IF AUSTAUSCHZAHL = AUSTAUSCHZAHL-MAX
AND LETZTER-AUSTAUSCH = LETZTER-AUSTAUSCH-MAX
THEN PERFORM LOESCHEN-Y-KOMB
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-KOMB
COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH = ERSTER-AUSTAUSCH
COMPUTE ERSTER-AUSTAUSCH = ERSTER-AUSTAUSCH + 1
COMPUTE Y-KOMB (ERSTER-AUSTAUSCH) = 1
COMPUTE AUSTAUSCHZAHL = 0
COMPUTE LETZTER-AUSTAUSCH-MAX = KLASSENZAHL-KOMB.

LOESCHEN-Y-KOMB.

COMPUTE Y-KOMB (I) = 0.

PRUEFUNG-KOMBINATION.

IF Y-KOMB (I) = 1

THEN MOVE WEITERE-KOMB-KENNZ TO KOMBINATIONS-FLAG.

BRANCH-AND-BOUND SECTION.

INITIALISIEREN-HAUPTLAUF.

COMPUTE ENTSCHEIDUNG = LAGERN

COMPUTE K = 1

COMPUTE OBERE-SCHRANKE = ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF.

ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR.

```
MOVE KEIN-ABBRUCH-KENNZ TO ABRUCHS-FLAG
PERFORM ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG UNTIL ABRUCH.
BERECHNUNG-OBERE-SCHRANKE.
COMPUTE OBERE-SCHRANKE = KOSTEN.
BERECHNUNG-POT-BAB-OPT.
PERFORM BERECHNUNG-POT-Y-BAB
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL-BAB.
IF VERBESSERUNG
THEN GO TO ABSCHLUSS-BRANCH-AND-BOUND.
REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
IF ENTSCHEIDUNG = LAGERN
THEN COMPUTE ENTSCHEIDUNG = VERSCHROTEN
      GO TO ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNGSVAR.
COMPUTE K = K + 1
IF K > 0
THEN COMPUTE ENTSCHEIDUNG = RETRIVAL-Y-BAB (K)
      GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
ABSCHLUSS-BRANCH-AND-BOUND.
IF KEINE-VERBESSERUNG
THEN MOVE KEINE-VERAENDERUNG-KENNZ TO VERAENDERUNGS-FLAG
ELSE MOVE VERAENDERUNG-KENNZ TO VERAENDERUNGS-FLAG.
ENDE-BRANCH-AND-BOUND.
EXIT.

UNTERROUTINEN-BRANCH-AND-BOUND SECTION.
ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG.
COMPUTE Y-BAB (K) = ENTSCHEIDUNG
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = 0
PERFORM BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > K
      OR LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-DISPONIBEL.
IF LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-DISPONIBEL
THEN GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
COMPUTE KOSTEN = 0
PERFORM BERECHNUNG-KOSTEN
      VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > K
      OR KOSTEN > OBERE-SCHRANKE.
IF KOSTEN > OBERE-SCHRANKE
THEN GO TO REVISION-K-ODER-ENTSCHEIDUNG.
IF K < KLASSENZAHL-BAB
THEN COMPUTE RETRIVAL-Y-BAB (K) = ENTSCHEIDUNG
      COMPUTE K = K + 1
      COMPUTE ENTSCHEIDUNG = LAGERN
ELSE MOVE ABRUCH-KENNZ TO ABRUCHS-FLAG.
BERECHNUNG-POT-Y-BAB.
COMPUTE POT-Y-BAB (I) = Y-BAB (I).
BERECHNUNG-LAGERKAP-BENOETIGT.
COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT +
      LAGERZUSATZBEDARF-LAG (I)
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
BERECHNUNG-KOSTEN.
COMPUTE KOSTEN = KOSTEN + ZUSATZKOSTEN-VERS-BAB (I)
      ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
*****

NACHLAUF SECTION.
HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.
PERFORM BERECHNUNG-VEKTOR-X
```

```
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.  
PERFORM BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN  
VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.  
READ FHMDAT INTO FHM-DATEN  
AT END DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",  
"DAHER PROGRAMMABBRUCH}"  
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.  
COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF = 0  
INITIATE AUSGABESEITE.  
PERFORM ERGEBNISAUSGABE UNTIL ENDE-FHMDAT.  
TERMINATE AUSGABESEITE.  
DATEIEN-SCHLIESSEN.  
CLOSE PADATEI, KLADAT, FHMDAT, VEKRANG, AUSDAT.  
ENDE-NACHLAUF.  
STOP RUN.
```

UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.

BERECHNUNG-VEKTOR-X.

COMPUTE KLNK = KLNK-ALT (I)

COMPUTE X (KLNK) = POT-Y (I).

BERECHNUNG-ZUSATZ-VERSKOSTEN.

COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = ZUSATZ-VERSKOSTEN +

(ZUSATZKOSTEN-VERS (I) * X (I))

ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.

ERGEBNISAUSGABE.

IF X (KLASSENNR) = VERSCHROTTEN

THEN COMPUTE REDUKTION-LAGERBEDARF = (WAHRSCHWEINL - 1)
* LAGERBEDARF

COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF =

SUMME-RED-LAGERBEDARF + REDUKTION-LAGERBEDARF

GENERATE DETAIL-LINE.

READ FHMDAT INTO FHM-DATEN

AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHMDAT.

P-13 : Rangfolge-Algorithmus

```
UNI KOELN NOS/BE1.4 LEV. 508 25.05.1980
-AF056,STMFZ. ZELEWSKI.
ACCOUNT,AF056,*****.
-ATTACH,HELP.
PF254 - CYCLE 19 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-LIBRARY,HELP.
-BIG. FHM-PROGRAMM.
FORTRAN LIBRARY 446 13/06/77
-PETOFF.
-ATTACH,TAPE3,PADATEI, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE3,RT=W,BT,MRL=90.
-ATTACH,TAPE4,KLADAT, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE4,RT=F,BT=K,MRL=90.
-ATTACH,TAPE5,FHMDAT, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 2 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE5,RT=F,BT=K,MRL=40.
-ATTACH,TAPE7,LAGDAT, ID=AF056.
PF254 - CYCLE 1 ATTACHED FROM SN=SYSTEM
-FILE,TAPE7,RT=W,BT,MRL=80.
-COBOL,0=x.
COBOL - SCM FIELD LENGTH LESS THAN 42000B MINIMUM -- RAISED TO 42000B
COBOL - LCM FIELD LENGTH LESS THAN 40000B MINIMUM -- RAISED TO 100000B
COBOL - COMPILING RANGFOL
COBOL - 11 DIAGNOSTICS
COBOL - END COMPILE TIME = 000.779 CP SECONDS
-LGO.
LD610 - FLS REQUIRED TO LOAD - 0012400 OU.COG
LD603 - EXECUTION INITIATED OS.EXP
COB - OBJECT LIBRARY CY477
MAX MS 8 *4KW
JM166 - MAXIMUM USER SCM 42400B WORDS
JM167 - MAXIMUM USER LCM 100000B WORDS
JM170 - MAXIMUM JS+IO LCM 67B BUFFERS
SCM 16.239 KWS
LCM 25.101 KWS
I/O 0.001 MW
USER 0.558 SEC
JOB 1.279 SEC
SC050 - 000022 SC/LC SWAPS
```

ID DIVISION.

PROGRAM-ID. RANGFOLGEVERFAHREN.

AUTHOR. ZELEWSKI.

DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.

DATE-COMPILED. 26/09/80.

ENVIRONMENT DIVISION.

CONFIGURATION SECTION.

SPECIAL-NAMES.

DECIMAL-POINT IS COMMA.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.

SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.

SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.

SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.

SELECT VEKRANG ASSIGN TO TAPE6.

SELECT LAGDAT ASSIGN TO TAPE7.

SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD PADATEI

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.

01 PARAMETER-SATZ

PIC X(30).

FD KLADAT

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.

01 KLASSEN-SATZ

PIC X(30).

FD FHMDAT

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS FHM-SATZ.

01 FHM-SATZ

PIC X(40).

FD VEKRANG

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS RANGFOLGE-SATZ.

01 RANGFOLGE-SATZ

PIC 9(01).

FD LAGDAT

LABEL RECORD IS OMITTED

DATA RECORD IS LAGERERWEITERUNGS-SATZ.

01 LAGERERWEITERUNGS-SATZ

PIC X(30).

FD AUSDAT

LABEL RECORD IS OMITTED

REPORTS ARE AUSGABESEITE-VERSCHRÖTTUNG,
AUSGABESEITE-LAGERVARIATION.

WORKING-STORAGE SECTION.

01 PARAMETER.

02 PARAMETER-1.

05 FILLER

PIC X(10).

05 KLASSENZAHL

PIC 9(33).

05 FILLER

PIC X(18).

05 LAGERKAP-EINSPARUNG

PIC S9(06).

05 LAGERKAP-LAG

PIC S9(06).

05 FILLER

PIC X(06).

05 ANZAHL-LAGERERW-MAX

PIC 9(32).

05 FILLER

PIC X(05).

05 SUMME-LAGERBEDARF-LAG

PIC 9(08).

05 SUMME-LAGERBEDARF-VERS

PIC 9(08).

05 FILLER

PIC X(08).

02 PARAMETER-2.

05	SUMME-LAGERERSPARNIS-VERS	PIC	S9(08).	
05	FILLER	PIC	X(18).	
05	ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF	PIC	S9(08).	
05	LAGERKAP-MIN	PIC	9(04).	
05	FILLER	PIC	X(35).	
01	KLASSEN-DATEN.			
05	KLNR-NEU	PIC	9(03).	
05	KLNR-ALT	PIC	9(03).	
05	FILLER	PIC	X(18).	
05	ZUSATZKOSTEN-VERS	PIC	S9(06).	
05	FILLER	PIC	X(12).	
05	LAGERBEDARF-VERS	PIC	9(04).	
05	LAGERZUSATZBEDARF-LAG	PIC	9(04).	
05	LAGERERSPARNIS-VERS	PIC	S9(04).	
05	FHM-ANZAHL	PIC	9(03).	
05	FILLER	PIC	X(33).	
01	FHM-DATEN.			
05	FHMNR	PIC	9(06).	
05	KLASSENNR	PIC	9(03).	
05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).	
05	VERSKOST	PIC	S9(06).	
05	WIEDKOST	PIC	9(06).	
05	WAHRSCHEINL	PIC	9V9(03).	
05	FILLER	PIC	X(11).	
01	LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN.			
05	DATEN	PIC	9(11).	
05	FILLER	PIC	X(59).	
01	MOEGLICHE-LAGERERWEITERUNGEN.			
05	LAGERERWEITERUNGS-DATEN			
	OCCURS 1 TO 30 DEPENDING ON LAGERERW-ANZAHL.			
	10 LAGER-ERWKOSTEN	PIC	9(06).	
	10 LAGER-ERWKAP	PIC	9(05).	
01	ENTSCHEIDUNGSVEKTOR.			
05	ENTSCHEIDUNGS-VARIABLEN			
	OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
	10 X	PIC	9(01).	
	10 Y-OUT	PIC	9(01).	
01	ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.			
05	LAGERN	PIC	9(01)	VALUE 0.
05	VERSCHROTTEN	PIC	9(01)	VALUE 1.
01	SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS	PIC	S9(08).	
01	ZUSATZ-VERSKOSTEN	PIC	S9(08).	
01	REDUKTION-LAGERBEDARF	PIC	S9(06).	
01	SUMME-RED-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).	
01	LAGERKAP-BENOETIGT	PIC	S9(08).	
01	VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).	
01	LAGERERW-BENOETIGT	PIC	S9(03).	
01	LAGERERW	PIC	9(08).	
01	SUMME-LAGER-ERWKOSTEN	PIC	9(08).	
01	GESAMTKOSTEN-NEU	PIC	S9(08).	
01	GESAMTKOSTEN-ALT	PIC	S9(08).	
01	DATEI-KENNUNG.			
05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.			
	10 BOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
	10 EOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
05	STATUS-LAGDAT	PIC	X(01).	
	89 ENDE-LAGDAT	VALUE	"E".	
05	STATUS-KLADAT	PIC	X(01).	

	88 ENDE-KLADAT	VALUE "E".
05	STATUS-FHMDAT	PIC X(01).
	88 ENDE-FHMDAT	VALUE "E".
01	KENNUNG-LAGEREINSPARUNG.	
05	KENNZEICHEN-LAGEREINSPARUNG.	
	10 ZU-GERING-KENNZ	PIC X(01) VALUE "Z".
	10 AUSREICHEND-KENNZ	PIC X(01) VALUE "A".
05	LAGEREINSPARUNGS-FLAG	PIC X(01).
	88 AUSREICHEND	VALUE "A".
01	KENNUNG-LAGERUMFANG.	
05	KENNZEICHEN-LAGERUMFANG.	
	10 OPTIMUM-KENNZ	PIC X(01) VALUE "O".
	10 SUBOPTIMUM-KENNZ	PIC X(01) VALUE "S".
05	LAGERUMFANG-FLAG	PIC X(01).
	88 OPTIMALER-LAGERUMFANG	VALUE "O".
01	LAGERERWEITERUNGS-KENNUNG.	
05	KENNZEICHEN-LAGERERWEITERUNG.	
	10 KEINE-LAGERERWEITERUNG-KENNZ	PIC X(01) VALUE "K".
	10 LAGERERWEITERUNG-KENNZ	PIC X(01) VALUE "L".
05	LAGERERWEITERUNGS-FLAG	PIC X(01).
	88 LAGERERWEITERUNG	VALUE "L".
01	KENNUNG-UEBERLAUF.	
05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.	
	10 KEIN-UEBERLAUF-KENNZ	PIC X(01) VALUE "K".
	10 UEBERLAUF-KENNZ	PIC X(01) VALUE " ".
05	UEBERLAUF-FLAG	PIC X(01).
01	LAUFVARIABLEN.	
05	I	PIC 9(03).

REPORT SECTION.

RD AUSGABESEITE-VERSCHROTTUNG

CONTROL IS FINAL
PAGE LIMIT IS 55 LINES
HEADING 1
FIRST DETAIL 9
LAST DETAIL 50
FOOTING 53.

01 TYPE PAGE HEADING.

05 LINE 1 COLUMN 1 PIC X(52) VALUE
"VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG NACH DEM RANGFOLGEVERFAHREN".
05 LINE 2 COLUMN 1 PIC X(51)
VALUE ALL "=".
05 LINE 4 COLUMN 1 PIC X(55) VALUE
"BENDETIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".
05 COLUMN 57 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.
05 LINE 6 COLUMN 2 PIC X(108) VALUE
"KLNR-ALT FHMNR LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR
"S EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINGESP. LAGERBEDARF".
05 LINE 7 COLUMN 1 PIC X(113)
VALUE ALL "-".

01 DETAIL-LINE-VERSCHROTTUNG TYPE DETAIL LINE PLUS 1.

05 COLUMN 4 PIC Z(02)9
SOURCE KLASSENNR.
05 COLUMN 8 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE FHMNR.
05 COLUMN 22 PIC Z,Z(02)9
SOURCE LAGERBEDARF.
05 COLUMN 31 PIC ----,--9
SOURCE VERSKOST.
05 COLUMN 43 PIC Z(03),Z(02)9
SOURCE WIEDKOST.
05 COLUMN 54 PIC 9.9(03)
SOURCE WAHRSCH EINL.
05 COLUMN 66 PIC ----,--9
SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.
05 COLUMN 89 PIC ---,---,--9
SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.

01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL.

05 LINE PLUS 3 COLUMN 1 PIC X(49) VALUE
"DIE ZUSAETZLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".
05 COLUMN 51 PIC ---,---,--9
SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.
05 COLUMN 63 PIC X(02) VALUE "DM".
05 LINE PLUS 3 COLUMN 1 PIC X(29) VALUE
"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
05 COLUMN 31 PIC X(01)
SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
05 COLUMN 32 PIC X(14)
VALUE "EIN UEBERLAUF.".

RD AUSGABESEITE-LAGERVARIATION

CONTROLS ARE FINAL, LAGEREINSPARUNGS-FLAG, LAGERUMFANG-FLAG
PAGE LIMIT IS 55 LINES
HEADING 1
FIRST DETAIL 9
LAST DETAIL 52
FOOTING 55.

01 TYPE PAGE HEADING.
05 LINE 1 COLUMN 1 PIC X(77) VALUE
"VERSCHROTTUNGSVORSCHLAG IN ABHAENIGKEIT VON DER VERFUEG
- "BAREN LAGERKAPAZITAET".
05 LINE 2 COLUMN 1 PIC X(77)
VALUE ALL "=".
05 LINE 3 COLUMN 1 PIC X(28) VALUE
"NACH DEM RANGFOLGE-VERFAHREN".
05 LINE 4 COLUMN 1 PIC X(29)
VALUE ALL "=".
05 LINE 6 COLUMN 2 PIC X(88) VALUE
- "LAGERKAPAZITAET LAGERKAPENSPAR KLN-NEJ KLN-ALT FHM-AN
"ZAHL VERSKOSTEN SUMME VERSKOSTEN".
05 LINE 7 COLUMN 1 PIC X(90)
VALUE ALL "-".
01 DETAIL-LINE-LAGERVARIATION TYPE DETAIL LINE PLUS 1.
05 COLUMN 3 PIC Z(02),Z(03),Z(02)9
SOURCE LAGERKAP-BENGETIGT.
05 COLUMN 18 PIC ---,---,--9
SOURCE VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF.
05 COLUMN 36 PIC Z(03)
SOURCE KLN-NEU.
05 COLUMN 45 PIC Z(03)
SOURCE KLN-ALT.
05 COLUMN 55 PIC Z(03)
SOURCE FHM-ANZAHL.
05 COLUMN 53 PIC ----,--9
SOURCE ZUSATZKOSTEN-VERS.
05 COLUMN 77 PIC ---,---,--9
SOURCE SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS.
01 TYPE CONTROL FOOTING LAGEREINSPARUNGS-FLAG LINE PLUS 1.
05 COLUMN 2 PIC X(37)
VALUE ALL "-".
01 TYPE CONTROL FOOTING LAGERUMFANG-FLAG LINE PLUS 1.
05 COLUMN 2 PIC X(37)
VALUE ALL "*".
01 TYPE CONTROL FOOTING FINAL LINE PLUS 3.
05 COLUMN 1 PIC X(30) VALUE
"BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
05 COLUMN 32 PIC X(01)
SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
05 COLUMN 33 PIC X(14)
VALUE "EIN UEBERLAUF".

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
           INPUT  KLADAT,
           INPUT  FHMDAT,
           INPUT  LAGDAT,
           OUTPUT VEKRANG,
           OUTPUT AUSDAT.

MOVE      BOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT,
           STATUS-LAGDAT

MOVE      ZU-GERING-KENNZ TO LAGEREINSPARUNGS-FLAG
MOVE      SUBOPTIMUM-KENNZ TO LAGERUMFANG-FLAG
MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
                "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
                "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

COMPUTE   LAGERKAP-BENOETIGT = SUMME-LAGERBEDARF-LAG
COMPUTE   VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF = 0
COMPUTE   ZUSATZKOSTEN-VERS = 0
COMPUTE   SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS = 0
MOVE      LAGERERWEITERUNG-KENNZ TO LAGERERWEITERUNGS-FLAG
READ      LAGDAT INTO LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN
AT END    DISPLAY "KEINE LAGERERWEITERUNGS-DATEN VERFUEGBAR"
           MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-LAGDAT
           MOVE KEINE-LAGERERWEITERUNG-KENNZ TO
           LAGERERWEITERUNGS-FLAG.

COMPUTE   LAGERERWEITERUNGS-DATEN (1) = DATEN
PERFORM   LESEN-LAGDAT
           VARYING I FROM 2 BY 1 UNTIL ENDE-LAGDAT.

READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
                "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.

PERFORM   INITIALISIEREN-VEKTOR-X
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > KLASSENZAHL.

ENDE-VORLAUF.
EXIT.
```

UNTERROUTINEN-VORLAUF SECTION.

INITIALISIEREN-VEKTOR-X.

COMPUTE X (I) = LAGERN.

LESEN-LAGDAT.

```
READ      LAGDAT INTO LAGERERWEITERUNGS-DATEN-IN
AT END    MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-LAGDAT.
COMPUTE   LAGERERWEITERUNGS-DATEN (I) = DATEN.
```

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
    COMPUTE GESAMTKOSTEN-ALT = 99999999
    INITIATE AUSGABESEITE-LAGERVARIATION.
    PERFORM LAGERVARIATION
        VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL ENDE-KLADAT OR
        LAGERKAP-BENOETIGT < LAGERKAP-MIN.
    TERMINATE AUSGABESEITE-LAGERVARIATION.
ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.
```

*UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF.

LAGERVARIATION SECTION.

HAUPTROUTINE-LAGERVARIATION.

```
    IF      VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF >
           LAGERKAP-EINSPARUNG
           OR ZUSATZKOSTEN-VERS < 0
    THEN    COMPUTE X (KLN-ALT) = VERSCHROTTEN
           COMPUTE Y-OUT (I) = VERSCHROTTEN
           COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS
           COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN-RF = ZUSATZ-VERSKOSTEN
    ELSE    COMPUTE X (KLN-ALT) = LAGERN
           COMPUTE Y-OUT (I) = LAGERN
           MOVE AUSREICHEND-KENNZ TO LAGERERWEITERUNGS-FLAG.
    COMPUTE SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS = SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS
           + ZUSATZKOSTEN-VERS

           ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF =
           VERSCHROTTETER-LAGERBEDARF + LAGERERSPARNIS-VERS
           ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT =
           LAGERKAP-BENOETIGT + LAGERERSPARNIS-VERS
           ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    IF      LAGERERWEITERUNG AND NOT OPTIMALER-LAGERUMFANG
    THEN    PERFORM PRUEFUNG-LAGERERWEITERUNG.
    GENERATE DETAIL-LINE-LAGERVARIATION.
    READ    KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
    AT END  MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT.
ENDE-LAGERVARIATION.
EXIT.
```

PRUEFUNG-LAGERERWEITERUNG SECTION.

HAUPTROUTINE-PRUEFUNG.

```
    COMPUTE LAGERERW-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT -
           LAGERKAP-LAG
           ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    COMPUTE SUMME-LAGER-ERWKOSTEN = 0
    COMPUTE LAGERERW = LAGER-ERWKAP (1)
    PERFORM BERECHNUNG-ERWEITERUNGSKOSTEN
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I = ANZAHL-LAGERERW-MAX
           OR LAGERERW NOT < LAGERERW-BENOETIGT.
    COMPUTE GESAMTKOSTEN-NEU = SUMME-LAGER-ERWKOSTEN -
           SUMME-ZUSATZKOSTEN-VERS
           ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
    IF      GESAMTKOSTEN-NEU > GESAMTKOSTEN-ALT
    THEN    MOVE OPTIMUM-KENNZ TO LAGERUMFANG-FLAG
    ELSE    MOVE GESAMTKOSTEN-NEU TO GESAMTKOSTEN-ALT.
ENDE-PRUEFUNG.
EXIT.
```


VERSCHROTTVORSCHELAG IN ABHAENIGKEIT VON DER VERFUEGBAREN LAGERKAPAZITAET
 NACH DEM RANGFOLGE-VERFAHREN

LAGERKAPAZITAET	LAGERKAPAE INSPAR	KLNR-NEU	KLNR-ALT	FHM-ANZAHL	VERSKOSTEN	SUMME	VERSKOSTEN
13.441	-1.094	1	5	10	-37.562	-87.562	-87.562
13.784	-1.751	2	4	10	-41.421	-128.983	-128.983
17.916	-2.519	3	15	9	-36.827	-165.810	-165.810
17.631	-2.904	4	3	6	-9.855	-175.665	-175.665
17.339	-3.196	5	2	7	-8.234	-183.899	-183.899
16.172	-4.363	6	20	13	-28.877	-212.776	-212.776
15.462	-5.073	7	19	10	-11.304	-224.080	-224.080
15.147	-5.388	8	10	5	-1.958	-226.038	-226.038
14.122	-6.413	9	25	11	-3.402	-229.440	-229.440
13.842	-6.693	10	13	5	-4.62	-229.902	-229.902
13.580	-6.955	11	9	5	628	-229.274	-229.274
13.452	-7.083	12	8	3	600	-228.674	-228.674
13.301	-7.234	13	6	6	2.340	-226.334	-226.334
13.042	-7.493	14	14	5	5.095	-221.239	-221.239
12.568	-7.967	15	7	12	9.463	-211.776	-211.776
12.448	-8.087	16	1	7	2.506	-209.270	-209.270
12.132	-8.403	17	18	7	15.235	-194.035	-194.035
11.777	-8.758	18	17	9	21.274	-172.761	-172.761
11.501	-9.034	19	12	8	18.165	-154.596	-154.596
11.442	-9.093	20	11	3	4.178	-150.418	-150.418
11.834	-9.701	21	23	12	55.168	-95.250	-95.250
10.697	-9.838	22	24	4	16.859	-78.391	-78.391
10.340	-10.195	23	22	11	80.855	2.464	2.464
10.052	-10.483	24	16	14	110.260	112.724	112.724
9.993	-10.542	25	21	8	53.458	166.182	166.182

VERSCHÜTTUNGSVORSCHLAG NACH DEM RANGFOLGEVERFAHREN

DEZIMALE EINPARUNG VON LAGERKAPAZITÄTSBEDARF :

KLASS-ALT	FRIHRK	LAGERBEDARF	VERSKOSTEN	WIEDKOSTEN	WAHRS	EINGESP. LAGERBEDARF	SUMME E INESP. LAGERBEDARF
2	8	51	7	556	0,356	-39	-39
2	9	53	25	387	0,699	-18	-57
2	10	68	41	371	0,467	-34	-91
2	11	79	75	220	0,618	-30	-121
2	12	81	148	667	0,236	-61	-182
2	13	86	0	255	0,152	-72	-254
2	14	87	67	685	0,548	-39	-293
3	15	91	42	68	0,353	-57	-350
3	16	92	32	694	0,648	-32	-382
3	17	92	28	121	0,528	-43	-425
3	18	95	54	200	0,840	-15	-440
3	19	97	29	407	0,167	-80	-520
3	20	103	70	422	0,448	-56	-576
4	21	110	9	194	0,236	-84	-660
4	22	111	0	574	0,534	-51	-711
4	23	115	0	595	0,321	-78	-789
4	24	117	38	666	0,259	-87	-876
4	25	118	0	310	0,687	-36	-912
4	26	121	78	351	0,973	-3	-915
4	27	124	48	492	0,226	-95	-1.010
4	28	127	57	555	0,232	-91	-1.102
4	29	134	0	528	0,930	-1	-1.227
4	30	135	4	547	0,072	-125	-1.297
5	31	141	86	424	0,501	-70	-1.394
5	32	152	0	511	0,358	-97	-1.487
5	33	170	94	625	0,451	-93	-1.622
5	34	174	41	383	0,222	-135	-1.679
5	35	174	89	385	0,669	-57	-1.947
5	36	175	139	361	0,036	-168	-1.912
5	37	183	112	10	0,652	-65	-2.073
5	38	190	39	294	0,159	-161	-2.273
5	39	203	20	550	0,010	-200	-2.316
5	40	215	0	536	0,797	-43	-2.405
10	67	145	8	812	0,385	-89	-2.457
10	68	145	40	949	0,640	-52	-2.485
10	69	143	110	711	0,807	-28	-2.493
10	70	153	12	974	0,942	-8	-2.643
10	71	136	0	662	0,230	-150	-2.692
13	85	90	85	1.172	0,447	-49	-2.747
13	84	92	10	1.159	0,398	-55	-2.759
13	85	92	95	1.185	0,863	-12	-2.853
13	86	97	33	1.183	0,829	-94	

15	87	103	105	1.107	0.315	-70	-2.923
15	93	140	78	1.183	0.218	-109	-3.032
15	94	143	0	1.122	0.181	-117	-3.149
15	95	154	114	1.139	0.710	-44	-3.193
15	96	159	45	1.139	0.438	-79	-3.272
15	97	154	104	1.011	0.607	-64	-3.336
15	98	170	30	1.019	0.611	-66	-3.402
15	99	174	43	1.096	0.771	-39	-3.441
15	100	185	0	1.018	0.023	-179	-3.620
15	101	215	76	1.009	0.173	-177	-3.797
13	132	110	86	1.235	0.133	-95	-3.892
13	133	113	25	1.221	0.911	-10	-3.902
13	134	115	62	1.289	0.326	-77	-3.979
13	135	113	30	1.293	0.594	-48	-4.027
13	136	120	76	1.473	0.647	-42	-4.069
13	137	121	0	1.411	0.615	-46	-4.115
13	138	125	26	1.327	0.091	-113	-4.228
13	139	127	108	1.311	0.072	-117	-4.345
13	140	130	0	1.340	0.649	-45	-4.390
13	141	139	74	1.213	0.144	-118	-4.508
20	142	144	88	1.212	0.214	-113	-4.621
20	143	149	63	1.442	0.641	-53	-4.674
20	144	151	6	1.383	0.744	-38	-4.712
20	145	160	97	1.209	0.400	-96	-4.808
20	146	155	18	1.221	0.639	-59	-4.867
20	147	163	49	1.491	0.258	-123	-4.990
20	148	163	38	1.291	0.148	-155	-5.145
20	149	165	54	1.407	0.560	-81	-5.226
20	150	163	36	1.456	0.225	-146	-5.372
20	151	192	40	1.386	0.842	-30	-5.402
20	152	203	0	1.273	0.821	-36	-5.438
20	153	224	102	1.396	0.906	-21	-5.459
20	154	242	34	1.344	0.150	-205	-5.664
25	190	142	108	1.726	0.920	-11	-5.675
25	191	143	71	1.895	0.385	-91	-5.766
25	192	151	13	1.755	0.730	-43	-5.809
25	193	165	0	1.539	0.482	-85	-5.894
25	194	166	18	2.007	0.734	-35	-5.929
25	195	172	104	1.775	0.215	-135	-6.064
25	196	177	73	2.063	0.938	-7	-6.071
25	197	178	47	1.670	0.032	-172	-6.243
25	198	187	111	1.664	0.242	-139	-6.382
25	199	233	19	1.769	0.120	-196	-6.578
25	200	253	41	1.519	0.422	-152	-6.730

0 DM

DIE ZUSÄTZLICHEN VERSCHROTTLINGSKOSTEN BETRAGEN :

BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE KEIN UEBERLAUF.

P-14 : Algorithmus zur Approximation des dynamischen Entscheidungsmodells

```
ID DIVISION.
PROGRAM-ID. DYN-PROGRAMM-UNBEGRENZT.
AUTHOR. ZELEWSKI.
DATE-WRITTEN. JULI/AUGUST 1980.
DATE-COMPILED. 26/09/80.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SPECIAL-NAMES.
    DECIMAL-POINT IS COMMA.
INPUT-OUTPUT SECTION.
FILE-CONTROL.
    SELECT PADATEI ASSIGN TO TAPE3.
    SELECT KLADAT ASSIGN TO TAPE4.
    SELECT FHMDAT ASSIGN TO TAPE5.
    SELECT AUSDAT ASSIGN TO OUTPUT.
DATA DIVISION.
FILE SECTION.
FD PADATEI
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS PARAMETER-SATZ.
01 PARAMETER-SATZ
FD KLADAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS KLASSEN-SATZ.
01 KLASSEN-SATZ
FD FHMDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    DATA RECORD IS FHM-SATZ.
01 FHM-SATZ
FD AUSDAT
    LABEL RECORD IS OMITTED
    REPORT IS AUSGABESEITE.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 PARAMETER.
    02 PARAMETER-1.
    05 FILLER
    05 KLASSENZAHL
    05 FILLER
    05 LAGERKAP-EINSPARUNG
    05 FILLER
    05 LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
    05 FILLER
    02 PARAMETER-2.
    05 FILLER
    05 BASIS-STRAFKOSTEN
    05 FILLER
01 KLASSEN-DATEN.
    05 FILLER
    05 KLN-ALT
    05 LAGERKOSTEN
    05 VERSKOSTEN
    05 WIEDKOSTEN
    05 ZUSATZKOSTEN-VERS
    05 FILLER
    05 LAGERZUSATZBEDARF-LAG
    05 LAGERERSPARNIS-VERS
    05 FILLER
01 FHM-DATEN.
```

05	FHMNR	PIC	9(06).	
05	KLASSENNR	PIC	9(03).	
05	LAGERBEDARF	PIC	9(04).	
05	VERSKOST	PIC	S9(06).	
05	WIEDKOST	PIC	9(06).	
05	WAHRSCHEINL	PIC	9V9(03).	
05	FILLER	PIC	X(11).	
01	ENTSCHEIDUNGSVEKTOR.			
05	X	PIC	9(01)	
	OCCURS 1 TO 100 DEPENDING ON KLASSENZAHL.			
01	ENTSCHEIDUNGSVARIABLEN.			
05	LAGERN	PIC	9(01)	VALUE 0.
05	VERSCHROTTEN	PIC	9(01)	VALUE 1.
01	ZUSATZ-VERSKOSTEN	PIC	S9(08).	
01	REDUKTION-LAGERBEDARF	PIC	S9(06).	
01	SUMME-RED-LAGERBEDARF	PIC	S9(08).	
01	ZAHL-FEHLENDER-KLASSEN	PIC	9(03).	
01	STRAFKOSTEN	PIC	9(08).	
01	TESTGROESSE	PIC	9(05)V9(02).	
01	LAGERKAP-BENOETIGT	PIC	9(08).	
01	DATEI-KENNUNG.			
05	KENNZEICHEN-DATEI STATUS.			
10	BOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "B".
10	EOF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "E".
05	STATUS-KLADAT	PIC	X(01).	
88	ENDE-KLADAT			VALUE "E".
05	STATUS-FHM DAT	PIC	X(01).	
88	ENDE-FHM DAT			VALUE "E".
01	KENNUNG-UEBERLAUF.			
05	KENNZEICHEN-UEBERLAUF.			
10	KEIN-UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "K".
10	UEBERLAUF-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE " ".
05	UEBERLAUF-FLAG	PIC	X(01).	
01	KENNUNG-OPTIMALITAET.			
05	KENNZEICHEN-OPTIMALITAET.			
10	OPTIMUM-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "O".
10	SUBOPTIMUM-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "S".
05	OPTIMALITAETS-FLAG	PIC	X(01).	
88	OPTIMUM			VALUE "O".
88	SUBOPTIMUM			VALUE "S".
01	KENNUNG-ZULAESSIGKEIT.			
05	KENNZEICHEN-ZULAESSIGKEIT.			
10	ZULAESSIG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "Z".
10	NICHT-ZULAESSIG-KENNZ	PIC	X(01)	VALUE "N".
05	ZULAESSIGKEITS-FLAG	PIC	X(01).	
88	UNZULAESSIGE-LOESUNG			VALUE "N".
88	ZULAESSIGE-LOESUNG			VALUE "Z".
01	LAUFVARIABLEN.			
05	I	PIC	9(03).	

REPORT SECTION.

```
RD  AUSGABESEITE
    CONTROL IS FINAL
    PAGE LIMIT IS          55      LINES
    HEADING                1
    FIRST DETAIL           9
    LAST DETAIL            50
    FOOTING                53.
01  TYPE PAGE HEADING.
    05  LINE 1 COLUMN 1          PIC  X(58)  VALUE
        "VERSCHROTTUNG NACH UNBEGRENZTER DYNAMISCHER PROGRAMMIERU
        "NG".
    05  LINE 2 COLUMN 1          PIC  X(53)
        VALUE ALL "=" .
    05  LINE 4 COLUMN 1          PIC  X(55)  VALUE
        "BENOETIGTE EINSPARUNG VON LAGERKAPAZITAETSBEDARF :".
    05  LINE 4 COLUMN 57         PIC  Z(03),Z(02)9
        SOURCE LAGERKAP-EINSPARUNG.
    05  LINE 5 COLUMN 2          PIC  X(108) VALUE
        "KLN-R-ALT FHMNR      LAGERBEDARF VERSKOSTEN WIEDKOSTEN WAHR
        "S      EINGESP. LAGERBEDARF SUMME EINGESP. LAGERBEDARF".
    05  LINE 7 COLUMN 1          PIC  X(113)
        VALUE ALL "--" .
01  DETAIL-LINE TYPE DETAIL      LINE PLUS 1.
    05  COLUMN 4                 PIC  Z(02)9
        SOURCE KLASSENNR.
    05  COLUMN 11                PIC  Z(03),Z(02)9
        SOURCE FHMNR.
    05  COLUMN 22                PIC  Z,Z(02)9
        SOURCE LAGERBEDARF.
    05  COLUMN 31                PIC  ----,--9
        SOURCE VERSKOST.
    05  COLUMN 40                PIC  Z(03),Z(02)9
        SOURCE WIEDKOST.
    05  COLUMN 50                PIC  9.9(03)
        SOURCE WAHRSCHEINL.
    05  COLUMN 65                PIC  ----,--9
        SOURCE REDUKTION-LAGERBEDARF.
    05  COLUMN 85                PIC  ---,---,--9
        SOURCE SUMME-RED-LAGERBEDARF.
01  TYPE CONTROL FOOTING FINAL.
    05  LINE PLUS 3 COLUMN 1      PIC  X(49)  VALUE
        "DIE ZUSAETZLICHEN VERSCHROTTUNGSKOSTEN BETRAGEN :".
    05  LINE PLUS 3 COLUMN 51     PIC  ---,---,--9
        SOURCE ZUSATZ-VERSKOSTEN.
    05  LINE PLUS 3 COLUMN 62     PIC  X(02)  VALUE "DM".
    05  LINE PLUS 5 COLUMN 1      PIC  X(29)  VALUE
        "BEI DEN BERECHNUNGEN ERFOLGTE".
    05  LINE PLUS 5 COLUMN 31     PIC  X(01)
        SOURCE UEBERLAUF-FLAG.
    05  LINE PLUS 5 COLUMN 32     PIC  X(14)
        VALUE "EIN UEBERLAUF." .
```

PROCEDURE DIVISION.

STEUERLOGIK SECTION.

1. PERFORM VORLAUF.
2. PERFORM HAUPTLAUF.
3. PERFORM NACHLAUF.

VORLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-VORLAUF.

```
OPEN      INPUT  PADATEI,
           INPUT  KLADAT,
           INPUT  FHMDAT,
           OUTPUT AUSDAT.

MOVE      BOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT, STATUS-FHMDAT
MOVE      KEIN-UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG
READ      PADATEI INTO PARAMETER-1
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      PADATEI INTO PARAMETER-2
AT END    DISPLAY "KEINE PARAMETER VERFUEGBAR,",
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
READ      KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
AT END    DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"

           GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
```

ENDE-VORLAUF.

EXIT.

HAUPTLAUF SECTION.

HAUPTROUTINEN-HAUPTLAUF.

```
MOVE      SUBOPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG
COMPUTE   ZAHL-FEHLENDER-KLASSEN = 0
PERFORM   ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNG UNTIL OPTIMUM.
ENDE-HAUPTLAUF.
EXIT.
```

* UNTERROUTINEN-HAUPTLAUF.

ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNG SECTION.

ERMITTLUNG.

```
MOVE      ZULAESSIG-KENNZ TO ZULAESSIGKEITS-FLAG
COMPUTE   ZUSATZ-VERSKOSTEN = 0
COMPUTE   LAGERKAP-BENOETIGT = 0
COMPUTE   STRAFKOSTEN = BASIS-STRAFKOSTEN *
               ZAHL-FEHLENDER-KLASSEN
ON SIZE ERROR MOVE UEBERLAUF-KENNZ TO UEBERLAUF-FLAG.
PERFORM   ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG
           VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL UNZULAESSIGE-LOESUNG
           OR ENDE-KLADAT.
IF        ZULAESSIGE-LOESUNG
THEN      MOVE OPTIMUM-KENNZ TO OPTIMALITAETS-FLAG
ELSE      CLOSE KLADAT
           MOVE BOF-KENNZ TO STATUS-KLADAT
           COMPUTE ZAHL-FEHLENDER-KLASSEN = KLASSENZAHL - I
           OPEN INPUT KLADAT
           READ KLADAT INTO KLASSEN-DATEN
           AT END DISPLAY "KEINE KLASSEN-DATEN VERFUEGBAR,",
               "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
```

```
GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
ENDE-ERMITTLUNG-ENTSCHEIDUNG.
EXIT.
ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG SECTION.
PRUEFUNG.
  COMPUTE TESTGROESSE ROUNDED = LAGERKOSTEN /
    (LAGERKOSTEN + VERSKOSTEN + WIEDKOSTEN)
  IF WAHRSCHEINL < TESTGROESSE
  THEN COMPUTE X (KLN-ALT) = VERSCHROTTEN
    COMPUTE ZUSATZ-VERSKOSTEN = ZUSATZ-VERSKOSTEN
      + ZUSATZKOSTEN-VERS
    COMPUTE LAGERKAP-BENOETIGT = LAGERKAP-BENOETIGT
      + LAGERZUSATZBEDARF-LAG
  ELSE COMPUTE X (KLN-ALT) = LAGERN.
  IF LAGERKAP-BENOETIGT > LAGERKAP-LAG-VERFUEGBAR
  THEN MOVE NICHT-ZULAESSIG-KENNZ TO ZULAESSIGKEITS-FLAG
  ELSE READ KLDAT INTO KLASSEN-DATEN
    AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-KLDAT.
ENDE-ZULAESSIGKEITS-PRUEFUNG.
EXIT.
```

```
NACHLAUF SECTION.
HAUPTROUTINEN-NACHLAUF.
  READ FHMDAT INTO FHM-DATEN
  AT END DISPLAY "KEINE FHM-DATEN VERFUEGBAR,",
    "DAHER PROGRAMMABBRUCH}"
  GO TO DATEIEN-SCHLIESSEN.
  COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF = 0
  INITIATE AUSGABESEITE.
  PERFORM ERGEBNISAUSGABE UNTIL ENDE-FHMDAT.
  TERMINATE AUSGABESEITE.
DATEIEN-SCHLIESSEN.
  CLOSE PADATEI, KLDAT, FHM-DAT, AUSDAT.
ENDE-NACHLAUF.
STOP RUN.
```

```
UNTERROUTINEN-NACHLAUF SECTION.
ERGEBNISAUSGABE.
  IF X (KLASSENNR) = VERSCHROTTEN
  THEN COMPUTE REDUKTION-LAGERBEDARF = (WAHRSCHEINL - 1)
    * LAGERBEDARF
  COMPUTE SUMME-RED-LAGERBEDARF =
    SUMME-RED-LAGERBEDARF + REDUKTION-LAGERBEDARF
  GENERATE DETAIL-LINE.
  READ FHMDAT INTO FHM-DATEN
  AT END MOVE EOF-KENNZ TO STATUS-FHMDAT.
```

Anhang 4 : Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 1	Baumstruktur der Branch-and-Bound- Variante V-1	74
Abb. 2	Baumstruktur der Branch-and-Bound- Variante V-2	74
Abb. 3	Netzwerkausschnitt	79
Abb. 4	Entscheidungssituation für $S_i^0 = 1$	83
Abb. 5	Entscheidungssituation für $S_i^0 = 0$	83
Abb. 6	Graph der Indikatorfunktion $f_i(n_i(\underline{x})) = 1 : n_i(\underline{x}) = 1 : (x_i^2 - x_i)$	88
Abb. 7	Graph der Indikatorfunktion $f_i(n_i(\underline{x})) = (n_i(\underline{x}))^2 = (x_i^2 - x_i)^2$	88
Abb. 8	Histogramm zur Teilfrage 1a	103
Abb. 9	Histogramm zur Teilfrage 1b	104
Abb.10	Histogramm zur Frage 2	105
Abb.11	Histogramm zur Frage 3	105
Abb.12	Histogramm zur Frage 4	106
Abb.13	Histogramm zur Frage 5	106
Abb.14	Histogramme zu den Teilfragen 7a und 7b	108
Abb.15	Histogramm zur Teilfrage 7c	108
Abb.16	1.Histogramm zu den Teilfragen 9a bis 9c	109
Abb.17	2.Histogramm zu den Teilfragen 9a bis 9c	110

Anhang 5 : Symbolverzeichnis

\diamond	Allquantor
\exists	Existenzquantor
\wedge	Junktor für das logische "und"
\vee	Junktor für das logische "oder"
\Rightarrow	Implikation
\Leftrightarrow	Äquivalenz
$x \in M$	x ist Element der Menge M
$x \notin M$	x ist nicht Element der Menge M
$\{x;y\}$	Menge aus den Elementen x und y
∞	unendlich
$[...;...[$	linksseitig geschlossenes, rechtsseitig offenes reellwertiges Intervall
R^+	Menge aller positiven reellen Zahlen
Z	Menge aller ganzen Zahlen
N	Menge aller natürlichen Zahlen
D	Menge der Dualzahlen 0 und 1
$\langle x_i \rangle$	Folge mit den Gliedern x_1, x_2, \dots
\underline{X}	Matrix
\underline{x}	1.) in Abschnitt 4 und 5 ein Vektor 2.) in Abschnitt 3 die Realisierung einer Zufallsvariablen
$\underline{0}$	der Nullvektor $(0, \dots, 0)$
\underline{E}	der Einheitsvektor $(1, \dots, 1)$
\sum	Summen-Operator
max!	Maximierungs-Operator
min!	Minimierungs-Operator
$[...]$	1.) Gaußklammer 2.) Dimension einer Maßgröße
$\binom{x}{y}$	Binomialkoeffizienten
$ x $	absoluter Betrag der Zahl x
%	Prozent
$x \ll y$	x ist wesentlich größer als y
$y \ll x$	y ist wesentlich größer als x
z	Zielfunktion
N	Nebenbedingung
ln	Logarithmus zur Basis e
e	Eulersche Zahl ($e = 2,718\dots$)
!	Fakultät
\approx	ungefähr gleich

Anhang 6 : Abkürzungsverzeichnis

a.a.O.	am angeführten Ort
ADV	Automatische Datenverarbeitung
ADVA	Automatische Datenverarbeitungs-Anlage
allg.	allgemein
Aufl.	Auflage
AuPf	Ablauf- und Planungsforschung
BFuP	Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
BV	Basisvariable
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrie-Norm
Diss.	Dissertation
DM	Deutsche Mark
EM	Entscheidungsmodell
ERM	Ersatzmodell
evt.	eventuell
f	und folgende (Seite)
ff	und folgende (Seiten)
FHM	Fertigungshilfsmittel
ggf.	gegebenenfalls
hrsg.	herausgegeben
Hrsg.	Herausgeber
i.a.	im allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
i.e.S.	im engeren Sinn
i.f.	im folgenden
Ill.	Illinois
IO	Industrielle Organisation
i.p.	in praxi
i.w.S.	im weiteren Sinn
Jg.	Jahrgang
KE	Kosteneinheit
LE	Lagerkapazitätseinheit
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
MS	Management Science
N.J.	New Jersey

Nr.	Nummer
NRLQ	Naval Research Logistics Quarterly
o.g.	oben genannt
o.J.	ohne Jahresangabe
o.O.	ohne Ortsangabe
OR	Operations Research
ORQ	Operational Research Quarterly
o.V.	ohne Verfasser
RBH	Relative Bedarfshäufigkeit
RZK	Rechenzentrum der Universität zu Köln
s.	siehe
S.	Seite
s.o.	siehe oben
St.	Sankt
u.	und
u.a.	unter anderem
Ufo	Unternehmensforschung
usw.	und so weiter
u.U.	unter Umständen
vgl.	vergleiche
WBW	Wiederbedarfswahrscheinlichkeit
z.B.	zum Beispiel
ZE	Zeiteinheit
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfhF	Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung
ZFOR	Zeitschrift für Operations Research

Anhang 7 : Literaturverzeichnis

a) Monographien

- 1) Ackoff, R.L. u. M.W. Sasieni: Operations Research - Grundzüge der Operationsforschung, Stuttgart 1970
- 2) Ammer, D.S.: Materials Management, Homewood (Ill.) 1968
- 3) Becker, A.M.: Fabrikationsmittel-Bewirtschaftung, Bericht der Firma Gebrüder Sulzer AG vom 21.08.1969, o.o.
- 4) Bellmann, R.: Dynamic Programming, Princeton (New Jersey) 1957
- 5) Bellmann, R.: Dynamische Programmierung und selbstanpassende Regelprozesse, München-Wien 1967
- 6) Bellmann, R. u. S.E. Dreyfus: Applied Dynamic Programming, Princeton 1962
- 7) Benz, H.: Rationeller Einkauf - optimale Lagerhaltung Leitfaden zur Beschaffungsplanung / RKW Reihe Unternehmensplanung, 2. Aufl., Berlin-Köln 1976
- 8) Beutel, P., H. Küffner, E. Röck u. W. Schubö: SPSS Statistik-Programmsystem für die Sozialwissenschaften - Eine Kurzbeschreibung zur Programmversion 6, Stuttgart-New York 1976
- 9) Bishop, M.M., S.E. Fienberg u. P.W. Holland: Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice, Cambridge-Massachusetts-London 1975
- 10) Bock, H.H.: Automatische Klassifikation, Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten (Cluster-Analyse), Göttingen 1974
- 11) Bomsdorf, E.: Bestimmungsfaktoren der Lohndrift, Meisenheim am Glan 1972
- 12) Borch, K.H.: Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien-München 1969
- 13) Box, G.E.P. u. G.M. Jenkins: Time Series Analysis - Forecasting and Control, San Francisco-Cambridge-London-Amsterdam 1970
- 14) Bracken, J. u. G.P. McCormick: Ausgewählte Beispiele für Nichtlineares Programmieren, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1970
- 15) Brauer, K.M.: Binäre Optimierung, Diss. Saarbrücken 1968

- 16) Brown, R.G.: Statistical Forecasting for Inventory Control, New York-Toronto-London 1959
- 17) Brown, R.G.: Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series, Englewood Cliffs (N.J.) 1963
- 18) Brunnberg, J.: Der Einfluß ungenauer Daten auf die Optimalität von Lagerhaltungsmodellen und seine Konsequenzen für das innerbetriebliche Rechnungswesen, Diss. Mannheim 1969
- 19) Buchan, J. u. E. Koenigsberg: Scientific Inventory Management, Englewood Cliffs (N.J.) 1963
- 20) Bühlmann, H., H. Loeffel u. E. Nievergelt: Einführung in die Theorie und Praxis der Entscheidung bei Unsicherheit, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1969
- 21) Buffa, E.S. u. W.H. Taubert: Production-inventory systems: Planning and control, Homewood (Ill.) 1972
- 22) Churchman, C.W., R.L. Ackoff u. E.L. Arnoff: Operations Research, 4. Aufl., Wien-München 1968
- 23) Dantzig, G.B.: Lineare Programmierung und Erweiterungen, Berlin-Heidelberg-New York 1966
- 24) Dück, W. u. M. Bliefernich (Hrsg.): Operationsforschung 1, Berlin 1972
- 25) Dück, W. u. M. Bliefernich (Hrsg.): Operationsforschung 2, Berlin 1972
- 26) Eiselt, H.A. u. H. von Frajer: Operations Research Handbook - Standard Algorithms and Methods with Examples, Berlin-New York 1977
- 27) Ellersiek, K.: Materialflußkosten im Betrieb, Wiesbaden 1958
- 28) Elsner, K.: Mehrstufige Produktionstheorie und dynamisches Programmieren, Meisenheim am Glan 1964
- 29) Fabian, V.: Statistische Methoden, 2. Aufl., Berlin 1970
- 30) Fabrycky, W.J. u. J. Banks: Procurement and Inventory Systems, New York-Amsterdam-London 1967
- 31) Fetter, R.B. u. W.C. Dalleck: Decision Models for Inventory Management, Homewood (Ill.) 1961
- 32) Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Nonlinear Programming: Sequential Unconstrained Minimization Techniques, New York-London-Sydney-Toronto 1968
- 33) Förster, E. u. F. Egermayer: Korrelations- und Regressionsanalyse, Berlin 1966

- 34) Frank, J.: Selektion von Standardsoftware - Kriterien und Methoden zur Beurteilung und Auswahl von Software-Produkten, Diss. Köln 1976
- 35) Fröhlich, O. u. M.J. Stankiewicz: Beschaffungs- und Materialmanagement, Strategische Unternehmensführung Band 4, hrsg. von G. Kienbaum, München 1976
- 36) Gaensslen, H. u. W. Schubö: Einfache und komplexe statistische Analyse, München-Basel 1973
- 37) Gahse, S.: Mathematische Vorhersageverfahren und ihre Anwendungen, München 1971
- 38) Garfinkel, R.S. u. G.L. Nemhauser: Integer Programming, New York-London-Sydney-Toronto 1972
- 39) Gebhardt-Seele, P.: Lagerkontrolle und Einkaufsdisposition mit elektronischen Rechenmaschinen, Diss. Nürnberg 1961
- 40) Gebhardt-Seele, P.: Rechenmodelle für wirtschaftliches Lagern und Einkaufen, München-Wien 1962
- 41) Glaser, H.: Zur Bestimmung kostenoptimaler Bestellmengen bei deterministisch gleichbleibendem und deterministisch schwankendem Bedarf, Diss. Köln 1973
- 42) Goldschneider, P. u. H. Zemanek: Computer - Werkzeug der Information, Berlin-Heidelberg-New York 1971
- 43) Gomory, R.E.: All-Integer Integer Programming Algorithm, IBM Research Report RC-189 vom 29.01.1960, New York 1960
- 44) Graf, H.: Methodenauswahl für die Materialbewirtschaftung in Maschinenbau-Betrieben, Mainz 1977
- 45) Grochla, E.: Materialwirtschaft, Wiesbaden 1958
- 46) Grochla, E.: Grundlagen der Materialwirtschaft, 3. Aufl., Wiesbaden 1978
- 47) Grupp, B.: Materialwirtschaft mit EDV - Einführungsschritte, Modularprogramme, Praxisbeispiele, Umstellungsprobleme, Grafenau 1975
- 48) Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 3. Band - Die Finanzen, 7. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1975
- 49) Hadley, G. u. T.M. Whitin: Analysis of Inventory Systems, Englewood Cliffs (N.J.) 1963
- 50) Hadley, G.: Nichtlineare und dynamische Programmierung, Würzburg-Wien 1969

- 51) o.V.: Handbuch der Großunternehmen, Band 2, 27. Aufl., Darmstadt-Harlem-Wien-Zürich 1980
- 52) Hanssmann, F.: Operations Research in Production and Inventory Control, New York-London 1962
- 53) Hartmann, H.: Materialwirtschaft - Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle, Gernsbach 1978
- 54) Hax, H.: Investitionstheorie, 2. Aufl., Würzburg-Wien 1972
- 55) Henn, R. u. H.P. Künzi: Einführung in die Unternehmensforschung II, Berlin-Heidelberg-New York 1968
- 56) Henzel, F.: Lagerwirtschaft, Essen 1950
- 57) Heinen, E.: Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966
- 58) Hirshleifer, J.: Kapitaltheorie, Köln 1974
- 59) Hochstädter, D.: Stochastische Lagerhaltungsmodelle, Berlin-Heidelberg-New York 1969
- 60) Holt, C.C., F. Modigliani, J.F. Muth u. H.A. Simon: Planning Production, Inventories, and Work Force, Englewood Cliffs 1960
- 61) Horst, R.: Nichtlineare Optimierung, München-Wien 1979
- 62) Hu, T.Ch.: Ganzzahlige Programmierung und Netzwerkflüsse, München-Wien 1972
- 63) Hüttemann, H.: Modelle der dynamischen Programmierung zur Bestimmung optimaler Beschaffungsmengen, Göttingen 1971
- 64) IBM: Einführungsschrift IMPACT - Wirtschaftliche Lagerhaltung mit wissenschaftlichen Methoden, IBM Form 74899, Sindelfingen 1963
- 65) Kaps, K.-H.: Die Bedeutung der Lagerhaltung für die Produktionsplanung in Industriebetrieben, Köln-Opladen 1965
- 66) Kellerer, H.: Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens, Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft Nr. 5, 2. Aufl., München 1953
- 67) Kern, W.: Optimierungsverfahren in der Ablauforganisation, Essen 1967
- 68) Kern, W.: Operations Research, 4. Aufl., Stuttgart 1971
- 69) Kilger, W.: Optimale Produktions- und Absatzplanung, Opladen 1973
- 70) Kirsch, W., I. Bamberger, E. Gabele u. H.K. Klein: Betriebswirtschaftliche Logistik - Systeme, Entscheidungen, Methoden, Wiesbaden 1973

- 71) Klein, H.K.: Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1969
- 72) Klemm, H. u. M. Mikut: Lagerhaltungsmodelle - Theorie und Anwendung, Berlin 1972
- 73) Klingst, A.: Optimale Lagerhaltung - Wann und wieviel bestellen?, Würzburg-Wien 1971
- 74) Köcher, D., G. Matt, C. Oertel u. H. Schneeweiß: Einführung in die Simulationstechnik, DGOR-Schrift Nr. 5, o. O. 1972
- 75) Korbut, A.A. u. J.J. Finkelstein: Diskrete Optimierung, Berlin 1971
- 76) Kottke, E.: Die optimale Beschaffungsmenge, Berlin 1966
- 77) Krekó, B.: Optimierung - Nichtlineare Modelle, Berlin 1974
- 78) Krelle, W.: Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen 1968
- 79) Kroeber Riel, W.: Beschaffung und Lagerung, Wiesbaden 1966
- 80) Künzi, H.P., W. Krelle u. R. von Randow: Nichtlineare Programmierung, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1979
- 81) Lesourne, J.: Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München 1964
- 82) Lienert, G.A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, 1. Band, 2. Aufl., Meisenheim am Glan 1973
- 83) Lienert, G.A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, Tafelband, Meisenheim am Glan 1975
- 84) Linder, A.: Statistische Methoden, 4. Aufl., Basel-Stuttgart 1964
- 85) Linder, A. u. W. Berchtold: Elementare statistische Methoden, Basel-Boston-Stuttgart 1979
- 86) Lindley, D.: Einführung in die Entscheidungstheorie, Frankfurt-New York 1974
- 87) Magee, J.F.: Production Planning and Inventory Control, New York-London-Toronto 1958
- 88) Matt, G.: Ein lernfähiges Modell zur Bestimmung von Zusammenhängen anhand beobachteter Daten, IBM-Bibliothek, IBM Form 81545-11.67, Sindelfingen o. J.
- 89) Menges, G.: Grundriß der Statistik - Teil 1: Theorie, Köln-Opladen 1968
- 90) Menges, G. u. H.J. Skala: Grundriß der Statistik - Teil 2: Daten, Opladen 1973

- 91) Menges, G.: Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, 2. Aufl., Düsseldorf 1974
- 92) Mertens, P.: Industrielle Datenverarbeitung, Wiesbaden 1969
- 93) Mills, E.S.: Price, Output, and Inventory Policy, New York-London 1962
- 94) Müller-Merbach, H.: Operations Research, 3. Aufl., München 1973
- 95) Munz, M.: Beschaffung und Beschaffungsplanung im Industriebetrieb, Wiesbaden 1959
- 96) Naddor, E.: Lagerhaltungssysteme, Frankfurt am Main-Zürich 1971
- 97) Neumann, J. von u. O. Morgenstern: Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, Würzburg 1961
- 98) Neumann, K.: Operations Research Verfahren, Band 1, München-Wien 1975
- 99) Neumann, K.: Operations Research Verfahren, Band 2, München-Wien 1977
- 100) Neurath, P.: Statistik für Sozialwissenschaftler, Stuttgart 1966
- 101) Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner u. D.H. Bent: SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, 2. Aufl., New York-St. Louis usw. 1975
- 102) Oeldorf, G. u. K. Olfert: Materialwirtschaft, 2. Aufl., Ludwigshafen 1979
- 103) Oertli-Cajacob, P.: Praktische Wirtschaftskybernetik, München-Wien 1977
- 104) Popp, W.: Einführung in die Theorie der Lagerhaltung, Berlin-Heidelberg-New York 1968
- 105) Räuscher, H.: Lagerpolitik im Industriebetrieb, Diss. Berlin 1959
- 106) Raiffa, H.: Einführung in die Entscheidungstheorie, München-Wien 1973
- 107) Reif, K.: Bedarfsvorhersagen mittels mathematisch-statistischer Verfahren, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 81518-5.66, Sindelfingen o.J.
- 108) Rényi, A.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 4. Aufl., Berlin 1973
- 109) Sachs, L.: Angewandte Statistik, zugleich 4. Aufl. der "Statistischen Auswertungsmethoden", Berlin-Heidelberg-New York 1974

- 110) Sasieni, M., A. Yaspan u. L. Friedman: Methoden und Probleme der Unternehmensforschung - Operations Research, Würzburg 1962
- 111) Schaub, G.: Die Bestimmung des Kalkulationszinsfußes bei Investitionsentscheidungen auf Grund der Kapitalbeschaffungsmöglichkeiten der Unternehmer, Köln 1968
- 112) Schlosser, O.: Einführung in die sozialwissenschaftliche Zusammenhangsanalyse, Reinbek bei Hamburg 1976
- 113) Schmitz, P. u. D. Seibt: Einführung in die anwendungsorientierte Informatik, München 1975
- 114) Schneeweiß, C.: Dynamisches Programmieren, Würzburg-Wien 1974
- 115) Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1967
- 116) Schneider, E.: Wirtschaftlichkeitsrechnung, 8. Aufl., Tübingen-Zürich 1973
- 117) Schulte, H.: Kapitalfreisetzung durch rationelle Lagerhaltung in industriellen Unternehmen, Köln-Opladen 1964
- 118) Schweitzer, M., G. O. Hettich u. H.-U. Küpper: Systeme der Kostenrechnung, München 1975
- 119) Selten, R.: Limited Rationality and Structural Uncertainty, Bielefeld 1978
- 120) Sodeur, W.: Empirische Verfahren zur Klassifikation, Stuttgart 1974
- 121) Soom, E.: Optimale Lagerbewirtschaftung in Industrie, Gewerbe und Handel, Bern-Stuttgart 1976
- 122) Spring, R.: Modellvergleiche in der Lagerbewirtschaftung, Diss. St. Gallen 1975
- 123) Stach, M.: Optimale Lagerhaltungspolitiken in Mehrprodukt-Lagerhaltungssystemen, Diss. Aachen 1971
- 124) Starr, M. K. u. D. M. Miller: Inventory Control - Theory and Practice, Prentice-Hall/Englewood Cliffs (N.J.) 1962
- 125) Steinbrüchel, M.: Die Materialwirtschaft der Unternehmung, Diss. St. Gallen 1970
- 126) Stum, M.: Der optimale Plan der Umlaufmittel, Berlin 1969
- 127) Sundhoff, E.: Grundlagen und Technik der Beschaffung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, Essen 1958

- 128) Thiede, J.D.: Beitrag zur integrierten, elektronischen Informationsverarbeitung im Rahmen der Materialwirtschaft der Metallindustrie in Einzel- und Kleinserienfertigung, Diss. Berlin 1968
- 129) Trux, W.R.: Einkauf und Lagerdisposition mit Datenverarbeitung, München 1968
- 130) Überla, K.: Faktorenanalyse, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1971
- 131) o.V.: Universität zu Köln-Rechenzentrum: RZK-Benutzerhandbuch 6.3.2 OPT (Version 3.80), o.O. o.J.
- 132) o.V.: Universität zu Köln-Rechenzentrum: RZK-Benutzerhandbuch 6.3.1 APEX III (Version 3.80), o.O. o.J.
- 133) Vogel, F.: Probleme und Verfahren der numerischen Klassifikation, Göttingen 1975
- 134) Wälchli, U.: Die Organisation und Bewirtschaftung der Modellmagazine, Bericht B 860 vom Oktober 1967 der Escher Wyss AG, Zürich 1967
- 135) Wälchli, U.: Die Wiederherstellungskosten für Gießerei-Eigenmodelle, Bericht B 860 vom 23.02.1966 der Escher Wyss AG, Zürich 1966
- 136) Weber, E.: Einführung in die Faktorenanalyse, Stuttgart 1974
- 137) Wedekind, H.: Ökonomische Vorhersageprobleme bei der Lagerhaltung, Habilitationsschrift München 1967
- 138) Weinberg, F.: Fabrikationsmittelmagazinbewirtschaftung, Zürich 1962
- 139) Weinberg, F.: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik sowie Anwendungen im Operations Research, Berlin-Heidelberg-New York 1968
- 140) Weizsäcker, C.F. von: Die Einheit der Natur, 5. Aufl., München 1979
- 141) Wetzel, W., M.-D. Jöhnk u. P. Naeve: Statistische Tabellen, Berlin 1967
- 142) Wiese, K.-H.: Exponential Smoothing - eine Methode der statistischen Bedarfsvorhersage, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 78129-4.64, Sindelfingen o.J.
- 143) Wiese, K.-H.: Mittelfristige Bedarfsvorhersage in der Konsumgüterindustrie, IBM-Fachbibliothek, IBM Form 78170-11.75, Sindelfingen o.J.

- 144) Windelband, W.: Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, 7. Aufl., Tübingen 1916
- 145) Wissebach, B.: Beschaffung und Materialwirtschaft, Herne-Berlin 1977
- 146) Zeigermann, J.R.: Elektronische Datenverarbeitung in der Materialwirtschaft, Stuttgart 1970

b) Beiträge in Sammelwerken und Zeitschriften

- 1) Adamowsky, S.: Material- und Lagersteuerung; in: Agthe, K., H. Blohm u. E. Schnauffer (Hrsg.): Industrielle Produktion, Baden-Baden u. Bad Homburg vor der Höhe 1967, S. 681-733
- 2) Baber, R.L.: Lagerwirtschaftssystem mit EDV; in: IO, 42. Jg. (1973), S. 411-415
- 3) Balas, E.: An Additive Algorithm for Solving Linear Programs with Zero-One Variables; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 517-546
- 4) Balas, E.: Discrete Programming by the Filter Method; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 915-957
- 5) Bartlett, M.S.: Tests of Significance in Factor Analysis; in: British Journal of Psychology Statistic Section, 3. Jg. (1950), S. 77-85
- 6) Baumbach, H.-D.: Die Anwendung des Exponential Smoothing zur Planung der Lagerbestände an Zwischenprodukten; in: Rechentechnik/Datenverarbeitung, 4. Jg. (1967), S. 21-26
- 7) Beckmann, M.J.: Lagerhaltung bei Unsicherheit; in: Ufo, 7. Jg. (1963), S. 9-26
- 8) Beesack, P.R.: A Finite Horizon Dynamic Inventory Model with a Stockout Constraint; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 618-630
- 9) Bell, D.E. u. J.F. Shapiro: A Convergent Duality Theory for Integer Programming; in: OR, 25. Jg. (1977), S. 419-434
- 10) Bellmann, R.: Notes on the Theory of Dynamic Programming IV - Maximization over Discrete Sets; in: NRLQ, 3. Jg. (1956), S. 67-70

- 11) Bellmann, R.: Dynamic Programming and the Numerical Solution of Variational Problems; in: OR, 5. Jg. (1957), S. 277-288
- 12) Bitz, M. u. M. Rogusch: Risiko-Nutzen, Geld-Nutzen und Risikoeinstellung - Zur Diskussion um das Bernoulli-Prinzip; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 853-868
- 13) Brown, R.G. u. R.F. Meyer: The Fundamental Theorem of Exponential Smoothing; in: OR, 9. Jg. (1961), S. 673-685
- 14) Coenenberg, Kleine-Doepke: Zur Abbildung der Risikopräferenz durch Nutzenfunktionen; Stellungnahme zur Kritik Jacobs und Lebers am Bernoulli-Prinzip; in: ZfB, 45. Jg. (1975), S. 663-665
- 15) Dantzig, G.B.: Discrete-Variable Extremum Problems; in: OR, 5. Jg. (1957), S. 266-277
- 16) Dvoretzky, A., J. Kiefer u. J. Wolfowitz: The Inventory Problem: I. Case of Known Distributions of Demand; in: Econometrica, 20. Jg. (1952), S. 187-222
- 17) Escher, G.: Einführung in die Methode des Branch and Bound; in: Weinberg, F. (Hrsg.): Einführung in die Methode des Branch and Bound, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S. 1-16
- 18) Fäßler, K. u. P.U. Kupsch: Beschaffungs- und Lagerwirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 219-279
- 19) Feichtinger, G.: Zur Bayes-Analyse statistischer Entscheidungsprobleme; in: ZfB, 42. Jg. (1972), S. 449-470
- 20) Fersch, F.: Grundzüge des Dynamic Programming; in: Ufo, 3. Jg. (1959), S. 70-80
- 21) Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Computational Algorithm for the Sequential Unconstrained Minimization Technique for Nonlinear Programming; in: MS, 10. Jg. (1964), S. 601-617
- 22) Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: The Sequential Unconstrained Minimization Technique for Nonlinear Programming, a Primal-Dual Method; in: MS, 10. Jg. (1964), S. 360-366
- 23) Fiacco, A.V. u. G.P. McCormick: Extensions of SUMT for Nonlinear Programming: Equality Constraints and Extrapolation; in: MS, 12. Jg. (1966), S. 816-828

- 24) Fisher, M.L.: Optimal Solution of Scheduling Problems Using Lagrange Multipliers: Part I; in: OR, 21. Jg. (1973), S. 1114-1127
- 25) Fletcher, R. u. M.J.D. Powell: A rapidly convergent descent method for minimization; in: The Computer Journal, 6. Jg. (1963), S. 163-168
- 26) Fletcher, R. u. C.M. Reeves: Function minimization by conjugate gradients; in: The Computer Journal, 7. Jg. (1964), S. 149-154
- 27) Gahse, S.: Wirtschaftliche Lagerhaltung mit MINCOS, IBM-Nachrichten, 17. Jg. (1967), Heft 184, S. 634-640
- 28) Gerhardt, C.: Gedanken zur Lösung des Knapsack-Problems; in: AuPf, 11. Jg. (1970), S. 69-83
- 29) Gilmore, P.C. u. R.E. Gomory: The Theory and Computation of Knapsack Functions; in: OR, 14. Jg. (1966), S. 1045-1077
- 30) Girlich, H.-J. u. H. Klemm: Ein dynamisches Lagerhaltungsmodell; in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, 18. Jg. (1969), S. 259-278
- 31) Glover, F.: A Multiphase-Dual Algorithm for the Zero-One Integer Programming Problem; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 879-919
- 32) Greenberg, H. u. R.L. Hegerich: A Branch Search Algorithmus for the Knapsack Problem; in: MS, 16. Jg. (1970), S. 327-332
- 33) Griese, J.: Initialisierung und Überwachung von Prognosemodellen; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 131-141
- 34) Hadley, G.: A Comparison of Order Quantities Computed Using the Average Annual Cost and the Discounted Cost; in: MS, 10. Jg. (1964), S. 472-476
- 35) Hammann, P.: Fehlmengen in der Lagerhaltung; in: AuPf, 10. Jg. (1969), S. 373-388
- 36) Hax, H.: Die Koordination von Entscheidungen in der Unternehmung; in: Busse von Colbe, W. u. P. Meyer-Dohm (Hrsg.): Unternehmerische Planung und Entscheidung, Bielefeld 1969, S. 39-54
- 37) Heinen, E. u. P. Sabathil: Informationswirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 767-926

- 38) Henn, R.: Stochastische Entscheidungsaufgaben bei Investition und Lagerhaltung; in: Henn, R. (Hrsg.): Operations Research-Verfahren I, Meisenheim am Glan 1963, S. 151-181
- 39) Hofstätter, P. R.: Faktorenanalyse; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 385-414
- 40) Holm, K.: Die Faktorenanalyse - ihre Anwendung auf Fragebatterien; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 3 - Die Faktorenanalyse, München 1976, S. 11-268
- 41) Hüttemann, H.: Die analytische Behandlung einer Klasse stochastischer Entscheidungsprozesse und Anwendungen auf ein Beschaffungs- und Lagerhaltungsproblem; in: Sundhoff, E. (Hrsg.): Distributionswirtschaft - Beiträge aus den Gebieten der Absatz-, Handels- und Beschaffungswirtschaft, Köln-Opladen 1968, S. 221-246
- 42) Ingargiola, G. P. u. J. F. Korsh: Reduction Algorithm for Zero-One Single Knapsack Problems; in: MS, 20. Jg. (1973), S. 460-463
- 43) Jacob, H. u. W. Leber: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 177-204
- 44) Jacob, H. u. W. Leber: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit. Ergänzung und Weiterführung; in: ZfB, 48. Jg. (1978), S. 978-993
- 45) Jaeschke, G.: "Branching and Bounding". Eine allgemeine Methode zur Lösung kombinatorischer Probleme; in: AuPf, 5. Jg. (1964), S. 133-155
- 46) Kaplan, S.: Solution of the Lorie-Savage and Similar Integer Programming Problems by the Generalized Lagrange Multiplier Method; in: OR, 14. Jg. (1966), S. 1130-1136
- 47) Kaplitzka, G.: Die Stichprobe; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 1, München 1975, S. 136-186
- 48) Keller, A.: Die Aufgaben des Rechnungswesens im Zusammenhang mit der Lagerhaltung; IO, 32. Jg. (1963), S. 404-411
- 49) Kern, W.: Die Empfindlichkeit linear geplanter Programme; in: Angermann, A. (Hrsg.): Betriebsführung und Operations Research, Frankfurt am Main 1963, S. 49ff

- 50) Kianfar, F.: Stronger Inequalities for 0,1 Integer Programming Using Knapsack Functions; in: OR, 19. Jg. (1971), S. 1374-1392
- 51) Kirsch, W.: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie; in: Kirsch, W. (Hrsg.): Einführung in die Theorie der Entscheidungsprozesse, 2. Aufl. der Bände 1-3 als Gesamtausgabe, Wiesbaden 1977, Band 1
- 52) Kleibohm, K.: Bemerkungen zum Problem der nichtkonvexen Programmierung; in: Ufo, 11. Jg. (1967), S. 49-60
- 53) Klemm, H. u. G. Sattler: Statistische Bedarfsanalyse für Lagerhaltungsmodelle; in: Rechentechnik/Datenverarbeitung, 4. Jg. (1967), S. 38-45
- 54) Klemm, H. u. M. Mikut: Mathematische Lagerhaltungsmodelle - ein Überblick; in: Mathematik und Wirtschaft, 5. Jg. (1968), S. 68-109
- 55) Koch, H.: Die theoretische Ökonomik als individualanalytische Handlungstheorie; in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Band 127 (1971), S. 686-743
- 56) Koch, H.: Die Problematik der Bernoulli-Nutzentheorie - Die Theorie der Sekundäranpassung als Ungewißheitstheoretische Konzeption; in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Band 188 (1973), S. 193-223
- 57) Kolesar, P. J.: A Branch and Bound Algorithm for the Knapsack Problem; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 723-735
- 58) Korte, B., W. Krelle u. W. Oberhofer: Ein lexikographischer Suchalgorithmus zur Lösung allgemeiner ganzzahliger Programmierungsaufgaben; in: Ufo, 13. Jg. (1969), S. 73-98
- 59) Kosiol, E.: Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen; in: ZfhF, 13. Jg. (1961), S. 318-334
- 60) Krelle, W.: Ganzzahlige Nichtlineare Programmierung für trennbare Funktionen; in: Henn, R. (Hrsg.): Operations Research-Verfahren V, Meisenheim am Glan 1968, S. 220-236
- 61) Krelle, W.: Einige Bemerkungen zu Jacobs und Lebers "Rationaler Entscheidung bei Unsicherheit"; in: ZfB, 46. Jg. (1976), S. 522-523
- 62) Kuhn, A.: Zur Losgrößenbestimmung unter Nebenbedingungen; in: ZfB, 36. Jg. (1966), S. 247-259
- 63) Laderman, J., S. B. Littauer u. L. Weiss: The Inventory Problem; in: Journal of the American Statistical Association, 48. Jg. (1953), S. 717-732

- 64) Land, A.H. u. A.G. Doig: An Automatic Method of Solving Discrete Programming Problems; in: Econometrica, 28. Jg. (1960), S. 497-520
- 65) Lawler, E.L. u. D.E. Wood: Branch-and-Bound Methods: A Survey; in: OR, 14. Jg. (1966), S. 699-719
- 66) Lemke, C.E. u. K. Spielberg: Direct Search Algorithms for Zero-One and Mixed-Integer Programming; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 892-914
- 67) Lenz, H.-J.: Bemerkungen zum Aufsatz "Die statistische Prognose in der Lagerdisposition" von G. Olivier; in: ZfOR, 17. Jg. (1973), S. B237-B241
- 68) Lewandowski, R.: Modelle und Methoden der ökonomischen Vorhersage; in: Elektronische Datenverarbeitung, 11. Jg. (1969), S. 235-243
- 69) Lücke, W.: Die kalkulatorischen Zinsen im betrieblichen Rechnungswesen; in: ZfB, 35. Jg. (1965), S. 3-28
- 70) Lüder, K.: Zur Anwendung neuer Algorithmen der ganzzahligen linearen Programmierung; in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 405-434
- 71) Malich, S.: Betriebsnotwendige Lagerreserve und optimale Losgröße; in: ZfB, 27. Jg. (1957), S. 448-457
- 72) Marr, R. u. A. Picot: Absatzwirtschaft; in: Heinen, E. (Hrsg.): Industriebetriebslehre - Entscheidungen im Industriebetrieb, 5. Aufl., Wiesbaden 1976, S. 419-523
- 73) Martello, S. u. P. Toth: An upper bound for the zero-one knapsack problem and a branch and bound algorithm; in: European Journal of Operational Research, 1. Jg. (1977), S. 169-175
- 74) Martello, S. u. P. Toth: Algorithm for the Solution of the 0-1 Single Knapsack Problem; in: Computing, 21. Jg. (1978), S. 81-86
- 75) Marwedel, H.: Die Wirtschaftlichkeit von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen; in: Busse von Colbe, W. u. R. Mattesich (Hrsg.): Der Computer im Dienste der Unternehmensführung, Bielefeld 1968
- 76) Matt, G.: Bestimmung statistisch gesicherter Koeffizienten bei der exponentiellen Ausgleichung (Exponential Smoothing); in: Ufo, 10. Jg. (1966), S. 15-31
- 77) Mellerowicz, K.: Die optimale Auftragsgröße als Problem der Kostenpolitik; in: BFuP, 14. Jg. (1962), S. 678-695

- 78) Menges, G.: Über Wahrscheinlichkeitsinterpretationen; in: Statistische Hefte, 6. Jg. (1965), S. 81-95
- 79) Menges, G.: Statistische Entscheidungstheorie; in: Menges, G. (Hrsg.): Beiträge zur Unternehmensforschung, Würzburg-Wien 1969, S. 61-101
- 80) Mentzel, K.: Optimale Lagerhaltung; in: Bretschneider, G. (Hrsg.): Einkaufsleiter-Handbuch, München 1974, S. 743ff
- 81) Mikut, M.: Bestimmung der Kostenparameter für Lagerhaltungsmodelle; in: Fertigungstechnik und Betrieb - Zeitschrift für Technologie und Organisation, 19. Jg. (1969), S. 270-276
- 82) Mikut, M.: Ökonomische Probleme der Anwendung von Lagerhaltungsmodellen in der betrieblichen Materialwirtschaft bei stochastischem Bedarf; in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, 18. Jg. (1969), S. 279-287
- 83) Morgan, J. J.: Questions for Solving the Inventory Problem; in: Harvard Business Review, 41. Jg. (1963), S. 95-110
- 84) Müller, F. R.: ALDOS - Ein Beitrag zur Verbesserung der Lagerhaltung; in: Datascope, 3. Jg. (1972), Heft 9, S. 46-60
- 85) Müller-Hagedorn, L. u. J. Biethahn: Bestellpolitik in Handelsbetrieben unter expliziter Berücksichtigung der Kosten für gebundenes Kapital; in: ZfOR, 19. Jg. (1975), S. B155-B175
- 86) Muth, J. F.: Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts; in: Journal of the American Statistical Association, 55. Jg. (1960), S. 299-306
- 87) Nauss, R. M.: An Efficient Algorithm for the 0-1 Knapsack Problem; in: MS, 23. Jg. (1976), S. 27-31
- 88) Nemhauser, G. L. u. Z. Ullmann: A Note on the Generalized Lagrange Multiplier Solution to an Integer Programming Problem; in: OR, 16. Jg. (1968), S. 450-453
- 89) Nemhauser, G. L. u. Z. Ullmann: Discrete Dynamic Programming and Capital Allocation; in: MS, 15. Jg. (1969), S. 494-505
- 90) Neurath, P.: Grundbegriffe und Rechenmethoden der Statistik für Sozialwissenschaftler; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 241-308

- 91) Nowack, A.: Prognose bei unregelmäßigem Bedarf; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 93-105
- 92) Olivier, G.: Die statistische Prognose in der Lagerdisposition; in: ZfOR, 16. Jg. (1972), S. B169-B189
- 93) Orth, L.: Die Eignung der Losgrößenformel als Instrument der Produktionsplanung; in: ZfhF, 13. Jg. (1961), S. 738-749
- 94) Pack, L.: Optimale Bestellmenge und optimale Losgröße - Zu einigen Problemen ihrer Ermittlung; in: ZfB, 33. Jg. (1963), S. 465-492
- 95) Pack, L.: Optimale Bestellmenge und optimale Losgröße - Zu einigen Problemen ihrer Ermittlung - (Zweiter Teil); in: ZfB, 33. Jg. (1963), S. 573-594
- 96) Packer, A. H.: Simulation and Adaptive Forecasting as Applied to Inventory Control; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 660-679
- 97) Pandit, S. N. N.: The Loading Problem; in: OR, 10. Jg. (1962), S. 639-646
- 98) Petersen, C. C.: Computational Experience with Variants of the Balas Algorithm Applied to the Selection of R&D Projects; in: MS, 13. Jg. (1967), S. 736-750
- 99) Powell, M. J. D.: An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives; in: The Computer Journal, 7. Jg. (1964), S. 155-162
- 100) Pressmar, D. B.: Zur optimalen Bestimmung einer nichtstationären Losgrößenpolitik unter Berücksichtigung von Verzugs Mengenkosten; in: ZfB, 47. Jg. (1977), S. 609-632
- 101) Reif, K.: Verfahren der Bedarfsermittlung; in: IBM-Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 177, S. 127-133
- 102) Riehm, H.-O.: Menschliche Probleme in der Arbeitsvorbereitung bei Einführung der elektronischen Datenverarbeitung; in: Bussmann, K. F. u. P. Mertens (Hrsg.): Operations Research und Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung, Stuttgart 1968, S. 406ff
- 103) Ryffel, F.: Bewirtschaftung eines Gießereimodellmagazins; in: IO, 30. Jg. (1961), S. 481-484
- 104) Salkin, H. M.: The Knapsack Problem: A Survey; in: NRLQ, 22. Jg. (1975), S. 127-144

- 105) Sauermann, H. u. R. Selten: Anspruchsanpassungstheorie der Unternehmung; in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Band 118 (1962), S. 577-597
- 106) Scheuch, E. K.: Das Interview in der Sozialforschung; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 136-196
- 107) Scheuch, E. K.: Auswahlverfahren in der Sozialforschung; in: König, R. (Hrsg.): Handbuch der Empirischen Sozialforschung, 1. Band, 2. Aufl., Stuttgart 1967, S. 309-347
- 108) Schmidt, H.: Lagerhaltung und Simulation; in: IBM-Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 176, S. 17-27
- 109) Schmierer, C.: Tabellenanalyse; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 2, München 1975, S. 86-154
- 110) Schneeweiß, H.: Ein allgemeines Schema des stochastischen Programmierens; in: Statistische Hefte, 3. Jg. (1962), S. 131-157
- 111) Schneeweiß, H.: Nutzenaxiomatik und Theorie des Messens; in: Statistische Hefte, 4. Jg. (1963), S. 178-220
- 112) Schneeweiß, H.: Das Grundmodell der Entscheidungstheorie; in: Statistische Hefte, 7. Jg. (1966), S. 125-137
- 113) Schneider, D.: Anpassungsfähigkeit und Entscheidungsregel unter Ungewißheit; in: ZfbF, 24. Jg. der ZfhF - Neue Folge (1972), S. 745-757
- 114) Schröder, M.: Einführung in die kurzfristige Zeitreihenprognose und Vergleich der einzelnen Verfahren; in: Mertens, P. (Hrsg.): Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973, S. 21-71
- 115) Schulte, H. u. J. Carvajal: Lagerhaltungsmodelle in Zusammenhang mit der elektronischen Datenverarbeitung; in: Elektronische Datenverarbeitung, 10. Jg. (1968), S. 426-434
- 116) Shapiro, J. F. u. H. M. Wagner: A Finite Renewal Algorithm for the Knapsack and Turnpike Models; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 319-341
- 117) Shapiro, J. F.: Dynamic Programming Algorithms for the Integer Programming Problem-I: The Integer Programming Problem Viewed as a Knapsack Type Problem; in: OR, 16. Jg. (1968), S. 103-121
- 118) Shapiro, J. F.: Generalized Lagrange Multipliers in Integer Programming; in: OR, 19. Jg. (1971), S. 68-76

- 119) Simon, H.A.: A Behavioral Model of Rational Choice; in: The Quarterly Journal of Economics, 69. Jg. (1955), S. 99-118
- 120) Simon, H.A.: Dynamic Programming under Uncertainty with a Quadratic Criterion Function; in: Econometrica, 24. Jg. (1956), S. 74-81
- 121) Simon, H.A.: Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science; in: The American Economic Review, 49. Jg. (1959), S. 253-283
- 122) Soom, E.: Optimale Materialbewirtschaftung; in: IO, 31. Jg. (1962), S. 191-202
- 123) Stillhammer, M.: SAVOY; in: data report, 3. Jg. (1968), Heft 2, S. 12-17
- 124) Stong, R.E.: A Note on the Sequential Unconstrained Minimization Technique for Non-linear Programming; in: MS, 11. Jg. (1965), S. 142-144
- 125) Stützel, W.: Die Relativität der Risikobeurteilung von Vermögensbeständen; in: Hax, H. (Hrsg.): Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Köln-Opladen 1970, S. 9-26
- 126) Torgersen, P.E.: Defining the Progress Function; in: Factory, W.J. u. J. Banks (Hrsg.): Procurement and Inventory Systems, New York-Amsterdam-London 1967, S. 219ff
- 127) Trigg, W.: Monitoring a Forecasting System; in: ORQ, 15. Jg. (1964), S. 271-274
- 128) Trigg, W. u. A.G. Leach: Exponential Smoothing with an Adaptive Response Rate; in: ORQ, 18. Jg. (1967), S. 53-59
- 129) Wedekind, H.: Ein Vorhersagemodell für sporadische Nachfragemengen bei der Lagerhaltung; in: AuPf, 9. Jg. (1968), S. 1-11
- 130) Weinberg, F.: Der Betriebsingenieur und die Mathematik; in: IO, 29. Jg. (1960), S. 341-346
- 131) Weinberg, F.: Bewirtschaftung von Lagern mit Leihbetriebscharakter; in: IO, 29. Jg. (1960), S. 381-384
- 132) Weingartner, H.M.: Capital Budgeting of Interrelated Projects: Survey and Synthesis; in: MS, 12. Jg. (1966), S. 485-516
- 133) Weingartner, H.M. u. D.N. Ness: Methods for the Solution of the Multidimensional 0/1 Knapsack Problem; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 83-103

- 134) Wetzel, W.: Univariable mikro-ökonomische Prognosemodelle mit exponentieller Gewichtung der Beobachtungswerte; in: Metrika, 6. Jg. (1963), S. 155-186
- 135) Wilk, L.: Die postalische Befragung; in: Holm, K. (Hrsg.): Die Befragung 1, München 1975, S. 187-200
- 136) Winters, P.R.: Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages; in: MS, 6. Jg. (1960), S. 324-342
- 137) Young, H.A.: Note on Computing Optimum Discrete Allocations; in: OR, 13. Jg. (1965), S. 499-503
- 138) Yu Sang Chang u. P. Niland: A Model for Measuring Stock Depletion Costs; in: OR, 15. Jg. (1967), S. 427-447
- 139) Zschocke, D.: Die Behandlung von Entscheidungsproblemen mit Hilfe des Dynamischen Programmierens; in: Ufo, 8. Jg. (1964), S. 101-127