

ORL-Mod-1 : Modell der Allokation von Aktivitäten in einer Region

Autor(en): **Strádal, O. / Sorgo, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **29 (1972)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-782453>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ORL-MOD-1

Modell der Allokation von Aktivitäten in einer Region

1. Einführung

Von den Modellen der Raumplanung sind die Transportmodelle am weitesten entwickelt. Die Regionalforscher und -planer sind sich aber bewusst, dass die Transportmodelle ohne die Modelle der Regional- und Stadtentwicklung nicht wirkungsvoll sind. Deshalb wurde und wird die Forschung und Implementierung von Modellen der regionalen Entwicklung forciert und unterstützt.

Bei der Anwendung von Modellen im Prozess der Regionalplanung kann man drei Stufen definieren:

— *Gesamtmodelle des regionalen Wachstums*

Die Region wird als Einheit oder unterteilt in wenige Zonen mit wenigen Variablen, aber dynamisch, ähnlich den Wirtschaftsmakromodellen, betrachtet.

— *Gesamtmodelle der regionalen Allokation*

Die Entwicklung wird in einzelnen Zonen der Region (Subregionen) betrachtet. Diese Modelle sind meistens statisch (Querschnittmodelle) konstruiert.

— *Sektorale, einzweckige Modelle*

Zum Beispiel Transportmodelle, Standortmodelle für Geschäfts- und Kulturzentren usw.

Das Modell ORL-MOD-1 [8] ist ein Modell der zweiten Stufe. Es bekommt seine Inputs aus der ersten und durch Rückkopplungen aus der dritten Stufe. Seine Outputs können als Basis für die dritte Modellstufe benützt werden. Da noch keine Gesamtmodelle des regionalen Wachstums vorhanden sind, benützt ORL-MOD-1 einfachere Gesamtprognosen.

Das Modell ORL-MOD-1 arbeitet

— als statisches Modell (Querschnittmodell);

— mit einer Unterteilung der Region in interne und Umweltzonen (Computerprogramme sind verfügbar für insgesamt 55 und 110 Zonen);

— mit vier Variablen in jeder Zone: Bevölkerung, Derivatibeschäftigte (die der Bevölkerung unmittelbar Dienste leisten), Originärbeschäftigte (übrige Beschäftigte), Beschäftigte total;

— mit der Verteilung der Aktivitätsmengen (Variablenwerte) auf Grund der Erreichbarkeitsgesetze.

Es geht davon aus, dass ein Vektor der Variablenwerte, zum Beispiel Beschäftigte (Arbeitsplätze) oder Einwohner (Wohnplätze), als Input exogen eingegeben wird. Dann rechnet es die Werte der übrigen Variablen in allen Zonen aus. So kann man die Ergebnisse der Industrieprognose mit denen der Bevölkerungsprognose, die Outputwerte einer Zone mit einer zonenspezifischen Wachstumsprognose konfrontieren, usw. Kurze Computerzeiten ermöglichen rasche Aenderungen der Eingaben, so dass Sensitivitätsanalysen bezüglich der Aenderung von Parameterwerten und Bewertungen verschiedener Inputalternativen durchgeführt werden

können. Die Grundlagen des Modells sind beschrieben in Lowrys «Model of Metropolis» [1], in Arbeiten von Garin [2], Popp-Stradal [3] und Lang-Stradal [4].

Die sachlichen Probleme, zu deren Lösung ORL-MOD-1 beiträgt, werden deutlich, wenn man feststellt, dass mit Hilfe des Modells

— zu der räumlichen Prognose einer Aktivität des Menschen (Wohnen, Arbeiten, Konsumieren), die nach expliziten Kriterien erfolgte, eine entsprechende räumliche Verteilung der anderen Aktivitäten gefunden werden kann;

— die Unterschiede solcher Prognosen für Besiedlung, Industrie usw. gegeneinander und gegenüber der Entwicklung einer einzelnen Zone analysiert werden können;

— die Prognosen von anderen speziellen Tätigkeiten (wie z. B. Verkehr, Schul- und Gesundheitswesen) durch das Bereitstellen von Unterlagen ermöglicht werden;

2. Formulierung des Modells

ORL-MOD-1 besteht aus einem Satz von Submodellen und Berechnungsmethoden:

Methoden zur Aggregation (Disaggregation)

— Summierung der Aktivitätsmengen (Wohn-, Arbeitsplätze usw.) von Zonen entsprechend einer gegebenen Gebietseinteilung durch einfache Addition von Vektoren bzw. Matrizen.

— Summierung der Pendler bzw. Besucher zwischen den Zonen unter Auslassung der Pendlerströme bzw. Besucherströme innerhalb der Zone.

Der Algorithmus zur Berechnung der kürzesten Wege

Das Strassen-, Eisenbahn- und Tramnetz wird durch die Koordinaten der Knoten sowie die tatsächlichen Knotendistanzen und mittleren Fahrgeschwindigkeiten beschrieben. Nach dem modifizierten Dantzig-Algorithmus werden mit diesen Daten die kürzesten Wege zwischen den Zonenzentren ausgerechnet.

Das Modell der Anteile des privaten und öffentlichen Verkehrs (Modal-Split-Modell)

Beim ersten Zutritt haben wir ein einfaches Modell benützt, das den Zusammenhang zwischen «modal-split» (Prozentanteil des öffentlichen am gesamten Verkehr) und dem Verhältnis der Reisezeiten von öffentlichem und privatem Verkehr beschreibt.

$$\text{Modal-Split (MS)} = f(p_{ij, \text{öff.}}/p_{ij, \text{priv.}})$$

In den Reisezeiten p_{ij} sind Fahrzeiten plus Terminalzeiten (Weg zum und vom Transportmittel, Parkplatzsuchen) plus Umsteigezeiten enthalten.

Interaktionsmodelle

stellen die Anziehungskraft einer Zone

gegenüber den Wohnplätzen bzw. Arbeitsplätzen in allen Zonen fest, mit anderen Worten die prozentuale Aufteilung der Berufstätigen, die in einer Zone wohnen, auf die Arbeitsplätze aller Zonen oder umgekehrt die Herkunft der Beschäftigten jeder Zone nach Wohnzonen gemessen in Prozenten. Derzeit scheint die mathematische Formulierung von Morton Schneider [5] den zweckmässigsten Ansatz zu bilden, weshalb wir sie unter mehreren Modellen dieser Art auswählten. Bei Betrachtung der Interaktionen unterscheiden wir folgende Zusammenhänge:

1. Wohnplatz—Arbeitsplatz
2. Wohnplatz—Platz der Dienstleistungen
3. Arbeitsplatz—Platz der Dienstleistungen

Die Aufteilung in Prozente ist für diese Fälle definiert durch:

$$\text{ad 1. } a_{r \cdot ij} = \frac{\exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})}{\sum_i \exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})}$$

$$\text{ad 2. } b_{r \cdot ij} = \frac{\exp(-k_b \cdot ij \cdot \rho_{ij})}{\sum_i \exp(-k_b \cdot ij \cdot \rho_{ij})} \quad (1a)$$

$$\text{ad 3. } c_{r \cdot ij} = \frac{\exp(-k_c \cdot ij \cdot \rho_{ij})}{\sum_i \exp(-k_c \cdot ij \cdot \rho_{ij})}$$

- $a_{r \cdot ij}$ = Prozentanteil aller Beschäftigten der Zone j , die in i wohnen
 $b_{r \cdot ij}$ = Prozentanteil aller Einwohner der Zone j , die Dienstleistungen in i besuchen
 $c_{r \cdot ij}$ = Prozentanteile aller Arbeitsplätze der Zone j , die Dienstleistungen in i besuchen
 ρ_{ij} = Reisezeit zwischen i und j
 = mittlere Reisezeit des privaten und öffentlichen Verkehrs
 k_{ij} = Koeffizient des Verhaltens des Menschen auf die Reisezeit bei Erwägung der Attraktivitäten
 — des Arbeitsplatzes in j (Arbeitsmilieu, Sicherheit des Arbeitsverhältnisses, Angebot anderer Beschäftigungen usw.)
 — des Wohnplatzes in i (Steuerhöhe, Infrastrukturausrüstung, Schönheit der Zone, Mietzins usw.)

Die Kalibrierung hat gezeigt, dass besonders bei niedrigen ρ_{ij} die Formeln 1 a keine guten Resultate liefern. Deshalb wurde eine Gewichtung eingeführt (Einwohner E_i , Beschäftigte Z_i), durch die der Einfluss unterschiedlicher Zonen grössen berücksichtigt wird.

$$a_{r \cdot ij} = \frac{E_i \cdot \exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})}{\sum_i E_i \cdot \exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})} \text{ oder } \frac{Z_i \cdot \exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})}{\sum_i Z_i \cdot \exp(-k_a \cdot ij \cdot \rho_{ij})} \quad (1b)$$

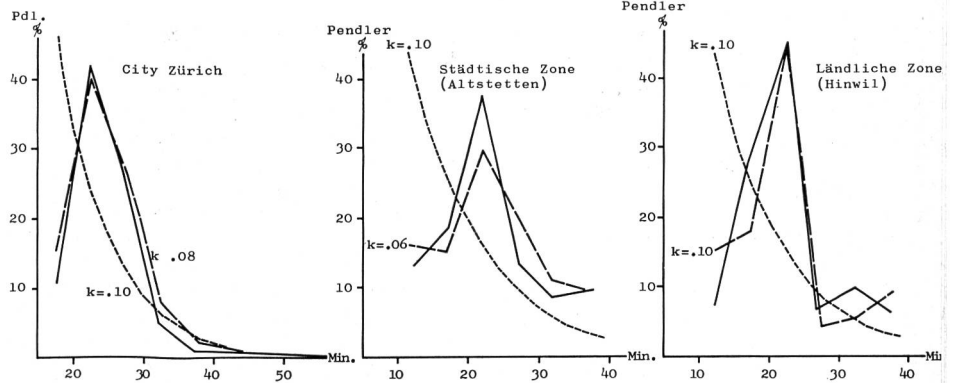
Analog lauten die Formeln für $b_{r \cdot ij}$ und $c_{r \cdot ij}$.

In allen Fällen muss gelten.

$$\sum_i a_{r \cdot ij} = \sum_i b_{r \cdot ij} = \sum_i c_{r \cdot ij} = 1 \quad (2)$$

Abb. 1. Erreichbarkeit von Arbeitsplatz-zonen durch Zupendler aus verschiedenen Entfernungen

— beobachtet
 --- gerechnet, gewichtet
 ---- gerechnet, ungewichtet



Das Verteilungsmodell der Aktivitäts-mengen

Wir bezeichnen für die Zonen, $i, j = 1, 2, \dots, n$:

- a) die Spaltvektoren
 der Einwohner E_i als E
 der Beschäftigten Z_j als Z
 der Originärbeschäftigten Z_j^0 als Z^0
 der Derivatbeschäftigten Z_j^D als Z^D
 der Derivatbeschäftigten Z_j^{DE} ,
 die Wohnende bedienen als Z^{DE}
 die Derivatbeschäftigten Z_i^{DE} ,
 die Beschäftigte bedienen als Z^{DZ}
- b) die Matrizen:
 $A_r = (a_{r \cdot ij})_{n, n}$ $B_r = (b_{r \cdot ij})_{n, n}$
 $C_r = (c_{r \cdot ij})_{n, n}$
 $A = (a_{r \cdot ij} \alpha_i)_{n, n}$ $B = (b_{r \cdot ij} \beta_j)_{n, n}$
 $C = (c_{r \cdot ij} \gamma_j)_{n, n}$

wobei gilt:

$$\text{Erwerbsquote } \alpha_i = \frac{\text{Wohnende in } i}{\text{Berufstätige, die in } i \text{ wohnen}}$$

$$\text{Derivatenquote } \beta_j = \frac{\text{Derivatbeschäftigte, die den Einwohnern in } j \text{ dienen}}{\text{Wohnende in } j}$$

$$\text{Derivatenquote } \gamma_j = \frac{\text{Derivatbeschäftigte, die den Beschäftigten in } j \text{ dienen}}{\text{Beschäftigte in } j}$$

Das Verteilungsmodell besteht dann aus drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} Z &= Z^0 + Z^D \\ AZ &= E \\ ZD &= Z^{DE} + Z^{DZ} = BE + CZ \end{aligned} \quad (3)$$

Unter der Voraussetzung, dass die Matrizen A, B, C berechnet worden sind, können vom Gleichungssatz (3) folgende Aufgaben gelöst werden:

- a) Gegeben ist eine «Industrieprognose», das heisst die Grösse des Vektors Z^0 .
- b) Gegeben ist eine Eiwohnerprognose, das heisst die Grösse des Vektors E
- c) Gegeben ist eine Beschäftigtenprognose, das heisst die Grösse des Vektors Z

Gesucht werden jeweils die Werte der unbekanntenen Vektoren $Z, Z^0, Z^D, Z^{DE}, Z^{DZ}, E$.

Kapazitätsbeschränkungen im Verteilungsmodell

Kapazitätsbeschränkungen können in das Verteilungsmodell für die Aufgaben «gegeben Z^0 » oder «gegeben Z » eingegeben werden. Sie beziehen sich dann auf die Einwohner und/oder Derivatbeschäftigten in bestimmten ausgewählten Zonen. Die Kapazitätsgrenzen sind eine Funktion der zulässigen Wohndichte und der zur Besiedlung verfügbaren Fläche, die ihrerseits abhängig ist von ökologischen und andern Gegebenheiten.

Erreichbarkeitspotential

Das Erreichbarkeitspotential R_i wird definiert als die Zahl der Einwohner, Beschäftigten oder Besucher, die auf Grund des Erreichbarkeitsmodells, siehe Formel 1 a, die Zone i erreichen können, wenn man die Konkurrenz der übrigen Zonen ausser acht lässt.

Die durchschnittliche Reisezeit wird für die drei Interaktionsbeziehungen berechnet.

Das Modell zur Berechnung von Kosten, Flächenbedarf usw.

Als Output des Verteilungsmodells erscheinen die Vektoren Z, Z^0, Z^E, E . Mit diesen können jetzt weitere Werte ausgerechnet werden, wie zum Beispiel Fläche, Kosten, Materialverbrauch verschiedener Art. Die Berechnung erfolgt durch eine Matrixmultiplikation der verteilten Aktivitätsmengen mit bestimmten Kennzahlen, zum Beispiel Netto-siedlungsfläche/Einwohner nach Zonen.

Das Modell zur Berechnung und Umlegung der Verkehrsaufkommen

Das Verteilungsmodell 3 berechnet die Verteilung der Aktivitäten (Wohnen, Arbeiten usw.) auf die Zonen. Daraus können die Verkehrsaufkommen innerhalb und zwischen den Zonen ermittelt werden.

Mittels des Verteilungsmodells werden die Zahlen der Personen, die zu bestimmten Zwecken reisen, ausgerechnet, die dann, mit dem spezifischen Verkehrspotential q multipliziert, die Verkehrserzeugung (trip generation) ergeben.

Im ORL-MOD-1 geschieht die Ausrechnung der Verkehrsaufkommen nur auf Verbindungen zwischen Zonenzentren, was selbstverständlich nicht verhindert, später die Umlegung auf mehrere Strecken eines Verkehrsnetzes vorzunehmen.

3. Kalibrierung und Prüfung

Die Kalibrierung und Prüfung wurde mit den Daten der Region «Stadt Zürich und Umgebung» für das Jahr 1960 unternommen. Spätere Datensätze waren nicht vollständig. Die Region Zürich

same Modell. Hier sind einige Ergebnisse erläutert.

Modal-Split-Modell

Für die Kalibrierung wurde unter Verwendung der von uns geschätzten Terminalzeiten eine Studie durchgeführt [6].

Erreichbarkeitsmodelle

a) Beziehungen Arbeitsplatz—Wohnplatz:

Als Unterlage dienten uns die Pendlerströme, die in der Statistik von 1960 enthalten sind. Wir haben als Repräsentanten für die Untersuchung: Zürich City (Zone 1 und 5 des Systems) städtische Zone (Altstetten = Zone 6 des Systems) ländliche Zone (Hinwil = Zone 26 des Systems) genommen.

Die Ergebnisse sind in *Abbildung 1* dargestellt.

b) Beziehungen Verkaufsstelle—Wohnplatz:

Als Unterlage dienten die Kundenzählungen in kleinen Geschäften, einem Supermarkt und einem grossen Warenhaus (*Abb. 2, 3*).

Ergebnisse, so dass man das Modell ORL-MOD-1 als einen möglichen Zutritt zur Prognose der Allokation von Aktivitäten in einer Region betrachten kann. Das Modell soll im ORL-Institut weiterentwickelt werden. Unabhängig von diesem Forschungsprogramm ist das Modell in seinem derzeitigen Zustand in der Lage, praktische Planungsprobleme, die seiner Konzeption entsprechen, zu lösen.

Literaturverzeichnis

- [1] Lowry, Ira S., A Model of Metropolis, The Rand Corporation, Santa Monica, Calif. 1964.
- [2] Garin, Robert A., A Matrix Formulation of the Lowry Model Intrametropolitan Activity Allocation, AIP Journal, 1966.
- [3] Stradal, O., Popp, W., Das Garin-Lowry-Modell als simultane Betrachtungsweise bei der Städteplanung, Institut für Städtebau und Raumplanung, Stuttgart, 1970.
- [4] Lang, J., Stradal, O., Entwicklung des Planungsinstrumentes ORL-

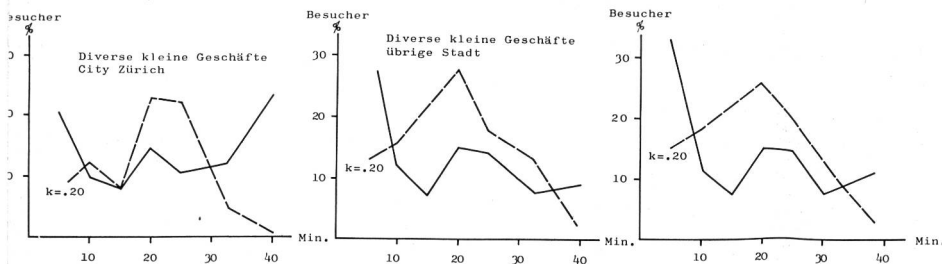


Abb. 2. Erreichbarkeit kleiner Geschäfte durch Besucher aus verschiedenen Entfernungen

— beobachtet
 --- gerechnet, gewichtet

und Umgebung wurde in 23 Zonen unterteilt, die Umwelt dieses Systems durch 31 Zonen repräsentiert. Die Kalibrierung beschränkte sich auf folgende vier Variablen: Einwohner (Wohnplätze), Originärbeschäftigte (originäre Arbeitsplätze), Derivatibeschäftigte (derivative Arbeitsplätze), Beschäftigte im Total (Arbeitsplätze im Total). Auf eine Trennung der Derivatibeschäftigten nach ihrer Abhängigkeit von Einwohnern und Arbeitsplätzen wurde mangels verfügbarer Daten verzichtet.

Kalibrierung und Prüfung des Modells haben kurz zusammengefasst folgenden Zweck:

- die Eignung der Submodelle und des gesamten Modells zu beweisen;
- die Verfügbarkeit der Daten und die Methodik ihrer Erhebung für das Modell festzustellen;
- die geeigneten relevanten Einflussgrößen (Parameter) zu finden.

Prüfung und Kalibrierung konzentrierten sich auf das Modal-Split-Modell, die Erreichbarkeitsmodelle und auf das ge-

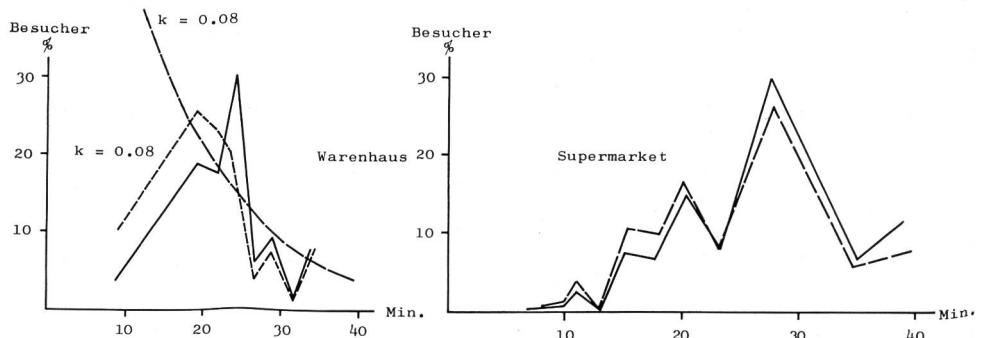


Abb. 3. Erreichbarkeit eines Warenhauses/Supermarktes durch Besucher aus verschiedenen Entfernungen

— beobachtet
 --- gerechnet, gewichtet
 ---- gerechnet, ungewichtet

Die Untersuchungen haben durch die relativ guten Ergebnisse die Benützung der Formel 1 b gerechtfertigt. Ausserdem war es möglich, auch die geeigneten Werte des Parameters k festzustellen.

Das gesamte Modell

Bei den Modelltests wurde der Vektor k_a variiert und die Resultate jeder Alternative mit den 1960 beobachteten Einwohnerdaten verglichen: Kalibrierung und Prüfung zeigten gute

MOD-1. Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH Zürich, 1970.

- [5] Schneider, M., Gravitation Models and Trip Distribution Theory, Papers and Proceedings, Reg. Sc. Association 1959.
- [6] Glaser, M., Modal-Split-Untersuchung mit Daten des Jahres 1965 aus der Region Basel, Dezember 1970.
- [7] Hidber, C., Barbe, H. B., Jud, E. H., Verkehrsteilung/modal split/in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern, SVI Zürich, 1970.
- [8] Stradal, O., Sorgo, K., ORL-MOD-1, Ein Modell zur regionalen Allokation von Aktivitäten, Bericht 1, Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH Zürich, 1971.