

# PLANUNG DER ERHALTUNG DES BAUBESTANDS

## Ein Simulationsmodell zur Förderung der Volkswirtschaftlichen Planung

J. MAJNIK

Lehrstuhl des Bauausführung und Organisation,  
Technische Universität, H-1521 Budapest

Eingegangen am 25 April 1988

Vorgelegt von Doz. Dr. I. Kürti

### Abstract

In the analysis of the correlation between economical results and available resources, economical theories emphasize the role of investment funds, in addition to labour force. Building activity is connected to investment funds, to their performance too, besides to investments, also through maintenance. The maintenance of buildings is also an important economical factor, therefore it is incorporated into economical plans in countries based on plan economy. In this study, a decision-preparing, system-dynamical simulation model utilizable in planning at the macro level is shown. By its means, the maintenance activity in economic plans and the correlation between the main branches and their changes in time can be analyzed for particular plan periods.

Die Gebäudeerhaltung, als wirtschaftliche und technische Tätigkeit, muß auf gesellschaftlicher Ebene bewußt geplant werden. Die Abhandlung beschäftigt sich vor allem mit Analysen auf Makroebene. Das ausgearbeitete systemdynamische Modell ist besonders für Entscheidungsvorbereitung brauchbar. Das Grundprinzip der Methode läßt sich auch für Modellieren anderer Teilsysteme verwenden.

Die Anzahl der in das Modell einbezogenen Niveauveränderlichen muß vor allem aus methodologischen Gründen vermindert werden. Unter den möglichen Wegen der Weiterentwicklung sind die Hebung des Zuverlässigkeitsgrades der Ausgangsdatenbasis, ferner eine derartige methodologische Weiterentwicklung von Datensammlung-Verarbeitung, die ermöglichen, dem Anspruch der Gebäudeerhaltung bzw. in weiterem Sinne der Grundmittelerhaltung mit günstigerem Ergebnis zu genügen. Es scheint auch zweckmäßig zu sein, das Modell durch eine Erhöhung der Zahl der sich anknüpfenden Bereiche weiterzuentwickeln. Dadurch läßt sich bei der Beschreibung von effektiven Prozessen eine höhere Genauigkeit erreichen (vorausgesetzt, daß die Zuverlässigkeit des Inputs dieser neuen Niveauveränderlichen genügend ist).

Bei der Analyse der gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen dem wirtschaftlichen Ergebnis und den verwendbaren Kraftquellen wird in den wirtschaftswissenschaftlichen Theorien die Rolle der Grundfonds hervorgehoben. Die Bautätigkeit ist aber mit den Grundfonds und deren Leistungsfähigkeit — neben den Investitionen — auch durch die Erhaltung verbunden.

Die Gebäudeerhaltungstätigkeit spielt auch als Wirtschaftsfaktor eine wichtige Rolle, daher hat sie in Ländern, wo Planwirtschaft besteht, ihren Platz (als Teil der Bauindustrie) in den Volkswirtschaftsplänen.

Im Folgenden wird ein in der Planung auf Makroebene anwendbares, systemdynamisches Simulationsmodell für Entscheidungsvorbereitung dargestellt, mit dessen Hilfe die Gestaltung der Gebäudeerhaltungstätigkeit und die Zusammenhänge zwischen den damit verbundenen Hauptzweigen und deren zeitlichen Änderungen für eine beliebige Planperiode analysiert werden können.

Grundlage der Planung ist die erkannte Notwendigkeit, deren wichtiges Mittel das Kennenlernen der Vergangenheit, vor allem der jüngsten Vergangenheit ist.

Zweck der Planung ist, den zu erreichenden Zustand zu beschreiben, bzw. das Bedingungssystem, das das Erreichen des Sollzustands gewährleistet, in Kenntnis der Ausgangszustandskennzeichen und der Umwelt zusammenzustellen. Die kurzfristige Planung beschäftigt sich vor allem mit taktischen Fragen, mit der optimalen Verteilung der Kraftquellen. Die langfristige Planung hat die Aufgabe, zum überwiegenden Teil strategische Fragen aufzuwerfen, die Lösungsmöglichkeiten von Gleichgewichtsproblemen zu prüfen, die Richtungen der Änderung einzelner Prozesse zu bestimmen, bzw. zu prognostizieren. In der vorliegenden Arbeit wird ein systemdynamisches Modell für einen langfristigen Planungsprozeß vorgeführt.

Ziel des Simulationsverfahrens ist, die Alternativen der Rollenänderung der Gebäudeerhaltung in der Wirtschaft, und die daraus erfolgende Strukturänderung, die Verschiebungen der Proportionalitäten im Falle von in einem breiten Bereich interpretierbarer Ausgangszustandskennzeichen (Niveauveränderlicher) zu prognostizieren. Dabei können auch die Ratenveränderlichen, durch die die Dynamik der Änderungen der einzelnen Teilprozesse beschrieben wird, frei gewählt werden.

Das dargelegte Modell ist im Prinzip für die Simulation eines ökonomischen Teilsystems von beliebigem Umfang geeignet. Das bis ins Einzelne ausgearbeitete Modell ist wegen der Ermöglichung der gegenseitigen Entsprechung der Elemente des simulierten Systems vor allem im Falle größerer Grundmittelbestände brauchbar. Das Funktionieren des Modells soll über eine Analyse der Volkswirtschaft Ungarns, und in deren Rahmen der Gebäudeerhaltungstätigkeit gezeigt werden.

Die Erhaltung von Gebäuden tritt bei der Analyse wirtschaftlicher, politischer, gesellschaftlicher Fragen, sogar künstlerisch-ästhetischer Fragen usw. auf. Mit Hilfe des Modells, wird die Gebäudeerhaltung als wirtschaftlicher Prozeß behandelt.

In der Analyse kommen jene Teilbereiche vor, die aller Wahrscheinlichkeit nach in der engsten Beziehung zu der Gebäudeerhaltung, als wirtschaftlicher Tätigkeit stehen.

Die schon ausgearbeitete und funktionierende Variante des Modells enthält die Kategorie Nationalvermögen, bzw. innerhalb dieser den Grundfondbestand, und auch von diesem den Immobilienbestand. Gleichzeitig bildet auch die Bau- und Montagetätigkeit der Bauindustrie des Landes einen Teil des Modells und zwar innerhalb dieser je nach dem Charakter der Tätigkeit die Investitions- und Erhaltungstätigkeit.<sup>1</sup>

Die den vorigen Kategorien entsprechenden Niveauveränderlichen müssen sich auf ein Teilsystem desselben Umfangs der Wirtschaft beziehen.

Da sich der Grundmittelbestand (bzw. innerhalb dessen die Immobilien), sowie die Bau- und Montagetätigkeit geographisch, je nach Wirtschaftsphären, nach Bauten-Hauptgruppen, nach Eigentümersektoren usw. (vor allem wegen Mangels an Daten) mit dem Teilsystem bzw. miteinander schwer in Übereinstimmung bringen lassen, wird sich die Analyse im weiteren auf Prozesse auf volkswirtschaftlicher Ebene beziehen.

Zur Bestimmung des Grundmittelsbestands (als Teils des Nationalvermögens) und innerhalb dessen der Immobilien stehen vor allem Wertdaten zur Verfügung.

Neben den allgemein bekannten Problemen der Wertbestimmung macht hier die verhältnismäßig lange Lebensdauer des in Frage stehenden Gegenstands Schwierigkeiten.

Zweck der Analyse ist vor allem die Strukturänderungen aufzuzeigen und zu modellieren. Statistische Daten bilden (trotz der unvermeidlichen Verzerrungswirkung derselben) eine annehmbare Ausgangsbasis.

Innerhalb des Grundmittelbestands entspricht das funktionierende Modell der Kategorie Immobilien (im weiteren durch  $A_i$  bezeichnet). Die Immobilien (genauer gesagt die den überwiegenden Teil der Immobilien ausmachenden Gebäude und Bauten) können weiter nach wirtschaftlichen Sphären und Eigentümersektoren unterteilt werden.

Weil der Tätigkeit der einzelnen Sektoren der Bauindustrie des Landes (vor allem der ausführenden Bauindustrie) im Inland keine Schranken mehr gesetzt sind, sowie weil Daten — vor allem bezüglich der Bau- und Montagearbeiten von Erhaltungscharakter — auf geographische Gebiete aufgeschlüsselt nicht zur Verfügung stehen, muß die Analyse auch auf volkswirtschaftlicher Ebene durchgeführt werden.

Die Bau- und Montagetätigkeit im Gebiet des Landes ist mit der einheimischen Kapazität nicht identisch, die Größe der baulichen Import-Exporttätigkeit (und besonders die Bilanz) ist jedoch bei Tätigkeiten von Erhaltungscharakter vernachlässigbar. Im weiteren wird die inländische Bautätigkeit von Erhaltungscharakter der derartigen Tätigkeit der Bauindustrie in Landesmaßstab gleichgesetzt.

<sup>1</sup> In dem funktionsfähigen Programm kann ein viel breiterer Kreis von Kategorien interpretiert werden.

Vor allem wegen der Angleichung an andere Elemente des Modells kommen die erhaltungs- und investitionsartigen Tätigkeiten gleichwie mit bedeuteten produktionsartigen Datenreihen vor. Die Bau- und Montagetätigkeit der Bauindustrie des Landes (im weiteren durch  $E$  bezeichnet) muß vor allem nach dem Charakter der Tätigkeit in Kategorien eingeordnet werden, u. zw.: — Bau- und Montagetätigkeit von Investitionscharakter (durch  $E_b$  bezeichnet) — Bau- und Montagetätigkeit von Erhaltungscharakter (im weiteren durch  $E_f$  bezeichnet)

Im systemdynamischen Modell stehen beide Kategorien als Niveauveränderliche. Im Modell kann auch weiter kategorisiert werden (je nach Typen der Ausführerorganisationen, Volkswirtschaftszweigen, Bauten-Hauptgruppen, Inbetriebhalter-Besitzersektoren usw.).

Die wissenschaftliche Definition des überwiegenden Teils der bisher benutzten Begriffe wirft manchmal mit der Praxis unvereinbare Probleme auf. Es ist zweckmäßig, in einer Abhandlung die in Fachkreisen allgemein gebräuchlichen, bzw. offiziell festgelegten Begriffsbestimmungen anzunehmen.

Da die Ausgangsdatenreihen in den Kategorien nach der Methodologie des Zentralen Amtes für Statistik zu finden sind, ist sinngemäß von den Begriffsbestimmungen des Zentralen Amtes für Statistik auszugehen.

Bei der Definition des Grundmittelbestandes und innerhalb dessen der Immobilien ergeben sich im allgemeinen keine theoretischen Probleme.

Bei der Aufnahme können durch den Umstand, daß die Kategorisierungen an Wertgrenzen gebunden sind, bzw. durch Unsicherheiten in der Einordnung hauptsächlich bei „Maschinen“ Verzerrungen verursacht werden. Der Amortisationssatz kommt im Modell vor; unter Berücksichtigung des Umstands, daß die zentrale Vorschreibung dieser Sätze allmählich abgestellt wird, soll dieser Wert im Modell prognostiziert werden. (Die Höhe der Amortisation kommt im Simulationsmodell als eine der Eingangsdaten — als Ratenveränderliche — vor. Die Eingabedaten werden im Laufe der damit verbundenen Planungsprozesse bestimmt.)

Die Gruppierung der Bau- und Montagetätigkeit nach dem Charakter derselben (d. h. die eindeutige Markierung der Grenze zwischen Investitions- und Erhaltungstätigkeit) ist in der Praxis ungelöst, bzw. erfolgt die Lösung den jeweiligen Zweiganordnungen gemäß.<sup>2</sup>

Das Thema dieser Arbeit ist die Gebäudeerhaltung. Im Hinblick darauf jedoch, daß auch diese Tätigkeit — wie die wirtschaftlichen Tätigkeiten im

<sup>2</sup> „Bei der Begriffsbestimmung der volkswirtschaftlichen Investitionen besteht eine der schwierigsten Aufgaben in der Trennung neuer Investitionen von an Grundmitteln, die bereits in Betrieb sind, durchgeführten Erneuerungs- und Umgestaltungsarbeiten. Es gibt nämlich Erneuerungen, mit deren Hilfe nicht nur der originale technische Stand der Grundmittel wiederhergestellt wird, sondern die Grundmittel durch Umbau und Umgestaltung so weit modernisiert werden, daß ihr Betrieb wirtschaftlicher wird als vorher. Außerdem gibt es auch Umgestaltungen, als deren Ergebnis sich die Berufszweck der Grundmittel ändert . . .“ (Gazdaságstatisztika, Verlag für Volkswirtschaft und Rechte 1982 (S. 108))

allgemeinen — nur in ihrer Umwelt gedeutet, und in Verbindung mit der Umwelt beschrieben werden kann, mußte in die Analyse ein Abschnitt der Ökonomie sinngemäß einbezogen werden. Bei den Untersuchungen stellt die Analyse von Gebäudeerhaltungen die Hauptaufgabe dar, doch ist es (um auch die Wechselwirkungen zu zeigen) zweckmäßig und notwendig, gleichzeitig auch die Gestaltung der in das Modell einbezogenen anderen Niveauveränderlichen zu beschreiben.

Eine vereinfachte Bedingung ist im weiteren, daß die Grundmittel-erhaltungstätigkeit (neben den Investitionen) einen Faktor der Änderung der Grundmittel darstellt.

$$A_i = f(A_i, E_f, E_b, a_i) \quad (1)$$

Der volle Grundmittelbestand ist:

$$A = f(A, B, F, a) \quad (2)$$

Dabei bedeuten:  $B$  — (volkswirtschaftliche) Investitionen

$F$  — (volkswirtschaftliche) Grundmittel-Erhaltungen

$a$  — Abschreibungssatz<sup>3</sup>

$A$  — Grundmittelbestand

$A_i$  — Immobilien (bzw. Gebäude-Bauten)

$E, E_f, E_b$  siehe S. 52.

In der den Gleichungen entsprechenden Deutung wird — von der in Ungarn gegenwärtig üblichen Praxis etwas abweichend — angenommen, daß auf die Wirtschaftlichkeit Abweichung der Grundmittel die Erhaltungstätigkeit nachweisbar beeinflussend ist, d. h. daß die Wertänderung der Grundmittel — während einer gewissen Zeitperiode — über den zu Beginn der Periode vorhandenen Grundmittelbestand hinaus, neben der Höhe der Investitionen und anderen Faktoren auch durch die Erhaltungstätigkeit beeinflusst wird.<sup>4</sup>

Für die Grundelemente im Modell gilt (auch wegen der Deutung) die Beziehung:

$$E = E_b + E_f \quad (3)$$

<sup>3</sup> Die Posten der Grundmittelbilanz „Aussortierung“ und „andere Änderungen“ wurden in das Modell nicht eingebaut, diese werden nicht prognostiziert. Infolgedessen ist auch die Ratenveränderliche  $a$  im Modell mit dem in der Wirtschaftslehre benutzten Amortisationsatz inhaltlich nicht identisch. Im Laufe der Weiterentwicklung können diese Posten auch selbständig in das Modell eingebaut werden, und in diesem Falle wird der im Modell benutzte Abschreibungssatz auch inhaltlich mit dem in der Praxis gebräuchlichen Amortisationsatz übereinstimmen.

<sup>4</sup> Die Investition wird im allgemeinen als eine Tätigkeit betrachtet, deren Einfluß sich auf längere Frist geltend macht, während sich der Einfluß der Erhaltung sogleich äußert. (Darauf wird auch dadurch hingewiesen, daß die letztere Tätigkeit als Kosten verrechnet wird. (Gleichzeitig machen sich in den Änderungen der Leistungsfähigkeit des Grundmittelbestandes die Investitionen auffallend, direkt erfaßbar geltend, während sich der Einfluß von Erhaltungsmaßnahmen nur während einer längeren Periode äußert.

Das heißt, daß sich der Erhaltungscharakterteil der zur Verfügung stehenden Kapazität ( $E$ ) — in der Annahme einer unveränderten Gesamtkapazität — nur bei gleichzeitiger Herabsetzung der Investitionen vorstellen läßt.<sup>5</sup>

Mathematische Beschreibung des Modells mit den wichtigeren Parametern:

—  $A$  — Grundmittelbestand, in dessen Rahmen:

—  $A_i$  — Immobilien

—  $A_g$  — Maschinen usw.

—  $E$  — Bau- und Montagetätigkeit, innerhalb dieser:

—  $E_b$  — Bau- und Montagetätigkeit von Investitionscharakter

—  $E_f$  — Bau- und Montagetätigkeit von Erhaltungscharakter

—  $F$  — Erhaltungstätigkeit, innerhalb dieser:

—  $F_e$  — Erhaltungstätigkeit baulichen Charakters

—  $F_g$  — Erhaltungstätigkeit nicht-baulichen Charakters

Innerhalb einer Untersuchung müssen sich die Grundelemente (Niveauveränderlichen) auf eine Teilmenge gleichen Umfangs der Wirtschaft beziehen. Zwischen den Niveauveränderlichen bestehende Zusammenhänge statischer Art:

$$A = A_i + A_g \quad (4)$$

$$E = E_b + E_f \quad (5)$$

$$B = B_e + B_g \quad (6)$$

$$F = F_e + F_g \quad (7)$$

In dem Modell interpretierte approximative Beziehungen zwischen einzelnen Typen der Niveauveränderlichen:

$$B_e = E_b \quad (8)$$

$$F_e = E_f \quad (9)$$

Daraus folgt weiterhin:

$$E = B_e + F_e \quad (10)$$

Beziehungen von dynamischen Charakter zwischen den Grundelementen:

— Die Dynamik der Tätigkeiten:

$$E^{(t+1)} = E^t \cdot (1 + Z^t) \quad (11)$$

$$B^{(t+1)} = B^t \cdot (1 + X^t) \quad (12)$$

$$F^{(t+1)} = F^t \cdot (1 + Y^t) \quad (13)$$

<sup>5</sup> Eine rasche Änderung des Verhältnisses kann auch an sich mit einem gewissen Verlust verbunden sein. (Das hat sich in Ungarn während der VI. Fünfjahrplanperiode stark bemerkbar gemacht.) Der traumatische Wirkungen auslösende Zwang wird voraussichtlich abnehmen, weshalb dieser Einfluß in das Modell nicht eingebaut ist.

Innerhalb der einzelnen Niveauveränderlichen können die dynamischen Gleichungen auch je nach dem Charakter der Tätigkeit interpretiert werden, d. h. die das Maß der Zunahme ausdrückende Ratenveränderliche kann innerhalb der einzelnen Tätigkeiten je nach Typ abweichend sein. Also können z. B. neben der Ratenveränderlichen  $Z$  im Modell auch die Ratenveränderlichen  $Z_b$  und  $Z_f$  dem Charakter der Bau-Montagetätigkeit entsprechend interpretiert werden.<sup>6</sup>

— Die Grundgleichung, durch die die Änderungen des Grundmittelbestandes beschrieben werden, hat auf die Immobilien bezogen aufgrund von Gleichung (1) die Form:

$$A_i^{(t+1)} = A_i^t \cdot (1 - a_i^t) + E_b^t \cdot k_e^t + E_f^t \cdot l_e^t \quad (15)$$

Dabei bedeuten:

$a_i$  — den auf Gebäude-Bauten bezüglichen "Abschreibungssatz"

$k_e$  — die Ratenveränderliche, durch die der den Grundmittelbestand erhöhende Anteil der Bau- und Montagetätigkeit von Investitionscharakter ausgedrückt wird

$l_e$  — die Ratenveränderliche, durch die der den Grundmittelbestand erhöhende Anteil der Bau- und Montagetätigkeit von Erhaltungscharakter ausgedrückt wird.

Die im Modell berechneten spezifischen Kennzahlen und die Beziehungen zwischen diesen:

— Kennzahlen für die Beschreibung der Tätigkeitsstruktur:

$$m_1 = \frac{E_b}{E} \quad (16)$$

$$m_2 = \frac{E_f}{E}. \quad (17)$$

Nach Gleichung (5) ist:  $m_1 + m_2 = 1$  (= 100%)

$$m_3 = \frac{B_e}{B} \quad (18)$$

$$m_4 = \frac{B_g}{B} \quad (19)$$

$$m_5 = \frac{F_e}{F} \quad (20)$$

$$m_6 = \frac{F_g}{F}. \quad (21)$$

<sup>6</sup> D. h. nach Durchführung der Substitution:

$$E_b^{(t+1)} = E_b^t \cdot (1 + Z_b^t) \quad (14)$$

Nach den Gleichungen (6) und (7) gelten:

$$m_3 + m_4 = 1$$

$$m_5 + m_6 = 1$$

$$m_7 = \frac{B}{B + F} \quad (22)$$

$$m_8 = \frac{F}{B + F} \quad (23)$$

Sinngemäß gilt auch, daß

$$m_7 + m_8 = 1$$

— Die auf die Einheit der Grundmittel bezogenen Tätigkeitsanteile lauten:

$$n_1 = \frac{E}{A_i} \quad (24)$$

und innerhalb dieser

$$n_2 = \frac{E_b}{A_i} \quad (25)$$

$$n_3 = \frac{E_f}{A_i} \quad (26)$$

und aufgrund von Gleichung (5) gilt:

$$n_1 = n_2 + n_3$$

$$n_4 = \frac{B}{A} \quad (27)$$

$$n_5 = \frac{F}{A} \quad (28)$$

$$n_6 = \frac{B_e}{A_i} \quad (29)$$

$$n_7 = \frac{E_e}{A_i} \quad (30)$$

$$n_8 = \frac{B_g}{A_g} \quad (31)$$

$$n_9 = \frac{F_g}{A_g} \quad (32)$$

Aufgrund der Gleichungen (6) und (7) gelten:

$$n_4 = n_6 + n_8$$

$$n_5 = n_7 + n_9$$



Die Kennzahlen  $m_1 - m_8$ , welche die Zusammensetzung der Tätigkeit, bzw. die Änderung derselben zeigen, und die Kennzahlen  $n_1 - n_9$ , die die relative Größe der Tätigkeiten zum Ausdruck bringen, werden bei der Berechnung zweckmäßig in Prozenten bestimmt.

Die Ratenveränderlichen ( $a, X, Y, Z$ ) sollen bei der Dateneingabe und in den Ausgabeb Tabellen ebenfalls in prozentualer Form interpretiert werden. Neben diesen Kennzahlen kommen im Modell auch Kennzahlen vor, die den durchschnittlichen Rhythmus der Zunahme der Niveauveränderlichen auf die ganze Untersuchungsperiode bezogen zeigen.

Anhand der oben beschriebenen Zusammenhänge können unter Angabe der Werte der Ausgangs- (Basis-) -Niveauveränderlichen und Tätigkeitsstrukturen, die beliebig angenommen werden dürfen, sowie der Zunahmekennzahlen der Tätigkeiten (Ratenveränderlichen) und der Werte des Abschreibungssatzes die Grundelemente und die Zeitreihen der spezifischen Kennzahlen bestimmt werden. Es ist zweckmäßig, die Zeiteinheit der Untersuchung in einem Jahr anzusetzen; die Länge ( $N$ ) kann beliebig sein (10—20 Jahre können empfohlen werden, unter Umständen an die Planperioden angepaßt).

Für die Herstellung der Zeitreihe der Grundmittel ist über das Obige hinausgehend auch die Prognostizierung der Werte  $k$  und  $l$  in Gleichung (15) erforderlich. Ein Zweck der zum Aufzeigen des Modells dienenden Programmdurchläufe dürfte gerade darin bestehen, zu zeigen, welche Rückwirkung die Extremalfälle des Wertes von  $l$  auf die Gestaltung des Grundmittelbestandes und über diese auf die einzelnen spezifischen Kennzahlen ausüben.

Das ausgearbeitete Programm ist, um die Untersuchung womöglich „lebensnah“ zu gestalten, auch dazu geeignet, daß die Werte der Ratenveränderlichen ( $X, Y, Z, a$ ), ferner der die Zunahme des Grundmittelbestandes bestimmenden Anteile  $k$  und  $l$  nicht mit im Untersuchungszeitraum konstanten, sondern von einer Periode auf die andere mit voneinander abweichenden Werten angenommen werden.

Mit Hilfe des Modells erfolgt die Untersuchung im Laufe des Verfahrens vor allem über die Herstellung der Zeitreihen der Ratenveränderlichen (vor allem der spezifischen Kennzahlen). Die für das Rechenverfahren erforderliche Eingabe wird in der Regel durch die für eine gewisse Zeitperiode (im weiteren Basis) ermittelbaren Ist-Daten einer konkreten Wirtschaft — durch die zu den einzelnen Ratenveränderlichen gehörenden Prognosen ergänzt — geliefert.

Bei dem Rechenverfahren kann auch von einer fiktiven Basis ausgegangen werden. Das ermöglicht, das Simulationsmodell auch in Ermanglung einer realen Basis oder bei einer Deutbarkeit der Daten in breitem Intervall (u. U. bei deren Unzuverlässigkeit) oder in theoretischen Analysen anzuwenden. In diesem Falle kann der Wert einer der Niveauveränderlichen (jedoch nur der einen dieser) beliebig angesetzt werden.

Beim Rechenverfahren sind der Ausgangswert (der Basiswert) des Grundmittelbestandes und der auf den Grundmittelbestand bezogene spezifische Anteil ( $n_1$ ) des Grundmittelbestandes der im Modell simulierten Tätigkeit (in unserem Falle der Bau- und Montagetätigkeit) anzugeben. Um die Basiswerte der Niveauveränderlichen anzugeben, sind — über die Eingabe des Umfangs der Tätigkeit durch eine Verhältniszahl hinausgehend — auch die innerhalb der Tätigkeit interpretierten Untertätigkeiten (Typen) anzugeben. Das ist durch die Angabe der den Gleichungen 16 und 17 gemäß interpretierten, spezifischen Kennzahlen  $m_1$  bzw.  $m_2$  zweckmäßig möglich.<sup>7</sup>

Die Ratenveränderlichen, die eine Zunahme der Tätigkeiten zum Ausdruck bringen, müssen je nach den innerhalb der Tätigkeit definierten Typen angegeben werden. Ihre Werte sind mit Hilfe parallel verlaufender Analysen zu prognostizieren. Ihre Größe kann in der Regel während der Untersuchungsperiode als konstant angesetzt werden. Wird durch die Prognose auch die Dynamik der Werte dieser Ratenveränderlichen ( $Z, Z$ ) bestimmt, so können im Verfahren diese Veränderlichen auch mit periodenweise voneinander abweichenden Werten berücksichtigt werden.<sup>8</sup>

Die Zuwachsrate der Gesamttätigkeit, ( $E$ ) läßt sich indirekt, durch Berücksichtigung der entsprechenden Werte der einzelnen Tätigkeitstypen bestimmen. Nach (11) erhält man unter Berücksichtigung auch von Gleichung (5)

$$1 + Z^t = \frac{E_b^{(t+t)} + E_f^{(t+1)}}{E^t}.$$

Auch der Abschreibungssatz ( $a$ ) kann als Konstante oder mit je Periode abweichenden Werten angegeben werden. Der Zahlenwert ist der Deutung gemäß stets höher als Null.

Zu den Ausgangsdaten der Berechnung gehören weiterhin die Werte der Kennzahlen  $k$  und  $l$ . Wie alle Ratenveränderlichen, können auch diese als Konstanten oder mit je Periode abweichenden Werten angegeben werden. (Ihre Deutung ist bei Gleichung (15) zu finden, ihr Wert ist — sinngemäß — eine nichtnegative Zahl.) Beim Programmdurchlauf ist der  $k$ -Wert — auch wegen der Interpretation der Niveauveränderlichen  $E_b$  — bei allen Varianten gleich 100%.<sup>9</sup> Gleichzeitig läßt sich der Wert der Kennzahl  $l$  bei der Vorbe-

<sup>7</sup> Die Ausgangsniveauveränderlichen können selbstverständlich auch in anderer Weise angegeben werden (z. B. mit dem Absolutwerten aller Niveauveränderlicher). Dadurch wird die weitere Funktion des Modells nicht beeinträchtigt, um dessen Brauchbarkeit zu erweitern ist es aber zweckmäßig, die Tätigkeiten durch Verhältniszahlen anzugeben.

<sup>8</sup> Ein Weg der Weiterentwicklung des Modells wäre, die Werte dieser Ratenveränderlichen von in das Modell einbezogenen, weiteren Niveauveränderlichen (z. B. von dem National-einkommen) abhängig zu machen.

<sup>9</sup> Ebenso, wie bei den anderen Niveauveränderlichen, kann auch der Wert beliebig den jeweiligen Bedingungen gemäß — eingesetzt, ferner auch mit je Periode unterschiedlichen Werten angegeben werden, zwar ist das Letztere bei den Kennzahlen  $k$  und  $l$  aus theoretischen Gründen in der Regel nicht nötig.

reitung der Berechnungen am wenigsten prognostizieren, daher ist es im Laufe der Untersuchungen zweckmäßig, bei je einem Programmdurchlauf auch die Extremalwerte im prinzipiellen Deutungsbereich anzusetzen. Nach der ungarischen Praxis der nahen Vergangenheit ist der Wert des Anteils  $l$  annähernd gleich Null, d. h. daß die Wertgestaltung des Grundmittelbestandes von der tatsächlichen Größe der Erhaltungstätigkeit (in wirtschaftlichem Sinne) unabhängig ist. Im Laufe der Berechnungen wurden in der Regel alle Varianten auch mit den Extremaldaten des Wertes von  $l$  geprüft.

Das hatte unter anderem den Zweck, zu zeigen, wie eine Berücksichtigung nach anderer Betrachtungsweise der wirtschaftlichen Bewertung der Erhaltungstätigkeit auf die Gestaltung der einzelnen Veränderlichen zurückwirkt.

Im Hinblick darauf, daß das Rechenverfahren, die Herstellung von Zeitreihen für jede Periode innerhalb der Untersuchungsdauer sehr zeitaufwendig ist, schien es zweckmäßig, zur Anwendung des Modells den Computer heranzuziehen. Durch ein anhand der mathematischen Beschreibung des Modells aufgestelltes, entwicklungsfähiges Blockdiagramm und ein mit dessen Verarbeitung in der Programmiersprache BASIC geschriebenes, an einen Computer M08X adaptiertes Programm läßt sich das Simulationsverfahren in verhältnismäßig kurzer Zeit durchführen.<sup>10</sup>

Das systemdynamische Modell wurde an dem Plankapitel „Gebäudeerhaltung“ der Fünfjahrplanperiode der ungarischen Volkswirtschaft ausprobiert.

Ausgangsdaten sind zum Teil Ist-Zahlen bezüglich der VI. Fünfjahrplanperiode (bzw. unter Umständen Vorhersagen, Schätzungen), sowie vorherige Sollzahlen für den VII. Fünfjahrplan der Volkswirtschaft. Für die Vorbereitung der Berechnung wurde auch die VI. Fünfjahrplanperiode in mehreren Varianten unter Berücksichtigung der Ist-Daten des Jahres 1980 simuliert.

In jeder der 27 Grundvarianten wurden für jedes Jahr der Periode 1980—1990 die entsprechenden Niveauveränderlichen und Ratenveränderlichen bestimmt. Durch Verarbeitung der erhaltenen Zeitreihen konnten tiefere Zusammenhänge des nach den Planzahlen voraussichtlichen Zustands ermittelt werden. Mit Hilfe einer weiterentwickelten Variante des Programms können neben den bisher in laufenden Preisen angegebenen Daten auch die Preisindexzahlen behandelt werden.

Dr József MAJNIK H-1521, Budapest

<sup>10</sup> Der Durchlauf einer Variante (mit Dateneingabe über den Bildschirm und Drucken der Zeitreihen) erfordert je nach der Länge der Untersuchung einen Zeitaufwand von 40 bis 60 s.