

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Georg Müller und Karl John

Berücksichtigung von Flexibilitätsspielräumen bei
Arbeitsmarktprognose und Arbeitsmarktsimulation

6. Jg./1973

1

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. 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).

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: (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: gerd.peters@iab.de: (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: 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, 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>

Berücksichtigung von Flexibilitätsspielräumen bei Arbeitsmarktprognose und Arbeitsmarktsimulation

Georg Müller und Karl John

Der Wunsch nach einem Programm, welches das komplexe Geflecht der Substitutionsbeziehungen erfaßbar macht, hat die Entwicklung des hier vorgestellten Modells veranlaßt. Es wird gezeigt, daß das behandelte Problem zunächst eine unüberschaubare Vielzahl von Lösungen bietet. Sukzessive werden Kriterien erarbeitet und formuliert, welche die Menge der realistischen Lösungen einengen. Es wird auf die Nachprüfbarkeit der Ergebnisse verwiesen und ein grober Programmablaufplan vorgelegt. Schließlich erfolgt die Durchrechnung eines Demonstrationsbeispiels. Das Modell ermöglicht die Ermittlung der Grenzen, innerhalb deren wesentliche Bestimmungsgrößen des Arbeitsmarktes unter dem Einfluß sich ändernder Bedingungen variieren.

Die Kenntnis dieser Grenzen ist wichtig für die Beurteilung von Arbeitsmarktsituationen, wenn man bei der vielfältigen Verflechtung der Beziehungen nicht Gefahr laufen will, Auswirkungen von Maßnahmen falsch zu beurteilen.

Gliederung

1. Einleitung
2. Problemdiskussion
 - 2.1 Ansatz
 - 2.1.1 Gleichungssystem
 - 2.1.2 Objektfunktion
 - 2.1.3 Stufenverfahren
 - 2.2 Konstante
 - 2.3 Leistungsfähigkeit
 - 2.4 Prüfungsmöglichkeit
 - 2.5 Programm
 - 2.6 Beispiel
 - 2.6.1 Eingrenzung der realistischen Lösung
 - 2.6.2 Simulationsmöglichkeiten
3. Schlußbemerkung

1. Einleitung

Bei der bislang üblichen Ableitung des zukünftigen Bedarfs an Arbeitskräften aus der Produktions- und Produktivitätsentwicklung der Gesamtwirtschaft und der einzelnen Wirtschaftszweige wird im allgemeinen unterstellt, daß man den Arbeitsplätzen eindeutig ganz bestimmte Arbeitsplatzanforderungen zuordnen kann. Unter dieser Limitationalitätsannahme läßt sich er rechnen, wie viele Absolventen einer bestimmten Berufsgruppe, Fachrichtung oder Qualifikation durch das Bildungssystem bereitgestellt werden müssen, um ein vorgegebenes Produktwachstum zu sichern (Man-

power-Ansatz). Individuell oder volkswirtschaftlich gilt all das als Fehlinvestition, was nicht von einer bestimmten Ausbildung in eine bestimmte, dieser Ausbildung zugeordnete Beschäftigungskategorie führt¹⁾.

Zukünftige Ungleichgewichte auf dem Arbeitsmarkt werden festgestellt, indem dem über den Manpower-Ansatz ermittelten Bedarf ein davon isoliert vorausgeschätztes Angebot an Arbeitskräften, ebenfalls nach Beruf, Fachrichtung oder Ausbildungsniveau untergliedert, gegenübergestellt wird. Da es sich gezeigt hat, daß manch prognostizierter Fehlbedarf oder Überschuß durch die Mobilität der Arbeitnehmer und die Möglichkeiten der Substitution seitens der Arbeitgeber gar nicht erst in Erscheinung trat, wird bei den neueren Forschungsvorhaben versucht, von dieser limitationalen Betrachtungsweise abzugehen und den Flexibilitätsspielräumen Rechnung zu tragen.

Eine ganze Reihe einschlägiger Untersuchungen liegt bereits vor²⁾. Um die Flexibilitätsspielräume bei Arbeitsmarktprognosen berücksichtigen zu können, stellt sich die Aufgabe, aus der unüberschaubaren Vielzahl faktischer oder möglicher Mobilitäts- oder Substitutionsvorgänge eine adäquate Auswahl zu treffen. Die vorliegende Arbeit liefert dafür einen Ansatz, der auf der Bestimmung von Extremaleigenschaften beruht, und stützt sich insbesondere auf die Ergebnisse der Untersuchung „Substitutionspotentiale bei Ausbildungsberufen (Lehrberufen) nach dem Urteil der Vorgesetzten“³⁾.

2. Problemdiskussion

2.1 Ansatz

2.1.1 Gleichungssystem

Wenn der Ausgleich von Arbeitskräften als Modellfall angesehen wird, dessen Durchrechnung lohnenswert erscheint, was wir annehmen, so kommt zusätzlich zu den variablen Größen wie Arbeitskräfte, Ausbildung, Umschulung, Ausländer und Arbeitslosigkeit noch eine weitere Variable hinzu, nämlich die Zeit; denn ein Ausgleich in diesem Bereich vollzieht sich nicht spontan zeitlos, sondern ist ein stetiger Prozeß, der von einer ihm innewohnenden Dynamik angetrieben wird. Die einzelnen Übertritte vom Beruf j in den Be-

¹⁾ Vgl. dazu: Mertens, Dieter: Der Stand der Forschung über die berufliche Flexibilität, erscheint in MittAB Heft 2/1973.

²⁾ Siehe dazu u. a.: Mertens, Dieter: Empirische Grundlagen für die Analyse der beruflichen Flexibilität, Mitt(IAB) 5 (Dezember 1968). Vincens, Jean: Berufsvoraussschau, Mitt(IAB) 8 (Juni 1969). Ulrich, Erhard: Deckungsuntersuchungen für Ausbildungsinhalte als Elemente einer beruflichen Substitutionsanalyse, Mitt(IAB) 10 (Dezember 1969). Schmiel, Martin: Deckungsanalysen der Ausbildungsordnungen von Ausbildungsberufen, MittAB 3/1971. Hofbauer, Hans: Potentielle Berufsfelder für Frauen, MittAB 3/1971. Hofbauer, Hans; Kraft, Hermine; Thiem, Hermann; Ober Ausbildungskombinationen und den Zusammenhang zwischen Ausbildung und Beruf bei männlichen Erwerbspersonen. Teil I: Methode und erste Ergebnisse, MittAB 2/1970. Hofbauer, Hans; Dadzio, Werner; König, Paul: Ober den Zusammenhang zwischen Ausbildung und Beruf bei männlichen Erwerbspersonen. Teil II: Weitere Einzelergebnisse und Gesamtüberblick über Umfang und Richtung beruflicher Mobilität, MittAB 4/1970. Chaberny, Annelore; Fenger, Herbert; Kaiser, Manfred: Substitutionshinweise in Stellenangeboten, MittAB 1/1971. ³⁾ Hofbauer, Hans; König, Paul: Substitutionspotentiale bei Ausbildungsberufen (Lehrberufen) nach dem Urteil der Vorgesetzten, MittAB 2/1972.

ruf i im Sinne einer Substitution, nachfolgend mit x_{ij} bezeichnet, sind in ihrem zeitlichen Verlauf nicht bekannt und auch schwerlich meßbar. Sicher ist nur, daß gilt:

$$x_{ij} \geq 0 \quad (A1)$$

In der Aussage A1 wird behauptet, daß die Anzahl derjenigen, die im Sinne einer Substitution in einen anderen Beruf übertreten, zu jedem Zeitpunkt entweder Null oder größer als Null ist. Negative Werte sind ausgeschlossen.

Aus A1 läßt sich die Anzahl der Übertritte vom Beruf j in den Beruf i im Sinne einer Substitution im Zeitintervall t_1-t_0 , nachfolgend mit X_{ij} bezeichnet, errechnen.

Es gilt:

$$X_{ij} = \sum_{t_0}^{t_1} x_{ij} \quad (A2)$$

Wenn x_{ij} in Abhängigkeit von der Zeit t nicht bekannt ist, was hier angenommen wird, dann können über die Häufigkeit eines Übertritts vom Beruf j in den Beruf i keine Aussagen gemacht werden.

X_{ij} , die Aufsummierung der x_{ij} nach Gleichung A2, entspricht dem Ergebnis. Es wird die Zahl derer angegeben, die im Intervall t_1-t_0 zu irgendeinem Zeitpunkt vom Beruf j in den Beruf i übertraten und zum Zeitpunkt t_1 noch im Beruf i verbleiben. Der Übertritt kann sich auch über Umwege vollzogen haben, etwa in der Form eines Übertritts vom Beruf j in den Beruf i über Beruf k . Das Resultat ist dasselbe wie bei einem direkten Übertritt vom Beruf j in den Beruf i . Auch ein wiederholtes Hin- und Herwechseln zwischen dem Beruf j und i ist zulässig. X_{ij} hält das Ergebnis als Saldo zum Zeitpunkt t_1 , also am Ende des betrachteten Zeitintervalls, fest.

Ganz allgemein gilt, daß die Differenz zwischen Bedarf und Angebot der Fehlbedarf bzw. der Überschub ist. Von Fehlbedarf spricht man, wenn der Bedarf größer ist als das Angebot, im umgekehrten Falle von einem Überschub. Auf den Arbeitsmarkt angewendet lautet diese Beziehung folgendermaßen:

$$X_{Fi} = B_i - A_i \quad (i = 1, 2 \dots n) \quad (A3)$$

Es bedeutet:

$X_{Fi} \triangleq$ Fehlbedarf an Arbeitskräften im Beruf i zum Zeitpunkt t_1

$B_i \triangleq$ Bedarf an Arbeitskräften im Beruf i zum Zeitpunkt t_1

$A_i \triangleq$ Arbeitskräfte im Beruf i zum Zeitpunkt t_1

$n \triangleq$ Anzahl der betrachteten Berufe

Mit Gleichung A3 wird ausgesagt, daß der Fehlbedarf im Beruf i am Ende unseres betrachteten Zeitintervalls t_1 gleich der Differenz ist aus dem Bedarf an Arbeitskräften in diesem Beruf i zum Zeitpunkt t_1 und den dann dort vorhandenen Arbeitskräften. A_i und B_i sind dabei naturgemäß Werte größer oder gleich Null. X_{Fi} könnte sowohl positiv als auch negativ sein, negativ nämlich dann, wenn der Bedarf geringer ist als das Angebot. Hier jedoch sind negative Werte für X_{Fi} ausgeschlossen:

$$X_{Fi} \geq 0 \quad (i = 1, 2 \dots n)$$

Mit Gleichung A3 wird ein potentieller Ausgleich beschrieben, der sich nur so lange vollzieht, als die Potentialdifferenz positiv ist.

Der Bestand an Arbeitskräften A_i zum Zeitpunkt t_1 setzt sich zusammen aus den im Intervall t_1-t_0 hinzugekommenen Berufsanfängern X_{i0} , den im erlernten Beruf i Verbliebenen X_{ii} , den Übertritten nach Beruf i im Sinne einer Substitution X_{ij} , den durch Umschulung im Beruf i Eingemündeten X_{iU} , den vermittelten Arbeitslosen X_{iJA} und den zugewanderten Ausländern X_{iE} . Bei den Umschülern fehlt der Index j . Das bedeutet, daß es als unerheblich angesehen wird, aus welchem primär erlernten Beruf der Umschüler kommt. Ausländer werden wie Neueintritte behandelt. In Form einer Gleichung lautet die Aussage:

$$A_i = X_{i0} + \sum_{j=1}^n (X_{ij} + X_{iJA}) + X_{iU} + X_{iE} \quad (A4)$$

($i = 1, 2 \dots n$)

Durch Substitution von A4 in A3 unter gleichzeitiger Umformung erhält man:

(A5)

$$B_1 = X_{10} + (X_{11} + X_{11A}) + (X_{12} + X_{12A}) + \dots + (X_{1n} + X_{1nA}) + X_{1E} + X_{1U} + X_{F1}$$

$$B_2 = X_{20} + (X_{21} + X_{21A}) + (X_{22} + X_{22A}) + \dots + (X_{2n} + X_{2nA}) + X_{2E} + X_{2U} + X_{F2}$$

⋮

$$B_{n-1} = X_{n-1,0} + (X_{n-1,1} + X_{n-1,1A}) + (X_{n-1,2} + X_{n-1,2A}) + \dots + (X_{n-1,n} + X_{n-1,nA}) + X_{n-1,E} + X_{n-1,U} + X_{Fn-1}$$

$$B_n = X_{n0} + (X_{n1} + X_{n1A}) + (X_{n2} + X_{n2A}) + \dots + (X_{nn} + X_{nnA}) + X_{nE} + X_{nU} + X_{Fn}$$

Verbal formuliert lautet die Aussage nach A5 für die erste Gleichung so:

Der Bedarf B_1 im Beruf 1, zum Zeitpunkt t_1 wird gedeckt durch die im Zeitintervall t_1-t_0 hinzukommenden Berufsanfänger X_{10} , aus den im Beruf 1 tätig Verbliebenen X_{11} , aus der Summe der im Sinne einer Substitution nach Beruf 1 Abgewanderten $X_{12} \dots X_{1n}$, den vermittelten Arbeitslosen und Ausländern $X_{1JA} \dots X_{1nA}$ bzw. X_{1E} und dem Kontingent X_{1U} derer, die sich für den Beruf 1 haben umschulen lassen und zum Zeitpunkt t_1 auch dort sind. Die Höhe des verbleibenden Fehlbedarfs kommt in der Variablen X_{F1} zum Ausdruck, die nur Werte größer oder gleich Null annehmen kann, wie bereits erwähnt, weil die Nachfrage nach Arbeitskräften im Beruf 1 in dem Augenblick aufhört, sobald der Bedarf gedeckt ist. Analoges gilt für die restlichen $n-1$ Gleichungen.

Bisher wurden Aussagen über die Bedarfsdeckung gemacht, ohne zu fragen, wie groß das Reservoir ist, aus dem diese Deckung vorgenommen wird. Es ist ein Reservoir mit begrenztem Inhalt, nämlich der Anzahl der Erwerbsspersonen. Es wird gespeist von den Berufsanfängern und Ausländern und es fließen die aus dem Erwerbsleben Ausscheidenden und die in ihre Heimat zurückkehrenden Ausländer ab. Der Ausgleich vollzieht sich innerhalb der verfügbaren Kapazitäten. Von den Zugängen, die von außen kommen, abgesehen, wird der Zustrom an Arbeitskräften in einen Beruf gedeckt von den Abwanderungen aus anderen Berufen. Die Gültigkeit einer Reihe von Beziehungen zwischen den beteiligten Größen ist leicht einzusehen. Zweifelsfrei gilt, daß maximal nur so viele in einem

Beruf neu anfangen können, wie ausgebildet werden. Die Summe der aus dem Berufsleben Ausscheidenden ist für feste Intervallgrenzen konstant.

Der Bestand an Arbeitslosen zum Zeitpunkt t_1 ist gleich der Differenz aus den Zu- und Abgängen an Arbeitslosen im Zeitintervall t_1-t_0 , ergänzt um den Anfangsbestand zum Zeitpunkt t_0 . Die Summe der Eintritte in Umschulungsmaßnahmen ist größer oder gleich der Summe der ins Berufsleben Zurückkehrenden bei entsprechender Wahl der Intervallgrenzen, Umschulungsdauer kürzer als das Intervall selbstverständlich vorausgesetzt.

Die Austritte aus einer Umschulungsmaßnahme sind potentielle Berufsanfänger. Daß sie unmittelbar nach Abschluß der Maßnahme von Arbeitslosigkeit bedroht sind, ist sehr unwahrscheinlich. Die Möglichkeit kann aber grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und wird deshalb zugelassen. Die Gesamtzahl der Umschulungsmaßnahmen ist durch die verfügbaren Mittel begrenzt. Die Grenze kann unterschritten, aber nicht überschritten werden. Eine Grenze besteht auch für den Zustrom an Ausländern. Hier sind es nicht die Mittel, sondern politische Erwägungen, welche die Schranken festlegen. Bezüglich des Ausländerbestandes zum Zeitpunkt t_1 gilt die Beziehung, die bei den Arbeitslosen angegeben wurde, analog. Er ist gleich der Differenz aus den Einwanderern und Heimkehrern, wobei der Anfangsbestand zugeschlagen werden muß. Die genannten Beziehungen lassen sich mathematisch formulieren. Die Reihenfolge der Gleichungen bzw. Ungleichungen entspricht den oben gemachten Aussagen.

$$X_{i0} \leq P_i \quad (i = 1, 2 \dots n) \quad (A6)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{0i} = R \quad (A7)$$

$$X_{Ai} - \sum_{j=1}^n X_{jiA} + A_i = Y_{Ai} \quad (i = 1, 2 \dots n) \quad (A8)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{iU} \leq \sum_{i=1}^n X_{Ui} \quad (A9)$$

$$u \sum_{i=1}^n X_{Ui} \leq M \quad (A10)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{iE} \leq L \quad (A11)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{iE} - \sum_{i=1}^n X_{Ei} + E = Y_E \quad (A12)$$

Die Buchstaben X und Y stehen für Variable. Die übrigen Großbuchstaben und u entsprechen Konstanten. Unter Punkt 2.2 (siehe unten) sind sie definiert. Die Variablendefinition entsprechend der Verwendung nach A6 bis A12 wird in Verbindung mit der Erläuterung der nächsten Gleichung vorgenommen.

Für die im Zeitintervall t_1-t_0 im erlernten Beruf i tätig Verbliebenen gilt, daß ihre Anzahl gleich ist der Differenz zwischen dem Bestand am Anfang zum Zeitpunkt t_0 und der Summe der Abwanderungen, die sich

aufgliedert in Ausscheidende aus dem Erwerbsleben X_{0i} , Übertritte im Sinne einer Substitution X_{ji} , Umschüler in einen anderen Beruf X_{Uj} , arbeitslos werdende X_{Ai} und die in ihre Heimat zurückkehrenden Ausländer X_{Ei} . Die Indizes sind entgegen der Aussage A4 vertauscht, was eine Richtungsänderung im Wechseln versinnbildlicht. Die Reihenfolge der Indizes wird von rechts nach links angenommen. Die Gleichung für die getroffene Aussage lautet:

$$X_{ii} = S_i - (X_{0i} + \sum_{j=1}^n X_{ji} + X_{Ai} + X_{Uj} + X_{Ei}) \quad (A13)$$

$(i = 1, 2 \dots n) \quad j \neq i$

Das IAB hat gezeigt, daß eine Substitution nur in gewissen Grenzen und nicht zwischen allen Berufen möglich ist. Für die angeführten Gleichungen bedeutet dies, daß eine beachtliche Anzahl von Variablen gleich Null ist und daß die X_{ij} und X_{ijA} nicht beliebig variierbar sind, sondern Beschränkungen unterliegen, die sich in Form von Ungleichungen darstellen lassen:

$$X_{ij} + X_{ijA} \leq X_{ij \max} \quad (A14)$$

Die Ungleichung A14 besagt, daß die Anzahl der Wechsler von Beruf j in den Beruf i höchstens einen festen Grenzwert erreichen kann oder darunter liegen muß. Dieser Grenzwert (Substitutionspotential) ist von Beruf zu Beruf unterschiedlich und auch von der Richtung des Wechsels (Vertauschen der Indizes) abhängig. Da sich ein Wechsel im Sinne einer Substitution auch auf dem Umweg über die Arbeitslosigkeit vollziehen kann, gilt die Schranke für die Summe aus X_{ij} und X_{ijA} . Durch Einführung sog. Schlupfvariablen läßt sich die Ungleichung nach A14 in eine Gleichung überführen. Diese Schlupfvariable, in der weiteren Betrachtung als Y_{ij} bezeichnet, gleicht den Unterschied zwischen der Summe von X_{ij} und X_{ijA} und dem Substitutionspotential aus. Die entsprechende Gleichung lautet:

$$X_{ij} + X_{ijA} + Y_{ij} = X_{ij \max} \quad (A15)$$

Ist die Anzahl der Wechsler im Sinne einer Substitution vom Beruf j in den Beruf i Null, dann ist Y_{ij} gleich $X_{ij \max}$ und für $X_{ij} + X_{ijA}$ gleich $X_{ij \max}$ wird Y_{ij} gleich Null. Die Schlupfvariable entspricht hier dem Komplement der ursprünglichen Variablen in bezug auf das Substitutionspotential.

An dieser Stelle sei eine kurze Bemerkung zu den Substitutionspotentialen gestattet. Nach unserer Festlegung bestimmt die Reihenfolge der Indizes, welcher Beruf welchen substituiert. Die Reihenfolge X_{ij} bedeutet, daß der Beruf i vom Beruf j substituiert wird. Stehen diese Indizes bei $X_{ij \max}$, so spricht man vom passiven Substitutionspotential des Berufs i in bezug auf Beruf j. Bei n-Berufen gibt es theoretisch n(n-1) mögliche Substitutionspotentiale. Ob man diese aktiv oder passiv nennt, hängt vom Standpunkt der Betrachtung ab. Beide Begriffe gleichzeitig werden nicht benötigt. Anders sieht es aus, wenn man mit nur einem individuellen Index und einem Summenindex operiert. Bei den Umschülern wurde beispielsweise bisher so verfahren. Eine detaillierte Aussage darüber, in welchen maximalen Grenzen ein Beruf einen anderen substituieren kann, ist dabei nicht mehr möglich. Das Substitutionspotential wird auf summarische Aussagen beschränkt etwa in der Form: Beruf i kann andere Berufe bis zu einem Maximalwert ersetzen

oder Beruf i kann von anderen Berufen bis zu einem weiteren Maximalwert substituiert werden. In diesem Falle ist es sinnvoll, von aktivem und passivem Substitutionspotential zu reden. Die bisherigen Gleichungen stellen den allgemeinen Fall dar. Wenn man auf die allgemeinere Darstellung verzichtet – das IAB hat dies in Tabelle 5 des o. a. Berichts getan, nicht hingegen bei Tabelle 6 –, dann äußert sich dies bei den mit i und j indizierten Größen in der Weise, daß nur mehr einer der beiden Indizes als Laufindex zu betrachten ist. Ihre Reihenfolge legt fest, ob die Substitution aktiv oder passiv ist. Auf eine separate Darstellung der Gleichungen mit nur einem Laufindex wird verzichtet. Statt dessen werden alle bis hierher gemachten Aussagen zusammengetragen. Die Gleichungen werden dabei so umgeformt, daß links vom Gleichheitszeichen die variablen und rechts die konstanten Größen zu stehen kommen. Ungleichungen werden mit Hilfe von Schlupfvariablen in Gleichungen übergeführt.

$$X_{i0} + \sum_{j=1}^n (X_{ij} + X_{ijA}) + X_{iE} + X_{iU} + X_{Fi} = B_i \quad (\text{A 16.1})$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

$$X_{i0} + Y_{i0} = P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{A 16.2})$$

$$\sum_{i=1}^n X_{0i} = R \quad (\text{A 16.3})$$

$$\sum_{j=1}^n X_{jiA} - X_{Ai} + Y_{Ai} = A_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{A 16.4})$$

$$\sum_{i=1}^n X_{Ui} - \sum_{i=1}^n X_{iU} + Y_{UB} = 0 \quad (\text{A 16.5})$$

$$u \sum_{i=1}^n X_{Ui} + Y_{UP} = M \quad (\text{A 16.6})$$

$$\sum_{i=1}^n X_{iE} + Y_{EP} = L \quad (\text{A 16.7})$$

$$\sum_{i=1}^n X_{Ei} - \sum_{i=1}^n X_{iE} + Y_{EB} = E \quad (\text{A 16.8})$$

$$X_{0i} + \sum_{j=1}^n X_{ji} + X_{Ui} + X_{Ai} + X_{Ei} = S_i \quad (\text{A 16.9})$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

$$X_{ij} + X_{ijA} + Y_{ij} = X_{ij\max} \quad (\text{A 16.10})$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

$$i \neq j$$

Die formale Auflösung des „kleiner“-Zeichens hat neue Variablen gebracht. Ihr Wert entspricht arbeitsmarktrelevanten Größen. Es symbolisiert Y_{UB} den Bestand der im Zeitraum t_1-t_0 Umgeschulten, der infolge mangelnden Bedarfs in der Wirtschaft nicht unterkommt. Auf den rein theoretischen Charakter dieser Variablen wurde bereits aufmerksam gemacht. Der

Wert von Y_{UP} entspricht den für die im betrachteten Zeitraum vorgesehenen, aber nicht verbrauchten Mittel für die gesamten Umschulungsmaßnahmen und Y_{EP} schließlich entspricht der Differenz zwischen der zugelassenen und realisierten Einwanderungsquote von Ausländern im betrachteten Zeitintervall selbstverständlich. Der Bestand an Arbeitslosen und an Ausländern zum Zeitpunkt t_1 ist ausgedrückt in den Variablen Y_{Ai} und Y_{EB} . Sie sind in gewissem Sinne ebenfalls Schlupfvariable und werden deshalb wie alle Schlupfvariablen mit dem Buchstaben Y mit einem entsprechenden Index angegeben.

Unter A 16 ist ein System linearer Gleichungen dargestellt. Es enthält erheblich mehr Variable als Gleichungen. Wir unterteilen die Variablen in gebundene und freie Variable. Die gebundenen Variablen, deren Anzahl mit der Anzahl der Gleichungen identisch ist, bezeichnen wir als Basisvariable, den Rest als Nichtbasisvariable. Eine spezielle Lösung des Systems erhält man, indem man die Nichtbasisvariablen gleich Null setzt. Dabei ist es belanglos, welche Variable im einzelnen zur Nichtbasisvariable erklärt wird. Für das System ergeben sich, wenn wir die Anzahl der Variablen mit v und die der Gleichungen mit g bezeichnen, $l = \binom{v}{g}$ Basislösungen. Mit zunehmenden n – zur Erinnerung: n entspricht der Anzahl der betrachteten Berufe – steigt l sehr schnell an.

2.1.2 Objektfunktion

Der Wert von l entsprechend o. a. Formel erlaubt noch keinen Schluß auf die Anzahl der realistischen Lösungen, weil hierbei auch solche Lösungen angegeben werden, die negative Werte für mindestens eine Variable liefern. Negative Werte aber sind entsprechend der Definition und Bedeutung dieser Variablen in der Praxis unmöglich. Eine explizite Formel für die Anzahl der Lösungen, die für alle Variablen positive Werte ergeben, ist den Verfassern nicht bekannt. Es ist anzunehmen, daß auch ihre Anzahl immer noch sehr groß ist. Erfahrungen mit Beispielen weniger Variablen deuten darauf hin. Mit Sicherheit muß sich unter all diesen möglichen Lösungen auch diejenige befinden, welche die Wirklichkeit abbildet, vorausgesetzt, die konstanten Größen, welche das gesamte System definieren, sind wirklichkeitsnah genug bestimmt und in die Berechnung eingebracht. Übrig bleibt die Aufgabe, die gesuchte Lösung unter den vielen zu erkennen, bzw. die übrigen erst gar nicht zu bestimmen. Die einzige bekannte Methode, die hier weiterhilft, ist das Einbringen einer sog. Objektfunktion, welche den Zusammenhang zwischen den Kräften innerhalb unseres Systems festlegt. Der Gleichgewichtszustand, den diese Kräfte im gegenseitigen Wechselspiel herstellen, ist dann die gesuchte Lösung. Diese Kräfte auf dem Arbeitsmarkt sind nicht hinreichend bekannt, so daß man ihr Zusammenwirken definieren könnte.

Eine Funktion, welche alle Einflußfaktoren berücksichtigt, dürfte es auch gar nicht geben, weil man es auf dem Arbeitsmarkt mit Menschen zu tun hat, deren Entscheidungen nicht vorherbestimmbar sind. Im folgenden wird nun eine vereinfachte Beziehung angenommen, die möglicherweise brauchbare Ergebnisse liefert. Sie wurde so gewählt, daß alle in ihr vorkommenden Größen meßbar sind. Andere Funktionen sind denkbar. Die gewählte Funktion lautet:

$$e_g = \sum_{i=1}^n c_i (B_i - X_{Fi}) - c \sum_{i=1}^n Y_{Ai} \quad (A 19)$$

Mit $B_i - X_{Fi}$, der Differenz zwischen Bedarf und Fehlbedarf, ist die Anzahl der zum Zeitpunkt t_1 im Beruf i tatsächlich Beschäftigten angegeben. Y_{Ai} symbolisiert die Anzahl der Arbeitslosen in diesem Zeitpunkt im entsprechenden Beruf. Wenn wir unter c_i das Durchschnittseinkommen im Beruf i verstehen und unter c das durchschnittliche Arbeitslosengeld, dann ist mit e_g entsprechend der Gleichung A 19 das Gesamteinkommen aller Erwerbspersonen ausgedrückt, das sich vermindert um den Betrag, der zur Deckung der Versicherungsleistungen an die Arbeitslosen dient.

Die Division der Gleichung A 19 durch die Gesamtzahl der Erwerbstätigen ergibt das Pro-Kopf-Einkommen, abgekürzt PE.

In dieser Form lautet die Objektfunktion

$$PE = \frac{1}{G} \left(\sum_{i=1}^n c_i (B_i - X_{Fi}) - c \sum_{i=1}^n Y_{Ai} \right) \quad (A 20)$$

Unter den Nebenbedingungen, wie sie bei A 16 aufgeführt sind, kann die Funktion A 20 zwei Extremwerte PE_{max} und PE_{min} annehmen. Sie markieren die Grenzen, innerhalb deren die realistische Lösung liegt.

Der Höchstwert wird erreicht, wenn bei fixiertem Bedarf und konstantem, berufsspezifischem Durchschnittseinkommen niemand unter seinem Marktwert beschäftigt wird, soweit der Markt aufnahmefähig ist. Im genau umgekehrten Fall tritt das Minimum auf.

Möglichkeiten zur weiteren Eingrenzung des Toleranzspielraumes werden unter Punkt 2.6.1 behandelt.

Zur Berechnung des Maximums und Minimums genügt die Funktion

$$k_g = \sum_{i=1}^n c_i X_{Fi} + c \sum_{i=1}^n Y_{Ai} \quad (A 21)$$

wie man unschwer erkennt, weil e_g als Differenz mit konstanten Minuenden dann sein Maximum erreicht, wenn der Subtrahend seinen Minimalwert einnimmt. Ein minimales e_g entspricht umgekehrt einem maximalen k_g .

2.1.3 Stufenverfahren

Stehen mehrere Bewerber für die Besetzung eines einzigen Arbeitsplatzes zur Verfügung, dann muß eine Entscheidung darüber gefällt werden, wer die Stelle bekommt. Wir haben den Kreis der Erwerbstätigen untergliedert in inländische Arbeitnehmer, Berufsanfänger, Umschüler und Ausländer. Weitere Unterteilung ist denkbar, z. B. nach Altersgruppen, Geschlecht, Region usw. Bei automatischer Berechnung muß diese Entscheidung vorprogrammiert sein, d. h., es muß gesagt werden, wer unter welchen Bedingungen vor wem rangiert. Eine solche Rangordnung für den Arbeitsmarkt ist bislang nicht bekannt. Für die weitere Betrachtung wird eine Rangordnung festgelegt, die für den Leser willkürlich erscheinen mag. An der Methode der Durchrechnung des Modells ändert die festgesetzte Rangfolge nichts, wohl aber am Ergebnis. Welche Rangfolge der Wirklichkeit am

nächsten kommt, wäre zu erforschen. Hier wird vereinfacht angenommen, daß der Fehlbedarf zunächst aus den Neueintritten in die einzelnen Berufe, in zweiter Linie aus den Substitutionspotentialen, dann aus den Umschülern und schließlich durch die Ausländer gedeckt wird. Das Vorhandensein von Rangfolgen bedingt, daß unser Modell in Stufen durchgerechnet werden muß. Die Rangfolge selber bestimmt die Reihenfolge der Schritte. Bei der selbst gewählten Rangfolge würde das bedeuten, daß zunächst die Substitutionspotentiale, die Mittel für die Umschulung und die Grenze für die Einwanderungsquote auf Null gesetzt werden. Der Bedarf wird in den durch die Anzahl der ausgebildeten Berufsanfänger festgesetzten Grenzen gedeckt. Der Ausgangsbestand in den einzelnen Berufen erhöht sich um die hinzugekommenen Neuzugänge und die Zahl der Ausgebildeten, oder besser gesagt, die potentiellen Berufsanfänger vermindern sich entsprechend. Im zweiten Schritt wird das Substitutionspotential von Null auf den wirklichen Wert gesetzt und die Rechnung wiederholt. Es ergeben sich neue korrigierte Anfangsbestände gegenüber Schritt Eins. Mit Aufhebung der Nullgrenze für die Umschulungsmittel wird in die dritte Iteration gegangen und schließlich bringt die vorzuziehende Grenze für die Ausländer im vierten Schritt das endgültige Ergebnis. Daß dieses Verfahren mit entsprechend mehr Schritten auch dann funktioniert, wenn man annimmt, daß die Rangfolge berufsspezifisch ist und eine weitere Aufsplitterung des Personenkreises nötig wird, braucht nicht eigens bewiesen zu werden. Zur Verdeutlichung mag der Hinweis genügen, daß weitere Aufsplitterung des Personenkreises mehr Stufen, aber auch mehr Variable und Gleichungen zur Folge hat, als oben angegeben wurde. Die Berücksichtigung berufsbezogener Unterschiede in der Reihenfolge der Rechenschritte bedeutet, daß die Parameter beim Eintritt in die jeweilige Stufe nicht global unter Hintanstellung des Merkmals Beruf festgesetzt werden dürfen, sondern dieses Merkmal mit einzuschließen haben. Das Gesamtkonzept wird dadurch nicht verändert. Die einzelnen Rechenschritte können in dem unter 2.5 angegebenen Ablaufdiagramm verfolgt werden.

2.2 Konstante

Die Gleichungen nach A 16 und A 20 stellen einen Zusammenhang her zwischen den am Arbeitskräfteausgleich beteiligten Größen, wie Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot, gegliedert in Arbeitslose, Auszubildende, Umschüler, Rentner, Ausländer und inländische Erwerbstätige unter Berücksichtigung der Substitutionspotentiale. Eine Reihe von Werten werden dabei als konstant angenommen. Sie sind nachfolgend zusammengestellt und erklärt.

- $P_i \triangleq$ potentielle Berufsanfänger im Beruf i im Zeitintervall $t_1 - t_0$
- $B_i \triangleq$ Bedarf an Arbeitskräften im Beruf i zum Zeitpunkt t_1 am Ende des Ausgleichsintervalls
- $S_i \triangleq$ Bestand an Arbeitskräften im Beruf i zum Zeitpunkt t_0 am Beginn des Ausgleichsintervalls
- $X_{ij \max} \triangleq$ Substitutionspotential des Berufes j bezüglich des Berufes i

c_i	\triangleq	Durchschnittseinkommen im Beruf i zum Zeitpunkt t_1
c	\triangleq	durchschnittliches Arbeitslosengeld unabhängig vom Beruf des Arbeitslosen zum Zeitpunkt t_1
G	\triangleq	Gesamtzahl der Erwerbspersonen
E	\triangleq	Bestand an Ausländern zum Zeitpunkt t_0
L	\triangleq	für das Zeitintervall t_1-t_0 höchst zulässige Zuwanderungsquote
R	\triangleq	Anzahl der aus dem Berufsleben Ausscheidenden im Zeitintervall t_1-t_0
M	\triangleq	Für Umschulung vorhandene Mittel im Zeitintervall t_1-t_0
u	\triangleq	durchschnittliche Kosten einer Umschulung je Mann und Zeiteinheit
A_i	\triangleq	Bestand an Arbeitslosen im Beruf i zum Zeitpunkt t_0

Es stellt sich die Frage, ob die Konstanz dieser Größen, die auch als Systemparameter aufgefaßt werden können, erfüllt ist, und ob sie überhaupt zu erheben sind. Bei B_i und S_i gibt es hinsichtlich der Konstanz keine Zweifel. Sie sind Momentaufnahme des Bedarfs und Bestands an Arbeitskräften zu fixierten Zeitpunkten. Ein künftiger Bedarf ist durch Trendextrapolation aus entsprechenden Statistiken zu ermitteln. Die potentiellen Berufsanfänger sind für ein festes Intervall konstant und ebenfalls aus Statistiken zu entnehmen, ebenso die Zahl der aus dem Erwerbsleben Ausscheidenden. Die Zuwanderungsquote ist eine politische Konstante. Ihre Größe ist von geringerer Bedeutung, wenn eine Rangfolge im Ausgleich in der Weise besteht, wie wir sie angenommen haben, nämlich so, daß die Ausländer den Bedarf decken, der mangels genügend inländischer Arbeitskräfte sonst nicht gedeckt werden könnte. Bei einer Rangfolge, bei der die Ausländer vor den Inländern kommen, ist die Größe dieser Konstanten von entscheidendem Einfluß auf den Ausgleich. E ist wieder eine Momentaufnahme des Ausländerbestandes zum fixierten Zeitpunkt t_0 . Hinsichtlich der Konstanz gilt das gleiche wie für B_i und S_i . Bezüglich der Substitutionspotentiale ist der Weg über die Stichprobenerhebung bereits besprochen worden. Auf die Problematik ist in dem Bericht Hofbauer/König hingewiesen worden⁴⁾.

Das Arbeitslosengeld und das Durchschnittseinkommen in den einzelnen Berufen sind Größen, die von der Zeit abhängen. Sie werden von gesetzlichen Änderungen und von der wirtschaftlichen Entwicklung beeinflusst. Nur über eine genügend große Zahl von Fällen gemittelt, sind sie für einen fixierten Zeitpunkt konstant. Die Kenntnis der absoluten Größe dieser Koeffizienten ist für die Rechnung nicht erforderlich. Es genügt ihre Relation zueinander. Die Lösungen unseres Gleichungssystems sind in geometrischer Deutung im allgemeinen Extremwerte eines Simplex. Der interessierende Wert ist der Schnittpunkt mit der Hyperebene

$$\sum_{i=1}^n c_i X_{Fi} + c \sum Y_{Ai} - k_g = 0 \quad (A22)$$

in einem extremen Punkt; k_g ist hierbei Parameter.

⁴⁾ a. a. O.

Ein von Null verschiedener Faktor aber verändert die Hyperebene nicht. Aus diesem Grunde ist auch die Zeiteinheit, auf welche die Kosten bezogen werden, ohne Einfluß auf das Ergebnis. Die durchschnittlichen Kosten einer Umschulung schließlich und die hierfür verfügbaren Mittel sind bei der Bundesanstalt für Arbeit bekannt. Es wurden Möglichkeiten angeführt, wie die Konstanten bestimmt werden können. Das Anreißer der Problematik soll in diesem Zusammenhang genügen. Bei der Durchrechnung des Modells mit echten Daten wird man sich ohnehin über die Zuverlässigkeit der einzelnen Konstanten Gedanken machen müssen.

2.3 Leistungsfähigkeit

Die unter Punkt 2.2 aufgeführten Konstanten können als Parameter verwendet werden. Abhängig vom Wert dieser Parameter wird das System unterschiedliche Lösungen für die Variablen liefern. Nicht alle möglichen Variationen sind sinnvoll. Es sollen jene aufgezeigt werden, die aus unserer Sicht Ergebnisse entsprechend den Aufgabenstellungen liefern, die für die Bundesanstalt relevant sind. Dabei erhebt die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit und die Reihenfolge der Aufzählung legt keine Wertigkeit fest.

Für die Interpretierung der Ergebnisse ist zu beachten, daß infolge der getroffenen Restriktionen bei der Objektfunktion das Modell lediglich Grenzwerte zu liefern vermag. Die wahren Werte werden mehr oder weniger stark von diesen Grenzwerten abweichen, abhängig vom Arbeitsmarktverhalten der beteiligten Personengruppen. Aber schon die Kenntnis der Grenzfälle, so meinen wir, ist eine wertvolle Information zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit getroffener Maßnahmen. Für sinnvolle Fragestellungen an das Modell halten wir folgende:

- In welchem Umfang ist Umschulung mindestens nötig, wenn der zukünftige Bedarf, die Gesamtzahl der zu erwartenden Eintritte ins Berufsleben und die Zahl der aus dem Erwerbsleben Ausscheidenden bekannt sind und die Bedürfnisse der Wirtschaft und des einzelnen bezüglich der Arbeitsplatzbesetzung unter den gegebenen Bedingungen befriedigt werden sollen?
- Wieweit darf in einzelnen Berufen Bedarf und Angebot divergieren, ohne das Gleichgewicht auf dem Arbeitsmarkt empfindlich zu stören, d. h., es so zu stören, daß ein Ausgleich über Substitution nicht mehr möglich ist bei kalkulierter Umschulung und Arbeitslosigkeit?
- Ist Umschulung und Arbeitslosigkeit unter einer fixierten Grenze zu halten, wenn die Substitutionspotentiale in bestimmten Berufen erhöht werden, etwa durch Fortbildungsmaßnahmen?
- In welchem Umfang tragen die einzelnen Berufe zur Bedarfsdeckung bei, wenn sich die Bedarfe unterschiedlich entwickeln?
- Wo werden die Substitutionspotentiale ausgeschöpft?
- Wo und in welchem Umfang werden Ausländer benötigt?

Auf diese und sicherlich eine Reihe anderer Fragen liefert das System eine Antwort. Die Treffsicherheit dieser Antwort hängt vom Grad der Zuverlässigkeit

der geschätzten Konstanten und von der Rangfolge, die beim Ausgleich als wirksam unterstellt wird, ab.

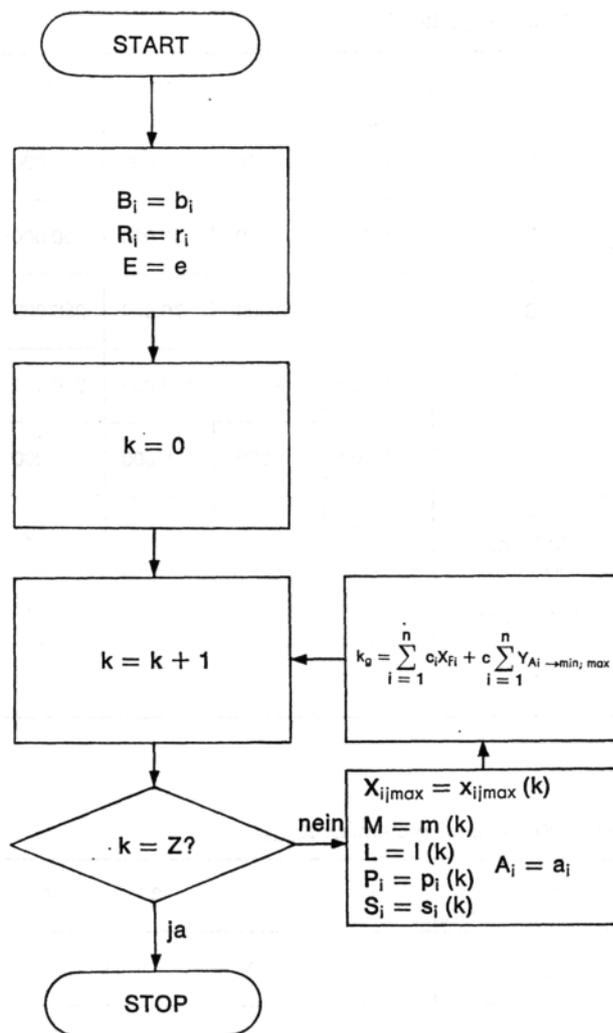
2.4 Prüfungsmöglichkeit

Die vereinfachten Annahmen in der Objektfunktion beschränken die Leistungsfähigkeit des Modells. Statt eines Wertes für die Variablen erhält man Toleranzspielräume. Rein theoretische Überlegungen dürften kaum viel weiterhelfen, diese Spielräume entscheidend zu verringern. Die Bundesanstalt für Arbeit baut gegenwärtig in Zusammenarbeit mit den Trägern der gesetzlichen Rentenversicherung und den Krankenkassen eine Beschäftigtendatei auf. Es werden die Merkmale Tätigkeitsschlüssel, Nationalität, Alter und Einkommen neben einigen anderen Merkmalen chronologisch vom Eintritt ins Berufsleben an bis zur Erreichung der Altersgrenze für den Ruhestand festgehalten. Damit sind, abgesehen vom Bedarf und den Substitutionspotentialen, die über Stichprobenerhebungen ermittelt werden können, alle Konstanten bekannt, die in das Modell eingehen. Die Beschäftigtendatei hält die Ausgleichsvorgänge auf dem Arbeitsmarkt für zurückliegende Zeitabschnitte fest. Vorausberechnete Verteilungen lassen sich hinterher an der Realität nachprüfen. Die Abweichungen von den Modellwerten lassen sich als Korrekturgrößen in neue Schätzungen einbringen, was im allgemeinen zu treffenderen Ergebnissen bei weiteren Schätzungen führen wird. So kann diese Datei unter anderem ein brauchbares Instrument sein, welches hilft, das Modell, das hier dargestellt wurde, zu verfeinern und zu einem brauchbaren Instrument der Prognose zu vervollkommen.

2.5 Programm

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Rechenschritte für das entwickelte Modell in Form eines Programmablaufplanes. Eine eingehende Beschreibung dieser Abbildung würde einer Wiederholung von bereits Dargestelltem gleichkommen. Deshalb sollen einige kurze Hinweise für den mit derartigen Ablaufplänen weniger vertrauten Leser genügen, die das Verständnis erleichtern. Zunächst erfolgt die Festlegung der Konstanten, indem die zutreffenden Zahlenwerte – hier mit Kleinbuchstaben bezeichnet – eingesetzt werden. Ein Zähler, der mit jeder Iteration um den Wert Eins erhöht wird, markiert das Ende der Rechnung. Es ist erreicht, wenn der Vergleich mit dem Inhalt eines Feldes, in dem die Anzahl der maximal nötigen Einzelschritte gespeichert sind, positiv ausfällt, also „gleich“ ergibt. Die Parameter $X_{ij\max}$, M , L , P_i und S_i bekommen abhängig vom Zählerstand unterschiedliche Werte zugewiesen. Mit diesen Werten wird die Lösung des betrachteten Gleichungssystems gesucht, welche die Funktion k_0 minimiert bzw. maximiert, und anschließend erfolgt der nächste Schritt, eine erneute Zuweisung der Parameter, soweit eine Änderung erforderlich ist.

Die Anzahl der zu bewältigenden Variablen und Gleichungen hängt von den betrachteten Berufen, der Aufspaltung des Personenkreises und den durchschnittlichen Substitutionen ab (siehe oben). Für 400 Lehrberufe bei z. B. durchschnittlich 3 Substitutionsmöglichkeiten und einer Aufgliederung in der dargestellten Art sind rd. 8400 Unbekannte bei 2800 Gleichungen zu bestimmen. Aufgaben dieser Größenordnung lassen sich mit Kernspeichergrößen von 256 kB bewältigen.



2.6 Beispiel

Eine Arbeitsmarktsituation sei durch Werte charakterisiert, wie sie die Tabellen 1 und 2 auf den folgenden Seiten wiedergeben. Die Bezeichnung entspricht der Konstantendefinition unter Punkt 2.2. Das neu eingeführte Zeichen Q wird für die Arbeitslosenquote verwendet.

Der erste Ausgleich ohne Berücksichtigung der Substitution und der Umschulung verändert den Fehlbedarf, die Arbeitslosenzahlen Y_{Ai} , die Bestände S_i , das Pro-Kopf-Einkommen PE und die Arbeitslosenquote Q entsprechend Tabelle 3. Die Tabelle 4 zeigt die gleichen Werte nach dem Ausgleich über die Substitution, während Tabelle 5 die realisierte Substitution ausweist.

Das willkürlich gewählte Beispiel zeigt einen Arbeitsmarkt mit einer Arbeitslosenquote Q_0 zum Zeitpunkt t_0 von 3,3 %. Der Ausgleich im Intervall t_1-t_0 , der sich ohne Substitution vollzieht, vermindert die Arbeitslosenquote um 0,2 % von 3,3 % auf 3,1 %. Das Durchschnittseinkommen, ermittelt über alle Erwerbspersonen, beträgt 1540 DM. Es wird bestimmt vom Durchschnittseinkommen in den einzelnen Berufen 1 bis 10 und der Aufteilung der Erwerbspersonen auf diese Berufe.

Durch Substitution reduziert sich die Arbeitslosenquote um weitere 1,7 % auf 1,4 % und das Pro-Kopf-

Tab. 1: Ausgangssituation

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_{i0}	20 000	12 000	40 000	70 000	20 000	15 000	30 000	35 000	15 000	5 000
X_{0i}	19 000	2 000	10 000	20 000	40 000	15 000	10 000	55 000	5 000	25 000
S_i	159 000	60 000	70 000	250 000	220 000	50 000	55 000	110 000	10 000	65 000
B_i	160 000	80 000	110 000	300 000	200 000	60 000	80 000	95 000	21 000	52 000
A_i	3 000	1 000	6 000	10 000	10 000	1 000	1 500	2 000	500	700
c_i DM/Monat	1 500	2 000	1 900	1 400	1 350	1 800	1 850	1 890	2 100	2 150
c DM/Monat	1000									
Q_0	3,3 %									

Tab. 2: Substitutionspotentiale X_{ijmax}

j \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		400			2000				300	
2	100		3000		500				700	
3				5000					1000	
4			500				3000		1000	
5		1000					800			500
6	3000			800						
7		3500			1000					1500
8	1000			4000			500			
9					4000					3500
10				2500				1000		

Einkommen steigt, wie zu erwarten, an auf 1602 DM monatlich, den Höchstwert, der unter den festgelegten Voraussetzungen zu erreichen ist. Die Möglichkeiten der Substitution werden nur da genutzt, wo das Wechseln mit einer finanziellen Besserstellung gekoppelt ist.

2.6.1 Eingrenzung der realistischen Lösung

Unter allen Lösungen, welche die Objektfunktion zu liefern vermag, sind drei besonders charakteristisch:

- Die Objektfunktion wird maximiert
- Die Objektfunktion wird minimiert
- Eine Substitution findet nicht statt

Tab. 3: Ausgleich ohne Substitution

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_{Fi}		10 000	10 000			10 000	5 000	5 000	1 000	7 000
Y_{Ai}	3 000	1 000	6 000	10 000	10 000	1 000	1 500	2 000	500	700
$B_i - X_{Fi}$	160 000	70 000	100 000	300 000	200 000	50 000	75 000	90 000	20 000	45 000
PE	1540 DM/Monat									
Q_i	3,1 %									

Tab. 4: Ausgleich entsprechend dem Maximalwert der Objektfunktion

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_{Fi}		4 800	4 500			9 000	4 700	3 000	1 000	800
Y_{Ai}	2 300			5 500	7 700					
$B_i - X_{Fi}$	160 000	75 200	105 500	300 000	200 000	51 000	75 300	92 000	20 000	51 200
PE	1602 DM/Monat									
Q_i	1,4 %									

Tab. 5: Realisierte Substitution beim Ausgleich entsprechend dem Maximalwert der Objektfunktion

j \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		400			0				300	
2	0		0		0				700	
3				0					1000	
4			500				3000		1000	
5		1000					800			500
6	0			0						
7		3500			0					1500
8	0			0			0			
9					0					3500
10				0				0		

Das Zahlenbeispiel unter Punkt 2.6 zeigt zwei dieser charakteristischen Lösungen auf, nämlich die Maximierung und den Fall ohne Substitution. Durch die drei charakteristischen Lösungen wird die Gesamtmenge der möglichen Lösungen in zwei Untermengen aufgeteilt. Wenn wir die charakteristischen Lösungen in der Reihenfolge, wie o. a., mit PE_{max} , PE_{min} und PE_0 bezeichnen, so sind die Teilbereiche durch folgende Ungleichung abgegrenzt:

$$PE_{min} \leq PE_0 \leq PE_{max} \quad (A23)$$

Der Bereich zwischen PE_{min} und PE_0 ist durch Berufswechsler im Sinne einer Substitution gekennzeichnet, die in der überwiegenden Mehrzahl eine finanzielle Einbuße beim Wechsel hinnehmen, so daß sich das Pro-Kopf-Einkommen gegenüber dem Fall ohne Substitution verringert. Im Bereich zwischen PE_0 und PE_{max} ist es genau umgekehrt. Der Berufswechsel ist überwiegend mit einer finanziellen Gleich- oder sogar Besserstellung verknüpft.

In Abhängigkeit davon, welche Voraussetzung für den untersuchten Arbeitsmarkt Gültigkeit hat, muß man seinen Bereich für die Suche nach der realistischen Lösung auswählen. Hat man diese Entscheidung gefällt, dann bleibt die Ermittlung der Variationsgrenzen der Veränderlichen unseres Gleichungssystems unter den zusätzlichen Bedingungen für den gewählten Bereich übrig. Dies bedeutet die Bestimmung des maximalen und minimalen Fehlbedarfs und der Arbeitslosenzahl für jeden Beruf einzeln bei variiertem Pro-Kopf-Einkommen innerhalb unserer Bereichsgrenzen. Auf diese Weise können wir zwar noch immer nicht die gesuchte Lösung, welche die Wirklichkeit abbildet, angeben, aber es werden die Grenzen markiert, innerhalb deren sie liegt. Diese Grenzen sind durch die Entscheidung darüber, ob der Berufswechsel das Pro-Kopf-Einkommen erhöht oder erniedrigt, enger gezogen worden. Mit X_{PE} als Bezeichnung für das zu variiierende Pro-Kopf-Einkommen lauten die zusätzlichen Gleichungen bzw. Ungleichungen wie folgt:

$$\begin{aligned} X_{PE} \leq PE_{max} & \text{ Steigerung des Pro-Kopf-} & (A24) \\ X_{PE} \geq PE_0 & \text{ Einkommens durch Übertritt} \\ & \text{ in einen anderen Beruf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{PE} \leq PE_0 & \text{ Verminderung des Pro-Kopf-} & (A25) \\ X_{PE} \geq PE_{min} & \text{ Einkommens durch Übertritt} \\ & \text{ in einen anderen Beruf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{Fk} & = \frac{1}{c_k} \left[\sum c_i B_i - \left(\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n c_i X_{Fi} + \right. \right. & (A26) \\ & \left. \left. + c \sum_{i=1}^n Y_{Ai} + X_{PE} \cdot G \right) \right] \rightarrow \min; \max \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{Ak} & = \frac{1}{c} \left[\sum c_i B_i - \left(\sum_{i=1}^n c_i X_{Fi} + \right. \right. & (A27) \\ & \left. \left. + c \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n Y_{Ai} + X_{PE} \cdot G \right) \right] \rightarrow \min; \max \end{aligned}$$

Beide Gleichungen gehen durch Umformung aus A20 hervor. Unter den bisher gemachten Bedingungen

liefern sie die oberen und unteren Grenzwerte, zwischen denen die realistische Lösung liegen muß.

Ferner gilt:

- Durch Substitution werden die Beschäftigungschancen erhöht oder unverändert gelassen, keinesfalls verringert.
- Überangebot an Arbeitskräften führt ohne Substitution zur Arbeitslosigkeit.
- Eine Zwangsläufigkeit in der Besetzung offener Stellen durch Arbeitslose besteht nicht.

Die entsprechende Formel lautet:

$$Y_{Ai} \leq A_i + x_{Ai}$$

x_{Ai} ist der Wert der Variablen X_{Ai} beim Ausgleich ohne Substitution.

Die Rechnung ist für unser Beispiel durchgeführt worden.

Tabelle 6 weist diese Grenzwerte aus. Substitution erfolgt jetzt auch in Verbindung mit finanzieller Einbuße. Die ausgewiesenen Toleranzgrenzen sind zum Teil noch recht hoch. In ihnen kommen die Imponderabilien zum Ausdruck, welche formelmäßig nicht erfaßt sind. Gleichzeitig aber sind sie auch ein Maß für die Elastizität des Arbeitsmarktes. Erweiterungen der Substitutionspotentiale vergrößern die Toleranzgrenzen, Verringerungen schränken sie ein. Den gleichen Einfluß hat die Umschulung.

Eine Einengung der Toleranzgrenzen ist möglich durch Einbringen weiterer Bedingungsgleichungen. Als Beispiel wird ein Zusammenhang zwischen Fehlbedarf und Arbeitslosen wie folgt angenommen:

$$\begin{aligned} X_{Fi} & = a_{0i} + a_{1i} t \\ Y_{Ai} & = b_{0i} + b_{1i} t \end{aligned}$$

Durch Eliminieren der Zeit t erhält man:

$$X_{Fi} - \frac{a_{1i}}{b_{1i}} Y_{Ai} = a_{0i} - b_{0i} \cdot \frac{a_{1i}}{b_{1i}}$$

a_{0i} , a_{1i} , b_{0i} und b_{1i} sind dabei die entsprechenden Regressionskoeffizienten.

Mit den angenommenen Werten liefert die Rechnung Ergebnisse nach Tabelle 7.

2.6.2 Simulationsmöglichkeiten

Auf die Möglichkeit der Formulierung von Fragestellungen an das Modell, welche geeignet sind, Orientierungsdaten zu gewinnen, wurde bereits unter 2.3 hingewiesen. Hier soll an einem Beispiel die Vorgehensweise demonstriert werden. Angenommen, die Aufgabenstellung lautet folgendermaßen:

Eine Arbeitsmarktsituation entsprechend Tabelle 1 ist gegeben. Im Unterschied zu dem bereits durchgerechneten Beispiel stehen die Berufsanfänger P_i zwar in ihrer Gesamtheit P_{ges} , nicht aber für den einzelnen Beruf fest. Innerhalb welcher Grenzen, bezogen auf den einzelnen Beruf, darf ihre Anzahl X_{i0} schwanken, damit eine Zielgröße für die Arbeitslosenquote von Q_{1max} nicht überschritten wird und der Fehlbedarf unterhalb festgesetzter kritischer Grenzen $X_{Fi max}$ bleibt?

Die Formulierung dieser Aufgabenstellung sieht wie folgt aus:

$$\frac{1}{G} \sum Y_{Ai} \leq Q_{1max} \quad (A28)$$

zwischen den Einflußgrößen auf dem Arbeitsmarkt. Diese Zusammenhänge brauchen nicht unbedingt linear zu sein. Das Einbringen nichtlinearer Beziehungen zwischen den Variablen in das Modell bedeutet eine graduelle, keine prinzipielle Erschwernis in der numerischen Behandlung der Aufgabe. Die Berücksichtigung regionaler Unterschiede, die nicht

eigens aufgezeigt wurden, führt bereits auf nicht-lineare Beziehungen. Mangels echter Daten mußte zur Demonstration des Modells auf fiktive Werte ausgewichen werden.

Eine Simulation mit Arbeitsmarktdaten beabsichtigen wir zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen und die Ergebnisse zur Diskussion zu stellen.