

O. STRADAL/K. SORGO

ORL-MOD-1: Ein Allokationsmodell auf der Basis des Lowry-Modelles

1. Einleitung

a) Allgemeine Bemerkungen über Modelle

Bei vielen Problemen ist man in der Lage, durch Versuche am realen Objekt die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten auszuprobieren. Ein triviales Beispiel dafür liefert die Frau, die beim Beziehen einer neuen Wohnung nach der günstigsten Anordnung ihrer Möbel sucht. Sie bedient sich der „starken Hand“ ihres Mannes, um die Möbelstücke in verschiedener Art und Weise aufzustellen, und beurteilt die einzelnen Möglichkeiten nach ihren praktischen Erfahrungen aus früheren Situationen und ihren persönlichen Geschmacksinteressen. Diesen Fällen stehen aber jene Situationen gegenüber, in denen man eine Problemlösung nicht mehr auf Grund von Erfahrungen aus ähnlichen, praktischen Beispielen oder der Kenntnis schulmäßiger Standardmethoden herleiten kann. Hier ist man gezwungen, die Realität auf die zur Lösung des Problems wesentlichen Faktoren reduziert zu erfassen und zu beschreiben. Man macht ein Modell eines Teiles der Wirklichkeit. An Hand dieses Modelles versucht man, einen Weg zur Lösung des Problems zu finden, den man anschließend wieder auf die Realität übertragen kann. Es gibt verschiedene Arten von Modellabbildungen:

- Im allgemeinsten und einfachsten Fall liegt eine verbale Beschreibung der Zusammenhänge vor.
- Ikonische Modelle bilden gewisse Aspekte eines Systems visuell ab (z. B. eine Photographie).
- Analogmodelle benützen Systeme mit ähnlichen Eigenschaften zur Abbildung (z. B. Flüssigkeiten in Röhren symbolisieren elektrische Ströme in Drähten).
- Mathematische Modelle stellen Abhängigkeiten in mathematischer Sprache dar.

Besonders die letzte Gruppe, die mathematischen Modelle, gewinnt in der Stadt- und Regionalplanung zur Erfassung der dort vorliegenden komplexen Probleme und Prozesse mehr und mehr an praktischer Bedeutung.

b) Modelle in der Stadt- und Regionalplanung

Die Aspekte, unter denen die Entwicklung einer Region betrachtet werden, sind zu unterschiedlich, und die Elemente, aus denen sich die regionale Struktur aufbaut, sind zu zahlreich, als daß es möglich wäre, mit einem Gesamtmodell das Auslangen zu finden. Um wirkungsvoll zu sein, müßte es folgende Bedingungen erfüllen:

- umfassend, dabei aber ziemlich detailliert sein,
- operabel sein, dabei aber die Realität präzise genug abbilden,
- mit algorithmisierten Vorgängen arbeiten, aber elastisch auf die Eingriffe des Entscheiders reagieren,
- mit vielen Variablen arbeiten, dabei aber die Möglichkeit zu einer wirksamen Analyse offen lassen.

Ein praktischer Zutritt wurde durch die stufenweise Behandlung des Problems gefunden. Man bildet mehrere Subsysteme und verwendet Resultate (Outputs) des einen jeweils als Ausgangswerte (Inputs) für die anderen. Zur Bearbeitung von ökonomisch-technischen Problemen werden heute in der Stadt- und Regionalplanung häufig drei Gruppen von Modellen herangezogen.

(1) *Gesamtmodelle des regionalen Wachstums*. Die Region wird von diesen Modellen ohne räumliche Gliederung oder nur in wenige Zonen unterteilt abgebildet. Dadurch vermindert sich die Zahl der Variablen stark. Es entstehen günstige Voraussetzungen für eine dynamische, u. U. stochastische Prozesse berücksichtigende Modellkonstruktion. Solche Modelle sollen enge Zusammenhänge mit den Makromodellen des wirtschaftlichen Wachstums haben.

(2) *Gesamtmodelle der regionalen Allokation*, in welcher die Entwicklung der Region in Subregionen (Zonen) betrachtet wird. Die Zahl der Zonen geht von 50 bis 1500, die Zahl der Variablen von vier (Lowry, ORL-MOD-1) bis 130 (San-Francisco-Modell) für jede Zone. Je mehr Zonen und Variablen, desto umständlicher und unübersichtlicher die Lösung, welche im extremen Fall zur Unmöglichkeit der Output-Analyse führen kann (San-Francisco-Modell). Meist sind diese Modelle statisch formuliert.

(3) *Sektorale, einzweckige Modelle*, z. B. Transportmodelle, Standortmodelle für Geschäfts-, Kultur- und Vorortszentren.

Von allen diesen Modellen sind heute die Transportmodelle am weitesten entwickelt und in der Planungspraxis geprüft. Da sie Inputdaten verwenden, die von den Allokationsmodellen geliefert werden (Verteilung der Verkehrserzeuger) und deren Vernachlässigung häufig zu Fehlschlägen der Transportplanung führte, gehen heute bereits wesentliche Initiativen für die Weiterentwicklung der regionalen Verteilungsmodelle von der Verkehrsplanung aus. Ein Beispiel dafür gibt die Gruppe „Flächennutzungsmodelle“ am US-Department of Transportation. Ähnlich wie die Transportmodelle sind auch die ökonomischen Modelle in der Planungspraxis bereits fest eta-

bliert und werden zur Prognose des regionalen Wachstums in der Regel verwendet. Verschiedentlich wurden Versuche zum Einbau von räumlichen Komponenten in diese Modelle bzw. umgekehrt zur Dynamisierung von Allokationsmodellen gemacht; ihre Anwendung bei der Lösung praktischer Projekte ist aber bisher über Anfangserfolge nicht hinausgekommen. Um ein Beispiel für die Dynamisierung von Allokationsmodellen zu nennen, sei das Modell TOMM (Time Oriented Metropolitan Model) von *Crecine* genannt, das in Pittsburgh angewendet wurde.

ORL-MOD-1 zählt in dieser Systematik zu den Gesamtmodellen der regionalen Allokation, welche auch unter der Bezeichnung Stadtentwicklungsmodelle (englisch „Urban Development Models“) geläufig sind. Es ist statisch und setzt deshalb voraus, daß bei Prognosen die Eingabedaten durch entsprechende Wachstumsmodelle ermittelt werden. Neben diesen bedingt es aber auch sektorale Modelle zur Bestimmung von Reiseverhältnissen und Zonenattraktivitäten, denn von diesen sind die Werte der Modellparameter abhängig.

2. Zweck von ORL-MOD-1

a) Entwicklungsphasen

Im Frühjahr 1969 begann das ORL-Institut an der ETH Zürich mit der Formulierung und Programmierung eines Modelles zur Verteilung von Aktivitäten innerhalb einer in Zonen unterteilten Region.

Die Grundlagen des Modelles sind beschrieben in *Lowrys* „Model of Metropolis“, *Garins* Artikel, der Arbeit von *Popp-Stradal* und von *Lang-Stradal* (siehe Literaturverzeichnis). Die bis zum November 1969 abgeschlossenen Programme setzte das ORL-Institut im Rahmen einer Spielsimulation zur Schulung von Chefbeamten der schweizerischen Bundesverwaltung ein. Danach wurde das Modell mit den gewonnenen Erfahrungen modifiziert und im Laufe des Jahres 1970 mit den Daten der Region Zürich vom Jahre 1960 kalibriert. Eine weitere Kalibrierung erfolgte ebenfalls mit den Daten des Jahres 1960 für das Gebiet der ganzen Schweiz mit der Absicht, dadurch die Voraussetzungen für die Durchrechnung verschiedener Varianten der künftigen schweizerischen Bevölkerungsverteilung zu schaffen. Die Arbeit mit diesen sogenannten „Landesplanerischen Leitbildern“ ist derzeit noch im Gange.

Außerdem wendete man das Modell in Kanada für eine Region der Provinz Ontario im Rahmen einer M. S.-Thesis an.

b) Spezifische Aufgaben

Der generell als „regionale Allokation von Aktivitäten“ formulierte Modellzweck wird durch konkrete Aufgabenstellungen eindeutiger definiert.

Zunächst ist festzuhalten, unter welchem Gesichtspunkt die Modellresultate analysiert werden:

- In einem Fall besteht ein Interesse daran, die Auswirkungen bestimmter Inputwerte zu erfahren. Man fragt nach den Folgen einer un gelenkten regionalen Entwicklung oder nach den Konsequenzen von geplanten Maßnahmen, weil man beispielsweise die ihnen entsprechenden Kosten, den Flächenbedarf usw. kennen will.
- In einem anderen Fall liegt bereits ein Leitbild der Aktivitätenverteilung vor, mit dem die Outputs des Modelles verglichen werden. Die Kriterien dieses Soll-Zustandes ermöglichen eine Beurteilung von Verteilungsalternativen. Treten Abweichungen eines gerechneten vom gewünschten Zustand auf, dann wird man versuchen, durch Abänderung der Eingabedaten, d. h. praktisch durch eine geänderte Maßnahmenkonzeption, die gewünschten Resultate zu erreichen.

Liegt der erste Fall vor, so verlangt man vom Modell eine bedingte Voraussage der Verteilung von Wohn-, Arbeits- und Serviceplätzen auf die Zonen einer Region.

Demgegenüber stellt der zweite Fall eine Suboptimierung dar, da aus einer Reihe von Alternativen die bestmögliche, d. h. die dem Leitbild am nächsten kommende, ausgewählt wird. Die Beurteilung kann dabei sowohl hinsichtlich der Aktivitätsmengen einzelner Zonen (Einwohner-, Beschäftigtenzahlen) als auch hinsichtlich bestimmter zonenspezifischer oder globaler Kriterien (absolute und relative Erreichbarkeitspotentiale einzelner Zonen, Erreichbarkeitsindexe und durchschnittliche Reisezeiten der Region) erfolgen.

Die Breite der Aufgabenstellung kann unterschiedlich sein. Das zeigen die folgenden Problembeispiele:

- Verteilung verschiedener Aktivitäten (Wohnen, Arbeiten, Dienstleistungen) innerhalb einer Region in Abhängigkeit der exogen gegebenen Verteilung einer Aktivität (Wohnen oder Arbeiten oder Dienstleistungen),
- Prognose der Aktivitäten einer Zone (Gemeinde) unter Berücksichtigung der regionalen Verflechtungen,
- Analyse des Einflusses spezifischer Maßnahmen, im besonderen von Verkehrseinrichtungen bzw. Ansiedlungen von Industrien, Dienstleistungszentren, Wohnquartieren, auf die regionale Verteilung der Aktivitäten.

c) Interdisziplinäre Aufgaben

In den bisherigen Ausführungen wurden die Resultate von ORL-MOD-1 als Endzweck beschrieben. Sie können und sollen aber, wie bereits angedeutet, auch als Ausgangsdaten für andere Planungsbereiche herangezogen werden. Insbesondere gilt dies für die Verkehrsplanung. Dieser steht ein gut ausgebautes Instrumentarium an effektiven Modellen, Algorithmen und Computerprogrammen zur Verfügung, das in seiner Wirksamkeit durch Verwendung mangelhafter Ausgangsdaten häufig nicht unwesentlich beeinträchtigt wird.

Mängel in zweifacher Hinsicht sind in einem solchen Falle zu erwarten:

- Die Verkehrsbelastung der Straßen und Bahnen läßt sich nur dann einigermaßen realistisch abschätzen, wenn die Verteilung der Verkehrserzeuger auf die Zonen durch fundierte Daten gegeben ist. Hierzu kann ORL-MOD-1 selbst einen Teilbeitrag leisten, da es bei Bedarf über ein Anschlußprogramm in der Lage ist, Verkehrswunschlinien zu berechnen.
- Von den Verkehrsbelastungen der einzelnen Verkehrsträger hängen die Fahrgeschwindigkeiten und damit auch die Reiseverhältnisse zwischen den Zonen sowie die Erreichbarkeiten der Zonen ab. Mangelhafte Angabe der künftigen Reisegeschwindigkeiten auf Grund von zu groben Belastungsprognosen der Transportpläne, als Folge zu wenig fundierter Ausgangsdaten über die räumliche Verteilung der verkehrserzeugenden Aktivitäten, führt also rückwirkend zu einer weiteren Verschlechterung der Verteilungsprognose.

3. Struktur von ORL-MOD-1

a) Systemzutritt

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die Aufgaben des Modelles und damit seine Funktionen im Rahmen der Stadt- und Regionalplanung beschrieben wurden, ist die Basis vorhanden, auf welcher seine Struktur erläutert werden kann.

ORL-MOD-1 ist Bestandteil eines Informationssystems, das der Regionalplanung bestimmte Entscheidungsgrundlagen liefert. Die Möglichkeit zu einem Dialog zwischen dem Modell und den entscheidenden Institutionen besteht beispielsweise in der Form von Simulationsspielen. Das folgende Schema zeigt, wie der Informationsfluß in einem solchen Fall verlaufen würde: Das ORL-MOD-1 bezieht seine Eingabeinformationen (Input) von verschiedenen Quellen aus seiner Umgebung. Selbst besteht es wiederum aus Teilmodellen, die die eingehenden Informationen in einem festgelegten Ablauf zu den Resultaten (Output) transformieren. Diese beschreiben einen bestimmten Zustand der Region durch die Angabe der Einwohner- und Beschäftigtenzahlen in den einzelnen Zonen sowie verschiedener anderer Zustandswerte der Region bzw. ihrer Zonen, z. B. Erreichbarkeitspotentiale, durchschnittliche Reisezeiten usw. Solche Zustandsalternativen können von den Spielern bewertet und im Hinblick auf die Wahl einer bestmöglichen, d. h. der von den Spielern erarbeiteten Zielkonzeption am besten entsprechenden, Alternative verglichen werden. Die in einer Region bei der Verteilung von Einwohnern und Beschäftigten auf mehrere Zonen stattfindenden Vorgänge werden also in mathematischer Form simuliert, indem die Region als System von Zonen (Systemelemente) abgebildet wird, die durch ihre Gebiets-eigenschaften charakterisiert sind. Sie bestimmen den Zusammenhang zwischen der exogenen, eingegebenen und den abhängigen, berechneten Variablen.

b) Variable, Beschränkungen

Als Variable wurden folgende Aktivitäten definiert:

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| – Einwohner einer Zone i | E_i |
| – Beschäftigte einer Zone i | Z_i |
| – Originärbeschäftigte einer Zone i | ZO_i |
| – Derivatibeschäftigte einer Zone i | ZD_i |
| $i = 1, 2, 3, \dots, n$ | |

Die Anzahl von Zonen kann variieren. Mit welcher Zonenanzahl maximal gearbeitet wird, ist von der verwendeten Programmversion abhängig:

Es besteht ein Computerprogramm für max. 110 Zonen und ein anderes für max. 55 Zonen. Dieses zweite Programm ist in der Lage, verschiedene Erweiterungen der beschriebenen Aufgabenstellung durchzuführen:

- Zwei zusätzliche Variablen werden eingeführt:
 Derivatibeschäftigte einer Zone i ,
 die abhängig sind von Einwohnern ZDE_i
 Derivatibeschäftigte einer Zone i ,
 die abhängig sind von Beschäftigten ZDZ_i
- Beschränkungen der Einwohner- und Beschäftigtenzahl einer Zone werden durch die Angabe von maximal oder minimal zulässigen Werten definiert. Bei Verletzung dieser oberen und unteren Grenzen gleicht das Modell die Differenzen automatisch aus, indem es sie den der betreffenden Zone nächstliegenden Zonen zuteilt.

Die Unterscheidung von originären und derivativen Beschäftigten beruht auf folgender Definition: Derivatibeschäftigte sind alle jene Beschäftigten, die im besonderen in bezug auf ihren Standort von der Bevölkerung abhängig sind. Dadurch unterscheiden sie sich von dem ökonomischen Sektor „Dienstleistungen“ insofern, als sie nur die direkt mit dem Konsumenten in Kontakt stehenden Dienstleistungsbeschäftigten einschließen, andererseits aber auch kleinere Gewerbe- und Handwerksbetriebe mitumfassen. Zu den originären zählen alle verbleibenden Beschäftigtengruppen.

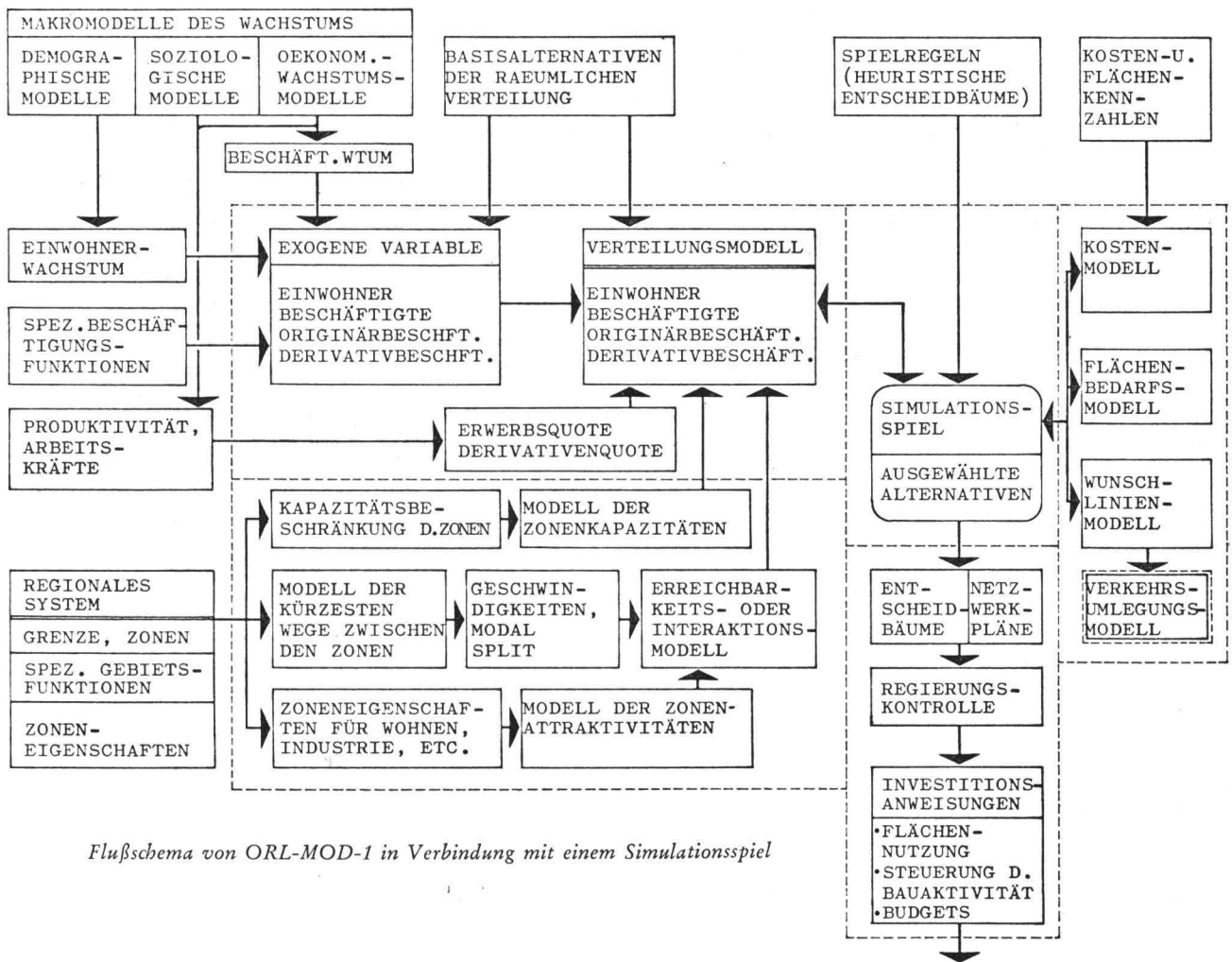
Die Abhängigkeiten dieser Variablen lassen sich durch folgende Matrixgleichungen ausdrücken:

$$\begin{aligned} AZ &= E \\ ZD &= ZDE + ZDZ = BE + CZ \\ Z &= ZO + ZD \end{aligned}$$

Die Computerprogramme sind so angelegt, daß jede der Variablen E , Z , ZO und ZD als exogene, für alle n Zonen gegeben sein kann und berechnen die jeweils unbekannten Variablenwerte für alle n Zonen. Bei einer maximal möglichen Zahl von 110 Zonen bedeutet dies 440 Variablenwerte, wobei 330 vom Modell gerechnet werden.

c) Parameter

Die in den obigen Gleichungen angegebenen Matrizen A , B und C symbolisieren die Menge der Parameter, durch



welche die Abhängigkeiten zwischen den Variablenvektoren bestimmt werden.

Die Parameter sind eine Funktion jener Merkmale der einzelnen Zonen, die einen Einfluß auf die Variablen haben.

Vernachlässigen wir die Unterscheidung der derivativen Beschäftigten nach ihrer Abhängigkeit von Einwohnern und Beschäftigten, dann werden durch das Modell zwei wesentliche Beziehungen abgebildet:

- die Pendlerbeziehung Wohnplatz-Arbeitsplatz (engl.: journey-to-work-relationship) durch die Matrix A und
- die Besucherbeziehung Wohnplatz-Serviceplatz durch die Matrix B.

Die Elemente a_{ij} und b_{ij} der beiden Matrizen sind ähnlich aufgebaut. Sie sind eine Funktion der Reisezeiten p_{ij} , der Attraktivitätskoeffizienten k_{ij} und der Erwerbsquote α_i , d. h. der Anzahl Einwohner pro Erwerbstätigen der Zone i (Matrix A) bzw. der Derivativenquote β_j , d. h. der Anzahl Derivatibeschäftigter pro Einwohner der Zone j (Matrix B). Die Berücksichtigung unterschiedlicher Zonendimensionierungen erfolgt durch ein Gewicht S_i .

d) Ablauf der Berechnung

Unter Punkt 3a wurde gezeigt (siehe Flußschema), daß ORL-MOD-1 aus einer Reihe von Teilmodellen besteht, die in einem festgelegten Ablauf aus exogen gegebenen Daten die Outputdaten berechnen. Diese einzelnen Teilmodelle und ihre Verknüpfungen sind noch zu schildern.

(1) Gebietseinteilung (System und Umwelt)

Ehe mit der Datenbeschaffung begonnen werden kann, muß das vorliegende Planungsgebiet als System abgebildet und beschrieben werden. Das bedeutet, daß

- die Grenzen der zu analysierenden Region räumlich festgelegt werden und diese dadurch von jenen Gebieten unterschieden wird, die nur hinsichtlich ihrer Beziehungen zu ihr für die Aufgabe relevant sind (Umwelt),
- Region und Umwelt in räumlich definierte Zonen unterteilt werden, wobei maßgebend ist, daß die gebildeten Zonen in bezug auf ihre Bevölkerungsstruktur, ihre Standorteigenschaften für Wohnen, Industrie und Dienstleistungen und ihre Transportnetze möglichst homogen sind,

- ein Zentrum für jede Zone festgelegt wird, das dem „Verkehrsschwerpunkt“ entspricht, d. h. jenem Punkt der Zone, der auf Grund der Besiedlungsverhältnisse maßgebend ist für die Entfernung der Zone von anderen Zonen.

Ausdehnungsmäßig sollen die Zonen so gestaltet sein, daß die Distanzen zwischen ihren Zentren für das Entstehen von Pendler- und Besucherbeziehungen zwischen den Zonen nicht zu groß sind. Auf jeden Fall muß beachtet werden, daß sich die Zonengrenzen mit Grenzen der statistischen Erhebungsgebiete decken, um bei der Datensammlung nicht in unnötige Schwierigkeiten zu kommen. Bisher konnten in der verfügbaren Literatur keine brauchbaren Ansätze für eine exaktere Methodik der Gebietseinteilung gefunden werden.

(2) Bestimmung der exogenen Variablen

Jede Berechnung gilt für ein bestimmtes Datum, das also vorgängig zu fixieren ist. Dabei kann es sich auch um einen vergangenen Zeitpunkt handeln, wenn man mittels beobachteter, statistischer Daten eine Kalibrierung oder eine Sensitivitätsanalyse des Modells durchzuführen beabsichtigt. Kann man in einem solchen Fall auf die Statistik zurückgreifen, um die exogene Variable zu bestimmen, so ist man bei einer Prognose gezwungen, ihr Wachstum und ihre räumliche Verteilung mit Hilfe von entsprechenden Prognose- und Verteilungsmodellen, die dem ORL-MOD-1 vorgeschaltet werden, abzuschätzen. Je nachdem, welche Variable exogen ist, kann es sich um Einwohner-, Beschäftigten-, Industrie- oder Dienstleistungsprognosen handeln. Für den Fall, daß die vorliegenden Daten sich auf Gebiete, die kleiner sind als die Zonen, beziehen, steht ein Hilfsprogramm zur Verfügung, das sie zu Zonenwerten aggregiert.

(3) Berechnung der Reisezeiten

Ziel dieser Operationen ist es, die Reisezeiten zwischen den Zonen (interzonale) und die Reisezeiten innerhalb der Zonen (intrazonale) zu berechnen und in Form einer Matrix darzustellen. Dazu sind mehrere Berechnungsschritte nötig:

- Berechnung der kürzesten Wege: Von jedem Zonenzentrum zu jedem anderen werden innerhalb der durch Knoten und Strecken (mit tatsächlicher Distanz und Geschwindigkeit) definierten Verkehrsnetze die kürzesten Fahrzeiten berechnet, und zwar getrennt für den privaten und den öffentlichen Verkehr.
- Berechnung der mittleren Reisezeiten: Da nicht die reinen Fahrzeiten, sondern die Reisezeiten als maßgebender Parameter ins Modell eingehen, werden den Fahrzeiten des privaten und des öffentlichen Verkehrs im nächsten Schritt noch die Terminalzeiten zuaddiert. In diesen sind enthalten: die Zeiten für den Weg vom Wohnplatz zum privaten oder öffentlichen Verkehrsmittel sowie von diesen zum Bestimmungsort, für das Warten an der Haltestelle und für das Parkplatzen.

Beim öffentlichen Verkehr kommen außerdem noch die Umsteigezeiten dazu. Aus diesen Reisezeiten des privaten und des öffentlichen Verkehrs entstehen durch Gewichtung mit den auf Grund des Reisezeitverhältnisses berechneten Modal-Split-Werten sogenannte mittlere Reisezeiten, die als Parameter ins Verteilungsmodell eingehen.

- Berechnung der intrazonalen Reisezeiten: Analog zur Ermittlung interzonaler Reisezeiten müssen die auf der Diagonalen der Reisezeitmatrix stehenden intrazonalen Reisezeiten abgeschätzt werden. In ihnen müssen auch die Fußgängerzeiten berücksichtigt sein.

(4) Berechnung der Interaktionsmatrizen

Die Matrizen AR und BR sagen aus, welche Interaktionen zwischen den Zonen stattfinden. Ihre Elemente a_{rij} bzw. b_{rij} geben den Anteil jeder Zone an der Pendler- bzw. der Besuchersumme jeder anderen Zone in Prozenten an.

Jedes Element a_{rij} und b_{rij} ist eine Funktion der mittleren Reisezeit zwischen i und j und des Attraktivitätskoeffizienten k_{ij} , der die Standorteigenschaften von i und j sowie das Reiseverhalten der Pendler bzw. Besucher zwischen i und j zum Ausdruck bringt.

Die Quantifizierung von k_{ij} (oder k_i oder k_j oder k) ist eine Aufgabe der Kalibrierung. Bei Prognosen bleibt sie, solange keine Modelle oder Extrapolationsverfahren vorhanden sind, auf spekulative Schätzungen beschränkt.

(5) Berechnung der Aktivitätenverteilung

Aus den Matrizen AR und BR entstehen die Matrizen A und B über die Gleichungen

$$a_{ij} = a_{rij} \alpha_i \quad \text{bzw.} \quad b_{ij} = b_{rij} \beta_j$$

$$\alpha_i = E_i/Z_i \text{ (Erwerbsquote)} \quad \beta_j = ZD_j/E_j \text{ (Derivativenquote)}$$

In analoger Weise gilt hinsichtlich der Quantifizierung von α_i und β_j das für den Attraktivitätskoeffizienten Gesagte.

Mit diesen Eingaben (der exogenen Variablen und der Parameter) berechnet das Modell die Werte der restlichen Variablen für alle Zonen und die Werte der Pendler und der Besucher zwischen allen Zonen.

(6) Berechnung zusätzlicher Resultate

Als fester Bestandteil des Modelloutputs steht die Angabe der Erreichbarkeitspotentiale und -indexe sowie der durchschnittlichen Reisezeit zur Verfügung.

Als Erreichbarkeitspotential R einer Zone i wird die Zahl der Einwohner, Beschäftigten oder Besucher bezeichnet, die bei einer gegebenen Aktivitätenverteilung entsprechend dem Interaktionsmodell (siehe Abschnitt d/4) die Zone i erreichen können, wenn man die Konkurrenz der übrigen Zonen außer acht läßt.

In den Erreichbarkeitsindexen sind diese Werte als regionaler Index auf einzelne Aktivitätseinheiten (Einwohner, Beschäftigter) umgerechnet.

Darüber hinaus können aber bei Bedarf noch weitere Informationen geliefert werden:

- Verkehrswunschlinien zwischen den Zonenzentren (Zusätzliche Eingabedaten: Verkehrspotentiale),
- Kosten von Investitionen und Betrieb sowie Flächenbedarf in den einzelnen Zonen für Wohnungsbau, Infrastruktur usw. (Zusätzliche Eingabedaten: Kennzahlen über Kosten, Flächenbedarf),
- Dichte der Aktivitäten (zusätzliche Eingabedaten: Zonenflächen)
- Veränderungen von Aktivitäten (Zusätzliche Eingabedaten: Werte der Aktivitäten im Basisjahr).

Neben dem zahlenmäßigen Ausdrücken der Resultate ist auch das Graphische in Form von Histogrammen und Karten möglich.

4. Praktische Anwendung

Als eines der wichtigsten Kriterien bei der Entwicklung von ORL-MOD-1 galt von Anfang an die schnelle Verfügbarkeit der Resultate. Durch die Programmierung aller im letzten Abschnitt aufgezählten Rechenoperationen ist dieses Ziel heute weitgehend erreicht. Anleitungen für die Benützung der einzelnen Programme sind vorhanden.

Demzufolge liegt der größte Teil des Arbeits- und Zeitaufwandes im praktischen Fall bei der Datenbeschaffung und der Eingabenvorbereitung. Die Gewichte sind diesbezüglich aber sehr unterschiedlich auf die einzelnen Datengruppen verteilt. Weitaus am aufwendigsten gestaltet sich die Aufnahme der Verkehrsnetze, im besonderen dann, wenn ihre Knoten koordinatenmäßig erfaßt werden. Bei den Bevölkerungsdaten kann wohl in der Regel auf die örtliche Statistik zurückgegriffen werden, doch entstehen bei Unterschieden in der Gebietseinteilung gegenüber den Zonen des Modells u. U. beträchtliche Arbeiten für die Aggregation der Daten (Einwohner, Beschäftigte, Pendler usw.). Nicht zu vergessen ist bei der Berechnung von Verteilungen für künftige Zeitpunkte, daß ausreichend Zeit für eine Kalibrierung des Modelles, durch welche die Werte der Parameter bestimmt werden, kalkuliert wird.

Der erste und umfassendste derartige Kalibrierungsversuch wurde mit den Daten der Region Zürich aus dem Jahr 1960 unternommen. Die Region wurde zu diesem Zwecke in 23 Zonen unterteilt, davon entfielen 13 Zonen

auf die Stadt Zürich und 10 Zonen auf ihre Umgebung. Dazu kamen noch 31 Zonen der Umwelt. Nicht befriedigend war in diesem Falle die Datenbasis über die Besucher, weshalb sich fundierte Aussagen vorerst darüber nur in beschränktem Ausmaße machen ließen.

Ergänzend wurde dieser Arbeit eine Kalibrierung für das gesamtschweizerische Gebiet (88 Schweizer Zonen plus 21 Ausland-Zonen) angeschlossen.

Für die weitere Modellentwicklung war aus den beiden Arbeiten zu folgern, daß sich simultan zur praktischen Anwendung des Modelles in seinem derzeitigen Zustand spezielle Forschungsarbeiten im besonderen mit den Verbindungen zu anderen Modellen (Transport, sozioökonomische Prognosen, Ökologie), den Attraktivitätsmodellen und der Variablenaggregation befassen müssen.

Literatur

- Belastungsrechnung zum Bebauungsplan. Im Auftrag des Stadtplanungsamtes Zürich bearb. von Seiler und Barbe. – o. O. (Zürich) 1967.
- Garin, A.: A matrix formulation of the Lowry model for intra-metropolitan activity allocation. In: Journal of the American Institute of Planners. 32. Jg. (1966) Nr. 6, S. 361–364.
- Glaser, M.: Modal-Split-Untersuchung mit Daten des Jahres 1965 aus der Region Basel. – o. O. 1970.
- Lang, J.; O. Stradal: Entwicklung des Planungsinstrumentes ORL-MOD-1. (Hrsg.): Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. – Zürich 1970.
- Lowry, I. S.: A model of Metropolis. Sponsored by: Pittsburgh Regional Planning Association and The Rand Corporation. – Santa Monica (Kalif.) 1964.
- Lowry, I. S.: Eine Einführung in das Modell Design. In: ARCH+. (1968) H. 3.
- Regionalplanung Zürich und Umgebung. Pendlerstatistik 1960.
- Schneider, M.: Gravity models and trip distribution theory. In: The Regional Science Association. Papers and Proceedings. Bd. 5 (1959) S. 51–56.
- Sorgo, K.: ORL-Kurs für Chefbeamte des Bundes (10.–14. 11. 69). Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. – Zürich 1970.
- Stradal, O.; W. Popp: Das Garin-Lowry-Modell als simultane Betrachtungsweise bei der Städteplanung. – Stuttgart 1969. = Schriften des Instituts für Städtebau und Raumordnung, Stuttgart, Bd. 6.
- Transportbilanz Region Zürich, Teilbericht B: Transportanalyse. (Bearb.): Seiler und Barbe. – o. O. u. J.
- Verkehrsteilung (Modal Split) in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern. Forschungsauftrag des EDI (Eidgenössisches Departement des Innern). 1. Arbeitsbericht SVI – Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure. Bearb.: C. Hidber, H. B. Barbe, E. H. Jud. – o. O. u. J. (Zürich 1970).