

Sonderdruck aus:

# Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Uwe Blien, Alexander Reinberg, Manfred Tessaring

Die Ermittlung der Übergänge zwischen Bildung  
und Beschäftigung

23. Jg./1990

**2**

## **Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)**

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

### *Hinweise für Autorinnen und Autoren*

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104 zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter [http://doku.iab.de/mittab/hinweise\\_mittab.pdf](http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf). Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: [ursula.wagner@iab.de](mailto:ursula.wagner@iab.de)).

### **Herausgeber**

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)  
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB  
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim  
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover  
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit  
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin  
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.  
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau  
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit  
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

### **Begründer und frühere Mitherausgeber**

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,  
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

### **Redaktion**

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB), 90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: [ulrike.kress@iab.de](mailto:ulrike.kress@iab.de); (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: [gerd.peters@iab.de](mailto:gerd.peters@iab.de); (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: [ursula.wagner@iab.de](mailto:ursula.wagner@iab.de); Telefax (09 11) 1 79 59 99.

### **Rechte**

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

### **Herstellung**

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

### **Verlag**

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: [waltraud.metzger@kohlhammer.de](mailto:waltraud.metzger@kohlhammer.de), Postscheckkonto Stuttgart 163 30. Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309. ISSN 0340-3254

### **Bezugsbedingungen**

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten; Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

### **Zitierweise:**

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)  
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)  
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

**Internet:** <http://www.iab.de>

# Die Ermittlung der Übergänge zwischen Bildung und Beschäftigung

## Methodische Werkzeuge und Ergebnisse der Bildungsgesamtrechnung des IAB

Uwe Blien, Mannheim, und Alexander Reinberg, Manfred Tessaring\*)

Zielsetzung der Bildungsgesamtrechnung (BGR) des IAB ist es, die Bestände und Bewegungen von Personen im Bildungs- und Ausbildungswesen, in Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit sowie die Übergänge zwischen diesen Bereichen in zugleich umfassender und geschlossener Weise nachzuzeichnen. Die Ermittlung der Übergangsstrukturen soll als Grundlage für weiterführende Analysen und Prognosen der Bildungsnachfrage und des strukturierten Arbeitskräfteangebots dienen. Der Beitrag vermittelt zunächst einen Überblick über die methodischen Grundlagen zur Schätzung der Übergänge. Im zweiten Teil werden einige ausgewählte Ergebnisse zur Diskussion gestellt.

Für die Ermittlung der Übergänge liegen zwar zahlreiche Einzelinformationen vor; sie weisen jedoch eine sehr unterschiedliche Disaggregation, Abgrenzung und Repräsentativität auf. Daher wurde für die BGR ein Verfahren entwickelt, mit dem aus diesen heterogenen Übergangsdaten ein konsistentes Gesamtbild aller Bewegungen ermittelt werden kann.

In Anlehnung an das Prinzip der „Entropieoptimierung“ wurde dieses Verfahren ENTROP genannt. Es stellt eine Weiterentwicklung und Verallgemeinerung des z. B. aus der Input-Output-Rechnung bekannten RAS-Verfahrens dar. Der wesentliche Unterschied zum RAS-Verfahren besteht darin, daß sowohl „harte“ als auch „weiche“ Informationen zu einzelnen Übergängen berücksichtigt werden können. Damit wird es möglich, inhaltlich-theoretische Kriterien zur Schätzung der quantitativen Übergangsstrukturen einzubeziehen.

Die Schätzung solcher Übergangsstrukturen mit unterschiedlichen Verfahren wird an Beispielen demonstriert. Abschließend werden die Grundergebnisse der Übergangsberechnungen der BGR vorgestellt. Sie zeigen für den Zeitraum 1975-1985 den deutlichen Wandel des Übergangsverhaltens nach der „1. Schwelle“ (nach Abschluß der Allgemeinbildung) und nach der „2. Schwelle“ (Übergang nach der Ausbildung). Insbesondere die rückläufigen Ausbildungschancen von Hauptschulabgängern und die in dieser Periode gesunkene Studienneigung zugunsten anderer Ausbildungsgänge werden im Rahmen der Gesamtrechnung quantitativ belegt.

### Gliederung

1. Einführung
  2. Das Grundkonzept der Bildungsgesamtrechnung
  3. Einsatz des RAS-Verfahrens zur Ermittlung der Bestandsdaten
    - 3.1 Problemstellung
    - 3.2 Darstellung und Eigenschaften des Verfahrens
  4. Optimierung der relativen Entropie
  5. Vorgaben für eine verallgemeinerte Methode zur Ermittlung der Bewegungen im Bildungs- und Beschäftigungssystem
  6. Das ENTROP-Verfahren
    - 6.1 Formalisierung der Zusatzinformationen für die Schätzung einer Übergangsmatrix
    - 6.2 Der Algorithmus des ENTROP-Verfahrens
  7. Exemplarische Darstellung der Schätzung von Übergängen in der BGR: Vorgabematrix, RAS- und ENTROP-Schätzungen
  8. Ausgewählte und zusammengefaßte Ergebnisse zu den Bewegungen im Bildungs- und Beschäftigungssystem
    - 8.1 Übergänge nach der „ersten Schwelle“
    - 8.2 Übergänge nach der „zweiten Schwelle“
    - 8.3 „Rückkehr“ in die Ausbildung
  9. Ausblick und weitere Anwendungsmöglichkeiten der BGR
- Literatur  
Anhang

\*) Dr. Uwe Blien ist Mitarbeiter des Zentrums für Umfragen, Methoden und Analysen (ZUMA) in Mannheim, Alexander Reinberg und Dr. Manfred Tessaring sind Mitarbeiter im IAB. Der Beitrag liegt in der alleinigen Verantwortung der Autoren.

Herrn Dr. Friedrich Graef (Institut für Angewandte Mathematik der Universität Erlangen-Nürnberg) sei für die Grundlagenarbeiten zum ENTROP-Verfahren und für die zahlreichen Hilfen bei seiner Anwendung herzlich gedankt.

Das Projekt „Bildungsgesamtrechnung“ (IAB-Projekt 4-320) wird im Rahmen einer Verwaltungsvereinbarung vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft unterstützt.

<sup>1)</sup> Statuspositionen (Konten) sind in der BGR die Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen, Erwerbstätigkeit (gegliedert nach der beruflichen Stellung), Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit.

<sup>2)</sup> vgl. Reyher / Bach (1988)

<sup>3)</sup> Kurz gefaßte Darstellungen der BGR finden sich bei Blien/Tessaring (1986 und 1988). Tessaring / Blien / Fischer / Hofmann / Reinberg (1990) geben einen umfassenden Überblick und Analysen des Datenmaterials auf der Grundlage der Bestandsdaten. Beispiele solcher Analysen finden sich bei Tessaring (1988) und bei Blien/Tessaring. (1989).

### 1. Einführung

Ziel der Bildungsgesamtrechnung (BGR) des IAB ist eine Gesamtbetrachtung der kohortenspezifischen Bestände und Bewegungen im Bildungswesen und zwischen Ausbildung, Arbeitsmarkt und Nichterwerbstätigkeit. Hierbei wird nach einzelnen Institutionen bzw. Statuspositionen<sup>1)</sup> differenziert; sie werden – wie in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der Arbeitskräfte-Gesamtrechnung<sup>2)</sup> – als „Konten“ geführt. Damit soll die Grundlage für verbesserte Analysen und Projektionen von Bildungsnachfrage und Arbeitskräfteangebot geschaffen werden, die sowohl der Bildungs- und Arbeitsmarktforschung als auch der Politik und Planung dieser Bereiche eine tiefere Kenntnis der komplexen Zusammenhänge zwischen Bildung und Beschäftigung vermitteln können als bisher möglich war.<sup>3)</sup>

In der Aufbauphase der BGR wurden zunächst die *Personenbestände* aus der amtlichen Statistik nach Statusarten („Konten“), einzelnen Geburtsjahrgängen und Geschlecht aufgenommen und um fehlende bzw. ungenaue Angaben bereinigt. Der nächste Schritt bestand in der Aufnahme und Berechnung der *Bewegungen* und damit der *Übergänge* zwischen den Institutionen des Bildungs- und Ausbildungswesens und den „angrenzenden“ Statusarten Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit, Nichterwerbstätigkeit. Bereits bei der Bereinigung der Bestandsdaten waren verschiedene methodische Probleme zu lösen; sie stellten sich bei der Ermittlung der Bewegungen in noch gravierenderer Weise: Die verfügbaren quantitativen Informationen entstammen verschiedenen Quellen, die sich hinsichtlich der Erhebungszeitpunkte, der kategorialen Abgrenzung und des Aggregationsgrades beträchtlich unterscheiden. Das Material ist sehr lückenhaft und weist – da oft keine Totalerhebungen zur Verfügung stehen – auch Stichprobenfehler auf (vgl. hierzu die Übersicht im Anhang).

Solche Probleme sind typisch für Gesamtrechnungen, die das Ziel haben, aus Partialbetrachtungen zu einem konsistenten, in sich geschlossenen Gesamtbild zu gelangen. Zur Behebung der Probleme war es also erforderlich,

- die Konsistenz der Daten herzustellen: Dies mußte auf eine Weise geschehen, die die vorhandenen und als weitgehend „gesichert“ anzusehenden Angaben möglichst wenig ändert;
- erkennbare Datenlücken zu schließen: Dazu mußten fehlende Daten unter Nutzung der vorhandenen Informationen möglichst zuverlässig, verzerrungsfrei und nachvollziehbar geschätzt werden.

Um diese doppelte Aufgabe zu bewältigen, wurden verschiedene Methoden eingesetzt. Die Anwendung zweier zentraler Verfahren wird im folgenden dargestellt. Zunächst wird das in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften häufig angewendete *RAS-Verfahren*<sup>4)</sup> diskutiert. Diese Methode wird auch „Algorithmus der Proportionalität“ oder „Iterative Proportional Fitting“ (IPF) genannt und z. B. in den loglinearen Modellen der Statistik eingesetzt. Sie ermöglicht die Berechnung von Tabellen, die einer vorgegebenen Matrix (in einem noch genauer zu definierenden Sinne) „ähnlich“ sind, aber exakt bestimmte Randsummen aufweisen.

Im Mittelpunkt der Darstellung werden jedoch Anwendung und Ergebnisse eines speziellen, für die Zwecke der BGR neu entwickelten Verfahrens stehen, das eine Verallgemeinerung der RAS-Methode darstellt. Es wurde ENTROP genannt, da es auf der Methode der „Entropieoptimierung“ beruht. Dieses Verfahren vermag konsistente Tabellen aus heterogenen Informationen „zusammenzusetzen“, ist unter sehr allgemeinen Bedingungen verwendbar und kann darum auch außerhalb der BGR vielfältig eingesetzt werden.

<sup>4)</sup> Das RAS-Verfahren wurde zunächst für Input-Output-Rechnungen eingesetzt (vgl. *Stone/Bates/Bacharach* 1963). Die Buchstaben „RAS“ bezeichnen ein Matrixprodukt mit R: Diagonalmatrix zur Erfassung des Substitutionseffekts, A: quadratische Matrix der Inputkoeffizienten bzw. der Transaktionen des Basisjahres, S: Diagonalmatrix zur Erfassung des Fabrikationseffekts.

<sup>5)</sup> Von „unechten Kohorten“ wird deshalb gesprochen, weil in der BGR keine Individualdaten (wie etwa in empirischen Erhebungen) verwendet werden. Die Angehörigen der einzelnen Geburtsjahrgänge bestehen dann nicht immer aus denselben Personen; durch Abwanderungen und Todesfälle treten Personen aus, andere kommen durch Zuwanderungen hinzu. Diese genannten Verbleibs- bzw. Herkunftsformen werden jedoch in der BGR separat erfaßt, so daß eine weitgehende Identität der Kohorten gewährleistet ist.

Das ENTROP-Verfahren ermöglicht die Berechnung von Tabellen in einer Weise, bei der einerseits die vorhandenen Informationen optimal genutzt und andererseits willkürliche Verzerrungen vermieden werden. Das Ergebnis der Schätzung kann entsprechend Kriterien aus der Statistik und der formalen Informationstheorie interpretiert werden. Das Verfahren erlaubt – wie die RAS-Methode – die Angabe einer Basistabelle, an deren Struktur jene der zu ermittelnden Matrix (z. B. eine Übergangsmatrix) angelehnt werden soll. Damit eignet es sich

- zur Disaggregation von Daten, die nur in zusammengefaßter Form vorliegen,
- zur Gewichtung von Stichproben, wenn etwa über die Grundgesamtheit eine abweichende Verteilung der Häufigkeit bekannt ist,
- und – für die BGR typisch – zur Ermittlung von Tabellen aus heterogenen, inkompatiblen und unvollständigen Angaben (etwa zu einzelnen Übergängen im Bildungs-/Ausbildungswesen oder zwischen Ausbildung und Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit).

Ein Demonstrationsbeispiel zur praktischen Anwendung des ENTROP-Verfahrens in der BGR sowie die Darstellung einiger Grundergebnisse bilden den zweiten Teil des vorliegenden Beitrags. Der Vergleich der Übergangsstrukturen 1975, 1980 und 1985 zeigt die grundlegenden Veränderungen der Übergänge zwischen Bildungswesen, Arbeitsmarkt und Nichterwerbstätigkeit.

## 2. Das Grundkonzept der Bildungsgesamtrechnung

Die BGR will den Strukturwandel der Bildungs- und Erwerbsbeteiligung der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland in ihren Einzelkomponenten sichtbar machen. Schwerpunkt ist das Bildungswesen, also die Allgemeinbildung und die berufliche Bildung einschließlich der Hochschulausbildung. Darüber hinaus werden die Bereiche der Erwerbs-, Nichterwerbstätigkeit und Arbeitslosigkeit einbezogen. Über einen langen Zeitraum hinweg (ab 1960) werden die *Bestände* an Personen in verschiedenen Statusarten sowie (für den Zeitraum ab 1975) die *Bewegungen*, die zur Veränderung dieser Bestände geführt haben, nachgezeichnet. Bewegungen sind die Gesamtzu- bzw. -abgänge in die/aus den einzelnen Statuspositionen (Bildung, Ausbildung, Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit usw.); werden die Zu- und Abgänge nach ihrer Herkunft bzw. ihren Zielen spezifiziert, handelt es sich um *Übergänge*.

In der BGR werden keine Einzelpersonen, sondern Personengruppen betrachtet, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt und in einem bestimmten Alter im Bildungs- und Ausbildungswesen, im Erwerbsleben oder am Rande (z. B. Arbeitslose) bzw. außerhalb (Nichterwerbspersonen) befinden. Jede zur Bevölkerung zählende Person muß zu einem Stichtag (Jahresanfang, Jahresende) in genau *eine* der betrachteten Kategorien fallen. Um Überschneidungen zwischen den Bereichen auszuschließen, werden in der BGR also nur die Vollzeitrichtungen des Bildungs- und Ausbildungswesens und – da es sich um den Vergleich der Statuspositionen zum Jahresanfang und -ende handelt – nur solche mit einer Ausbildungsdauer von mindestens einem Jahr einbezogen. Alle Personengruppen werden nach ihrem Geschlecht und einzelnen Geburtsjahren aufgliedert. Hieraus werden „unechte Kohorten“<sup>5)</sup> gebildet (also Personen, die im gleichen Jahr geboren wurden) und in ihrem Durchlauf durch das Bildungs- und Beschäftigungssystem analysiert.

Jede Statusart wird (ähnlich wie in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der Arbeitskräfte-Gesamtrechnung des IAB) als „Konto“ geführt. Für jedes Kalenderjahr, jedes Konto und jede Einzelkohorte werden zunächst ermittelt: Jahresanfangsbestand (JA), Zugänge bis Jahresende (ZU), Abgänge bis Jahresende (AB), Jahresendbestand (JE). Es gilt  $JE = JA + ZU - AB$ . Die Abgänge und Zugänge werden weiterhin nach ihrem Abgangsziel bzw. ihrer Herkunft aufgegliedert (Übergänge): Die Abgänge stellen gleichzeitig immer auch die Zugänge in bzw. die Herkunft aus anderen Konten dar und umgekehrt. So entspricht z. B. der Abgang „aus Hochschulen in Erwerbstätigkeit“ stets dem Zugang „in Erwerbstätigkeit aus Hochschulen“.

Es werden folgende *Kontengruppen* gebildet:

- allgemeinbildende Schulen
- berufliche Schulen
- betriebliche Ausbildung
- schulische berufliche Fortbildung
- Hochschulausbildung
- Wehrdienst/Zivildienst

<sup>6)</sup> In den Übergangsberechnungen werden für die allgemeinbildenden Schulen nur die Abgänge, gegliedert nach drei Abschlußarten (mit/ohne Hauptabschluß, mit mittlerem Abschluß, mit Hochschulreife) einbezogen. Zur Übersicht über die in die Übergangsberechnungen einbezogenen Konten vgl. Kap. 7.

- (sonstige) Erwerbstätigkeit, ohne Auszubildende
- Arbeitslosigkeit
- Nichterwerbstätigkeit (ohne Personen in Bildung und Ausbildung)
- und als Summe die gesamte Wohnbevölkerung.

Jede Kontengruppe wird weiter untergliedert, z. B. nach einzelnen Schul- oder Ausbildungsgängen oder nach der Stellung im Beruf. Insgesamt werden 18 Bildungs-/Ausbildungskonten und 5 Erwerbskonten betrachtet.<sup>6)</sup> Die in den Konten ausgewiesenen Bestandsdaten mit den zugrundeliegenden -Strukturen entstammen ausschließlich „amtlichen“ Statistiken, also den Bildungs- und Erwerbsstatistiken, der Arbeitslosenstatistik, Beschäftigtenstatistik, den Volkszählungen/Mikrozensus sowie der Arbeitskräfte-Gesamtrechnung (AGR) des IAB. Alle Basisdaten wurden um fehlende, widersprüchliche oder sich überschneidende Angaben bereinigt und auf das Jahresende umgerechnet. Es werden grundsätzlich keine Individualdaten verwendet.

Als Beispiel wird in der *Tabelle 1* eine für die BGR typische Tabelle mit *Personenbeständen* dargestellt. Die Tabelle zeigt – ausschnitthaft für die Jahre 1960, 1975 und 1985 – die Aufgliederung der Bestände (Männer und Frauen zusammengefaßt) jeweils zum Stichtzeitpunkt „Jahresende“ (entspricht dem Anfangsbestand des folgenden Jahres), nach Geburtsjahrgängen (umgerechnet in Altersjahre) und zusammengefaßten Statusarten (Konten). Hieraus lassen

**Tabelle 1: Der Bestand an Personen im Bildungs- und Beschäftigungssystem 1960 – 1975 – 1985 in Tsd. (jeweils Jahresende)**

1960								
Alter in Jahren	ASW 001	BSW 002	BL 003	HS 004	EWT 005	ALO 006	NEP 007	WB 008
15	183,0	32,7	244,3		81,3	2,9	17,8	562,0
16	159,0	34,8	384,3		164,2	4,3	17,4	764,0
17	107,1	33,6	282,0		346,3	6,6	13,4	789,0
18	67,5	30,4	114,9	1,7	533,7	7,9	22,0	778,0
19	50,6	30,8	71,4	15,1	755,3	9,1	25,8	958,0
20	20,7	23,4	29,4	37,2	874,5	10,9	50,0	1046,0
21	5,7	15,4	11,2	45,9	895,4	11,2	58,2	1043,0
22	1,4	10,9	3,5	46,7	810,6	9,4	99,5	982,0
23	0,5	8,4	2,1	41,8	736,4	8,3	121,4	919,0
24	0,5	6,4	1,5	33,8	705,9	7,8	150,1	906,0
25	0,1	4,7	1,0	23,3	651,5	7,3	193,0	881,0
26	0,0	3,1	0,5	15,0	599,3	6,6	209,5	834,0
27	0,0	2,1		7,6	468,1	4,8	198,4	681,0
28	0,0	1,6		5,0	468,4	4,5	216,5	696,0
29	0,0	1,3		3,9	487,5	4,7	218,6	716,0
30	0,0	1,2		3,2	538,1	5,3	232,2	780,0
31		1,0		2,3	528,3	4,9	231,5	768,0
32		0,8		1,8	552,5	5,1	227,8	788,0
33		0,6		1,4	531,9	4,9	205,2	744,0
34		0,5		1,0	523,2	4,9	215,4	745,0
35		0,4		0,8	529,0	4,6	235,1	770,0
36		0,3		0,6	490,0	4,1	225,9	721,0
37		0,3		0,5	488,7	4,1	230,4	724,0
38		0,2		0,4	526,0	4,4	238,0	769,0
39		0,2		0,3	563,3	4,9	239,3	808,0
40		0,2		0,3	566,8	5,1	248,6	821,0
41		0,1		0,3	434,9	4,0	191,7	631,0
42		0,1		0,2	255,6	2,4	171,7	430,0
43		0,1		0,2	241,7	2,4	169,6	414,0
44		0,1		0,2	268,3	2,6	188,9	460,0
45		0,1		0,1	359,2	3,5	246,0	609,0
46		0,1		0,1	501,4	4,7	269,7	776,0
47		0,0		0,1	545,6	5,3	246,0	797,0
48		0,0		0,1	612,7	6,4	203,8	823,0
49		0,0		0,0	585,1	6,5	193,3	785,0

Fortsetzung →

sich z. B. differenzierte Altersstrukturen (Spaltenprozentuierung) oder Beteiligungsquoten (Zeilenprozentuierung) einzelner Altersjahrgänge berechnen. Faßt man die vier Bildungs-/Ausbildungsbereiche in der Tabelle 1 zusammen und bezieht sie auf die Zeilensumme (Bevölkerung), so ergibt sich etwa für die 18jährigen ein Anstieg der gesamten Bildungsbeteiligung von 27,6% (1960) auf 78,4% (1985).

Die differenzierten Bestandsdaten bilden den Ausgangspunkt für die Ermittlung von Personenströmen bzw. *Bewegungen*. Dazu wird das „Schicksal“ der verschiedenen einzelnen Geburtsjahrgangskohorten für jeweils aufeinanderfolgende Jahre verglichen. Man betrachtet also, welche Anzahl von Personen in einem bestimmten Konto verbleibt und wieviele in welche andere Konten wechseln. Um ein Beispiel zu verwenden: Die Gruppe der Studenten eines bestimmten Geburtsjahrgangs wird aufgegliedert in die Teilgruppe jener Studenten, die sich im folgenden Jahr noch an den Hochschulen befinden („stayer“) und in diejenigen Teilgruppen, die in der inzwischen vergangenen Zeit in definierte andere Konten gewechselt sind.

Diese Personenströme zwischen den verschiedenen Konten werden in der BGR in nahezu voller Aufgliederung festgehalten. Hat das System m Zeilen und n Spalten, so kann die gesamte Strominformation in einer sogenannten „Übergangsmatrix“ mit m \* n verschiedenen Übergängen zusammengestellt werden. In der BGR hat die – gegenüber der

Bestandsrechnung (vgl. Tab. 1) etwas reduzierte – Strommatrix für jedes Kalenderjahr und jede Einzelkohorte die Dimension von 20 x 17 = 340 Übergangszellen (vgl. Kap. 7 und die Tabelle 4 im Anhang). Die Kontenbestände zum jeweiligen Jahresanfang (Zeilensumme) und Jahresende (Spaltensumme) bilden dabei die Randsummen der Übergangsmatrix. Die Konsistenz von Beständen und Bewegungen ist damit formal gewährleistet.

### 3. Einsatz des RAS-Verfahrens zur Ermittlung der Bestandsdaten

#### 3.1 Problemstellung

Die Hauptaufgabe der ersten Phase des Aufbaus der BGR bestand in der Übernahme bzw. Ermittlung von Personenbeständen für die betrachteten Statusarten.<sup>7)</sup> Als *Datenquellen* dienen u. a. die amtliche Bildungsstatistik sowie – für die Erwerbskonten – die Erwerbsstatistiken und insbesondere die Arbeitskräfte-Gesamtrechnung (AGR) des IAB. Allerdings differenziert die AGR nicht nach einzelnen Geburts- bzw. Altersjahren. Darum mußte die Altersverteilung für die Erwerbskonten gesondert ermittelt werden.

Dazu kann beispielsweise auf Mikrozensusergebnisse zurückgegriffen werden. Der Mikrozensus ist jedoch keine Totalerhebung wie etwa die Bildungsstatistiken, sondern eine 1%-Stichprobe der Bevölkerung; er enthält also Stichprobenfehler, die mit zunehmender Disaggregation größer werden. Außerdem sind die Statusarten gegenüber den

<sup>7)</sup> vgl. dazu im einzelnen: Tessaring u. a. (1990)

noch Tabelle 1

1975

Alter in Jahren	ASW 001	BSW 002	BL 003	HS 004	EWT 005	ALO 006	NEP 007	WB 008
15	652,8	89,9	163,3	0,0	29,2	6,0	27,3	968,5
16	327,2	121,5	355,4	0,1	83,5	17,9	38,1	943,6
17	198,0	96,3	386,2	0,6	166,8	25,3	31,4	904,6
18	142,1	80,9	246,8	9,6	328,1	40,2	43,9	891,5
19	64,3	67,2	111,7	45,0	487,4	42,4	51,5	869,5
20	17,6	42,3	34,1	79,6	557,0	43,3	65,5	839,4
21	5,1	26,2	11,7	102,3	581,2	43,5	79,5	849,5
22	3,0	20,5	6,0	107,2	555,4	43,4	93,9	829,5
23	1,9	18,2	4,2	100,1	565,3	42,0	118,6	850,3
24	1,3	15,1	3,2	84,8	558,8	44,9	132,2	840,3
25	0,8	12,0	2,3	73,3	586,1	44,5	155,6	874,7
26	0,6	9,4	1,4	58,7	594,9	42,1	173,0	880,0
27	0,4	7,2	0,6	42,9	581,6	38,1	170,6	841,4
28	0,2	5,5		30,9	545,0	34,4	178,4	794,5
29	0,1	4,3		20,9	521,1	31,1	157,1	734,7
30	0,1	3,4		14,1	439,9	27,6	150,4	635,5
31	0,1	3,0		14,5	578,8	29,6	199,9	825,9
32	0,1	2,5		11,5	598,8	28,6	202,5	844,0
33	0,1	2,1		8,2	603,4	27,1	190,0	830,8
34	0,0	1,9		7,1	719,7	30,5	237,2	996,4
35	0,0	1,6		5,6	779,0	31,9	261,3	1079,3
36	0,0	1,4		4,3	774,0	29,2	255,5	1064,3
37		1,3		3,2	735,5	27,4	239,2	1006,5
38		1,2		2,4	687,1	25,3	231,8	947,8
39		1,1		1,8	689,4	24,3	221,2	937,8
40		1,0		1,5	665,0	24,1	224,8	916,4
41		0,9		1,2	634,0	23,1	207,1	866,2
42		0,8		1,0	516,2	19,4	177,4	714,8
43		0,7		0,9	521,9	18,9	179,3	721,6
44		0,6		0,7	538,7	19,4	183,7	743,2
45		0,5		0,6	581,2	20,2	195,5	798,0
46		0,4		0,5	561,4	18,9	202,9	784,1
47		0,3		0,4	571,3	19,3	207,5	798,8
48		0,3		0,3	523,2	18,3	210,0	752,0
49		0,2		0,2	516,7	17,7	213,3	748,0

Fortsetzung →

Konventionen der BGR zum Teil abweichend definiert und der Stichtag der Erhebung liegt nicht am Jahresende.

Derartige Probleme wirken sich für die BGR besonders störend aus, da sie der Forderung nach der *Konsistenz* einer Gesamtrechnung nicht gerecht werden würden: Die Bildungs- und Erwerbskonten in der BGR sind so definiert, daß sie einen vollständigen und überschneidungsfreien Überblick über die Verteilung jeder einzelnen Geburtsjahrgangskohorte auf die einzelnen Statusarten ergeben. Die Gesamtstärke eines Geburtsjahrgangs ist aus der Bevölkerungsstatistik bekannt. Jede Kohorte wird – wie erwähnt – zu einem Stichtzeitpunkt nur *einer* der vorgegebenen Kategorien zugeordnet. Würden die Mikrozensusdaten allein und unverändert in die BGR-Tabellen übernommen und den Bildungsdaten hinzugerechnet, ergäben sich – zum Teil erhebliche – Abweichungen zu den feststehenden Randsummen (hier: Jahrgangsstärke der Bevölkerung).

In der folgenden Darstellung steht die Verteilung eines jeden Geburtsjahrgangs auf die Einzelkonten in den Zeilen, die altersmäßige Zusammensetzung jedes Kontos in den Spalten.

Ein einfaches Ausgleichsverfahren, nach dem zum Beispiel die zu verzeichnenden Differenzen der Zeilensummen zur vorgegebenen Jahrgangsstärke prozentual auf die Einzelkonten verteilt werden, bringt keine Lösung des Problems, denn dann müßten auch die Gesamtbestände der einzelnen Konten, d. h. die Spaltensummen, verändert werden. Umgekehrt würde eine Anpassung der Spalten zu Abweichungen in den Zeilensummen führen. Gesucht ist also eine Methode, mit der Zeilen und Spalten gleichzeitig so angepaßt werden, daß sowohl die Konsistenz mit den vorgegebenen Randsummen gewahrt als auch die Struktur der Ausgangstabelle möglichst wenig verändert wird.

In den Tabellen 2-4, die die Erwerbskonten der BGR verkörpern, wird das Problem schematisch veranschaulicht. Tabelle 2 symbolisiert zunächst eine Verteilung für ein bestimmtes Berichtsjahr, wie sie sich etwa aus Mikrozensus-Daten ergeben würde.

Hierbei stehen die  $u_{ij}$  für die Anzahl der Personen in einem bestimmten Alter, die sich gemäß Mikrozensus in einem definierten Status befinden, (i bezeichnet einen bestimmten Geburtsjahrgang, also eine Zeile, j bezeichnet eine bestimmte Statusart, also eine Spalte; die *Gesamtzahl* aller Zeilen ist I, die der Spalten ist J).

noch Tabelle 1

1985

Alter in Jahren	ASW 001	BSW 002	BL 003	HS 004	EWT 005	ALO 006	NEP 007	WB 008
15	732,5	49,4	45,7	0,0	0,7	1,0	1,6	830,9
16	521,9	154,4	215,7	0,1	4,7	10,2	11,9	918,9
17	309,5	170,2	413,0	0,1	40,8	27,4	22,9	983,9
18	238,4	122,5	438,3	2,1	139,1	50,4	31,3	1022,1
19	112,1	96,7	333,8	36,6	360,0	74,3	47,3	1060,9
20	28,4	75,1	183,0	82,9	547,7	94,6	59,2	1070,9
21	6,9	48,7	92,3	125,1	656,9	94,4	71,3	1095,6
22	3,8	30,9	38,4	148,8	683,8	90,7	88,9	1085,3
23	2,4	20,6	21,2	154,2	662,6	81,9	103,7	1046,7
24	1,8	15,3	14,5	154,2	654,2	85,4	113,4	1038,8
25	1,4	10,9	11,0	133,2	645,9	80,4	129,7	1012,7
26	1,2	8,1	8,6	108,5	633,4	80,4	144,1	984,3
27	0,9	6,0	6,6	85,2	619,8	72,2	154,0	944,7
28	0,7	4,9	4,8	66,9	606,7	72,9	170,9	927,7
29	0,5	3,6	3,0	51,3	602,2	69,8	173,1	903,4
30	0,3	2,8	1,4	39,4	583,9	65,2	176,9	870,0
31	0,2	2,2		30,9	600,5	62,2	177,5	873,6
32	0,2	1,8		23,7	581,8	56,5	178,6	842,5
33	0,2	1,4		18,6	601,2	53,5	178,9	853,8
34	0,1	1,2		14,3	593,4	53,2	174,1	836,3
35	0,1	0,9		11,7	602,8	61,4	187,6	864,5
36	0,1	0,7		9,4	621,5	46,2	183,7	861,6
37	0,0	0,6		7,2	592,9	43,7	172,2	816,7
38	0,0	0,5		5,6	558,7	38,8	163,1	766,8
39		0,5		4,5	504,1	38,0	158,5	705,5
40		0,4		4,0	451,1	30,6	122,6	608,7
41		0,4		3,5	588,7	39,4	166,3	798,3
42		0,3		3,1	596,2	38,8	178,2	816,7
43		0,3		2,7	598,0	35,7	163,8	800,5
44		0,2		2,4	707,3	43,5	212,0	965,4
45		0,2		2,0	753,3	46,1	239,6	1041,3
46		0,2		1,6	730,6	44,9	250,1	1027,4
47		0,1		1,2	676,9	42,8	247,8	968,9
48		0,1		0,9	637,4	39,8	233,4	911,6
49		0,1		0,5	609,7	39,0	251,1	900,4

**Abkürzungen**

ASW	Allgemeinbildendes Schulwesen	EWT	Erwerbstätige (ohne Auszubildende)
BSW	Berufliches Schulwesen	ALO	Arbeitslose
BL	Betriebliche Lehre	NEP	Nichterwerbspersonen (ohne Personen in Bildung und Ausbildung)
HS	Hochschulen	WB	Wohnbevölkerung

Quelle: IAB/BGR

**Tabelle 2: Aus Mikrozensusergebnissen bekannte Vorgabematrix für die Erwerbskonten**

	Statusarten (Konten)				Summe
	EWT	ALO	...	NEP	
Geburtsjahrgänge	$u_{11}$	$u_{12}$	...	$u_{1J}$	
	$u_{21}$	$u_{22}$	...	$u_{2J}$	
	.	.	.	.	
	.	.	.	.	
	$u_{i1}$	$u_{i2}$	...	$u_{iJ}$	
Summe					

EWT: Erwerbstätige; ALO: Arbeitslose; NEP: Nichterwerbspersonen (ohne Personen in Bildung und Ausbildung)

Tabelle 3 enthält die vorgegebenen Randsummen: Die  $b_{2i}$  sind die aus der AGR übernommenen Gesamtsummen der einzelnen Konten. Die  $b_{1i}$  sind die Summen aller Personen eines jeweiligen Geburtsjahrgangs, die sich nicht (mehr) im Bildungswesen befinden. Diese Angaben werden gewonnen, indem von der gesamten Jahrgangsstärke (Quelle: Bevölkerungsstatistik) die Anzahl der Schüler des entsprechenden Alters (Quelle: Bildungsstatistik) abgezogen wird.

**Tabelle 3: Bekannte Randsummen der Erwerbskonten**

	Statusarten (Konten)				Summe
	EWT	ALO	...	NEP	$b_{1i}$
Geburtsjahrgänge					$b_{11}$
					$b_{12}$
					.
					.
					$b_{1I}$
Summe $b_{2j}$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2J}$	

Tabelle 4 schließlich zeigt das angestrebte Ergebnis: Eine mit den Randsummen konsistente Matrix. Die zunächst unbekanntes Matrixelemente sind die  $x_{ij}$ .

**Tabelle 4: Ermittelte Ergebnistabelle**

	Statusarten (Konten)				Summe
	EWT	ALO	...	NEP	$b_{1i}$
Geburtsjahrgänge	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1J}$	$b_{11}$
	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2J}$	$b_{12}$
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{iJ}$	$b_{1I}$
Summe $b_{2j}$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2J}$	

### 3.2 Darstellung und Eigenschaften des Verfahrens

Für die Lösung des in Kap. 3.1 beschriebenen Problems - Anpassung einer Tabelle an vorgegebene Randsummen - wurden verschiedene Verfahren entwickelt. Besonders

<sup>8)</sup> vgl. dazu die Beispiele bei Jaksch / Conrad (1972), S. 135

<sup>9)</sup> vgl. Wauschkuhn (1982)

<sup>10)</sup> vgl. z. B. das Lehrbuch von Holub / Schnabl (1982)

häufig wird das sogenannte RAS-Verfahren angewendet. Kennzeichnend für diese Methode ist die abwechselnde prozentuale Anpassung der Zeilen und Spalten in aufeinanderfolgenden Iterationen: Zunächst werden die Zeilensummen angepaßt, anschließend werden neue Spaltensummen gebildet und dann die Abweichungen zu den vorgegebenen Spaltensummen *proportional* auf die neu berechneten Tabellenzeilen verteilt. Damit entstehen neue Abweichungen bei den Zeilensummen, die wiederum nach dem

$$x_{ij}^{(t+1)} = \frac{b_{1i} \cdot x_{ij}^{(t)}}{\sum_k x_{ik}^{(t)}} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, I \\ j = 1, \dots, J \end{matrix} \quad (1 a)$$

und

$$x_{ij}^{(t+2)} = \frac{b_{2j} \cdot x_{ij}^{(t+1)}}{\sum_k x_{kj}^{(t+1)}} \quad (1 b)$$

Hierbei gibt  $t$  den aktuell laufenden Iterationsschritt an;  $k$  ist der Laufindex für die Zeile bzw. Spalte, die im aktuellen Schritt angepaßt wird. Als Startwerte für die  $x_{ij}$  werden die Werte der Vorgabetabelle  $u_{ij}$  verwendet.

Mit der RAS-Methode werden Zeilen und Spalten abwechselnd immer wieder solange von neuem berechnet, bis die Differenzen zwischen den aktuell errechneten und den vorgegebenen Summen kleiner werden als eine zuvor definierte Abbruchschranke.

Die weite Verbreitung der RAS-Methode wurde dadurch begünstigt, daß die Rechnung sehr schnell konvergiert,<sup>8)</sup> d. h. die Abweichungen zwischen den vorgegebenen und den berechneten Randsummen rasch kleiner werden. Das Ergebnis hat darüber hinaus einige *Eigenschaften*<sup>9)</sup>, die bei der Berechnung von Häufigkeitsverteilungen sehr wichtig sind:

- *Nullerhaltung*: Tabellenzellen, die in der Basistabelle Null sind, bleiben auch in der Ergebnistabelle Null.
- *Nichtnegativität*: Die ermittelten Tabellenzellen sind größer oder gleich Null.
- *Doppelte Proportionalität*: Veränderungen der Randsummen werden *proportional* auf die Tabellenzellen übertragen:

$$x_{ij} = r_i \cdot u_{ij} \cdot s_j$$

Dabei sind die  $u_{ij}$  wiederum die Zellenbesetzungen der ursprünglichen Tabelle. Die  $r_i$  sind für die Zeile  $i$  und die  $s_j$  für die Spalte  $j$  jeweils fest. Die  $r_i$  und  $s_j$  haben zunächst keine inhaltliche Interpretation. Es handelt sich um bestimmte Multiplikatoren, die über das RAS-Verfahren ermittelt werden.

Das RAS-Verfahren erzeugt ein „günstiges“ Ergebnis: Die Eigenschaft der Nichtnegativität sichert, daß keine „negativen Personen“ auftreten, die anderen beiden genannten Eigenschaften führen dazu, daß die Struktur der Ergebnistabelle jener der Basistabelle ähnelt, das Ergebnis also „in der Nähe“ der Vorgabe liegt.

Die Zweckmäßigkeit dieser Methode war der Grund für ihren Einsatz in der Input-Output-Rechnung<sup>10)</sup> z. B. dann, wenn eine komplette Tabelle für ein Basisjahr vorhanden ist, für benachbarte Jahre jedoch nur die Randsummen. In



den letzten Jahren wurde es außerdem auf andere formal analoge Problemstellungen angewendet.<sup>11)</sup>

#### 4. Optimierung der relativen Entropie

Der RAS-Algorithmus funktioniert auf eine plausible Weise. Trotzdem entsteht der Eindruck einer gewissen Willkürlichkeit. Es hat zunächst den Anschein, als ob die Anpassungen rein rechentechnisch, d. h. ohne inhaltlich-theoretische Erwägungen erfolgten. Außerdem sind neben der beschriebenen auch andere Methoden denkbar. Für eine Verwendung des RAS-Verfahrens können aber durchaus gute Gründe geltend gemacht werden. Stehen nämlich – außer den Randsummen – *keine weiteren Informationen* zur Verfügung, so wird mit der RAS-Methode eine Tabelle geschätzt, die der vorgegebenen Basistabelle im statistischen Sinne so „ähnlich“ wie nur möglich ist.

Eine derartige Aussage setzt allerdings voraus, daß man angibt, worin die Ähnlichkeit besteht: Es muß ein Maß für den „Abstand“ definiert werden, den die Basistabelle von der Ergebnistabelle aufweist. Wie gezeigt werden kann, ist das Ergebnis der RAS-Schätzung eine Tabelle, für die ein vorgegebenes Abstandsmaß zu der Basistabelle einen Minimalwert aufweist. Dieses Abstandsmaß wird „relative Entropie“ genannt.<sup>12)</sup> Dafür kann folgende Formel angege-

$$E_u(x) = \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot \ln(x_{ij} / u_{ij}) \quad (2)$$

Über sämtliche Zeilen und Spalten hinweg wird also die relative logarithmierte Abweichung zwischen den ermittelten ( $x_{ij}$ ) und den aus der Vorgabematrix bekannten Zellelementen ( $u_{ij}$ ) aufaddiert. Das Ergebnis stellt die relative Entropie  $E_u(x)$  – d. h. relativ zur Basistabelle – dar, die mittels des RAS-Verfahrens minimiert werden soll.

Die Entropieoptimierung ist jedoch nicht auf das RAS-Verfahren beschränkt, sondern ein universelles Schätzprinzip, das zahllosen Verfahren zugrundeliegt.<sup>13)</sup> Mit der Minimierung der relativen Entropie wird eine Lösung erzeugt, die einer bekannten Vorgabetabelle möglichst „nahe“ ist. Diese stellt in einem spezifischen Sinne die „wahrscheinlichste“ Struktur dar.

Eine solche Interpretation<sup>14)</sup> ist zulässig, wenn die relativen Häufigkeiten der Basistabelle  $p_{ij}$  als („a priori“-) Wahrscheinlichkeiten dafür aufgefaßt werden können, daß eine beliebige Personengruppe in eine bestimmte Kategorie der Tabelle (in der BGR z. B.: in ein Konto) fällt. Hat man eine bestimmte Anzahl von Personen, die sich auf die durch die Zellen der Tabelle gegebenen Kategorien verteilen, so kann man („a posteriori“) die Wahrscheinlichkeit der Tabelle insgesamt berechnen.

Der Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit kann so umgeformt werden, daß deutlich wird, daß dem *Maximum der*

*Wahrscheinlichkeit das Minimum der relativen Entropie entspricht.*<sup>15)</sup> Damit ist der zweite Schritt zur Interpretation des RAS-Verfahrens geleistet: Mit ihm werden Matrizen berechnet, die in einem spezifischen Sinne die „wahrscheinlichsten“ unter allen Tabellen sind und die genau die vorgegebenen Randsummen beibehalten.

Das Prinzip der dem RAS-Verfahren zugrundeliegenden Entropieoptimierung besteht in der Ermittlung von Strukturen, die bestimmte vorgegebene Eigenschaften aufweisen, im vorliegenden Kontext also die Einhaltung von Randsummen. Durch die gegebenen Informationen (also die Größenordnung der Unterschiede der Randsummen in der Vorgabe- und der Ergebnistabelle) wird in einem derartigen Fall für die Anpassung nur ein bestimmter – enger oder weiter – Rahmen gesteckt. Innerhalb dieses Rahmens wird die wahrscheinlichste Struktur gesucht.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Entropieoptimierung ein universelles Schätzprinzip darstellt. Das RAS-Verfahren ist jedoch nur eines von vielen Algorithmen, die zu diesem Zwecke bei unterschiedlichen Aufgabenstellungen eingesetzt werden. Aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften sind zahlreiche Anwendungen bekannt.

Ein eindrucksvolles Beispiel stammt aus der Medizin und macht die Verwandtschaft zur vorliegenden Problemstellung besonders deutlich: Bei der Computertomographie<sup>16)</sup> werden Röntgenbilder z. B. eines Organs aus verschiedenen Winkeln aufgenommen. Aus diesen Aufnahmen wird ein Schnittbild dieses Organs zusammengesetzt. Das resultierende Bild kann man sich als sehr feinrastrige Tabelle denken, die Grauwerte für die einzelnen Bildpunkte enthält. Die aus verschiedenen Winkeln erstellten Röntgenaufnahmen entsprechen den Randsummen der Tabelle. Das Schnittbild wird mit einem Entropieoptimierungs-Algorithmus erzeugt. Es zeigt das betreffende Organ in allen Details, einschließlich möglicherweise vorhandener krankhafter Veränderungen. Andere Anwendungsfälle der Entropieoptimierung sind die Mustererkennung in der Forschung zur künstlichen Intelligenz. Speziell neue Ansätze, die für gewöhnlich unter dem Titel „Neuronale Netzwerke“ zusammengefaßt werden, bedienen sich dieser Methode.<sup>17)</sup>

Es ist also gerechtfertigt, das RAS-Verfahren als Spezialfall der allgemeinen Entropie-Optimierungsmethode immer dann anzuwenden, wenn keine weiteren Informationen zur internen Struktur der Ergebnistabelle vorliegen. In der BGR wird es jedoch nur für einige spezifische Problemstellungen eingesetzt, so etwa zur Anpassung von *Mikrozensus-Strukturen* (z. B. Altersstrukturen) an die Erwerbsstatistiken bzw. die AGR oder zur Interpolation fehlender Werte zwischen zwei Eckjahren. Im allgemeinen dienen die RAS-Ergebnisse in der BGR nur der Ermittlung einer Vorgabestruktur für differenziertere Schätzungen, die zusätzliche Informationen einbeziehen. Solche Schätzungen beruhen auf dem im folgenden diskutierten ENTROP-Verfahren.

#### 5. Vorgaben für eine verallgemeinerte Methode zur Ermittlung der Bewegungen im Bildungs- und Beschäftigungssystem

Im Verlauf der Konzipierungsphase der BGR zeigte sich, daß das RAS-Verfahren dann nicht die beste vorstellbare Methode darstellt, wenn *zusätzlich* zu den Randsummen und einer Basistabelle weitere (Übergangs-)Informationen zur Ergebnistabelle vorliegen, die nicht auf einfache Weise in der Vorgabematrix verankert werden können. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn die betreffenden Informationen einen hohen Aggregationsgrad aufweisen, also mehr als ein Tabellenfeld umfassen. Sollen diese Informationen nicht

<sup>11)</sup> vgl. z. B. Arminger / Lijphart / Müller (1981), die diese Methode zur Disaggregation von Volkszählungsdaten verwenden. Auch in der IAB/Prognos-Projektion des qualifikationsspezifischen Arbeitskräftebedarfs wurden die Ergebnisse der Tätigkeitsprojektion und der Qualifikationsstruktur in den Tätigkeiten mittels des RAS-Verfahrens verknüpft (vgl. v. Rothkirch / Weidig 1986, S. 8 ff.).

<sup>12)</sup> Formale Beweise für den Zusammenhang von RAS-Methode und Entropieoptimierung finden sich bei Friedmann (1978), Bacharach (1970) und Gorman (1963).

<sup>13)</sup> vgl. Christensen (1981)

<sup>14)</sup> vgl. Paass (1988)

<sup>15)</sup> vgl. Blien/Graef(1990), S. 5 ff. und Graef/Blien (1989)

<sup>16)</sup> vgl. Herman (1985)

<sup>17)</sup> vgl. HintoniSejnovski (1986)

verlorengehen, müßten sie als Summe der betreffenden Tabellenfelder in der Schätzung vorgegeben werden können. Außerdem bietet das RAS-Verfahren nicht die Möglichkeit, Ober- und Untergrenzen für einzelne Zellen (also Übergangsbreiten) anzugeben, um Plausibilitätsüberlegungen und „weiche“ Informationen – etwa mit Stichprobenfehlern behaftete Übergangsdaten oder „Expertenurteile“ – in die Schätzung einzubeziehen.

Bei der Aufgabe, die sich in der zweiten Phase des Aufbaus der BGR stellte, mußte eine Vielzahl derartiger heterogener Informationen berücksichtigt werden. Die Ermittlung der Personenströme im Bildungswesen und zwischen Bildungswesen und Arbeitsmarkt stieß damit zunächst auf beträchtliche Probleme, insbesondere weil relativ große (d. h. tief disaggregierte) Übergangsmatrizen ermittelt werden mußten.

Waren quantitative Informationen zu den Personenbeständen für die verschiedenen Konten noch relativ gut zugänglich, so traten bei den verfügbaren Daten zu den Übergängen zwischen den Konten erhebliche Lücken zutage. Es liegen zwar Einzelerhebungen z. B. zum Verbleib von Abiturienten, Auszubildenden, Hochschulabsolventen oder von Arbeitslosen vor. Auch sind Informationen zur vorangegangenen Ausbildung oder Tätigkeit von Studienanfängern, Erwerbstätigen etc. vorhanden. Diese sind aber nur Bruchstücke der äußerst komplexen Wirklichkeit. Entweder betreffen solche Übergangsdaten nur bestimmte Teilbereiche, Personengruppen oder Zeitabschnitte oder sie sind für die Zwecke der BGR nicht zureichend differenziert. So fehlen oft Angaben zum Geschlecht und zum Alter oder es werden verschiedene Verbleibs- und Herkunftsformen stark zusammengefaßt. Zudem ist oft der Stichprobenumfang und damit der Repräsentativitätsgrad gering.

Eine Berechnung der Übergänge für die Zwecke der BGR sollte demnach folgenden *Anforderungen* genügen:

- (1) Im Unterschied zur Vorgehensweise beim RAS-Verfahren sollten in einem Schätzverfahren *zusätzliche Übergangsinformationen*, auch wenn sie noch so heterogen sind, berücksichtigt werden können.
- (2) Die Ergebnistabellen müssen die *vorgegebenen Randsummen* beibehalten, da die Randsummen der Übergangsmatrizen (einschl. der Personen, die in einem bestimmten Status verbleiben) stets den Beständen zum Anfang und zum Ende der betrachteten Periode entsprechen.
- (3) Die Schätzung der Übergangsmatrix für eine Periode sollte an die Struktur bereits bekannter Matrizen der Nachbarperioden *angelehnt* werden können (z. B. um unplausible „Sprünge“ im Übergangsverlauf einzelner Kohorten über die Zeit hinweg auszuschließen).

Mit dem RAS-Verfahren kann lediglich den Bedingungen (2) und (3) entsprochen werden. Die Berücksichtigung zusätzlicher Informationen über die zu berechnende Tabelle (Bedingung 1) ist mit dem RAS-Verfahren jedoch nicht möglich. Aus diesem Grund wurde nach einer verallgemeinerten Methode gesucht. Sie sollte einerseits die grundlegenden Eigenschaften des RAS-Verfahrens beibehalten; sie sollte ebenfalls ein Entropieoptimierungsverfahren sein, das die zu schätzende Tabelle an die Struktur der vorgegebenen Matrix angleicht und dabei die Konsistenz

mit den neuen Randsummen wahr. Andererseits sollten jedoch alle verfügbaren zusätzlichen Informationen über die zu schätzende Übergangsstruktur ausgeschöpft werden können.

## 6. Das ENTROP-Verfahren

### 6.1 Formalisierung der Zusatzinformationen für die Schätzung einer Übergangsmatrix

Zusatzinformationen der oben beschriebenen Form können – innerhalb ein und derselben Vorgabematrix – in lineare Ungleichungen *und* Gleichungen transformiert werden: Ist etwa die Besetzung einer einzelnen Tabellenzelle aus einer Erhebung bekannt, weist diese aber einen gewissen Stichprobenfehler auf, so kann dies durch eine doppelseitige Ungleichung ausgedrückt werden: Der als wahr angenommene Wert liegt dann zwischen einer oberen und einer unteren Schranke.

Auf diese Weise können Informationen unterschiedlicher Verlässlichkeit aufgenommen werden: Sind einzelne Zellenbesetzungen z. B. nur aus quantitativ nicht genau spezifizierenden Expertenurteilen bekannt, so können diese berücksichtigt werden, indem eine relativ große Differenz zwischen der jeweiligen oberen und unteren Schranke angegeben wird. Übergangsdaten aus empirischen Erhebungen können – je nach Stichprobenumfang und -fehler – mit mehr oder weniger großen Breiten eingefügt werden. Sind Vorgaben als „hart“ zu betrachten, weil sie z. B. einer besonders verlässlichen Zählung entstammen, kann für beide Schranken der gleiche Wert festgelegt werden: Aus der Ungleichung wird dann eine Gleichung. (Die Randsummen sind in der BGR generell als Gleichungen definiert.)

Eine weitere sinnvolle Form von Vorgaben zu einer Tabellenschätzung sind Angaben zu bestimmten Verhältnissen zwischen den Elementen der zu berechnenden Tabelle. So kann gefordert werden, daß eine Tabellenzelle (ein Übergang) höchstens (oder mindestens) ein bestimmtes Vielfaches einer anderen Zelle oder ein bestimmter Anteil an der Summe von Übergängen (d. h. für mehrere Zellen) sein soll. Liegen zu den Stromgrößen nur Angaben in höherer Aggregation vor, so können sie als Ungleichung über eine Summe von Tabellenzellen hinweg formuliert werden.

Alle dargestellten Vorgaben – auch die Informationen zu den Randsummen der Tabelle – können in folgende Form gebracht werden:

$$\sum_i \sum_j a_{ij} \cdot x_{ij} \leq b_k \quad (3)$$

(k ist der Laufindex für die einzelnen Vorgaben, a ist ein beliebiger Gewichtungsfaktor und b stellt einen Schrankenwert dar)

### 6.2 Der Algorithmus des ENTROP-Verfahrens

Als zentrale Anforderung an eine Alternative zum RAS-Verfahren bei der Schätzung von Tabellen wurde bereits festgelegt, daß die Basis ebenfalls die Optimierung der relativen Entropie sein sollte. In der mathematischen Theorie der nichtlinearen Optimierung, die in diesem Fall anzuwenden ist, werden Vorgaben von der Art der Gleichung (3) als „Restriktionen“ beschrieben. Die Neuformulierung des Problems lautet dann, die *relative Entropie unter den angegebenen Restriktionen zu optimieren*.

Zur Lösung dieses Optimierungsproblems muß ein geeigneter Algorithmus eingesetzt werden.<sup>18)</sup> Zwar sind Metho-

<sup>18)</sup> Für einen Überblick über die in jüngerer Zeit entwickelten Methoden vgl. Gill / Murray / Wright (1981)

den für den Fall bekannt, daß alle Restriktionen die Form linearer Gleichungen annehmen.<sup>19)</sup> Da auf die Vorgabe von Ungleichungen jedoch nicht verzichtet werden kann, wurde ein eigens auf die Belange der BGR zugeschnittenes Verfahren entwickelt. F. Graef (Institut für Angewandte Mathematik der Universität Erlangen-Nürnberg) wandte hierzu einen auf Bregman (1967) zurückgehenden Algorithmus<sup>20)</sup> zur Optimierung einer verwandten Klasse von Zielfunktionen ab. Er wurde bereits mit Erfolg auf andere Problemstellungen angewandt.

Das Verfahren, in dem der Algorithmus eingesetzt wird, wurde „ENTROP“ genannt.<sup>21)</sup> In dieser Bezeichnung ist nicht nur „Entropie“, sondern auch „Entropieoptimierung“ enthalten. Das Verfahren kann zur Tabellenschätzung stets dann benutzt werden, wenn die Vorgaben in Form von Basistabellen, als lineare Gleichungen und dies ist der wesentliche Vorzug – auch als lineare Ungleichun-

Das Verfahren minimiert die relative Entropie  $E_u$  in der Weise, daß iterativ eine Lösung der (Un-)Gleichungen (3) durch spezielle schrittweise Veränderungen der Größen  $\mu_k$ , den sogenannten Entropieprojektionen, bestimmt wird ( $\delta \mu_k$ ).

Als *Startwerte* verwendet der ENTROP-Algorithmus

$$x_{ij} = u_{ij} \cdot e^{-1} \quad \text{für alle } i, j \text{ und}$$

$$\mu_k = 0 \quad \text{für alle } k.$$

Bei jedem Iterationsschritt werden für alle Restriktionen k folgende Operationen durchgeführt:

- (1) *Berechnung der Entropieprojektion* auf die k-te Restriktion: Bestimme ein  $\mu_k$ , so daß gilt:

$$a_{kij} \cdot x_{ij}^t \cdot e^{\delta \mu_k \cdot a_{kij}} = b_k \quad (4)$$

- (2) *Vorzeichenkorrektur*: Ist  $\delta \mu_k > \mu_k^t$ , so setze  $\delta \mu_k = \mu_k^t$ .

- (3) *Fortschreibung* der Werte für die  $x_{ij}$  und  $\mu_k$ :

$$x_{ij}^{t+1} = x_{ij}^t \cdot e^{\delta \mu_k \cdot a_{kij}} \quad \text{für alle } i, j \quad (5)$$

$$\mu_k^{t+1} = \mu_k^t - \delta \mu_k$$

Censor und Lent (1981) geben Kriterien an, mit denen man zeigen kann, daß dieses Verfahren gegen die Lösung des Optimierungsproblems konvergiert, sofern eine solche existiert.

Als *Abbruchkriterium* kann ein bestimmter Wert für  $\delta \mu_k$  dienen. Sobald die Änderungsschritte  $\delta \mu_k$  unterhalb einer vorgegebenen Schranke bleiben, ist der Iterationsprozeß zu beenden. Angemerkt sei noch, daß es gleichgültig ist, in welcher Reihenfolge die einzelnen Restriktionen durchlaufen werden. Sie muß nur bei jedem Schritt eingehalten werden, wenn sie einmal festgelegt worden ist.

<sup>19)</sup> Ein solcher Algorithmus wurde bereits von ZettelSchechtner (1986) sowie Zelle (1982) realisiert und für die exemplarische Ermittlung einer multiregionalen Input-Output-Tabelle in Österreich eingesetzt (Richter! Zelle 1981). Auch von Merz (1983) wurde eine vergleichbar leistungsfähige Methode implementiert, die auf dem Newton-Raphson-Verfahren beruht.

<sup>20)</sup> Censor/Lent (1981) geben eine allgemeine Darstellung dieses Verfahrens. Censor (1981) gibt einen Überblick über verwandte Algorithmen und Censor (1982) stellt eine spezielle Form dar.

<sup>21)</sup> vgl. zum folgenden: Graef/Blien (1989)

Der Algorithmus wurde in FORTRAN programmiert. Zur Verwaltung und Kontrolle der Vorgaben und Ergebnisse wurde ein umfangreiches Programmpaket entwickelt, das u. a. mehrere Editoren enthält, die der Verwaltung und Kontrolle des komplexen Datenmaterials der BGR dienen. In den folgenden Abschnitten wird an einem Demonstrationsbeispiel gezeigt, auf welche Weise das ENTROP-Verfahren aus den heterogenen Übergangsrestriktionen eine konsistente Gesamtstruktur der Übergänge zwischen Bildungs- und Beschäftigungssystem ermittelt.

## 7. Exemplarische Darstellung der Schätzung von Übergängen in der BGR: Vorgabematrix, RAS- und ENTROP-Schätzungen

Im folgenden wird – exemplarisch für das Jahr 1977, für das besonders viele Informationen vorlagen und das daher als „Testfall“ besonders geeignet erschien – die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Übergänge unter Berücksichtigung verschiedenartiger Übergangsinformationen (Restriktionen) zunächst anhand einer *Demonstrationsrechnung* mit reduzierten Vorgaben vorgestellt. Es wird gezeigt, zu welchen Ergebnissen die RAS- und die ENTROP-Schätzung („ENTROP-Demo“) gelangen und welche Differenzen sich zwischen beiden ergeben. Danach werden die *Originalergebnisse* der BGR-Übergangsberechnung des Jahres 1977 – die sämtliche verfügbaren Informationen einbezieht – der ENTROP-Demo-Rechnung gegenübergestellt.

Die Original-ENTROP-Berechnungen wurden getrennt nach Geschlecht für Einzel-Geburtsjahrgangskohorten und für folgende Konten durchgeführt.

### Allgemeinbildendes Schulwesen (ASW)

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. mit/ohne Hauptschulabschluß (HSA)* | } nur Abgänge aus dem ASW nach Bildungsabschlüssen |
| 2. mittlerer Bildungsabschluß (MBA)*  |  |
| 3. Hochschulreife (HSR)*              |  |

### Berufliches Schulwesen (BSW)

4. Berufsgrundbildungs-/vorbereitungsjahr (BGJ)
5. Berufsvorbereitende Maßnahmen (BVM)
6. Berufsfachschulen/Berufsaufbauschulen (BFS)
7. Schulen des Gesundheitswesens (SDG)
8. Fachschulen (FS)
9. Fachoberschulen (FOS)
10. Fachgymnasien (FGY)

### Betriebliche Lehre (BL)

### Hochschulen (HS)

12. Fachhochschulen (FHS)
13. Wissenschaftliche Hochschulen (WHS)

### Erwerbstätige (EWT)

14. Wehrpflichtige/Zivildienstleistende (WPFL)
15. Beamte (BEA)
16. (sonstige) Beschäftigte (BES)
17. Selbständige/Mithelfende (SuM)

### Arbeitslose (ALO)

19. Nichterwerbspersonen (ohne Personen in Bildung/Ausbildung) (NEP)

20. Zuwanderungen (ZUW)\*; Abwanderungen/Todesfälle einschl. Rest (AWT)\*

### Wohnbevölkerung (WB)

(\* = Bewegungsgrößen)

Für jedes Konto werden die Bestände sowie die Zugänge (ZU) - (Ausnahme: ASW) – bzw. die Abgänge (AB) (ohne stayer) zum Jahresanfang (JA) und Jahresende (JE) erfaßt. Da für das allgemeinbildende Schulwesen nur die Abgänge ausgewiesen werden, ist die Übergangsmatrix unsymmetrisch: Sie besteht aus 20 Zeilen und 17 Spalten.

Im folgenden werden die vorbereitenden *Arbeitsschritte* erläutert, die zur Anwendung des ENTROP-Algorithmus auf die Fragestellung der BGR-Übergangsschätzungen notwendig sind.

Vorab erscheint es sinnvoll, den *Aufbau der Übergangsmatrix* näher zu erläutern, um die inhaltliche Interpretation der Berechnungsergebnisse zu erleichtern.

In der BGR-Übergangsmatrix repräsentieren die Zeilen die Statusarten (Konten) der Personen zum Jahresanfang, die Spalten all jene zum Jahresende. Alle Bewegungen<sup>22)</sup> spielen sich somit in den Zeilen ab; d. h. sie geben die Abgänge aus einem bestimmten „Quellkonto“ (in der Tabelle 5 z. B.: Zeile 7 = Betriebliche Lehre), das zum Jahresbeginn eine bestimmte Besetzung aufwies, in ein bestimmtes „Zielkonto“ zum Jahresende (z. B.: Spalte 14 = Beschäftigte) wieder. Sind „Quell-“ und „Zielkonto“ identisch, handelt es sich um Personen, die für die beiden Zeitpunkte „Jahresanfang“ und „Jahresende“ in derselben Statusposition verbleiben – also um die sog. „stayer“. Entsprechend repräsentieren in dieser Darstellung die Zeilensummen die *Bestandsgrößen* aller Konten zum Jahresanfang, die Spaltensummen diejenigen zum Jahresende.

Reduziert man die Jahresanfangsbestände um die stayer, erhält man die Summe der Abgänge *aus* den jeweiligen Konten. Zieht man umgekehrt die stayer von den Jahresendbeständen ab, erhält man die Summe aller Zugänge *in* die Konten. Auf der Basis dieser Abgangs- bzw. Zugangssummen können dann Abgangs-/Zugangsquote berechnet werden.

Der Aufbau der *Vorgabestruktur* vollzieht sich im wesentlichen in zwei Schritten (*Tabelle 5*):

a) Zunächst werden alle diejenigen Matrixelemente mit „Null“ besetzt, die die *auszuschließenden Übergänge* repräsentieren. Weil die „Nullhaltung“ eine Eigenschaft der den RAS- wie den ENTROP-Algorithmen zugrundeliegenden Zielfunktion ist (vgl. Kap. 3.2 und 5), bleiben diese ausgeschlossenen Übergänge auch in der Ergebnismatrix unbesetzt.

Der Grund für den Ausschluß einzelner Übergänge kann einmal institutioneller Natur sein. So ist beispielsweise der direkte Übergang aus der Hauptschule in die Hochschule, aus der Hochschule in Fachoberschulen/Fachgymnasien oder der Zugang weiblicher Jugendlicher in den Wehr- oder Zivildienst auszuschließen. Andere Übergänge sind aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen zu verwerfen, wie etwa der Zugang von Abiturienten aus allgemeinbildenden Schulen (z. B. Gymnasien) in Fachoberschulen oder Fachgymnasien.

<sup>22)</sup> (Mehrfach-)Bewegungen innerhalb eines Jahreszeitraums („kumulative Bewegungen“) werden hierbei nicht berücksichtigt; die BGR fragt also danach, ob sich die Personen eines Kontos am Jahresanfang zum Jahresende noch oder wieder in demselben Konto befinden (zu den Mehrfachbewegungen vgl. z. B. die Arbeitskräfte-Gesamtrechnung des IAB: Reyher /Bach 1988).

<sup>23)</sup> Für die Originalberechnungen setzte dies umfangreiche Recherchen voraus, die in eine „Vorrechnung“ aufgenommen wurden. Die Ergebnisse einer solchen Vorrechnung wurden dann (anstelle der in Zehnerpotenzen ausgewiesenen Vorgaben in dem Demonstrationsbeispiel) als Vorgabestruktur verwendet.

b) Im zweiten Schritt werden die zulässigen Übergänge entsprechend ihrer zu erwartenden *Größenordnung* in der Vorgabestruktur dimensioniert.<sup>23)</sup> Im Rahmen der Demonstrationsrechnung wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit diese Größenordnungen lediglich in Form von Zehnerpotenzen (z. B. 1000er, 10000er usw.) in die Vorgabestruktur eingebracht. Damit wird der Vergleich zwischen der Vorgabe- und der Ergebnismatrix erleichtert.

Anschließend an den Aufbau der Vorgabematrix müssen nun die *Randverteilungen*, d. h. die Zeilensummen (Jahresanfangsbestände) bzw. die Spaltensummen (Jahresendbestände), die der RAS- wie der ENTROP-Anpassung gleichermaßen zugrunde liegen, als „Restriktionen“ generiert werden (vgl. Tabelle 5, letzte Zeile bzw. Spalte).

Auf der Basis allein der Vorgabematrix und der Randsummenrestriktionen wurde zunächst eine Anpassung nach dem RAS-Verfahren vorgenommen (Tabelle 1 im Anhang). Wie die Ergebnisse zeigen, erbringt das RAS-Verfahren jedoch noch keine für die BGR brauchbaren Übergangsstrukturen, da die vorliegenden zusätzlichen Informationen in vielen Fällen (andere Aggregationsstufe, eingeschränkte Zuverlässigkeit usw.) nicht in eine exakt spezifizierte Vorgabestruktur übertragbar sind.

Um das Anpassungsergebnis weitestgehend der Realität anzunähern, war es daher notwendig, eine Fülle zusätzlicher Informationen aus den unterschiedlichsten Datenquellen in Form von *Zusatzrestriktionen* in der Anpassungsrechnung zu verankern und daraus mit Hilfe des ENTROP-Ansatzes eine gleichzeitig konsistente und plausible Übergangsmatrix zu ermitteln.

Solche Restriktionen können sich dabei – wie in Kap. 6.1 beschrieben – sowohl auf einzelne Matrixzellen als auch auf ganze „Zellbündel“ über mehrere Dimensionen hinweg (z. B. Geschlecht, Altersjahre) beziehen. Die Zusatzrestriktionen können weiterhin -je nach ihrer „Informationsgüte“ – in Form von „harten“ *Gleichungsrestriktionen* oder aber mit Bandbreiten (*Ungleichungen*) in die Berechnung einbezogen werden. Letzteres ist häufig dann der Fall, wenn Daten mit Stichprobenfehlern behaftet sind oder wenn sich Restriktionen überschneiden, d.h. sich auf eine gemeinsame Schnittmenge von Matrixelementen beziehen und dabei widersprüchlich sind. Nicht selten erweisen sich die Widersprüche solcher überlappender Restriktionen erst in der Berechnung. In diesem Fall muß die Restriktionsbandbreite nachträglich erweitert werden.

In der *Abbildung* werden verschiedene Typen solcher Restriktionen schematisch dargestellt. So können bestimmte Übergänge ausgeschlossen (z. B. der direkte Übergang aus der Haupt- in die Hochschule), auf eine Gruppe von Konten (z. B. berufliche Bildung insgesamt) oder auf mehrere Altersjahre/-gruppen bezogen werden. Übergänge können darüber hinaus in Bandbreiten (Minimum-Maximum), nur als Minimal- bzw. Maximalwert oder bindend (Minimum = Maximum) vorgegeben werden. Ebenso sind Kombinationen mehrerer Restriktionstypen möglich.

Zur Berechnung der Übergangsmatrix in diesem Demonstrationsbeispiel für das Jahr 1977 wurden insgesamt 176 zusätzliche Restriktionsvorgaben, die sich in den meisten Fällen auf große Variablenmengen (Tabellenzellen) bezogen, zusammengetragen und in der ENTROP-Berechnung verankert. Schon damit wird der Variabilitätsspielraum des Verteilungsverfahrens erheblich eingeschränkt, denn die Summe aller zu ermittelnden Übergänge muß stets den jeweiligen Randsummen entsprechen.

**Tabelle 5: BGR-Demonstrationsrechnung in TSD**  
**Berichtsjahr: 1977**  
**VORGABESTRUKTUR**

**männlich**

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AB	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		10,0	10,0	100,0	100,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	247,0
MBA		1,0	1,0	10,0	100,0	1,0	1,0	10,0	10,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	141,0
MSR		0,1	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	10,0	10,0	1,0	10,0	1,0	1,0	0,1	1,0	1,0	36,5
BGJ		0,0	1,0	1,0	10,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	10,0	1,0	1,0	10,0	1,0	1,0	1,0	37,3
BVM		1,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	5,5
BFS		1,0	0,1	100,0	100,0	10,0	10,0	1,0	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1,0	229,4
BL		0,0	0,0	1,0	1000,0	1,0	10,0	10,0	1,0	0,1	1,0	10,0	10,0	10,0	100,0	1,0	10,0	0,1	1165,2
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	1,0	10,0	1,0	0,1	0,1	23,4
FS		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	10,0	1,0	0,1	1,0	26,3
FOS		0,0	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	10,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	1,0	0,1	18,5
FGY		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	10,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	14,9
FHS		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	100,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	107,5
WHS		0,0	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,0	100,0	1,0	1,0	10,0	10,0	1,0	1,0	1,0	127,3
ALO		1,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	100,0	1,0	1,0	100,0	1,0	100,0	10,0	316,3
WPFL		0,0	0,0	1,0	10,0	0,1	0,1	0,1	0,0	10,0	10,0	1,0	100,0	10,0	100,0	1,0	1,0	1,0	245,3
BEA		0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1000,0	10,0	1,0	10,0	1,0	1026,3
BES		1,0	0,1	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	100,0	100,0	10,0	10000,0	100,0	100,0	100,0	10517,1
S+M		1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,0	10,0	1,0	1,0	100,0	1000,0	100,0	1,0	1215,6
NEP		1,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,1	0,1	0,0	1,0	1,0	100,0	1,0	1,0	100,0	10,0	10000,0	100,0	10317,3
ZU		1,0	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	10,0	1,0	0,1	100,0	10,0	100,0	0,0	225,3
SUMME: JE		18,1	15,3	215,1	1327,6	23,7	33,9	32,5	21,2	129,3	131,1	361,1	236,0	1050,5	10657,1	1131,5	10438,4	220,6	26043,0

**weiblich**

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AB	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		10,0	10,0	100,0	100,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	246,0
MBA		1,0	1,0	10,0	100,0	1,0	1,0	10,0	10,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	140,0
MSR		0,1	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	10,0	10,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,1	1,0	1,0	26,5
BGJ		0,0	1,0	1,0	10,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	10,0	0,0	1,0	10,0	1,0	1,0	1,0	36,3
BVM		1,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	4,5
BFS		1,0	0,1	100,0	100,0	10,0	10,0	1,0	0,1	1,0	1,0	1,0	0,0	0,1	1,0	0,1	1,0	1,0	228,4
BL		0,0	0,0	1,0	1000,0	1,0	10,0	10,0	1,0	0,1	1,0	10,0	0,0	10,0	100,0	1,0	10,0	0,1	1155,2
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	10,0	1,0	0,1	0,1	22,4
FS		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,1	10,0	1,0	0,1	1,0	25,3
FOS		0,0	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	10,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,1	1,0	0,1	17,5
FGY		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	10,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	13,9
FHS		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	100,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	106,5
WHS		0,0	0,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,0	100,0	1,0	0,0	10,0	10,0	1,0	1,0	1,0	126,3
ALO		1,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	100,0	0,0	1,0	100,0	1,0	100,0	10,0	315,3
WPFL		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
BEA		0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1000,0	10,0	1,0	10,0	1,0	1025,3
BES		1,0	0,1	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	100,0	0,0	10,0	10000,0	100,0	100,0	100,0	10417,1
S+M		1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,0	10,0	0,0	1,0	100,0	1000,0	100,0	1,0	1214,6
NEP		1,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,1	0,1	0,0	1,0	1,0	100,0	0,0	1,0	100,0	10,0	10000,0	100,0	10316,3
ZU		1,0	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	10,0	0,0	0,1	100,0	10,0	100,0	0,0	224,3
SUMME: JE		18,1	15,3	214,1	1317,6	23,6	33,8	32,4	21,2	119,3	121,1	360,1	0,0	1040,5	10557,1	1130,5	10437,4	219,6	25661,7

Um die verschiedenartigen Formen der Zusatzinformationen im ENTROP-Verfahren zu illustrieren, sind in der Tabelle 6 beispielhaft 14 (von insgesamt 176) solcher Restriktionen aufgeführt. Die Tabelle enthält (1) die stichwortartige Beschreibung des Übergangs („aus . . . in → . . .“), (2) das Minimum und Maximum des Wertebereichs, innerhalb dessen das Ergebnis liegen soll und (3) die Ergebnisse der ENTROP-Demo-Rechnung, der Original-ENTROP-Berechnung und der RAS-Anpassung. Die letzte Spalte zeigt die Differenz zwischen der ENTROP-Demo- und der RAS-Berechnung.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die ENTROP-Demo-Rechnung zum Ziel hat, in noch überschaubarer Weise die Auswirkungen der Verankerung einiger Zusatzinformationen (wie z. B. in Tabelle 6 aufgeführt) gegenüber einer RAS-Rechnung ohne Zusatzinformationen zu zeigen. Die Original-ENTROP-Berechnung arbeitet darüber hinaus mit zahlreichen weiteren (insbes. altersspezifischen) Zusatzrestriktionen, die im einzelnen darzustellen den hier gegebenen Rahmen sprengen würde.

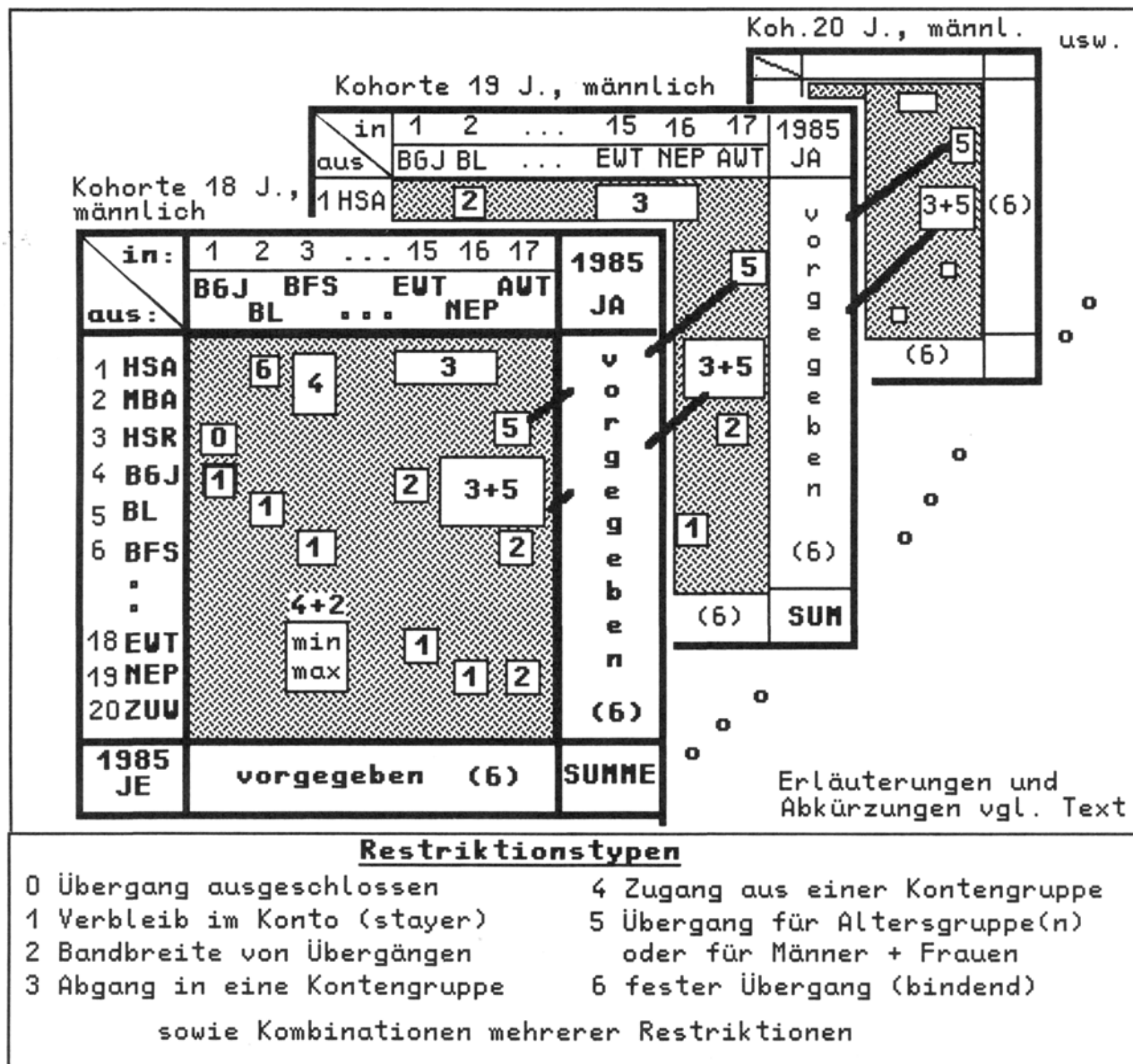
Einige Beispiele zur Erläuterung:

*Restriktion Nr. 2* bezieht sich auf nur ein Matrixelement; sie bindet in Form einer Gleichungsrestriktion genau 542 000 männliche „stayer“ im Konto „Betriebliche Lehre“.

*Restriktion Nr. 5* definiert den Übergang männlicher Jugendlicher aus „Berufsvorbereitenden Maßnahmen“ (BVM) in „Erwerbstätigkeit“, also der Summe der Einzelkonten „Wehr-/Zivildienst + Beamte + abhängige Beschäftigte + Selbständige/Mithelfende“; die Bandbreite für diesen Übergang liegt zwischen 4500 und 4900 Personen.

*Restriktion Nr. 14* erstreckt sich über drei Dimensionen: Sie beschränkt den Übergang „weiblicher + männlicher“ (1. Dimension) „Hochschulberechtigter“ (Hochschulreife + Fachoberschul- + Fachgymnasial-Abgänger = 2. Dimension) in die „Erwerbskonten“ (Beamte + Beschäftigte + Selbständige/Mithelfende = 3. Dimension) auf mindestens 21 600 und höchstens 26 600 Personen. (Die Original-ENTROP-Rechnung – s. u. – erstreckt sich auch über die 4. Dimension „Alter“.)

Übergangsmatrix und Restriktionstypen (Beispiele)



**Tabelle 6: BGR – Demonstrationsrechnung 1977 (in Tsd.)**  
**Ausgewählte Beispiele der insgesamt 176 zusätzlichen Restriktionsvorgaben**

Restriktions-Nr.	Geschlecht	Quell-konto	Ziel-konto	Restriktions-		Ergebnisse			Differenz Entrop – Ras (Demo)
						Entrop		Ras	
						Demo	Original		
01	männlich	aus BFS	==> BFS	= 51,2	51,2	51,2	51,1	27,3	23,9
02	männlich	aus BL	==> BL	= 542,0	542,0	542,0	542,0	638,5	- 96,5
03	männlich	aus HSA	==> BL	= 161,1	202,9	190,9	201,0	115,3	75,6
04	männlich	aus HSR	==> WHS	= 22,7	23,7	23,7	23,5	31,7	- 8,0
05	männlich	aus BVM	==> (WPFL + BEA + BES + SUM)	= 4,5	4,9	4,5	4,9	9,4	- 4,9
06	männlich	aus (FOS + FGY)	==> FHS	= 10,7	11,9	10,7	11,7	2,9	7,8
07	weiblich	aus SDG	==> SDG	= 51,1	51,1	51,1	51,2	45,1	6,0
08	weiblich	aus FS	==> FS	= 16,5	16,5	16,5	16,6	11,1	5,4
09	weiblich	aus MBA	==> BL	= 54,5	68,5	58,7	55,7	73,3	- 14,6
10	weiblich	aus BL	==> ALO	= 6,3	7,3	7,0	7,1	14,9	- 7,9
11	weiblich	aus BL	==> (BEA + BES)	= 122,6	135,6	133,2	132,6	99,9	33,3
12	weiblich	aus (FOS + FGY)	==> WHS	= 1,9	3,0	3,0	2,9	5,8	- 2,8
13	(männlich + weiblich)	aus (HSR + FOS + FGY)	==> (BFS + SDG + FS)	= 6,9	8,9	8,8	7,3	3,2	5,6
14	(männlich + weiblich)	aus (HSR + FOS + FGY)	==> (BEA + BES + SUM)	= 21,6	26,6	23,5	26,0	21,5	2,0

(geringfügige Abweichungen bei Gleichungsrestriktionen durch Rundungsfehler)

Quelle: IAB/BGR

Die Veränderungen, die sich mit der Verankerung der Zusatzrestriktionen in der ENTROP-Demo-Rechnung im Vergleich zur RAS-Anpassung (die solche Zusatzinformationen nicht berücksichtigt) ergeben, können aus der Differenzspalte der Tabelle 6 abgelesen werden (vgl. auch Anhang, Tabelle 3). Die Abweichungen der Ergebnisse beider Verfahren sind – wie nach dem bisher Gesagten auch zu erwarten war – zum Teil erheblich.

Anders hingegen verhält es sich beim Vergleich der ENTROP-Demonstrations- mit der Original-ENTROP-Anpassung, denen die gleichen 176 Zusatzrestriktionen zugrundeliegen. Die in der Tabelle 6 aufgeführten Restriktionen sind in der Original-ENTROP-Berechnung (vgl. Tabelle 4 im Anhang) eingerahmt. In den Original-ENTROP-Berechnungen werden jedoch darüber hinaus auch alle Einzel-Altersjahre einbezogen. Darüber hinaus ist die Vorgabematrix, die zur ersten Dimensionierung der Übergangsstrukturen dient, wesentlich differenzierter als in der Demonstrationsrechnung. Vergleicht man nun die ENTROP-Demo-Ergebnisse mit denen der Originalberechnung (vgl. Tabellen 2 und 4 im Anhang), so zeigt sich, daß die Abweichung zwischen beiden ENTROP-Anpassungen relativ gering sind. Dies ist um so bemerkenswerter, als

- die Originalberechnung infolge der Berücksichtigung von Einzel-Altersjahren die 22fache Variablenmenge im Vergleich zu der lediglich nach dem Geschlecht gegliederten Demonstrationsrechnung enthält und

- die Originalschätzung eine differenziertere Vorgabestruktur besitzt als die nur auf Zehnerpotenzen reduzierte Vorgabetabelle der Demonstrationsrechnung.

Dies verdeutlicht nochmals die Einsatzfähigkeit des ENTROP-Algorithmus für Anwendungen, in denen zwar keine vollständigen Strukturvorgaben bekannt sind, wohl aber eine Fülle von Einzelinformationen, die in die Berechnung einbezogen werden: Die Entropieoptimierung erzeugt ja ein Ergebnis, das sowohl der Vorgabestruktur möglichst „ähnlich“ ist als auch die zusätzlichen Restriktionen einhält. Je mehr Matrixelemente auf diese Weise numerisch gebunden sind (ggf. innerhalb bestimmter Bandbreiten), desto mehr tritt die inhaltliche Bedeutung der Vorgabestruktur für die Ergebnismatrix zurück.

Die Einzelergebnisse der BGR-Übergangsschätzungen kommen also keineswegs zufällig oder willkürlich zustande; vielmehr engen die Zusatzrestriktionen (zusammen mit den vorgegebenen Randsummen) den Freiheitsgrad der verbleibenden zu schätzenden Übergänge, zu

denen keinerlei Informationen vorliegen, stark ein. Der Variabilitätsgrad der Übergangsmatrix wird dadurch relativ gering; die Übergangsstruktur spiegelt somit die wahrscheinlichste unter den gegebenen Informationsverhältnissen wider.

Die Ergebnisse der ENTROP-Berechnung enthalten eine Vielzahl von Informationen, insbesondere die nach Geschlecht, Einzelkohorten und Einzelkonten differenzierten Übergänge, sowohl in ihren absoluten Größenordnungen als auch ihre relative Veränderung im Zeitablauf. Sie stellen damit eine wichtige Grundlage für weiterführende Analysen und Projektionen des Zusammenhangs zwischen Bildung und Beschäftigung dar.

## 8. Ausgewählte und zusammengefaßte Ergebnisse zu den Bewegungen im Bildungs- und Beschäftigungssystem

Die in absoluten Zahlen ermittelten Übergänge (z. B. in Tabelle 4 im Anhang) sind Ausgangspunkt für die Berechnung von *Übergangsquoten*. Diese erhält man, indem die stayer-Werte der Übergangsmatrix (Diagonale) ausgeklammert und die Einzelübergänge auf die Randsummen (ohne stayer) bezogen werden.<sup>24)</sup> Bezieht man sie auf die Zeilensummen (Summe aller Abgänge aus einem Konto), so erhält man Abgangsquoten, also die Verbleibsstruktur der Abgänger.<sup>25)</sup> Bei dem Bezug auf die Spaltensummen (Summe aller Zugänge) erhält man Zugangsquoten, d. h. die Herkunftsstruktur der Zugänge in ein Konto.

Im folgenden Abschnitt werden abschließend exemplarisch einige Ergebnisse aus den Berechnungen der *Abgangsquoten* für die Jahre 1975, 1980 und 1985 behandelt, aus Platzgründen in zusammengefaßter Form (männlich + weiblich, alle Altersjahre, Kontengruppen). Hierbei werden sowohl die Übergangsstrukturen als auch deren Veränderungen zwischen 1975 und 1985 kurz kommentiert.

Zuvor noch einige Hinweise.

a) Bei der *Zusammenfassung nach Kontengruppen* ist folgendes zu beachten: Werden zwei oder mehr Einzelkonten zusammengefaßt, so dürfen die Bewegungen zwischen ihnen nicht mehr als „Übergänge“ definiert werden, sondern als „stayer“. So sind z. B. bei der Zusammenfassung der „Fachhochschulen“ mit den „Wissenschaftlichen Hochschulen“ zur Kontengruppe „Hochschulen“ diejenigen Abgänger, die von einer auf die andere Hochschulart wechseln, als „Verbleiber im Hochschulsystem“ anzusehen. Damit verringern sich auch die entsprechenden Summen der Abgänge bzw. Zugänge aus/in „Hochschulen insgesamt“; die Prozentuierung der verbleibenden Einzelübergänge auf diese niedrigeren Abgangs- bzw. Zugangssummen führt dann zu entsprechend erhöhten Übergangsquoten.

b) Bei der *Interpretation der Übergänge* ist zu beachten, daß es sich um den Statuswechsel im Vergleich „Jahres-

ende zu Jahresanfang“, also um die *direkten* Übergänge, handelt, nicht jedoch – wie etwa in der AGR des IAB – um Mehrfachbewegungen *innerhalb* eines Jahres („kumulative Bewegungen“). Dies stellt für die Bildungs- und Ausbildungskonten kein Problem dar, da in der BGR prinzipiell nur Ausbildungsinstitutionen mit einer Dauer von mindestens 1 Jahr einbezogen werden. Zwischen Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit finden jedoch im Jahresverlauf beträchtliche Mehrfachwechsel statt.<sup>26)</sup> Solche kumulativen Bewegungen werden in der AGR des IAB berücksichtigt; eine Verbindung der Bewegungsgrößen der AGR mit denen der BGR ist mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren (getrennt nach Stellung im Beruf und Geschlecht) möglich.

Betrachtet man nun die in der Tabelle 7 enthaltenen Abgangsquoten für die drei Jahre 1975, 1980 und 1985, so lassen sich stichwortartig folgende Ergebnisse festhalten.

### 8.1 Übergänge nach der „ersten Schwelle“

Die Übergänge nach Beendigung einer allgemeinbildenden Schule wurden nach drei Abschlußarten gegliedert (mit/ohne Hauptschulabschluß, mit mittlerem Bildungsabschluß, mit Hochschulreife). Im Vergleich 1975/1985 zeigt sich, daß der direkte Übergang von den *Abgängern mit/ohne Hauptschulabschluß* (HSA) in eine betriebliche Lehre beträchtlich gesunken ist. 1975 gingen fast 60% dieser Gruppe in eine Lehre, 1985 nur noch 47%. Demgegenüber veränderten sich die Abgänge in das berufliche Schulwesen nur wenig: Sie sanken von gut 19% auf 18%. Insgesamt erhöhte sich somit der Anteil der HSA-Abgänger, die *nicht* in eine anschließende Berufsausbildung einmündeten, um fast 14%-Punkte.

Dieser Rückgang führte jedoch nicht zu entsprechend höheren Zugängen in eine Erwerbstätigkeit – ganz im Gegenteil. Der direkte Strom von HSA-Abgängern in (wohl überwiegend ungelernete) Beschäftigungsverhältnisse sank von rd. 6% auf knapp 2%. Hauptschulabgänger werden in ihren Chancen also von beiden Seiten beeinträchtigt: Weder standen ihnen genügend Ausbildungs- noch Erwerbsmöglichkeiten offen. Als Folge gingen diese rückläufigen Abgänge in eine Berufsausbildung bzw. Beschäftigung einher mit steigenden Zugängen in Arbeitslosigkeit (von 2% auf 11%) sowie in die Berufsgrundbildung oder -Vorbereitung (Anstieg von knapp 8% auf über 18%).

Anders als bei den HSA-Abgängern stieg der Zustrom von Abgängern mit *mittlerem Bildungsabschluß* (MBA) in die Berufsausbildung insgesamt (ohne BGJ/BVJ/BVM, ohne FOS/FGY) von 67% auf 79%. Nahezu halbiert (von gut 13% auf 7%) hat sich hingegen der Anteil derer, die unmittelbar nach Erwerb eines mittleren Abschlusses die Hochschulreife über die Fachoberschulen oder Fachgymnasien nachholen wollten (2. Bildungsweg).

Während sich der Anstieg der direkten Einmündungen der MBA-Abgänger in Arbeitslosigkeit 1975/1985 (von 1,4% auf 3,3%) und in die beruflichen Vorbereitungsgänge (2,8%/5,7%) nicht so gravierend erhöhte wie bei den HSA-Abgängern, sank die Abgangsquote in eine Erwerbstätigkeit (ohne Wehr-/Zivildienst) ohne vorherige Berufsausbildung deutlich ab, von über 11% auf knapp 4%.

Die im Vergleich 1975/1985 auffälligste Veränderung des Übergangsverhaltens von *Hochschulberechtigten* aus dem allgemeinbildenden Schulwesen (HSR-Abgänger) ist die gestiegene Neigung, unmittelbar nach dem Schulabschluß eine betriebliche oder schulische Berufsausbildung aufzu-

<sup>24)</sup> Es sei darauf hingewiesen, daß andere formale Darstellungen der Übergangsquotenmatrix die „stayer“ in die Quotenberechnung einbeziehen (vgl. z. B. Alex/Weißhuhn 1980, S. 57 f.). Der Grund für die hier gewählte abweichende Definition der Übergangsquoten lag vor allem darin, daß besonders bei stark besetzten Konten (z. B. Hochschulen, Erwerbs-, Nichterwerbstätigkeit) die stayer relativ viele Personen umfassen und die Zu- und Abgangsquoten bei der Prozentuierung auf die gesamten Jahresanfangs- bzw. -endbestände (einschl. stayer) sehr klein werden würden.

<sup>25)</sup> Die Abgänger umfassen in den Bildungskonten der BGR grundsätzlich sowohl die Absolventen mit einem erfolgreichen Abschluß als auch die Abbrecher. Beide Gruppen werden in der BGR jedoch separat erfaßt, so daß auch entsprechende Berechnungen für die Absolventen bzw. Abgänger möglich sind.

<sup>26)</sup> vgl. dazu Autorengemeinschaft (1988)



Tabelle 7: Übergänge im Bildungs- und Beschäftigungssystem (Abgangsprozentuierung) 1975, 1980, 1985 (jeweils Jahresanfang/-ende)

		in: (JE)									
	BGJ+BVM	BL	BFS+SdG+FS	FOS+FGY	FHS+WHS	ALO	WPFL	EWT	NEP+ABWT	AB-INSG	
aus: (JA)	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	
1975	HSA	7,76	59,84	19,28	0,00	0,00	2,24	0,02	5,89	4,96	100,00
	MBA	2,79	47,80	18,84	13,18	0,00	1,44	0,35	11,16	4,44	100,00
	HSR	0,20	3,69	1,85	0,00	56,18	2,50	23,39	6,48	5,71	100,00
	BGJ+BVM	0,00	37,16	14,45	0,55	0,00	21,02	0,39	20,45	5,99	100,00
	BL	0,00	0,00	4,98	5,67	0,53	3,34	4,69	73,64	7,15	100,00
	BFS+SdG+FS	0,76	24,81	0,00	2,71	9,95	4,08	1,07	48,48	8,14	100,00
	FOS+FGY	0,00	5,73	6,35	0,00	36,50	4,02	22,23	19,15	6,00	100,00
	FHS+WHS	0,00	0,54	2,15	0,00	0,00	8,44	0,79	62,81	25,26	100,00
	ALO	0,69	0,09	0,09	0,03	0,08	0,00	0,64	54,74	43,65	100,00
	WPFL	0,00	6,87	1,20	0,17	12,91	0,49	0,00	76,96	1,40	100,00
	EWT	0,29	0,25	0,42	0,16	0,71	37,60	5,75	0,00	54,81	100,00
NEP+ZUW	1,98	0,21	0,42	0,07	2,36	24,59	0,18	70,19	0,00	100,00	
SUMME	1,23	8,49	3,34	1,21	2,94	19,24	3,63	29,40	30,52	100,00	
1980	HSA	17,03	51,95	18,31	0,00	0,00	2,73	0,07	4,39	5,51	100,00
	MBA	3,92	51,07	21,76	12,77	0,00	1,16	0,32	7,29	1,72	100,00
	HSR	0,16	9,36	2,81	0,00	42,46	3,02	26,35	7,33	8,50	100,00
	BGJ+BVM	0,00	41,23	22,44	0,94	0,00	13,44	0,62	18,01	3,32	100,00
	BL	0,00	0,00	3,71	4,44	1,18	2,89	4,21	76,35	7,23	100,00
	BFS+SdG+FS	1,77	48,62	0,00	1,70	7,27	3,21	1,01	31,39	5,02	100,00
	FOS+FGY	0,00	9,33	6,15	0,00	38,67	3,77	17,18	20,91	4,00	100,00
	FHS+WHS	0,00	0,61	1,18	0,00	0,00	6,52	1,38	74,37	15,93	100,00
	ALO	1,36	0,46	0,11	0,02	0,31	0,00	0,63	59,38	37,73	100,00
	WPFL	0,00	5,83	0,62	0,28	16,97	0,43	0,00	74,98	0,89	100,00
	EWT	0,40	0,28	0,38	0,19	1,01	33,97	5,67	0,00	58,12	100,00
NEP+ZUW	3,01	0,18	0,28	0,03	2,50	21,38	0,25	72,37	0,00	100,00	
SUMME	2,57	10,93	4,08	1,30	3,26	15,96	3,39	32,71	25,80	100,00	
1985	HSA	18,07	47,13	18,18	0,00	0,00	11,10	0,05	1,84	3,62	100,00
	MBA	5,68	53,05	25,50	7,11	0,00	3,33	0,33	3,71	1,28	100,00
	HSR	0,59	18,79	4,88	0,00	26,82	4,67	27,56	8,91	7,79	100,00
	BGJ+BVM	0,00	48,43	17,51	0,55	0,00	19,22	0,39	10,49	3,41	100,00
	BL	0,00	0,00	4,07	3,72	2,42	7,93	3,95	69,62	8,29	100,00
	BFS+SdG+FS	2,75	46,22	0,00	1,15	7,33	6,35	0,71	30,95	4,54	100,00
	FOS+FGY	0,00	13,78	10,24	0,00	30,55	2,99	19,07	20,35	3,02	100,00
	FHS+WHS	0,00	1,94	0,82	0,00	0,00	12,31	1,37	66,03	17,53	100,00
	ALO	0,85	0,47	0,12	0,01	0,25	0,00	0,72	68,31	29,27	100,00
	WPFL	0,00	7,10	0,93	0,11	18,70	0,86	0,00	71,78	0,52	100,00
	EWT	0,94	0,42	0,44	0,11	1,00	51,16	4,59	0,00	41,34	100,00
NEP+ZUW	6,62	0,38	0,22	0,19	2,36	36,81	0,14	53,29	0,00	100,00	
SUMME	2,62	9,37	3,55	0,80	2,75	22,88	3,06	33,51	21,46	100,00	

Abkürzungen: vgl. Kapitel 7

Quelle: IAB/BGR

nehmen: Die entsprechenden Abgangsquoten erhöhten sich von 5,6% auf 23,7%. Dementsprechend nahm das Studieninteresse deutlich ab. Die Quote der direkten Übergänge in den Hochschulbereich sank von über 56% auf knapp 27%. Gestiegen ist, wenn auch nicht so stark, der Übergang von Abiturienten in den Wehr- oder Zivildienst (von 23,4% auf 27,6%)<sup>27)</sup> und in die Arbeitslosigkeit (2,5%/4,7%). Knapp 9% der Abiturienten wurde erwerbstätig (1975: 6,5%) und 7,8% (1975: 5,7%) wechselten in das Konto „Nichterwerbspersonen/Abwanderungen/Todesfälle“.

Die Veränderungen des Übergangsverhaltens nach der „ersten Schwelle“, also nach dem Abgang aus allgemeinbil-

denden Schulen, *zusammenfassend* ist somit einmal der rückläufige Übergang von Abgängern mit/ohne Hauptschulabschluss in die berufliche Ausbildung festzuhalten. Sofern sie nicht arbeitslos wurden, wählten sie – freiwillig oder als Notlösung – verstärkt die in dieser Periode stark ausgeweiteten Möglichkeiten der schulischen Berufsgrundbildung und -Vorbereitung, weniger hingegen (ob freiwillig oder erzwungen, sei dahingestellt) den direkten Übergang in eine ungelernete Beschäftigung.

Im Gegensatz dazu stieg bei den Schulabgängern mit höheren Bildungsabschlüssen der Stellenwert der beruflichen Erstausbildung außerhalb der Hochschulen an. Dagegen sank – sei es gewollt oder aufgrund der Arbeitsmarktlage als notwendig angesehen – ihr Interesse, entweder über den Zweiten Bildungsweg die Hochschulreife nachzuholen bzw. (bei Hochschulberechtigten) direkt nach dem Abitur ein Studium aufzunehmen.

<sup>27)</sup> Dieser Übergang betrifft natürlich nur die männlichen Abgänger; durch die Zusammenfassung „männlich+weiblich“ wird die Gesamtabgangsquote nach unten gedrückt.

## 8.2 Übergänge nach der „zweiten Schwelle“

Die Übergänge nach der „zweiten Schwelle“, also nach einer beruflichen oder Hochschulausbildung, zeigen in der Gesamtentwicklung im Vergleich der Jahre 1975 und 1985 einen rückläufigen Übergang in die Erwerbstätigkeit bei gleichzeitiger Zunahme der direkten Einmündungen in Arbeitslosigkeit (Ausnahme: Hochschulabgänger). Ähnlich wie bei den Abgängen aus allgemeinbildenden Schulen sank auch hier das Interesse, nach einer Berufsausbildung die Hochschulberechtigung über den zweiten Bildungsweg nachzuholen. Die Veränderungen der Übergangsströme aus den drei Bereichen der Berufsausbildung – betriebliche Lehre, Berufsfach- und Fachschulen, Hochschulen – werden im folgenden (im Vergleich 1975/1985) kurz kommentiert.

Bei den Abgängen aus *betrieblicher Lehre* (BL) fällt auf, daß sich der Übergang in die Erwerbstätigkeit verringerte und derjenige in Arbeitslosigkeit anstieg: Nahmen im Jahre 1975 noch 74% aller Abgänger aus der betrieblichen Ausbildung direkt eine Beschäftigung auf, waren es 1985 nur noch 70%. Hierbei muß jedoch erwähnt werden, daß im Betrachtungszeitraum die Gesamtzahl der Abgänger aus der BL um 175 000 (von 462 000 auf 637 000) angestiegen ist; von ihnen konnten immerhin rd. 100 000 unmittelbar vom Beschäftigungssystem aufgenommen werden. Im Vergleich zu 3,3% (1975) wurden 1985 knapp 8% dieser Gruppe zunächst arbeitslos. Daneben erhöhte sich auch die Abgangsquote in Nichterwerbstätigkeit (einschl. Abwanderungen und Todesfälle) von 7% auf 8% und in die Hochschulen von 0,5% auf 2,4%.

Die Veränderungen der Abgangsströme aus dem *beruflichen Schulwesen* (BSW) weisen in weiten Teilen Ähnlichkeiten mit dem Übergangsverhalten der BI-Abgänger auf. Auch hier sanken die Abgangsquoten in die Erwerbstätigkeit (von gut 48% auf 31%) deutlich, während die Ströme in Arbeitslosigkeit stiegen (4%/6,4%). Unterschiede zeigen sich allerdings beim Übergang in die Hochschulen. Anders als bei den BL-Abgängern nahmen 1985 weniger Personen aus dem BSW ein Hochschulstudium auf (1975: 10%, 1985: 7%), wechselten dafür aber häufiger in eine anschließende betriebliche Ausbildung über (25% / 46%). Gleiches gilt im übrigen auch für die Abgänge aus dem BGJ/BVJ und den BVM: Auch sie mündeten 1985 (48%) häufiger als noch 1975 (37%) in eine betriebliche Lehre bzw. in eine schulische Berufsausbildung (14%/18%) ein.

Die beruflichen Schulen haben also in Zeiten eines knappen Lehrstellenangebots häufig die Funktion einer Ausweich- und/oder Warteposition für all jene Schulabgänger erfüllt, die nicht in unmittelbarem Anschluß an die allgemeinbildende Schule bzw. die berufliche Grundbildung einen betrieblichen Ausbildungsplatz erhalten konnten. Dies erklärt auch zu einem großen Teil das erhöhte Interesse von Abgängern aus der schulischen Berufsausbildung an der Aufnahme einer betrieblichen (Zweit-)Ausbildung und damit den Anstieg der Verbleibdauer im gesamten Bildungswesen.

Im Jahre 1985 wurden mit 12,3% wesentlich mehr *Abgänger aus den Hochschulen* (HS) unmittelbar nach dem Verlassen der Hochschule arbeitslos als noch 10 Jahre zuvor (8,4%). Gleichzeitig stieg in diesem Zeitraum aber auch

die direkte Aufnahme einer Beschäftigung prozentual an, von 63% auf 66%. In absoluten Zahlen ausgedrückt waren es 1985 immerhin 43 000 HS-Abgänger *mehr*, die nach dem Studium direkt einen Arbeitsplatz fanden als noch 1975.

Diese auf den ersten Blick vielleicht widersprüchlich anmutende gleichläufige Entwicklung ist auf den Rückgang der Übergänge in Nichterwerbstätigkeit und der Abwanderungen zurückzuführen: Während 1975 noch jeder vierte HS-Abgänger in Nichterwerbstätigkeit überwechselte oder (vielleicht auch nur auf Zeit) ins Ausland ging, zeigte 1985 nur noch jeder sechste ein solches Übergangsverhalten. Hier sei hinzugefügt, daß sich diese Abgangsquote sowohl bei den männlichen wie den weiblichen HS-Abgängern gleichmäßig (um rd. 8%) reduzierte: Die gestiegene Erwerbsneigung von Hochschulabgängerinnen allein kann die verringerten Zugänge in Nichterwerbstätigkeit also nicht erklären.

## 8.3 „Rückkehr“ in die Ausbildung

Zur „Rückkehr“ aus der Beschäftigung (einschl. Wehr-/Zivildienst), aus Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit in das Ausbildungssystem ist anzumerken, daß es sich nicht nur um Personen handelt, die nach einer Ausbildung *und* anschließenden längeren Erwerbs- oder Nichterwerbstätigkeit wieder in eine Ausbildung einmünden, sondern auch um solche, die nach dem Abgang aus der allgemeinbildenden Schule oder nach einem Ausbildungsabbruch zunächst vorübergehend erwerbstätig, arbeitslos oder nichterwerbstätig wurden, um dann nach mehr oder weniger kurzer „Wartezeit“ (wieder) eine Ausbildung aufzunehmen.<sup>28)</sup>

Betrachtet man zunächst die Einmündungen aus vorheriger *Arbeitslosigkeit* in eine Ausbildung für die Jahre 1975 und 1985, so zeigt sich ein deutlicher Anstieg dieser Übergangsquote von 1% auf 1,7%. Dies macht angesichts der Gesamtzahl *aller* Abgänge aus Arbeitslosigkeit von 1,6 Mio. z. B. im Jahre 1985 immerhin 27 000 Personen aus; der größte Teil von ihnen mündete in das BGJ/BVJ bzw. in die BVM (knapp 14 000) und in die betriebliche Lehre (7500) ein.

Nach dem *Wehr-/Zivildienst* setzten 1985 mehr als 54 000 Männer ihre Ausbildung, vor allem an den Hochschulen (38 000) fort. Die entsprechenden Abgangsquoten für die Männer (in Tabelle 7 nicht enthalten) lauten: 7,1% in die Lehre und 18,7% in die Hochschulen (1975: 6,9% bzw. 12,9%).

Aus der *Erwerbstätigkeit* kehrten 1975 insgesamt 1,8% und 1985 2,9% in das Ausbildungswesen zurück. Auch hier ist die absolute Zahl der Rückkehrer angesichts der hohen Gesamtabgänge aus Erwerbstätigkeit (1975 wie 1985 rund 2,2 Mio.) nicht unerheblich: Hinter den Quoten stehen immerhin 50 000 (1975) bzw. 65 000 Personen (1985).

Ähnlich ist es bei den Abgängen aus *Nichterwerbstätigkeit* bzw. den *zugewanderten* Personen, die (wieder) eine Ausbildung aufnehmen. Von den insgesamt gut 650 000 bzw. 815 000 Abgängen aus Nichterwerbstätigkeit und Zuwanderungen mündeten 1975 rd. 5% (30 000 Personen) und 1985 knapp 10% (80 000 Personen) in eine Ausbildung ein, davon die meisten in das BGJ/BVJ/die BVM (6,6% oder 54 000 Personen) und in den Hochschulbereich (2,4% oder 19 000 Personen).

*Insgesamt* gesehen läßt sich also festhalten, daß die Übergänge in das gesamte Ausbildungswesen aus Erwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit/Zuwande-

<sup>28)</sup> Eine Differenzierung dieser beiden „Rückkehrer-Gruppen“ ist nach dem Alter möglich; auf die entsprechenden Ergebnisse konnte an dieser Stelle aus Platzgründen jedoch nicht eingegangen werden (vgl. Hinweise zur Altersverteilung der Übergänge: Tessaring / Fischer / Reinberg 1990).

rungen im Jahre 1985 mit über 225 000 Personen eine beachtliche Größenordnung erreicht hat: 1975 war dieser Übergang nur fast halb so hoch (120 000 Personen). Von allen Ausbildungsanfängern (*Zugangsquoten*, in Tabelle 7 nicht enthalten) kamen somit 1985 immerhin 16,5% nicht direkt aus einer allgemeinbildenden Schule oder einer vorherigen Ausbildung; 1975 waren es noch knapp 13%. Hierbei ist zu beachten, daß zwischen 1975 und 1985 auch die Gesamtzahl aller Zugänge in eine Ausbildung von rd. 930 000 auf 1,36 Mio. gestiegen ist. Dabei sind die Zugänge in die Fortbildungs- und Umschulungsmaßnahmen der BA nur teilweise enthalten; so traten z. B. 1985 rd. 380 000 Männer und Frauen in Maßnahmen zur beruflichen Fortbildung und Umschulung ein.<sup>29)</sup>

Der Grund mag vor allem darin liegen, daß der Anstieg der Arbeitslosigkeit oder eine unbefriedigende Beschäftigung viele Jugendliche und junge Erwachsene veranlaßt, zur Verbesserung ihrer individuellen Arbeitsmarktposition eine Ausbildung aufzunehmen bzw. eine höhere Ausbildung anzuschließen – ein Ergebnis, das sich auch schon bei der Analyse des Abgangsalters aus dem Bildungs- und Ausbildungswesen andeutete.<sup>30)</sup>

### 9. Ausblick und weitere Anwendungsmöglichkeiten der BGR

Nachdem sich die Funktionsfähigkeit des ENTROP-Ansatzes zur Berechnung der Übergänge im Bildungs- und Beschäftigungssystem erwiesen hat, besteht die nächste vordringliche Aufgabe in der *Aktualisierung* und weiteren *Analyse* des Datenmaterials der BGR. Hierbei stellt sich prinzipiell das Problem, daß die statistischen Grundlagen in der Detailtiefe, wie sie für das Kohortenkonzept der BGR (Einzelaltersjahre, Einzelkonten) erforderlich sind, von der Statistik nur mit 2-3 Jahren Verzögerung bereitgestellt werden können. Es soll daher versucht werden, die Alters- und Übergangsstrukturen der Vergangenheit zunächst an die vorläufigen Eckdaten der Statistik anzulegen und dann später, sobald die Einzeldaten vorliegen, ggf. zu revidieren. Es ist derzeit jedoch noch nicht abzusehen, in welchem Ausmaß die laufenden Revisionen der Bevölkerungs- und Erwerbsstatistik (die insbesondere aufgrund der Volkszählungsergebnisse 1987 erforderlich sind) auch eine Korrektur der entsprechenden bisherigen Rahmendaten der BGR erforderlich werden lassen.

Eine weitere Ergänzung der BGR besteht darin, das Gesamtsystem um die *Qualifikations-, Fachrichtungs- und Berufsstrukturen* der Erwerbs- und Nichterwerbspersonen sowie der Arbeitslosen zu erweitern. Ziel ist, aufgrund der Übergangsergebnisse den Durchlauf der einzelnen Geburtsjahrgangskohorten bis hin zum höchsten Ausbildungsabschluß und die Einmündung bzw. den weiteren Erwerbsverlauf dieser Qualifikationsgruppen nachzuzeichnen. Damit können sowohl die bisherige Qualifikationsentwicklung als auch das künftige Neu- und Restangebot unterschiedlich qualifizierter Erwerbspersonen in tieferer

Gliederung, als es bisher möglich war, analysiert bzw. vorausgeschätzt werden. Mit dieser Erweiterung wurde 1989 begonnen.

Schließlich wird derzeit überlegt, ob und wie auch für die DDR eine solche Bildungsgesamtrechnung aufgebaut werden könnte. Hierbei ist noch offen, inwieweit die Datenglage ein solches Vorhaben ermöglicht und ob eine Vergleichbarkeit der Bildungs-, Ausbildungs- und Qualifikationsstrukturen hergestellt werden kann.

### Literatur

- Alex, L., Weißhuhn, H. (1980), *Ökonomie der Bildung und des Arbeitsmarktes*. Schriften zur Berufsbildungsforschung, Band 59, Hannover 1980
- Arminger, G., Lijphart, N., Müller, W. (1981), Die Verwendung log-linearer Modelle zur Disaggregation aggregierter Daten, in: *Allgemeines Statistisches Archiv*, Bd. 65, S. 273 ff.
- Autorengemeinschaft, *Echte oder unechte Arbeitslosigkeit?* MatAB 2/1988
- BA (1988) (Hrsg.), *Amtliche Nachrichten der Bundesanstalt für Arbeit, Jahreszahlen*, Nürnberg
- Bacharach, M. (1970), *Biproportional Matrices and Input-Output Change*, Cambridge
- Blien, U., Graef, F. (1990), *Entropieoptimierungsverfahren in der empirischen Wirtschaftsforschung. Die Ermittlung von Tabellen aus unvollständigen Informationen, dargestellt am Beispiel von Input-Output-Tabellen*. Diskussionspapier, Erlangen, Mannheim
- Blien, U., Tessaring, M. (1986), Die Bildungsgesamtrechnung des IAB. Konzeption und erste Ergebnisse, in: *MittAB 4*, S. 501 ff.
- Blien, U., Tessaring, M. (1988), Die Bildungsgesamtrechnung des IAB. Ein Kohortenkonzept zur Analyse von Bildung und Erwerbstätigkeit, in: Mertens, D. (Hrsg.), *Konzepte der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 3. Auflage. BeitrAB 70, Nürnberg, S. 144 ff.
- Blien, U., Tessaring, M. (1989), Abgangsalter aus dem Bildungswesen und Arbeitsmarktsituation. Ergebnisse der Bildungsgesamtrechnung des IAB, in: *MittAB 1*, S. 85 ff.
- Bregman, L., (1967), The Relaxation Method of Finding the Common Point of Convex Sets and its Application to the Solution of Problems in Convex Programming, in: *USSR Comp. Math. and Math. Phys.*, Vol. 7/3, S. 321 ff.
- Censor, Y. (1981), Row-Action Methods for Huge and Sparse Systems and their Applications, in: *SIAM Review*, Vol. 23, S. 444 ff.
- Censor, Y. (1982), Entropy Optimization via Entropy Projections, in: Drenick, R., Kozin, F. (Hrsg.), *System Modelling and Optimization. Lecture Notes in Control and Information Science*, 38, Berlin, New York
- Censor, Y., Lent, A. (1981), An Iterative Row-Action Method for Interval Convex Programming, in: *Journal of Optimization Theory and Applications*, Vol. 34, S. 321 ff.
- Christensen, R. (1981), *Entropy Minimax Sourcebook*, Vol. 1: General Description, Lincoln/Mass.
- Friedmann, R. (1978), Zur Aktualisierung von Input-Koeffizienten, in: *Zeitschrift für die Gesamte Staatswissenschaft*, Vol. 134, S. 153 ff.
- Gill, P., Murray, W., Wright, M. (1981), *Practical Optimization*, London u. a.
- Gorman, W. (1963), Estimating Trends in Leon tief Matrices. A Note on Mr. Bachrach's Paper (Diskussionspapier, Nuffield College), Oxford

<sup>29)</sup> vgl. BA (1988) S. 182. Die Fortbildungs- und Umschulungsmaßnahmen der BA werden in der BGR nicht explizit berücksichtigt, da eine eindeutige Aufgliederung gleichzeitig nach Schulungsziel (hier: institutionell den BGR-Ausbildungskonten zuzuordnende Maßnahmen), Vollzeitmaßnahme, Dauer (1 Jahr und länger) und vorangegangenen Status nicht für den gesamten Beobachtungszeitraum möglich war. Soweit diese Maßnahmen jedoch an den in der BGR erfaßten Ausbildungsinstitutionen durchgeführt wurden, sind sie explizit enthalten. Vgl. aber zu den FuU-Beständen und Bewegungen die Ergebnisse der AGR des IAB (z. B. Reyher / Bach 1988).

<sup>30)</sup> vgl. Blien / Tessaring (1989)

- Graef, F., Blien, U. (1989), ENTROR Ein allgemein einsetzbares Verfahren zur Gewichtung von Stichproben, zur Disaggregation von Daten und zur Ermittlung von Tabellen aus heterogenen Informationen, in: Allgemeines Statistisches Archiv 73, S. 122 ff.
- Herman, G. (1985), Application of Maximum Entropy and Bayesian Optimization Methods to Image Reconstruction from Projections, in: Smith, C., Grandy, W. (Hrsg.), Maximum-Entropy and Bayesian Methods in Inverse Problems, Dordrecht, Holland.
- Hinton, G., Sejnowski, T. (1986), Learning and Relearning in Boltzmann Machines, in: Rumelhart, D. u. a. (Hrsg.), Parallel Distributed Processing, Vol. I, Cambridge, London
- Holub, H.-W., Schnabl, H. (1982), Input-Output-Rechnung: Input-Output-Tabellen, München, Wien
- Jaksch, H., Conrad, K. (1972), Zur Schätzung von Input-Output-Tabellen aus ihren Reihensummen, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik 1971/72, Bd. 186, S. 131 ff.
- Merz, J. (1983), Die konsistente Hochrechnung von Mikrodaten nach dem Prinzip des minimalen Informationsverlustes, in: Allgemeines Statistisches Archiv 67/4, S. 342 ff.
- Paass, G. (1988), Stochastic Generation of a Synthetic Sample from Marginal Information. Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Arbeitspapier der GMD Nr. 308
- Reyher, L., Bach, H.-U. (1988), Arbeitskräfte-Gesamtrechnung. Bestände und Bewegungen am Arbeitsmarkt, in: Mertens, D. (Hrsg.) (1988), Konzepte der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. 3. erweiterte und überarbeitete Auflage. BeitrAB 70, Nürnberg, S. 123 ff.
- Richter, J., Zelle, K. (1981), Interregionale Lieferverflechtungen in Österreich, in: Empirica. Zeitschrift des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung I, S. 73 ff.
- Rothkirch, C. v., Weidig, I. (1986), Zum Arbeitskräftebedarf nach Qualifikationen bis zum Jahr 2000. BeitrAB 95, Nürnberg
- Stone, R., Bates, J., Bacharach, M. (1963), Input-Output-Relationships 1954-1966. A Programme for Growth, Paper No. 3, University of Cambridge
- Tessaring, M., Fischer, G., Reinberg, A. (1990), Die Bildungsgesamtrechnung: Konzept und Ergebnisse. Ein Berichtssystem des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung zur Analyse und Prognose des Bildungs- und Ausbildungswesens, Bonn (erscheint demnächst)
- Tessaring, M. (1988), Arbeitslosigkeit, Beschäftigung und Qualifikation: Ein Rück- und Ausblick, in: MittAB 2, S. 177 ff.
- Tessaring, M., Blien, U., Fischer, G., Hofmann, L., Reinberg, A. (1990), Bildung und Beschäftigung im Wandel. Die Bildungsgesamtrechnung des IAB. BeitrAB 126, Nürnberg
- Wauschkuhn, U. (1982), Anpassung von Stichproben und n-dimensionalen Tabellen an Randbedingungen. Berichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Nr. 138, München, Wien
- Zelle, K. (1982), Modelle zur Haushaltsstrukturschätzung, in: Mitteilungsblatt der Österreichischen Gesellschaft für Statistik und Informatik, Nr. 45, März
- Zelle, K., Schechtner, O. (1986), „Arbeitskräftegesamtrechnung“. Erstellung und Fortschreibung mit Hilfe loglinearer Modelle, in: Österreichische Zeitschrift für Statistik und Informatik, Heft 1/2

## Anhang

### Übersicht: Auswahl der wichtigsten Datenquellen der Bildungsgesamtrechnung

Quelle, Hrsg.		Charakteristik, einbezogene Merkmale	Bemerkungen
Mikrozensus Volkszählungen	Stat. Bundesamt	Bevölkerung nach Geburtsjahren, Geschlecht, Stellung zum Erwerbsleben, Stellung im Beruf u. a.	Anpassung der Strukturen an die AGR bzw. Bevölkerungsstatistik
Bevölkerungs- statistik	Stat. Bundesamt	Bevölkerung nach Geburtsjahren und Geschlecht, Jahresende	Revision der Bevölkerungsfortschreibung 1961–1970
Arbeitskräfte- gesamtrechnung	IAB	Erwerbstätige (ohne Auszubildende) nach Stellung im Beruf, Geschlecht; Übergänge	Umrechnung der kumulierten (Mehrfach-) Bewegungen in JA-/JE-Bewegungen
Bildungs-, Aus- bildungs-, Hoch- schulstatistiken	Stat. Bundesamt	Schüler, Auszubildende, Studenten (Vollzeit) nach Alter und Geschlecht; Anfänger, Absolventen/Abgänger (z. T. nach Schul-/Ausbildungsjahren)	z. T. Schätzung fehlender Angaben durch Länderstatistiken und Schätzverfahren
Beschäftigten- statistik	BA/IAB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Stellung im Beruf, Alter, Geschlecht; Stichprobe der Bewegungsvorgänge	Anpassung an die AGR für die betr. Gruppen
Berufsbildungs- berichte	BIBB/BMBW	Anfänger/Absolventen in betrieblicher Ausbildung; Übergänge in/aus betr. Ausbildung (Herkunft, angestrebte Übergänge, Verbleib)	Übernahme als Bandbreiten- und Blockrestriktionen
Berufsvorberei- tende Maßnahmen	BA	Herkunft und Verbleib der Teilnehmer nach Geschlecht	nur BVM mit einer Dauer von 1 Jahr und mehr; Übernahme als Restriktion
Ratsuchende (Berufsberatung)	BA	Einmündung der Ratsuchenden nach Geschlecht	Übernahme als Bandbreiten- und Blockrestriktionen
Arbeitslosen- statistiken	BA	– Strukturhebungen (Sept.) nach Alter, Geschlecht, Dauer der Arbeitslos., Berufsanfänger/Herkunft bzw. vorheriger Status – Monatsstatistik (nach Geschlecht, z. T. Alter, Dauer der Arbeitslos.) – Bewegungsstatistik bei Arbeitslosen (Zu-/ Abgänge)	Anpassung der Strukturen an Arbeitslosenstatistik Jahresende (unter Berücksichtigung der Dauer der Arbeitslosigkeit) Jahresende; Berechnung der Verbleiber in Arbeitslosigkeit Übernahme als Bandbreitenrestriktion
IAB-Erhebungen und -Analysen		– IAB-panel – Jugendarbeitslosigkeit – Saisonarbeitslosigkeit; Verbleib der Arbeitslosen – BIBB/IAB-Erhebung bei Erwerbstätigen 1979/85 – div. Verbleiberhebungen (z. B. Abiturienten, Fachhochschulabsolventen u. a.)	Übernahme als Bandbreiten- und Blockrestriktionen
diverse Verbleibs- und Übergangserhebungen anderer Institutionen (z. B. Universitäten, KMK, BLK, Sozioökonomisches panel, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Dt. Jugendinstitut u. a.)		zumeist auf best. Personengruppen, Zeiträume und/oder Regionen beschränkt; Aggregationen und Stichprobenumfang/Merkmale unterschiedlich	Übernahme als Bandbreiten- und Blockrestriktionen

Tabelle 1: BGR-Demonstrationsrechnung in TSD  
Berichtsjahr: 1977  
RAS-Berechnung

## männlich

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AWT	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		18,3	16,1	66,2	115,3	1,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	2,2	2,0	2,3	3,4	17,0	6,6	283,6
MBA		1,1	1,0	3,9	68,0	0,8	1,1	10,8	11,5	0,0	0,0	1,8	1,3	1,2	1,4	2,0	1,0	3,9	110,8
HSR		0,2	0,0	0,1	1,0	0,1	0,2	0,0	0,0	9,6	31,7	2,7	19,0	1,8	2,0	0,3	1,5	5,7	75,9
BGJ		0,0	0,4	0,2	3,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	8,0	0,6	0,5	6,0	0,9	0,4	1,7	21,8
BVM		3,4	0,0	0,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	4,1	0,4	4,3	0,6	0,3	1,2	22,2
BFS		0,8	0,1	27,3	47,6	5,6	7,4	0,8	0,1	0,5	1,5	1,3	0,9	0,1	0,9	0,1	0,7	2,7	98,4
BL		0,0	0,0	0,4	638,5	0,8	9,9	10,2	1,1	0,1	2,0	17,1	12,1	11,3	127,1	1,9	9,4	0,4	842,3
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	0,7	7,4	1,1	0,1	0,2	14,8
FS		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	14,2	0,0	0,0	0,9	2,9	2,5	1,7	0,2	18,3	2,7	0,1	5,3	48,9
FOS		0,0	0,0	0,1	1,8	0,2	0,3	29,4	0,0	1,8	5,9	5,0	3,5	3,3	3,7	0,6	2,7	1,1	59,4
FGY		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	19,0	1,1	3,6	3,0	2,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,6	30,8
FHS		0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	102,3	3,4	2,9	2,0	1,9	2,1	3,2	1,6	0,6	120,5
WHS		0,0	0,0	0,1	1,2	0,1	0,2	0,0	0,0	1,2	391,2	3,3	2,3	21,8	24,6	3,7	1,8	7,1	458,6
ALO		1,3	1,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	225,1	1,6	1,5	166,9	2,5	123,6	48,0	572,9	
WPFL		0,0	0,0	0,3	5,6	0,1	0,1	0,1	0,0	5,4	17,8	1,5	106,8	9,9	111,7	1,7	0,8	3,2	265,0
BEA		0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	2,8	2,4	1,7	1577,0	17,7	2,7	13,2	5,1	1623,8
BES		0,8	0,1	0,3	0,5	0,0	0,8	0,8	0,0	0,5	1,7	141,1	99,9	9,3	10459,1	156,8	77,5	300,8	11250,0
S+M		1,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,9	16,3	1,2	1,1	121,1	1815,8	89,7	3,5	2052,1
NEP		0,4	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	75,4	0,5	0,5	55,9	8,4	4140,8	160,7	4444,5
ZUW		0,8	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,6	13,7	1,0	0,1	101,5	15,2	75,2	0,0	210,4
SUMME: JE		28,1	20,1	99,3	886,3	13,7	36,6	52,3	31,8	125,3	469,2	559,9	265,2	1644,8	11234,2	2023,9	4557,6	558,4	22606,7

## weiblich

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AWT	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		17,1	9,8	93,1	51,6	2,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	1,1	1,5	2,3	23,1	4,1	230,8
MBA		2,4	1,4	13,2	73,3	3,5	1,7	8,4	10,2	0,0	0,0	3,3	0,0	1,6	2,1	3,3	3,3	5,9	133,6
HSR		0,3	0,0	0,2	0,9	0,4	0,2	0,0	0,0	8,1	36,6	4,1	0,0	1,9	2,5	0,4	4,0	7,2	66,8
BGJ		0,0	0,4	0,4	2,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,4	5,9	0,9	0,9	1,7	22,3
BVM		3,3	0,0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,2	2,8	0,4	0,4	0,8	13,6
BFS		1,7	0,1	90,9	50,3	24,0	11,5	0,6	0,1	0,5	2,0	2,3	0,0	0,1	1,4	0,2	2,3	4,0	192,0
BL		0,0	0,0	0,6	328,5	1,6	7,5	3,8	0,5	0,0	1,3	14,9	0,0	7,1	92,8	1,5	14,7	0,3	475,1
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	45,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,0	26,7	4,2	0,4	0,8	79,7
FS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,4	2,0	2,2	0,0	0,1	13,7	2,2	0,2	3,9	35,8
FOS		0,0	0,0	0,1	0,7	0,3	0,2	7,6	0,0	0,6	2,7	3,0	0,0	1,4	1,9	0,3	3,0	0,5	22,3
FGY		0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	10,6	0,7	3,1	3,5	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	20,3
FHS		0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	28,8	1,3	1,4	0,0	0,7	0,9	1,4	1,4	0,3	36,6
WHS		0,0	0,0	0,1	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,5	217,1	2,4	0,0	11,4	15,1	2,4	2,4	4,3	256,6
ALO		1,3	0,8	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	183,7	0,0	0,9	114,4	1,8	181,0	32,5	517,1
WPFL		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
BEA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	0,7	0,0	346,4	4,6	0,7	7,2	1,3	361,7
BES		0,8	0,0	0,4	0,2	0,0	0,5	0,3	0,0	0,2	1,0	106,1	0,0	5,0	6609,4	104,0	104,6	187,6	7120,1
S+M		1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2	13,2	0,0	0,6	82,2	1293,1	130,1	2,3	1524,0
NEP		1,0	0,6	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	1,3	142,5	0,0	0,7	88,7	14,0	14045,1	251,9	14546,6
ZUW		0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	9,8	0,0	0,0	61,2	9,6	96,9	0,0	179,7
SUMME: JE		29,6	13,6	199,7	509,9	78,4	34,5	20,8	21,4	40,4	271,4	530,9	0,0	381,8	7128,0	1443,0	14621,3	510,0	25834,7

**Tabelle 2: BGR-Demonstrationsrechnung in TSD**  
**Berichtsjahr: 1977**  
**ENTROP-Demo-Rechnung**  
**(mit 176 Zusatzrestriktionen)**

**männlich**

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AWT	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		19,1	16,5	31,8	190,9	0,7	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	2,6	2,9	2,8	4,3	4,1	2,9	283,4
MBA		0,6	0,5	10,3	77,1	0,3	0,6	10,3	5,1	0,0	0,0	0,6	0,8	1,4	0,9	1,4	0,1	0,8	110,8
HSR		0,5	0,0	0,1	2,5	0,3	0,5	0,0	0,0	3,1	23,7	0,3	40,6	0,9	0,9	0,1	0,3	1,8	75,6
BGJ		0,0	1,3	4,0	11,5	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	1,0	1,2	0,2	1,5	0,2	0,1	0,6	21,9
BVM		2,7	0,0	0,3	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	1,0	0,3	2,8	0,4	0,2	1,3	22,3
BFS		0,7	0,1	51,2	34,8	2,2	4,5	0,8	0,2	0,4	0,8	0,6	0,6	0,1	0,6	0,1	0,1	0,5	98,3
BL		0,0	0,0	0,2	542,0	0,4	8,3	15,3	6,1	0,1	2,6	5,9	18,4	20,3	195,0	4,8	21,5	1,2	842,1
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	4,2	0,6	0,1	0,2	14,8
FS		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	17,5	0,1	0,0	1,2	2,5	1,9	1,7	0,2	18,5	2,9	0,4	2,0	49,0
FOS		0,0	0,0	0,3	6,3	0,6	1,3	23,2	0,0	7,6	3,0	0,7	10,2	2,3	2,2	0,3	0,6	0,4	59,0
FGY		0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,5	0,0	20,2	3,1	1,3	0,3	4,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	30,8
FHS		0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	94,1	4,1	5,2	2,9	3,2	3,1	4,8	1,5	1,1	120,4
WHS		0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	1,2	400,7	5,2	1,7	19,2	18,4	2,9	3,0	5,5	458,7
ALO		0,7	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	154,1	2,5	2,7	260,4	11,3	103,4	36,9	573,0
WPFL		0,0	0,0	0,6	9,0	0,2	0,1	0,2	0,0	8,5	17,4	3,6	75,8	13,4	129,1	2,0	2,6	2,4	264,9
BEA		0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0	1,6	4,2	1,4	1564,5	15,0	2,3	30,3	2,9	1623,6
BES		1,3	0,1	0,1	1,6	0,0	1,2	1,9	0,0	1,6	3,4	288,7	97,2	10,7	10280,8	159,4	207,3	194,9	11250,2
S+M		1,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	1,6	8,9	1,2	1,3	124,5	1787,3	106,9	18,1	2052,0
NEP		0,2	0,2	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2	56,3	0,4	0,5	47,1	22,8	4030,0	284,7	4444,6
ZUW		0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	5,1	13,5	0,5	0,1	126,2	16,1	45,3	0,0	210,4
SUMME		27,8	19,9	99,0	886,3	13,9	36,5	52,3	31,8	124,9	469,1	559,9	265,3	1644,7	11234,1	2024,1	4557,8	558,4	22605,8

**weiblich**

in		BGJ	BVM	BFS	BL	SdG	FS	FOS	FGY	FHS	WHS	ALO	WPFL	BEA	BES	S+M	NEP	AWT	SUMME: JA
aus		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018
HSA		16,5	9,2	64,3	100,2	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	3,8	4,8	12,0	10,2	2,8	230,6
MBA		3,2	1,8	29,3	58,7	2,3	1,1	6,6	7,6	0,0	0,0	1,9	0,0	2,5	3,3	8,1	1,9	5,2	133,5
HSR		1,6	0,0	0,8	3,2	1,1	0,6	0,0	0,0	3,2	35,7	1,6	0,0	4,2	5,3	1,3	2,2	6,1	66,9
BGJ		0,0	1,1	5,1	8,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	2,3	0,0	0,3	3,7	0,9	0,3	0,7	22,5
BVM		0,9	0,0	0,5	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,2	3,0	0,8	0,5	1,3	13,6
BFS		4,7	0,3	98,1	29,9	20,9	10,2	0,6	0,3	2,6	5,0	4,2	0,0	0,6	7,5	1,9	1,4	4,0	192,2
BL		0,0	0,0	0,7	305,3	1,0	4,9	2,9	0,5	0,0	0,8	7,0	0,0	9,6	123,6	3,2	14,9	0,4	474,8
SdG		0,0	0,0	0,0	0,0	51,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,8	22,7	2,8	0,7	0,5	79,8
FS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,3	1,0	0,8	0,0	0,1	14,6	1,0	0,1	1,4	35,8
FOS		0,0	0,0	0,3	1,3	0,4	0,2	10,6	0,0	2,0	1,4	0,6	0,0	1,7	2,1	0,5	0,9	0,2	22,2
FGY		0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,3	0,0	12,9	2,3	1,6	0,7	0,0	0,2	0,2	0,6	0,1	0,3	20,2
FHS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,2	0,5	1,2	0,0	0,6	0,8	1,9	2,5	0,7	36,4
WHS		0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	219,5	2,7	0,0	8,1	10,4	2,6	3,4	9,3	256,4
ALO		1,4	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	93,2	0,0	1,7	222,7	6,9	177,6	12,3	516,8
WPFL		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
BEA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	2,0	0,0	339,9	4,4	0,6	14,1	0,5	361,8
BES		0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	1,1	298,7	0,0	5,0	6450,4	86,5	208,0	69,4	7120,2
S+M		0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	8,4	0,0	0,0	0,7	87,5	1256,9	162,4	7,4	1523,9
NEP		0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	83,1	0,0	0,8	108,6	47,9	13916,8	387,2	14546,6
ZUW		0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,7	13,3	0,0	0,0	52,4	6,5	103,5	0,0	179,8
SUMME		29,6	13,6	199,6	509,9	78,2	34,3	20,9	21,4	40,3	271,3	531,0	0,0	381,8	7128,0	1442,9	14621,5	509,7	25834,0

Tabelle 3: BGR-Demonstrationsrechnung in TSD  
 Berichtsjahr: 1977  
 DIFFERENZ = (ENTROP-DEMO)-RAS

202

männlich

in \ aus	BGJ 001	BVM 002	BFS 003	BL 004	SdG 005	FS 006	FOS 007	FGY 008	FHS 009	WHS 010	ALO 011	WPFL 012	BEA 013	BES 014	S+M 015	NEP 016	AWT 017	SUMME : JA 018
HSA	0,8	0,4	-34,4	75,6	- 0,7	- 0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	- 27,6	0,4	0,9	0,5	0,9	- 12,9	- 3,7	- 0,2
MBA	- 0,5	- 0,5	6,4	9,1	- 0,5	- 0,5	- 0,5	- 6,4	0,0	0,0	- 1,2	- 0,5	0,2	- 0,5	- 0,6	- 0,9	- 3,1	0,0
HSR	0,3	0,0	0,0	1,5	0,2	0,3	0,0	0,0	- 6,5	- 8,0	- 2,4	21,6	- 0,9	- 1,1	- 0,2	- 1,2	- 3,9	- 0,3
BGJ	0,0	0,9	3,8	8,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	- 7,0	0,6	- 0,3	- 4,5	- 0,7	- 0,3	- 1,1	0,1
BVM	- 0,7	0,0	0,2	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,2	- 3,1	- 0,1	- 1,5	- 0,2	- 0,1	0,1	0,1
BFS	- 0,1	0,0	23,9	-12,8	- 3,4	- 2,9	0,0	0,1	- 0,1	- 0,7	- 0,7	- 0,3	0,0	- 0,3	0,0	- 0,6	- 2,2	- 0,1
BL	0,0	0,0	- 0,2	-96,5	- 0,4	- 1,6	5,1	5,0	0,0	0,6	- 11,2	6,3	9,0	67,9	2,9	12,1	0,8	- 0,2
SdG	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	- 0,1	- 0,3	- 0,3	- 3,2	- 0,5	0,0	0,0	0,0
FS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,1	0,0	0,3	- 0,4	- 0,6	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	- 3,3	0,1
FOS	0,0	0,0	0,2	4,5	0,4	1,0	- 6,2	0,0	5,8	- 2,9	- 4,3	6,7	- 1,0	- 1,5	- 0,3	- 0,2	- 0,7	- 0,4
FGY	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	1,2	2,0	- 2,3	- 2,7	2,1	- 0,1	- 0,1	- 0,2	- 0,2	- 0,4	0,0
FHS	0,0	0,0	- 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 8,2	0,7	2,3	0,9	1,3	1,0	1,6	- 0,1	0,5	- 0,1
WHS	0,0	0,0	- 0,1	- 0,5	0,0	- 0,1	0,0	0,0	0,0	9,5	1,9	- 0,6	- 2,6	- 6,2	- 0,8	1,2	- 1,6	0,1
ALO	- 0,6	- 0,6	0,0	- 0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,1	- 0,2	- 71,0	0,9	1,2	93,5	8,8	- 20,2	- 11,1	0,1
WPFL	0,0	0,0	0,3	3,4	0,1	0,0	0,1	0,0	3,1	- 0,4	2,1	-31,0	3,5	17,4	0,3	1,8	- 0,8	- 0,1
BEA	0,0	0,0	- 0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	- 1,2	1,8	- 0,3	-12,5	- 2,7	- 0,4	17,1	- 2,2	- 0,2
BES	0,5	0,0	- 0,2	1,1	0,0	0,4	1,1	0,0	1,1	1,7	147,6	- 2,7	1,4	-178,3	2,6	129,8	-105,9	0,2
S+M	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	- 0,3	- 7,4	0,0	0,2	3,4	-28,5	17,2	14,6	- 0,1
NEP	- 0,2	- 0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	- 19,1	- 0,1	0,0	- 8,8	14,4	-110,8	124,0	0,1
ZUM	- 0,2	- 0,2	0,0	- 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,5	- 0,2	- 0,5	0,0	24,7	0,9	- 29,9	0,0	0,0
SUMME : JE	- 0,3	- 0,2	- 0,3	0,0	0,2	- 0,1	0,0	0,0	- 0,4	- 0,1	0,0	0,1	- 0,1	- 0,1	0,2	0,2	0,0	- 0,9

weiblich

in \ aus	BGJ 001	BVM 002	BFS 003	BL 004	SdG 005	FS 006	FOS 007	FGY 008	FHS 009	WHS 010	ALO 011	WPFL 012	BEA 013	BES 014	S+M 015	NEP 016	AWT 017	SUMME : JA 018
HSA	- 0,6	- 0,6	-28,8	48,6	- 1,6	- 0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	- 17,9	0,0	2,7	3,3	9,7	- 12,9	- 1,3	- 0,2
MBA	0,8	0,4	16,1	-14,6	- 1,2	- 0,6	- 1,8	- 2,6	0,0	0,0	- 1,4	0,0	0,9	1,2	4,8	- 1,4	- 0,7	- 0,1
HSR	1,3	0,0	0,6	2,3	0,7	0,4	0,0	0,0	- 4,9	- 0,9	- 2,5	0,0	2,3	2,8	0,9	- 1,8	- 1,1	0,1
BGJ	0,0	0,7	4,7	5,9	- 0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	- 7,2	0,0	- 0,1	- 2,2	0,0	- 0,6	- 1,0	0,2
BVM	- 2,4	0,0	0,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,8	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,5	0,0
BFS	3,0	0,2	7,2	-20,4	- 3,1	- 1,3	0,0	0,2	2,1	3,0	1,9	0,0	0,5	6,1	1,7	- 0,9	0,0	0,2
BL	0,0	0,0	0,1	-23,2	- 0,6	- 2,6	- 0,9	0,0	0,0	- 0,5	- 7,9	0,0	2,5	30,8	1,7	0,2	0,1	- 0,3
SdG	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,3	0,0	- 0,2	- 4,0	- 1,4	0,3	- 0,3	0,1
FS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	- 0,1	- 1,0	- 1,4	0,0	0,0	0,9	- 1,2	- 0,1	- 2,5	0,0
FOS	0,0	0,0	0,2	0,6	0,1	0,0	3,0	0,0	1,4	- 1,3	- 2,4	0,0	0,3	0,2	0,2	- 2,1	- 0,3	- 0,1
FGY	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	2,3	1,6	- 1,5	- 2,8	0,0	0,0	0,0	0,3	- 0,2	- 0,3	- 0,1
FHS	0,0	0,0	- 0,1	0,0	- 0,2	- 0,1	0,0	0,0	- 0,6	- 0,8	- 0,2	0,0	- 0,1	- 0,1	0,5	1,1	0,4	- 0,2
WHS	0,0	0,0	- 0,1	- 0,3	- 0,3	- 0,1	0,0	0,0	- 0,3	2,4	0,3	0,0	- 3,3	- 4,7	0,2	1,0	5,0	- 0,2
ALO	0,1	0,0	- 0,1	- 0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,1	- 90,5	0,0	0,8	108,3	5,1	- 3,4	- 20,2	- 0,3
WPFL	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
BEA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	- 0,5	1,3	0,0	- 6,5	- 0,2	- 0,1	6,9	- 0,8	0,1	0,1
BES	- 0,4	0,0	- 0,3	- 0,1	0,0	- 0,4	- 0,2	0,0	0,1	0,1	192,6	0,0	0,0	-159,0	-17,5	103,4	-118,2	0,1
S+M	- 0,7	- 0,1	- 0,1	0,0	0,0	- 0,1	0,0	0,0	0,0	- 0,9	- 4,8	0,0	0,1	5,3	-36,2	32,3	5,1	- 0,1
NEP	- 0,7	- 0,4	- 0,1	- 0,2	0,0	- 0,1	0,0	0,0	- 0,1	0,1	- 59,4	0,0	0,1	19,9	33,9	-128,3	135,3	0,0
ZUM	- 0,4	- 0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,8	3,5	0,0	0,0	- 8,8	- 3,1	6,6	0,0	0,1
SUMME : JE	0,0	0,0	- 0,1	0,0	- 0,2	- 0,2	0,1	0,0	- 0,1	- 0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	- 0,1	0,2	- 0,3	- 0,7

MitTAB 2/90



**Tabelle 4: BGR-Original-Übergangsberechnung in TSD**  
**Berichtsjahr: 1977**  
**Insgesamt | männlich | weiblich**

**männlich**

Kon- ten	BGJ 001	BVM 002	BFS 003	BL 004	SdG 005	FS 006	FOS 007	FGY 008	FHS 009	WHS 010	ALO 011	WPFL 012	BEA 013	BES 014	S+M 015	NEP 016	AWT 017	SUMME:JA 018
HSA	19,3	9,8	29,2	201,1	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	1,7	7,4	1,5	6,0	3,6	283,5
MBA	1,3	0,5	9,8	72,3	0,6	0,7	12,7	4,9	0,0	0,0	0,7	0,8	1,6	1,9	0,5	0,5	2,1	110,7
HSR	0,1	0,0	0,3	3,8	0,0	0,4	0,0	0,0	2,9	23,5	0,3	41,2	0,8	0,8	0,5	0,9	0,2	75,6
BGJ	0,0	0,5	4,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,4	0,2	1,3	1,4	0,3	0,3	0,5	21,9
BVM	1,3	0,0	0,3	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,1	0,7	3,7	0,4	1,2	1,1	22,4
BFS	0,3	0,2	51,1	30,5	1,9	4,6	1,0	0,4	1,2	1,4	2,4	0,6	0,3	1,2	0,4	0,2	0,6	98,4
BL	0,0	0,0	0,8	541,9	1,3	7,7	12,0	5,0	0,8	2,6	20,6	20,6	24,4	189,4	6,0	21,6	1,4	842,1
SdG	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	4,3	0,4	0,3	0,1	14,8
FS	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	17,4	0,0	0,0	2,5	2,6	0,7	1,3	1,0	18,1	1,9	1,1	1,8	48,9
FOS	0,0	0,0	0,7	2,6	0,0	1,2	23,3	0,0	9,5	1,5	0,5	13,6	2,7	2,3	0,5	0,3	0,6	59,3
FGY	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3	0,0	20,3	2,2	2,4	0,3	3,2	0,3	0,5	0,7	0,1	0,2	30,8
FHS	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	94,0	1,7	3,6	0,9	3,7	9,2	3,5	1,5	1,6	120,4
WHS	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	400,8	3,8	1,0	13,5	20,9	8,4	3,1	5,7	458,6
ALO	1,7	2,1	0,6	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	148,9	4,4	0,8	261,4	10,8	104,9	35,2	573,0
WPFL	0,0	0,0	0,1	9,5	0,0	0,2	0,3	0,0	3,9	15,9	1,0	68,1	15,4	144,5	3,2	1,0	1,7	265,0
BEA	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,6	0,1	2,3	1,3	3,8	0,8	1543,9	40,2	1,8	15,5	12,8	1623,8
BES	0,9	0,8	0,5	1,1	0,1	1,4	1,5	0,1	1,3	3,8	303,1	103,4	29,6	10223,7	165,0	226,1	187,8	11250,2
S+M	0,9	0,7	0,4	0,8	0,2	0,2	0,4	0,2	0,7	1,5	7,9	2,2	1,4	128,6	1779,5	105,1	21,2	2052,0
NEP	2,0	2,8	0,7	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	0,6	1,2	56,0	1,6	0,9	46,7	21,9	4023,8	284,7	4444,6
ZUM	0,3	2,6	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	1,8	8,1	11,4	0,5	0,5	127,8	16,6	44,2	0,0	214,7
SUMME:JE	28,0	20,0	99,2	886,3	13,9	36,5	52,4	31,8	124,9	469,1	560,0	265,3	1644,7	11234,0	2024,0	4557,7	562,8	22610,7

**weiblich**

Kon- ten	BGJ 001	BVM 002	BFS 003	BL 004	SdG 005	FS 006	FOS 007	FGY 008	FHS 009	WHS 010	ALO 011	WPFL 012	BEA 013	BES 014	S+M 015	NEP 016	AWT 017	SUMME:JA 018
HSA	20,2	8,1	56,6	102,5	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	2,0	14,8	4,3	12,1	2,0	230,7
MBA	3,0	0,9	32,7	55,7	2,3	1,6	6,8	6,5	0,0	0,0	2,1	0,0	4,4	7,6	2,8	3,9	3,0	133,4
HSR	0,3	0,0	1,8	4,2	0,3	0,7	0,0	0,0	2,9	35,4	3,0	0,0	2,4	4,8	2,5	7,3	1,5	66,9
BGJ	0,0	0,2	5,1	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,1	4,1	0,3	0,8	0,7	22,4
BVM	0,6	0,0	0,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	3,5	0,7	0,8	0,3	13,6
BFS	1,6	0,1	98,0	30,5	20,5	10,3	1,0	1,1	2,7	5,3	4,5	0,0	0,7	8,9	1,7	3,6	1,6	192,0
BL	0,0	0,0	1,9	305,4	2,5	3,3	1,6	0,3	0,0	0,4	7,1	0,0	10,3	122,3	4,3	14,9	0,6	474,9
SdG	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	1,5	23,4	2,2	0,9	0,1	79,9
FS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0	0,4	1,0	0,4	0,0	0,5	14,6	0,9	0,6	0,8	35,9
FOS	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,3	10,7	0,0	3,0	0,6	0,7	0,0	1,5	2,4	1,1	0,7	0,2	22,3
FGY	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	12,8	1,4	2,3	0,3	0,0	0,4	0,6	1,1	0,7	0,2	20,3
FHS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,1	0,1	1,3	0,0	0,8	2,9	1,6	1,4	0,2	36,5
WHS	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	219,6	3,0	0,0	5,2	11,7	7,7	5,4	3,3	256,5
ALO	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	92,3	0,0	1,0	224,6	7,7	175,8	12,8	517,0
WPFL	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
BEA	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	2,8	0,0	335,5	13,1	1,0	6,8	1,9	361,8
BES	0,2	0,2	0,8	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	1,4	309,1	0,0	13,3	6415,3	86,7	223,0	68,4	7120,2
S+M	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	7,5	0,0	0,9	88,3	1258,6	158,8	8,3	1524,0
NEP	2,5	2,7	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	1,7	70,1	0,0	1,0	110,5	51,5	13900,9	403,9	14546,6
ZUM	0,2	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	2,6	11,2	0,0	0,5	54,6	6,3	103,1	0,0	179,9
SUMME:JE	29,6	13,6	199,7	510,0	78,3	34,4	20,8	21,4	40,5	271,3	531,0	0,0	381,9	7128,1	1443,0	14621,4	509,8	25834,9

BGR-Original-Übergangsberechnung in TSD  
 Berichtsjahr: 1977  
 Insgesamt | männlich | weiblich

## Insgesamt

Kon- ten	BGJ 001	BVM 002	BFS 003	BL 004	SdG 005	FS 006	FOS 007	FGY 008	FMS 009	WMS 010	ALO 011	WPFL 012	BEA 013	BES 014	S+M 015	NEP 016	AWT 017	SUMME:JA 018
HSA	39,5	17,9	85,8	303,5	0,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	0,5	3,7	22,2	5,7	18,1	5,6	514,1
MSA	4,3	1,4	42,5	127,9	2,8	2,3	19,5	11,4	0,0	0,0	2,8	0,8	5,9	9,6	3,3	4,4	5,1	244,1
MSR	0,4	0,0	2,1	8,0	0,3	1,1	0,0	0,0	5,8	58,8	3,3	41,2	3,1	5,6	3,0	8,2	1,7	142,5
BSJ	0,0	0,7	9,1	19,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	4,7	0,2	1,4	5,5	0,7	1,2	1,1	44,3
BVM	1,9	0,0	0,8	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	0,1	0,7	7,3	1,1	2,0	1,5	36,0
EFS	1,8	0,3	149,2	61,0	22,4	14,9	2,0	1,5	3,9	6,8	6,9	0,6	1,0	10,1	2,1	3,8	2,2	290,4
BL	0,0	0,0	2,7	847,3	3,9	11,0	13,7	5,4	0,8	3,0	13,5	20,6	34,7	311,7	10,3	36,5	2,0	1317,1
SdG	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,5	0,3	1,8	27,6	2,7	1,1	0,2	94,6
FS	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	34,1	0,0	0,1	2,9	3,7	1,1	1,3	1,4	32,7	2,8	1,6	2,6	84,8
FOS	0,0	0,0	1,3	3,0	0,0	1,4	34,0	0,0	12,6	2,1	1,2	13,6	4,3	4,7	1,7	1,0	0,8	81,6
FGY	0,0	0,0	0,5	0,3	0,1	0,5	0,0	33,1	3,6	4,6	0,7	3,2	0,7	1,1	1,8	0,8	0,4	51,1
FMS	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	122,2	1,9	5,0	0,9	4,6	12,1	5,0	2,9	1,8	157,0
WMS	0,0	0,0	0,3	0,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,9	620,4	6,8	1,0	18,7	32,6	16,1	8,5	1,0	715,1
ALO	2,4	2,5	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	0,3	0,7	0,9	241,2	4,4	1,8	486,0	18,6	280,8	48,0	1090,0
WPFL	0,0	0,0	0,1	9,5	0,0	0,2	0,3	0,0	3,9	15,9	1,0	68,1	15,4	144,5	3,2	1,0	1,7	265,0
BEA	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1	0,2	0,6	0,1	2,6	1,5	6,7	0,8	1879,4	53,3	2,7	22,3	14,7	1985,6
BES	1,2	1,1	1,2	1,2	0,5	1,7	1,7	0,4	1,6	5,3	612,2	103,4	42,9	16639,1	251,7	449,1	256,2	18370,4
S+M	1,2	1,0	0,6	0,8	0,3	0,4	0,5	0,3	0,8	1,9	15,4	2,2	2,3	216,8	3038,1	264,0	29,4	3576,0
NEP	4,5	5,5	1,2	0,9	0,4	0,5	0,3	0,4	1,2	2,9	126,1	1,6	1,8	157,2	73,5	17924,7	688,6	18991,2
ZUW	0,6	3,2	0,3	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1	2,0	10,7	22,6	0,5	1,0	182,4	22,9	147,2	0,0	394,6
SUMME:JE	57,6	33,5	298,9	1396,3	92,2	71,0	73,3	53,2	165,4	740,4	1091,0	265,3	2026,6	18362,1	3467,0	19179,1	1072,6	48445,6

eingerahmte Felder: vgl. Tabelle 6 (Text)