

DORTMUNDER
BEITRÄGE
ZUR
RAUMPLANUNG

41

Erich Ruppert

**Simulation
räumlicher Interaktion**

Eine Einführung in den
sozialwissenschaftlichen
Modellbau



IRPUD

Für Iseût und Ingolf

Band 41

Herausgegeben vom Institut für Raumplanung (IRPUD)
Fachbereich Raumplanung, Universität Dortmund

Wissenschaftlich-redaktionelle Beratung der
Schriftenkommission für den vorliegenden Band
und Redaktion:

Ursula v. Petz (IRPUD)

Grafiken:

Violetta Kappelmann (IRPUD)

Schreibarbeiten:

Monika Cerner

Tinie Sukau (IfR)

Umbrucharbeiten:

Tinie Sukau

Reproarbeiten:

Reprozentrum (IRPUD)

Druck:

Schadel, 8600 Bamberg

Vertrieb:

Informationskreis für Raumplanung e.V. (IfR)

Universität Dortmund, Postfach 500500

4600 Dortmund 50

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung
des Herausgebers

Dortmund, 1986

ISBN 3-88211-052-X

DORTMUNDER
BEITRÄGE
ZUR
RAUMPLANUNG

41

Erich Ruppert

**Simulation
räumlicher Interaktion**

Eine Einführung in den
sozialwissenschaftlichen
Modellbau

IRPUD

Inhaltsverzeichnis

Inhalt	Seite
Vorwort	
1. Prognostische Fragestellung der Raumplanung an die Soziologie	1
2. Überblick über Prognosemethoden <i>Skizze der in der Soziologie gebräuchlichen Prognosemethoden (3). (Geschichtsspekulation (3). Szenariotechniken (6). Delphi-Methode (7). Extrapolationen (8). Mathematische Modelle (9)). Modellansätze von Gemeindestatistikern, Verkehrsingenieuren und Ökonometrikern (11).</i>	3
3. Soziologischer Theorieexkurs zur räumlichen Modellbildung <i>Erkenntnistheoretische Aspekte der Modellbildung (15). Der "Raum" in der soziologischen Theorie (19).</i>	15
4. Theoretische und praktische Bedingungen des Modellbaus <i>Theoriegehalt und Modelltyp (28). Anforderungen an soziologische Prognosemodelle (31).</i>	28
5. Konstruktionsprinzipien reduktionistisch-individualistischer Modelle <i>Typenbildung (35). Die räumlich-soziale Umwelt (37). Die Formalisierung von Verhaltensaussagen (38). (Die Formalisierung beschreibender Aussagen (39). Die Formalisierung erklärender Aussagen (42). (Logische Verknüpfungen (42). Verknüpfungen mit den Grundrechnungsarten (46)). Die Dynamisierung (51).</i>	35
6. Modellzubehör <i>Der Datenbedarf (54). Darstellungsformen (57). (Darstellungsformen für den Modellaufbau (57). Darstellung der Ergebnisse (59)). Tests (59).</i>	54
7. Deskriptiv-quantitative Modelle <i>Das Modell DISPRO (63). Das Modell PND SIM (65). Das Modell ORIENT (67).</i>	63
8. Kausal-quantitative Modelle <i>Das Modell NAVSIM (69). Das Modell FERSIM (71).</i>	69
9. Die Kombination von deskriptiven und kausalen Modellteilen in quantitativen Modellen <i>Das Modell EFASIM (72). Modellentwürfe zum europäischen Fernverkehr (77). Das Dortmunder Wohnungsmarktmodell (77).</i>	72

10.	Die kausal-qualitative Analyse- und Prognosemethode <i>Prinzipien der qualitativen Methodik (83). Das "Spiel" als qualitative Simulation (QUASI) (84). (Die Erhebung (84). Die Auswertung (87). Ein Ergebnisbeispiel (89). (Daten der Familie "Lachmann") (89).</i>	83
-----	---	----

Anmerkungen		92
-------------	--	----

Literaturverzeichnis		95
----------------------	--	----

Register		98
----------	--	----

Anhang		100
--------	--	-----

Vorwort

Dieses Buch handelt von einem zweifach verwaisten Bereich der Soziologie:

- zum einen wird "Raum" als konkrete Dimension von Soziologen vernachlässigt. Es reicht eben nicht aus, nur Gebiete zu benennen, in denen soziale Prozesse ablaufen, um die Wirkungen des Raumes auf Handlungen zu erklären. Man muß ihn schon konkret-sinnlicher einbeziehen;

- zum anderen verschlossen sich deutschsprachige Soziologen nach kurzer Neugier in den sechziger Jahren erneut dem Modellbau. Ernstzunehmende erkenntnistheoretische Vorbehalte können nicht der Grund dafür gewesen sein. Sie wurden nicht einmal diskutiert.

Liegt es an der benutzten Mathematik oder ist die Mehrzahl der Soziologen so in "akademischen" Diskussionen befangen, daß für sie praktische Probleme von Planern kein Thema ist? Fürchten sich Soziologen vor Prognosen?

Diese Einführung in den Modellbau ohne Differentialgleichungen soll den Zugang zu jenem Bereich erleichtern. Meine langjährigen Erfahrungen bei Modellentwicklungen und in Diskussionen mit Kollegen anderer Disziplinen möchte ich dazu einbringen. Sie sollen aber auch als persönliche Stellungnahmen zum Ausdruck kommen. Anstelle des "Objektivität" suggestierenden "man" setzte ich deshalb öfters das "ich". Der Gehalt der Aussage wird dadurch nicht gemindert, auch wenn sie nun subjektiver erscheint.

Die vorliegende Arbeit ist aber nicht nur für Soziologen geschrieben, auch nicht hauptsächlich für sie. Deshalb habe ich unnötige Fremdwörter, Soziologen- und Planer-Deutsch vermieden und bemühte mich, verständlich zu bleiben.

Noch ein Wort zur verwandten Mathematik: Modelle oder formalisierte Theorien werden eben auch numerisch dargestellt. Für Modelle mit Differentialgleichungen gibt es hinreichend viel Literatur. Jedoch für den zögernden Sozialwissenschaftler oder Raumplaner, der seine Thesen und Theorien nicht gern so stark formalisiert bis ihr Gehalt entschwindet, fehlen Veröffentlichungen.

Wenn ich schließlich im letzten Kapitel eine Alternative zum Modellbau vorstelle, ist dies kein Widerruf - aber ein Warnzeichen. Selbst die besten quantitativen Modelle bilden (generieren) "ihre" Menschen (-typen) viel zu grob und einfach! Mit der qualitativen Simulation, einem lebendigen Spiel eingebettet im freien Erzählungen, lassen sich ebenfalls komplexe Erklärungen finden. Sie sind zwar anders, aber nicht weniger erhellend und sollten die Modellrechnungen der Planung kritisch vervollständigen. Auf die dazu nötige, einfühlende Methodik kann ich hier nur aufmerksam machen.

In gemeinsamen Lehrveranstaltungen mit Volker Kreibich wuchs die Idee zu dieser Veröffentlichung. Wenn sie auch mit meinem Berliner Aufenthalt einen anderen Akzent erhielt, so zeugen doch viele Spuren von unseren engagierten Diskussionen. Für diese Gespräche und Anregungen möchte ich ihm vor allen sehr herzlich danken.

Ebenso danke ich Werner Killing, Roland Schneider und Michael Wegener für ihre hilfreich-kritischen Anmerkungen zum Modellbau. Wer mit qualitativen Methoden arbeitet, wechselt nicht nur die Instrumente, sondern auch den Arbeitsstil. So sind die Verfahren des letzten Kapitels offen und immer wieder selbstreflektierend im Team entwickelt worden. Ich möchte deshalb Angelika Puhmann, Monika Rummler, Susanne Schmidt, Hans-Jürgen Treter und Roland Schlösser für die gemeinsame und gute Arbeit danken, die uns zu diesen Ergebnissen führte.

Damit kann aber noch kein Buch erscheinen. Darum gilt mein abschließender Dank Ursula von Petz und Wieland Halbroth, die es graphisch und verlegerisch betreuten, damit es Sie, den Leser, erreichen konnte. Wenn es dem Buch nun noch mit den vorgestellten Methoden und Beispielen gelingt, Ihnen Anregungen und Mut für eigene Modellversuche zu vermitteln, dann hat es sein Ziel erreicht.

Erich Ruppert

Kapitel 1

Prognostische Fragestellung der Raumplanung an die Soziologie

Dieses einführende Kapitel könnte auch "praktische Problemstellungen für eine räumliche Soziologie" heißen. Ist nämlich der Soziologe bereit, sich den Fragen der Raumplaner zu stellen, werden von ihm Aussagen erwartet, auf die seine Fachliteratur nicht unmittelbar antwortet. Weder ist soziologische Theorie besonders praxisnahe, noch hat sie sich bisher groß um den Raum gekümmert.

Hingegen versucht der Raumplaner regionale Entwicklungen zu beeinflussen. Sei es, daß er kleinräumig Stadtteile und Wohnquartiere erhalten oder verändern will, sei es, daß er mit Maßnahmen auf Länder- oder Bundesebene räumlich wirken will - stets möchte er gerne "vorher wissen", wie sich die "Gesellschaft" entwickelt. Es geht ihm aber nicht um eine Entwicklung "an sich", sondern um Entwicklungen aufgrund verschiedener Planungseingriffe. Er möchte wissen, wie was auf wen wann wirkt. Im Vordergrund seiner Fragen stehen dabei gesellschaftliche Prozesse, die starken Veränderungen unterliegen. Für viele Planungen sind Umfang und Zusammensetzung der örtlichen Bevölkerung maßgebliche Grundlage. Ohne kleinräumige Bevölkerungsprognosen sind jedoch die Dimensionen öffentlicher Einrichtungen schwer zu planen. Wieviel Schulplätze benötigt die Gemeinde? Wieviele Krankenhausbetten braucht der Landkreis? - Sicherlich, Bevölkerungsprognosen reichen zur Antwort nicht aus, aber sie bleiben ihr unverzichtbarer Teil.

Die räumlichen Bewegungen, Zu- und Fortzüge sowie alltägliche Verkehrsbeziehungen, bringen viel Unsicherheit in die Schätzungen. Worauf beruhen sie? Was sind ihre Ursachen? Wie stark ist ihr Anteil, wenn dies und das geschieht, bzw. unterbleibt? An dieser Stelle ist der Soziologe angesprochen, seine Kenntnisse einzubringen. Doch solche Themen sind ihm weitgehend fremd. Zwar gibt es beschreibendes (demographisches) Wissen, aber dies ist für Planungsüberlegungen unzureichend. Die Einflüsse der materiellen Bedingung "Raum" auf menschliches Handeln wurden zu stark vernachlässigt. Entsprechend unzusammenhängend und gering sind die Erklärungen. Zu diesem

theoretischen Defizit tritt noch ein weiterer Mangel. Während politische Aspekte der Stadtplanung von Soziologen aufgegriffen werden, sind für sie methodische Erörterungen der Planungsgrundlagen nahezu tabu. Die Prognoseverfahren der Planer sind für sie kaum durchschaubar; eigene Verfahren kaum bekannt. Obwohl sich Soziologen mit Simulationsmodellen beschäftigen, wurden sie noch nicht auf räumliche Beziehungen angewandt. Auch dieses Buch kann daher nur erste Ergebnisse vorlegen. Trotzdem möchte ich alle Soziologen ermutigen, sich an Modellkonstruktionen zu wagen. Dafür spricht:

- Sozialwissenschaftliche Kenntnisse werden laufend im gesellschaftlichen Planungsprozeß verlangt. Der Soziologe sollte sich auf das breite Wissen seiner "Klassiker" besinnen, seine Theorien erweitern und zusammen mit empirischen Ergebnissen "planungsgerecht" einbringen.

- Der verfahrenstechnische Vorsprung von Ingenieuren oder Ökonometrikern wiegt relativ gering. Auch ausgeklügelte mathematische Verfahren ersetzen mehr schlecht als recht theoretische Begründungen. Inhaltliche Verknüpfungen, die von Sozialwissenschaftlern bereits untersucht sind, können in Modelle übertragen werden. Der Wissensfundus aller "Bindestrich"-Soziologen ist trotz Lücken weit größer, als die in technisch-ökonomischen Simulationsmodellen verwandten Inhalte.

- Sollte der Leser seine Modelle nicht selbst programmieren können, so braucht er nicht vor Modellentwicklungsversuchen zurückzuschrecken. Entscheidend ist, daß er seine Gedanken in ihrem Ablauf ordnet und die Art ihrer Verknüpfung klar beschreibt. Den Rest besorgt ein mit ihm zusammenarbeitender Programmierer.

Dagegen scheint zu sprechen:

- Bei weitem sind nicht alle sozialen Vorgänge im Rechner darstellbar; auch nicht jeder räumliche Bezug. Die jeweilige Problemstellung und der theoretische Ansatz fordern ihre spezifischen Methoden. Beispielsweise können Planspiele mit Personen mehr erhellen, als hochentwickelte Computermodelle. Dazu müssen aber die Ein-

satzgrenzen von Simulationsverfahren be-
wußt gemacht sein.

- Die Diskussionen unter Modellbauern
kreisen oft nur um technische und formal
mathematische Themen. Zwar suchen sie
auch ihre Konstrukte inhaltlich zu erwei-
tern, meist allerdings "induktiv". Erst wenn
lange Zahlenreihen den Einfluß einer bisher
vernachlässigten Größe nahelegen, wird
sie berücksichtigt. Regressionsanalysen
bilden oft die ultima ratio. Sozialwissen-
schaftler, die aus Theorien Einflußfaktoren
ableiten und nicht sogleich zahlenmäßig
abstützen können, haben dagegen einen
schweren Stand. Obwohl oft nur im Hoch-
und Tiefbau ausgebildet, bearbeiten seit
den sechziger Jahren Ingenieure gesell-
schaftliche Fragestellungen. Sie prägten
die bisherige Tradition und setzen Maß-
stäbe, die der Sozialwissenschaftler erst
verstehen muß, um sie kritisch zu hinter-
fragen. Da er mit den Gedanken seiner
Diziplin nicht nur gegen technokratische
Modelle, sondern auch gegen den Einfluß
ihrer Erbauer und Anwender in der konkre-
ten politischen Planung anzukämpfen hat,
steht ihm kein leichter Weg bevor. Sollte
er aber deshalb auf Entwicklungsmöglich-
keiten seines Faches in gesellschaftswis-
senschaftlichen Fragen verzichten?

Praxisbezug fordert auch einen "lebendigen"
Wissenschaftsbegriff. Eine solche Soziologie
kann nicht im wissenschaftlichen Elfenbein-
turm sitzen und distanziert die Welt be-
trachten. Wenn vom Sozialwissenschaftler
begründetes "Vorherwissen", sprich: "Pro-
gnosen", verlangt werden, hat er deshalb
auf ihre Bedeutung in der politischen Pla-
nung und ihre mögliche Verwertbarkeit
einzugehen. Prognosen dürfen nicht techno-
kratisch nur als "Systemanalysen mit län-
gerfristigen Betrachtungsweisen"/1/ ver-
standen werden, sondern sind als "Teil
der Planung"/2/ anzusehen. Prognosen
haben deshalb offen für politische Maßnah-
men zu sein, d.h. sie sind als Steuergrößen
zu modellieren und ihre Wirkungen für
die Zukunft zu verfolgen. Insoweit be-
schreiben für mich Prognosen zukünftige
Zustände, die von einem Ist-Zustand aus-
gehend, über weitere Ereignisannahmen
und unterstellten Planungsmaßnahmen,
mittels Ursache-Wirkungs-Thesen hergelei-
tet werden. Leider entspricht nur ein
begrenzter Teil der Prognosemethoden
diesem Anspruch. Ihm sollen soziologische
Simulationsmodelle räumlicher Beziehun-
gen verstärkt gerecht werden.

Kapitel 2

Überblick über Prognosemethoden

1. Skizze der in der Soziologie gebräuchlichen Prognose-Methoden

Das Prognostizieren, das "Vorherwissen" gesellschaftlicher Verhältnisse wird, solange schriftliche Dokumente es uns belegen, mehr oder weniger exakt versucht. In der Regel werden heutzutage langfristige Vorhersagen nur in Worten gewagt.

Zahlenmäßig festlegen läßt man sich über längere Zeiträume nicht gern. Zahlen symbolisieren durch unsere naturwissenschaftliche Tradition der letzten Jahrhunderte etwas Exaktes, Nachprüfbares, so daß man sich in den Gesellschaftswissenschaften scheut, langfristige Vorhersagen quantitativ zu beschreiben. Deswegen begegnen uns "philosophisch", "ideologisch" oder "theoretisch" begründete Vorhersagen "neuer Zustände" stets verbal formuliert, während zahlengestützte Prognosen mehr oder weniger vereinfachte Berechnungen naheliegender Ausschnittbetrachtungen sind. Beispielsweise gehen Schätzungen des PKW-Bestandes in der Bundesrepublik von wenigen Annahmen aus, verneinen oft einen theoretisch-ideologischen Hintergrund ihres Kalküls und liefern dementsprechend nur eine über die Annahmen erklärte Zahlenreihe. Die übrigen zukünftigen Gesellschaftsbedingungen werden verschwiegen.

Dieses Verhältnis von langfristiger Prognose gleich "qualitativ" und kurzfristiger gleich "quantitativ" galt nicht immer. Im Gegenteil, Zahlenspekulationen gehören seit alters her zur Beschreibung und Erklärung gesellschaftlicher Verläufe. Wenn wir jetzt also eine Skizze der (nicht nur) in der Soziologie gebräuchlichen Prognosemethoden versuchen, so scheint es mir sinnvoller weniger nach ihren quantitativ/qualitativen Eigenschaften zu blicken, sondern stärker ihren theoretisch-philosophischen Hintergrund zu betrachten. Wir beginnen deshalb mit den Geschichtsspekulationen, gehen auf "Szenariotechniken" ein, kommen über "Delphirunden" zu statistischen "Extrapolationen" und enden bei "mathematischen Modellen". Diese Methoden werden dabei nur kurz charakterisiert und nicht lehrbuchmäßig dargestellt. Die "Simulationsmodelle", ihre Begründung, Aufbau und Wirkungsweise sind dann Gegenstand weiterer Kapitel.

1.1. Geschichtsspekulation

In der Antike waren Geschichtsspekulationen durchaus üblich und dienten der Legitimation von Herrschaft. Insoweit benötigte man "Analysen gesellschaftlicher Vergangenheit", um "Folgerungen" für das politische Handeln der Gegenwart und Zukunft zu ziehen. Darin unterschied man sich prinzipiell nicht von heutigen Prognosen, wenn sich auch die Legitimationsbasis und die Methodik geändert hat. Wie bereits erwähnt, spielten damals Zahlenspekulationen noch eine große Rolle. Ein Beispiel für eine Extrapolation in die Vergangenheit ist eine Sumerische Königsliste. Eric Voegelin berichtet darüber: Die Liste "dürfte auf Utuchegal von Uruk (ca. 2050 v.Chr.) zurückgehen, der nach der Vertreibung der Gutäer beweisen wollte, daß sein Land immer unter einem König vereinigt gewesen war, wenn auch die Dynastien von verschiedenen Hauptstädten aus herrschten. Die Liste extrapoliert die Dynastien - aufgrund der vorhandenen Listen von Königsnamen sowie von empirischem und legendarischem Material - bis zurück zur mythischen Flut. Der Liste ist eine Präambel vorangesetzt, in der die Dynastien der fünf Städte vor der Flut aufgezählt werden; sie ist eine spätere Erweiterung der Historiogenese bis zum Weltanfang. Die Präambel beginnt mit der Formel: 'Als das Königstum vom Himmel herabkam, war das Königstum (zuerst) in Eridu'. Die Liste nach der Flut beginnt: 'Nachdem die Flut beendet war, stieg das Königstum wieder vom Himmel herab, und das Königstum war zuerst in Kisch'. In beiden Formeln also wird als der absolute Anfang der Geschichte das Herabsteigen des Königstums vom Himmel gesetzt; Geschichte fängt an, wenn eine von den Göttern bestimmte Ordnung im zeitlichen Ablauf der Welt inkarniert."/3/

Eine biblische Zahlenspekulation, die sich auch auf die Zukunft bezieht, ist mit dem Exodus der Israeliten aus Ägypten verbunden. Er wird auf das Jahr 2666 seit Erschaffung der Welt gesetzt. 2666 ist $\frac{2}{3}$ von 4000. Ein Weltäon besteht aber aus 100 Generationen zu je 40 Jahren, womit in dieser "Analyse" mit dem Zeitpunkt

2/3 zugleich eine Aussage über die geschichtliche Wende und ihr Ende getroffen ist/4/.

"Zahlenspielerereien" über die Lebensalter früherer Generationen der Bibel und babylonische Geschichtstafeln lassen deutlich sich verjüngende Perioden erkennen. Beispielsweise sind in der israelitischen Historiogenese vier Perioden zu unterscheiden, in denen abnehmende Lebensalter beschrieben sind/5/.

In der Adamitentafel liegt die Lebenserwartung bei ca. 700 - 1000 Jahren (Methusalem 969 Jahre). In der Semitentafel zwischen 200 - 600 Jahren, bei den Patriarchen zwischen 100 - 200 Jahren und für den Menschen zum Zeitpunkt der Geschichtsschreibung 70 - 80 Jahre.

Das langsam abklingende Lebensalter muß wohl als ein allmähliches Verfallen der ursprünglich wunderhaften Lebenskräfte des Menschen entsprechend seiner Entfernung von einem schöpfungsmäßigen Ausgangsort verstanden werden.

Solche "Verfallprognosen" sind nicht auf die Antike beschränkt. Oswald Spengler sagt den "Untergang des Abendlandes" in vier Entwicklungsstufen der Gesellschaft voraus (die Vorzeit, die Frühzeit, die Spätzeit und die Zivilisation. Die Zivilisation bedeutet aber den Untergang). Wie im Jahreskreislauf Leben entsteht und untergeht, so prognostiziert er die Entwicklung von Kulturen/6/.

Es ist aber hier nicht unser Interesse, die einzelnen Wandlungstheorien zu betrachten, sondern der Methodik der Prognose, bzw. der Geschichtsphilosophie nachzugehen. Für eine "optimistische" Analyse gibt Friedrich Schiller in seiner Antrittsvorlesung in Jena (Sommersemester 1789) folgende methodische Hinweise:

"So würde denn unsere Weltgeschichte nie etwas anders als ein Aggregat von Bruchstücken werden und nie den Namen einer Wissenschaft verdienen. Jetzt also kommt ihr der philosophische Verstand zur Hilfe, und indem er diese Bruchstücke durch künstliche Bindungsglieder verkettet, erhebt er das Aggregat zum System, zu einem vernunftsmäßig zusammenhängenden Ganzen. Seine Beglaubigung dazu liegt in der Gleichförmigkeit und unveränderlichen Einheit der Naturgesetze und des menschlichen Gemüts, welche Einheit Ursache ist, daß die Ereignisse

des entferntesten Altertums, unter dem Zusammenfluß ähnlicher Umstände von außen, in den neuesten Zeitläufen wiederkehren; daß also von den neuesten Erscheinungen, die im Kreis unserer Beobachtungen liegen, auf diejenigen, welche sich in geschichtslosen Zeiten verlieren, rückwärts ein Schluß gezogen werden und einiges Licht verbreitet werden kann. Die Methode, nach der Analogie zu schließen, ist, wie überall, so auch in der Geschichte ein mächtiges Hilfsmittel: aber sie muß durch einen erheblichen Zweck gerechtfertigt und mit ebenso viel Vorsicht als Beurteilung in Ausübung gebracht werden."/7/

Schön gesprochen Herr Schiller - Ihre Axiome sind die "unveränderlichen Naturgesetze" und das "menschliche Gemüt" sowie ihr Glaube an ein "vernunftmäßig zusammenhängendes Ganzes". Woher kennen Sie aber diese Gesetze und welcher "erhebliche Zweck" rechtfertigt bestimmte Analogien? Was macht Sie so sicher, ein "vernunftmäßiges Ganzes" zu sehen? - Nun, Herr Schiller weiß auch da einen Rat: "Er (der Forscher) nimmt also diese Harmonie aus sich selbst heraus und verpflanzt sie außer sich in die Ordnung der Dinge, d.i. er bringt einen vernünftigen Zweck in den Gang der Welt und ein teleologisches Prinzip in die Weltgeschichte" /8/.

Für Schiller ist dies der Abfall des Menschen von seinem Instinkt. Mit seiner Vernunft hat für ihn der Mensch einen Schritt auf der Leiter getan, "die ihn nach Verlauf von vielen Jahrtausenden zur Selbstherrschaft führen wird."/9/

Wir wollen hier nicht die Richtigkeit seiner Prognose diskutieren, aber seine Methodik kann stellvertretend auch für andere Geschichtsinterpretationen stehen. Hegel, Marx und Spengler sehen zwar andere Axiome und andere Prinzipien der Entwicklung, aber ihre prognostische Vorgehensweise entspricht grundsätzlich der Schiller'schen Darstellung.

Wegen der großen politischen Bedeutung der marxistischen Gesellschaftsprognose und auch wegen eines wesentlich methodischen Unterschieds zur vorher gekennzeichneten Erklärungsmethode möchte ich hier kurz auf Marx eingehen. Zum Verlauf menschlicher Entwicklungsgeschichte erklärt er in seinem Kommunistischen Manifest: "Die Geschichte aller bisherigen Gesellschaft ist die Geschichte von Klas-

senkämpfen"/10/. Als Ursache führt Marx an: "Alle Kollisionen der Geschichte haben also, nach unserer Auffassung, ihrer Ursprung in dem Widerspruch zwischen den Produktivkräften und der Verkehrsform"/11/. Vom Ergebnis dieser Auseinandersetzungen ist Marx überzeugt: "Mit der Entwicklung der großen Industrie wird also unter den Füßen der Bourgeoisie die Grundlage selbst hinweggezogen, worauf sie produziert und die Produkte sich aneignet. Sie produziert vor allem ihren eigenen Totengräber. Ihr Untergang und der Sieg des Proletariats sind gleich unvermeidlich"/12/.

Dies sind eindeutige Sätze. Letztlich sieht Marx aber das Heil der Menschen in der "positive(n) Aufhebung des Privateigentums" als der Aneignung des menschlichen Lebens, "die daher die positive Aufhebung aller Entfremdung" ist/13/. Diese kommt aber nicht so ohne weiteres und Marx gibt - methodisch wesentlich! - Bedingungen an, ohne die sich seine Voraussage nicht erfüllt. Diese Wenn-dann-Überlegungen werden in der Regel nicht beachtet, obwohl sie für viele Prognosen typisch sind, ja ich möchte sagen, "echte" gesellschaftliche Prognosen können nur immer Wenn-dann-Aussagen sein. Berücksichtigt man die nachfolgenden Bedingungen von Marx für den weiteren Geschichtsverlauf der politischen Systeme, so hat nicht er unrecht, sondern seine Epigonen, die diese Sätze/14/ mißachten:

"Diese 'Entfremdung', um den Philosophen verständlich zu bleiben, kann natürlich nur unter zwei praktischen Voraussetzungen aufgehoben werden. Damit sie eine 'unerträgliche' Macht werde, d.h. eine Macht, gegen die man revolutioniert, dazu gehört, daß sie die Masse der Menschheit als durchaus 'eigentumslose' erzeugt hat und zugleich im Widerspruch zu einer vorhandenen Welt des Reichtums und der Bildung, was beides eine große Steigerung der Produktivkraft - einen hohen Grad ihrer Entwicklung voraussetzt - und andererseits ist diese Entwicklung der Produktivkraft (womit zugleich schon die in weltgeschichtlichem, statt der in lokalem Dasein des Menschen vorhandenen empirischen Existenz gegeben ist), auch deswegen eine absolut notwendige praktische Voraussetzung, weil ohne sie nur der Mangel verallgemeinert, also mit der Notdurft auch der Streit um das Notwendige wieder beginnen und die ganze alte Scheiße sich herstellen müßte, weil ferner nur mit dieser universellen Entwicklung der Pro-

duktivkräfte ein universeller Verkehr der Menschen gesetzt ist, daher einerseits das Phänomen der 'eigentumslosen' Masse, in allen Völkern gleichzeitig erzeugt (die allgemeine Konkurrenz), jedes derselben von den Umwälzungen abhängig macht und endlich weltgeschichtlich und empirisch universelle Individuen an die Stelle der lokalen gesetzt hat. Ohne dies könnte erstens der Kommunismus nur als eine Lokalität existieren, zweitens die Mächte des Verkehrs selbst hätten sich als universelle, darum unerträgliche Mächte nicht entwickeln können, sie wären heimisch-abergläubige 'Umstände' geblieben, und drittens würde jede Erweiterung des Verkehrs den lokalen Kommunismus aufheben. Der Kommunismus ist empirisch nur als die Tat der herrschenden Völker auf einmal und gleichzeitig möglich, was die universelle Entwicklung der Produktivkraft und den mit ihr zusammenhängenden Weltverkehr voraussetzt."

Soweit Marx selbst. Wie die Prognostiker im "realen Sozialismus" bei der Planaufstellung vorgehen, klingt etwas anders. Zwar betonen sie, daß ohne die dialektisch-materialistische Analyse keine zutreffende Prognose denkbar ist/15/, aber sie vernachlässigen die eben von Marx zitierten wesentlichen Bedingungen und konkretisieren z.B. die Vorhersagen für die DDR:

Die sozialistische Gesellschaftsprognose hat eindeutig die Verwirklichung der Interessen der Arbeiterklasse und der mit ihr verbündeten Werktätigen zum Ziel. Sie ist entsprechend der auf dem VIII. Parteitag der SED formulierten Hauptaufgabe, ausgehend vom ökonomischen Grundgesetz des Sozialismus, auf die weitere Steigerung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus des Volkes auf der Grundlage eines hohen Entwicklungstempos der Produktion, des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und des Wachstums der Arbeitsproduktivität gerichtet. Die sozialistische Gesellschaftsprognose soll vorausschauend die zunehmende Kompliziertheit aller gesellschaftlichen Prozesse erkennen und beherrschen. Damit werden exakte Grundlagen für strategische Entscheidungen der Führung der SED und der Regierung der DDR geschaffen. Sie berücksichtigt insbesondere die Dynamik der Wechselbeziehungen zwischen den Produktivkräften, den sozialistischen Produktionsverhältnissen und dem gesellschaftlichen Überbau/16/.

Die Gesellschaftsprognose ist damit zum Instrument der Politik geschrumpft. Sie braucht nur noch "exakte Grundlagen für strategische Entscheidungen" zu liefern. Ihr weltgeschichtlicher Erklärungswert ist zur Ziel-Mittel-Betrachtung reduziert und hat vorwiegend technokratische Bedeutung. Die philosophischen Begriffe, z.B. der Dialektik, ändern ihren Gehalt. Die angewandten Prognosetechniken sind deshalb auch identisch mit denen der "bürgerlichen Wissenschaft". Entlarvend steht deshalb in einem DDR-Fachbuch für Prognostik nach einem "philosophischen" Vorspann in der Überleitung zu den Techniken:

"Zwischen einem prognostischen Ziel sowie den zu seiner Erreichung erforderlichen Mitteln besteht ebenso wie zwischen Aufwand und Nutzen ein bestimmter Zusammenhang. Diese Dialektik der in jeder Prognose enthaltenen *Ziel-Mittel-Relation* ist in gleicher Weise zu erfassen und bewußt zu nutzen wie die *Dialektik von Möglichkeit und Wirklichkeit* in den Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Voraussicht und den gegebenen Bedingungen. Das bedeutet z.B., Produktionsziele zur Befriedigung bestimmter Bedürfnisse mit den technologischen Möglichkeiten und vorhandenen Hilfsquellen in Einklang zu bringen. Es kommt darauf an, jeweils die im volkswirtschaftlichen Sinne optimale Anpassung zu finden."/17/

Diese Vorstellungen über Prognosen haben vorwiegend auch die westlichen Forscher. Man kann sie so sehen; nur geschichtsphilosophische Vorhersagen haben damit ihr Ende gefunden.

1.2. Szenariotechniken

Prognosen mit Hilfe von Szenariotechniken beschreiben in Worten mehr oder weniger komplex zukünftige Zustände ohne in der Regel einem *ausdrücklichen* philosophischen oder theoretischen Konzept zu folgen. Man bezeichnet sie sogar als "wertvollste Instrumente *intuitiver* Planungsprognostik."/18/ Szenenweise sollen Drehbücher verschiedener Zukunftsversionen systematisch erstellt werden. Nach Auffassung von K.H.Dehler hat ein Szenario mit Utopien "die bewußte Zurückdrängung des Mathematischen und die Betonung des Verbalen gemeinsam, doch bemüht sich der Verfasser eines Szenario um Objektivität, während der Utopist leicht Gefahr läuft, bei Konzipierung seiner

Idealvorstellungen keine kritischen Einwände gelten zu lassen"/19/. - Nun, der Glaube an die "Objektivität" mag mir bei diesen Worten nicht so leicht kommen - eher der der unbewußten Beliebigkeit der Ansätze. Ehrlicher scheint mir daher die Aussage eines Raumplaners, der feststellt, "daß nur das herauskommen kann, was hineingesteckt wird", und der fortfährt: "Die Erarbeitung von Szenarien bedarf der Phantasie in besonderem Maße; Phantasie in dem Sinne, daß über die gegebenen Konstellationen, über Sachzwänge, über eingefahrene Werthaltungen hinausgedacht werden kann."/20/

Der Einsatz der Phantasie hat aber Methode, d.h. es gibt drei Verfahrenstypen von "Drehbüchern", die jeweils durch sechs Hauptelemente gestaltet werden:

1. Eine Ausgangssituation und die diese bestimmenden Faktoren sowie "Antriebskräfte", die dahinterstehen (Randbedingungen);
2. ein bestimmter Zeitraum;
3. definierte "Spannungen", und zwar in Form argumentativ festgelegter Situationen oder Punkte, in denen die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems gefährdet werden könnte;
4. definierte "Regulatoren" als Ergebnis einer Auswahl von Ausgleichskräften (Einzelpolitiken, Instrumente, Gesetze, Maßnahmen, neues Bewußtsein der Bevölkerung oder bestimmter Gruppen usw. zum Abbau der Spannungen);
5. eine geringe Zahl von Schnittstellen zur Erfassung von Querschnittszuständen (= "Bilder" oder Zwischenszenarien);
6. das Endbild, das sich nach dem Durchspielen des Verfahrens ergibt/21/.

Seit Beginn der siebziger Jahre finden Szenariotechniken Eingang in die Prognoseliteratur. Methodische Veröffentlichungen zu raumplanerischen Themen sind vielfältig. Die meisten orientieren sich an F. Lienemann/G.Unholzers Artikel "Die Szenariomethode als Beitrag zur Fortschreibung des Bundesraumordnungsprogramms" von 1975. Eine gute Zusammenfassung und Erläuterung dieser verschiedenen Ansätze des Szenarioschreibens, dem Trend-, Alternativ- und Kontrastszenario, geben Meise und Volwahn wieder:

Das Trendszenario geht von der gegenwärtigen Entwicklung aus und verlängert die-

se in die Zukunft. Dabei wird der Begriff Trend nicht im Sinne einer Fortschreibung unter gegenwärtigen Bedingungen verstanden - wie etwa in der Trendprognose - ; er besagt lediglich, daß ein hypothetischer künftiger Verlauf der Ereignisse von der Gegenwart bis zu einem Zeithorizont, ggf. in Schritten, verfolgt wird. In einem Trendszenario können also z.B. auch Rückkoppelungsmechanismen, Innovations sprünge oder Veränderungen in den Werthaltungen einzelner gesellschaftlicher Gruppen sowie deren vermutete Auswirkungen Berücksichtigung finden.

Ähnlich wie in Simulationsmodellen wird der sich dabei abzeichnende Entwicklungsverlauf registriert und für einzelne Zeitquerschnitte dargestellt. D.h. es besteht vorweg keine Gewißheit über die Richtung der Entwicklung und über den Endzustand des zu betrachtenden Systems. Es muß deshalb anschließend eine Bewertung des veränderten Systemzustands unter Vorgabe der Entwicklungsziele erfolgen.

Das Alternativszenario dient gleich dem Trendszenario der Projektion künftiger Entwicklungsmöglichkeiten, und zwar ausgehend von der gegenwärtigen Situation. Nur wird hier bewußt die Ausgangssituation einmal anders interpretiert, das ursprünglich angelegte Normen- und Zielsystem testweise weitgehend in Frage gestellt und durch andersartige Normen ersetzt. Sinnvoll ist diese Vorgehensweise, weil

- erst nach einer Gegenüberstellung mit anderen, weniger wahrscheinlichen Entwicklungsfaktoren der Kranz von Annahmen im Trendszenario gezielt und mit erhöhter Sicherheit festgelegt werden kann,
- nicht auszuschließen ist, daß gerade die am Rande oder außerhalb des Wahrscheinlichen liegenden Entwicklungsfaktoren zu künftigen Systemzuständen führen, die in besonderem Maße anstrebenswert erscheinen. Das Alternativszenario dient dann der Überprüfung von Ausgangshypothesen.

Im Gegensatz zum Trendszenario und zum Alternativszenario geht das sogenannte Kontrastszenario nicht von einer gegenwärtigen und in Zukunft verlängernden Situation aus, sondern vielmehr von einem hypothetisch angenommenen, künftigen Zustand, der nun bis in die Gegenwart zurückverfolgt wird. Im Ergebnis zeichnet

sich demnach ab, wie eine gegenwärtige Situation - die Wirtschaftsstruktur, die regionale Bevölkerungsverteilung, das Verkehrssystem - beschaffen sein müßte, um den künftigen, sogenannten Endzustand zu ermöglichen. Von besonderem Interesse sind dabei wiederum die Querschnittsbilder, anhand derer die Schritt für Schritt erfolgende Überführung der gegenwärtigen in die künftige Situation, bzw. hier genauer: der künftigen in die gegenwärtige Situation, verdeutlicht wird.

Im Idealfall wird eine mit dem Szenario-Entwurf befaßte Arbeitsgruppe sich auf alle drei Szenario-Typen stützen. Das Trendszenario dient dann einem ersten Abtasten denkbarer Entwicklungsverläufe, das Alternativszenario anschließend der Beantwortung der Frage: Warum eigentlich nicht ganz anders? Das Kontrastszenario faßt schließlich bestimmte, z.B. wünschenswerte Aspekte des Endzustands zusammen und trägt zur Klärung der Frage bei, wie dieser zu erreichen sei/22/.

In einer anschließenden Würdigung weisen die Verfasser auf den vergleichsweise hohen finanziellen, zeitlichen und personellen Aufwand hin, den das Szenario-Schreiben komplexer Zukunftsbilder mit sich bringt. Durch die vielen, dabei verwandten subjektiven Experten-Urteile erscheint ihnen zudem "die interpersonale Überprüfbarkeit der als Output gewonnenen Szenarien kaum mehr gewährleistet" /23/, ein Problem, das die "Delphi-Methode" zu überwinden versucht.

1.3. Delphi-Methode

Die Delphi-Methode ist eine anonyme Expertenbefragung mit drei bis vier Befragungsrunden. Einer größeren Anzahl von Experten verschiedenster Disziplinen werden gleichzeitig und unabhängig Schätzungen über den Umfang und Zeitpunkt von Ereignissen abverlangt, die sie auf vorgegebenen Skalen eintragen sollen. Die abgegebenen Antworten werden sodann ausgewertet, d.h. die Mittelwerte (oder Mediane) und die Verteilung, z.B. die mittleren Quartilsabstände, berechnet und den Experten erneut zugesandt. Sie werden gebeten, ihre Schätzungen anhand dieser Ergebnisse zu überdenken und gegebenenfalls zu revidieren. Dadurch sollen die unterschiedlichen Expertenerfahrungen zu einem wahrscheinlichen Ergebnis "verdichtet" werden. Dem dient auch, daß, deutlich von den übrigen abweichende

Einschätzungen begründet werden müssen. Die Ergebnisse der zweiten Runde werden schließlich erneut ausgewertet und zugesandt. Der gesamte Vorgang wird solange wiederholt, bis sich eine genügend große Prognosegenauigkeit ergibt/24/.

Während im klassischen Griechenland mit dem Orakel von Delphi ein Kult um den Gott Apollo verbunden war, kennzeichnet meines Erachtens der Name "Delphi-Methode" ungewollt einen modernen Kult: den Kult der "Objektivität". Ausgangspunkt ist die Überlegung, "daß ein Fachmann für das von ihm bearbeitete Gebiet ein Urteil über die Entwicklungstendenzen abgeben kann und es außerdem möglich ist, durch kollektiv zu bildende Bewertungskriterien die Urteile zu objektivieren."/25/

Um jeden menschlichen Einfluß zu vermeiden, die Diskussionen mit sich brächten, werden deshalb die Schätzungen anonym oder streng "sachlich" über eine Zentrale umverteilt. Skalierungsverfahren abstrahieren zusätzlich die qualitativen Werte zu "klaren" Zahlenwerten mit Kommastellen. Die "Sachlichkeit" ist nahezu perfekt. Diese Form der Experteneinschätzung wird häufig in den Ländern des Ostblocks verwendet, um Prognoseangaben zu gewinnen. Nach ihren eigenen Angaben haben bisherige Ergebnisse gezeigt, "daß eine kollektive Experteneinschätzung die zuverlässigsten Ergebnisse für die mittelfristige Prognose liefert."/26/ Sie müssen allerdings auch zugeben, "daß meist die Schätzungen für kurzfristige Prognosen zu optimistisch und für langfristige Prognosen zu pessimistisch ausfallen."/27/ Erfahrungen im Westen mit der Delphi-Methode sind weniger lobend. Vergleiche von Mitte der sechziger Jahre aufgrund von Delphi-Befragungen abgegebenen Prognosen mit dem tatsächlichen Verlauf zeigten sich durchwegs als zu technokratisch-optimistisch/28/. Wer sich weiter für diese Methode interessiert, sei auf die Namen K.P.Thum, O.Helmer und T.Gordon sowie H.Busch verwiesen (siehe Literaturverzeichnis).

1.4. Extrapolationen

Von einem den geschichtlichen Verlauf erkennbar machenden teleologischen Prinzip (F. Schiller) über "intuitive" Vorstellungen von Experten (Szenariotechnik) und deren formale "Objektivierung" mittels der Delphi-Methode sind wir bei der theo-

retisch bescheidensten Prognosetechnik, der Extrapolation, gelandet. Dafür steigt aber der Grad ihrer mathematischen Bearbeitung an.

Bei der Extrapolation wird eine bis dato zahlenmäßig festgehaltene Entwicklung (Zeitreihe) rechnerisch oder graphisch in die Zukunft verlängert. Es wird dabei angenommen, daß sich die bisherige Entwicklungsrichtung der Erscheinung in gleicher Weise fortsetzen wird, weil keine Änderung der Wirkungsweise innerer und äußerer Einflußfaktoren im Prognoseabschnitt erwartet werden - eine im sozialwissenschaftlichen Bereich kaum zutreffende Annahme. Trotzdem wird die Trendextrapolation immer wieder angewandt, letztlich wohl, um Unkenntnisse über die tatsächlichen Zusammenhänge zu überspielen.

Mathematisch ist die Extrapolation als "Fortführung einer Funktion $f(x)$ zwischen den Punkten x_0 und x_n über dieses Intervall hinaus" /29/ definiert. Dabei kann der Zusammenhang zwischen den Variablen x und y , für den die Funktion $f(x)$ gewonnen wird, zum einen streng determiniert und zum anderen stochastisch sein. Um den jeweiligen Verlauf einer Entwicklung als Zeitreihe mit einer Funktionslinie nachzuzeichnen, bieten sich am häufigsten an:

- die lineare Funktion
- die Parabelfunktion
- die Potenzfunktion
- die Exponentialfunktion und
- die logarithmische Funktion.

Damit der richtige Funktionstyp ausgewählt wird, müssen bestimmte Forderungen/30/ erfüllt sein:

- er muß den Charakter der Erscheinung zum Ausdruck bringen
- er muß die Grundrichtung der Entwicklung der Erscheinung widerspiegeln
- er muß von den übrigen, auf die Erscheinung einwirkenden Faktoren abstrahieren und
- die Funktion selbst darf nur minimal von den empirischen Wertepaaren abweichen.

Diese Gütekriterien haben sicherlich ihre Berechtigung, trotzdem sollen sie nicht darüber hinwegtäuschen, daß die dem Verfahren zugrunde liegenden inhaltlichen Annahmen in der Regel nicht gerechtfertigt sind.

1.5. Mathematische Modelle

In der Reihe der Prognoseverfahren stellen die Modelle die diffuseste Methodik dar. Was ein Modell sei und wie die verschiedenen Modelltypen zu bezeichnen sind, ist in der Literatur weitgehend uneinheitlich. Sehen wir einmal von den gegenständlichen Modellen wie Schiffsmodellen, Gebäudemodellen usw. ab, die äußerlich, nur im Maßstab verändert den Originalen entsprechen und konzentrieren wir uns auf sprachliche Modelle, so könnte man eine "formalisierte Theorie" als Modell bezeichnen/31/. Diese Definition des Modells als "theoretisches und formalisiertes Abbild des Seienden" ist von einem metaphysischen Standpunkt begründet, nach dem "die gleichen Strukturen in den Formalwissenschaften und in der Realität vor(kommen), schon deshalb, weil die formalwissenschaftlichen Grundstrukturen durch Abstraktion aus der Wirklichkeit gewonnen werden, oder weil man ein Verfahren zu haben glaubt, das ihr Vorhandensein in der Wirklichkeit festzustellen gestattet."/32/ Nachdem die bisher betrachteten Prognosemethoden zunehmend theorieärmer geworden waren, ist mit den Modellen der Anspruch auf eine zugrunde liegende Theorie zurückgekehrt. Die Qualität der verwendeten Theorien und ihre formale Verarbeitung ist aber höchst verschieden und "Modelle" mit unangemessenen Theorien können irreführende und unbrauchbarere Prognosen liefern als theorieleose Extrapolationen. Die weitverbreiteten Gravitationsmodelle, die zur Simulation menschlichen Verhaltens benutzt werden, sind ein typisches Beispiel dafür. Ich werde im nächsten Kapitel näher darauf eingehen.

Zunächst noch einmal zu den Eigenschaften eines Modells. R. Mayntz führt drei Merkmale/33/ an:

1. Es abstrahiert einen Teil aus der Wirklichkeit
2. es isoliert die Elemente in diesem Wirklichkeitsbereich, und zwar auf selektive Weise
3. es macht möglichst, aber nicht notwendig empirisch fundierte Annahmen über die Beziehungen zwischen ihnen."

Indem für den Erkenntniszweck nebensächliche Phänomene ausgelassen werden, entsteht ein vereinfachtes Bild der wesentlichen Merkmale und Zusammenhänge des betrachteten Wirklichkeitsbereichs.

Was "wesentlich" ist, hängt dabei sowohl vom Erkenntnisinteresse ab, als auch vom Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse.

Wir wollen es in diesem Kapitel bei diesen grundsätzlichen Feststellungen zu Modellen belassen und uns mehr den "mathematischen" Modellen zuwenden. Da dieses Buch eine Einführung in den Modellbau *ohne* Differentialgleichungen sein soll, will ich die Modelle mit Differentialgleichungen nur kurz charakterisieren und auf weiterführende Literatur verweisen. Im Unterschied zu Modellen, die ein Programm logischer und arithmetischer Befehle darstellen, verstehe ich unter mathematischen Modellen Gleichungssysteme, die die wechselseitigen Beziehungen ihrer Elemente als deterministische Funktionen oder Wahrscheinlichkeitsfunktionen wiedergeben. Die Elemente und ihre Attribute werden durch mathematische Variablen vertreten, während die Aktivitäten durch mathematische Funktionen beschrieben werden, die die Variablen verknüpfen/34/.

In vereinfachter Darstellung geht man, wie bei der Extrapolation, von Zahlenreihen beobachteter Werte aus. Man sucht sodann mathematische Funktionen, die deren charakteristische Beschreibung in Form von Kurven ausdrücken und stellt sie als Gleichungssysteme zusammen. Bei der Auflösung des Gleichungssystems können dann im Anwendungsfall Vorhersagen der dynamischen Vorgänge oder andere Schlußfolgerungen gezogen werden. Ein bekanntes Beispiel dieser Modellart ist Forresters "Urban Dynamics" (1969). Es soll den Lebenszyklus einer Großstadt im Verlauf von 250 Jahren nachbilden und geht auf die Art der Unternehmen, die Erwerbsbevölkerung und die Art der Wohnungen ein. Die Beziehungen dieser "Zustandsvariablen" zueinander werden in ca. 150 Differentialgleichungen beschrieben. S. Harbordt/35/ charakterisiert verallgemeinernd diesen Modelltyp:

1. Das zu simulierende System wird in aggregierte Variablen zerlegt. Sie beschreiben ein Merkmal des Gesamtsystems. Sie können nach Bestands- und Stromvariablen unterschieden werden, d.h. ihre Werte sind auf Zeitpunkte bzw. Zeitperioden bezogen.
2. Die Variablen werden meist durch Gleichungen und evtl. Ungleichungen miteinander verknüpft, die die Beziehungen zwischen ihnen wiedergeben sollen.

3. Der Kern des Modells liegt in der Verkettung dieser Gleichungen; sie gibt die Struktur des realen Systems oder Prozesse mehr oder minder angenähert wieder.

4. Der Modellablauf ergibt sich daraus, daß nach der Eingabe der nötigen Anfangswerte für die endogenen Variablen sowie der laufenden Werte für die exogenen Variablen die Gleichungen sukzessiv ausgerechnet werden. Sind alle Gleichungen und damit die Werte aller endogenen Variablen berechnet, ist ein Durchlauf des Modells (ein Modellzyklus) abgeschlossen. Auf der Basis der errechneten Werte sowie der exogenen Werte folgt ein neuer Zyklus. Die Abfolge der Zyklen wird als Ablauf entlang der Zeitachse interpretiert, so daß auch bei diesem Typ der Systemzustand über die Zeit fortgeschrieben wird. Die wiederholte Lösung des Gleichungssystems stellt praktisch den Zeitpfad der Systementwicklung dar.

5. Der Modelloutput besteht aus Zeitreihen für bestimmte, je nach dem Erkenntnisziel ausgewählte oder bereits durch die Modellkonstruktion sozusagen als "Endvariablen" festgelegte Variablen.

Auf die Problematik des "Modellbaus" möchte ich generell in Kapitel 5 eingehen. Deshalb nur einige kurze Anmerkungen zur Bauweise mittels Differentialgleichungen.

Um der mathematischen Handlichkeit willen werden im Modell oft stark vereinfachende Annahmen gemacht. Umgekehrt wird dort, wo wir wenig oder nichts über bestimmte Zusammenhänge wissen, systemnotwendig exakt mathematisch operiert. Auch eine ehrliche Darstellung der getroffenen Annahmen kann das unguete Gefühl des Betrachters nicht verringern. Ist der Betrachter zudem in der Mathematik nicht besonders zu Hause, was insbesondere bei Politikern und Planungspraktikern oft zutrifft, so ist der Lösungsweg nicht nachvollziehbar und Mißtrauen gegen die "ausgespuckten" Ergebnisse stellt sich ein.

Wer mehr über diese mathematischen Modelle wissen will, dem möchte ich die Arbeiten von S.Harborde und T.Harder empfehlen.

Zusammenfassung

Die Skizze beschreibt die gebräuchlichsten Prognosemethoden nicht so sehr nach ihren quantitativ/qualitativen Eigenschaften,

sondern stärker nach ihrem theoretisch-philosophischen Hintergrund. *Geschichtsspekulationen* der Antike mit ihrer Zahlensymbolik rechtfertigten die bestehenden Reiche, erklärten ihre Entstehung und voraussagten ihren Verlauf. Ähnliches versuchen neuzeitliche Gesellschaftstheorien. Ihre Methode beruht darin, daß ein "philosophischer Verstand" die Bruchstücke zu einem "vernunftmäßig zusammenhängenden Ganzen" erhebt und ein "teleologisches Prinzip in der Weltgeschichte" bringt. Die *Szenariotechnik* verzichtet hingegen in der Regel auf ein ausdrücklich philosophisches oder theoretisches Konzept. Sie versteht sich als "wertvollstes Instrument intuitiver Planungsprognostik". Szenenweise sollen Drehbücher verschiedenster Zukunftsvisionen systematisch erstellt werden. In unterschiedlichen Ansätzen werden Trend-, Alternativ- und Kontrastszenarien entworfen, deren "interpersonale Überprüfbarkeit nicht mehr gewährleistet werden kann." Die *Delphi-Methode* als anonyme Expertenbefragung mit drei bis vier Befragungsrunden versucht dagegen "durch kollektiv zu bildende Bewertungskriterien die Urteile zu objektivieren". In der Rückschau zeigten sich jedoch die Prognosen gegenüber dem tatsächlichen Verlauf "durchwegs als zu technokratisch-optimistisch". Mit *Extrapolationen* wird eine zahlenmäßig festgehaltene Entwicklung rechnerisch oder graphisch in die Zukunft verlängert. Innerhalb der Sozialwissenschaften ist ihre theoretische Annahme, daß sich die bisherige Entwicklung in gleicher Weise fortsetzen wird, äußerst schlicht. Dagegen ist ihre mathematische Bearbeitung schon weit anspruchsvoller. Trotz gewisser methodischer Güteanforderungen darf man über die sehr eingeschränkte Annahme nicht hinwegsehen. Unter *mathematischen Modellen* werden Gleichungssysteme verstanden, die die wechselseitigen Beziehungen ihrer Elemente als deterministische Funktionen oder Wahrscheinlichkeitsfunktionen wiedergeben. Die Elemente und ihre Attribute werden durch mathematische Variablen vertreten, während die Aktivitäten durch mathematische Funktionen beschrieben werden, die die Variablen verknüpfen. Diese Modelle sind theoretisch weit anspruchsvoller als Szenariotechnik, Delphi-Methode und Extrapolation. Um der mathematischen Handlichkeit willen werden im Modell aber oft stark vereinfachende Annahmen gemacht. Umgekehrt wird dort, wo wenig oder nichts

über bestimmte Zusammenhänge bekannt ist, systemnotwendig exakt mathematisch operiert. Diese Modellart mit ihrer Problematik ist aber nicht der vorrangige Gegenstand dieses Buches.

2. Modellansätze von Gemeindestatistikern, Verkehrsingenieuren und Ökonometrikern

Prognosen und Modellversuche zur Bevölkerung- und Verkehrsentwicklung sind außerhalb der Soziologie nichts Neues. Statistiker, Ingenieure, Ökonometriker, aber auch Geographen, bemühen sich verstärkt seit etwa dreißig Jahren um räumliche Prognoseverfahren. Es ist nun nicht Sache dieses Buches, die Vielfalt jener Arbeiten vorzustellen. Ich möchte jedoch exemplarisch drei weitverbreitete Modelltypen skizzieren. Sie sollen die wichtigsten Denkprinzipien veranschaulichen, um insbesondere dem soziologischen Leser den "Stand der Kunst" in fremden Bereichen zu vermitteln. Da es mir dabei nur um die Grundprinzipien jener Modelle geht, werden sie grobgeschnitten aller verfeinerten Detailentwicklungen entbehren. Sie sind zahlreich, oft mit viel Aufwand erstellt, und sollen nicht verschwiegen werden. Hier erscheint es mir jedoch übersichtlicher, nur auf die wesentlichsten Konstruktionsprinzipien einzugehen.

$$l_{0,j+1}^m = \sum_{x=15}^{45} (l_{x,j}^w \cdot q_x \cdot v^m)$$

$$l_{1,j+1}^m = l_{0,j}^m - (l_{0,j}^m \cdot q_0^m) - (l_{0,j}^m \cdot z_0^m) + (h_{j,s} \cdot b_0 \cdot k_0^m) + (w_{j,s} \cdot f_0 \cdot h_0^m)$$

$$l_{2,j+1}^m = l_{1,j}^m - (l_{1,j}^m \cdot q_1^m) - (l_{1,j}^m \cdot z_1^m) + (h_{j,s} \cdot b_1 \cdot k_1^m) + (w_{j,s} \cdot f_1 \cdot h_1^m)$$

$$\vdots$$

$$l_{95,j+1}^m = l_{94,j}^m - (l_{94,j}^m \cdot q_{94}^m) - (l_{94,j}^m \cdot z_{94}^m) + (h_{j,s} \cdot b_{94} \cdot k_{94}^m) + (w_{j,s} \cdot f_{94} \cdot h_{94}^m) \\ + l_{95,j}^m - (l_{95,j}^m \cdot q_{95}^m) - (l_{95,j}^m \cdot z_{94}^m) + (h_{j,s} \cdot b_{95} \cdot k_{95}^m) + (w_{j,s} \cdot f_{95} \cdot h_{95}^m)$$

Die Abkürzungen bedeuten:

- $l_{x,j}^m$ die männlichen Lebenden des Alters x im Jahre j
- $l_{x,j}^w$ die weiblichen Lebenden des Alters x im Jahre j
- q_x die altersspezifische Fruchtbarkeitsziffer einer Frau im Alter x

2.1. Bevölkerungsprognosen

In einer vergleichenden Studie über 29 Bevölkerungsprognosen deutscher Städte schildert H.Glöckner die überall ähnliche Fortschreibungsmethode der Gemeindestatistiker. Sie verfolgen jahrgangsweise die Veränderungsdaten für Geburten und Sterbefälle, Zu- und Wegzug nach Geschlechtern getrennt und bauen darauf ihre Fortschreibungen auf. Sie *beschreiben* also im wesentlichen Vorgänge, in dem sie die *Häufigkeiten* von Lebensereignissen in der Vergangenheit als *Wahrscheinlichkeiten* für die Zukunft unterstellen. Beispielsweise ergibt die Anzahl der Frauen eines bestimmten Alters multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit in diesem Jahr einen Sohn zu gebären die Zahl ihrer neugeborenen Buben. Kennt man die Fruchtbarkeitsziffern der Frauen aller Altersklassen, so errechnen die Statistiker aus der jeweiligen Zahl der altersmäßig eingeteilten Frauen der Gemeinde, die voraussichtliche Zahl aller männlichen Nachkommen. Auf diese Fortschreibungstechnik können auch wir dann immer nicht verzichten, wenn uns *erklärende* Aussagen für die Vorgänge fehlen (vgl. Kap. 5.4.).

Das eben erwähnte Beispiel wird durch die folgenden Formeln/36/ wiedergegeben:

- v^m die Wahrscheinlichkeit, als Junge geboren zu werden
- q_x^m die Sterbewahrscheinlichkeit für Männer im Alter x
- z_x^m die Fortzugswahrscheinlichkeit für Männer des Alters x
- $h_{j,s}$ die Anzahl der Zuziehenden im Jahre j im Bezirk s

b_x	die Wahrscheinlichkeit für einen Zuziehenden im Alter x zu sein
k_x^m	diesem Alter zugeordnete Wahrscheinlichkeit männlich zu sein
$w_{j,s}$	der Saldo der Umziehenden im Jahre j für den Bezirk s
f_x	Wahrscheinlichkeit für einen Umziehenden im Alter x zu sein
h_x^m	die Wahrscheinlichkeit für dieses Alter männlich zu sein.

Glöckners entscheidende Kritik an dieser Fortschreibungsmethode richtet sich gegen die Wanderungsannahmen. Er beklagt, daß "ein komplexes Wanderungsmodell in Form einer Funktion, einer irgendwie definierten Abhängigkeit der Wanderungen von einem Bündel sozioökonomischer Einflußfaktoren nicht existieren"/37/. Da bei kleinräumigen Betrachtungen 4/5 der Bevölkerungsveränderungen durch Zu- und Wegzüge bedingt sind, verbessern neue Modelle zur Wohnungswahl (Kap.7.1 und 9.3) erheblich die Prognosemöglichkeiten. Trotzdem repräsentiert die geschilderte Fortschreibungstechnik immer noch die weitverbreitetste Prognoseform.

2.2. Traditionelle Modelle von Verkehrsingenieuren

Heute noch gebrauchte Ansätze zur Beschreibung des Verkehrsgeschehens sind die sogenannten "strukturorientierten" oder "aggregierten" Verkehrsmodelle. Darunter werden Ansätze verstanden, bei denen eine abhängige Variable (z.B. das Verkehrsaufkommen einer Gebietseinheit oder die Zahl der Ortsveränderungen zwischen zwei Teilgebieten eines Untersuchungsraumes) durch Strukturmerkmale der jeweils betrachteten Verkehrsbezirke (z.B. Einwohnerzahl, Kfz.-Bestand, Arbeitsplätze etc.) "erklärt" wird. Die verwendeten unabhängigen Größen repräsentieren jeweils für sich "Durchschnittswerte". Von daher ist auch die abhängige Variable eine "durchschnittliche" Größe, und zwar um so mehr, je höher der Aggregationszustand der Einflußdaten war.

Die allgemeine Schreibweise dieser Beziehung lautet:

$$F_{ij} = k \cdot X_i \cdot Y_j \cdot f(w_{ij})$$

wobei F_{ij} = das Verkehrsaufkommen zwischen den Zellen i und j

X_i = Indikator für den Verkehrsaufkommens-
teil der Quellzelle

Y_j = Indikator für den Verkehrsaufkommens-
teil der Zielzelle

$f(w_{ij})$ = der Raumüberwindungsaufwand (Wider-
stand)

k = ein Korrekturfaktor zur Anpassung der
gerechneten mit den gezählten Werten.

Neben diesen Modellen zur "Verkehrsverteilung" (räumliche Verteilung), gibt es noch Modelle der "Verkehrserzeugung", der "Verkehrsteilung" (Verteilung auf die verschiedenen Verkehrsmittel) und der "Verkehrsumlegung" (die Routenwahl).

Alle diese Ansätze versuchen mit Indikatoren zur Raumstruktur oder der Verkehrsmittel - unter Zuhilfenahme von Korrekturfaktoren - beobachtete Häufigkeiten zu rekonstruieren. Die Korrekturfaktoren werden mit Korrelationsrechnungen bestimmt. Anstatt ursächliche Faktoren des Verkehrsgeschehens in die Modelle einzufügen, setzt sich der Arbeitsgang allgemein aus folgenden Schritten zusammen /38/:

1. Korrelation ohne Gewicht
2. Ermittlung der Gewichte aus erster Korrelation
3. Korrelation mit Gewichten
4. Ermittlung der Gewichte aus zweiter Korrelation

Dieses Verfahren kann beliebig fortgesetzt werden. Auf diese Weise wird eine schrittweise Annäherung an das Zählergebnis erreicht. Genauigkeitsbetrachtungen zeigten/39/, daß nach dem sechsten Iterationsschritt kaum mehr bessere Übereinstimmungen erzielt werden können.

In dieser Art das Verkehrsgeschehen immer noch darzustellen, finde ich sehr unzureichend. Meine wichtigsten Einwände sind:

- Die hinter den verwandten Indikatoren stehenden Erklärungszusammenhänge sind selten und dann nur sehr rudimen-

tär genannt. Inhaltliche Annahmen sind nicht überprüft. In der Regel werden schwache statistische Zusammenhänge als Begründung vorgeschoben.

- Die Gewichtung- oder Korrekturfaktoren sind ohne Erklärungswert. Sie verschleiern die große Unkenntnis über die Zusammenhänge und täuschen mit der höher erreichbaren Zahlenähnlichkeit Wissen vor.
- Die Unkenntnis, die sich hinter den Modellfaktoren, insbesondere Korrekturfaktoren verbirgt, erlaubt nicht, die ermittelten Werte auf andere Untersuchungsräume zu übertragen; dasselbe gilt für Prognosen, Konstanzannahmen für nicht einmal klar zu benennende Faktoren entsprechen den Goldmacherrezepten im Mittelalter.
- In der Regel sind die Merkmalsausprägungen der Modelle äußerst grob, z.B. wird bei der Verkehrsmittelwahl häufig nur IV (= Individualverkehr, obwohl meist nur PKW-Verkehr gemeint ist) und ÖPNV (Öffentlicher Personalverkehr) verglichen.
- Die undifferenzierten Modellfaktoren sind unbrauchbar, um differenzierte Verkehrsplanungsmaßnahmen durchzuspielen. Sie sind weder für auf das Verkehrsmittelsystem zielende Maßnahmen empfindlich, noch können sie gesellschaftspolitische Ereignisse (Einkommensveränderungen, Arbeitszeitverkürzungen etc.) als Ursachegröße aufnehmen.
- Die vierstufige, diskrete Behandlung des Verkehrsgeschehens (Erzeugung, Verteilung, Teilung und Umlegung) ist eine offensichtlich falsche Annahme. Im Grunde ist es unzulässig, mit unabhängigen Teilmodellen zu arbeiten.

Diese Kritik wird von vielen Verkehrsingenieuren geteilt, deshalb wenden sie sich in jüngerer Zeit neben verhaltens-theoretischen auch ökonomischen Modellen zu.

2.3. Ökonometrische Modelle

Die Ökonometriker unterstellen bei Verkehrs- aber auch Wanderungsentscheidungen vorwiegend ökonomisch-rationale Nützlichkeitsüberlegungen; beispielsweise

Zeit- oder Geldaufwendungen bei der Wahl zwischen Verkehrsmitteln. Weil Ökonometriker sich der Grenzen dieser "Wahrheit" bewußt sind, bzw. ihre Rechenversuche es nahelegten, benutzen sie eine Ergänzungsgröße Epsilon (E_{ij}) für alles Unklare. Sie kann im Verhalten der Person (i) begründet sein, in der schlechten Vergleichbarkeit der Objekte (j) oder schlicht in Meßfehlern der Beobachter. Dieses E_{ij} steht gleichberechtigt neben der Nutzengröße u_{ij} , die sich aus den Eigenschaften der Objekte, sowie ihrer subjektiven Bewertung ergibt. Der wahrgenommene Nutzen (u_{ij}^*) einer Entscheidungsalternative für eine Gruppe von Entscheidenden schreibt sich deshalb als Formel:

$$u_{ij}^* = u_{ij} + E_{ij}$$

Will man die Wahrscheinlichkeit angeben, mit der eine Gruppe von Personen i die Alternative j gegenüber der Alternative j' wählt, d.h. wenn $u_{ij}^* > u_{ij'}^*$ ist, dann gebraucht man die Formel:

$$P_{ij} = \text{Prob} (u_{ij} + E_{ij} > u_{ij'} + E_{ij'}; j' = 1, \dots, J)$$

wobei

P_{ij} die Wahrscheinlichkeit angibt, daß die Alternative j von den Personen i gewählt wird

$$\sum_{j=1}^J P_{ij} = 1 \quad \text{und} \quad i = 1, \dots, I$$

$$j = 1, \dots, J$$

Durch mathematische Verfeinerungen, die wir hier nicht betrachten wollen, sind diese Überlegungen erweitert worden (McFadden 1975). In Verkehrsmodellen fanden sie insbesondere in den USA durch Ben-Aktiva, Manheim, Lerman und Meyburg Eingang. Ich stehe dieser Modellbauweise allerdings zurückhaltend gegenüber, weil

- das zugrunde liegende Wahl-Axiom von Luce (1959) eine stark einschränkende Annahme ist. Es besagt, daß die Logik des Entscheidungsverfahrens, in dem zwischen zwei Alternativen gewählt werden, nur von deren Nützlichkeits, nicht aber von anderen Alternativen des Wahlangebotes abhängt;
- mir die Ökonometrie Probleme der mathematischen Formalisierung stärker zu untersuchen scheint, als sie Entscheidungsvorgänge ursächlich zu erklären

versucht. Mit der Ergänzungsgröße E_{ij} drücken die Forscher zwar ehrlicherweise nicht vermeidbare Unvollständigkeiten ihrer Modellerklärung aus (vgl. die "Inhomogenitätskurve" in den Kapiteln 8.1 und 8.2), aber diese "Lösung" sollte nicht beruhigend wirken, zumindest nicht auf Soziologen;

- C) Testrechnungen ergeben haben, daß "schlimmste Folgen" entstehen, wenn "relevante erklärende Variablen" ausgelassen werden. Danach deuten rechnerische Resultate an, "daß Durchschnitts-

werte für erklärende Variablen, das Fortlassen von relevanten erklärenden Variablen und zufällige Parametervariationen in Modellen, welche eine festgesetzte Parameterspezifizierung haben, in der Lage sind, die Nützlichkeit eines Modells zu zerstören"/40/.

Als Ergebnis aller aufgeführten Modellversuche von Statistikern, Ingenieuren und Ökonometrikern erscheint mir deshalb vorzüglich, die sozialwissenschaftlich-theoretischen und empirischen Grundlagen zu erweitern.

Kapitel 3 Soziologischer Theorieexkurs zur räumlichen Modellbildung

Obwohl der Leser nicht unmittelbar von soziologischen Theoriefragmenten zu eigenen Modellbildungen schreiten kann, scheint mit dieser Theorie-Exkurs sinnvoll. Zum einen, weil ich, in einem strengen Sinn, Modelle als "formalisierte Theorie" verstehen möchte - wenn auch oft die theoretischen Ansätze unvollkommen sind - und es daher nötig ist, einige erkenntnistheoretische Aspekte klar zu stellen; zum anderen, weil diese Theorieansätze in der Literatur weit verstreut sind. Die Theorie-Bruchstücke möchte ich so zusammensetzen, daß der Aufbau räumlich soziologischer Theorien erkennbar wird. In ihrer Verschiedenartigkeit verweisen sie auf Aussagemöglichkeiten, in denen Computer-Modelle nur eine Form sind.

1. Erkenntnistheoretische Aspekte der Modellbildung

1977 wurde in der Zeitschrift "Internationales Verkehrswesen" ein Streit zwischen den Ingenieuren J.Hansen und E.Kutter über die richtige Art der Modellbildung geführt/41/:

Kutter hatte für "die sogenannten 'disagregierten Modelle' oder besser: Individualverhaltens-Modelle" plädiert, "die davon ausgehen, daß Verkehrsvorgänge aus den Merkmalen von Personen und ihren Bedürfnissen über eine Simulation individueller Entscheidungsvorgänge berechnet werden können."

Hansen bestritt die "wenig einleuchtende Annahme, daß der Wandel der Verkehrsbedürfnisse 'individuell bedingt' sei" und behauptete, daß "erst die Kenntnis der objektiv, also der hinter dem Bewußtsein oder der Entscheidung des einzelnen Verkehrsteilnehmers wirkenden Einflußgrößen auf die Verkehrsstruktur () diese der wirksamen Planung zugänglich (macht)."
Dementsprechend verlangt er "nach den objektiven Triebkräften und Bedingungen zu fragen" und forderte eine zeitraumorientierte Analyse, "um die historische Bewegung erfassen zu können."

Meines Erachtens wurden von beiden Kontrahenten erkenntnistheoretische Positionen vertreten, die in der Soziologie seit

langem als Theorie-Schulen existieren und sich ebenfalls hart bekämpfen. Weil diese Richtungskämpfe bei einer bewußten Theoriewahl für den Modellbau stets mitbedacht werden müssen, will ich die Positionen etwas erläutern. Es sind dies die Gegensatzpaare: "methodologischer Individualismus" contra "Emergentismus" und "verstehende" contra "reduktionistische" Erklärungsstrategie. Im soziologischen "Schulen"-Streit geht es um nicht weniger als die Fragen: Was ist der Gegenstand der Soziologie? oder wie ist dieser Gegenstand zu begreifen und zu erklären?

In seiner Schrift über "Die Regeln der soziologischen Methode" definiert E.Durkheim (1858-1917) als ein Exponent des Emergentismus: "Ein soziologischer Tatbestand ist jede mehr oder minder festgelegte Art des Handelns, die die Fähigkeit besitzt, auf den Einzelnen einen äußeren Zwang auszuüben."/42/ Wer ist aber der Handelnde dieser soziologischen Perspektive, der auf den Einzelnen Zwang ausübt? Durkheim antwortet:

"Indem sie zusammentreten, sich durchringen und verschmelzen, bringen die individuellen Psychen ein neues, wenn man will psychisches Wesen hervor, das jedoch eine psychische Individualität neuer Art darstellt. In der Natur dieser Individualität, nicht in jener der sie zusammensetzenden Einheiten, müssen also die nächsten und bestimmenden Ursachen der Phänomene, die sich dort abspielen, gesucht werden... Jedesmal, wenn ein soziologischer Tatbestand unmittelbar durch einen psychologischen erklärt wird, kann man daher dessen gewiß sein, daß die Erklärung falsch ist."/43/

Als ein Beispiel führt er die Landflucht im 19. Jahrhundert an: "Daß sich die Bevölkerung in den Städten zusammendrängt, anstatt sich über das Land zu verstreuen, geschieht, weil es eine Meinungsströmung und einen kollektiven Drang gibt, der den Einzelnen eine solche Konzentration auferlegt."/44/ Durkheim denkt dabei an die "objektiv" höheren Verdienstmöglichkeiten in der aufstrebenden Industrie der Städte, an denen sich die armen Landbewohner orientierten. Die Industrialisierung selbst

ist aber wiederum nur durch eine längere historische Betrachtung zu erklären. Insofern sind für ihn individuelle Erklärungen für das Phänomen "Landflucht" falsch.

Nun die Gegenposition des "methodologischen Individualismus": G.C. Homans, ein führender Theoretiker dieser Richtung, behauptet, "daß die Hypothesen der psychologischen Verhaltenstheorie die allgemeinen erklärenden Hypothesen nicht nur der Soziologie, sondern aller Sozialwissenschaften sind."/45/ In Abwehrhaltung gegenüber dem Emergentismus fährt er fort: "Wie nicht anders zu erwarten, ist behauptet worden, die psychologische Verhaltenstheorie sei eine Psychologie des 'isolierten Individuums'. Sie könne die neuen Phänomene, die 'entstehen', wenn Verhalten sozial ist und wenigstens zwei Menschen miteinander interagieren, nicht erklären. Meine obige Behauptung beinhaltet keineswegs, daß aus sozialer Interaktion keine neuen Phänomene entstehen. Stets entstehen neue Phänomene. Es geht nicht darum, ob etwas Neues entsteht, sondern darum, wie das, was entsteht, zu erklären ist. Ich behaupte, daß man keine neuen allgemeinen Hypothesen benötigt um zu erklären, was sich bei sozialem Verhalten ereignet, obwohl natürlich eine wichtige neue Randbedingung eingeführt werden muß, die Tatsache, daß wenigstens zwei Personen interagieren. Aus diesem Grunde entwickelt sich das Verhalten beider entsprechend den psychologischen Hypothesen."/46/

Homans beharrt also darauf, methodologisch vom Individuum und seiner Psyche auszugehen, um danach komplexe Phänomene, z.B. den Verkehr in der Stadt, zu erklären. Das Hauptproblem der Soziologie ist für ihn "vielmehr ein synthetisches - nämlich aufzuzeigen, wie sich das den psychologischen Hypothesen entsprechend ablaufende Verhalten vieler Menschen zusammenfügt, so daß es die einigermaßen beständigen sozialen Strukturen bildet und erhält"/47/. Im Hinblick auf unsere Modellbaufragen setzt Homans interessanterweise hinzu: "Wenn wir solche Voraussagen machen, werden wir natürlich mit komplizierten, sich gegenseitig beeinflussenden Effekten fertig werden müssen, aber der Computer ist gerade rechtzeitig entwickelt worden, um uns mit einer Geschwindigkeit völlig neuer Größenordnung bei der Lösung dieser Probleme behilflich zu sein. Der Computer ist geschaffen, um Probleme synthetischer Natur zu lösen."/48/

Ein etwas großer Glaube an die Technik! Sicher, mittels des Computers und insbesondere durch formalisierte Theorien können auch komplexere Erscheinungen rekonstruiert werden. Nicht zuletzt durch dieses Buch sollen diese Versuche unterstützt werden. Zweifellos bieten gerade Theorien, wie die von Homans, gute Voraussetzungen für eine Formalisierung und Synthetisierungen. Aber sie haben auch deutliche Grenzen. Mit der Feingliedrigkeit psychologischer Erklärungen, Entwicklungsketten für Generationen von Individuen zu konstruieren und dabei keinen wesentlichen Zwischenschritt auszulassen, erscheint mir praktisch unmöglich und zudem auch gar nicht nötig. Ohne im ontologischen Sinn Gesellschaften und ihre Einrichtungen gleich als neue Wesen beweisen zu wollen, ist es gut möglich, sie als konkrete, existierende Gebilde zu betrachten und in ihnen geltende Gesetzmäßigkeiten aufzuspüren. Ein rigoroser methodologischer Individualismus versperrt sich dieser Analysen und kann nur vage auf zukünftige technische Möglichkeiten verweisen.

Wie ein Modell nicht gleich der abgebildeten Wirklichkeit gesetzt werden kann, sondern nur als Abstraktion der wesentlichen Eigenschaften gilt, so wenig kann auch eine Theorie voll der Wirklichkeit entsprechen. Der Blickwinkel, aus dem der Theoretiker auf "seine" Wirklichkeit schaut, bestimmt das von ihm entworfene Abbild. Was nicht in seiner Perspektive liegt, bleibt ausgespart. Natürlich verbessern genauere und intensivere Studien den Reifegrad der Theorie. Sie wird umfassender und differenzierter. Trotzdem hat sie ihre perspektivisch bedingten Schwächen.

Zum Zweck von Status-quo-Betrachtungen und für kurz bis mittelfristige Prognosen überschaubarer Fragestellungen scheint mir der methodologische Individualismus als Erklärungs- und Konstruktionsprinzip für Computermodelle geeignet. Insbesondere wenn Planungsmaßnahmen durchgespielt werden sollen, ist die Feingliedrigkeit des Ansatzes sehr von Vorteil. Andererseits sind schon bei mittelfristigen Prognosen (bis zu zwanzig Jahren) ergänzende Theorien des sozialen Wandels hinzuzuziehen. Die mit einem emergentischen Erklärungsansatz gewonnenen Situationsbeschreibungen müssen dann als "exogene Variable" in das Modell eingegeben werden.

Dies braucht aber nicht die einzige perspektiv bedingte Schwäche einer Theorie zu sein. Die Frage: wie ist soziales Handeln zu erklären? wird von soziologischen Theoretikern ebenfalls sehr gegensätzlich beantwortet. Eine grundsätzliche Richtung verlangt, den Sinn einer Handlung "deutend zu verstehen", während die Gegenposition Handlungen über "Basisstrukturen" (dahinter liegende Gesetzmäßigkeiten) zu erklären versucht. Stellen wir zunächst wieder die Positionen dar, um danach Schlüsse für die Verwendung der Theorien zu ziehen.

Beginnen wir mit G.C.Homans, den wir schon als Vertreter des methodologischen Individualismus kennengelernt haben. Seine Erklärungsmethode und die aller ähnlich vorgehender Sozialwissenschaftler wird als "Reduktionismus" bezeichnet. Die reduktionistische Erklärung einer Entdeckung besteht "in dem Nachweis, daß sich die Entdeckung als logische Schlußfolgerung, als Deduktion aus einem einzigen oder aus mehreren allgemeinen Lehrsätzen unter den gegebenen spezifischen Bedingungen ergibt."/49/ Der Begriff der "Reduktion, der zur Namensgebung führte, unterscheidet sich nicht von dem der Deduktion, "außer in der speziellen Bedeutung, daß Lehrsätze einer bestimmten Wissenschaft aus denen einer anderen Wissenschaft 'deduziert' werden."/50/

Diese reduktionistische Definition von "reduktionistischer Erklärung" erlaubt nun viele Ableitungen. Beispielsweise kann man wie Homans, soziale Beziehungen auf psychologische Gesetze zurückführen oder auf biologische Erscheinungen, die wiederum mit chemischen oder physikalischen Gesetzen zu erklären sind. Die Bandbreite dieser Reduktionen ist erheblich. W. Bühl unterscheidet z.B. die Reduktionismen in kosmologische, geopolitische, geographische, physikalische, psychologische, entscheidungs-, spiel-, systemtheoretische und ethnologische/517. Bei allen Spielarten bleibt jedoch eines gemeinsam: der subjektive Sinn einer Handlung wird nicht zu ihrer Erklärung herangezogen. Letztlich reduzieren die Reduktionisten ihr "Subjekt" damit zum "Objekt".

Diese Wissenschaftler, die zwar nicht die Tatsache eines subjektiven Sinns von Handlungen bestreiten, sondern ihn "nur" für zweitrangig halten, rechtfertigen die Vernachlässigbarkeit des Sinns aus drei Gründen,

1. daß das soziale Handeln nur zum geringen Teil von unseren bewußten Intentionen bestimmt ist bzw. daß wir mit der Artikulation dieser Intention nur "Rationalisierungen" erfassen können;
2. daß diese Rationalisierungen nicht frei erfunden sind; sie folgen bestimmten Basisstrukturen (ob man diese nun ökonomisch, psychoanalytisch oder biologisch deutet, ist zunächst unerheblich) und wichtig sind die Basisstrukturen, nicht die Rationalisierungen, die sie unter Umständen nur verdecken sollen;
3. man kann annehmen, daß der Bereich der individuellen Entscheidungen nur klein ist gegenüber dem Gewicht der Institutionen; welche Rechtfertigung und welcher Plan sich das einzelne Individuum für seine Handlung zurechnet, ist dabei sekundär/52/.

Sicherlich, die aufgeführten Gründe sind gewichtig. Aber man sollte sich nicht mit dem "verobjektivierten" Erklärungsanspruch zufrieden geben. Zuwenig "Basisstrukturen" sind bisher als tragfähige Erklärungen ausgewiesen. Die "Sinn"-Vernachlässigung bringt zwar Erleichterungen aber auch Verluste. Trotzdem ist der Reduktionismus eine ernst zu nehmende Erklärungsstrategie/53/ mit ihren Vorteilen.

Im theoretischen Gegensatz dazu steht die "Verstehende Soziologie". Soziologische Klassiker wie Werner Sombart (1863-1941), Georg Simmel (1858-1918) und Max Weber (1864-1920) haben sie begründet. Ganz in diesem verstehenden Sinn definiert z.B. Weber die "Soziologie" in seinem Paragraph 1. Danach soll Soziologie heißen: "eine Wissenschaft, welche soziales Handeln deutend verstehen und dadurch in seinem Ablauf und seinen Wirkungen ursächlich erklären will. 'Handeln' soll dabei ein menschliches Verhalten () heißen, wenn und insofern als der oder die Handelnden mit ihm einen subjektiven Sinn verbinden..."/54/. Und als ob er die Argumente der Reduktionisten geahnt hätte, geht er auf sie ein:

"Die Möglichkeit ist nun gegeben, daß künftige Forschung auch unverständbare Regelmäßigkeiten für *sinnhaft* besonderes Verhalten auffindet, so wenig dies bisher der Fall ist. Unterschiede des biologischen Erbguts (der "Rassen") z.B. würden - wenn und soweit der statistisch schlüssige Nachweis des Einflusses auf die

Art des soziologisch relevanten Sichverhaltens, also: insbesondere des sozialen Handelns in der Art seiner Sinnbezogenheit, erbracht würde, - für die Soziologie als Gegebenheit ganz ebenso hinzunehmen sein, wie die physiologischen Tatsachen etwa der Art des Nahrungsbedarfs oder der Wirkung der Seneszenz auf das Handeln. Und die Anerkennung ihrer kausalen Bedeutung würde natürlich die Aufgabe der Soziologie (und der Wissenschaft vom Handeln überhaupt): die sinnhaft orientierten Handlungen deutend zu verstehen, nicht im mindesten ändern"/55/.

Mit anderen Worten kann man sagen, daß Weber, trotz aller weiteren möglichen Gründe zur Erklärung menschlichen Handelns, auf dessen Sinndeutung nicht verzichten will.

Die Verstehende Soziologie würde aber ungerecht verkürzt dargestellt, wenn man ihre Theoretiker lediglich als Sucher nach dem subjektiven Sinn von Handlungen charakterisiert. Im Gegenteil: Denn die modernen "verstehenden" Soziologen versuchen - trotz der dadurch gesteigerten methodologischen Schwierigkeiten - hinter diese Motive und den subjektiv gemeinten Sinn auf die im Unbewußten liegenden Wurzeln und auf einwirkende gesellschaftliche Bedingungen zurückzugehen. Ausgedrückt im besten Soziologendeutsch ist ihr methodologisches Prinzip, "die beobachteten und protokollierten sozialisatorischen Interaktionen auf ihre latenten Sinnstrukturen und Bedeutungsmöglichkeiten hin extensiv auszulegen und nicht bei Indikatoren für die innerpsychische Repräsentanz des Interaktionsablaufs auf seiten der beteiligten Subjekte stehenzubleiben."/56/ Gegenstand dieser Methode, die auch als "objektive Hermeneutik" bezeichnet wird, ist "die Explikation und Rekonstruktion der objektiven Bedeutung protokollierbarer Symbolketten, nicht der Nachvollzug der psychischen Prozesse ihrer Produktion."/57/

Also auch hier die Suche nach "Basisstrukturen"? Ich meine ja, aber im Gegensatz zu den Reduktionisten führt hier der Erklärungsweg über den subjektiven Sinn zu den dahinter liegenden Ursachen. Die Reduktionisten ersetzen die Suche nach dem Sinn durch "allgemeine psychologische Hypothesen" (die stark einer ökonomischen Theorie gleichen) und ergänzen dann diese Erklärungen durch biologische oder andere

Aussagen. Die Verstehende Soziologie bleibt hingegen den betrachteten Personen stärker verhaftet.

Was kann man nach dieser knappen - zugegeben etwas pauschalen - Darstellung der Arbeitsweise soziologischer Theorien über ihre Eignung zum Modellbau sagen?

Wenn man als das "Innere" den Sinn einer Handlung versteht, so blicken die Reduktionisten mehr auf das Äußere, auf das beobachtbare Bild der Handlung. Insbesondere nach ihrer Häufigkeit, ein zentraler Begriff in ihren Thesen, werden Handlungen bewertet, d.h. interpretiert/58/. Damit liegen zum einen Zahlenangaben vor, zum anderen ist die psychologische Sinn-Interpretation einfacher und eindeutiger. Die Handlungen, bewertet als mehr oder weniger große Belohnungen oder Bestrafungen, passen somit relativ gut in ein ausgearbeitetes Konzept von Interaktionen, das zu einer Systemtheorie entwickelt ist. "Entschlackt vom Ballast großer Sinngehalte" können die zu Typen reduzierten Personen entsprechend den Bedingungen im System vorhersagbar handeln. Sie und ihr "Verhalten" ist computergerecht aufbereitet und wartet auf die Synthetisierung, z.B. als Verkehrsstrom in einer Stadt.

Gerade weil ich selbst Modelle mit Hilfe der reduktionistischen Theorien konstruiert habe und ihre Vorteile für den Modellbau kenne, möchte ich warnen. Ihre sachliche Kühle verweist auf eine entmenslichte Sprache. Es ist klar, Modelle sind Vereinfachungen der Wirklichkeit und damit Zerrbilder. Aber wir sollten wissen, was wir abstreichen, wenn der Mensch zum Automaten vereinfacht wird. Der Stolz über ein gelungenes Modell, das einige Regelmäßigkeiten menschlichen Verhaltens widerspiegelt, darf nicht zur Überbewertung der Abbilder und zur Unterbewertung der gemeinten Person führen. Im Planungsprozeß kann dies sehr zu Lasten der Verplanten gehen. Die alltägliche Wirklichkeit in unseren Städten ist sehr komplex und die Handlungen und Motive der Menschen nicht minder. Wenn wir das Geschehen unter einem bestimmten Aspekt rekonstruieren wollen, müssen wir vereinfachen und dafür eignen sich reduktionistische Theorien; aber um lebendigen Menschen in ihrem Handeln einigermaßen gerecht zu werden, dafür eignen sie sich nicht.

Für letzteres sind die hermeneutischen (verstehend, einführend) Versuche geeig-

neten. Allerdings führen sie nicht zu berechenbaren Ergebnissen; sie sind aber Erkenntniswerkzeuge für qualitative Modelle.

2. Der "Raum" in der soziologischen Theorie

Der "Raum" als materielle Umgebung des Menschen ist für die meisten Soziologen kein Thema. Dementsprechend kenne ich keine soziologische Theorie, die in ihren grundlegenden Annahmen die Beziehungen der Menschen im und zum Raum ausdrücklich anspricht und daraus ein komplexes sozial-zeiträumliches Erklärungsgebäude entwickelt. Allerdings beschreiben und erklären verschiedene Theoretiker auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus mit räumlichen Begriffen ihre soziologischen Phänomene. Indem sie aber nur gelegentlich den Raum berücksichtigen, haben sie ihn noch nicht durchgängig als unabdingbare Voraussetzung und allseitige Einflußgröße in ihren Theorien akzeptiert. Meines Erachtens müssen "räumliche", soziologische Theorien

- von der *Natur* ausgehen. Ihr gehört der Mensch selbst an und über seine Sinne erlebt er sie.
- Der dreidimensionale Raum beschreibt nur *einen* Aspekt der Natur. Deshalb muß bei sogenannten "räumlichen" Fragen oft die stoffliche "Natur" der Dinge (z.B. chemische Zusammensetzung von Bodenschätzen, Zustandsänderungen usw.) zur Erklärung einbezogen werden. Insoweit müßte man eher von einer Theorie der Menschen sowie ihres Umgangs mit und in ihrer Umwelt sprechen. Allerdings sind die besonderen Eigenschaften des Raumes hervorzuheben.
- Weil die "fünf" menschlichen Sinne und der Sinn menschlichen Handelns sich bedingen, hängt die Analyse sinnlicher Umwelterfahrungen unmittelbar mit der Erkenntnis-Perspektive der Theorie zusammen. "Verstehende" Soziologen werden daher eher das komplexe, subjektive Raumerlebnis analysieren, während "Reduktionisten" vereinfachend die meßbare Raumüberwindung betonen. Spielen beim methodologischen Individualismus die Aktionsräume der Handelnden eine erklärende Rolle, sind für den Emergentisten die Begriffe "Lage" (Erreichbarkeit) und "Verteilung" zentral.

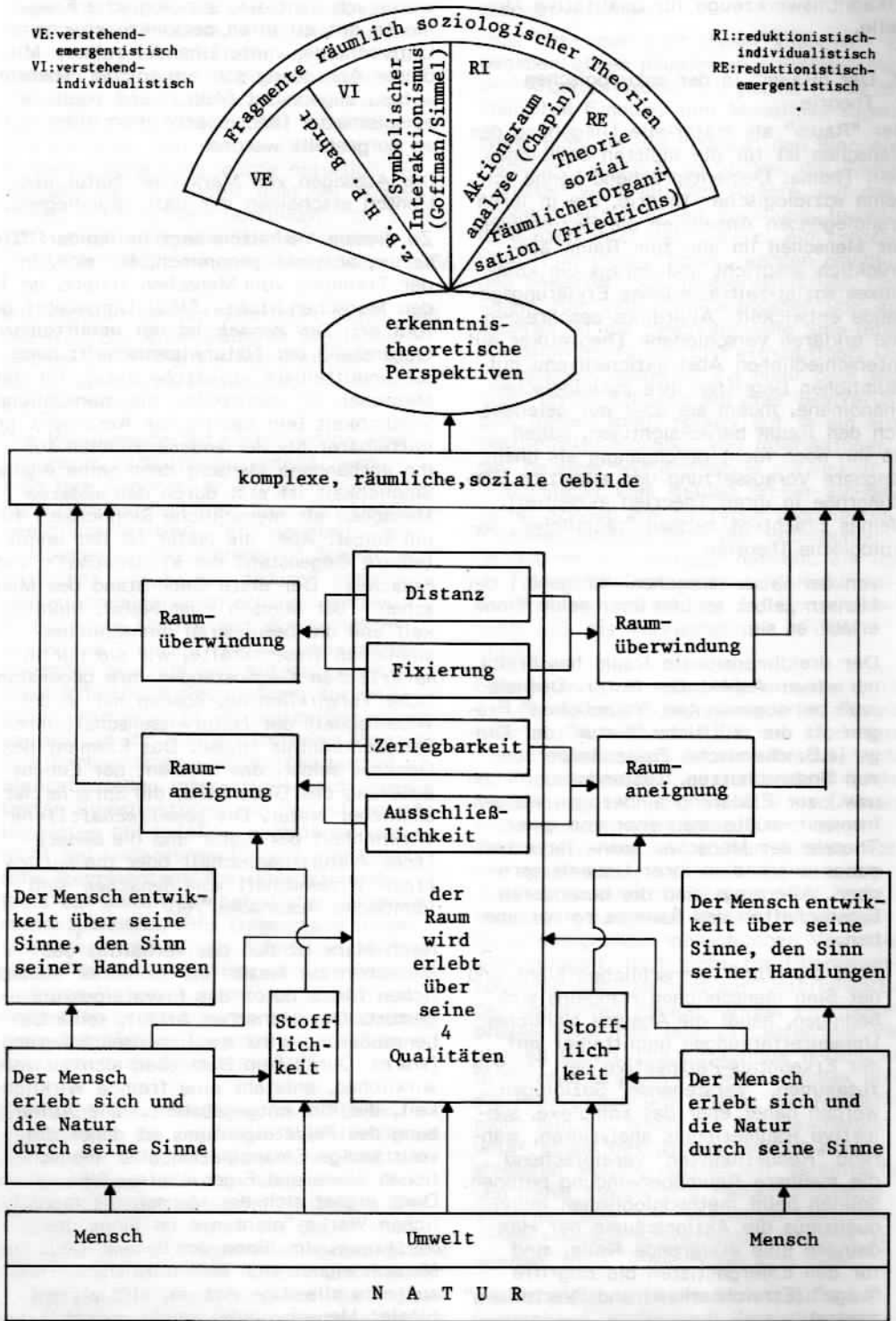
Da ich, wie gesagt, keine durchgängig räumliche, soziologische Theorie kenne, werde ich zentrale, soziologische Fragmente mit all ihren perspektivistischen Unterschieden hintereinander reihen. Mit dieser Anordnung soll ein solcher Theorieaufbau angedeutet (Abb.1) und zugleich beispielhafte Theorieartikel in aller Kürze vorgestellt werden.

Die Aussagen von Marx über Natur und Mensch erscheinen mir dazu grundlegend.

Zu diesem Verhältnis sagt er lapidar: "Die *Natur*, abstrakt genommen, für sich, in der Trennung vom Menschen fixiert, ist für den Menschen *nichts*."/59/ Umgekehrt betont er: "Der *Mensch* ist der unmittelbare Gegenstand der Naturwissenschaft; denn die unmittelbare *sinnliche Natur* für den Menschen ist unmittelbar die menschliche Sinnlichkeit (ein identischer Ausdruck), unmittelbarer als der *andere* sinnlich für ihn vorhandene Mensch; denn seine eigene Sinnlichkeit ist erst durch den *anderen* Menschen als menschliche Sinnlichkeit für ihn selbst. Aber die Natur ist der unmittelbare Gegenstand der *Wissenschaft vom Menschen*. Der erste Gegenstand des Menschen - der Mensch - ist Natur, Sinnlichkeit und die besonderen menschlichen sinnlichen Wesenskräfte, wie sie nur in *natürlichen* Gegenständen ihre gegenständliche Verwirklichung, können nur in der Wissenschaft der Naturwissenschaft ihre Selbsterkenntnis finden. Das Element des Denkens selbst, das Element der Lebensäußerung des Gedankens, die *Sprache* ist sinnlicher Natur. Die *gesellschaftliche* Wirklichkeit der Natur und die *menschliche* Naturwissenschaft oder die *natürliche* Wissenschaft vom Menschen sind identische Ausdrücke."/60/

Nach Marx ist nun das Verhältnis des Menschen zur Natur und zu seiner menschlichen Natur durch das Privateigentum gestört. Des Menschen Arbeit, seine Lebensäußerung wird zur Lebensentäußerung (Ware). Durch sein Bestreben sich zu verwirklichen, entsteht eine fremde Wirklichkeit, die ihm entgegensteht. "Die Aufhebung des Privateigentums ist daher die vollständige Emanzipation aller menschlichen Sinne und Eigenschaften."/61/ Dann eignet sich der Mensch die menschlichen Werke "nicht nur im Sinne des *Besitzens*, im Sinne des *Habens* (an). Der Mensch eignet sich sein allseitiges Wesen auf eine allseitige Art an, also als ein totaler Mensch. Jedes seiner *menschlichen*

Abbildung 1



Verhältnisse zur Welt, Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen, Denken, Anschauen, Empfinden, Wollen, Tätigsein, Lieben, - kurz alle Organe seiner Individualität, wie die Organe, welche unmittelbar in ihrer Form als gemeinschaftliche Organe sind in ihrem *gegenständlichen* Verhalten oder in ihrem *Verhalten zum Gegenstand* die Aneignung desselben, die Aneignung der *menschlichen* Wirklichkeit; ihr Verhalten zum Gegenstand ist daher die *Betätigung der menschlichen Wirklichkeit*."/62/

Goethe hat diese Haltung zur Umwelt und Natur, die er auch mit einer Änderung des Eigentumsbegriffs verbindet, in einem kurzen Gedicht/63/ beschrieben:

Eigentum

Ich weiß, daß mir nichts angehört
Als der Gedanke, der ungestört
Aus meiner Seele will fließen,
Und jeder günstige Augenblick,
Den mich ein liebendes Geschick
Von Grund aus läßt genießen.

Der Zugang zur Natur und damit auch zu sich selbst erfolgt demnach über die Sinne und der freie Zugang über die befreiten Sinne. Befreit sind sie aber, wenn der Mensch nach dem "Sein", nicht dem "Haben"/64/ strebt. Marx charakterisiert noch etwas, *wie* die Gegenstände ihm als seine werden: "das hängt von der *Natur des Gegenstandes* und der der Natur daher entsprechenden *Wesenskraft* ab; denn eben die *Bestimmtheit* dieses Verhältnisses bildet die besondere *wirkliche* Weise der Bejahung. Dem *Auge* wird ein Gegenstand anders als dem *Ohr* und der Gegenstand des Auges ist ein anderer als der des Ohres.... Nicht nur im Denken, sondern mit *allen* Sinnen wird daher der Mensch in der gegenständlichen Welt bejaht."/65/

Über die gegenseitige Abhängigkeit der körperlichen Sinne und dem Sinn, den wir unseren Handlungen unterlegen, fährt Marx fort: "erst durch den gegenständlich entfalteten Reichtum des menschlichen Wesens wird der Reichtum der subjektiven *menschlichen* Sinnlichkeit, wird ein musikalisches Ohr, ein Auge für Schönheit der Form, kurz, werden erst menschliche Genüsse und fähige Sinne, Sinne, welche als *menschliche* Wesenskräfte sich bestätigen, teils erst ausgebildet, teils erst erzeugt. Denn nicht nur die fünf Sinne, sondern auch die sogenannten geistigen

Sinne, die praktischen Sinne (Wollen, Lieben etc.), mit einem Wort der *menschliche* Sinn, die Menschlichkeit der Sinne wird erst durch das Dasein *seines* Gegenstandes, durch die *vermenschlichte* Natur. Die *Bildung* der fünf Sinne ist eine Arbeit der ganzen bisherigen Weltgeschichte."/66/

Viel mehr Konkretes führt Marx nicht mehr über die Sinne aus. Er betont aber noch einmal: "Die *Sinnlichkeit* muß die Basis aller Wissenschaft sein. Nur, wenn sie von ihr, in der doppelten Gestalt, sowohl des *sinnlichen* Bewußtseins als des *sinnlichen* Bedürfnisses ausgeht - also nur, wenn die Wissenschaft von der Natur ausgeht, ist sie *wirkliche* Wissenschaft."/67/

Auch wenn der Sinn menschlichen Handelns nicht *nur* durch die *natürlichen* Sinne geprägt sein sollte und transzendente Erfahrungen die Sinngebung beeinflussen, so bestimmt die sinnliche Erfahrung der Natur den Sinn von Handlungen doch ungemain stark. Jener Marx'sche Basissatz ist deshalb für eine die Umwelt betrachtende Soziologie unverzichtbar. Leider haben sich Soziologen kaum von dieser These leiten lassen. Ernstgenommen hat sie eigentlich nur Georg Simmel, der eine "Soziologie der Sinne" skizzierte. Für ihn sind Gefühle und verstandsmäßig verarbeitete Sinneseindrücke die Basis menschlicher Beziehungen und somit Ausgangspunkt der Soziologie. Über unser Verhältnis zum anderen führt er aus: "Unsere Sinneseindrücke von ihm lassen ihren Gefühlswert auf der einen Seite, ihre Verwendung zu einer instinktiven oder gesuchten Kenntnis seiner auf der anderen zusammen wirksam und praktisch eigentlich unentwirrbar zur Grundlage unserer Beziehungen zu ihm werden"/68/. Für Simmel sind der Gesichts- und Gehörsinn die soziologisch bedeutsamsten. Das *Auge* ermöglicht den wechselseitigen Blick, den sinnlich unmittelbarsten Ausdruck von Subjekt zu Subjekt. "Und so stark und fein ist diese Verbindung, daß sie nur durch die kürzeste, die gerade Linie zwischen den Augen getragen wird, und daß die geringste Abweichung von dieser, das leiseste Zursehtesehen, das Einzigartige dieser Verbindung völlig zerstört."/69/ Das Auge ist damit vorrangig ein "soziales" Organ. Sicherverstehen und Sichzurückweisen, Intimität und Kühle können durch Blicke ausgesandt und aufgefangen werden, denn der Blick ist "gerichtet" - entweder auf

den gemeinten Menschen, einen Punkt im Raum oder durch den Raum hindurch, wenn die Gedanken in die weite Ferne schweifen.

Anders das *Ohr*; da es nicht "gibt", sondern "bloß nimmt", ist es auch dazu verurteilt, alles zu nehmen, was in seine Nähe kommt."/70/ Ungerichtet nimmt es das Momentane, Variable wahr. Es hört das Vergängliche, das bald verklingt.

Die *Nase* ist distanzempfindlich. "Indem wir etwas riechen, ziehen wir diesen Eindruck oder dieses ausstrahlende Objekt so tief in uns ein, in unser Zentrum, assimilieren es sozusagen durch den vitalen Prozeß des Atems so eng mit uns, wie es durch keinen anderen Sinn einem Objekt gegenüber möglich ist - es sei denn, daß wir es essen. Daß wir die Atmosphäre jemandes riechen, ist die intimste Wahrnehmung seiner, er dringt sozusagen in luftförmiger Gestalt in unser Sinnlich-Innerstes ein, und es liegt auf der Hand, daß bei gesteigerter Reizbarkeit gegen Geruchseindrücke überhaupt dies zu einer Auswahl und einem Distanznehmen führen muß, das gewissermaßen eine der sinnlichen Grundlagen für die soziologische Reserve des modernen Individuums bildet."/71/

Der Geschmacksinn, den Simmel nicht behandelt, bezieht sich vorwiegend auf eß- und trinkbare Güter. Seien sie im Naturzustand oder verarbeitet, ihr Geschmack begleitet die lebensnotwendige Nahrungsaufnahme. Die Zunge, über die wir die Stoffe der Natur erkennen, strukturiert für uns zwar nicht den Raum, ihre Empfindungen bitter, süß, sauer übertragen wir jedoch oft auf Lebenssituationen, die wir suchen oder fliehen.

Den Raum unmittelbar erfahren wir aber stets durch den Tastsinn der *Haut*. Druck und Wärme, beides Ausdruck bewegter Natur, verspürt sie und läßt sie uns lustvoll oder schmerzhaft fühlen. (Den "Geschlechtssinn", den Simmel noch anführt, kann man sicherlich darunter zählen. Was wir als zärtlich empfinden, rührt aus der Berührung menschlicher *Körper* her.) Auch der Gleichgewichtssinn, der auf Bewegung und Druck reagiert, läßt uns den Raum spüren. Über ihn erfahren wir, was oben und unten ist und können damit den Raum strukturieren.

Wenn auch nicht unmittelbar an das Zentralnervensystem angeschlossen, so mel-

den Muskelspindeln den Spannungszustand eines Muskels weiter. Mit Druck und Zug bewegen die Muskeln den Menschen im Raum und lassen ihn Strecken und Höhen überwinden. Selbst wenn er durch fremde Kraft befördert wird, empfindet sein Organismus den Druck der Bewegung, der auf ihn wirkt. Darum können wir die Raumüberwindung, die durch Zug oder Druck des Organismus in einer bestimmten Zeit geleistet wird, mit der soziologischen Kategorie "Arbeit" fassen.

Wir haben nun mit Simmel - und etwas darüber hinaus - die Sinne, mit denen der Mensch sich und seine Natur begreift, nach ihren räumlichen Erfahrungsmöglichkeiten charakterisiert. Wir wissen auch, daß wir unsere Welt gleichzeitig mit mehreren Sinnen wahrnehmen. Wie erlebt aber der Mensch den Raum? Wie kann ein Soziologe ihn erfassen?

Simmel drückt den Satz von Marx, daß die Natur "für sich genommen" für den Menschen "nichts" ist, für den Raum ähnlich aus:

"Nicht der Raum, sondern die von der Seele her erfolgende Gliederung und Zusammenfassung seiner Teile hat gesellschaftliche Bedeutung."/72/

Er erläutert dies so: "Wenn eine Anzahl von Personen innerhalb bestimmter Raumgrenzen isoliert nebeneinander hausen, so erfüllt eben jede mit ihrer Substanz und ihrer Tätigkeit den ihr unmittelbar eigenen Platz, und zwischen diesem und dem Platz der nächsten ist unerfüllter Raum, praktisch gesprochen: Nichts. In dem Augenblick, in dem diese beiden in Wechselwirkung treten, erscheint der Raum zwischen ihnen ausgefüllt und belebt. Natürlich ruht dies nur auf dem Doppelsinn des Zwischen: daß eine Beziehung *zwischen* zwei Elementen, die doch nur eine, in dem einen und in dem anderen immanent stattfindende Bewegung oder Modifikation ist, *zwischen* ihnen, im Sinne des räumlichen Dazwischentretens stattfindet."/73/

Um die Bedeutung des Raumes für Gesellschaftsformen zu ergründen, untersucht Simmel einige Grundqualitäten der Raumform: Eine erste Grundqualität ist die *Ausschließlichkeit* des Raumes.

"Wie es nur einen einzigen allgemeinen Raum gibt, von dem alle einzelnen Räume Stücke sind, so hat jeder Raumteil eine Art von Einzigkeit, für die es kaum eine Analogie gibt. Einen bestimmt lokalisier-

ten Raumteil in der Mehrzahl zu denken, ist ein völliger Widersinn."/74/ Diese Qualität des Raumes hat ihre Folgen: "In dem Maß, in dem ein gesellschaftliches Gebilde mit einer bestimmten Bodenausdehnung verschmolzen oder sozusagen solidarisch ist, hat es einen Charakter von *Einzigkeit* oder Ausschließlichkeit, der auf andere Weise ebenso erreichbar ist. Gewisse Verbindungstypen können ihrer ganzen soziologischen Form nach sich nur so verwirklichen, daß innerhalb des Raumgebietes, das von einem ihrer Exemplare erfüllt wird, für kein zweites Platz ist."/75/

Ein Beispiel dafür ist der Staat.

Es gibt aber auch andere gesellschaftliche Gebilde (Assoziationskreise), die, "weil sie nicht auf eine bestimmte Ausdehnung begrenzt sind, auch nicht den Anspruch auf Einzigkeit innerhalb eines solchen besitzen. So konnten es auf dem Territorium einer Stadt beliebig viel soziologisch ganz gleich beschaffene Zünfte nebeneinander bestehen. Jede war eben die Zunft der ganzen Stadt, sie teilten die gegebene Ausdehnung nicht quantitativ, sondern funktionell, sie stießen sich nicht im Raume, weil sie als soziologische Gebilde nicht räumlich, wenn auch örtlich bestimmt waren. Ihrem Inhalte nach hatten sie die Ausschließlichkeit der Erfüllung räumlicher Ausdehnung, insoweit es für jedes bestimmte Handwerk eben nur eine Zunft in der Stadt gab und für eine zweite kein Raum war. Ihrer Form nach aber konnten unzählige Gebilde dieser Art widerspruchslos denselben Raum erfüllen."/76/

Eine zweite Qualität des Raumes ist seine *Zerlegbarkeit* in Einheiten. Um den Raum praktisch zu nutzen und aufzuteilen, müssen die Teile voneinander abgegrenzt werden. Jede derartige Grenze deutet Simmel jedoch als "Defensive und Offensive"; oder als den räumlichen Ausdruck einheitlichen Verhältnisses, das er als "den Indifferenzzustand von Defensive und Offensive" bezeichnet, "als einen Spannungszustand, in dem beides latent ruht, mag es sich nun entwickeln oder nicht."/77/

Die Grenze als räumlicher Ausdruck eines Indifferenzzustandes von Defensive und Offensive, verbindet sich aber mit seiner Darstellung der Gesellschaft als Geflecht verschiedener sozialer Kreise. Die Ziele, die in verschiedenen Kreisen angestrebt werden, können harmonisieren; sie können sich aber auch, zumindest teilweise, ge-

genseitig ausschließen. Sind diese Ziele räumlich relevant, so dokumentieren sie sich in Grenzen.

Die dritte Qualität des Raumes für soziale Gebilde (Kreise) liegt in der *Fixierung*, die er ihren Inhalten (Zielen) ermöglicht. Simmel symbolisiert diese Qualität durch den Ausdruck "Drehpunkt", zu dem er feststellt: "Die räumliche Festgelegtheit eines Interessengegenstandes bewirkt bestimmte Beziehungsformen, die sich um ihn gruppieren."/78/

In diesem Sinne wirken "Städte als Drehpunkte des Verkehrs für ihre engere und weitere Umgebung, d.h. jede läßt in sich unzählige dauernde und wechselnde Drehpunkte von Verkehrsaktionen entstehen."/79/

Eine vierte Qualität des Raumes wird als Nähe oder *Distanz* begriffen. Simmel schreibt Beziehungen auf weite Distanz in erster Linie eine gewisse intellektuelle Entwickeltheit zu, während er umgekehrt Beziehungen in lokaler Nähe mehr "sinnlichen Charakter" zurechnet. Die Bedeutung des Raumintervalls besteht für ihn darin, daß "es die Erregungen, Reibungen, Attraktionen und Repulsionen ausschaltet, die die sinnliche Nähe hervorruft, und so in dem Komplex der vergesellschafteten Seelenvorgänge den intellektuellen die Majorität verschafft."/80/

Fassen wir die vier Eigenschaften des belebten (sozialen) Raums zusammen, führt seine Zerlegbarkeit zu Teilräumen, die mehr oder weniger ausschließlich beherrscht werden. Ich möchte diese Seite des Raumerlebens mit dem soziologischen Begriff "Raumaneignung" bezeichnen. Die Fixierung von lebenden Körpern im Raum und ihre Distanz zueinander geht in den Begriff "Raumüberwindung" ein/81/. Sie ist die zweite grundsätzliche Form des Raumerlebens. Beide Seiten sind aber nicht unabhängig voneinander. Unter "Herrschaft" können wir beispielsweise die Herrschaft in einem Gebiet verstehen, in dem bestimmte Gesetze gelten. Das Territorium ist durch Grenzen fest umrissen und die Verfügungsgewalt bestimmter Personen eindeutig festgelegt. Andererseits herrschen die Mächtigen nur, indem sie sich dauernd auf Reisen begeben. Ist das Reich aber groß und der Kaiser weit, gilt sein Machtanspruch nur, insoweit er ihn an Ort und Stelle jederzeit durchsetzen kann.

Die mit dem "räumlichen" Begriffsinstrumentarium zu analysierenden räumlich-sozialen Phänomene sind vielfältig. Es können aber nicht für jede Erscheinung neue "räumliche Bindestrich-Soziologien (Familien-, Religions-, Betriebs-, Stadtsoziologie usw.) entwickelt werden. Vielmehr sind die Gedanken von Natur, sinnlicher Wahrnehmung, Raumeignung und -überwindung in die bestehenden allgemeinen Theorieansätze einzubauen. Unter ihrer jeweiligen Perspektive werden sie dann die räumlichen Aspekte betonen, die ihrer erkenntnistheoretischen Position entsprechen - mit all ihren Vor- und Nachteilen. Emergentistische Betrachtungen werden anders aussehen als die des methodischen Individualismus und verstehende anders als reduktionistische. Bisher sind räumliche Aspekte noch nicht durchgängig in solche Ansätze eingearbeitet. Ich möchte jedoch zum Abschluß dieses Theorieexkurses mit Textbeispielen zum Thema (Groß-)Stadt die Perspektiven illustrieren.

A) die verstehende, individualistische Perspektive

Wir haben Simmel bereits mit seinen generellen Überlegungen über die Sinne und den Raum kennengelernt. Mit einem Auszug aus "Die Großstädte und das Geistesleben"/82/ möchte ich seine Blickrichtung noch einmal verständlich machen:

"Die psychologische Grundlage, auf der der Typus großstädtischer Individualitäten sich erhebt, ist die Steigerung des Nervenlebens, die aus dem raschen und ununterbrochenen Wechsel äußerer und innerer Eindrücke hervorgeht. Der Mensch ist ein Unterschiedswesen, d.h. sein Bewußtsein wird durch den Unterschied des augenblicklichen Eindrucks gegen den vorhergehenden angeregt; beharrende Eindrücke, Geringfügigkeit ihrer Differenzen, gewohnte Regelmäßigkeiten ihres Ablaufs und ihrer Gegensätze verbrauchen sozusagen weniger Bewußtsein, als die rasche Zusammendrängung wechselnder Bilder, der schroffe Abstand innerhalb dessen, was man mit einem Blick umfaßt, die Unerwartetheit sich aufdrängender Impressionen. Indem die Großstadt gerade diese psychologischen Bedingungen schafft - mit jedem Gang über die Straße, mit dem Tempo und den Mannigfaltigkeiten des wirtschaftlichen, beruflichen, gesellschaftlichen Lebens - stiftet sie schon in den sinnlichen Fundamenten des Seelenlebens, in dem Bewußtseinsquantum, das sie uns

wegen unserer Organisation als Unterschiedswesen abfordert, einen tiefen Gegensatz gegen die Kleinstadt und das Landleben, mit dem langsameren, gewohnten, gleichmäßiger fließenden Rhythmus ihres sinnlich-geistigen Lebensbildes. Daraus wird vor allem der intellektualistische Charakter des großstädtischen Seelenlebens begreiflich, gegenüber dem kleinstädtischen, das vielmehr auf das Gemüt und gefühlsmäßige Beziehungen gestellt ist. Denn diese wurzeln in den unbewußteren Schichten der Seele und wachsen am ehesten an dem ruhigen Gleichmaß ununterbrochener Gewöhnungen. Der Ort des Verstandes dagegen sind die durchsichtigen, bewußten, obersten Schichten unserer Seele, er ist die anpassungsfähigste unserer inneren Kräfte, er bedarf, um sich mit dem Wechsel und Gegensatz der Erscheinungen abzufinden, nicht der Erschütterungen und des inneren Umgrabens, wodurch allein das konservativere Gemüt sich in den gleichen Rhythmus der Erscheinungen zu schicken wüßte.

So schafft der Typus des Großstädters, - der natürlich von tausend individuellen Modifikationen umspielt ist - sich ein Schutzorgan gegen die Entwurzelung, mit der die Strömungen und Diskrepanzen seines äußeren Milieus ihn bedrohen: statt mit dem Gemüte reagiert er auf diese im wesentlichen mit dem Verstande, dem die Steigerung des Bewußtseins, wie dieselbe Ursache sie erzeugte, die seelische Prärogative verschafft; damit ist die Reaktion auf jene Erscheinungen in das am wenigsten empfindliche, von den Tiefen der Persönlichkeit am weitesten abstehende psychische Organ verlegt. Diese Verstandesmäßigkeit, so als ein Präservativ des subjektiven Lebens gegen die Vergewaltigungen der Großstadt erkannt, verzweigt sich in und mit vielfachen Einzelerscheinungen."

Neuere Arbeiten des "Symbolischen Interaktionismus" (z.B. Goffmann) haben diese Analysetradition fortgeführt.

B) die reduktionistische, individualistische Perspektive

Die "Aktionsraumanalysen" sind ein klassisches Beispiel einer sehr viel "nüchternen" und "äußerlicheren" Betrachtung von Stadtbewohnern durch diese theoretische Brille. F. Stuart Chapin jr. ist mit seiner Veröffentlichung "Urban Land Use Planning" ein prominenter Vertreter dieser Richtung.

Aus seiner wie aus ähnlichen Arbeiten von Sozialökologen einige Hypothesen über Distanz und Aktivitäten/83/:

1. Personen streben danach, den Weg-Zeit-Aufwand zu minimieren.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit, mit der eine Aktivität ausgeführt wird/werden muß, und dem dafür akzeptierten Zeitaufwand: Je häufiger eine Aktivität (pro Tag/pro Woche) ausgeführt wird, desto kürzer soll der Aufwand dafür sein (zeitlich, Kosten).
3. Der Maßstab des erforderlichen Aufwandes entsteht durch subjektive Schätzungen des durchschnittlichen Aufwandes anderer Stadtbewohner für die Ausführung der Aktivität.
4. Wenn eine Expansion einer bereits ausgeübten Aktivität vorgenommen werden soll, dann geschieht dies mit hoher Wahrscheinlichkeit durch zeitliche Anlagerung an diejenige Zeit, in der die Aktivität bereits ausgeübt wird.
5. Wenn eine Expansion einer bereits ausgeübten Aktivität vorgenommen werden soll, dann geschieht dies mit hoher Wahrscheinlichkeit durch eine längere Benutzung der bereits zur Ausführung der Aktivität aufgesuchten Gelegenheit (Anlagerungsprinzip).
6. Ist eine Anlagerung nicht möglich, so werden Personen versuchen, entweder
 - a) an räumliche nahe Gelegenheiten auch die zeitliche Aufeinanderfolge der Aktivitäten anzupassen oder
 - b) an zeitlich aufeinanderfolgende Aktivitäten das Aufsuchen von Gelegenheiten anzupassen ('In der Zeit tue ich auch noch ...').Weil jede Überwindung von Distanzen zwischen Räumen Zeit kostet, ist die Lösung a) wahrscheinlicher. Dieser Mechanismus ließe sich als 'Einbau' bezeichnen. Beide Mechanismen, Anlagerung wie Einbau, sind Möglichkeiten, eine gegebene Aktivitätendifferenzierung beizubehalten bei relativ konstantem Zeit-Weg-Aufwand, relativ konstantem Zeitbudget und relativ konstantem Zeit-Raum-Budget.
7. Je enger eine Menge von Aktivitäten zeitlich aufeinanderfolgt, desto geringer sind die Distanzen zwischen den Räumen, in denen sie ausgeübt werden.

8. Wenn unterschiedliche Aktivitäten häufig aufeinanderfolgen, dann sind die entsprechenden Gelegenheiten auch räumlich nahe, d.h., es besteht eine geringe Distanz. Ausnahme: Aktivität 'Arbeiten'.
9. Je seltener eine Aktivität ausgeführt wird, desto räumlich entfernter kann die entsprechende Gelegenheit sein.
10. Je häufiger eine Aktivität ausgeführt wird, desto räumlich näher muß die entsprechende Gelegenheit sein.

C) die verstehende, emergentistische Perspektive

Der Kontrast zur vorherigen Darstellung springt sofort ins Auge, wenn wir wieder einen verstehenden, aber nun globaleren, vom 'Ganzen' ausgehenden - eben emergentistischen - Ansatz betrachten. Für Hans Paul Bahrdt ist "eine Stadt () eine Ansiedlung, in der das gesamte, also auch das alltägliche Leben die Tendenz zeigt, sich zu polarisieren, d.h. entweder im sozialen Aggregatzustand der Öffentlichkeit oder in dem der Privatheit stattzufinden. Es bilden sich eine öffentliche und eine private Sphäre, die in engem Wechselverhältnis stehen, ohne daß die Polarität verlorengeht. Die Lebensbereiche, die weder als 'öffentlich' noch als 'privat' charakterisiert werden können, verlieren hingegen an Bedeutung. Je stärker Polarität und Wechselbeziehung zwischen öffentlicher und privater Sphäre sich ausprägen, desto 'städtischer' ist soziologisch gesehen, das Leben einer Ansiedlung."/84/

"Öffentlichkeit entsteht () dort, wo durch spezifische Stilisierungen des Verhaltens dennoch Kommunikation und Arrangement zustandekommen. Die wichtigste Stilisierung des Verhaltens, die die Brücke über die Distanz schlägt, ist die Repräsentation, die, wie schon angedeutet ist, sehr verschiedene Formen haben kann. Sie äußert sich in besonderen Umgangsformen, spezifischen Formen der Geselligkeit, in der Kleidung, in charakteristischen Bauformen, auf die wir noch eingehen werden, und selbstverständlich in politischen Gebilden eigentümlicher Art, in denen sich die gleichen Strukturen wiederholen wie in der schlichten Situation des öffentlichen Straßenverkehrs."/85/

Die "Privatheit" ist bei Bahrddt eine Art Restkategorie. "Die Absonderung, die Ab-

schirmung nach außen läßt die kleine soziale Umwelt in ihrer Einheit und Eigenart im Unterschied zur Außenwelt bewußt werden und ermöglicht, daß ihre latente Eigengesetzlichkeit zum Zuge kommt. Bewußter Ausbau und Kultivierung der engsten sozialen und dinglichen Umwelt zu einem in sich geschlossenen System eigener Art: das sind die positiven Bestimmungen der Privatheit."86/

In einer neueren Arbeit über den "Straßenraum im Dorf" wird diese Denkrichtung konkretisiert:

"Ein wesentlicher Bestandteil der sozialen Funktion des Straßenraumes ist das Spannungsverhältnis zwischen der privaten Zone vor dem Haus und dem öffentlichen Raum der Straße.

Im privaten Teil der Seitenräume möchten sich die Bewohner der angrenzenden Gebäude in ihren Freibereichen (Eingangszone, Vorgarten, Hof) einerseits ungestört aufhalten; sie benutzen diese Räume als Kontakt- und auch als Rückzugsort. Andererseits möchten sie mit ihrem privaten 'Stück draußen' repräsentieren und diesen zur Straße gerichteten Raum als Statussymbol benutzen. Insbesondere in landwirtschaftlich dominierten Ortsteilen dienen die Seitenräume vielfach auch als Arbeitsräume und zwischenzeitliche Abstell- und Lagerflächen.

Im öffentlichen Teil der Seitenräume möchten die Dorfbewohner miteinander kommunizieren und interagieren, Kinder möchten hier spielen. In diesen Bereichen spielt sich im wesentlichen auch die alltägliche Kleinkommunikation in der Dorföffentlichkeit ab. Hier bieten sich günstige Gelegenheiten zur Kontaktaufnahme, denn hier 'sieht man und wird gesehen', hier kann man 'dabei sein, wo was los ist', hier kann man 'etwas tun, was die anderen auch sehen'."87/

D) die reduktionistische, emergentistische Perspektive

Es ist schwer unter dieser Perspektive einen geschlosseneren Ansatz zum Sozialgebilde "Stadt" zu finden. Aus der Vielzahl sozialökologischer Einzelstudien hat J.Friedrichs eine "Theorie sozialräumlicher Organisation" (SRO) zusammengestellt. Deren zentrale Aussagen lauten, "daß die soziale Differenzierung zu einer räumlichen Differenzierung führt, daß aufgrund einer sozialen Bewertung der Differen-

zierung die soziale Ungleichheit zu einer räumlichen Ungleichheit führt. Die beiden hauptsächlichsten Indikatoren der sozialen Ungleichheit sind: sozialer Status und Stellung im Lebenszyklus, die beiden hauptsächlichsten Indikatoren der räumlichen Ungleichheit: Erreichbarkeit und Bodenpreise. Der wichtigste Prozeß, der die soziale und räumliche Ungleichheit verbindet (genauer: deren Funktion ist), ist die Mobilität. Die aperiodische Form der Mobilität ist die Migration (Zu-, Fort- und Umzüge), die periodische Form das Pendeln (zwischen Wohnstätte und Arbeits-, Ausbildungs- und Einkaufsstätte u.a.). Daher sind die Untersuchungen der Segregation (als Folge der Migration) und der Aktionsräume (als Folge des Pendelns) die wichtigsten Bereiche der Stadtanalyse."88/

Einige ergänzende Hypothesen sollen noch den Charakter dieser Perspektive illustrieren:

"Je größer die soziale Differenzierung, desto größer die Zahl sozialer Konflikte. Je größer die soziale Differenzierung, desto unterschiedlicher die Normen. Je größer die sozialen Konflikte oder je größer die Zahl konkurrierender Normen, desto größer die räumliche Konzentration homogener (normenähnlicher) Bevölkerungsmitglieder in städtischen Teilgebieten."89/

Eine große Zahl soziologischer Arbeiten über den Raum wurden hier nicht einmal erwähnt. Das beabsichtigte ich auch nicht bei meinem Systematisierungsversuch. Deswegen möchte ich den interessierten Leser auf weitere, einen Überblick vermittelnde Arbeiten von Albrecht, Atteslander, Konau und Obermaier im Literaturverzeichnis verweisen.

Zusammenfassung des Kapitels 3

Der Theorieexkurs zur räumlichen Modellbildung ist nötig, da Modelle als "formalisierte Theorien" verstanden werden. Insbesondere für den Nicht-Soziologen werden zentrale erkenntnistheoretische Aspekte eingeführt und erläutert. Zudem werden in der Literatur verstreute Theoriebruchstücke so zusammengesetzt, daß der Aufbau räumlich-soziologischer Theorien erkennbar wird.

Auf die Fragen: Was ist der Gegenstand der Soziologie? und wie ist er zu begreifen und zu erklären? antworten jeweils gegensätzliche Theorie-Schulen. Es formu-

liert das "was" der "methodologische Individualismus" gegen den "Emergentismus" und das "wie" eine "verstehende" gegen eine "reduktionistische" Erklärungsstrategie. Während *Emergentisten* soziologischen Phänomenen, wie z.B. der Großstadt, eine Wesenhaftigkeit zuschreiben, die die einzelnen Personen nicht besitzen und von dieser Wesenhaftigkeit aus Erklärungen verlangen, sehen die *methodologischen Individualisten* diese Erscheinungen über die Psyche der Individuen gebildet. Ihr Zusammenspiel ist aus den Einzelverhalten zu synthetisieren. Unabhängig von diesen Positionen verlangen *verstehende* Soziologen "den Sinn einer Handlung deutend zu verstehen", während *Reduktionisten* Handlungen über "Basisstrukturen" (dahinterliegende Gesetzmäßigkeiten) zu erklären versuchen. Der jeweilige Subjektive Sinn ist ihnen unwesentlich. Aus den vier Perspektivkombinationen bietet sich der *reduktionistische Individualismus* am deutlichsten für Compu-

termodell ohne Funktionsgleichungen an. Räumlich-soziologische Theorien müssen von der *Natur* ausgehen. Ihr gehört der Mensch selbst an und über seine *Sinne* erlebt und begreift er sie. Der dreidimensionale Raum beschreibt nur einen Aspekt der *Natur*. Nach grundlegenden Aussagen von K.Marx dazu, werden nach G.Simmel die räumlichen Eigenschaften der fünf menschlichen Sinne (sehen, hören, riechen, schmecken, fühlen) betrachtet. Sie leiten über zu vier *Raumqualitäten*.

Die Ausschließlichkeit und die Zerlegbarkeit führen zur soziologischen Kategorie "*Raumaneignung*" und die Fixierung und Distanz zur "*Raumüberwindung*". Diese "*Gegenstände*" räumlich-soziologischer Theorien sind in die bestehenden allgemeinen Theorien einzubauen. Entsprechend den verschiedenen erkenntnistheoretischen Perspektiven illustrieren abschließend vier Textbeispiele zur Großstadt vorhandene räumlich-soziologische Ansätze.

Kapitel 4

Theoretische und praktische Bedingungen des Modellbaues

Mit dieser Einführung in den Modellbau ohne Differentialgleichungen greife ich eine fast vergessene Tradition des Soziologischen Instituts der Freien Universität Berlin auf. In den sechziger Jahren diskutierte eine Gruppe um Renate Mayntz die insbesondere von amerikanischen Forschern entwickelten soziologischen Modelle und stellten sie kritisch kommentiert vor/90/. Das damalige Verständnis von Modell als "verbale Theorie in symbolischer Sprache" oder "formalisierte Theorie"/91/ gilt auch für diese Arbeit. Deswegen wiederhole ich noch einmal die drei wesentlichen Eigenschaften eines Modells:

1. Es abstrahiert einen Teil aus der Wirklichkeit
2. es isoliert die Elemente in diesem Wirklichkeitsbereich und zwar auf selektive Weise
3. es macht möglichst, aber nicht notwendig, empirisch fundierte Annahmen über die Beziehungen zwischen ihnen."/92/

Insoweit unterscheidet es sich nicht grundsätzlich von den unterschiedlichen soziologischen Theorieperspektiven, die ich im Kapitel 3.1 angesprochen habe; nur ist naheliegend, daß die verschiedenen Theorieansätze zu stark abweichenden Modelltypen führen - soweit sie sich überhaupt formalisieren lassen. Bevor ich jedoch über die Modelltypen und ihre Konstruktionsprinzipien, ihren Datenbedarf, Darstellungsformen und ihre Empfindlichkeiten spreche, möchte ich den Begriff der "Simulation" noch etwas erläutern.

Nach Mayntz sind Simulationsmodelle "Operationsmodelle von Vorgängen in sozialen Systemen, die in einem Computer nachgebildet werden, so daß über Zeit (und Raum) ablaufende Prozesse in allen Einzelheiten reproduziert werden."/93/

Wenn auch in diesen Modellen addiert und subtrahiert wird, so bleiben als Kernstück ihrer Computerprogramme "logische Operationen" und keine mathematischen Gleichungen, wie sie im Kapitel 2.1.5 beschrieben werden. Die logischen Operationen folgen der Gedankenführung der benutzten Theorie. Je ausgearbeiteter

diese Theorie ist, desto komplexer sind die verknüpfenden Operationen des Modells. Simulationsmodelle werden "häufig gerade dann angewandt, wenn eine mathematische Formalisierung zu kompliziert oder dem Gegenstand nicht adäquat erscheint, und sie verlangen darum im Prinzip auch keine besonderen mathematischen Kenntnisse."/94/

Die von Mayntz stets erwähnte Nachbildung von Operationsmodellen "in einem Computer" schränke ich allerdings ein. Verstehend-individualistische Simulationen sind meines Erachtens als "Planspiele" geradezu perspektivisch notwendig in lebenden Gruppen durchzuführen, was ihrem Modellcharakter keinen Abbruch tut.

1. Theoriegehalt und Modelltyp

Wer aus einer Theorie ein Modell formen will, muß fragen, ob die theoretische Perspektive sich formalisieren läßt und wie entwickelt ihr Ansatz ist. Besteht er mehr oder weniger nur aus beschreibenden Feststellungen oder enthält er erklärende Thesen? Erst letztere machen eigentlich den Ansatz zum Theoriefragment.

Wenden wir uns den räumlich-emergentistischen Theorien zu. In ihnen wird eine Gesamtschau städtischen Lebens versucht. Das Wesen des überindividuellen Gebildes, das "mehr ist, als die Summe seiner Teile", steht im Blickpunkt. Eine verstehende Interpretation, die die "öffentlichen" und "privaten" Sphären betrachtet, die die "Stilisierung des Verhaltens", die Umgangsformen, Kleidung, Bauformen deutet, ist zwar sehr differenziert, aber meist vage und verallgemeinernd. Die einführend beobachteten Einzelergebnisse sind nur punktuell aufeinander bezogen, oft sogar isoliert. Zahlenmäßig gestützte, eventuell sogar repräsentativ-statistische Angaben fehlen in der Regel. Die gefundenen Informationen sind wichtig für die politische Argumentation, aber ein nach herkömmlich wissenschaftlichen Methoden geformtes Modell, gar für den Computer, scheint mir damit unmöglich. Nur

künstlerische Arbeit kann diese Erkenntnisse in eine geschlossene Form (Musik, Bild, Plastik) bringen.

Anders gelingt dies reduktionistischen Denkern. Beispielsweise schuf B.Greuter ein emergentistisches Modell des "Wachstums und der Verteilung der Nutzungen in einer Stadtregion". Er erklärte diese "Systemeigenschaften" aus der "Qualität der Austauschbeziehungen" im Stadtgebiet insgesamt und einzelner Teilräume/95/. Im Modell sind Rückkoppelungen zwischen der Verkehrsbedienung und der Flächennutzungsentwicklung formuliert, "die mit Hilfe der veränderlichen Erreichbarkeit zwischen den Nutzungen (räumliche Arbeitsteilung) erfaßt sind...". Sie ergeben sich insbesondere aus dem knappen Entwicklungsfaktor 'Fläche' und der unterschiedlichen 'Machtausstattung' der einzelnen Nutzungen (Verdrängungen)."/96/ Diese Beziehungen entfalten eine "Eigendynamik", d.h. "die Struktur des Systems selbst bestimmt seine Entwicklung und nicht irgendwelche außerhalb des Systems liegende Faktoren"/97. Die Zusammenhänge sind mathematisch durch Gleichungssysteme abgebildet.

In der emergentistischen Denktradition des großen Ökonomen v.Thünen hat Greuter ein dynamisches, räumliches Modell kapitalistischen Städtewachstums versucht, das als Prototyp gelten kann. Seine Übertragungen auf die Region Zürich zeigt jedoch, daß "für Teilräume, die noch nicht sehr stark in den arbeitsteiligen Austauschprozeß der Stadtregion einbezogen sind", die Entwicklung noch nicht befriedigend rekonstruiert werden konnte /98/. Dies erscheint mir ein perspektivisch bedingter Mangel, da individualistisch-freiere, weniger durch Systemzwänge bestimmte Entscheidungen dort wirkten. Diese Modellschwäche ist aber angesichts des hoch komplexen Themas "Wachstum und Verteilung der Nutzungen in einer Stadtregion" gering. Modelle, die auf dem methodischen Individualismus beruhen, können derzeit noch nicht dieselbe umfassende Thematik gleichwertig bearbeiten.

Emergentistische Modelle haben ihrer Perspektive gemäß noch weitere Schwächen/99/. Insbesondere sind sie weniger maßnahmeempfindlich. Nur grobe Änderungen, wie z.B. der radiale Straßenausbau, erhöhtes Flächenangebot im Stadtzentrum, U-Bahnbau sind durchrechenbar/100/.

Trotzdem halte ich diese Ansätze dann für angebracht, wenn die Thematik "ganzheitlich" oder global gestellt ist, Informationen über Zahl und Verhaltensweise von Teilnehmern unzureichend sind und nur grobe, aber längerfristige Aussagen verlangt werden.

Emergentistisch-reduktionistische Theorien werden oft nicht zu Computermodellen formalisiert. In Szenarien (siehe Kap. 2.1.2) können ihre Thesen durchgespielt und globale Entwicklungen abgeschätzt werden. Insbesondere versucht man mit ökonomischen Kreislauftheorien Prognosen, die als Eingangsdaten (z.B. Einkommenshöhe) für individualistisch-reduktionistische Modelle dienen.

Die "verstehenden" raumbezogenen Theorieversuche des methodologischen Individualismus sind, wie die verstehenden, emergentistischen Ansätze, nicht für eine computergerechte Formalisierung geeignet. Indem sie nach dem subjektiven Sinn von Handlungen und den dahinter stehenden Basisstrukturen fragen, vertiefen sie sich rasch in den Einzelfall. Unschärfe Deutungen und viele Sinnuancen lassen sich über viele Personen hinweg schwer zusammenfassen. Zwar ordnet Max Weber /101/ mittels "reiner Typen" das breite Spektrum der Möglichkeiten, trotzdem entziehen sich seine Ergebnisse einer "Berechnung". Man kann sich wohl mit Textprogrammen von Computern bei der Analyse von Texten behelfen, aber auch sie erweitern nur begrenzt die intersubjektive Vergleichbarkeit. Sinnverschiebungen durch den Tonfall oder die Gestik sind damit nicht mehr zu erkennen. Verstehende Soziologen bereiten deshalb ihre Ergebnisse entsprechend "unscharf" auf. In der Folge verschließen sich erläuternde Abhandlungen, wie die von Georg Simmel (siehe Kap. 3.2) jeder Computerformalisierung. "Verstehende" Simulationen erscheinen mir deshalb nur in Form von "Planspielen" in Gruppen möglich. Mit ihnen verfolgt der Forscher den Ablauf eines Entscheidungsvorgangs mit räumlichen Konsequenzen. Ob, wie, wann und was die einzelnen Mitglieder einer Gruppe in diesem gespielten Prozeß äußern, erklärt die Motive und ihren Einfluß auf das Ergebnis. Das Verfahren beruht auf einer Gruppen- und Kommunikationstheorie, ist vorstrukturiert (Spielregeln), und die Aussagen werden mit hermeneutischen Methoden bearbeitet, kurz: ein

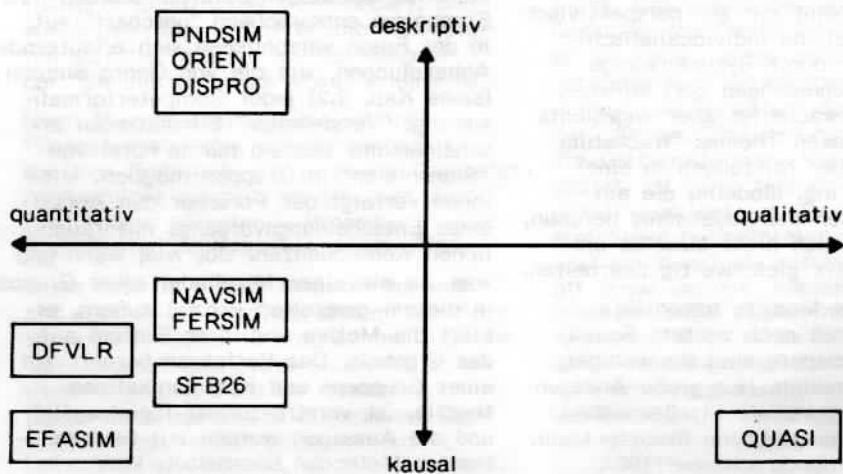
Simulationsmodell mit eigenem (qualitativen) Erfahrungsgehalt. Eine Skizze dieses Verfahrens ist im Kapitel 10 entworfen.

Bleibt als letzte Perspektive der reduktionistische, methodologische Individualismus. Er ist für Computersimulation ohne Differentialgleichungen am geeignetsten. Homans, den wir als Wortführer dieser Theorie kennengelernt haben und der auch den Computer als Hilfsmittel komplexer Betrachtungen empfiehlt, schreibt über die Formalisierung:

"Der Versuch, eine Theorie in Gestalt eines mathematischen Modells zu repräsentieren, bringt viele Vorteile mit sich. Er zwingt den Theoretiker dazu, deutlich zu machen, wie seine Variablen zu definieren sind. Er zwingt ihn dazu, die Beziehungen zwischen den Variablen - die Funktionen, die sie miteinander in Beziehung setzen - viel genauer zu formulieren, als dies bei verbal formulierten Theorien üblicherweise geschieht. Das Modell ermöglicht es ihm, bei seinen Deduktionen die Fehlschlüsse zu vermeiden, die sich beim Argumentieren in der Umgangssprache stets einschleichen. Vor allen Dingen ermöglicht es ihm, im Falle komplizierter Theorien Ableitungen vorzunehmen, insbesondere neue und unerwartete, zu denen eine umgangssprachliche Argumentation überhaupt nicht gelangen könnte. Man sollte also die Entwicklung mathematischer Modelle vorantreiben,

insbesondere derjenigen, die einen hohen empirischen Gehalt haben."/102/

Herbert A. Simon, der eine "formale Theorie der Interaktion in sozialen Gruppen" /103/ mit Homans Theorie versuchte, rechnet genau diese Eigenschaften dem reduktionistischen Individualismus zu. Aber nicht nur mathematische Modelle lassen sich mit diesen Theorien bilden. Die Modellversuche dieses Buches beruhen ebenfalls auf mehr oder weniger ausformulierten Theorien dieser Art. Allerdings kennzeichnet ihr Entwicklungsstand erheblich den Reifegrad der Modelle. Die Menge der Thesen und ihre ausdrückliche oder nur indirekte Zuordnung weichen bei den Theorien(-fragmenten) erheblich voneinander ab. Manchmal sind es nur einfache Zustandsbeschreibungen mit einem genauso simplen Zuordnungsmechanismus (Nachfrager suchen das Angebot auf). Anspruchsvollere Theoriefragmente besitzen hingegen erklärende Hypothesen und abgeleitete Gesetzmäßigkeiten aus anderen Wissenschaftsbereichen, z.B. der Biologie oder Arbeitsmedizin. Ich unterscheide deshalb zwischen mehr beschreibenden (deskriptiven) und stärker erklärenden (kausalen) Modellen, die aus ihnen formalisiert werden können. Da ich zudem noch die individualistischen Ansätze nach reduktionistischen (quantitativen) und verstehenden (qualitativen) unterscheide, lassen sich die hier vorzustellenden Modelle in ein Schema zuordnen:



Mit den Modellen im linken, oberen Quadranten werden wir beginnen, um dann mit den komplizierten kausal-quantitativen fortzufahren (teilweise enthalten jene Bauelemente einfachere Modelle). Damit sind die Bauprinzipien räumlicher Computermodelle vorgestellt. Das Modell "QUASI" illustriert nur noch eine alternative Simulationstechnik, die aber nicht mehr Kern dieser Arbeit ist.

2. Anforderungen an soziologische Prognosemodelle

Ein Prognosemodell, das ein *brauchbares* Abbild der Wirklichkeit sein soll, muß meines Erachtens vier zentralen Anforderungen genügen:

1. es muß einem theoretischen Konzept folgen, dementsprechend differenziert Einflußgrößen ausweisen und sinngemäß miteinander verknüpfen,
2. es muß gute Abbildungseigenschaften haben, d.h.
 - es muß möglichst viele politisch relevante Gruppierungen unterscheiden können sowie "maßnahmeempfindlich" sein
 - und zahlenmäßig zutreffende Beschreibungen liefern,
3. es darf dem Anwender keine außergewöhnlich hohe Kosten bereiten,
4. es muß für den Laien gut durchschaubar sein.

Inwieweit ein Modell sozialer Beziehungen einer soziologischen Theorie folgen kann und soll, habe ich in den bisherigen Kapiteln schon dargelegt. So trivial diese Forderung ist, so wenig wird sie bislang befolgt. Da es an speziell zubereiteten, soziologischen Ansätzen mangelt, ist diese Forderung besonders von Nicht-Soziologen kaum erfüllbar. Zwar wird dieser Mangel auf Fachtagungen beklagt /104/, theoretische Versuche sind mir, außer den hier geschilderten, aber nicht bekannt geworden/105/. Obwohl schon die planende Verwaltung verlangt, daß ein "brauchbares" Modell das Verhalten von Individuen widerspiegeln und zugleich Aussagen über ihre Reaktionen auf Veränderungen in ihrer Umwelt erlauben muß/106/, unterbleiben theoretische Versuche durch Modellbauer. Vielmehr übertrifft sie jener fordernde Verwaltungsbeamte, dem es "richtiger" erschien, "nicht von Individuen auszugehen, sondern die

Haushalte als Ausgangsbasis zu nehmen, weil Verhalten nur im Kontext mit den vielfältigen Restriktionen im Haushalt richtig gedeutet werden kann"/107/. Wanderungen, als wesentlicher Teil von Bevölkerungsprognosen, wie alltägliche Verkehrsbeziehungen, müssen sicherlich unter dieser Perspektive angegangen werden.

Mangels ausgearbeiteter Theorien müssen deshalb grob skizzierte Beschreibungen und stark vereinfachte "soziologische Gesetze" die Modelle begründen. Je weniger sie aber erklären, desto unbrauchbarer sind ihre Aussagen. Sie sind in der Regel undifferenziert und lassen nur wenig Kombinationen zu.

Damit gelangen wir zur zweiten Forderung. Wo wenig unterschieden wird, werden auch nicht viele "politisch-relevante Gruppierungen" gesehen. Wenige "maßnahmeempfindliche" Faktoren lassen ebenfalls ein Modell zum unbrauchbaren Instrument werden. Insofern bedingt der Theoriegehalt die Abbildungseigenschaften.

Ich meine damit zunächst die *qualitative* Abbildungsgenauigkeit. Ein soziologisches Modell hat vorrangig die Bevölkerung nach "relevanten" Merkmalen zu unterscheiden. Was relevant ist, hängt natürlich von der Theorie und damit letztlich vom Erkenntnisinteresse ab. Zumeist sind aber die Individuen nach ihrer Haushaltssituation (Personenzahl, Einkommen), Alter, Geschlecht und Berufstätigkeit zu betrachten. Die Kombination dieser Merkmale beschreiben verschiedene soziale Lagen und lassen später erkennen, wer besonders durch Maßnahmen belastet oder begünstigt wird. Ohne diese Differenzierungen sind die Modelle gesellschaftspolitisch blind. Keine noch so genau gerechneten Zahlenwerte mit einem Bevölkerungseinheitstyp können diese soziale Unschärfe ausgleichen.

Wenn die räumlichen Objekte, wie Wohnungstypen, Arbeitsstätten, Schulen etc. aber auch alle Verkehrsmittel, gut unterschieden sind, schärfen sie die Abbildungsfähigkeit des Modells. Herkömmliche, mathematische Verkehrsmodelle kannten zum Beispiel nur "Individualverkehr" (sprich: PKW) und "Öffentlichen Verkehr" (Bus, Bahn). Radfahrer und Fußgänger tauchten erst gar nicht auf. Wie kann man aber von Abbildungsgenauigkeit

sprechen; wenn fast die Hälfte aller werktäglichen Wege/108/ unterschlagen werden?

Eine möglichst kleinräumige Gebietseinteilung kommt ebenfalls der Planung entgegen. Modelle sollten sich deshalb bei städtischen Analysen auf Baublöcke beziehen. Zu größeren Gebietseinheiten lassen sie sich später stets zusammenfassen. Während die räumlichen Einheiten bei den meisten Bevölkerungsprognosemodellen noch oft viel zu groß sind, unterteilen Verkehrsmodelle ihre Gebiete viel feiner. Sie sind hier weniger zu kritisieren als bei ihren Zeitintervallen, in denen sie die berechneten Personenmassen hin- und herpendeln lassen. Tagesdurchschnittswerte sind sehr viel weniger brauchbar als Angaben zu verschiedenen Tagesperioden. Erst diese erlauben genauere Rückschlüsse auf die tatsächliche Strecken- und Umweltbelastung.

Simulationsmodelle sind jedoch besonders nach ihrer "Maßnahmeempfindlichkeit" zu bewerten. Je breiter die Palette der durchspielbaren Maßnahme, desto umfassender kann der Planer sich informieren. Die "Maßnahmeempfindlichkeit" der Modelle beruht aber letztlich auf der differenzierten Beschreibung von Personen und räumlich-technischen Einheiten. Diese müssen sich in ihren Dimensionen entsprechen; beispielweise das Zeit- und Finanzbudget eines Personentyps sowie Geschwindigkeit und Fahrtkosten von Verkehrsmitteln. Über diese Abhängigkeiten kann das Modell für Fahrplan- und Tarifänderungen "sensibilisiert" werden. Oder: In Bevölkerungsprognosemodellen lassen sich Abriß, Neubau und Modernisierungsmaßnahmen simulieren. Sie wirken entsprechend der Haushaltsituation von Nachfragern und der Art des Wohnungsangebots. Die Maßnahmenliste ließe sich fortsetzen... Halten wir jedoch fest: die Abbildungseigenschaften eines Modells (und damit auch seine Brauchbarkeit) beruht vorrangig auf seinen inhaltlichen Unterscheidungsmöglichkeiten. Wie steht es aber mit seiner *quantitativen* Abbildungsgenauigkeit? Wie kann man sie überprüfen? Die klassische Antwort der Modellbauer lautet: "durch Vergleich der Zähl- und Rechenwerte." /109/

Mit dem Zauberwort "kalibrieren" werden bis zum heutigen Tag die meisten Modelle "stimmig" gemacht, d.h. gerechnete

Zahlenwerte den gezählten angepaßt (vgl. Kap. 2.2). Wenn man mit den "richtigen" Hochzahlen solange die Modellvariablen getrimmt hat bis die Rechenergebnisse mit Zählungen übereinstimmen, gilt das Modell als gut. Weil jedoch diese Angleichungsprozesse sehr aufwendig sind und diese "Kunst" die Theorielücken überbrücken mußte, geriet sie zum Gütezeichen schlechthin. Die erste Frage dieser "Künstler" zu einem neuen Modell lautet deshalb stets: wie haben Sie es kalibriert?

Es ist zwar unzweifelhaft richtig, daß ein brauchbares Prognosemodell/110/ die Wirklichkeit auch zahlenmäßig zutreffend abzubilden hat. Was aber ist die Wirklichkeit? Wie wird sie dargestellt? Spiegeln die Zählungen denn die Wirklichkeit "richtig" wider?

Häufig sind die ausgezählten Kategorien sehr grob, d.h. sozial wenig differenziert. Feinere Unterscheidungen sind gar nicht mehr durchführbar, weil die Gruppen zu allgemeineren Kategorien zusammengefaßt sind. Oder: Bestimmte Gruppen oder Aktivitäten werden gar nicht erfaßt. Beispielsweise werden oft aus Kostengründen Ausländer in einer Erhebung nicht befragt, oder im Fernverkehr sind die PKW-Reisenden völlig unzureichend dokumentiert. Daß die große Menge der zu Fuß oder per Rad zurückgelegten Wege in der Regel nicht erfaßt wurden, habe ich schon erwähnt. Wie will man angesichts dieser unzureichenden Zählungen die quantitative Brauchbarkeit eines Modells vergleichend beurteilen? Und selbst wenn verlässliche Zählungen für einen Zeitpunkt vorliegen und die Rechenwerte eines Modells mit ihnen übereinstimmen, wer garantiert, daß nicht mehrere Fehler des Modells sich zahlenmäßig gerade ausgleichen? Für "wahr" erklären kann man diese Modelle quantitativ nicht, höchstens "widerlegen".

Die Abbildungsgenauigkeit von Modellen, auch die zahlenmäßige, liegt einzig und allein in der Klarheit ihrer Theorien und der Schärfe ihrer Begriffe. Selbst wenn ein solches Modell mit unzutreffenden Daten "gefüttert" wird und dann "offensichtlich" unrealistische Ergebnisse auswirft, spricht dies nicht gegen das Modell, nur gegen die *Datengrundlage*.

Damit ist das nächste Brauchbarkeitskriterium berührt: Das Modell darf dem

Anwender keine außergewöhnlich hohe Kosten bereiten. Dieses praktische Argument ist besonders für differenzierte Modellbauversuche zu beachten. Differenzierte Modelle benötigen mehr Rechenzeit und Rechenzeit kostet Geld. Aber schon mittelfristig erscheint mir dies kein entscheidendes Argument gegen Simulationsmodelle. Neue Computersysteme werden immer leistungsfähiger und schneller und damit die Rechenzeit billiger. Teuer hingegen ist das "Füttern" der Computer mit entsprechenden Daten. Aus der speziellen Theorie abgeleitete Personen- oder Objektbeschreibungen finden sich meist nicht oder nicht vollständig in den vorhandenen Dateien der Anwender. Gibt es sie jedoch, so sind sie in der Regel nicht räumlich fein genug dokumentiert oder nach unterschiedlichen Raumbezugssystemen (Raster, Maschen, Bezirke etc.) gegliedert. Besonders Rechenzentren der Planungsverbände und Kreise haben die gemeindlichen Dateien noch nicht vereinheitlicht. Dies zu ändern ist sehr aufwendig. Sind aber Daten mit einigem Aufwand noch räumlich umzugruppieren, so steigen die Kosten enorm, wenn neue Daten erhoben werden müssen. Durch diese Hürde werden eine Reihe von Modellen zum akademischen Dornröschenschlaf verbannt. Es ist zwar nicht der einzige Grund - meines Erachtens haben sich Modelle durch ihre theoretische Primitivität und mathematische Kompliziertheit selbst in Mißkredit gebracht - aber der Aufwand der Planer, hohe Erhebungskosten, bürokratische Wege zum Rechenzentrum und unhandliche Ergebnisdarstellungen lassen potentielle Anwender zurückschrecken. Von 8.500 Gemeinden und 235 Kreisen und Kreisfreien Städten sowie Planungsverbänden, Regierungsbezirken und Bundesländern hatten 1978 "nur etwa 60 der größten Städte und acht der elf Länder bisher überhaupt erste Schritte in Richtung auf ein (computergestütztes) räumliches Planungsinformationssystem unternommen."/111/

Die meisten Anwender sorgen sich mehr um einfache statistische Auswertungen mit Kreuztabellen und Histogrammen, evtl. noch um kartographische Gebietsdarstellungen. Modelle, mit Ausnahme einfacher Bevölkerungsprognosen, sind für sie ferne Zukunftsmusik. Deswegen steckt der Modellbauer in einem Dilemma: will er bessere Planungsmodelle konstruieren, benötigt er differenzierte Daten; aber

genau dies behindert den Modelleinsatz in der konkreten Planung. Der Ausweg liegt meines Erachtens nun nicht darin, auf bessere Modelle zu verzichten, sondern vom Stand gut geführter Dateien auszugehen und deren Informationsgehalt in die Modelle einzubringen. Ergänzende Informationen, z.B. über bestimmte Verhaltenswahrscheinlichkeiten müssen dann, unabhängig vom Gebiet, aus anderen Untersuchungen übertragen werden. Beispiele werden wir in den hinten aufgeführten Modellen kennenlernen.

Das letzte Brauchbarkeitskriterium ist ebenfalls politisch praktisch. Wenn vor Gemeinderäten oder auf Bürgerversammlungen Ergebnisse von Planungsmodellen vorgestellt werden, sind sie für viele Zuhörer fragwürdig. Die fremden Abkürzungen und die unbekannteren und längst wieder vergessenen mathematischen Regeln signalisieren mühsames Einarbeiten und halten die meisten Bürger auf Distanz. Dazu kommt das berechnete Mißtrauen gegen die vereinfachende Formalisierung komplexer Zusammenhänge. Werden dabei nicht wichtige Aspekte unterschlagen und die dargestellten Beziehungen in Formen gespreßt, denen sie kaum entsprechen? Die Fachreferenten verkünden, sie hätten dies oder jenes "errechnet". Von diesen "Fakten" sei auszugehen. Darum sei diese Maßnahme unbrauchbar und nur jene erfolgversprechend... Die "Wissenden" postulieren "Tatsachen". Die Unwissenden mögen zwar ungläubig protestieren oder hoffnungsvoll zustimmen, sie können aber nicht kritisch die Annahmen und Gedankenschlüsse der Planungsgrundlagen nachvollziehen. Viele Behauptungen der "Insider" würden nicht öffentlich vertreten werden, wenn die Grundlage ihrer Berechnungen allgemein verstanden und überprüft werden könnte/112/. Aus diesen immer wiederkehrenden Vorfällen ist zu fordern, daß Modelle für den Laien gut durchschaubar sein müssen. Folgen diese Modelle einer erklärenden Theorie, ist dies auch möglich. Bestehen sie aber aus grob unzulänglichen Analogien (Gravitationsgesetz als Prinzip menschlicher Beziehungen) und komplizierter Mathematik, schweigt der Fachmann lieber, als daß er sich offenbart.

Simulationsmodelle, nach Renate Mayntz als "Operationsmodelle von Vorgängen in sozialen Systemen, die in einem Computer nachgebildet werden, so daß über

Zeit (und Raum) ablaufende Prozesse in allen Einzelheiten reproduziert werden" /113/, sind durchschaubar. Gerade der prozessuale Ablauf des sozialen Geschehens läßt den Laien das Modell verstehen. Er erkennt die "Handelnden" des Modells, ihre Objekte und Entscheidungsschritte und folglich auch Schwächen und Mängel des Modells. Gerade die Durchsichtigkeit schafft aber auch Vertrauen und die abwägende Distanz, mit den Modellergebnissen angemessen umzugehen - eine politische Forderung, auf die nicht verzichtet werden darf.

Zusammenfassung des Kapitels 4

Simulationsmodelle sind "Operationsmodelle" von Vorgängen in sozialen Systemen, die in einem Computer nachgebildet werden,

so daß über Zeit und Raum ablaufende Prozesse in allen Einzelheiten reproduziert werden. Aber nicht alle theoretischen Ansätze eignen sich dazu. Verstehende Theorien sind nicht im Computer formalisierbar. Allerdings erscheinen Planspiele in Gruppen mit dem verstehend-individualistischen Ansatz möglich. Hingegen eignen sich reduktionistische Theorien für die Computersimulation, insbesondere die des methodologischen Individualismus.

Die theoretische Perspektive genügt aber nicht. Um ein brauchbares Abbild der Wirklichkeit zu erzeugen, muß ein Modell vier zentralen Anforderungen genügen: es muß einem theoretischen Konzept folgen, gute Abbildungseigenschaften haben, für Laien gut durchschaubar sein und es darf dem Anwender keine außergewöhnlich hohen Kosten bereiten.

Kapitel 5

Konstruktionsprinzipien reduktionistisch-individualistischer Modelle

Die Konstruktionsprinzipien der Modelle orientieren sich am Theoriegehalt. Entsprechend dem reduktionistisch-individualistischen Subjekt-Objekt-Ansatz haben wir zunächst die Subjekte zu identifizieren, d.h. Typen zu bestimmen. Diese "Typen" sind auf ihre räumliche Umwelt (Objekte) bezogen oder mit anderen Worten: sie verhalten sich/114/. In Modellen ist dieses Verhalten unterschiedlich abgebildet; entweder wird es in seiner Häufigkeit beschrieben oder ursächlich erklärt. Beiden Aussageformen folgen unterschiedliche Bauprinzipien. Ihre Formalisierungsregeln bilden den Schwerpunkt dieses Kapitels. Über die Kette: Situation des Typs, Eigenschaften der räumlichen Umwelt und deren Bewertung, durch den Typ läßt sich die Arbeitsweise der Modelle sowie ihre Maßnahmeempfindlichkeit verstehen.

1. Typenbildung

Das "gewöhnliche, alltägliche soziale Verhalten"/115/ ist das Studienobjekt reduktionistisch-individualistischer Soziologen. Sie betrachten den Menschen als Subjekt, das auf die Reize seiner Umwelt reagiert. Indem sie auf die Sinndeutungen von "Handlungen" verzichten, reduzieren sie sie auf "Verhaltensweisen", die durch "Basisstrukturen" erklärt werden sollen. Wie nützlich diese Vereinfachungen für den Modellbau sind, wie gefährlich sie aber auch überinterpretiert werden können, habe ich im Kapitel 3.1 angesprochen. Diese Vorbehalte sollten im weiteren stets mitgedacht werden.

Wie sind aber die "Subjekte" zu definieren? Meine generelle Antwort lautet: nach ihren individuellen Eigenarten, soweit sie im Rahmen eines räumlich-soziologischen Ansatzes von Belang sind. Daraus folgt, daß

1. die Eigenarten nicht auf biologische und kulturell entwickelte Fähigkeiten begrenzt sind, sondern in entwickelteren Theorien auch die unmittelbare, soziale Situation umfassen, und

2. unterschiedlich kombinierte Ausprägungen der Eigenarten zu verschiedenen sozialen Typen führen.

Der Typ steht stellvertretend für die zu Merkmalsträgern vereinfachten Menschen. Er hat im Sinn der Theorie wichtige Eigenschaften und kann auf Umweltgegebenheiten und Planungsmaßnahmen reagieren. Nach ihrer Typen-Beschreibung gleichen sich alle situationsähnlichen Personen und lassen sich nun "reibunglos" zusammenfassen.

Diese "situations-homogenen" Typen sind "deduktiv" gebildet, d.h. aus dem theoretischen Konzept abgeleitet. Ihre Merkmale müssen aber auch empirisch faßbar, oder praktisch gesprochen, weitestgehend in amtlichen Dateien enthalten sein. Mangels einer ausgearbeiteten Theorie und ohne die Möglichkeit, eigene flächendeckende Erhebungen durchzuführen, versuchen deshalb Modellbauer oft "induktiv" Typen zu bilden. Sie greifen zumeist auf amtliche Erhebungen zurück und teilen mittels statistischer Trennverfahren die Bevölkerung in "homogene" Typen. Beispielsweise hat V.Kreibich für sein Pendlermodell PNDSIM (vgl. Kap. 7.2) seine "Situationsgruppen" durch eine Clusteranalyse der Volks- und Berufszählungsdaten von 1961 zusammengefaßt. Aus 22 Merkmalen zur Person griff er mit dem multivariaten Gruppierungsverfahren diejenigen heraus, die am stärksten die Erwerbspersonen nach ihrer "Distanzempfindlichkeit" trennten. Seine sechs Cluster waren durch die Eigenart Familienstand (ledig, verheiratet), Geschlecht und Arbeitsstandort (Kernstadt, Umweltgemeinde, Wohngrundstück) bestimmt/116/. Die Clusteranalyse wandte er ebenfalls bei seiner kleinräumigen Bevölkerungsanalyse an, bei der 48 Wohnungstypen über das Alter ihrer Bewohner zu "14 homogenen Belegungstypen" zusammengefaßt wurden/117/. Andere Größen wie zum Beispiel die Haushaltsgröße erschienen "nicht ausschlaggebend"/118/ und wurden für die Typenbildung fallengelassen.

Die Faktorenanalyse kann man ebenfalls induktiv zur Typenbildung benutzen. E.Kutter identifizierte durch sie Perso-

nengruppen mit gleichem Verhalten. Für seine Zwecke waren "maßgebend für das Tätigkeitsmuster der einzelnen Personen () ausschließlich die individuellen Merkmale Alter, Geschlecht und Stellung im Erwerbsleben."/119/ Sie führten zu den Typen "Schüler", "Hausfrauen", "Rentner", "weibliche-" und "männliche Arbeitnehmer".

Diese induktiven Verfahren können meines Erachtens aber nicht wesentlich zur Typenbildung beitragen. Zum einen gehen jene Forscher trotzdem mit einem (oft nicht ausdrücklich erläuterten) Konzept an ihre Datenmengen, bevor sie sie statistisch trennen. Welche Erhebungen sie heranziehen und welche nicht, beeinflusst also in jedem Fall die Typenbildung. Diese wichtige Vorauswahl ist demnach nicht rein induktiv, sondern "theorie-"geleitet. Zum anderen sind die "gefundenen" Typen oft so trivial und grob, daß sie allemal auch aus thesenartigen Vorerfahrungen oder Theoriefragmenten hätten abgeleitet werden können. Deduzierte Typenbildungen sind in der Regel vielgliedriger und umweltgerichteter, also besser zu interpretieren. Selbst wenn sie durch Datenmangel vereinfacht werden müssen sind sie immer noch nicht gröber als "induktive" Typen.

Daher hat ein methodisch "sauberes" Vorgehen mit einer Theorie aber zumindest mit Thesen zu beginnen, aus ursächlichen Größen Typen abzuleiten und erst dann statistisch die Wahrscheinlichkeit verschiedener Verhaltensweisen festzuhalten. Sind trotz gleicher Umweltgrößen (intervenierende Variable) keine regelmäßigen Verhaltensmuster erkennbar, dann sind die Typen entweder nach falschen Thesen gebildet oder die Thesen sind richtig, aber in wesentlichen Aspekten unvollständig - oder nicht richtig in Indikatoren umgesetzt - oder die Verhaltensweisen (abhängige Variable) sind falsch bzw. unzureichend beschrieben. Mit anderen Worten: die Typenbildung hat sich nicht in erster Linie an dem Brauchbarkeitskriterium "Datenkosten" zu orientieren, sondern zu allererst an einem vorgestellten Konzept.

Einfachen Konzepten folgen einfache Typen. Mit "einfach" meine ich räumliche Theoriefragmente, die die Personen nach ihren "rein individuellen" Eigenarten erfassen, z.B. nach ihrem Alter, Geschlecht oder ihrer Berufstätigkeit. Auch ihr Reisezweck, der sie z.B. zu Urlaubsreisenden,

Geschäftsreisenden usw. macht (vgl. Kap. 8.2 FERSIM), hebt diese enge individualistische Betrachtung nicht auf. Erst wenn der soziale Verband, in dem die Person unmittelbar in ihren Entscheidungen beeinflusst wird, in die Typisierung einfließt, wird diese gehaltvoller und realitätsnäher. Somit vervollständigt die Situation der Person im Haushalt oder im Betrieb die Ausgangslage des Typs (unabhängige Variable). Freilich bedarf es dazu auch Thesen über diesen sozialen Verband und seine internen Gesetze. Selbst wenn bei der Datenanalyse soziale Bindungen in die Typenbildung einfließen /120/, z.B. "Mutter mit Kleinkind", werden Modelle nicht wesentlich verbessert, es sei denn, das Wechselverhältnis der typisierten Person zu den übrigen Verbands-(Haushalts-)mitgliedern wird mitsimuliert. Am frühesten hat dies I.Heggie verlangt/121/ und darauf hin das qualitative Simulationsverfahren HATS (Household Activity-Travel Simulator) mitentwickelt. Die Beschreibung der Individuen über den Haushalt bzw. die Familie hat zudem noch prognostische Vorteile. Sieht man diesen Verband sich in den Phasen eines Familienzyklus verändern, kann man seine Entwicklung entsprechend modellhaft durchspielen. Dies setzt jedoch voraus, daß die jeweilige Phase in die Typenbeschreibung einfließt.

Abschließend möchte ich noch kurz auf drei Erscheinungen der Typenbildung im deutschsprachigen Modellbau eingehen:

- Bei Wanderungsmodellen im Rahmen von Bevölkerungsprognosen wird der Haushalt gerne als kleinste, unteilbare Einheit angenommen und typisiert. Da Umzüge in der Regel durch den gesamten Haushalt geschehen, ist dies auch akzeptabel. Inwieweit die Anstöße dazu jedoch von einzelnen Mitgliedern ausgehen und dadurch die Wanderungen zum Teil erklärt werden können, muß noch geprüft werden. Es ist denkbar, die Modelle mit einer vertieften Theorie noch weiter zu "individualisieren".

- W.Brög, der mit seinem Institut wohl die meisten Daten zum Verkehrsverhalten erhoben hat, gebraucht einen weitverfähten "Situationsbegriff". Er bezieht die Umwelt (Verkehrsinfrastrukturen, gesellschaftliche Werte und Normen) in die "objektive Situation" ein, die das Individuum als "subjektive Situation" erlebt/122/. Man kann dies so tun. Ich möchte jedoch die individuellen Eigenarten und unmittel-

bare soziale Einbindung als unabhängige "Situationsbeschreibung" den Umweltbeschreibungen (intervenierende Variable) gegenüberstellen, um das Verhalten als abhängige Variable daraus zu erklären.

- In der Literatur werden Typen vereinzelt als "verhaltenshomogene Gruppen" verstanden. E.Kutter, der diesen Begriff 1972 einführte, schreibt jedoch selbst: "In der Analyse sind die Versuchspersonen durch ihr Verhalten - die aktiven Variablen - und durch ihre sozio-demographischen Merkmale - die passiven Variablen - gekennzeichnet. Für die Typologisierung sind die aktiven Variablen maßgebend, während die Modellanwendung nur ausgehend von den passiven Variablen erfolgen kann"/123/. An einer anderen Stelle gibt Kutter zu, daß "man das Konzept der verhaltenshomogenen Gruppe als eine Art Zwischenstufe auf dem Weg zu einer *echten* Erklärung der Entstehung von Verkehrsverhalten"/124/ auffassen kann. Trotzdem gebraucht er den Begriff "verhaltenshomogen" bis heute und andere/125/ übernehmen ihn. Wenn man weiß, daß nur in der induktiven Analyse über die eigentlich abhängige Variable (Verhalten) die unabhängige (ursächliche Größen) zur Typenbildung gesucht wird - ein höchst zweifelhaftes Verfahren - und "die Modellanwendung *nur* ausgehend von den passiven Variablen (Situation der Typen) erfolgen kann", sollte man die Begriffsverwirrung beenden. Ich stimme deshalb mit M.Wermuth überein, der fordert: "Soziodemographische Merkmale sollten deshalb nicht zur Bildung von 'verhaltenshomogenen', sondern vielmehr zur Eingrenzung 'situationshomogener' Personenkategorien herangezogen werden, die als Basis für die Abgrenzung tatsächlicher Entscheidungssituationen dienen können."/126/

2. Die räumlich-soziale Umwelt

Das Verhalten des typisierten Subjekts richtet sich auf das *Objekt*, die räumlich soziale Umwelt. Sie besteht aus Menschen, einzeln oder organisiert, mit ihrem materiell-räumlichen Eigentum. Letzteres kann privat sein, es kann aber auch frei zugänglich (öffentlich) oder begrenzt öffentlich sein. Die räumlich-soziale Umwelt beginnt bei der Wohnung und dem Privatbesitz, darunter die Zahl der PKWs, führt über die benachbarten Mitbewohner, ihre Häuser, Geschäfte und Betriebe im Stadtteil wie

der Gesamtstadt zu den öffentlichen Einrichtungen, wie Schulen, Ämter, öffentliche Verkehrsbetriebe, aber auch Straßen, Plätze und Parks. Welche Objekte der Umwelt im Rahmen des Modells ausgewählt werden, hängt von der praktischen Fragestellung und dem theoretischen Konzept ab. Schon die alltägliche Lebenserfahrung legt nahe, bei Wanderungsmodellen primär nach der Qualität von Wohnungen zu fragen und nicht nach dem Fahr tariff für Omnibusse im Stadtgebiet.

Wie aber soll die jeweilige Umwelt modellgerecht beschrieben werden? Generell geantwortet: die Objekteigenschaften müssen entsprechend den Subjekteigenarten dimensioniert sein, sonst sind keine Wirkungszusammenhänge formulierbar.

Was heißt das?

Sind zum Beispiel in einem Wanderungsmodell die Haushalte nach ihrer Personenzahl, dem Einkommen und Qualitätsansprüchen typisiert, so müssen die Wohnungsobjekte nach ihrer Zimmerzahl (Wohnungsgröße), dem Mietpreis und ihrer Mindestausstattung beschrieben werden. Oder: sind Fernreisende nach ihrem Reisezweck, Aufenthaltsdauer und Einkommen typisiert, so entsprechen in einem Verkehrsmittelwahlmodell der Komfort (z.B. Arbeitsmöglichkeiten für den Geschäftsreisenden während der Fahrt), die Fahrzeiten sowie die Fahrpreise der Verkehrsmittel den Eigenarten der Subjekte. Ändern sich in diesen Beispielen aufgrund politischer Maßnahmen (Aufhebung der Mietpreisbindung/Tarifierhöhung) die Preise, so kann über die Einkommenssituation der Typen eine eventuelle Verhaltensänderung vorhergesagt werden. Um zu erklären, wie dies geschieht, bedarf es allerdings weiterer Aussagen (siehe Kap. 5.3.2).

Für die Subjekte sind Planungsmaßnahmen in der Regel/127/ Änderungen von Objekteigenschaften. Die Maßnahmen müssen deshalb in den selben Dimensionen wie die Objekte beschreibbar sein. Meist verändern sie auch nur die Ausprägung dieser Eigenschaften. Tritt allerdings durch eine Maßnahme eine bisher nicht beachtete Dimension hinzu (z.B. rassistische Zugangsbeschränkung öffentlicher Verkehrsmittel wie in Südafrika), so muß diese Dimension in die Subjekttypenbildung neu aufgenommen werden (z.B. Hautfarbe). Der sozialen Diskriminierung folgt die statistische.

Stellen wir abschließend noch einmal die häufigst genannten Objekteigenschaften und ihre dimensionale Entsprechung bei

den Subjekt-Typen gegenüber. Mit ihnen sind die Dimensionen von Planungsmaßnahmen angesprochen:

Objektbeschreibung	Dimension	Subjektsituation (Typenmerkmale)
Wohnungsgröße	räumlich (Ausdehnung)	Haushaltsgröße
Streckenlänge Straßenquerschnitt Fassungsvermögen		Familienzyklusphase Fahrzeug-Besitz
durchschnittliche Geschwindigkeit	zeitlich	Aufenthaltsdauer tägl. disponible Zeit
Fahrtakt (Umsteige-, Warte- zeiten)	nützlich (Gebrauchswert)	Nutzungszweck (Absicht) (Reisezweck) Ausbildung Führerscheinbesitz Beruf Lebensalter (Gesundheit) (disponibles) Einkommen
Öffnungszeiten		
Ausstattung Nutzungsmöglichkeit Kraftaufwand (Beanspruchungsniveau)		
mtl. Preis für die Wohnung (Miete, Kauf, Belastungen)	finanziell	
Fahrtkosten Parkgebühren	sozial-rechtlich	Alter, Geschlecht, Religion, Rasse
Zugangsregelungen		

3. Die Formalisierung von Verhaltensaussagen

Reduktionistisch-individualistische Modelle benötigen erklärende, zumindest aber beschreibende Aussagen über das Verhalten des Subjekts zum Objekt, bzw. des Typs zur räumlich gekennzeichneten Umwelt. Je ausgereifter die theoretischen Grundlagen sind, desto mehr erklärende Aussagen werden zur Verfügung stehen. Weil aber komplexe Vorgänge, wie die alltäglichen Verkehrsbeziehungen, meist nicht hinreichend erklärt werden können, finden sich öfters beschreibende Aussagen im theoretischen Ansatz. Wie lassen sich jedoch diese Aussagen formalisieren? Welche Modellverfahren bieten sich an?

Beschreibende Aussagen individuellen Verhaltens lassen sich auf zwei grundsätzliche Weisen formalisieren:

- A. Man multipliziert die Anzahl der Individuen eines Typs mit der Häufigkeit ihres Verhaltens(musters), das auf räumliche Objekte (Gebiete, Wohnungen, Verkehrsmittel etc.) gerichtet ist.
- B. Durch ein stochastisches Zufallsverfahren (Monte-Carlo-Simulation) wird mit vorgegebenen Wahrscheinlichkeiten das auf räumliche Objekte gerichtete Verhalten einzelner Typenmitglieder ermittelt. Der Vorgang ist erst abgeschlossen, wenn mit allen Individuen des Typs so verfahren wurde.

Erklärende Aussagen individuellen Verhaltens enthalten in der Regel Abhängigkeitsbestimmungen oder subjektive Bewertungsvorgänge. Je nach dem formalisiert man diese Regeln

$500 \times 0,79 = 395$ mit dem PKW fahren und

$500 \times 0,05 = 25$ Mitfahrer im PKW sein.

- A. durch inhaltlich logische Verknüpfungen. Zustandsbeschreibungen von Variablen können abgefragt und entsprechend der Abhängigkeitsbestimmungen vorgezogen, zurückgestellt oder abgelehnt werden. Aus diesen Prüfungen schält sich das (wahrscheinliche) Verhalten heraus.
- B. durch die Grundrechnungsarten. Indem man quantifizierte Teilgrößen entsprechend der Aussage zusammenfaßt (addiert), voneinander trennt (subtrahiert), sie als zwei oder mehrere, stets zusammen auftretende Dimensionen ein und derselben Größe sieht (multipliziert) oder als real unterscheidbare Größen zueinander ins Verhältnis setzt (dividiert). Über diese formale Behandlung der Eigenschaften räumlicher Objekte entstehen Bewertungen, die das Verhalten bestimmen.

Gehen wir diese Formalisierungen anhand von Beispielen nacheinander durch.

3.1. Die Formalisierung beschreibender Aussagen

Häufig liegen beschreibenden Aussagen einfache Kreuztabellen zugrunde. Aus einer solchen Tabelle zum "Individual-Faktoren-Modell" von E.Kutter wählen wir eine (verkürzte) Tatsachenbeschreibung. Sie beruht auf 1969 durchgeführten Erhebungen in drei kleineren Gemeinden. Sie lautet: "Männliche Arbeitnehmer der Oberschicht im Alter zwischen 16 und 45 Jahren machen werktags ihre Wege zu 12 % zu Fuß, 4 % mit öffentlichen Nahverkehrsmitteln, 79 % mit dem PKW und 5 % als Mitfahrer."/128/

Das formalisierte Abbild dieser Beschreibung ist das einfache Produkt aus der absoluten Zahl der Personen dieses Typs in einer Gebietseinheit multipliziert mit den Prozentsätzen für die einzelnen Verkehrsmittel. Falls also in der Verkehrszelle i 500 männliche Arbeitnehmer der Oberschicht im Alter zwischen 16 und 45 Jahren wohnen, werden

$500 \times 0,12 = 60$ zu Fuß gehen

$500 \times 0,04 = 20$ ein öffentliches Verkehrsmittel benutzen

Wenn diese Formalisierungsform weitestgehend die Operationen eines "Modells" bestimmt, kann es zwar noch als formale Abbildung, kaum mehr als Modell, sicherlich aber nicht mehr als Simulationsmodell bezeichnet werden. Die Ergebnisse sind mit den Eingangsdaten völlig festgelegt (determiniert). Einwirkungen (intervenierende Variable) sind nicht vorgesehen und zufallsbedingte Spielräume (stochastische Ereignisse) ausgeschlossen. Wird der Modelllauf mit denselben Eingabedaten wiederholt, so führt er zu identischen Ergebnissen.

Wir bräuchten im Rahmen der Simulationsmodelle diese beschreibende Formalisierung nicht weiter zu beachten, wenn sie nicht in den meisten, auch hochentwickelten Modellen laufend vorkäme - allerdings nicht als zentrales Verfahren. Oft fehlen in den kommunalen Dateien für das Modell notwendige Untergliederungen (z.B. nach Führerscheinbesitz). Durch die Multiplikation mit Prozentsätzen aus anderen Untersuchungen können dann die lokalen Gruppengrößen geschätzt werden. Auch äußerst komplexe Vorgänge, deren Eintrittswahrscheinlichkeit im Modell nicht rekonstruierbar ist (z.B. Geburt und Tod), können über statistisch ermittelte Wahrscheinlichkeiten durch Multiplikationen im Modell formalisiert werden (vgl. Kap. 5.4 "Dynamisierung"). Soweit dieses Verfahren nicht für den Kern des Modells verwandt wird, ist es zu akzeptieren und wird auch dementsprechend oft eingesetzt.

Das zweite beschreibende Modellverfahren mittels der Monte-Carlo-Simulation ist hingegen sehr viel verwendungsfähiger. Es berücksichtigt Entscheidungen in Einzelfällen und kann durch kausale Modellelemente beliebig erweitert werden. In seiner Grundform formalisiert es beschreibende Häufigkeitsaussagen zum Verhalten von Subjekten in ihrer Umwelt. Obwohl die Prozedur sich eines Zufallsverfahrens bedient, unterstellt sie nicht, daß die ermittelten Ereignisse "zufällig" zustande kommen. Es genügt, daß die Hintergründe, die zu einem Ereignis führen, zu komplex erscheinen, um sie im jeweiligen Modell zu rekonstruieren. Die Ereignisse werden dann einfach nach ihrem Erscheinen

(Häufigkeit) behandelt. Wie funktioniert nun dieses Verfahren? Zunächst wird die Häufigkeit eines Ereignisses als seine Eintrittswahrscheinlichkeit interpretiert. Wenn also, wie im vorherigen Beispiel, 79 % jener Arbeitnehmer mit ihrem PKW fahren, beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß sie einen PKW benutzen, ebenfalls 0,79 (die Wahrscheinlichkeit schwankt zwischen den Grenzen 0 = trifft nicht zu und 1 = trifft sicher zu). Zusammen mit den Tätigkeiten, zu Fuß gehen (12 %), öffentliche Verkehrsmittel benutzen (4 %) und als PKW-Mitfahrer (5 %), treten vier Wahrscheinlichkeitsbereiche auf, die sich in Zahlenintervallen ausdrücken lassen. Summiert ergeben die Bereiche den Zahlenwert 1. Weil man jetzt im Einzelfall - hier bei einer Person vom beschriebenen Typus - wissen will, welches Verhalten konkret zutrifft, wählt man über ein Zufallszahlensystem eine Zahl "Z", die zwischen 0,00 und 1 liegt und prüft, in welches Zahlenintervall sie fällt.

Wenn Z größer 0,00 und kleiner oder gleich 0,12 ist, dann geht die Person zu Fuß ($0,00 < Z \leq 0,12$), wenn Z größer 0,12 und kleiner oder gleich 0,16 ist, dann benutzt sie ein öffentliches Verkehrsmittel ($0,12 < Z \leq 0,16$), wenn Z größer 0,16 und kleiner oder gleich 0,95 ist, dann fährt sie mit dem PKW ($0,16 < Z \leq 0,95$) und wenn Z größer 0,95 und kleiner oder gleich 1 ist, dann ist sie Mitfahrer im PKW ($0,95 < Z \leq 1,00$).

Unterstellt, die Zufallszahl Z sei 0,84, so liegt sie im Intervall zwischen 0,16 und 0,95 und besagt, daß die Person einen PKW benutzen würde. Kurz gefaßt: Man verteilt ein Spektrum von Tätigkeiten oder Eigenschaften auf hundert Felder, markiert ihre Bereiche entsprechend ihrer Wahrscheinlichkeit und läßt dann eine Art "Roulettkugel" darüberrollen. Die Tätigkeit oder Eigenschaft, in deren Bereich "die Kugel liegen bleibt", gilt dann in diesem Einzelfall als zutreffend. Bei einer großen Zahl von Versuchen kristallisieren sich in etwa Häufigkeitsverteilungen heraus, wie sie durch die Größe der Wahrscheinlichkeitsbereiche vorgezeichnet waren. Als gedankliche Verbindung zum Roulett erhielt dieses Verfahren den Namen Monte-Carlo-Simulation. Die Monte-Carlo-Simulation ist mit jeder Rechenanlage durchzuführen, die einen Zufallszahlengenerator besitzt. Es gibt verschiedene Computerprogramme, um Zufallszahlen

zu erzeugen. Wer sich für die unterschiedlichen Methoden interessiert, sei auf die Literatur, z.B. G.Gordon/129/, verwiesen. Für unsere Zwecke genügt bereits, eine der veröffentlichten Zufallszahlentabellen in den Rechner einzulesen und mit jeweils versetzten Spaltenbeginn die Zahlenkolonnen abzufragen. Sie liefern genauso gleichwahrscheinliche Ziffernfolgen, mit denen individuelle Entscheidungen durchgespielt werden können.

Bei unserem Beispiel, der Verkehrsmittelwahl, wäre ein deskriptives Verfahren aber gar nicht nötig gewesen. Statt der Häufigkeitsbeschreibung mit der Monte-Carlo-Simulation kann auch ein kausales Modell wie NAVSIM (Kap. 8.1) Entscheidungen herausfinden. Schwieriger zu rekonstruierende Sachverhalte, z.B. welche Tätigkeiten im Haushalt täglich verrichtet werden (siehe EFASIM Kap. 9.1), bedürfen jedoch noch stärker dieser deskriptiven Simulation. Abschließend möchte ich ein beschreibendes Beispiel bringen, an das sich einfache erklärende Modellelemente (Abfragen von Bedingungen) angliedern lassen.

In einer vereinfachten, didaktischen Version/130/ des Modells PNDSIM bestimmt die Arbeitsplatzattraktivität von sieben Orten einer fiktiven ländlichen Region und eines angrenzenden Oberzentrums die Zielortwahl von Berufspendlern. Die Arbeitsplatzattraktivität sei durch "die Gesamtzahl der dort vorhandenen Arbeitsplätze gemessen worden."/131/ Bezogen auf die Region sind die entsprechenden Prozentsätze in Wahrscheinlichkeitsbereiche umformuliert. (Für eine zweizifferig zu lesende Zufallszahlentabelle allerdings in ganzzahlige Bereiche von 0 - 99 aufgeteilt). Nach der Größe ihrer Arbeitsplatzattraktivität entfallen auf

die Zielorte	der Bereiche:
Dampfach	00 - 11
Niedertraubling	12 - 23
Innernzell	24 - 34
Bahnbrücken	35 - 46
Marktbreit	47 - 58
Wüstenrot	59 - 70
Neuötting	71 - 82
Großholthausen	83 - 99

Gefragt ist nun beispielsweise, wie sich zehn verheiratete Arbeiterinnen (Situations-typ) aus der Gemeinde Innernzell auf die Zielorte verteilen (vgl. Abb. 2). Eine kleine Zufallszahlentabelle (Tabelle 1) soll uns dabei helfen.

Abbildung 2

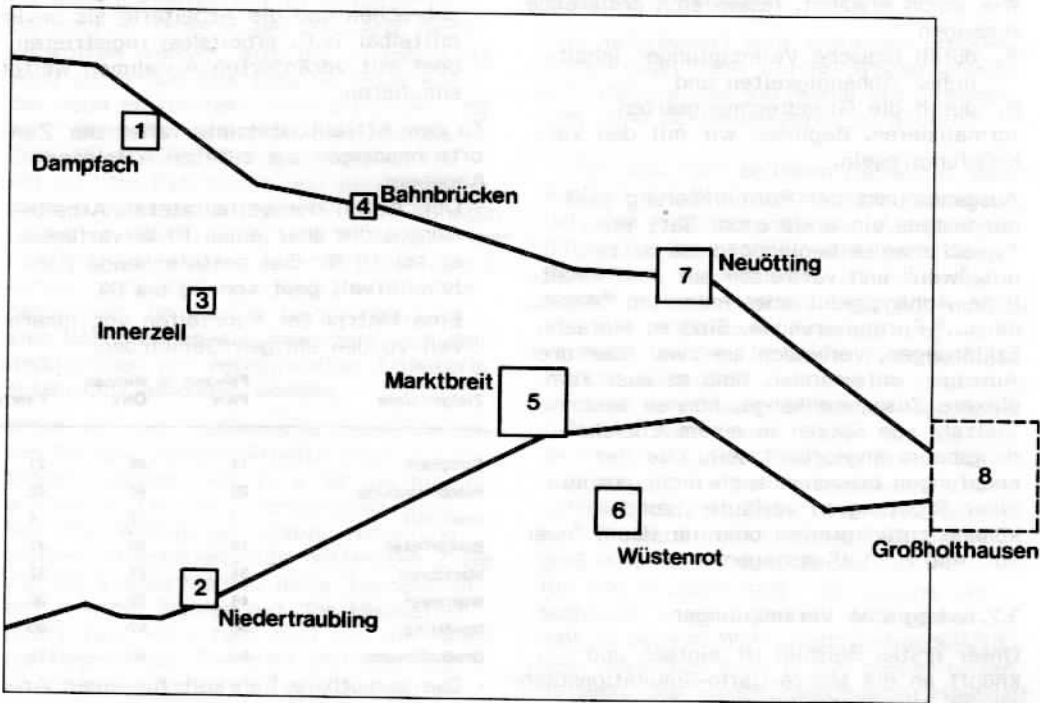


Tabelle 1	16	22	77	94	39	49	54
	84	42	17	53	31	57	24
	63	01	63	78	59	16	95
	33	21	12	34	29	78	64
	57	60	85	32	44	09	47
	18	18	07	92	46	44	17
	26	62	38	97	75	84	16
	23	42	40	64	74	82	97
	52	36	28	19	95	50	92
	37	85	94	35	12	83	39

Wählen wir nun für jede Person eine zweistellige Ziffer, z.B. in der ersten Spalte, so arbeiten in Niedertraubling 3 Frauen (16, 18, 23), Innerzell und Marktbreit jeweils zwei Frauen (33, 26 und 57, 52) sowie jeweils eine in Bahnbrücken (37), Wüstenrot (63) und Großholthausen (84). Es ist klar, hätten wir mit einer anderen Spalte begonnen oder wären wir

zeilenweise vorgegangen, hätten wir eine andere Verteilung erzielt. Erst eine größere Personenzahl verteilt sich ungefähr nach den Attraktivitätsintervallen der Gemeinden; also im Beispiel: alle etwa gleich mit Ausnahme von Großholthausen. Wir haben also mit der Monte-Carlo-Methode ein Verfahren, das bestimmte Tendenzen abbildet, ohne sie vollkommen festzulegen.

3.2. Die Formalisierung erklärender Aussagen

Wie schon erwähnt, lassen sich erklärende Aussagen

- A. durch logische Verknüpfungen inhaltlicher Abhängigkeiten und
- B. durch die Grundrechnungsarten formalisieren. Beginnen wir mit den Verknüpfungsregeln.

Ausgangspunkt der Formalisierung muß mindestens ein erklärender Satz sein. Typischerweise beginnen diese Sätze mit "weil" und verweisen auf eine inhaltliche Abhängigkeit oder enthalten "Wenn...dann..."-Formulierungen. Sind es einfache Erklärungen, verbinden sie zwei oder drei Aussagen miteinander. Sind es aber komplexere Zusammenhänge, können eine Vielzahl von Sätzen in einem Entscheidungsbaum angeordnet sein. Die Verknüpfungen brauchen auch nicht nur in einer Richtung zu verlaufen, sondern können zurückgreifen oder im Baum "quer von Ast zu Ast" springen.

3.2.1. Logische Verknüpfungen

Unser erstes Beispiel ist einfach und knüpft an die Monte-Carlo-Simulationstechnik an. Wir hatten dort die Arbeitsorte verheirateter Arbeiterinnen aus der Gemeinde Innernzell simuliert. Die benutzte Aussage war aber rein beschreibend und recht unzureichend. Mit einer erklärenden Aussage wollen wir die Modellierung erneut versuchen. Wir behaupten: "Weil verheiratete Arbeiterinnen stark zu Hause eingespannt sind, und weil sie meist nicht über einen PKW verfügen (nur 10 %), wählen sie fast nur Arbeitsstandorte mit geringer Entfernung vom Wohnort (Arbeitsweg bis zu 30 Minuten)".

Wie kann dieser Zusammenhang formalisiert werden? Kurz geantwortet: indem das mit der Monte-Carlo-Simulation beschriebene Ergebnis nach seinen begrenzenden Bedingungen (constraints) geprüft und falls erforderlich, solange erneut versucht wird, bis es entweder zulässig ist oder der Vorgang als unvermittelbar abgebrochen wird.

Bezogen auf unser Beispiel bedeutet dies, daß wir nach der ersten Zielortwahl prüfen müssen,

- ob die jeweilige Arbeiterin über einen PKW verfügt,
- wie lange die kürzeste mögliche Fahrzeit zum vorläufig gewählten Ort dauert,

- ob die Fahrzeit zumutbar ist
- und nach wieviel vergeblichen Vermittlungsversuchen wir die Zielortsuche abbrechen und die Arbeiterin als unvermittelbar (z.B. arbeitslos) registrieren oder mit veränderten Annahmen weiter-simulieren.

Zu den Attraktivitätsintervallen der Zielorte benötigen wir zusätzlich folgende Angaben:

- Den Anteil der verheirateten Arbeiterinnen, die über einen PKW verfügen: er sei 10 %. Das entsprechende Zahlenintervall geht von 00 bis 09.
- Eine Matrix der Fahrzeiten von Innernzell zu den übrigen Gemeinden:

Zielgemeinde	Fahrzeit in PKW	Minuten ÖNV	Fahrrad
Dampfach	14	25	21
Niedertraubling	28	40	42
Innernzell	3	7	4
Bahnbrücken	18	30	27
Marktbreit	34	47	52
Wüstenrot	48	72	80
Neuötting	50	67	90
Großholthausen	84	90	112

- Die zumutbare Fahrzeit für einen Arbeitsweg soll 30 Minuten nicht überschreiten.
- Nach fünf vergeblichen Vermittlungsversuchen wird abgebrochen und die Person als arbeitslos angesehen.

Wenn wir jetzt diese Angaben durchspielen, benutzen wir die bisherige Zufallszahlentabelle. Die Zahlenpaare der ersten Spalte (senkrecht) brachten die jeweils erste vorläufige Zielortwahl der Arbeiterinnen. Nun sollen den Zahlenpaaren entlang der jeweiligen Zeile (waagrecht) für jede Person die erklärende These durchgespielt werden:

Die erste Zufallszahl der ersten Frau war 16 und erbrachte als Zielort Niedertraubling (12 - 23).

Nun wird geprüft, ob sie über einen Wagen verfügt. Die Zahl 22 bedeutet, daß dies *nicht* der Fall ist, da 22 außerhalb des Intervalls 00 - 09 liegt. Somit verbleiben ihr nur öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad. Der Bus, als das schnellste ihr zur Verfügung stehende Verkehrsmittel, benötigt 40 Minuten. Weil sie aber nur Fahrzeiten bis 30 Minuten in Kauf nehmen will, wird die erste Zielortwahl verworfen.

Die nächste Zufallszahl verweist auf einen Arbeitsplatz in Neuötting (71 -82). Da die Fahrzeiten mit 67 Minuten im Bus und 90 Minuten per Rad erst recht verworfen werden, wird die nächste Ortswahl getroffen. Die Zahl 94 führt auf das noch entferntere Großholthausen und wird ebenfalls verworfen. Die nächste Zahl 39 gibt den Ort Bahnbrücken (36 - 46) an. Die Fahrzeiten von Innernzell dorthin betragen mit dem Bus 30 Minuten (inklusive Wartezeiten) und 27 Minuten per Fahrrad. Da letztere innerhalb der zumutbaren Fahrzeitgrenzen liegt, wird es angenommen. Im vierten Wahlvorgang ist also Bahnbrücken als Arbeitsort, der den Bedingungen der verheirateten Arbeiterin entspricht, gefunden worden.

Wenn wir nun zeilenweise dieses Verfahren für die übrigen Arbeiterinnen durchführen, kommen wir zu einer Verteilung, wie sie in Tabelle 2 beschrieben wird. Nur drei Wahlen der ersten Verteilung bleiben unverändert. Die entfernten Ziele wurden ausgeschieden, dafür konzentrierten sich die Wahlen auf den Heimatort (statt zwei jetzt fünf mal) und die näheren Gemeinden. Die Einflußgrößen sind im formalen Verfahren zum Tragen gekommen und haben realitätsnähere Ergebnisse gebracht, d.h. aber nicht, daß nicht noch weitere sinnvolle Abfragen hätten eingebaut werden können. Beispielsweise die Zahl der Arbeitsplätze für Arbeiterinnen in den Gemeinden oder die schrittweise Verlängerung von PKW-Fahrzeiten, wenn immer mehr Personen dieselben

Straßen benutzen usw. Solche Verknüpfungen sind in den Modellen der Kapitel 7, 8 und 9 behandelt.

Hier interessiert aber mehr die grundsätzliche Frage: nach wieviel Wiederholungsschleifen ist das Verfahren abzubrechen bzw. sind Schwellenwerte zu ändern?

Außer den wohl seltenen Fällen, in denen auch in der Wirklichkeit eine Person nur eine konkrete Zahl von Ablehnungsmöglichkeiten hat/132/ und diese dann genommen werden kann, ist die Frage schwer zu beantworten. Letztlich muß es von der inhaltlichen Fragestellung her versucht werden. In einem kleinräumigen Wanderungsmodell, bei dem der Wohnungswechsel verschieden situierter Haushalte simuliert wird, spielt sicher das auslösende Ereignis (z.B. Kündigung durch Vermieter) und die damit verbundene Dringlichkeit oder die Dauer der Ortsansässigkeit (bessere Informationen und Beziehungen) eine Rolle. Dies bedeutet, daß nicht für alle Gruppen stets die gleiche Versuchsanzahl angemessen ist. M.Wegener läßt in seinem Wohnungsmarktmodell/133/ (vgl. Kap. 9.3) nach jedem gescheiterten Versuch, den wohnungssuchenden Haushalt seine Ansprüche reduzieren; allerdings akzeptiert er keine Wohnung, in der er sich zu seiner bisherigen Wohnungssituation verschlechtern würde. Nach drei erfolglosen Versuchen gibt der Haushalt auf und verzichtet auf einen Umzug. Haushalte ohne Wohnung, die auch keine Wohnung fanden, werden zu Untermietern.

Tabelle 2

Verteilungsbeispiel zur Monte-Carlo-Simulation
Wahl des Arbeitsortes verheirateter Arbeiterinnen

Person	Zielort nach beschreibender Aussage	PKW verfügbar?	weitere Zielortversuche				Zielort nach erklärender Aussage
			2	3	4	5	
1	Niedertraubling	nein	Neuötting	Großholth.	Bahnbrücken	-	Bahnbrücken
2	Großholthausen	nein	Niedertr.	M.Breit	Innernzell	-	Innernzell
3	Wüstenrot	ja	Wüstenrot	Neuötting	Wüstenrot	Niedertr.	Niedertraubling
4	Innernzell	nein	-	-	-	-	Innernzell
5	Markt Breit	nein	Großholth.	Innernzell	-	-	Innernzell
6	Niedertraubling	nein	Dampfach	-	-	-	Dampfach
7	Innernzell	nein	-	-	-	-	Innernzell
8	Niedertraubling	nein	Bahnbr.	-	-	-	Bahnbrücken
9	Markt Breit	nein	Innernzell	-	-	-	Innernzell
10	Bahnbrücken	nein	-	-	-	-	Bahnbrücken

In unserem Beispiel der Arbeitsortwahl von verheirateten Arbeiterinnen reichten fünf Versuche aus. Tabelle 2 zeigt, daß zufällig alle zehn Personen vermittelt werden konnten und nur einmal ein fünfter Versuch nötig war. Im Modell PNDSIM, das die komplexere und empirisch geprüfte Vorlage für unser Beispiel ist, waren in der Endversion bis zu zehn Wiederholungen möglich. Damit konnten die meisten Individuen eine vollständige Entscheidung vornehmen. In allen anderen Fällen wurde die Wohngemeinde als Arbeitsstandort festgesetzt/134/.

Diese Aufzählung verschiedener Wiederholungsversuche kann natürlich nicht recht befriedigen. Sie gibt aber doch einige Erfahrungswerte wieder. Ich denke, daß die nachfolgenden Überlegungen etwas helfen können:

- je mehr Restriktionen (Begrenzungen, Schwellenwerte) eine erklärende These schrittweise berücksichtigt, desto mehr Wiederholungsmöglichkeiten sollten zugelassen werden,
- gibt es empirische Belege, daß einige Situationstypen beim selben Vorgang und im selben Zeitraum mehr Versuche unternehmen als andere, sollte dies möglichst proportional in der Zahl der Wiederholungsschleifen berücksichtigt werden,
- werden nach einigen vergeblichen Versuchen Restriktionen (z.B. Zumutbarkeitswerte) gelockert, darf dies zum früheren Abbruch der Wiederholungen führen,
- sind im Modell Kapazitätsgrenzen vorgegeben (z.B. Zahl von Wohnungen oder Arbeitsplätze pro Gebietseinheit), benötigen später simulierte Subjekte oft mehr Versuche (Scheitern wegen Überfüllung). Es gilt nun nicht so viele Wiederholungen zuzulassen, daß auch das letzte Subjekt vermittelt wird, sondern früher sinnvolle "Zwangslösungen" für die "Gescheiterten" einzubauen (z.B. "Wegzug über die Grenzen", "Inaktiv, bleibt zu Hause"). Wird die Gruppe der "Gescheiterten" größer als die Differenz von theoretischer Nachfrage und Angebot, sind mehr Wiederholungsschleifen nötig.

Erklärende Aussagen müssen nicht notwendigerweise über die Monte-Carlo-Simulation formalisiert werden. Inhaltliche Abhängigkeiten können auch direkt durch verbale Abfragen und daraus folgende Anweisungen logisch verknüpft sein. Die in

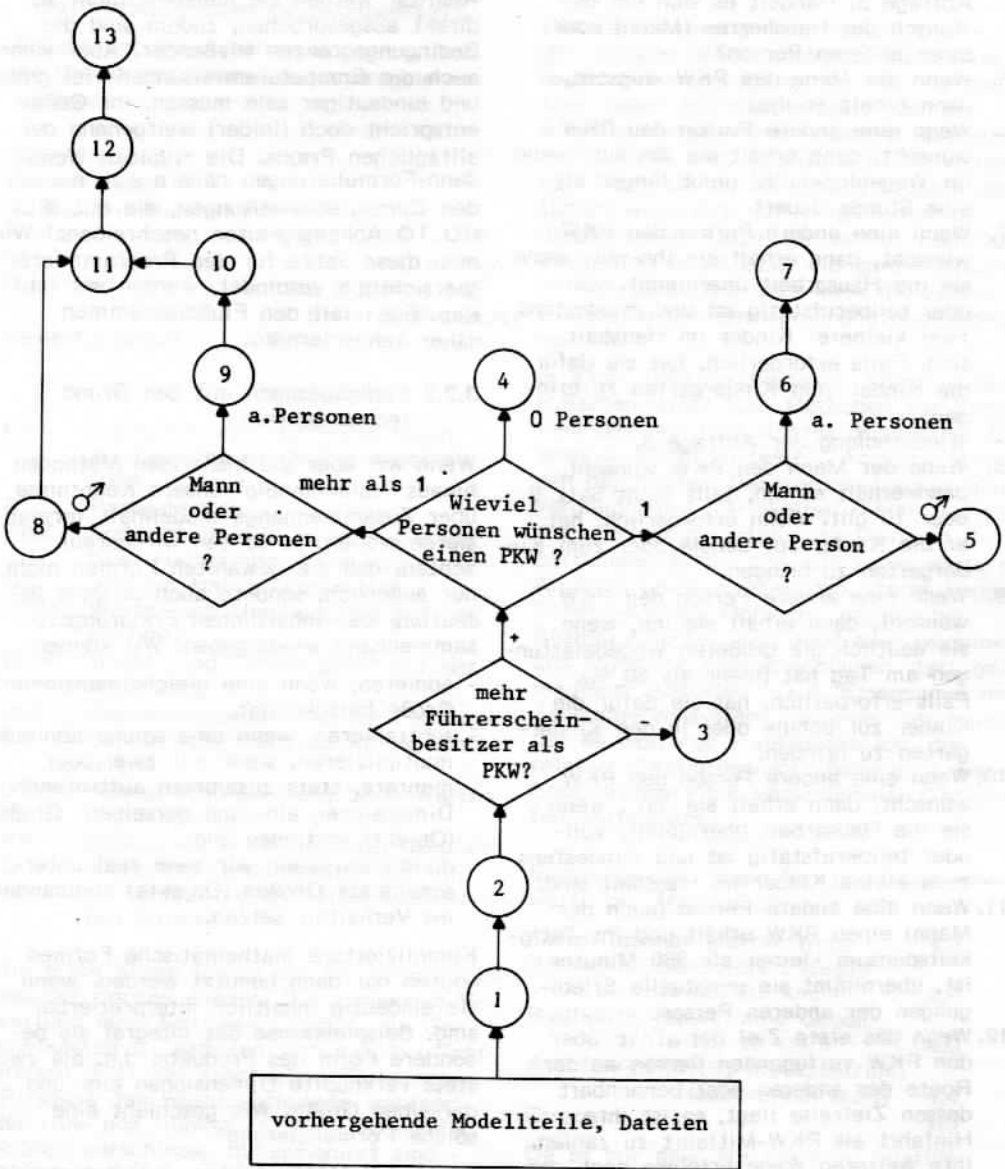
den Sätzen formulierten Beziehungen setzen jedoch hinreichende und eindeutige Informationen zur Ausgangssituation voraus. Darauf führen sie, gemäß ihren Regeln, Entscheidungen herbei. Hierarchisch gestaffelt bilden fundamentale, fast triviale Wenn...dann...-Sätze den Stamm eines Entscheidungsbaums. Nach Abfragen verzweigen sich die Alternativen, an deren Ende die neuen Zustände beschrieben sind. Mit einem Auszug aus dem Entscheidungsbaum des "Inneren Systems" im Modell EFASIM (Kap. 9.1) möchte ich dies illustrieren.

Es geht in diesem Beispiel um einen Abstimmungsprozeß unter Haushaltsmitgliedern. Entsprechend ihren jeweiligen alltäglichen Aufgaben und Wegen wird entschieden, wer wann einen PKW erhält und ob gegebenenfalls Aufgaben unter den Mitgliedern neu verteilt werden. Um das Prinzip zu erläutern, genügt bereits die gekürzte Auseinandersetzung in der Morgenperiode. Die in den Sätzen angesprochenen Informationen sind in vorhergehenden Modellteilen ermittelt und im Computer abgespeichert worden. Die Thesen sind durchnummeriert. Weil sie im laufenden Text nur schlecht nach ihrer Lage im Entscheidungsbaum zu kennzeichnen sind, verortete ich sie graphisch mit ihrer Nummer in Abbildung 3.

Wenn manche Sätze auch äußerst selbstverständlich erscheinen, sollte man nicht vergessen, daß sie der Computer noch nicht kennt. Die tendenziös maskulinen Regelungen entsprechen empirischen Ergebnissen/135/. Es geht in diesem Beispiel aber nicht so sehr um den Inhalt, sondern dann, wie man Entscheidungsvorgänge aus abhängigen Thesen aufbaut:

- "1. Wenn der Haushalt keinen PKW besitzt, können seine Mitglieder auch keinen benutzen.
2. Wenn eine Person keinen Führerschein besitzt, darf sie selbst keinen PKW fahren.
- Abfrage 1: Gibt es mehr Führerscheinbesitzer als PKW im Haushalt?
3. Wenn die Zahl der PKW im Haushalt größer oder gleich der Zahl der Führerscheinbesitzer ist, hat jeder von diesen uneingeschränkte Verkehrsmittelwahl. Wenn weniger PKWs vorhanden sind, gelten die Thesen 4 bis 13.
- Abfrage 2: Wieviel Personen wünschen in der Morgenperiode einen PKW?

Abb. 3 Teil des Entscheidungsbaums des "Inneren Systems" des Modells EFASIM



Legende: Thesen sind als Kreise
Abfragen als Rauten symbolisiert

4. Wenn keiner einen PKW wünscht, erhält auch keiner einen. Wenn einer ihn wünscht, gelten die Thesen 5 bis 7, wenn mehr als eine Person, dann die Thesen 8 bis 13.
- Abfrage 3: Handelt es sich um den Wunsch des Hausherrn (Mann) oder einer anderen Person?
5. Wenn der Mann den PKW wünscht, dann erhält er ihn.
6. Wenn eine andere Person den PKW wünscht, dann erhält sie ihn nur, wenn ihr Wegeblock/136/ nicht länger als eine Stunde dauert.
7. Wenn eine andere Person den PKW wünscht, dann erhält sie ihn nur, wenn sie die Hausarbeit übernimmt, voll- oder teilberufstätig ist und mindestens zwei kleinere Kinder im Haushalt sind. Falls erforderlich, hat sie dafür die Kinder zum Kindergarten zu bringen.
- Wiederholung der Abfrage 3.
8. Wenn der Mann den PKW wünscht, dann erhält er ihn, falls nicht Satz 9 oder 10 gilt. Wenn erforderlich, hat er die Kinder zur Schule oder zum Kindergarten zu bringen.
9. Wenn eine andere Person den PKW wünscht, dann erhält sie ihn, wenn sie deutlich die größeren Wegebelastrungen am Tag hat (mehr als 50 %). Falls erforderlich, hat sie dafür die Kinder zur Schule oder in den Kindergarten zu bringen.
10. Wenn eine andere Person den PKW wünscht, dann erhält sie ihn, wenn sie die Hausarbeit übernimmt, voll- oder teilberufstätig ist und mindestens zwei kleine Kinder im Haushalt sind.
11. Wenn eine andere Person (auch der Mann) einen PKW erhält und ihr Tätigkeitspensum kleiner als 360 Minuten ist, übernimmt sie eventuelle Erledigungen der anderen Person.
12. Wenn das erste Ziel der *nicht* über den PKW verfügenden Person an der Route des anderen oder benachbart dessen Zielzelle liegt, so ist ihre Hinfahrt als PKW-Mitfahrt zu zählen. Ihre weiteren Wege erfolgen nach der Gunstbewertung ohne PKW.
13. Wenn nicht der Mann den PKW erhält, dann wird ihn die über den PKW verfügende, nicht vollberufstätige Person zu seiner Arbeitsstelle fahren."

Wie man insbesondere an den Anfangssätzen 1 bis 3 sah, bestehen sie fast nur aus Selbstverständlichkeiten. Sie sind

aber unverzichtbar für eindeutige Rechenoperationen. Die späteren Sätze enthalten zwar mehr Einzelheiten; sie sind aber alle äußerst strikt und rigoros anweisend formuliert. In der menschlichen Realität werden sie meistens nicht so direkt ausgesprochen, zudem sind die Bedingungsgrenzen fließender. Aber wenn auch die Computeranweisungen viel gröber und eindeutiger sein müssen, ihr Gehalt entspricht doch (leider) weitgehend der alltäglichen Praxis. Die stupiden Wenn-dann-Formulierungen nähern sich nur den Computeranweisungen, die mit IF... GO TO Abhängigkeiten beschreiben. Wie man diese Sätze für den Programmierer übersichtlich verbindet, werden wir im Kap. 6.2.1 mit den Flußdiagrammen näher kennenlernen.

3.2.2 Verknüpfungen mit den Grundrechnungsarten

Wenn wir über die bisherigen Methoden hinaus "zahlenmäßig" unsere Kenntnisse über Zusammenhänge modellhaft formalisieren wollen, so sollten wir darauf achten, daß die gewählten Formen nicht nur äußerlich, sondern auch in ihrer *Bedeutung* den inhaltlichen Erklärungszusammenhang wiedergeben. Wir können

- addieren, wenn eine gleichdimensionierte Größe hinzukommt,
- subtrahieren, wenn eine solche abnimmt,
- multiplizieren, wenn wir zwei oder mehrere, stets zusammen auftretende Dimensionen ein- und derselben Größe (Objekt) vorfinden und
- dividieren, wenn wir zwei real unterscheidbare Größen (Objekte) zueinander ins Verhältnis setzen.

Kompliziertere mathematische Formen sollten nur dann benutzt werden, wenn sie eindeutig inhaltlich interpretierbar sind. Beispielsweise das Integral als besondere Form des Produkts, d.h. als zwei stets verknüpfte Dimensionen ein- und derselben Größe. Wie geschieht eine solche Formalisierung?

Im Modell NAVSIM (Kap. 8.1) entscheiden sich unterschiedliche Personengruppen (Situationstypen) zwischen alternativen Nahverkehrsmitteln, nachdem sie sie bewertet haben. Zwei Thesen erklären diesen Vorgang:

- Die Wahl eines Verkehrsmittels wird für den Entscheidenden vorwiegend durch die jeweiligen Beanspruchungen

während der Reise und die finanziellen Forderungen begründet.

- Je größer die verfügbaren Mengen Zeit bzw. Geld eines Entscheidenden sind, desto geringer bewertet er subjektiv die diesbezüglichen Belastungen/137/.

Anhand der entwickelten Formel will ich die obigen Formalisierungsregeln erläutern.

subjektive Gesamtkosten C =	
Kosten (finanzielle) FN + P	
Hinfahrt	+ (FWZ x BNF + NZ x BN + WUH x BNW)
Rückfahrt	+ FWZ x BNF + NZ x BN + WUR x BNW)
Bewertungsrate	x RX

Abkürzungen:

FN	Fahrpreis oder durchschnittlich wahrgenommene Betriebskosten PKW
P	Parkgebühren
FWZ	Fußwegzeit (z.B. Haustür-Garage bzw. Haltestelle, Parkplatz-Büro)
NZ	Zeit im Nahverkehrsmittel
WUH	Warte- und Umsteigezeit auf der Hinfahrt
WUR	Warte- und Umsteigezeit auf der Rückfahrt
BNF	Beanspruchungsniveau für Fußwege
BN	Beanspruchungsniveau im Verkehrsmittel
BNW	Beanspruchungsniveau beim Warten und Umsteigen
RX	subjektive Bewertungsrate Geld/Zeit
C	subjektive Gesamtkosten für ein Verkehrsmittel auf einer bestimmten Strecke

Die erste These finden wir im groben Aufbau der Formel wieder. Die subjektive Bewertung einer Fortbewegungsart, die Gesamtkosten C, addieren sich aus den Fahrpreisen (FN) und eventuellen Parkkosten (P) sowie den Beanspruchungen während der Hin- und Rückfahrt. Weil jedoch die Größen verschieden dimensioniert sind - Geld und Zeitbeanspruchung - sind sie noch durch eine Klammer getrennt. Erst einmal müssen die Fußwegezeiten (FWZ), Zeiten im Nahverkehrsmittel (NZ) und mögliche Warte- und Umsteigezeiten (WUH/WUR) innerhalb der Klammer jeweils gewichtet werden, sodann zusammengefaßt und schließlich "umgewandelt", d.h. neu dimensioniert werden. Hierbei tauchen die

ersten *Produkte* auf. Die Multiplikation ist aber nur dann zulässig, "wenn wir zwei oder mehrere, stets zusammen auftretende Dimensionen ein- und derselben Größe vorfinden". Trifft dies zu?

Die Fortbewegung wird zunächst, wie in den meisten Modellansätzen, nach ihrer *Dauer* gemessen. Damit ist *eine* Dimension dieser Aktivität erfaßt, aber die subjektiv empfundene Höhe der Beanspruchung nicht berücksichtigt. Es ist sicherlich nicht gleich, ob jemand bequem gefahren wird, oder ob er gefährdet im Straßenverkehr sich mit seinem Fahrrad einen Weg bahnt bzw. die ganze Strecke zu Fuß geht. Wie aber kann die *zweite* Dimension der Beanspruchung angegeben werden?

In einer 1960 erschienenen Arbeit versucht H.Bartenwerfer/138/ Methoden zur Ermittlung des relativen Grades psychischer Beanspruchungen zu testen. Angaben über den psychischen Beanspruchungsgrad hier vergleichbarer Tätigkeiten fehlen jedoch. Auch in der neuesten Literatur und Expertengesprächen sind mir keine weiteren Angaben bekannt geworden. Dafür liegen Daten über die Höhe der psychischen Beanspruchungen vor. Weil aber psychische und physische Beanspruchungen stets gemeinsam auftreten - z.B. Erregungen im Zentralnervensystem und eine Steigerung des Muskeltonus - versuchte ich, die relative Gesamtbeanspruchung über den Energieumsatz bei verschiedenen Tätigkeiten anzunähern.

Beispielsweise liegen Brutto-Kilokalorienwerte pro Minute/139/ vor für:

Gehen (ebener glatter Weg)	4,3
Radfahren (eben, ohne Gegenwind) 20 km/h	9,0
Radfahren (eben, ohne Gegenwind) 10 km/h	4,0
Autofahren (PKW, Stadtzentrum, Hauptverkehrszeit)	4,4
Essen im Sitzen	1,5

Da es mir aber nur um eine relative Gewichtung der verschiedenen Fortbewegungsarten ging, nicht um den Kalorienverbrauch, setzte ich das Beanspruchungsniveau für Fußwege (BNF) gleich 1 und die übrigen entsprechend. Diese Beanspruchungsniveaus sind stets Bestandteile der Aktivitäten, deren Dauer wir betrachten. Sie können nicht hinzugefügt oder weggelassen werden, sondern nur als zweite

Seite ein- und desselben Vorgangs multiplikativ formalisiert werden. Insofern drücken die Produkte innerhalb der Klammer die Dauer und die Stärke einer Aktivität, z.B. Gehen, Warten als zusammengehörige Größen aus. Bevor der Wert der Klammer und die finanziellen Aufwendungen addiert werden können, müssen sie die gleiche Dimension besitzen. Deshalb werden die gewichteten Zeitbeträge der Klammer durch eine subjektive Bewertungsrate (RX) in finanzielle Beträge überführt. Dazu hilft die zweite These, nach der ein Subjekt "je größer seine verfügbaren Mengen Zeit und Geld, desto geringer die jeweiligen Belastungen bewertet". Der relative Finanz-Wert der Wegebeanspruchung wird also durch das Verhältnis von "durchschnittlich, täglich verfügbarem Einkommen" zu der "werktäglich noch frei verfügbaren Zeitmenge" bestimmt. Geschrieben als Bruch, erhalten wir dabei das Verhältnis "zweier real unterscheidbarer Objekte", indem wir ihre Beträge durch sie dividieren.

$$\text{Bewertungsrate} = \frac{\text{werktäglich verfügbares Einkommen}}{\text{werktäglich frei verfügbarer Zeit}} \quad (\text{RX})$$

Wenn wir also beispielsweise eine Person unter Zeitdruck betrachten (der Nenner des Bruchs kleiner wird), wird der Wert von RX größer; multipliziert mit der Klammer steigt folgerichtig die Bedeutung der Reisebeanspruchung gegenüber den finanziellen Kosten, was unseren Erfahrungen im Alltag entspricht.

Wir hätten auch den umgekehrten Bruch (Zeit durch Geld) wählen können, da wir Zeitbeträge durch Geldbeträge ersetzen wollen. Dann hätten wir dieses "allgemeine Verhältnis" ($\text{RX}^* = \frac{1}{\text{RX}}$) wiederum zu unseren speziellen Wegebeanspruchungen (Klammer) ins Verhältnis setzen müssen; also hätten wir diese erneut durch $\frac{1}{\text{RX}}$ zu dividieren. Begrifflich ist dieser Weg sogar regelgerechter, wenn auch mathematisch etwas umständlicher. Das Ergebnis ist das Gleiche.

Diese Formalisierungen möchte ich noch um eine Subtraktion und eine Integralrechnung ergänzen. Ich wähle dazu den Rückreiseteil der Formel des Fernverkehrsmodells FERSIM (Kap. 8.2). Sie ist ähnlich der in NAVSIM. Für die

längeren Strecken bedarf es zweier zusätzlicher Thesen/140/:

- Tätigkeiten während der Reise, die dem Reisezweck dienen (z.B. Aktentstudium bei Dienstreisen) zählen nicht zu den Reiseaufwendungen.
- Die physiologischen Schwankungen der menschlichen Leistungsbereitschaft im Laufe des Tages beeinflussen die Verkehrsmittelwahl im Fernverkehr.

Unsere hier nur teilweise differenzierte Formel lautet:

$$\begin{aligned} \text{subjektive Kosten} \quad C = & \text{finanzielle Kosten} \\ & + \text{Hinreisezeitbelastung} \times \text{Bewertung} \\ & \quad \text{im Tagesrhythmus} \\ \text{Rückreisebelastung} & (\text{SZ} + \text{WR}) \times \text{BNF} + (\text{FRZ} - \text{T}) \\ & \times \text{BN} + \text{NZ} \times \text{BNN} \times \\ \text{Bewertung im} & \quad \text{RE} \\ \text{Tagesrhythmus} & \int_P^{\text{TE}} \frac{\text{TE} - \text{NM}}{\text{TE} - \text{RA}} \times dP \\ & \times \text{Bewertungsrate} \end{aligned}$$

Begriffserläuterungen:

- SZ = Systemzeiten (Tanken beim PKW, Abfertigung beim Flugzeug)
- WR = Wartezeiten bei der Rückreise
- BNF = Beanspruchungsniveau für Fußwege
- FRZ = Fernreisezeit
- T = Zeitersparnis durch zweckdienliche Tätigkeiten
- BN = Beanspruchungsniveau im Fernverkehrsmittel
- NZ = Fahrzeit im Nahverkehrsmittel im Quell- und Zielort
- BNN = Beanspruchungsniveau im Nahverkehrsmittel
- P = Rückreiseanfang
- RE = Rückreiseende
- TE = Tagesende (Minimum der Leistungsbereitschaft)
- NM = Nachmittägliches Maximum der Leistungsbereitschaft

Die erste zusätzliche These, die dem Reisezweck dienenden Tätigkeiten während der Reise nicht mitzählt, drückt sich formal als $(\text{FRZ} - \text{T}) \times \text{BN}$ aus. Von der Fernreisezeit wird die zweckdienlich verwandte Zeit einfach abgezogen, dann erst wird der verbliebende Rest mit dem Beanspruchungsniveau des Fernverkehrsmittels, z.B. des Intercity, multipliziert. Die übrigen Additionen und Multiplikationen entsprechen unserem NAVSIM-Beispiel.

Neu hingegen ist die Bewertung der Reisebelastung durch die veränderliche Leistungsbereitschaft im Tagesrhythmus. Was steht hinter der zweiten These?

Dasselbe Verkehrsmittel mit derselben Fahrzeit ist für denselben Reisenden zu unterschiedlichen Zeitpunkten sehr unterschiedlich stark ermüdend. Eine Untersuchung/141/ an etwa 500 Kraftfahrern über den Zeitpunkt, zu dem sie bereits einmal am Steuer ihres Kraftfahrzeugs "eingeschlafen" seien, erbrachte die abgebildete ungleiche Verteilung.

Jene Feststellung entspricht "klassisch" der reduktionistischen Erklärungsstrategie, Verhalten durch Lehrsätze "aus einer anderen Wissenschaft zu deduzieren."/143/ Insofern geht es nur noch darum, die These richtig im Modell abzubilden. Ich hielt daher fest: Zwischen dem nächtlichen Minimum und den Maxima steigt bzw. fällt die Leistungsbereitschaft nicht linear. Diese Kurve läßt sich weitgehend als Spiegelbild physiologischer Schwankungen der Leistungsbereitschaft während eines Tages beschreiben/142/.

Abb. 4 Häufigkeit des Einschlafens am Steuer zu verschiedenen Tagesstunden bei ca. 500 Kraftfahrern (nach Prokop und Prokop)

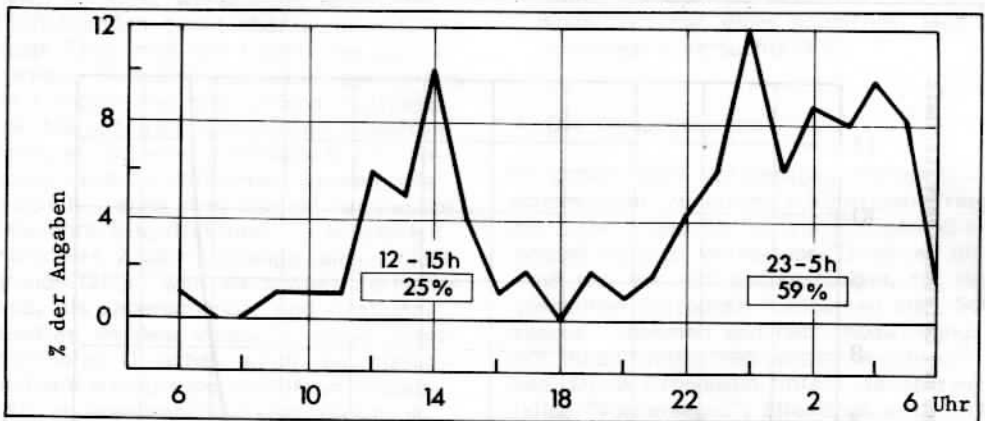
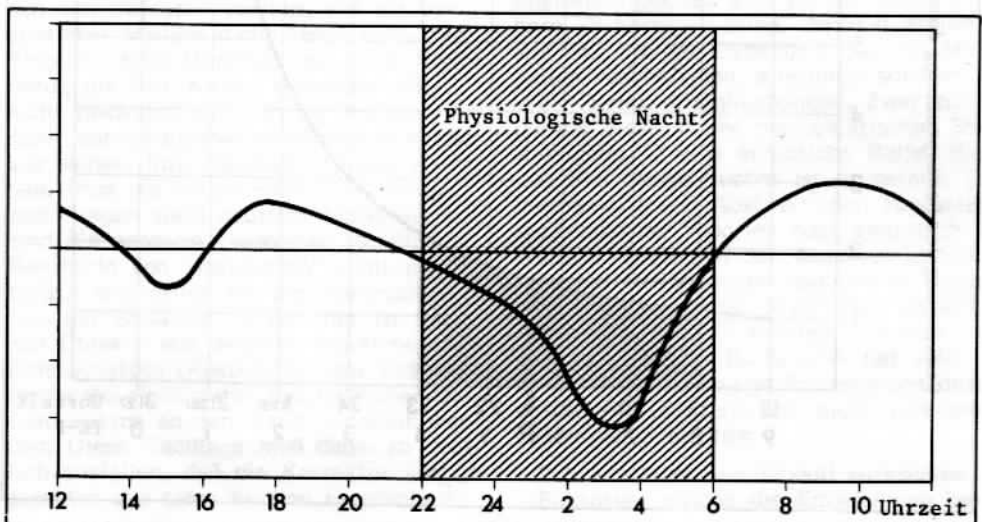


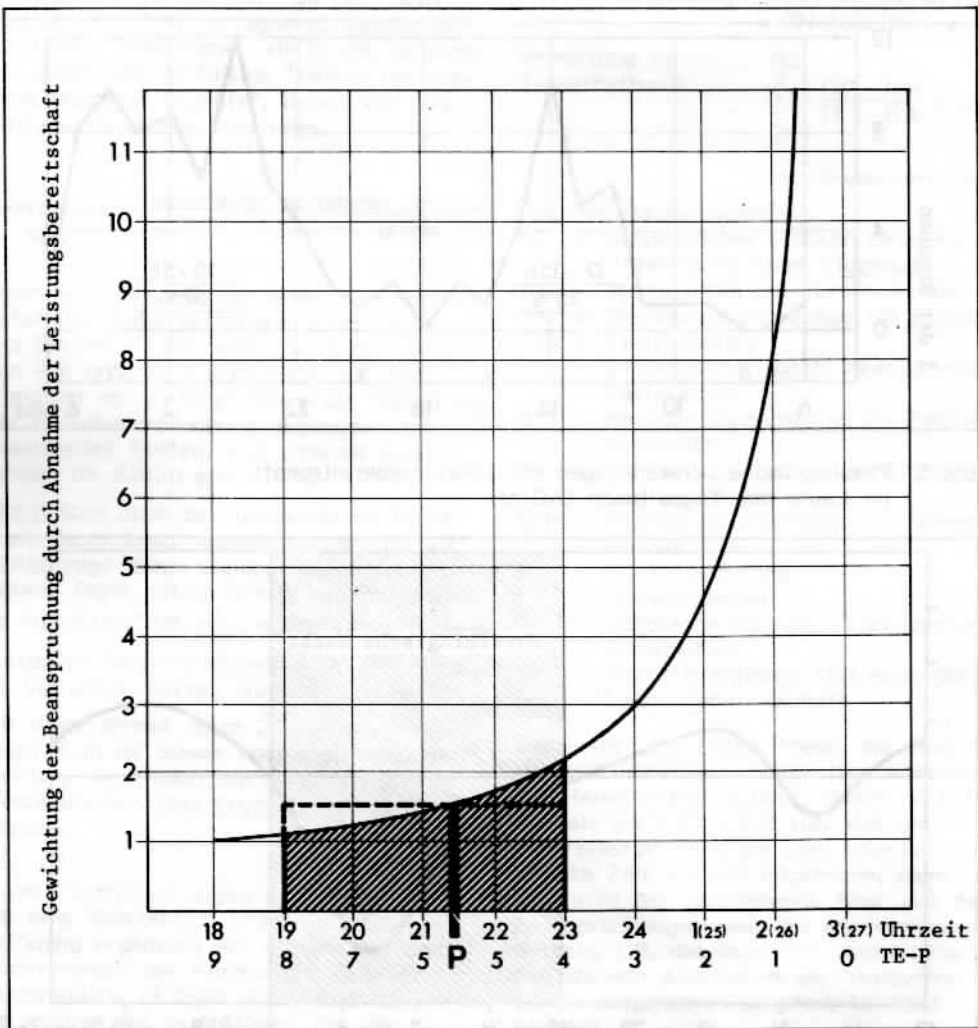
Abb. 5 Physiologische Schwankungen der Leistungsbereitschaft im Laufe des Tages (nach O.Graf)



Bei konstanter Belastung durch ein Verkehrsmittel nimmt deshalb die subjektive Beanspruchung ab bzw. zu. Um die Schwankungen der Leistungsbereitschaft zu formalisieren, näherte ich die Veränderungen durch einen hyperbolischen Kurvenverlauf an. An den Maxima gewichtete ich die Reisezeiten mit 1, beim Minimum ging das Gewicht gegen unendlich (siehe Abb.6). Die Ermüdung durch die Lage und Länge der Reisezeiten ist danach proportional der Fläche unter der Kurve zwischen dem Reiseantritt und dem Reiseende. Sie muß nur noch mit dem Beanspruchungsniveau des Verkehrsmittels multipliziert werden. Reisedauer, Lage der Reisezeit und Beanspruchungsniveau des benutzten Ver-

kehrsmittels bilden daher zusammen, als verschiedene Aspekte ein und desselben Vorgangs, ein durch Multiplikation zu verbindendes Ganzes. Weil aber die "Lage der Reisezeit" kein konstanter Wert ist, wird über die Reisedauer das Integral, als eine besondere Form des Produkts, berechnet. Es ist daher auch möglich, durch eine vereinfachende Multiplikation die Fläche unter der Kurve als Produkt aus der Reisezeit mal einem Punkt P anzunähern. P liegt bei unserem Beispiel bei 3/8 der Reisezeit vor dem Wiedereintreffen und führt nur zu einer Abweichung von maximal 14 Prozent bei einem Zeitraum bis 1 Uhr früh.

Abb. 6 Modellhafte Darstellung der Veränderung der Leistungsbereitschaft



Konkretisiert durch die letzten Beispiele, möchte ich noch auf Informationsunterschiede bei menschlichen Entscheidungs- und deren modellhafter Rekonstruktion im Computer aufmerksam machen.

- Der Mensch zerlegt in der Regel nicht wie der Rechner einen Entscheidungsvorgang analytisch in Einzelfaktoren. Er kennt z.B. nicht seine in Labors gemessene Leistungsabfallkurve, aber er hat durch Erfahrung ein Gefühl der höheren und niedrigeren Anstrengung für das wann und wie einzelner Verrichtungen. Die quasi objektiven, anthropologischen Prozesse gehen deshalb, wenn auch oft unbewußt, in die Bewertung ein. Zwar können innerhalb gewisser Grenzen die Wirkungen solcher Faktoren durch überlagernde Motivationen (Ehrgeiz, Angst usw.) verdeckt werden, sie heben die Einflußgrößen damit aber nicht auf. Für diese Fälle muß ein Modell die überlagernden Faktoren zusätzlich aufnehmen. So komplex und anscheinend irrational der Mensch auch Situationen bewerten kann, so ist eine wissenschaftliche Rekonstruktion verpflichtet, so weit wie möglich - auch dem Subjekt unbewußte - relevante Einzelfaktoren zu begründen. Komplexe Zusammenhänge dürfen nicht grundsätzlich, weil sie schwer zerlegbar sind, als unberechenbar und irrational abgetan werden. Versuche, diese schwer greifbaren Ursachen durch rein mathematisch-statistische Verfahren modellhaft zu ersetzen/144/ sind allerdings auch höchst problematisch. (Vgl. Kapitel 8.1)
- Wenn auch der Rechner über Informationen von Objekten verfügt, die ein bestimmter Mensch nicht kennt (z.B. der Flugtarif Köln-München sei einer Rentnerin, die ihre Kinder besuchen will, nicht bekannt), so muß der Rechner nicht notwendigerweise falsche Schlüsse aus seinem Informationsvorsprung ziehen. (Aus der allgemeinen Erfahrung, daß Fliegen stets deutlich teurer war, sind die genauen Flugpreise für die Rentnerin von "vornherein" nicht gefragt.) Wesentlich für die Rekonstruktion der Situation im Rechner ist nur, daß Objekte mit deutlich abweichenden Eigenschaften (Kosten) auf der Präferenzskala eines dafür empfindlichen Situationstyps an den Rand gedrängt werden. Diese Randlage muß dabei so deutlich ausfallen, daß die Korrektur von ge-glaubter zur tatsächlichen Eigenschaft

die Entscheidung nicht nennenswert ändern würde.

- Wahrnehmungs- oder Schätzfehler von Personen bei sehr wohl gebräuchlichen Objekten (z.B. die Betriebskosten des PKW pro Kilometer, die oft nur als Benzinkosten wider besseren Wissens angesehen werden), müssen vor der Eingabe in den Rechner festgestellt werden. Für den Entscheidungsvorgang sind sie sodann wie "reale" Größen zu behandeln. Im Modell wird zwar dann die Begründung für diese "Fehlschlüsse" nicht mehr rekonstruiert und damit kann auch nicht deren Veränderung simuliert werden. Für die Entscheidung ist jedoch eine hinreichende Grundlage vorgegeben. Eine Alternative bieten höchstens zusätzliche Erklärungen über die Gründe von Wahrnehmungs- oder Schätzfehler. Sie werden modellhaft mit einer kognitiven Motivationstheorie versucht/145/.

4. Die Dynamisierung

Prognosen oder Voraussagen müssen Zwischenstadien zu einem zukünftigen Ereignis nicht unbedingt berücksichtigen. Sie können heutige Verhaltens-"Gesetze" als nach wie vor gültig unterstellen, für den gewählten Zeitpunkt Planzahlen oder Schätzungen annehmen und dann Auswirkungen mit einem statischen Modell durchrechnen. Diese Prognosen liefern damit zweifellos "Vorhersagen", allerdings sind deren Eintrittswahrscheinlichkeiten modellhaft völlig unbegründet. Ohne Entwicklungs-gesetze oder wenigstens beobachtete Ereignishäufigkeiten sind sie für nachprüf-bare Vorhersagen blind. Deshalb wollen wir uns mit der Dynamisierung von Modellen beschäftigen, allerdings solchen ohne Differentialgleichungen. Zwar spielen gerade diese in der mathematischen Soziologie/146/ eine erhebliche Rolle, aber das Ziel dieses Buches ist es gerade, jene mathematischen Abstraktionen zugunsten soziologischer Theorien oder empirisch gestützter Thesen in den Modellen zurückzu-drängen. Sie gewinnen dadurch an Substanz und Anschaulichkeit. Wann aber ist ein Modell *dynamisch*? Welchen Anforderungen muß es genügen? B. Greuter hat vier voneinander abhängige Forderungen dazu aufgestellt/147/, die ich leicht verändert wiedergeben möchte:

- Die wichtigen, im Modell wirksamen Faktoren, welche die Entwicklung be-

- stimmen, dürfen nicht von außen (exogen) und damit in der Zeit konstant vorgegeben werden. Sie sollen sich aus den zu verschiedenen Zeitpunkten vorgegebenen Modellgrößen und Modellbeziehungen ermitteln lassen. Das bedeutet nicht, daß sämtliche Modellgrößen variabel zu halten sind. Zukünftige Modelle sollten aber immer mehr Modellgrößen rückgekoppelt simulieren.
- Es muß ein kausales Modell sein, d.h. es müssen die Modellgrößen ausdrücklich und abschließend formuliert sein und klare kausale Beziehungen zwischen ihnen bestehen, insbesondere müssen (politischen) Steuerungsgrößen und Systemzustandsgrößen kausal verbunden sein.
 - Das Modell darf keine Gleichgewichtsentwicklung vorwegnehmen oder unterstellen, daß ein einmal aus dem Gleichgewicht gekommenes System wieder dazu hintendriert. Sonst werden von vornherein strukturell Fehlentwicklungen ausgeschlossen, die wiederum ein weiteres gleichgewichtiges Wachstum verhindern und oft zur Stagnation der Systementwicklung führen.
 - Es muß möglich sein, im Modell eine ausdrücklich erkennbare Reaktionszeit (time-lag) zu definieren. Sie gibt an, wie lange es dauert, bis veränderte Bestimmungsfaktoren einen Einfluß auf die Veränderungsvariablen ausüben, d.h. sie beschreibt den Zeitraum zwischen der tatsächlichen Situation des Systems und dem Zeitpunkt, an dem diese von den Subjekten wahrgenommen wurde.

Die Forderungen sind alle sehr streng und äußerst anspruchsvoll. An ihnen gemessen verdienen viele, sich "dynamisch" nennende Modelle, nicht diese Bezeichnung. Diese Kriterien fordern besonders bei Modellen des methodologischen Individualismus/148/ extrem viele Hypothesen und Informationen, wie sie emergentistische Versuche nicht benötigen. Trotzdem sollten sie Leitbilder für den dynamischen Modellbau sein. Wenn wir aber nun auf Differentialgleichungssysteme verzichten wollen, wie kann man entsprechend der obigen Kriterien das Modell dynamisieren?

Der einzige, mir möglich erscheinende Weg besteht darin,

- den zu betrachtenden Zeitraum in gleiche Zeitintervalle zu zerlegen. Dabei soll die Länge der Intervalle durch eine wesentliche Modellgröße bestimmt sein.

Beispielsweise könnte die Phasendauer des Familienzyklus (6 Jahre) eine sinnvolle Einheit /149/ bilden.

- Für das erste Intervall sind quantitativ die Subjekte und Objekte sowie ihre Ausgangssituationen und geplante Maßnahmen vorzugeben.
- Durch ein kausales, *statisches* Modell sind Veränderungen der Zahl und Situationen der Subjekte und Objekte für das erste Intervall durchzuspielen und als dessen Endzustand festzuhalten.
- Ereignisse, die nicht durch das Modell rekonstruiert sind (z.B. Geburten, Sterbefälle) werden, entsprechend empirisch festgestellten Übergangswahrscheinlichkeiten, über die Länge des Intervalls fortgeschrieben.
- Die Zahlenwerte der kausalen Simulation und die der Fortschreibung bilden zusammen die Eingangswerte für das nächste Zeitintervall.
- Schrittweise wird der gesamte Prognosezeitraum durchlaufen, wobei die jeweiligen Endwerte und Fortschreibungen eines Intervalls die Ausgangslage des folgenden bilden.

Wenn im kausalen Modell keine Gleichgewichtsannahmen vorhanden sind und realistische Reaktionszeiten der Subjekte berücksichtigt wurden/150/, sind die vier Dynamik-Kriterien erfüllt. Die modellhafte "Alterung" und die Fortschreibung gelingen jedoch in der Praxis besser, wenn die Subjekte nach *Situationen* typisiert wurden, die ein Zeit- oder Entwicklungsmerkmal enthalten. Gehört beispielsweise das Alter zur Typenbeschreibung, können u.a. rechtliche Beschränkungen (Schulpflicht, Führerscheinbesitz) durchgespielt oder Ereigniswahrscheinlichkeiten (Eheschließung, Fruchtbarkeit, Renteneintritt, Tod) *typenspezifisch* fortgeschrieben werden. Sind die Subjekte Einzelpersonen, können sie jahrgangweise als Kohorten/151/, sind sie Haushalte, nach Phasen eines Familienlebenszyklus/152/ unterteilt werden. Aber auch länger existierende Objekte wie z.B. Wohnungen können nach ihrem Baujahr typisiert werden und intervallmäßig "altern". Renovierungsmaßnahmen verzögern zwar diesen Prozeß, halten ihn aber nicht auf/153/.

Für die Fortschreibungen im obigen Sinn geht M.Wegener in seinem Wohnungsmarkmodell (vgl. Kap.9.3) von sogenannten

"Elementarereignissen" aus. Für ihn zählen Einbürgerung, Altern, Heirat, Geburt, Zuzug von Angehörigen, Tod, Auszug eines Kindes, Scheidung, Beginn und Ende der Erwerbstätigkeit, aber auch Einkommenssteigerungen oder -verringerungen dazu. Bei den Wohnungen kennt er Alterung (Verfall), Modernisierung und Abriß als über Wahrscheinlichkeitsziffern veränderbare Ereignisse. Diese Eintrittswahrscheinlichkeiten hängen nur von den Zuständen, die jeweils eine Zeitperiode früher existierten, ab und werden als stochastische Folge von Zuständen auch als Markoffketten /154/ bezeichnet. Insofern demonstriert Wegener's Modell, ebenso wie DISPRO (Kap. 7.1), gut die Dynamisierung.

Zusammenfassung des Kapitels 5

Die Konstruktionsprinzipien reduktionistisch-individualistischer Modelle folgen der Theorie, daß die Subjekte auf die Eigenschaften ihrer sozialen und räumlichen Umwelt reagieren. Die Subjekte werden deshalb zu sogenannten "Situationstypen" zusammengefaßt. Die Objekte der Umwelt sind durch Eigenschaften zu beschreiben, die mit den Subjektarten "korrespondieren", d.h. Preisangaben benötigen Einkommensangaben,

Fahrzeiten benötigen Angaben von disponiblen Zeiträumen usw. Planungsmaßnahmen sind in der gleichen Dimensionen, z.B. finanziell und/oder zeitlich zu definieren.

Aussagen über die Subjekt-Objekt-Beziehungen können nur beschreibend, aber auch erklärend sein. Beschreibende Aussagen lassen sich formalisieren, indem man die Anzahl der Individuen eines Typs mit der Häufigkeit ihres Verhaltensmusters multipliziert und durch das stochastische Zufallsverfahren der Monte-Carlo-Simulation. Erklärende Aussagen können durch inhaltlich logische Verknüpfungen und über die Grundrechnungsarten formalisiert werden. Auf die Bedeutung des mathematischen Begriffs ist dabei besonders streng zu achten.

Eine Dynamisierung von Modellen ohne Differentialgleichungen ist mit statischen Modellen möglich, wenn die wichtigsten Modellgrößen nicht exogen und damit in der Zeit konstant vorgegeben werden. Trotzdem ist es oft erforderlich und auch legitim, bestimmte Elementarereignisse über Eintrittswahrscheinlichkeiten, von einem Zeitintervall zum nächsten, fortzuschreiben.

Kapitel 6 Modellzubehör

Unter Modell-"Zubehör" sind Dateien, Darstellungsformen und Tests zu verstehen, die selbst nicht unmittelbare Bestandteile der Modelle sind. Ohne dieses "Zubehör" sind die Modelle jedoch nicht verwendungsfähig. Erst wenn die formalisierten Gedanken zahlenmäßig konkretisiert, übersichtlich beschrieben und ihr Zusammenspiel geprüft sind, gelten sie als einsetzbar.

1. Der Datenbedarf

Ganz allgemein ausgedrückt, leitet sich der jeweilige Datenbedarf aus den Thesen des versteckt oder offen zugrunde liegenden Ansatzes ab. Dementsprechend benötigen die Modelle Daten über die Subjekte und ihre Situation (Sozialdaten), über die Objekte und ihre Eigenschaften (Raumstrukturdaten)/155/ sowie ihre Veränderungen in der Zeit durch natürliche Prozesse, wirtschaftlich-gesellschaftliche Einflüsse und politische Planungsmaßnahmen. Zu diesen, die Subjekt-Objekt-Struktur kennzeichnenden Daten, treten noch die "ver-

haltensbeschreibenden" Daten und "Erklärungsdaten". Wie sind diese Daten aufbereitet und wo sind sie in der Regel zu finden?

Sozialdaten

Die meisten Daten über die Subjekte und ihre Situation finden sich in der amtlichen Statistik. Die nach Artikel 73, Nr. 11 des Grundgesetzes unter einheitlichen Gesichtspunkten für das gesamte Bundesgebiet durchgeführten Totalzählungen erlauben großflächige Betrachtungen. Für die Gemeindeforschung sind diese Datenbestände allerdings nur begrenzt geeignet. Bedingt durch hohe Kosten finden diese Zählungen nur in größeren Zeitabständen statt und "veralten" daher schnell. Zudem ist es auch sehr aufwendig, diese Daten kleinräumig aufgeschlüsselt zu bekommen. Nachfolgend ein Überblick über die Großzählungen in der Bundesrepublik nach dem zweiten Weltkrieg.

Natürlich gibt es daneben eine große Zahl weiterer Erhebungen für das Gebiet der

Objektbereich	Erhebungsjahr								
	1945	50	55	60	65	70	75	80	85
Volks- und Berufszählung	46	50		61		70			
Wohnungszählung		50	56			68			
Gebäudezählung		50		61		68			
Zählung der nicht landwirtschaftlichen Arbeitsstätten		50		61		70			
Landwirtschaftliche Betriebszählung	49			60			71		
Handwerkszählung	49		56		63	68		78	
Handels- und Gaststättenzählung				61		68		79	
Industriezensus				62		67			
Verkehrszensus				62					
Forsterhebung				61					

Quelle: V.Kreibich u.a.

Bundesrepublik. Ein Blick auf das Verzeichnis der Jahrbücher des Bundesamtes für Statistik gibt darüber Auskunft. Ein zweiter Blick belehrt jedoch, daß in der Regel die Daten nicht kleinräumig aufbereitet sind. Damit sind sie als unmittelbare Sozialdaten *räumlicher* Modelle unbrauchbar. Geeigneter sind für unsere Zwecke die Daten der Städtestatistik und des Verwaltungsvollzugs. Allerdings sind "amtliche Statistiken" und "Städtestatistiken" nicht eindeutig unterscheidbar. Letztere fassen Daten aus den sie miterhebenden amtlichen Großzählungen, dem laufenden Verwaltungsvollzug und eigene Erhebungen zusammen. Sie sind dementsprechend von Gemeinde zu Gemeinde verschieden. Am Beispiel der Stadt Dortmund möchte ich entlang der Darstellungen von R.Schneider/156/ die aus dem Verwaltungsvollzug entstandenen Dateien kurz skizzieren.

Diese Dateien behandeln vor allem Einzelfälle (z.B. Meldepflichtige). Die Begriffe und Bezugseinheiten orientieren sich dabei in erster Linie an verwaltungstechnischen und -rechtlichen Erfordernissen. Sie charakterisieren Massenerscheinungen nur bedingt, weil sie diese zumeist nur unvollständig oder überproportional erfassen. So fehlen in der Beschäftigungsstatistik die nicht sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmer, andererseits sind im Gewerbekataster auch Personen erfaßt, die selbst kein Gewerbe betreiben und ihren Gewerbeschein nur als Einkaufslegitimation in einem Händlergroßmarkt benutzen. Die Dateien sind also recht problematisch. In Dortmund entstanden nun beispielsweise aus dem Verwaltungsvollzug

- eine Einwohnerindividualdatei.
Sie umfaßt An-, Ab- und Ummeldungen und wird jeweils zum Jahreswechsel fortgeschrieben. Die Einwohnerdaten werden um Raumbezugsmerkmale ergänzt (Gebäudekoordinaten). Pro Person sind Alter, Geschlecht, Konfession, Staatsangehörigkeit, Beschäftigung, Name und Anschrift festgehalten.
- eine Hauseinwohnersummendatei.
Sie ist eine gebäudebezogene Zusammenfassung der Einwohnerindividualdatei und beschreibt die Bewohner eines Gebäudes nach Alter, Religion, Geschlecht, Beschäftigung und Haushaltsgröße.
- eine Blocksummendatei.
Sie faßt die Hauseinwohnersummendatei nach Baublöcken zusammen und weist,

nach Geschlecht getrennt, die Summe der Personen aus.

- eine Einwohnerfortschreibungsdatei.
Veränderungen des Einwohnerbestandes durch Geburten und Sterbefälle sowie durch Eheschließungen, Zuzüge, Wegzüge und Umzüge werden wöchentlich auf eine Datei übernommen. Auf der Basis der Volkszählung von 1970 werden in Verbindung mit dem Einwohnerwesen monatlich die Bevölkerungszahlen für die statistischen Bezirke berechnet.

Offensichtlich sind die Daten des laufenden Verwaltungsvollzugs noch am besten für die kleinräumigen Beschreibungen geeignet. Differenziertere Haushaltsanalysen liefern spezielle Erhebungen, wie z.B. KONTIV (Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten)/157/. Allerdings sind die dort gezogenen Stichproben nicht auf ein Gebiet, sondern auf 79 Verkehrsplanungsregionen der Bundesrepublik abgestellt. Damit entfallen räumlich genauere Aussagen. Leider muß man bei den meisten Modellversuchen davon ausgehen, daß die Sozialdaten weit unvollständiger sind, als man wünscht. Will man trotzdem nicht aufgeben und differenziertere Situationstypen bilden, bleibt nur das Schätzen. Soll beispielweise die Gruppe der Geschäftsreisenden nach ihrem Einkommen unterschieden werden/158/, kann man nur über andere Statistiken ihren Anteil annähern. Wenn sich herausstellt, daß etwa 27 % der höheren und 50 % der mittleren und 23 % der niederen Einkommensgruppe angehören, so errechnen sich ihre jeweilige Zahl aus

der Gesamtmenge am Ort $\times 0,27$ bzw. $0,5$
bzw. $0,23$.

Raumstrukturdaten

Raumstrukturdaten sind als "objektive" Daten häufiger kleinräumig vorhanden. Sei es, daß die öffentlichen Verkehrsmittel über Fahrpläne ihr Angebot räumlich konkret beschreiben, sei es, daß Gemeinden statistisch über ihre Gebäude und Wohnungen berichten. Zudem vervollständigen Karten die Angaben. Trotzdem fehlen oft wichtige Informationen: beispielsweise wie zuverlässig ist eine Verkehrsbedienung oder wie laut ist die Wohngegend usw.? Eine grundsätzliche Frage tritt aber stets hinzu: inwieweit werden diese "objektiven" Daten von der Bevölkerung subjektiv wahrgenommen? Sind sie überhaupt für sie vorhanden? und wenn ja, wie genau? Letzt-

lich ist es auch eine Frage des Modells, wie es mit den "objektiven" Daten umgeht. Es kann sie verändern, es kann sie negieren, es muß sie aber zunächst als real annehmen.

Ähnlich wie bei den Sozialdaten sind die Raumstrukturdaten vorwiegend aus städtischen Dateien zu entnehmen. In unserem Dortmunder Beispiel findet sich

- die Gebäude- und Wohnungszählung 1968. Die Daten liegen mit den Gebäudemerkmalen Straße und Hausnummer vor. Sie informieren auch über das Baualter, die Gebäudeart, die Ausstattung sowie über die Eigentumsverhältnisse und Finanzierungsart.
- eine Gebäudedatei. Sie geht auf die Wohnungszählung 1968 zurück und wurde seither über die Baufertigstellungsstatistik fortgeschrieben.
- und eine Arbeits- und Betriebsstättenzählung. Die Zählungsergebnisse liegen für Baublöcke und Gebäude vor. Eine Fortschreibung war aber bisher nicht möglich.

Arbeits- und Betriebsstättendateien sind insbesondere für die Verkehrsplanungsmodele wichtig. Über sie erfährt man, wo sich welche Einrichtungen befinden. Auf sie sind die Arbeits-, Einkaufs-, Schul- und Freizeitwege gerichtet, die im Modell zu simulieren sind. Das Straßennetz mit seinen Querschnitten, die Streckenlängen, die erlaubten Höchstgeschwindigkeiten - sie alle sind aufschlußreiche Daten der Raumstruktur.

Verhaltensbeschreibende Daten

Die amtlichen und städtischen Dateien liefern nur grob Verhaltensangaben. Wir erfahren zwar, wann jemand von wo nach wohin umgezogen ist (Einwohnerindividualdatei), und die Volkszählungs- sowie Arbeitsstättendateien berichten, wie und wohin die Berufspendler sich begeben, aber näheres bleibt oft unausgewertet. Für den Raum München liegen für die Umzüge allerdings detaillierte Analysen vor/159/. Die schon erwähnten KONTIV-Erhebungen beschreiben auch recht genau das Verkehrsverhalten einzelner Personengruppen /160/. An dieser Stelle sollte auch die bereits etwas ältere, aber durch ihren Ansatz herausragende Erhebung zum Hamburger Wochenendverkehr von J.Albrecht/161/ erwähnt werden. Auch die traditionell

einfachen Verkehrsstromzählungen können begrenzte Hinweise liefern, allerdings fehlen oft die wichtigen Angaben nach woher und wohin der Reisenden.

Die verhaltensbeschreibenden Daten sollten in erster Linie zur Hypothesenbildung beitragen oder für Tests als Kontrollgrößen dienen. Mehr schlecht als recht sind sie allerdings dafür nur geeignet, weil sie zumeist sehr enge Ausschnitte des Geschehens betrachten (z.B. keine Fußgänger oder Radfahrer berücksichtigen).

Wichtig werden verhaltensbeschreibende Daten besonders dann, wenn im Modell das Verhalten nicht erklärt bzw. rekonstruiert werden kann. In diesen Fällen können die gezählten Verhaltenshäufigkeiten als Wahrscheinlichkeiten mittels der Monte-Carlo-Simulation (vgl. Kap. 5.3.1) modellhaft beschreibend genutzt werden.

Erklärungsdaten

Daten, die bestimmte Verhaltensweisen erklären, sind in der Regel nicht unmittelbar aus amtlichen oder gemeindlichen Statistiken abzulesen. Es reicht ja nicht aus, nur vom Ausstattungsgrad oder Bauzustand einer Wohnung auszugehen. Erst die Situation der Menschen, ihre Ansprüche und Möglichkeiten und jene Faktoren, die hinter diesen Wünschen und Möglichkeiten stecken, können die Zusammenhänge erhellen. Dazu bedarf es allerdings spezieller Untersuchungen wie z.B. die von der Robert-Bosch-Stiftung geförderte über "Faktoren innerregionaler Wanderungen - Verhalten der Wohnbevölkerung"/162/ oder die qualitativen Simulationen von Verkehrsentscheidungen in privaten Haushalten/163/. Qualitative Studien, wie diese beiden sind besonders geeignet, Gründe und Daten für das Verhalten offenzulegen. Selbst für die Subjekte zunächst verborgen, können kulturelle, familiengeschichtliche und persönlichkeitsbedingte Größen die Einstellung formen, die erst verbunden mit konkreten Umweltbedingungen zum aktuellen Handeln führen. Familiensoziologische Autoritätsuntersuchungen geben dazu Hinweise/164/.

Aber auch physiologische Ursachen, wie wir sie als Ermüdung des Tagesrhythmus kennengelernt haben (5.3.2), finden wir in herkömmlichen Verkehrsuntersuchungen kaum. Nur sozialmedizinische Arbeiten/165/ helfen hier weiter.

Diese Beispiele lassen sich endlos fortsetzen. Für Erklärungsdaten ist jedoch typisch, daß sie meist *nicht* in den standardisierten Wohnungs- und Verkehrserhebungen vorkommen. Der "erklärende" Modellbauer muß sie in anderen Fachwissenschaften suchen.

2. Darstellungsformen

In ungeeigneter Form können die besten Gedanken unfruchtbar bleiben, weil sie nicht verstanden werden. Dies gilt insbesondere für den Theoretiker, der mit seinen Thesen ein Gedankengebäude errichtet, das aber für den Übersetzer (Programmierer) unklar und verschwommen bleibt. Die Formalisierung einer Theorie geschieht in mehreren Schritten: zunächst durch den Modellbauer, der seine Gedanken streng "ordnet" und dann durch den Programmierer, der die geordneten Gedanken in eine Computersprache überträgt. Insofern ist es sehr wichtig, daß die "Übergabe der Gedanken" in der "rechten" Form geschieht. Ist der Modellbauer selbst der Programmierer, so kann er dies Kapitel überspringen, arbeitet er jedoch mit einem Programmierer zusammen, hat er bestimmte Formen zu wahren.

Aber nicht nur dem Programmierer, auch dem späteren Benutzer des Modells muß die Form gerecht werden. Deshalb sind neben seinem formalen Aufbau auch die Ergebnisse übersichtlich und zweckdienlich aufzubereiten. Beginnen wir mit der Darstellungsform für den Programmierer.

2.1. Darstellungsformen für den Modellaufbau

Wenn der Modellbauer sein Modell gedanklich entworfen, also alle Thesen seiner Theorie aufgestellt und in einen prozessualen Ablauf gebracht hat, listet er zunächst alle nötigen Größen (Faktoren) auf. Die Länge dieser Listen oder Dateien informiert den Programmierer über den benötigten Speicherplatz. Für das Modellbeispiel PNDSIM (vgl. Kap. 7.2 Simulation von Berufspendlerbeziehungen) benötigen wir

- eine Quellgemeindedatei (sie enthält alle Orte der Region mit der Zahl ihrer Pendler),
- für jede Quellgemeinde eine Personendatei (sie beschreibt Typ und Anzahl der jeweiligen Personen),

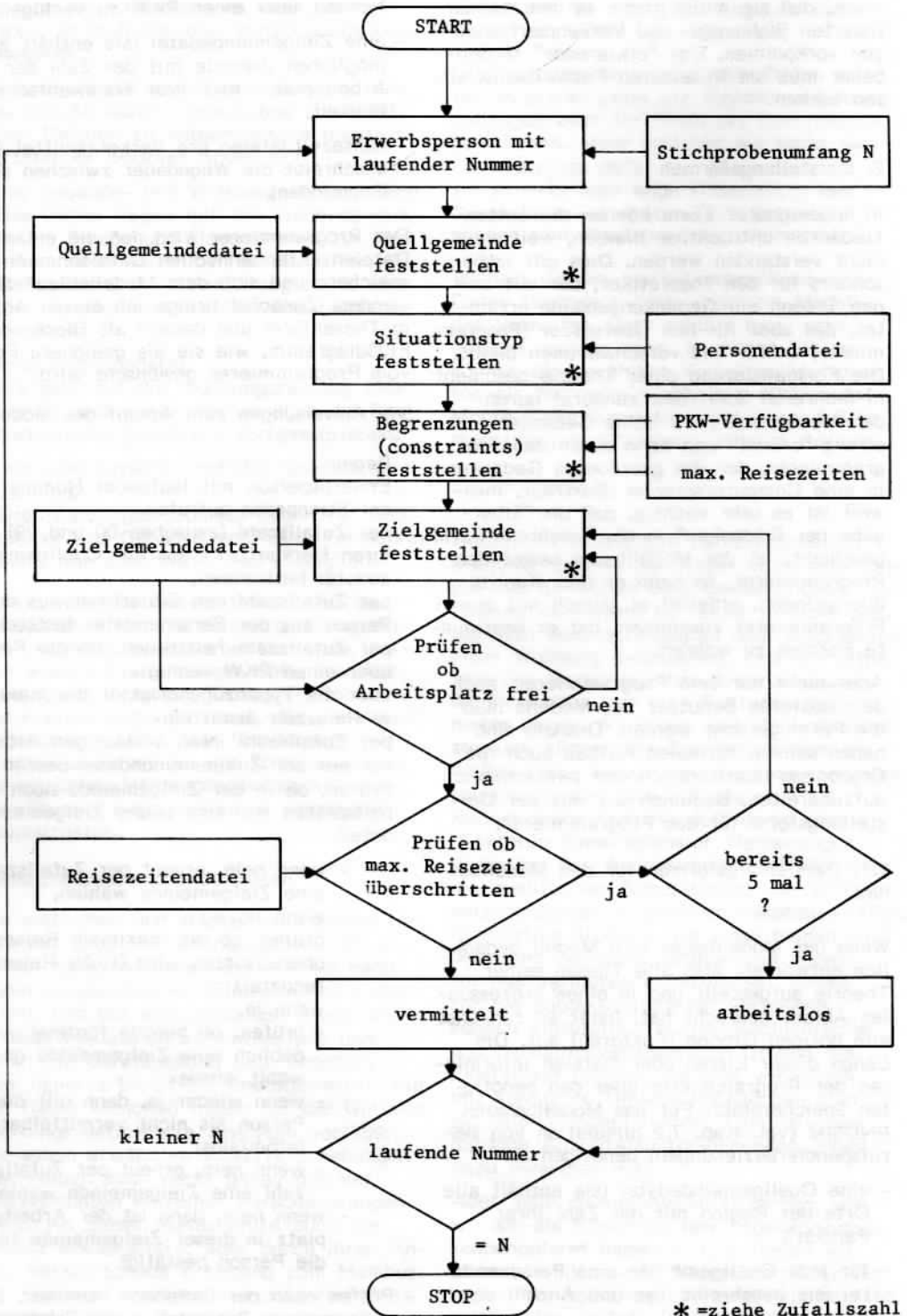
- eine Datei typenspezifischer PKW-constraints (sie beschreibt die Wahrscheinlichkeit über einen PKW zu verfügen),
- eine Zielgemeindedatei (sie enthält alle möglichen Zielorte mit der Zahl der Arbeitsplätze und ihrer Wahlwahrscheinlichkeit) und
- Reisezeitdateien pro Verkehrsmittel (sie beschreibt die Wegedauer zwischen den Gemeinden).

Der Programmierer wird nun die einzelnen Dateien unter sinnvollen Dateinamen abspeichern und sich dem Modellablauf zuwenden. Zunächst bringe ich diesen Ablauf in Thesenform und danach als Block- oder Flußdiagramm, wie sie als geeignete Form vom Programmierer gewünscht wird.

Die Anweisungen zum Ablauf des Modells:

- Beginn
- Erwerbsperson mit laufender Nummer aus der Stichprobe aufrufen,
- per Zufallszahl (zwischen 00 und 99) ihren Herkunftsort aus der Quellgemeindedatei bestimmen,
- per Zufallszahl den Situationstypus der Person aus der Personendatei feststellen,
- per Zufallszahl feststellen, ob die Person über einen PKW verfügt,
- über die Typenzugehörigkeit die maximale Reisezeit ermitteln,
- per Zufallszahl ihren vorläufigen Arbeitsort aus der Zielgemeindedatei bestimmen,
- Prüfen, ob in der Zielgemeinde noch Arbeitsplätze frei sind (siehe Zielgemeindedatei)
 - wenn nein, erneut per Zufallszahl eine Zielgemeinde wählen,
 - wenn ja,
 - prüfen, ob die maximale Reisezeit überschritten wird (siehe Reisezeitendatei)
 - wenn ja,
 - prüfen, ob bereits fünfmal vergeblich eine Zielgemeinde gewählt wurde,
 - wenn wieder ja, dann gilt die Person als nicht vermittelbar, (arbeitslos)
 - wenn nein, erneut per Zufallszahl eine Zielgemeinde wählen,
 - wenn nein, dann ist der Arbeitsplatz in dieser Zielgemeinde für die Person bestätigt
- Prüfen nach der laufenden Nummer, ob noch weitere Personen in der Stichprobe,

Abb. 7 Flußdiagramm für PNDSIM (Übungsversion)



- wenn ja, Person mit nächster Nummer aufrufen,
- wenn nein, Ende der Modellsimulation.

Wenn wir nun die vereinfachte und weit- hin gebräuchliche Darstellungsform für Flußdiagramme übernehmen und von oben nach unten lesen, ist es nicht schwierig, in Abb. 7 unsere Anweisungsliste wieder- zuerkennen.

Anfang und Ende sind als START und STOP in Kreise, die Anweisungen per Stichworte (oder auch in mathematischen Formeln) in Rechtecke und die Abfragen oder Prüfungsvorgänge in Rauten gezeichnet. Wenn eine Zufallszahl gezogen werden muß, finden wir in der rechten unteren Ecke einen Stern, der eine Roulettekugel symbolisiert. Die Linien mit Pfeilen bedeuten "führt zu" und zeigen den Ablauf mit seinen Verzweigungen bzw. Rückkopp- lungsschleifen.

Diese sehr vereinfachten Symbole sind natürlich noch erweiterbar, beispielsweise nach DIN 66001. Zeichen für Plattenspei- cher, Lochkarten, ausdrückbare Listen usw. sind aber für unsere einfachen Flußdia- gramme nicht nötig. Diese reichen bereits aus, dem Programmierer das Modell zu erläutern. Er wird es dann, entsprechend der Programmiersprache weiter differen- zieren, was uns aber hier nicht weiter zu interessieren braucht.

2.2. Darstellung der Ergebnisse

Der Modellbauer sollte nicht nur darauf achten, daß der Programmierer seine Gedanken versteht, sondern auch an die Endbenutzer denken. Insoweit hat er die Art und den Umfang der Ergebnisdarstellung zu beeinflussen. Es sollten zum Schluß keine "wesentlichen" Aussagen fehlen, andererseits sollte der Benutzer nicht in einem Zahlenmeer ertrinken. Was aber ist "wesentlich", und was ist zuviel und unüberschaubar?

Wenn das Modell sehr stark soziale Unter- schiede in seiner Typenbildung aufnahm, wäre es äußerst schade, wenn die Reak- tionen der Bevölkerung unterschiedslos wieder zusammengefaßt würden. Zwar wären diese Werte nicht "falsch", aber mögliche sozial- politisch bedenkliche Abweichungen würden verwischt. Insbesondere sollte man Gruppen gesondert auswerten, wenn sie bereits durch andere Problemsituationen gekenn- zeichnet sind. Selbst wenn sie unter den Modellannahmen kein anderes Verhalten

zeigen wie die übrigen Typenvertreter, so würde dies doch ihre sonst besondere Stellung berücksichtigen (z.B. Familien mit Kleinkindern, alte Menschen, Auslän- der oder wirtschaftlich Schwache). Ebenso sind Teilauswertungen für Bewohner be- stimmter Räume sinnvoll. Alle Sozialtypen und alle Räume gleichmäßig nebeneinan- der darzustellen, ist zwar sicherlich kor- rekt und gibt jedermann die Chance, sich ausführlichst zu informieren, aber es kann sozialpolitische Besonderheiten in der Er- gebnisflut untergehen lassen. Zumindest sind dann die oben genannten Einzelergeb- nisse im Text noch einmal hervorzuheben.

Wie sind jedoch die Ergebnisse statistisch aufzubereiten?

Die raffinierteste Darstellungsform ist leider nicht die brauchbarste. Viele Ge- meinden und Kreise benutzen noch recht bescheiden vorzugsweise Kreuztabellen. Sie sind sicherlich nicht besonders über- sichtlich, aber mit fertigen Statistikpro- grammen am leichtesten produzierbar. Man sollte aber wenigstens versuchen, Histogramme oder Kurven ausdrucken zu lassen. Bisher verfügen nur wenige zen- trale Rechenzentren über kartographische Programme. Mit ihnen können Ströme im Netz oder Eigenschaften der Gebiete am übersichtlichsten abgebildet werden. Auf dem Weg zu diesen räumlichen Darstel- lungsformen, wie z.B. GEOCODE/166/ sind noch viele organisatorische Hürden zu überwinden. Weil diese Programme viele vorbereitende Arbeiten voraussetzen (Verschlüsselung des Gebiets durch Eck- koordinaten), läßt ihre Verbreitung noch auf sich warten.

3. Tests

Ungetestete Modelle sind unfertig. Aller- dings gibt es sehr unterschiedliche Test- arten. Neben Plausibilitätskontrollen, zum Teil noch während der Konstruktionsphase, finden wir statistische Tests und sogenan- te Sensitivitätstests. Wann ein Modell ge- nügend getestet ist, läßt sich nicht pau- schal sagen. Je mehr Tests es jedoch be- stand als desto sicherer mag es gelten. Sicherheit ist aber kein hinreichendes Gütekriterium (vgl. Kap. 4.2). Die Quali- tät seiner *theoretischen* Begründung, seine Maßnahmeempfindlichkeit, seine Kos- ten und seine Durchschaubarkeit für Laien sind meines Erachtens ebenso wichtige Merkmale. Wir sollten daher den Wert von Tests nicht überschätzen.

Plausibilitätskontrollen sollten vom Programmierer schon während der Konstruktion angestellt werden. Das Modell ist dabei insbesondere auf seine innere Logik zu prüfen. Beispielsweis prüften wir im Modell EFASIM, ob auch die vollberufstätigen Frauen, wie vorgegeben, mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,85 zur Arbeit gingen. Nach dem Rechenprogramm "verweigerten" sie aber alle die Arbeit, blieben zu Hause, kochten und paßten auf die kleinen Kinder auf. Was war geschehen? Bei der Aufgabenverteilung im Familienkreis hatten wir für jede Personengruppe eine maximale Tätigkeitsdauer für den Tag vorgegeben. Wenn durch zu viele Tätigkeiten einer Person dieses Zeitlimit überschritten wurde, sollte der Computer die Tätigkeit mit der geringsten Wahrscheinlichkeit zurückstellen, d.h. anderen Familienangehörigen übertragen oder für spätere Tage aufschieben. Durch eine Verwechslung der "maximalen Tätigkeitsdauer" mit der "disponiblen Zeit", die bei der Verkehrsmittelwahl eine Rolle spielt, waren zu kurze Zeiten vorgegeben. Folglich übernahmen die Frauen das Kochen und Kinderbetreuen (Wahrscheinlichkeiten 0,95 und 0,99), lehnten aber wegen Zeitüberschreitung die Berufstätigkeit ab. Wir korrigierten die Zeitvariable, und die Zwischenergebnisse wurden wieder realistisch. Nur mit Hilfe von Plausibilitätskontrollen einzelner Teilschritte war der Fehler feststellbar und leicht zu ändern. Solche Tests sind natürlich auch am Ende aller Programmierarbeit möglich und sinnvoll. Verstoßen die Modellergebnisse nicht grob "gegen den gesunden Menschenverstand" oder sind auch überraschende Ergebnisse als sinnvolle, logische Folgen zu erkennen, so hat das Modell seine "Lebensfähigkeit" (viability) /167/ erwiesen.

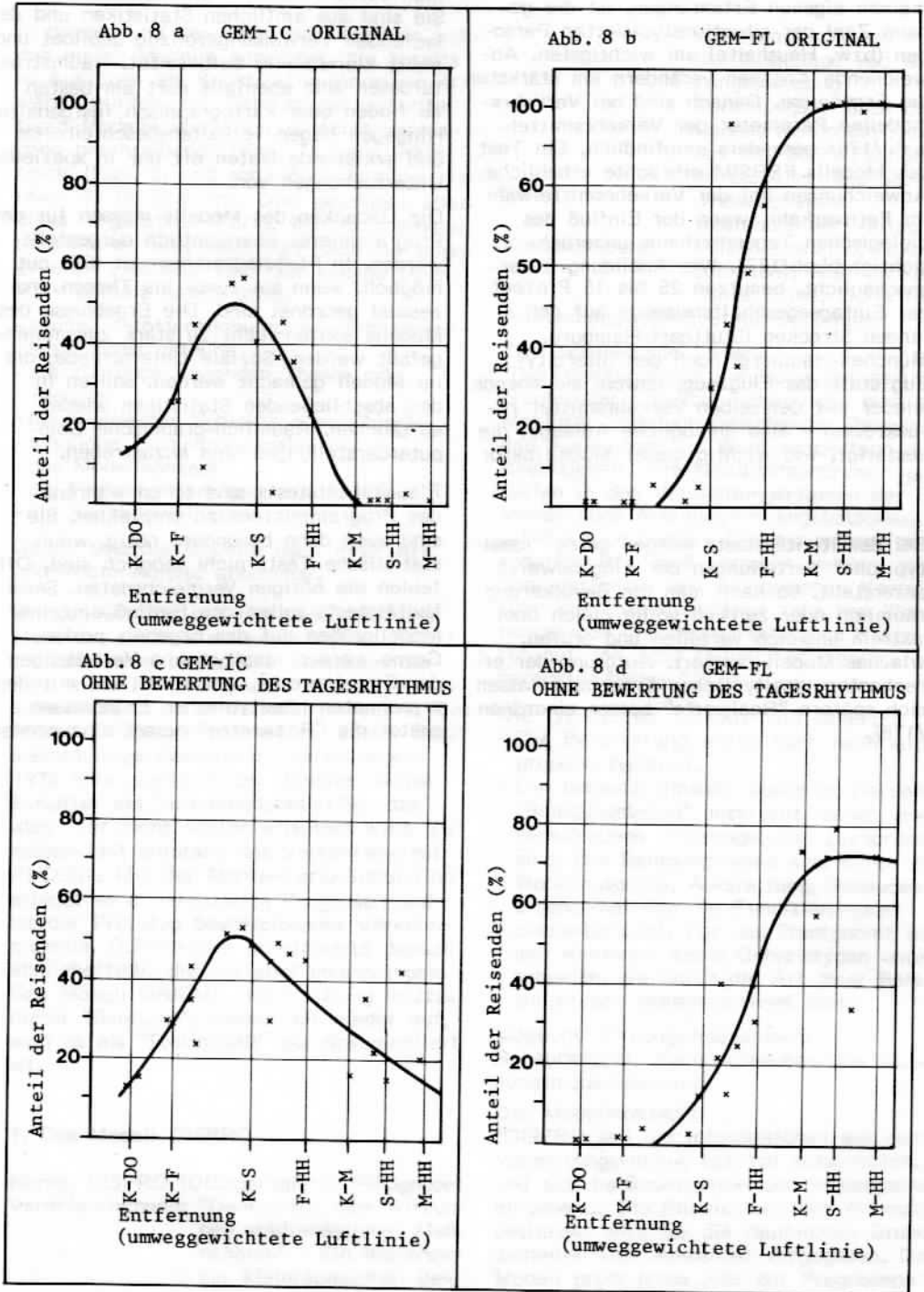
Dieser Test besagt allerdings noch nicht, wie genau und zuverlässig das Modell arbeitet. Erst statistische Tests geben darüber näherungsweise Auskunft. Sie sind aber recht selten. Nach Schätzungen aufgrund amerikanischer Analysen/168/ dürften kaum mehr als zwanzig Prozent aller über den Computer laufenden sozialwissenschaftlichen Simulationsmodelle statistisch getestet worden sein. Unter "statistisch getestet" werden Zahlenvergleiche zwischen gerechneten und gezählten Werten verstanden, wie Chi-Quadrattests, Regressionsanalysen oder sonstige Vergleichsmaße. Die niedrige Zahl von statistischen Tests liegt meines Erachtens an den schlechten Ver-

gleichsmöglichkeiten. Oft sind die Zahlenwerte nicht vollständig oder zeitgleich, decken nicht das ganze Gebiet ab und/oder sind sozial anders unterteilt. (Vgl. Kap.4.2) Insoweit sind aussagefähige Vergleichsrechnungen selten, oft unnütz und meist vorsichtig zu interpretieren. Für die Modelle PNDISIM und NAVSIM lagen jedoch Volkszählungsdaten vor und lassen einen relativ gut belegten Vergleich zu. Um so erfreulicher bestätigen für PNDISIM/169/ ein Korrelationskoeffizient nach Pearson von $r = 0,98$ und für NAVSIM/170/ von $r = 0,97$ (bei der die Nullhypothese mit der Wahrscheinlichkeit 1,0 verworfen wurde) die hohe Abbildungsgenauigkeit der Modelle. Allerdings werden diese Werte etwas schlechter, wenn man statt der Gesamtbeachtung Teilvergleiche anstellt. Nach Verkehrsmitteln getrennt, lagen die r-Werte für die Benutzer der Straßenbahn, Bundesbahn, PKW und Fußgänger zwischen 0,98 und 0,84 (für den mit fehlerhaften Daten beschriebenen Busverkehr sogar bei nur 0,54/171/). Sehr gute Werte zeigt auch das Modell ORIENT/172/, das die Rechenergebnisse mit einer Haushaltsbefragung vergleicht. Sie liegen zwischen 0,94 und 0,976 nach Quell- und Zielverkehren zu den Hauptverkehrszeiten getrennt. Soweit also Zahlen vergleichbar wären, zeigten die Modelle/173/ gute Abbildungseigenschaften und haben den Test "bestanden".

Die "Sensitivitätstests" sollen den Einfluß der einzelnen Modellgrößen (Parameter) auf das Ergebnis prüfen. Unabhängig von irgendwelchen Zählwerten der Realität, werden die Eingangsdaten verändert und die relativen (prozentualen) Auswirkungen auf das "Standard"-Ergebnis hin betrachtet. Ganz nach ihrer Wirkung gilt dann die Größe als einflußreich oder wichtig. Dementsprechend sorgfältig müssen ihre Daten ermittelt werden, um nicht durch Eingabefehler bereits drastische Ergebnisgenauigkeiten zu provozieren.

Nicht zuletzt für die zu bezahlenden Rechenzeiten spielt die Anzahl der durchsimulierten Individualfälle eine besondere Rolle. Deswegen möchte man sie möglichst klein halten. Insoweit ist zu testen, wie sich der Stichprobenumfang auf das Ergebnis auswirkt. Letztlich hängt die Antwort von der Feingliedrigkeit der Situationstypen und des Gebietes ab. Für das etwas gröbere Testbeispiel ORIENT genügte bereits eine Stichprobe von zwanzig Prozent,

Abb. 8 Sensitivitätstest Modell FERSIM mit und ohne Tagesrhythmus



um zufällige Ergebnisschwankungen/174/
zu minimieren.

Für das Modell ORIENT/175/, wie nach meinen eigenen Erfahrungen, ist die genaue Zahl der situationstypisierten Personen (bzw. Haushalte) am wichtigsten. Abweichende Angaben verändern am stärksten die Ergebnisse. Danach sind bei Verkehrsmodellen Parameter der Verkehrsmittelwahl/176/ besonders empfindlich. Ein Test des Modells FERSIM erbrachte erhebliche Abweichungen bei der Verkehrsmittelwahl im Fernverkehr, wenn der Einfluß des biologischen Tagesrhythmus unberücksichtigt blieb/177/. Wie Abbildung 8 veranschaulicht, benutzen 25 bis 15 Prozent der Eintagesgeschäftsreisende auf den langen Strecken (Stuttgart-Hamburg, München-Hamburg) noch den Intercity-Zug statt das Flugzeug, obwohl sie abends wieder mit demselben Verkehrsmittel zurückreisen - eine unmögliche Aussage, die bestätigt, wie wichtig dieser Modellfaktor ist.

Bei Sensitivitätstests werden gerne "idealtypische" Verteilungen der Eingabewerte unterstellt. So kann man die Bevölkerung räumlich oder zeitlich völlig gleich oder extrem ungleich verteilen und prüfen, wie das Modell reagiert. Aufgrund der errechneten idealtypischen Ergebnisse lassen sich spätere "Realwerte" besser einordnen /178/.

Zusammenfassung des Kapitels 6

Ohne Dateien, Darstellungsformen und Tests sind Modelle nicht vollständig. Brauchbare Sozialdaten für räumliche Modelle findet man vornehmlich in "Städtestatistiken". Sie sind aus amtlichen Statistiken und dem laufenden Verwaltungsvollzug gebildet und meist kleinräumig aufbereitet. Raumstrukturdaten sind ebenfalls dort am besten zu finden oder kartographisch festgehalten. Hingegen liegen verhaltensbeschreibende und erklärende Daten oft nur in speziellen Untersuchungen vor.

Die Gedanken des Modells müssen für den Programmierer übersichtlich dargestellt werden. In Flußdiagrammen ist dies gut möglich, wenn sie zuvor als Thesenprozessual geordnet sind. Die Ergebnisse des Modells sollten nicht zu stark zusammengefaßt werden. Soziale Unterschiede, die im Modell gemacht werden, sollten in den abschließenden Statistiken wieder auftauchen. Räumlich-graphische Computerdarstellungen sind anzustreben.

Plausibilitätstests sind schon während des Programmierens zu empfehlen. Sie sind auch dann besonders nötig, wenn statistische Tests nicht möglich sind. Oft fehlen die nötigen Vergleichsdaten. Sensitivitätstests sollen den Einfluß einzelner Modellgrößen auf das Ergebnis prüfen. Gerne werden idealtypische Verteilungen der Eingabewerte unterstellt, um mit den errechneten idealtypischen Ergebnissen später die "Realwerte" besser einzuordnen.

Kapitel 7

Deskriptiv-quantitative Modelle

In diesem und den folgenden Kapiteln werden einige Modelle angeführt, die bereits in Auszügen als Konstruktionsbeispiele erwähnt wurden. Im Rahmen der quantitativen Modelle stelle ich zunächst vorwiegend beschreibende (Kap. 7), dann erklärende (Kap. 8) und schließlich kombinierte (Kap. 9) Modelle vor. Dies geschieht allerdings in geraffter Form. Wer sich genauer informieren will, kann dies nach der angegebenen Literatur tun. Der knappe Überblick enthält jedoch stets:

- Name, Veröffentlichung, Anwendungsgebiet, Konstrukteure
- die zugrunde liegenden Thesen oder Theorien
- die typisierten Subjekte oder Objekte
- mögliche Planungsmaßnahmen
- das Modellkonzept
- ein Flußdiagramm und
- ein Kurzkomentar

Damit sind die Modelle nach ihrer Art und ihrem Aufbau erkennbar.

Wenden wir uns nun den beschreibenden Modellen zu. Wie erinnerlich (Kap. 5.3.1) multiplizieren einfachere Versionen die Zahl einer Personengruppe mit der Wahrscheinlichkeit ihres Verhaltensmusters. Das Modell DISPRO errechnet auf dieser Basis kleinräumige Bevölkerungsverteilungen. 1972 entwickelte in der gleichen Weise E. Kutter ein Verkehrsmodell/179/, das aber hier nicht weiter erläutert wird. Zur selben Zeit entstand das Verkehrsmodell PNDSIM. Mit der Monte-Carlo-Simulation erlaubt es differenzierte Prognosen und ist der Prototyp beschreibender Verkehrsmodelle. D. Zumkeller konstruierte danach ähnliche/180/, die wir aber überspringen. Das Modell ORIENT, als vorläufig letztes dieser "Baureihe", nehme ich wieder auf, weil es als "Testmodell" gut dokumentiert ist.

1. Das Modell DISPRO

Name: DISPRO (DISaggregierte PROgnose)
Veröffentlichung: "Demographische Wirkungen städtebaulicher Maßnahmen" - Ein Verfahren zur kleinräumlichen Be-

völkerungsprognose auf der Grundlage von Wohnungsbelegung
Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 3028, Fachgruppe Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Westdeutscher Verlag 1981

Konstrukteure: Volker Kreibich, Roland Schneider, Rolf Junker, Walter Kohl, Doris Reich
Anwendungsgebiet: Stadt Dortmund

Zugrundeliegende Thesen:

"Die Hauptursachen kleinräumiger demographischer Entwicklungsprozesse sind die Mobilität innerhalb bestehender Bausubstanz und Änderungen im Wohnungsbestand durch Bautätigkeit. Die Mobilitätsprozesse verlaufen in den Verdichtungsräumen der BRD immer noch überwiegend angebotsorientiert ...". Bis eine bessere Datengrundlage geschaffen ist, "muß versucht werden, mit dem Verfahren der 'ökologischen Korrelation' die Zusammenhänge zwischen Wohnungstypen und demographischen Faktoren auf der Basis räumlicher Aggregate herauszuarbeiten." (S.5)

Die typisierten Subjekte und Objekte:

- Die Bevölkerung wurde nach neun Altersgruppen typisiert.
- Die bebaute Umwelt wurde in vierzehn "Belegungstypen" unterteilt, denen jeweils verschiedene Wohnungstypen zuzuordnen sind. Die Belegungstypen sind durch die Wohnungsgröße, Ausstattung, Gebäudeart, Eigentümer und die Finanzierungsart charakterisiert. Für das Stadtgebiet wurden wiederum sechs Gebietstypen unterschieden, die durch die Art ihrer Belegungstypen gekennzeichnet sind.

Mögliche Planungsmaßnahmen:

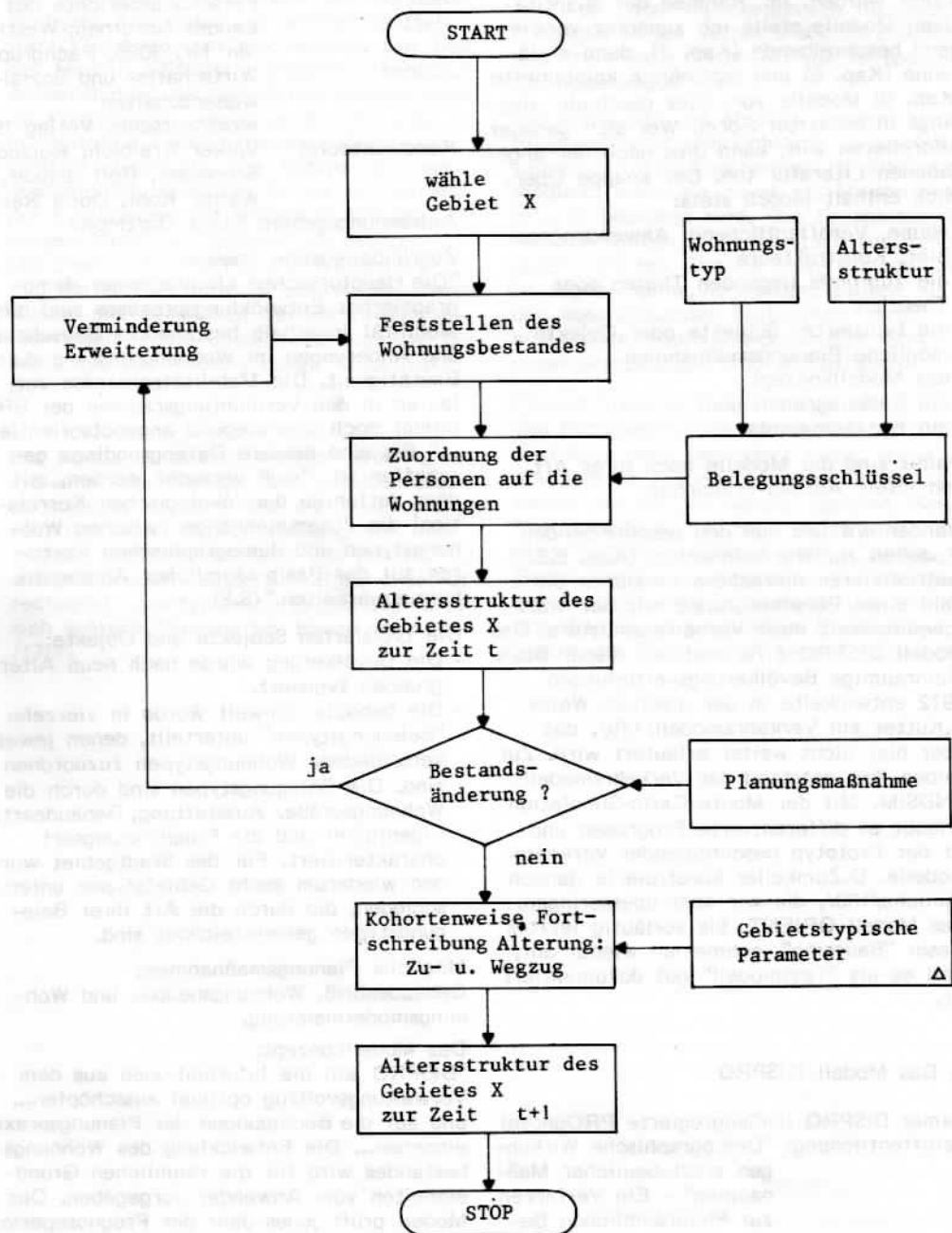
Gebäudeabriß, Wohnungsneubau und Wohnungsmodernisierung.

Das Modellkonzept:

"DISPRO soll die Informationen aus dem Verwaltungsvollzug optimal ausschöpfen... und auf die Bedingungen der Planungspraxis eingehen... Die Entwicklung des Wohnungsbestandes wird für die räumlichen Grundeinheiten vom Anwender vorgegeben. Das Modell prüft jedes Jahr der Prognoseperio-

Abb. 9 Flußdiagramm DISPRO

△ Annahme: keine Änderung
des Gebietstyps



de, welchem Gebietstyp die räumlichen Grundeinheiten aufgrund der stattgefundenen Bautätigkeit zugeordnet werden müssen. Die eigentliche Simulation der demographischen Entwicklung geht von der Basisbevölkerung der räumlichen Grundeinheiten aus, die aufgrund der demographischen Parameter des zugehörigen Gebietsstyps verändert wird. Alle Ergebnisse werden für die topographischen Grundeinheiten ausgegeben und können dadurch zu beliebigen Einheiten aggregiert werden (S. 6 f).

Kurzkommentar:

Das Modell DISPRO versucht mit vorhandenen kommunalen Daten ein einfaches Simulationsmodell praktikabel zu gestalten. Diese sinnvolle Rücksichtnahme führt leider zu einer bescheidenen Typisierung der Bevölkerung. Statt wie vorgesehen, Haushalte nach ihrer Gründung, Änderung und Auflösung zu kennzeichnen, konnten nur Personen nach Altersgruppen gebildet werden. Sie, die passiven Subjekte, werden im Modell den Objekten (Wohnungen) zugeteilt. Dieses umgekehrte Subjekt-Objekt-Schema spiegelt verkürzt die schwache Position der Wohnungsnachfrage wider. Trotzdem fehlt ein ursprünglich angestrebter, kausaler Simulationsalgorithmus. Das Modell ist jedoch maßnahmeempfindlich und läßt veränderte Bevölkerungsverteilungen aufgrund eines geänderten Wohnungsbestandes erkennen. Somit ist es deutlich besser als herkömmliche Bevölkerungsextrapolationen.

2. Das Modell PNDSIM

Name: PNDSIM (PeNDierSIMulation)

Veröffentlichung: "Analyse und Simulation der Wahl des Arbeitsstandortes bei Erwerbspersonen" - Eine sozialgeographische Untersuchung des Pendlerverkehrs in einem Teilgebiet der Stadtregion München
Dissertation an der Technischen Universität München, Juni 1972
(Zitate nach der Kurzfassung)

Konstrukteur: Volker Kreibich

Anwendungsgebiet: Landkreis Fürstentumbruck

Zugrundeliegende Thesen:

- Die Bevölkerung unterliegt "starken Beschränkungen bei der Standortwahl, deren

Ursachen zum Teil in der sozialen und ökonomischen Position der Haushalte und Individuen liegen, die aber in zunehmenden Maße auch auf gesamtgesellschaftliche Deprivationen zurückzuführen sind, denen alle Individuen ausgesetzt sind." (S. 3)

- Das Verhalten der Individuen ist nicht vollständig determiniert.
- Die Bedingungen der Entscheidungssituation werden von der Schichtzugehörigkeit der Individuen und der Regionalstruktur des Entscheidungsraumes bestimmt.
- Der 'Ortsnutzen' potentieller Zielorte hängt ab von ihrer Distanz zum Wohnstandort, ihrer Erreichbarkeit und ihrem Arbeitsplatzangebot sowie den Handlungszwängen- und Möglichkeiten der Situationsgruppen.
- Die Attraktivität potentieller Zielorte hängt auch ab von der Menge der über sie verfügbaren Informationen (S. 14-16).

Die typisierten Subjekte und Objekte:
Durch Clusteranalyse von Volkszählungsdaten 1961 wurden sechs Situationstypen aus den Variablen Familienstand, Geschlecht und Arbeitsstandort gebildet.

Die 59 Gemeinden (Objekte) wurden in vier Typen zusammengefaßt (Stadttrand-, Pendler-, ländliche Übergangs- und Agrargemeinden).

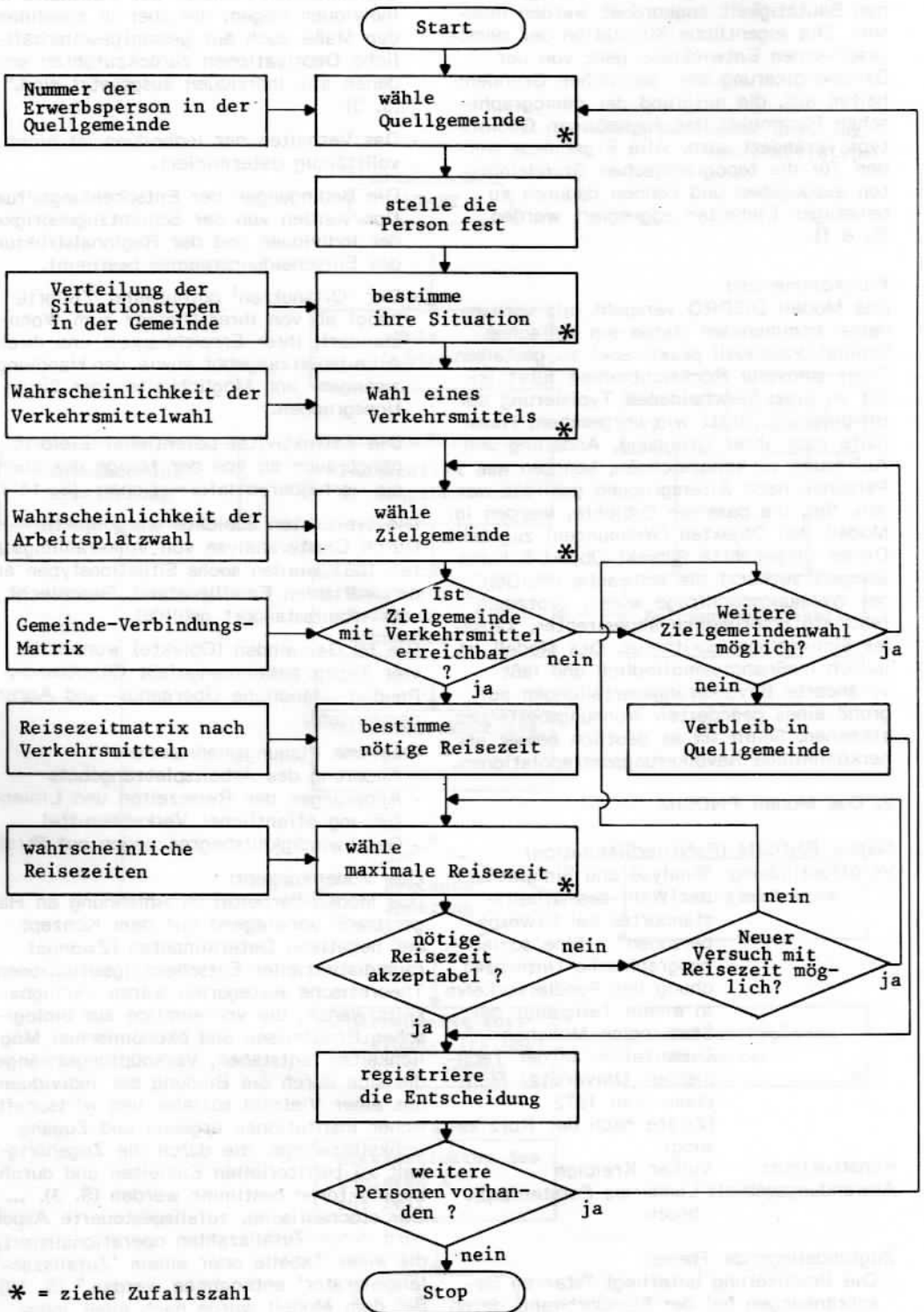
Mögliche Planungsmaßnahmen:

- Änderung des Arbeitsplatzangebots
- Änderungen der Reisezeiten und Linienführung öffentlicher Verkehrsmittel
- Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Straßen

Das Modellkonzept:

Das Modell "arbeitet in Anlehnung an Hägerstrand vorwiegend mit dem Konzept der negativen Determinanten (Zwänge) raumdistanzieller Entscheidungssituationen. Theoretische Kategorien wären Verfügbarkeitszwänge, die vornehmlich aus biologischen Bedürfnissen und ökonomischen Möglichkeiten entstehen, Verknüpfungszwänge, die sich durch die Bindung der Individuen aus einer Vielzahl sozialer und wirtschaftlicher Institutionen ergeben und Zugänglichkeitszwänge, die durch die Zugehörigkeit zu territorialen Einheiten und durch Lagefaktoren bestimmt werden (S. 3). ... Der stochastische, zufallsgesteuerte Aspekt wird durch Zufallszahlen operationalisiert, die einer Tabelle oder einem 'Zufallszahlengenerator' entnommen werden." (S. 13) Bei dem Modell wurde nach einer mög-

Abb. 10 Flußdiagramm PNDSIM



lichst einfachen, durchsichtigen und flexiblen Struktur gesucht, die später nach dem Baukastenprinzip erweitert und umfassenderen Ansprüchen angepaßt werden kann (S. 14).

Kurzkomentar:

Nach T.Hägerstrands Simulationsmodell /181/ über die räumliche Verbreitung von Neuerungen (1953) ist das Modell PNDSIM das erste, vorwiegend beschreibende Verkehrsmodell dieser Technik in Deutschland. Es wurde zum Vorbild weiterer Modellversuche. Wenn auch die Situationstypen nicht unabhängig von den Objektvariablen gebildet wurden (Arbeitsstandortmerkmal) und noch nicht viele Abfragen die Verteilung beeinflussen, so kennzeichnet es doch einen deutlichen Fortschritt im Modellbau. Der Gedanke, über die verschiedenen Beschränkungen die Bewegungen der Bevölkerung zu erfassen, ist von Geographen in Lund (Schweden) weitergepflegt worden. Insbesondere von B.Kenntorp liegen dazu Arbeiten vor, auf die ich die Aufmerksamkeit lenken möchte.

3. Das Modell ORIENT

Name: "ORIENT"

- Ein verhaltensORIENTiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose

Veröffentlichung: Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe Prof.Dr.-Ing. W.Leutzbach Heft 20, 1980

Konstrukteur: Udo Sparmann

Anwendungsgebiet: Pforzheim

Zugrundeliegende Thesen:

Man lege zugrunde, "daß individuelle, personenspezifische Faktoren die Nachfrage nach Aktivitäten und damit auch die Nachfrage nach Ortsveränderungen weitgehend, um nicht zu sagen ausschließlich, determinieren. Daß der begründete Aktivitätsbedarf nicht im selben Ausmaß zu einer Verkehrsnachfrage führt, wird durch Erreichbarkeitskriterien verursacht. Daher steht neben der Aktivitätsnachfrage auch das Verkehrsangebot als Einflußgröße im Raum. Wie der mikroskopische Prozeß der Entstehung eines Verkehrswunsches einer Person mit dem eher makroskopischen Zustand des Verkehrssystems verknüpft ist, kann nur schwerlich festgestellt werden, da die bisherigen Untersuchungen übereinstimmend lediglich marginale Auswirkungen von Lagekriterien auf die An-

zahl von Ortsveränderungen festgestellt haben/182/. Dagegen ist der Einfluß des Verkehrssystems auf die Wahl der Verkehrsmittel evident, aber nicht auf die Anzahl der Ortsveränderungen" (S. 15).

Die typisierenden Subjekte und Objekte Das Modell unterscheidet zunächst drei "verhaltenshomogene" Gruppen

- Erwerbstätige
- Nichterwerbstätige
- Schüler

wobei die Erwachsenen noch nach der PKW-Verfügbarkeit unterteilt werden können. Somit sind es letztlich fünf Typen. Zu den Objekten, die die Zielwahl bestimmen, zählen Arbeitsplätze allgemein, Arbeitsplätze in tertiären Sektoren, Ausbildungsplätze sowie Einwohnerzahlen von Teilgebieten. Objekte der Verkehrsmittelwahl sind die eigenen Füße, Fahrrad oder Mofa, öffentliche Verkehrsmittel und der PKW. Im letzteren kann das Subjekt selbst fahren oder gefahren werden.

Mögliche Planungsmaßnahmen:

- Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrs (kein Umsteigen, Rufbus)
- Parkrestriktionen
- Änderung der Ladenschlußzeit auf 21 Uhr
- Angebotsänderungen in den Teilgebieten.

Das Modellkonzept:

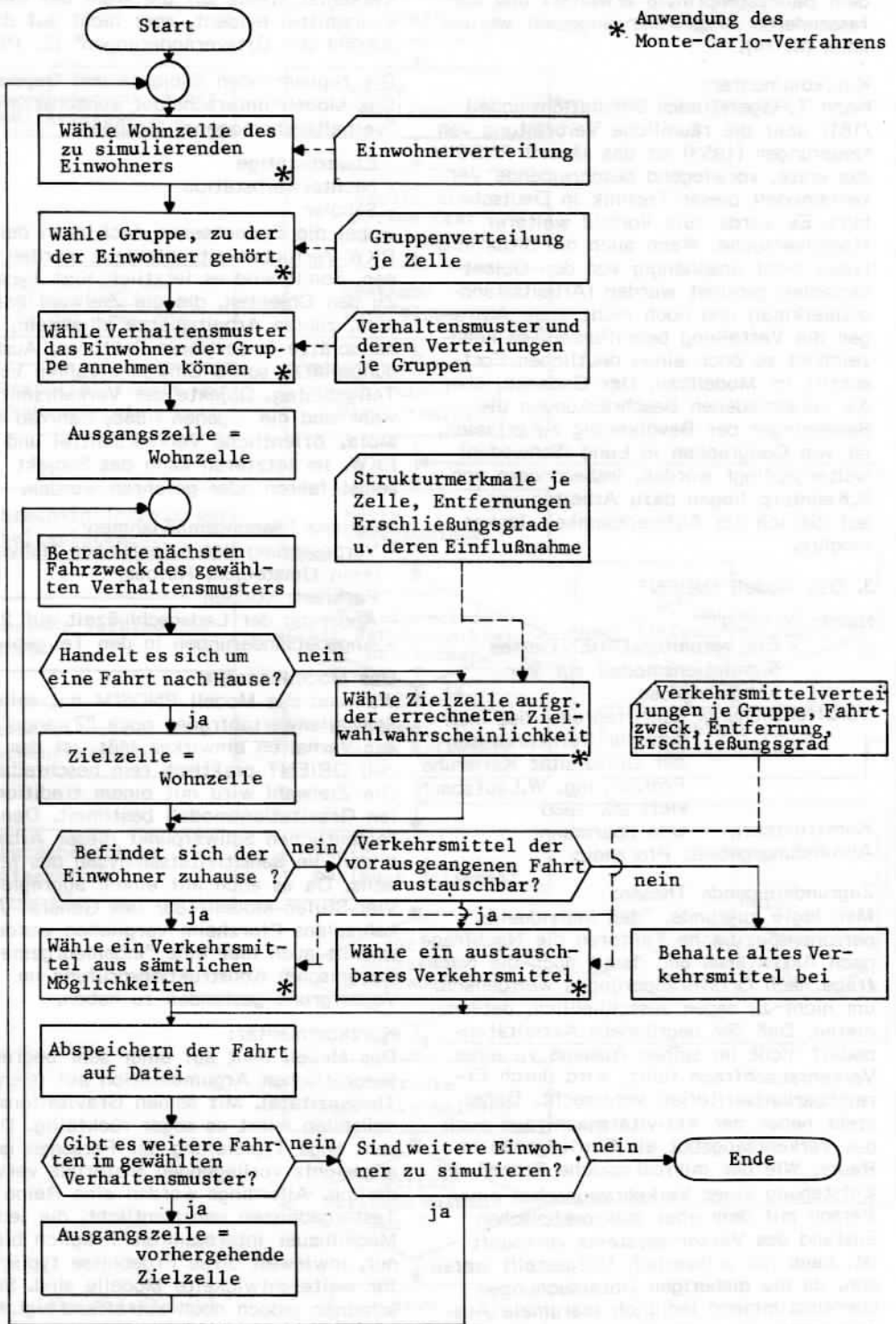
Während das Modell PNDSIM mit seinen Schwellenwertabfragen noch "Zwänge" auf das Verhalten einwirken läßt, ist das Modell ORIENT praktisch rein beschreibend. Die Zielwahl wird mit einem traditionellen Gravitationsmodell bestimmt. Den "eigentlichen Schwerpunkt dieser Arbeit" bilden die Sensitivitätsanalysen des Modells. Da es auch mit einem aggregierten Vier-Stufen-Modell/183/ des General-Verkehrsplans Pforzheim verglichen wurde, scheint auch hier eine "ingenieurgemäße" (technische) Konstruktionsprüfung im Vordergrund gestanden zu haben.

Kurzkomentar:

Das Modell baut auf einer sehr begrenzt theoretischen Argumentation auf (siehe Thesenzitate). Mit seinen Gravitationsmodellteilen wirkt es sogar rückfällig. Die sehr enge Typisierung der Personen ist angesichts vorliegenden Materials verwunderlich. Allerdings werden eine Reihe von Testergebnissen veröffentlicht, die jeden Modellbauer interessieren. Fraglich bleibt nur, inwieweit diese Ergebnisse typisch für weiterentwickelte Modelle sind. Sie scheinen jedoch noch zutreffend (vgl. Kap. 6.3).

Abb. 11 Flußdiagramm Modell ORIENT

* Anwendung des Monte-Carlo-Verfahrens



Kapitel 8 Kausal-quantitative Modelle

Die beiden vorzustellenden Modelle sind sehr ähnlich. Aus dem älteren Fernverkehrsmodell entstand später das etwas einfachere gebaute Nahverkehrsmodell. Vergleichbar mit ökonomischen Entscheidungsmodellen (Kap. 2.2) versuchen sie subjektive Bewertungen von Umweltobjekten (Verkehrsmittel) und folgern daraus das räumliche Verhalten. Will man dazu keine Funktionsgleichungen benutzen, verbleiben neben den verwandten Bewertungsrechnungen nur Entscheidungsregeln in Form von Entscheidungsbäumen (vgl. Modell EFASIM, Kap. 9.1). In diese Richtung weisen auch die Schwellenwertabfragen des Modells PNDSIM. Frühere kausale Modellversuche zur Berechnung des Verkehrsaufkommens zentraler Orte/184/ sind noch zu grob, um sie quantitativ zu nutzen. Dasselbe gilt für die meines Erachtens unzutreffende Formel von Y.Zahavi/185/, der ein Gleichgewicht zwischen vier Größen unterstellt: Danach sind:

Verkehrsaufgaben eines Haushalts =
Verkehrszeitaufwand

durchschnittliche Geschwindigkeit x Kosten pro Kilometer

$$\text{oder } \frac{E}{T} = V \times C$$

Diese Formel ist rein definitorisch gefunden und tautologisch

$$\left(\frac{\text{Geld}}{\text{Weg}} : \frac{\text{Zeit}}{\text{Weg}} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} \times \frac{\text{Geld}}{\text{Weg}} \right)$$

Seine makroökonomischen "Belege" bestätigen höchstens das Wachstum von Metropolen, erklären aber nicht Entscheidungsvorgänge. Ich werde diese Modellversuche deshalb nicht weiter erwähnen.

1. Das Modell NAVSIM

Name: NAVSIM (NAHverkehrsSIMulation)

Veröffentlichung: "Verkehrsmittelwahl" - Ein Simulationsmodell zur Stadtverkehrsplanung im Unterricht (Sekundarstufe II) in "geographie heute", Heft 12, Seelze, Aug.1982 "Soziale Faktoren..."

Konstrukteur: Erich Ruppert
Anwendungsgebiet: Stadt Dortmund
(vgl. Literatur:
H. Wedelstädt)

Zugrundeliegende Thesen:

Transportleistungen werden subjektiv als "Kosten" bewertet. Fahrpreise und die Mühe der Fortbewegung während der Reisedauer sind die wesentlichsten Einflußfaktoren. Je nach der zeitlich/finanziellen Situation der Reisenden wird ihr Verhalten nach der These begründet: "Je öfters eine Person in der nahen Vergangenheit eine bestimmte Belohnung erhalten hat, desto weniger wertvoll wird für sie jede zusätzliche Belohnungseinheit". Die tatsächlichen Teilkostengrößen werden unterschiedlich exakt wahrgenommen.

Die typisierten Subjekte und Objekte:

Die Subjekte unterscheiden sich nach Voll-, Teil- und Nichterwerbstätigkeit, nach hohem, mittlerem und niedrigem Einkommen sowie PKW-Verfügbarkeit (im veröffentlichten Beispiel nur vier Typen).

Objekte der Verkehrsmittelwahl sind die eigenen Füße, das Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel sowie der PKW.

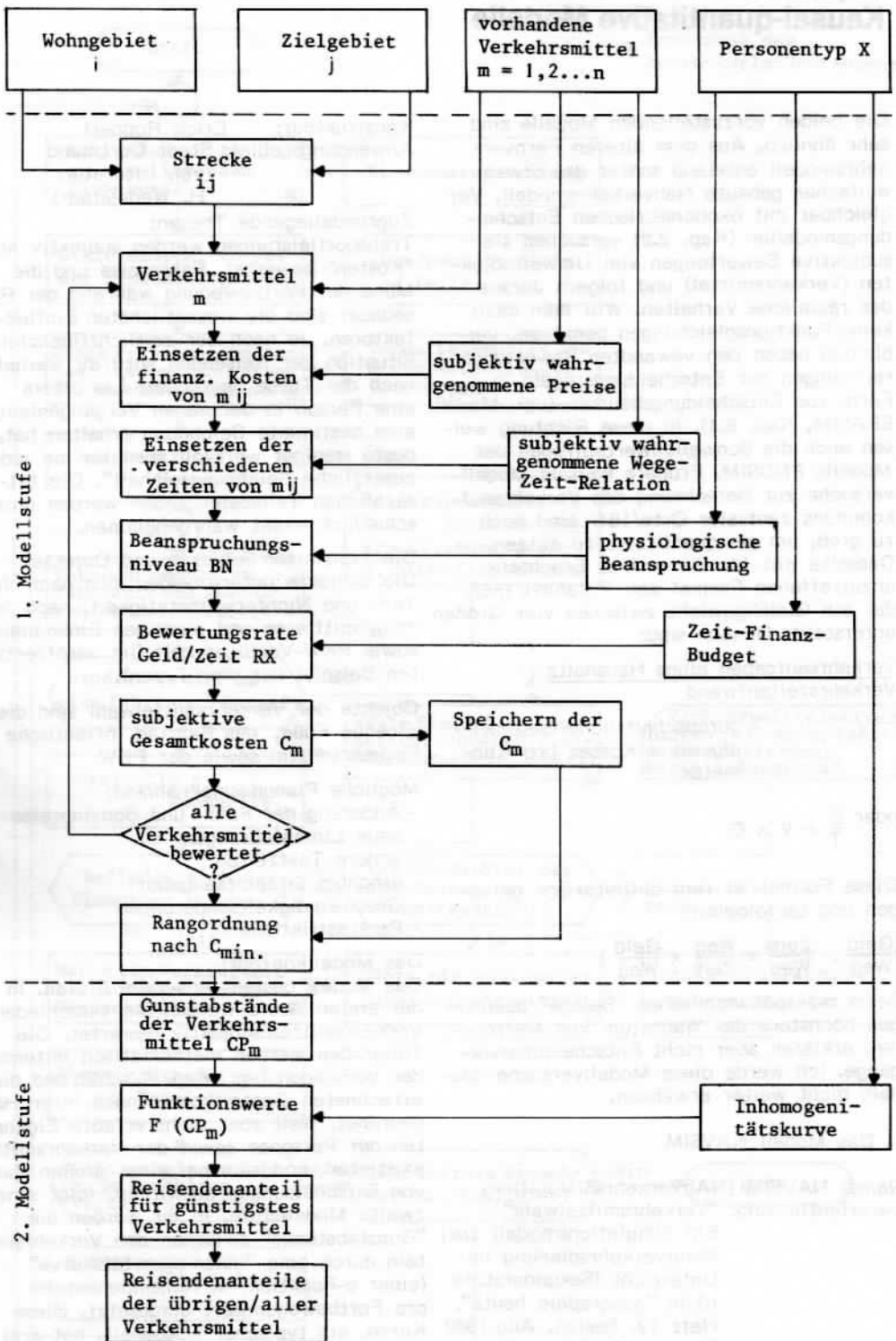
Mögliche Planungsmaßnahmen:

- Änderung der Fahr- und Benzinpreise
- neue Linienführungen
- andere Taktzeiten
- erhöhtes Sitzplatzangebot
- Geschwindigkeitsänderungen
- Parkrestriktionen.

Das Modellkonzept:

Das Modell besteht aus zwei Stufen. In der ersten Stufe werden die verschiedenen Verkehrsmittel subjektiv bewertet. Die Teilgrößen werden mathematisch miteinander verbunden (vgl. Kap. 5.3,2.2), und die errechneten Gesamtkosten nach ihrer Höhe geordnet. Weil aber nicht erfaßte Eigenarten der Personen sowie der Verkehrsmittel existieren, und sich bei einer großen Zahl von Entscheidungen auswirken, folgt eine zweite Modellstufe. In ihr werden die "Gunstabstände" zwischen den Verkehrsmitteln durch eine "Inhomogenitätskurve" (einer e-Funktion) in Reisendenanteile pro Fortbewegungsart umgesetzt. Diese Kurve, ein typischer Notbehelf, hat drei Eigenschaften/186/:

Abb. 12 Flußdiagramm NAVSIM (gilt auch für FERSIM)



- sie mißt weiteren, fast genauso günstigen Verkehrsmitteln wie das erste, einen noch deutlichen Anteil zu;
- sie drückt bei einer Ungunst von mehr als 50 % auf das günstigste Verkehrsmittel den Anteil der Wähler unter 1 %;
- der Funktionswert des günstigsten Verkehrsmittels f ($CP = 100$) soll 1 sein.

Damit hat diese Inhomogenitätskurve die Gleichung:

$$f(CP) = 0,5 \times e^{\frac{CP - 100}{10}} + 0,5$$

Am Ende werden über die Funktionswerte die Prozentanteile der Reisenden berechnet.

Kurzkomentar:

Erklärende Modelle sind grundsätzlich höher entwickelt als nur beschreibende. Darin ist NAVSIM sicherlich positiv zu bewerten. Die Mängel sind jedoch nicht zu übersehen. Zum einen betrachtet es isoliert die Verkehrsmittelwahl und setzt damit das "ob überhaupt" und "wohin" als unabhängig voraus - eine nur begrenzt zutreffende Annahme, beim Berufsverkehr aber möglich. Zum anderen sind die Entscheidungshintergründe nur begrenzt erfaßt. Die zweite Modellstufe sollte als Notbehelf schrittweise bei späteren Modellen überwunden werden. Selbst wenn dies theoretisch gelingt, werden aber flächendeckende empirische Angaben Mangelware bleiben. Zur ersten Modellstufe erscheint mir hervorhebenswert, daß relativ differenziert die Teilgrößen auftauchen und nicht nur die Zeit, sondern die subjektive Beanspruchung in der Zeit als "wahrere" Größen in die Überlegungen eingehen. Die Modelltests fielen sehr befriedigend aus (vgl. Kap. 6.3).

2. Das Modell FERSIM

Name: FERSIM (FERnverkehrsSIMulation)

Veröffentlichung: in "Modelle räumlichen Verhaltens"
Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 6
Dortmund 1977, und
"Abschlußbericht Projekt Dynamos" - Die dynamische Modellierung als Methode der Verkehrsprognose, dargestellt am Beispiel der Hochleistungsschnellbahn (1985 - 1995)
Bundesminister für Verkehr

(A 13/16.91.10) Bonn, 1975

Konstrukteur: Erich Ruppert
Anwendungsgebiet: Bundesrepublik Deutschland, insbesondere die Strecken M-S-F-K-DO-HB-HH

Zugrundeliegende Thesen:

Dieselben wie bei NAVSIM zuzüglich der These, daß die körperliche Leistungsbereitschaft im Tagesrhythmus die Fernverkehrsmittelwahl beeinflusst.

Die typisierten Subjekte und Objekte:

Die 11 Situationstypen wurden nach

- ihrem Reisezweck (Geschäfts-, Urlaubs- und Verwandtenbesuch)
- ihrer Zeitsituation (Ein-, Mehrtage-Geschäftsreise, Kurz-, Langurlaub)
- ihrem Einkommen (niedrig, mittel, hoch)
- und ihrer PKW-Verfügbarkeit beschrieben.

Bewertungsobjekte waren die Verkehrsmittel auf den Strecken sowie evtl. Nahverkehrsmittel zu Bahnhöfen oder Flugplätzen. Die Fernverkehrsmittel waren PKW (Dienst- und Privatwagen), D-Zug 1. und 2. Klasse, Intercity, Flugzeug und Hochleistungsschnellbahn in der Projektierung von Messerschmidt-Bölkow.

Mögliche Planungsmaßnahmen:

- Bau der Hochleistungsschnellbahn
- Fahr-, Flugtarif und Benzinpreisänderung
- Fahr-, Flugplanänderung (Taktzeiten)

Das Modellkonzept:

Die Modellkonzepte von FERSIM und NAVSIM sind gleich. Deshalb kann auch dasselbe Flußdiagramm verwandt werden (Abb. 12). Natürlich lauten die Teilgrößen anders, wirklich bedeutsam unterscheiden sich die Modelle aber nur durch die Bewertung der Reisebelastungen im Tagesrhythmus. Diese Formalisierung ist ebenfalls in Kap. 5.3.2.2 behandelt.

Kurzkomentar:

Das Modell FERSIM ist mir als das älteste, kausale und räumliche Simulationsmodell ohne Differentialgleichungen bekannt. Es arbeitet logisch und plausibel. Sensitivitätstests bestätigen seinen Aufbau. Seine quantitative Abbildungsgenauigkeit konnte bisher nicht überprüft werden, weil brauchbare Zählraten für PKW-Reisende fehlen. Dies unterstreicht eher die Notwendigkeit eines solchen Modells, weil die fehlenden Daten herkömmliche Modellversuche vor unlösbare Eichungsprobleme stellen. Es hat jedoch dieselben Mängel wie NAVSIM (insbesondere die Annahme eines isolierten Entscheids zur Mittelwahl).

Kapitel 9

Die Kombination von deskriptiven und kausalen Modellteilen in quantitativen Modellen

Während deskriptive Modelle verschiedene Teilprozesse eines Entscheidungsvorgangs zwar gleichzeitig, aber nur nach ihrer gezählten oder geschätzten Wahrscheinlichkeit beschreiben, vermögen kausale Modelle jene Teilentscheidungen zu rekonstruieren - allerdings um nicht zu komplex zu werden, häufig eben nur als isolierte Teilentscheidungen. Verbindet man die Modelltechniken miteinander, lassen sich bereits heute die einschränkenden Annahmen kausaler Modelle überwinden. Durch Rückkopplungen werden isolierte Teilentscheidungen mit anderen Teilentscheidungen verbunden, geprüft und gegebenenfalls revidiert. Die Kombination verschiedener Modellteile ist ein Weg, rein deskriptive Verfahren zu überwinden, ohne auf allumfassende Kausalmodelle warten zu müssen.

1. Das Modell EFASIM

Name: EFASIM (Simulationsmodell nach Überlegungen des Modells EFA/187/
Veröffentlichung: bisher noch nicht erfolgt.
Konstrukteure: Erich Ruppert (Modellbau)
Werner Killing (Computerprogrammierung)
Anwendungsgebiet: bisher fiktive Region

Zugrundeliegende Theorie:

Im Sinne der erweiterten Theorie von G.C. Homans/188/ wird ein Haushalt als ein "Soziales System" betrachtet (Abb.13), d.h., daß seine Mitglieder häufiger miteinander umgehen als mit anderen Personen (Außenstehenden) und in einer Wohnung leben. (Insoweit können Nichtverwandte auch zum Haushalt zählen).

Diese Definition des Sozialen Systems "Haushalt" besagt, daß die Gruppe eine Grenze hat und jenseits davon ihre Umwelt beginnt.

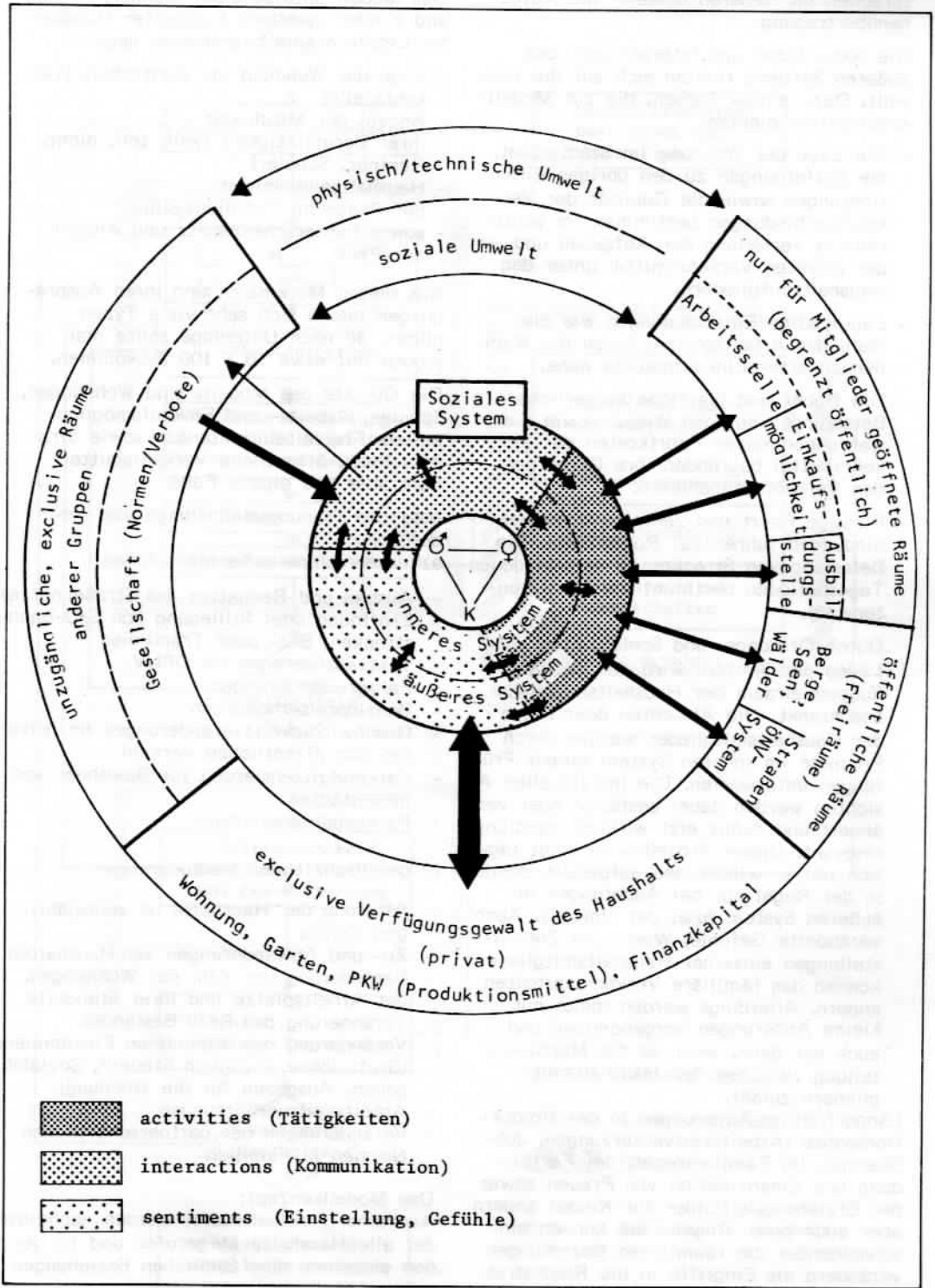
Die Umwelt kann nach zwei Hauptaspekten aufgegliedert werden: dem physisch-technischen und dem sozialen, die miteinander zusammenhängen. Die Wohnung ist beispielsweise die nächste physische Umwelt. Die soziale Umwelt drückt sich anonym in den geschriebenen und ungeschriebenen Gesetzen der Gesellschaft

aus. Sie besteht aber auch aus anderen Gruppen, die neben dem Haushalt existieren und denen einzelne Haushaltsmitglieder angehören (z.B. Betrieb). Das soziale System "Haushalt" wird analytisch in ein "äußeres System" und ein "inneres System" geteilt. Zum äußeren System gehört das Wechselspiel der in einer Gruppe - verrichteten Tätigkeiten, z.B. Einkaufen, Geld verdienen, Schulbesuch - Einstellungen zu diesen Tätigkeiten, z.B. Rollenerwartungen, Bewertungen - und auf andere Haushaltsmitglieder bezogene Handlungen, z.B. Kindertransport, soweit dieses Wechselspiel dazu dient, daß die Gruppe in ihrer Umwelt überlebt. Damit gehören die Verkehrsleistungen der Haushaltsmitglieder in erster Linie zum "äußeren System".

Im inneren System entfaltet sich das Gruppenverhalten, welches durch das "äußere System" beeinflusst wird und gleichzeitig seinerseits auf dieses einwirkt; oder anders ausgedrückt: das innere System umfaßt das Gruppenverhalten, welches einen Ausdruck der füreinander gehegten Gefühle darstellt, die von den Gruppenangehörigen im Laufe ihres Zusammenlebens entwickelt werden. Statt mit Einstellungen zu bestimmten Haushaltstätigkeiten (Aufgaben, Rollenerwartungen), haben wir es mit Gefühlen zu tun, die in dieser Rolle selbst entwickelt worden sind, wie z.B. die Neigung oder Abneigung für andere Personen, die Billigung oder Mißbilligung von Dingen, die andere Personen tun. Diese Unterscheidung ist insbesondere für unsere Zwecke nützlich, weil wir nicht nur die Erledigung verschiedener systemnotwendiger Tätigkeiten betrachten, sondern auch die Verteilung der Lasten und Privilegien.

Zur Erfüllung dieser alltäglichen Haushaltsaufgaben stehen die Haushaltsmitglieder in unterschiedlichem Umfang zur Verfügung. Nach ihren jeweils erlernten Fähigkeiten, den kulturell geprägten Rollenerwartungen und ihrem persönlichen Reifegrad lassen sich typische Zuständigkeiten (Einstellungen) in "Rollensets" bündeln. Sind für dieselben Aufgaben mehrere Haushaltsmitglieder entsprechend ihres Rollensets bereit, beeinflussen die Grenzen

Abb. 13 Der Haushalt als "Soziales System"



individueller Zeitbudgets sowie die Absprachen im "inneren System" die Aufgabenübertragung.

Die Aktivitäten und Interaktionen des äußeren Systems richten sich auf die Umwelt. Dazu einige Thesen, die zur Modellkonstruktion dienen:

- Die Lage der Wohnung im Stadtgebiet, die Entfernungen zu den übrigen Einrichtungen sowie die Qualität der Verkehrsverbindungen bestimmen im weitesten die Verteilung der Aufgaben und der privaten Verkehrsmittel unter den Haushaltsmitgliedern.
- Langfristige Entscheidungen wie die Wahl des Arbeitsplatzes legen die Wahl benachbarter Einkaufsgebiete nahe.
- Die Dauer und die Höhe körperlicher Belastungen auf den Wegen sowie die wahrgenommenen Fahrtkosten der Verkehrsmittel begründen ihre Gunst bei den Verkehrsteilnehmern.
- Flüssige Fahrt und zentrale Direktverbindungen führen zur Routenwahl. Die Belastung von Strecken zu verschiedenen Tagesperioden bestimmt die Ersatzroutenwahl.
- Durch Öffnungs- und Schlußzeiten von Läden und Ämtern wird der Entscheidungsspielraum der Haushaltsmitglieder beschränkt. Die Absichten oder Pläne der Haushaltsmitglieder werden durch Prozesse im inneren System erneut Prüfungen unterworfen. Die individuellen Absichten werden dabei bestätigt oder verändert und damit erst wirklich handlungsrelevant. Dieser Prozeß wird nicht täglich immer wieder neu aufgerollt, sondern in der Regel nur bei Änderungen im äußeren System bzw. der Umwelt. Auch veränderte Gefühle, Wert- und Zielvorstellungen einzelner Haushaltsmitglieder können das familiäre Verkehrsverhalten ändern. Allerdings werden meist nur kleine Änderungen vorgenommen und auch nur dann, wenn es die Machtverteilung zwischen den Haushaltsmitgliedern zuläßt.

Längerfristige Änderungen in der Produktionsweise (Arbeitszeitverkürzungen, Job-Sharing), im Familienrecht, der Fortbildung und Emanzipation von Frauen sowie der Erziehungsleitbilder für Kinder ändern aber auch diese Regeln. Sie können einschneidender die räumlichen Beziehungen verändern als Eingriffe in die Raumstruktur.

Die typisierten Subjekte und Objekte: Das Modell unterscheidet Männer, Frauen und Kinder innerhalb typisierter Haushalte. Letztere sind beschrieben nach

- Lage der Wohnung im Stadtgebiet (Verkehrszelle)
- Anzahl der Mitglieder
- ihrer Berufstätigkeit (voll, teil, nicht, Rentner, Schüler)
- Haushaltseinkommen
- der Phase im Familienzyklus
- sowie Führerscheinbesitz und Anzahl der PKW

Aus diesen Merkmalen und ihren Ausprägungen lassen sich sehr viele Typen bilden. Je nach Datenlage sollte man jedoch mit etwa 50 - 100 auskommen.

Die Objekte des Modells sind Wohnungen, Schulen, Arbeits- und Einkaufsmöglichkeiten, Freizeiteinrichtungen sowie Straßen, PKW, öffentliche Verkehrsmittel, Fahrräder und eigene Füße.

Mögliche Planungsmaßnahmen und Änderungen:

a) Verkehrsplanerische Maßnahmen

- Ausbau und Reduktion des Straßennetzes
- Eröffnung oder Stilllegung von S/U-Bahnstrecken, Bus- oder Tramblinien
- Taktveränderungen im ÖPNV
- Fahrpreisänderungen
- Benzinpreiserhöhungen
- Geschwindigkeitsveränderungen im privaten und öffentlichen Verkehr
- Parkplatzlizenzierung für Bewohner von Innenstädten
- Parkgebührenerhöhung

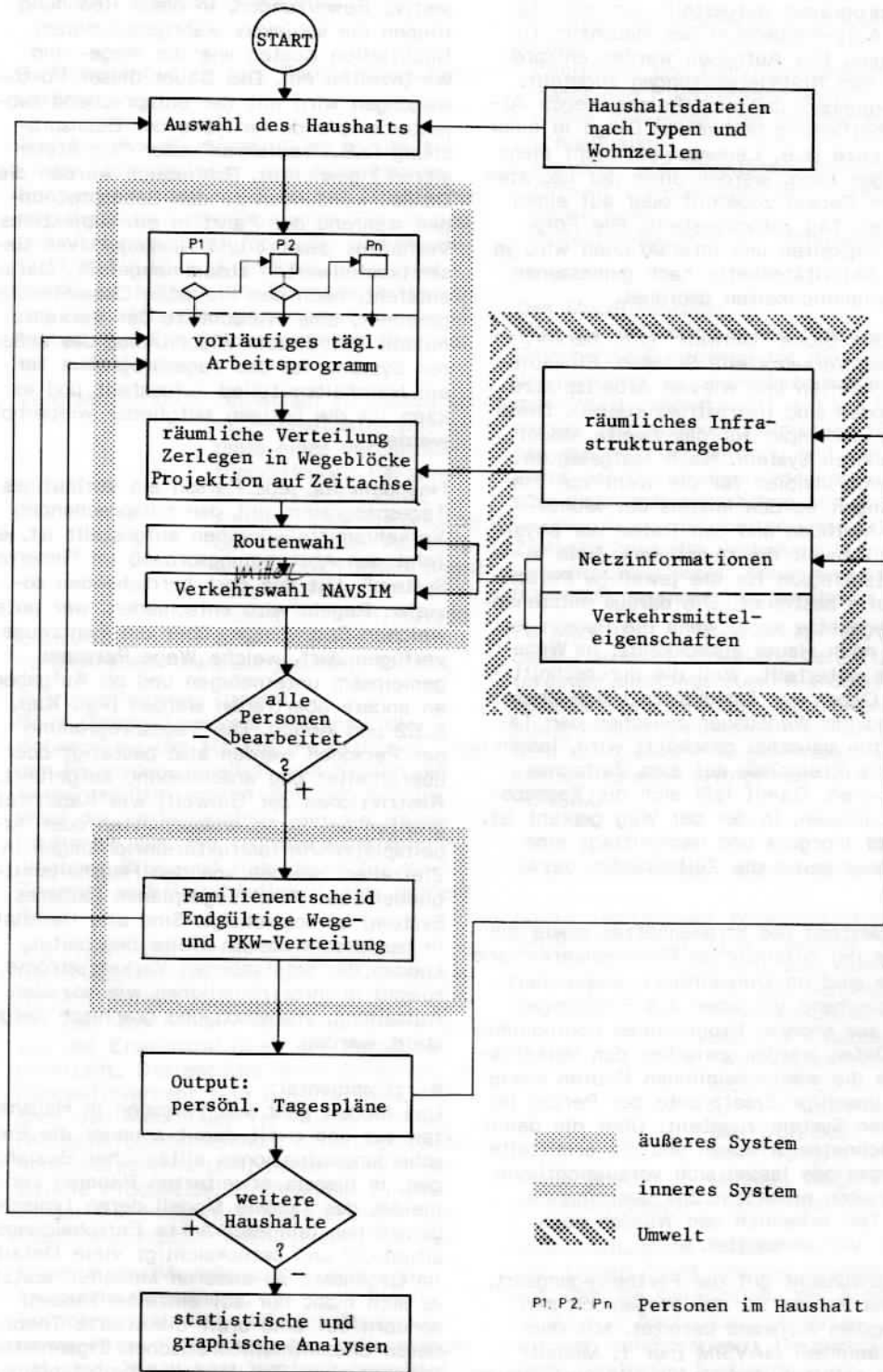
b) gesellschaftliche Veränderungen

- Alterung der Haushalte im sechsjährigen Turnus
- Zu- und Abwanderungen von Haushalten
- Veränderung der Zahl der Wohnungen, der Arbeitsplätze und ihrer Standorte
- Veränderung des PKW-Bestandes
- Veränderung des disponiblen Einkommens (Bruttolöhne abzüglich Steuern, Sozialabgaben, Ausgaben für die Wohnung)
- Arbeitszeitsverkürzungen
- Veränderungen der partnerschaftlichen Normen in Familien

Das Modellkonzept:

Aus einer Haushaltsdatei werden nacheinander alle Haushalte aufgerufen und für jeden einzelnen die räumlichen Beziehungen seiner Mitglieder durchgespielt.

Abb. 14 EFASIM Flußdiagramm (Grobstruktur)



In einem Block "äußeres System" wird für jedes Haushaltsmitglied ein vorläufiges Tagesprogramm aufgestellt, um das tägliche Aufgabenpensum des Haushalts zu erledigen. Die Aufgaben werden entsprechend den Rollenerwartungen zugeteilt. Ist erkennbar, daß eine Person wegen Arbeitsüberlastung bestimmte Dinge in einer Zeitgrenze (z.B. Ladenschluß) nicht mehr erledigen kann, werden diese der nächsten fähigen Person zugeteilt oder auf einen späteren Tag zurückgestellt. Die Folge der Tätigkeiten und Interaktionen wird in einer Aktivitätenkette nach gemessenen Wahrscheinlichkeiten geordnet.

Aus dem Block "Umwelt" geht hervor, in welcher Verkehrszelle Schulen, Einkaufsmöglichkeiten und wieviel Arbeitsplätze vorhanden sind (Infrastrukturdatei). Diese Daten sind Input für das zweite Modul im äußeren System. Nach festgelegten Auswahlprinzipien für die Wahl von Einrichtungen werden mittels der Monte-Carlo-Methode und den Daten der physischen Umwelt die räumlichen Ziele in der Stadtregion für die jeweilige Person vorläufig bestimmt. Die daraus entstehende Wegekette wird, wenn die Person jeweils nach Hause zurückkehrt, in Wegeböcke unterteilt. Weil die durchschnittliche Dauer der Tätigkeiten vorgegeben ist und die Wegedauer zwischen den Tätigkeiten pauschal geschätzt wird, lassen sich die Ereignisse auf eine Zeitachse projizieren. Damit läßt sich die Tagesperiode ablesen, in der der Weg geplant ist. Es gibt morgens und nachmittags eine Rushhour sowie die Zeitperioden dazwischen.

Der Bestand des Straßennetzes sowie die Netze der öffentlichen Personenverkehrsbetriebe sind im Umweltblock gespeichert. Entsprechend Vorgaben aus Erhebungen oder aus anderen Programmen übernommener Daten werden zwischen den Verkehrszellen die wahrscheinlichen Routen sowie eine jeweilige Ersatzroute der Person im äußeren System zugeteilt. Über die damit bezeichneten Strecken und die ermittelte Tagesperiode lassen sich voraussichtliche Fahrzeiten ermitteln. Sie beeinflussen zum Teil erheblich den Wunsch nach einem Verkehrsmittel.

Als gewünscht gilt die Fortbewegungsart, die der Person für den Wegeböcke den geringsten Aufwand bereitet. Mit dem Programmteil NAVSIM (nur 1. Modellstufe) erfolgen deshalb für alle verfügbaren

Fortbewegungsarten (als Fußgänger, Radfahrer, mit Bus, U-/S-Bahn und PKW) subjektive Bewertungen. In diese Rechnung fließen die subjektiv wahrgenommenen finanziellen Kosten wie die Wege- und Wartezeiten ein. Die Dauer dieser Fortbewegungen wird mit der entsprechend subjektiv empfundenen Höhe der Beanspruchung (z.B. "radfahren" oder "am Steuer sitzen") gewichtet. Schließlich werden die Geldaufwendungen zu den Beanspruchungen während der Fahrt in ein subjektives Verhältnis gesetzt und zu subjektiven Gesamtkostenwerten zusammengefaßt. Daraus entsteht, nach den kleinsten Gesamtkosten geordnet, eine Wunschliste der Verkehrsmittel. Mit diesem Algorithmus des äußeren Systems ist das Tagesprogramm für ein Haushaltsmitglied aufgestellt und es kann für die übrigen Mitglieder wiederholt werden.

Nachdem für jede Person ein vorläufiges Tagesprogramm mit den entsprechenden Verkehrsmittelwünschen aufgestellt ist, erfolgt der Abstimmungsprozeß im "inneren System". Mit den dort herrschenden sozialen Regeln wird entschieden, wer unter welchen Bedingungen über die Fahrzeuge verfügen darf, welche Wege Personen gemeinsam unternehmen und ob Aufgaben an andere übertragen werden (vgl. Kap. 5.3.2 und Abb.3). Die Tagesprogramme der Personen werden also bestätigt oder überarbeitet und anschließend aufgeführt. Restriktionen der Umwelt, wie Kapazitätsgrenzen bei Streckenabschnitten oder Arbeitsplätzen/Infrastruktureinrichtungen in Zielzellen, werden von den Haushaltsmitgliedern bei ihren Tagesplänen (äußeres System) berücksichtigt. Sind alle Haushalte in der beschriebenen Weise bearbeitet, können die entstandenen Verkehrsströme, sowohl in ihrer räumlichen wie sozialen Aufteilung, statistisch und graphisch dargestellt werden.

Kurzkommentar:

Das Modell geht von Personen in Haushalten aus und trifft damit genauer die Entscheidungssituationen alltäglicher Beziehungen. In diesem erweiterten Rahmen vermeidet das kausale Modell deren typische Schwächen (eingeschränkte Entscheidungssituation) und berücksichtigt viele Details. Im Gegensatz zu anderen Modellen stützt es sich nicht nur auf einzelne Thesen, sondern auf eine breit diskutierte Theorie, deren erkenntnistheoretischen Eigenheiten bekannt sind. Das Modell arbeitet plausi-

bel und hat eine Reihe von Sensitivitätstests bestanden. Abzuwarten ist jedoch noch sein praktischer Einsatz.

2. Modellentwürfe zum Europäischen Fernverkehr

Die folgende Kurzdarstellung beruht auf einem Modellentwurf zum europäischen Fernverkehr, der anlässlich von Gesprächen mit Vertretern der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) in Köln-Porz entwickelt wurde. Er enthält die Teilmodelle Urlaubs- und Geschäftsreiseverkehr sowie Verwandtenbesuche. Die beiden ersteren sind hier nur aufgeführt.

Veröffentlichung: Teilmodell Urlaubsverkehr in: "Konstruktionsmerkmale eines verhaltens-theoretischen Personenfernverkehrsmodells" Referat zum 6. Workshop der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG) Eibsee 29. - 31.10.1980

Entwurf: Erich Ruppert
vorgesehenes Anwendungsgebiet: Europa

Zugrundeliegende Thesen:
Beim Geschäftsverkehr bestimmt die Entwicklung der Märkte die örtlichen Ziele der Reisenden. Qualität und Kosten der Verkehrsmittel wirken sich nur auf die Wahl der Verkehrsmittel und die Reisehäufigkeit aus. Bei Urlaubsreisen spielen hingegen Preis und Reisedauer für die Zielwahl und Reisehäufigkeit eine größere Rolle.

Die typisierten Subjekte und Objekte:
Im Urlaubsverkehr (und bei Verwandtenbesuchen) werden Haushalte nach ihrer Größe, Zahl der Kinder, dem Einkommen sowie der Erwerbstätigkeit der Personen unterteilt. Die entscheidenden Einheiten im Geschäftsverkehr sind Unternehmen, die nach den Merkmalen rechtliche Stellung (Wirtschaftsunternehmen, öffentlich-rechtliche Körperschaften), Größe, Art (industrielle Produktion, Großhandel, Einzelhandel und Handwerk, Verwaltungen und Dienstleistungsbetriebe) typisiert werden.

Objekte des Modells sind Kreise und kreisfreie Gemeinden, die nach ihrer Einwohnerzahl, ihrer Wirtschaftsstruktur sowie ihrem Freizeitangebot gekennzeichnet sind. Hinzu kommen Verkehrsmittel

wie PKW, Bahn (IC 1. und 2. Klasse), Fähren und Flugzeuge.

Mögliche Planungsmaßnahmen und Änderungen:

- Fahrpreis- und Benzinpreisänderungen
- Fahr- und Flugplanänderungen
- Neues Verkehrsmittel (Hochleistungsschnellbahn)
- Handels- und Marktbeschränkungen
- Urlaubszeitregelungen und Einkommensänderungen
- Aufenthaltskosten im Urlaubsgebiet

Das Modellkonzept:

Weil bis auf weiteres die innerbetrieblichen Entscheidungsvorgänge für die Art und den Umfang der Außenbeziehungen nicht modellhaft rekonstruiert werden können, werden mit makroökonomischen Überlegungen die Art, der Umfang und die Reichweite der Beziehungen vorgegeben. Sie sind empirisch zu erheben und deskriptiv im Modell zu verarbeiten. Nach der Zielwahl kann die Verkehrsmittelwahl unter verkehrsplanerischen Annahmen kausal (FERSIM) durchgespielt werden.

Im Modellteil Urlaubsverkehr werden individuell Haushalte simuliert, deren Urlaubsinteressen allerdings ebenfalls deskriptiv behandelt werden. Nur durch Qualitätsmerkmale, Preisschwellwerte und Fahrtkosten wird die Zielwahl eingeschränkt. Die Verkehrsmittelwahl erfolgt ebenfalls nach FERSIM.

3. Das Dortmunder Wohnungsmarktmodell

Name: Dortmunder Wohnungsmarktmodell
Veröffentlichung: Schriftenreihe "Wohnungsmarkt und Wohnungspolitik" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 07.011 "Wohnungsmarktsimulationsmodelle" Bonn 1981, S. 79 - 100 (Referat für den Workshop, Heidelberg März 1979)

Konstrukteur: Michael Wegener
Anwendungsgebiet: Stadtregion Dortmund

Zugrundeliegende Thesen:
Das Modell "geht von der Grundannahme aus, daß die Entwicklung der Siedlungsstruktur in hochindustrialisierten Ländern wie der Bundesrepublik Deutschland durch zwei Tendenzen bestimmt wird:

Abb. 15 Modellentwurf zum europäischen Urlaubsverkehr

(deskriptiv: Erzeugung und Verteilung
 kausal: Verkehrsmittelwahl)

- BN = Beanspruchungsniveau
- RX = Bewertungsrate
- Ub = Urlaubsbudget
- P = Aufenthaltskosten
- G = Fahrtkosten
- * = ziehe Zufallszahl

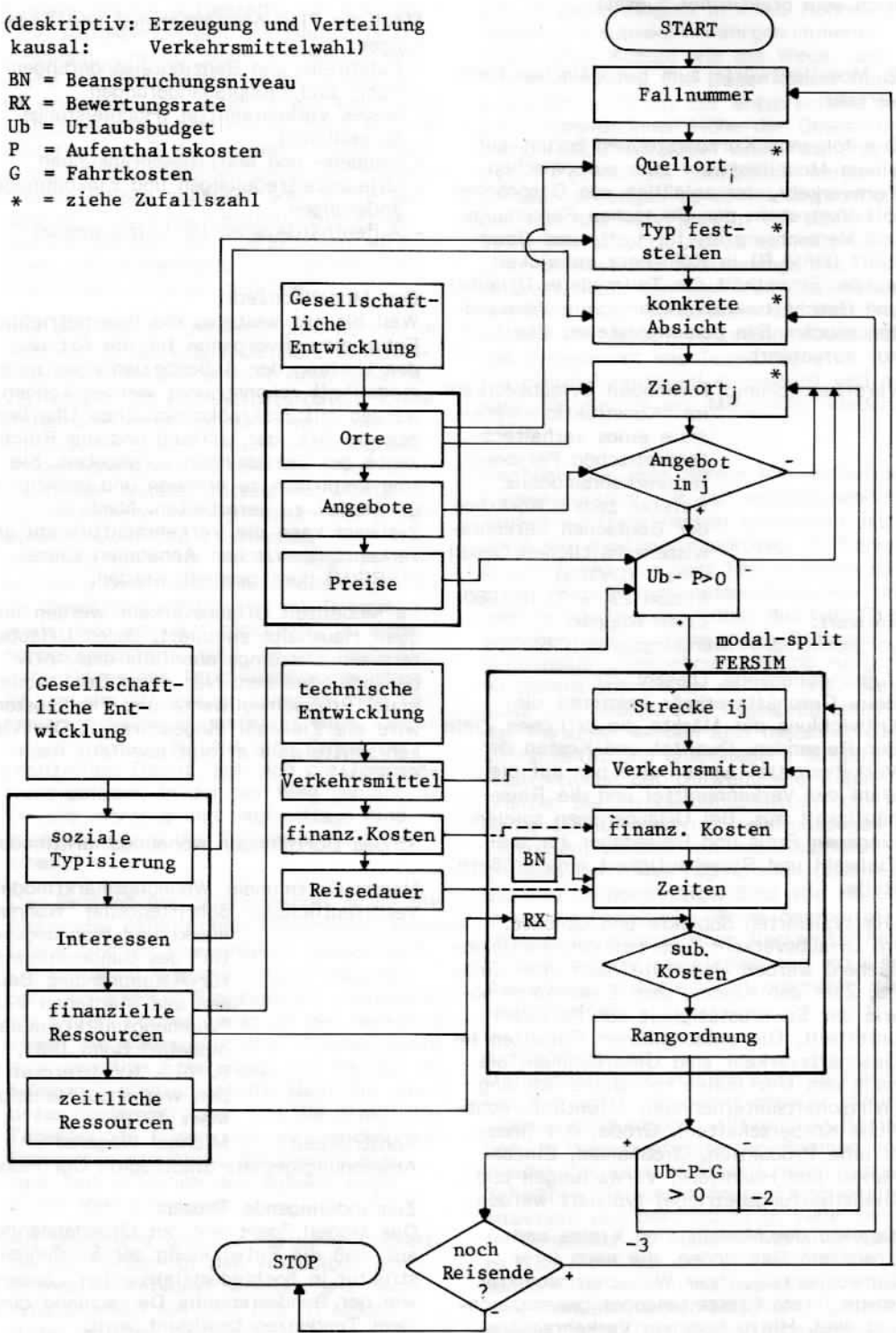
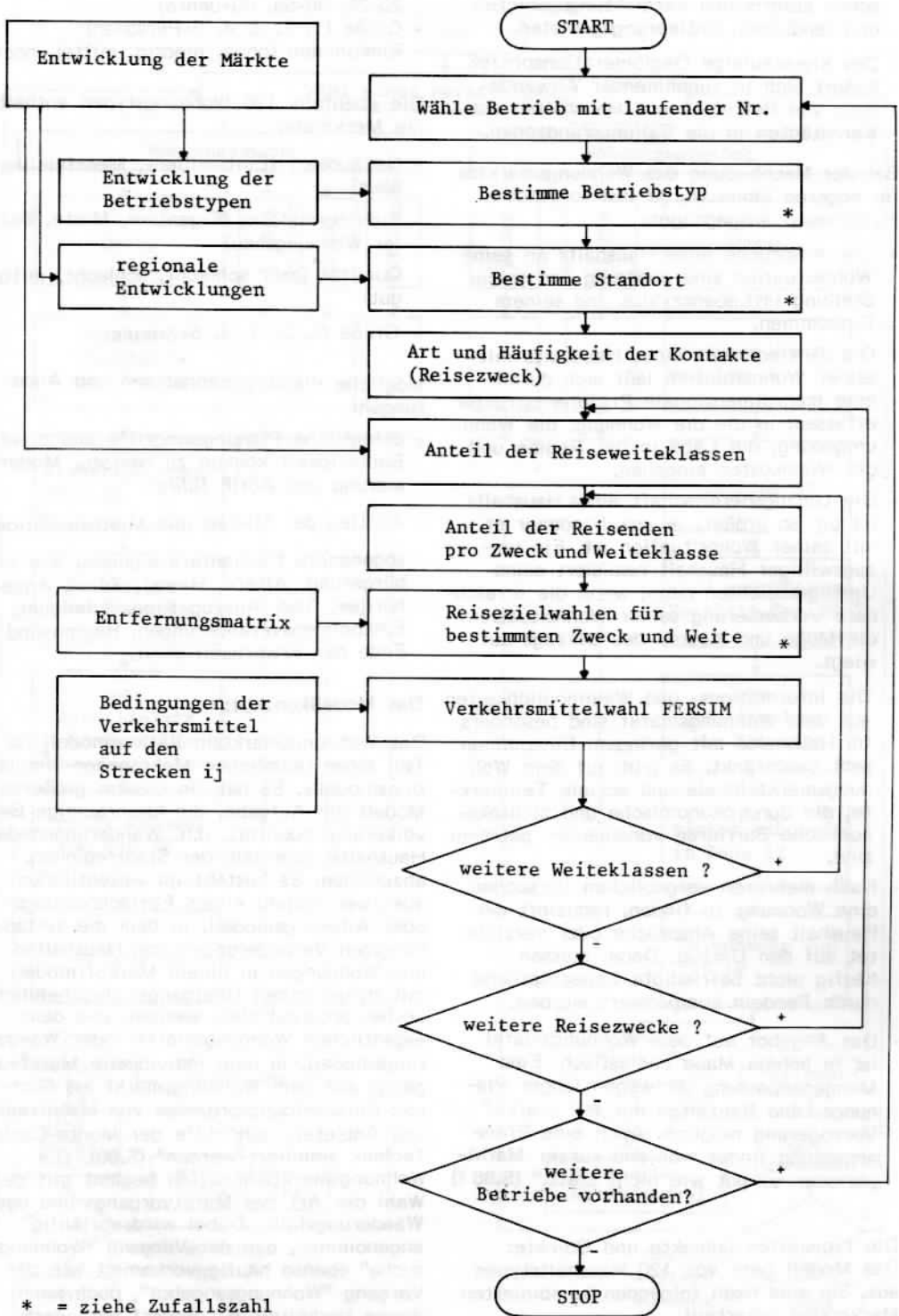


Abb. 16 Modellentwurf zum europäischen Geschäftsverkehr



- Der großräumige Agglomerationsprozeß führt zu wachsender Polarisierung zwischen städtischen Verdichtungsgebieten und ländlichen Entleerungsgebieten.
- Der kleinräumige Deglomerationsprozeß äußert sich in zunehmender Abwanderung von Betrieben und Haushalten aus Kernstädten in die Ballungsrandzonen.

Bei der Nachbildung des Wohnungsmarktes im engeren Sinne wurde von folgenden Hypothesen ausgegangen:

- Die Ansprüche eines Haushalts an seine Wohnsituation sind abhängig von seiner Stellung im Lebenszyklus und seinem Einkommen.
- Die Zufriedenheit eines Haushalts mit seiner Wohnsituation läßt sich durch eine mehrdimensionale Präferenzstruktur erfassen, in die die Wohnung, die Wohnumgebung, die Lage in der Region und die Wohnkosten eingehen.
- Die Umzugsbereitschaft eines Haushalts ist um so größer, je unzufriedener er mit seiner Wohnsituation ist. Ein umzugswilliger Haushalt realisiert seine Umzugsabsichten dann, wenn die erreichbare Verbesserung seiner Wohnsituation die Mühe und Kosten des Umzugs aufwiegt.
- Die Informations- und Wahlmöglichkeiten auf dem Wohnungsmarkt sind besonders für Haushalte mit geringem Einkommen sehr beschränkt. Es gibt auf dem Wohnungsmarkt lokale und soziale Teilmärkte, die durch ökonomische und nichtökonomische Barrieren voneinander getrennt sind.
- Nach mehreren vergeblichen Versuchen, eine Wohnung zu finden, reduziert der Haushalt seine Ansprüche oder verzichtet auf den Umzug. Dabei müssen häufig nicht befriedigte Lageansprüche durch Pendeln kompensiert werden.
- Das Angebot auf dem Wohnungsmarkt ist in hohem Maße unelastisch: Eine Mengenanpassung ist wegen langer Planungs- und Bauzeiten nur mit starker Verzögerung möglich. Auch eine Preis-anpassung findet während kurzer Marktperioden so gut wie nicht statt." (S.86 f)

- Nationalität (Inländer, Ausländer)
- Alter des Haushaltsvorstandes (16-19, 20-29, 30-59, 60+Jahre)
- Größe (1, 2, 3, 4, 5+Personen)
- Einkommen (ohne, niedrig, mittel, hoch)

Die ebenfalls 120 Wohnungstypen enthalten die Merkmale:

- Gebäudeart (Einfamilien-, Mehrfamilienhaus)
- Eigentumsform (Eigentum, Miete, Sozialer Wohnungsbau)
- Qualität (sehr schlecht, schlecht, mittel, gut)
- Größe (1, 2, 3, 4, 5+Zimmer)

Mögliche Planungsmaßnahmen und Änderungen:

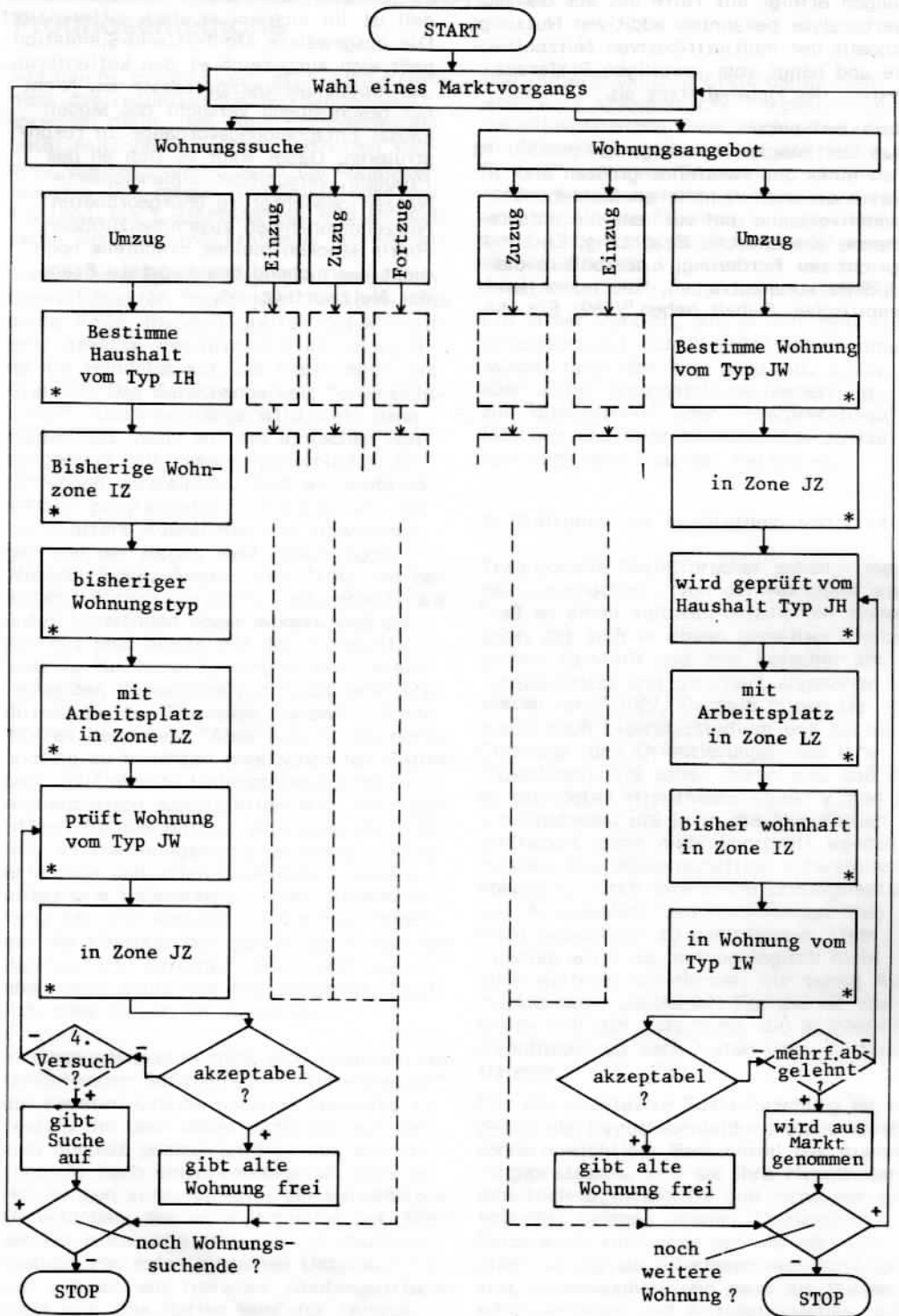
- öffentliche Planungseingriffe und private Bautätigkeit können zu Neubau, Modernisierung und Abriß führen
- Anstieg der Mieten und Mietsubventionen
- sogenannte Elementarereignisse, wie Einbürgerung, Altern, Heirat, Zuzug Angehöriger, Tod, Auszug Kind, Scheidung, Einkommensveränderungen, Beginn und Ende der Erwerbstätigkeit.

Das Modellkonzept:

Das Wohnungsmarktsimulationsmodell ist Teil eines räumlichen Mehrebenen-Simulationsmodells. Es hat "in diesem größeren Modell die Aufgabe, die kleinräumige Bevölkerungsmobilität, d.h. Wanderungen der Haushalte innerhalb der Stadtregionen, abzubilden. Es besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: einem Fortschreibungs- oder Alterungsmodell, in dem die zeitabhängigen Veränderungen von Haushalten und Wohnungen in einem Markoffmodell mit dynamischen Übergangswahrscheinlichkeiten prognostiziert werden, und dem eigentlichen Wohnungsmarkt- oder Wanderungsmodell, in dem individuelle Marktvorgänge auf dem Wohnungsmarkt als Such- und Entscheidungsprozesse von Nachfragern und Anbietern mit Hilfe der Monte-Carlo-Technik simuliert werden" (S.80). Die Wohnungsmarktsimulation beginnt mit der Wahl der Art des Marktvorgangs und des Wanderungsfalls. Dabei wird vorläufig angenommen, daß der Vorgang "Wohnungssuche" ebenso häufig vorkommt wie der Vorgang "Wohnungsangebot", doch kann dieses Verhältnis bei Bedarf verändert

Die typisierten Subjekte und Objekte:
Das Modell geht von 120 Haushaltstypen aus. Sie sind nach folgenden kombinierten Merkmalen unterteilt:

Abb. 17 Teile des Flußdiagramms des Dortmunder Wohnungsmarktmodells



werden. Die Bewertung und Zusammenfassung der Attraktivitätsmerkmale von Wohnungen erfolgt mit Hilfe des aus der Nutzwertanalyse bekannten additiven Nutzungsmodells der multiattributiven Nutzentheorie und hängt vom jeweiligen Präferenzsystem des Haushaltstyps ab.

Kurzkomentar:

Das Dortmunder Wohnungsmarktmodell ist Teil eines der zweifellos größten und differenziertesten räumlichen Mehrebenen-Modellversuche und verdient die entsprechende akademische Beachtung. Es entspricht der Forderung, insbesondere die Modelle voranzutreiben, "die einen hohen empirischen Gehalt haben."/189/ Für die

heutige Planertätigkeit in den Ämtern wird es aber wohl noch eine Weile "Zukunftsmusik" sein. Das Wohnungsmarktmodell ist für sich schon stark differenziert. Die ausgewählte Monte-Carlo-Simulation paßt sich ausgezeichnet den kettenförmigen Wohnungstauschprozessen an. Nicht nur beschreibend versucht das Modell kausal Entscheidungsvorgänge zu rekonstruieren. Dabei wagt es sich an das Problem, verschieden dimensionierte Nutzen gewichtet zu übergeordneten Nutzenmaßnahmen zusammenzufassen. Hierin stecken meines Erachtens noch nicht ausreichend beantwortete Fragen der Nutzwertanalyse.



Kapitel 10 Die kausal-qualitative Analyse- und Prognosemethode

Alltägliche Erfahrungen, aber auch Ergebnisse des reduktionistischen Modellbaus sprechen dafür, daß viele Entscheidungen unter Nutzenüberlegungen getroffen werden. Wie verschieden auch die Annahmen gewesen sein mögen, irrtümlich oder zutreffend, die Entscheidungen sind im weiteren Sinn als "zweckrational" anzusehen.

Insbesondere spielen gegenüber dinglichen Umweltobjekten "handfeste" Faktoren eine große Rolle. Insoweit greifen reduktionistische Ansätze wesentliche Erklärungsgründe des Handelns auf. Sie haben aber ihre Grenzen. Die Berechenbarkeit "offensichtlicher" Zusammenhänge wird stets dann fragwürdig, wenn wir die einfachen Nutzungsgesetze mit unseren persönlichen Erfahrungen vergleichen. Sind wir stets so einfach programmiert? Erlauben wir uns nicht öfters Ausnahmen und Abweichungen von der Regel, weil Stimmungen, Wunschträume, Ängste oder Trotz uns bewegen? Wirken sie nicht auch, obwohl wir unter Umständen sogar wissen, daß sie nur mit uns, nichts mit der realen Umwelt zu tun haben? Verführt den vereinfachenden Wissenschaftler nicht eine Tradition, die der Philosoph Husserl mit den Worten beschrieb: "Aber nun ist als höchst wichtig zu beachten eine schon bei Galilei sich vollziehende Unterschiebung der mathematisch substrierten Welt der Idealitäten für die einzige wirkliche, die wirklich wahrnehmungsmäßig gegebene, die je erfahrene und erfahrbare Welt - unsere alltägliche Lebenswelt. Diese Unterschiebung hat sich alsbald auf die Nachfolger, auf die Physiker der ganzen nachfolgenden Jahrhunderte vererbt."/190/ Heißt dies aber nicht auch, daß man annimmt, letztlich alles berechnen zu können?

In Gegenposition bemüht sich innerhalb der verstehenden Soziologie die "Hermeneutik" die tieferen Gründe sozialen Handelns zu deuten. Sie geht dabei nicht nur auf den vom Subjekt gemeinten Sinn ein, sondern versucht noch einen verborgenen Sinn der Handlungen aufzudecken - ein aufwendiges Unterfangen, das seine Probleme hat. Dieser Erkenntnisweg verlangt viel Aufmerksamkeit für jeden einzelnen Untersuchungsfall und schließt trotzdem Deutungsirrtümer nicht aus. Das "Offen-sein" für feinste

und hintergründigste Erklärungsgrößen erschwert systematische Vergleiche und verallgemeinernde Gesetzmäßigkeiten. Was an "Tiefe" gewonnen wird, geht leicht an "Breite" verloren. Trotzdem darf eine solche Forschung nicht fehlen, wenn nämlich jene vielen "tieferen", nicht beachteten Gründe zu große Schätzfehler verursachen. Können wir aber mit diesen Analyseverfahren Prognosen erstellen?

Ein erster Versuch, wie er mit dem Forschungsprojekt QUASI /191/ unternommen wurde, zeigt den Weg dazu auf. Zuvor aber einige grundsätzliche Bemerkung zur "qualitativen" oder "interpretativen" Methode und ihrer Unterschiede zu herkömmlich quantitativen Verfahren.

1. Prinzipien der qualitativen Methodik

Traditionelle Sozialforscher gehen - meist unausgesprochen - von der Annahme aus, "daß es einen kulturell-etablierten Konsens gebe, der sich in einem geteilten Symbolsystem darstellt und vom Forscher als vorausgesetzt und gesichert angesehen werden kann"/192/. Deshalb bilden sie meist nach Literaturstudium und kurzer Einstiegs- und Orientierungsphase ihre Hypothesen. Sie gehen davon aus, daß ihre so gebildeten Hypothesen objektiv sind und Vorannahmen, die ja in die Hypothesen einfließen, nicht mehr überprüft werden müssen. Die Wissenschaftler unterstellen ebenfalls, durch ihre Untersuchungsmethode und Anwesenheit den Forschungsprozeß nicht wesentlich zu beeinflussen. Dem Einstieg wird, da methodologisch nicht ohne weiteres normierbar, nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Für sie ist zentrales Ziel der Forschung, die aufgestellten Hypothesen zu verifizieren bzw. zu falsifizieren.

Für die qualitative Sozialforschung ist dagegen die Hypothesenbildung nicht Vorstufe, sondern wichtiger Bestandteil des Auswertungsprozesses, weil sie ihre Hypothesen inhaltlich-argumentativ und nicht nur zahlenmäßig belegen müssen. Qualitativ Forschende versuchen deshalb möglichst offen an die sie interessierende Wirklichkeit heranzugehen, und zwar als Wissenschaftler/innen und Alltagsmenschen, mit

bereits bestimmtem Vorverständnis, d.h. Theorien, Vorurteilen und Hintergrunderwartungen. Entscheidend ist nur, dieses Vorverständnis herauszustellen, damit es nicht unkontrolliert in den Forschungsprozeß eingeht.

Die qualitative Sozialforschung geht davon aus, daß soziale Wirklichkeit sowohl 'objektiv' als auch 'subjektiv' strukturiert ist. Die soziale Realität, in die jemand hineingeboren wird, ist zunächst durch natürliche, soziale und institutionelle Gegebenheiten bestimmt. Soziales Handeln wird nun nicht als einfache mechanische Reaktion auf diese 'objektiven' Umstände aufgefaßt, sondern jeder Mensch entwickelt eigene Bedeutungs- oder Relevanzsysteme, um mit diesen objektiven Gegebenheiten umgehen zu können. Diese Interpretationen sind handlungsleitend für das Individuum.

Deshalb sucht die qualitative Sozialforschung möglichst große 'Lebens- bzw. Wirklichkeitsnähe', also 'Wissen aus erster Hand'. Sie interessiert sich für die Selbstdarstellungen, Relevanzen und Interpretationen der Betroffenen. Um die Kluft zwischen sozialer Wirklichkeit und Forschungssituation möglichst gering zu halten, werden offene Erhebungsverfahren bevorzugt (offene Interviews, teilnehmende Beobachtung, Feldforschung etc.). Durch Verfahren, die die Erhebungssituation nur wenig vorgeformt, versuchen die Forschenden, sich an die kommunikativen Regeln des Forschungsfeldes anzupassen. Der 'Darstellungsspielraum' der Erforschten soll durch die Forschungssituation so wenig wie möglich eingeschränkt und beeinflusst werden. Da die Datenerhebung ein kommunikativer Prozeß ist, wird von den Forschenden aus nicht der aussichtslose Versuch unternommen, sich selbst als Subjekt aus dem Forschungsprozeß zu eliminieren. Stattdessen verhalten sie sich entsprechend den von den Forschungsobjekten vorgegebenen kommunikativen Regeln/193/.

2. Das "Spiel" als qualitative Simulation (QUASI)

Um Prognosen zu erstellen, benötigen wir alltägliche Entscheidungsvorgänge, die möglichst unbeeinflusst vom Beobachter in ihrer realen Umwelt geschehen und dennoch nachprüfbar festgehalten werden können.

Ein schwieriges Unterfangen, weil solche Prozesse oft über längere Zeiträume und in der Regel familienintern ablaufen. In dieser Situation können dem Forscher nur Simulationen oder Spiele weiterhelfen. Für die differenzierten Betrachtungen können es aber nicht Computerspiele sein, sondern sie müssen mit lebendigen Menschen nach deren Spielregeln gespielt werden.

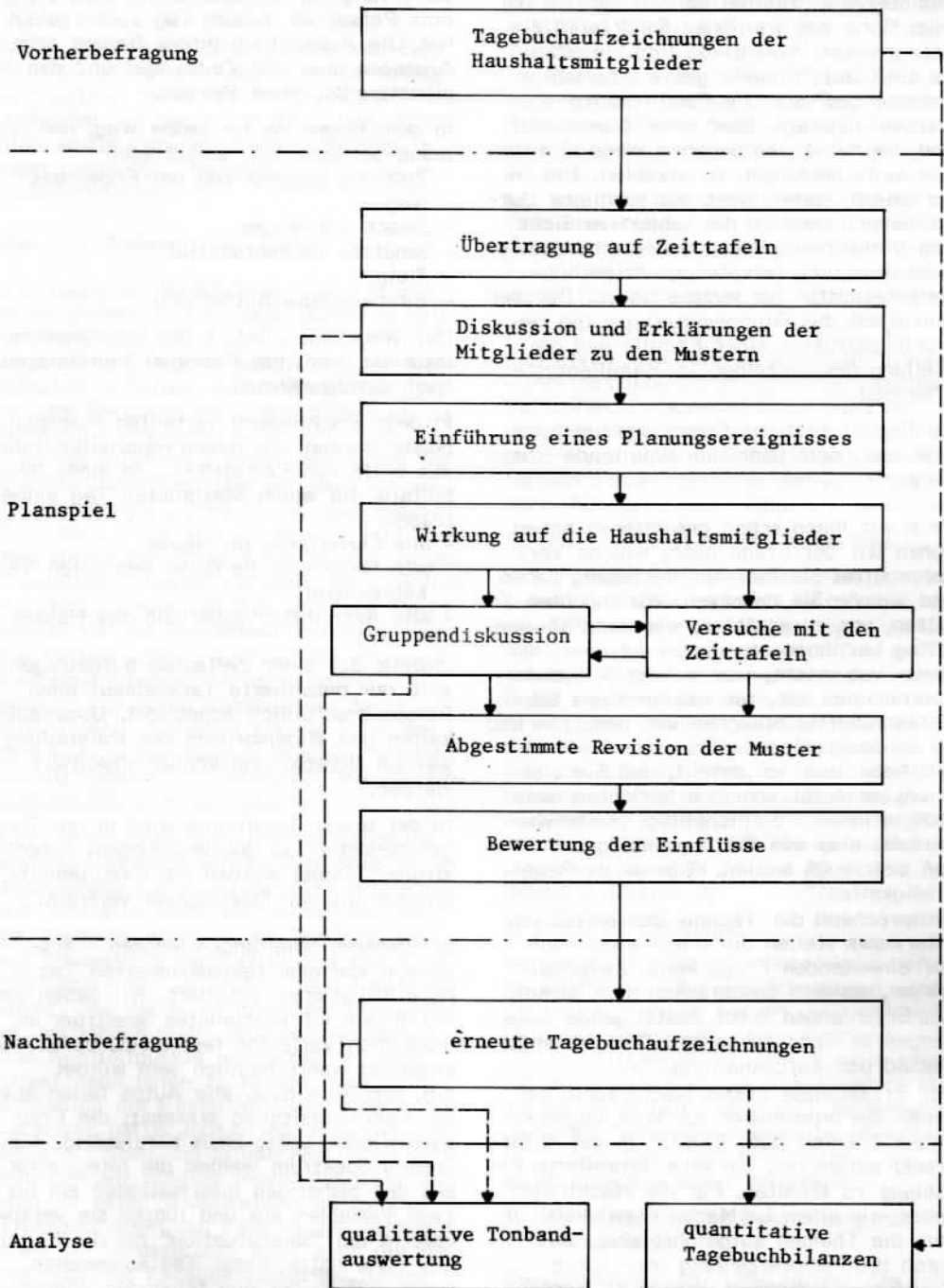
Seit 1974 bemühten sich M.C.Dix und P.M. Jones um Planspiele zu Verkehrsentscheidungen. Mit dem Modellspiel HATS (Household Activity-Travel Simulator/194/) wurden Haushaltsmitgliedern aufgegeben, die Folgen von Verkehrsmaßnahmen in ihrem Alltag zu verarbeiten. Der Spielablauf ist im Flußdiagramm (Abb. 18) zu sehen. Die Prognosefähigkeit des Spiels ist allerdings noch äußerst dünn belegt. Eine auf 22 Personen gegründete "Vorhersage" zur Verkehrsmittelwahl stimmt zwar ziemlich gut mit dem später beobachtetem Verhalten überein /195/, aber sie besagt noch wenig. Zudem wurden die Entscheidungsvorgänge nicht hermeneutisch ausgewertet. In der empirischen Sozialforschung sind solche Verfahren im Grunde nichts Neues. Insbesondere in den USA wurden solche "Experimente im Feld" schon früher und häufiger durchgeführt/196/. Eine echte Erweiterung scheint mir erst gegeben, wenn die Spielabläufe entsprechend tiefgehend analysiert und gedeutet werden.

Dies führt zu einem dreistufigen Arbeitsprogramm, das mit einem frei erzählenden (= narrativen) Gruppeninterview beginnt, in einer engen Zwischenphase konkrete Alltagsumstände per Fragebogen gezielt nachfragt und mit einem Modellspiel ähnlich dem HATS endet. Wir wollen die Methode der qualitativen Simulation am Beispiel des Projektes "QUASI" betrachten:

2.1. Die Erhebung

Verkehrsentscheidungen privater Haushalte entstehen in einem interaktiven Prozeß, an dem mehrere bzw. alle Haushaltsmitglieder beteiligt sind und wirken auf alle Haushaltsmitglieder. Bei der Erhebung sind wir interessiert, die Kluft zwischen der Wirklichkeit des Familienalltags und der Forschungssituation möglichst gering zu halten. Deshalb werden die Familienmitglieder nicht einzeln sondern gemeinsam interviewt. Wir vereinbaren Termine, zu denen möglichst alle Familienmitglieder anwesend sein können und suchen

Abb. 18 Flußdiagramm des Planspiels HATS (nach P.M. Jones u.a. S. 151)



die Familien - jeweils zu zweit - bei sich zu Hause auf. Alle Teile der Erhebung werden auf Band aufgenommen.

Wir beginnen mit einem narrativen Gruppeninterview. Hierbei handelt es sich um eine Form des von Fritz Schütze/197/ entwickelten "narrativen Interviews". Es zielt auf "Erzählungen eigenerlebter Erfahrungen" ab. Die Familienmitglieder werden angeregt, über ihren Tagesablauf und die damit verbundenen Wege und Verkehrsentscheidungen zu erzählen. Uns interessieren dabei nicht nur sachliche Darstellungen, sondern die subjektive Sicht von Verkehrsproblemen und die besondere Bedeutung, die private und öffentliche Verkehrsmittel für jemand haben. Darüber hinausläßt das Gruppeninterview die Beziehungsstruktur einer Familie und die Stellung des Einzelnen im Familiensystem erkennen.

Zu Beginn wird das Forschungsziel kurz erläutert, dem dann die einleitende Frage folgt.

Beispiel:

"Wie wir Ihnen schon geschrieben haben, gehen wir der Frage nach, welche Verkehrsmittel Sie hier zur Verfügung haben und welche Sie benutzen. Wir möchten Sie bitten, uns zu erzählen, wie der Familienalltag bei Ihnen organisiert ist, wer von Ihnen was macht, wer welche Aufgaben übernommen hat, für welche Wege Sie Verkehrsmittel brauchen und benutzen und ob es da Probleme gibt.

Wir haben uns vorgestellt, daß Sie vielleicht zunächst von dem berichten, was sich in Ihrem Familienalltag immer wiederholt, also was Sie regelmäßig tun müssen oder auch wollen. Gibt es da Regelmäßigkeiten?"

Entsprechend der Technik des narrativen Interviews stellen die Interviewer nach der einleitenden Frage keine Zwischenfragen, sondern beschränken sich darauf, die Erzählungen durch bestätigende Äußerungen in Gang zu halten. Dies verlangt Geduld und Zurückhaltung.

Der Erzählphase folgen Nachfragen, bei denen die Interviewer nur kurz angesprochene Themen (z.B. Einkauf in der Kreisstadt) aufgreifen, um eine detaillierte Erzählung zu erhalten. Für die Nachfragen haben wir einen Leitfaden entwickelt, in dem die Themen aufgeführt sind, die durch die Haupterzählung oder durch Nachfragen unbedingt abgedeckt werden sollten, um die Vergleichbarkeit des Interviews zu gewährleisten.

Im Anschluß an das Interview werden alle Familienmitglieder gebeten, für den letzten Werktag einen Wegebogen auszufüllen. Zweck dieses Bogens ist es, eine Übersicht zu gewinnen über alle Wege, die eine Person an diesem Tag zurückgelegt hat. Die Auswertung dieses Bogens erlaubt Aussagen über das Zeitbudget und den Mobilitätsradius einer Person.

In dem Bogen ist für jeden Weg, den jemand gemacht hat, einzutragen:

- Zeit des Beginns und des Endes des Weges
- Zweck des Weges
- benutzte Verkehrsmittel
- Zielort
- zurückgelegte Entfernung

Der Wegebogen liefert den Interviewern Informationen, das Planspiel familienspezifisch durchzuführen.

In dem anschließend verteilten Planspielbogen werden von jedem Haushaltsmitglied mit Hilfe von Farbstiften und einer Symboltafel für einen bestimmten Tag eingetragen:

- alle Aktivitäten im Hause
- alle Wege und die dabei benutzten Verkehrsmittel
- alle Aktivitäten außerhalb des Hauses

Jeweils auf einer Zeitachse aufgetragen wird der detaillierte Tagesablauf einer Person anschaulich abgebildet. Ungenauigkeiten und Widersprüche der Darstellung werden sichtbar und können diskutiert werden.

In der ersten Spielrunde wird in der Regel derselbe Tag des Wegebogens rekonstruiert. Dabei werden die Familienmitglieder mit der Spieltechnik vertraut.

In weiteren Spielrunden werden - ausgehend von dem rekonstruierten Tag - neue Situationen simuliert. Wir haben im Vorhinein ein bestimmtes Spektrum an möglichen Variablen festgelegt, deren Veränderung wahrscheinlich sein würde:

z.B. ein Auto bzw. alle Autos fallen aus; ein Familienmitglied erkrankt; die Frau wird wieder außer Haus berufstätig. Aus diesem Spektrum wählen die Interviewer aus den bisherigen Informationen ein bis zwei Variablen aus und führen sie verändert in die "Spielsituation" für die Familie ein: "Wie hätte dieser Tag ausgesehen, wenn ...?" In der nun folgenden Wiederholung der grafischen Darstellung des Tagesablaufs versuchen die Familienmitglie-

der ihren Tagesablauf unter den veränderten Bedingungen neu zu gestalten.

Dieses Spiel ruft Diskussionen unter den Haushaltsmitgliedern hervor, die ihre Wege, Zeiten und die Benutzung von Verkehrsmitteln koordinieren müssen. Auf diese Weise wird die Dynamik von Entscheidungsprozessen deutlich. Sie zeigt, auf welche Weise die Befragten ihre individuellen Tätigkeiten zeitlich und räumlich abstimmen, wie sie die Verfügung über gemeinsam benutzte Fahrzeuge organisieren usw.

2.2. Die Auswertung

Vor jeglicher Auswertung muß erst ein wesentlicher Forschungsgrundsatz erfüllt werden:

Je tiefere Einblicke wir in die Familiensituation erhalten, desto dringlicher gilt es, die Personen vor Datenmißbrauch zu schützen. Deswegen legen wir noch am Tag des Interviews einen Decknamen für die Familien fest, den wir dann im weiteren benutzen. Dies reicht aber unseres Erachtens nicht aus. In den oft sehr kleinen Gemeinden (manchmal nur bis zu 60 Einwohnern) wären trotzdem die Familien zu identifizieren, so daß wir auch Decknamen für die Gemeinden erfinden. Nur die Entfernungen zwischen den einzelnen Gemeinden lassen wir unverändert. Dies scheint uns völlig angemessen, da es nicht darum geht, Aussagen für Familien bestimmter Gemeinden zu machen, sondern sie als typisch für entlegene Orte im Untersuchungsraum zu begreifen.

Den verschiedenen Teilen der Erhebung kommen unterschiedliche Aufgaben in der Auswertung zu. Im ersten Teil fragten wir verstärkt nach dem Alltag der Familie. Dadurch entsteht die Tendenz, uns ein Gesamtbild der Familie zu vermitteln, das nach außen einheitlich und funktional wirkt. Das narrative Interview ermöglicht es uns jedoch auch, Interessensgegensätze und Konfliktpunkte anzusprechen, ohne direkt nach ihnen zu fragen, was wahrscheinlich die Einheitlichkeitstendenz nur verstärkt hätte. Indem wir ungezielt nach Begebenheiten und Situationen fragen, bekommen wir Schilderungen, die mehr oder weniger offen Widersprüche aufzeigen. Trotzdem steht die Familie als Ganzes mehr im Vordergrund, wenn auch die Reihenfolge der Erzählungsbeiträge, Unterbrechungen, Zustimmungen, Kommentare und "beredendes Schweigen" die interne

Struktur beleuchten.

Beim Ausfüllen der Wege- und Spielbogen werden die auf sich gestellten Familienmitglieder deutlicher. Wir, die Interviewer, treten mehr in den Hintergrund und sehen, wie quasi "familienintern" die konkreten Aussagen zum Vortag oder Überlegungen im Planspiel von anderen Familienmitgliedern kommentiert und behandelt werden. Eine tatsächliche Interaktion, nicht nur eine Schilderung darüber, läuft vor uns ab. Machtstrukturen und Argumente kommen bei dem von uns gewünschten Thema zutage und weisen uns auf wahrscheinliche Entscheidungen hin. Sie begründen unsere Prognosen. Bis dahin sind aber noch eine Reihe von Auswertungsschritten zu gehen.

Für die Auswertung von offenen, am narrativen Interview orientierten Gruppeninterviews gibt bisher kein festgelegtes Verfahren. Entsprechend den kurz erwähnten Prinzipien der qualitativen Methodik und unseren Erfahrungen aus narrativen Einzelinterviews entwickelten wir zehn Auswertungsschritte.

1. Die Transkription der Interviews

Die Tonbandaufnahme des Interviews wird genau zu Papier gebracht, d.h. nicht nur das Gesprochene wird übertragen, sondern auch, wie etwas gesagt wird. Das geschieht, indem durch bestimmte, festgelegte Zeichen/198/ auch Pausen, Unterbrechungen, Betonungen, zögernde und schnelle Redeweisen usw. festgehalten werden. So wird nicht nur eine inhaltliche, sondern auch eine konversationsanalytische Auswertung ermöglicht. Bei diesem gründlichen Verfahren ergibt ein zweistündiges Interview zwischen 50 und 70 Seiten Text. (Beispiel s. Anhang)

2. Erste Vorannahmen

Bereits beim Lesen der Interviews der Haushalts- und Personenfragebögen wird von uns schriftlich notiert, was uns auffällt, was uns merkwürdig erscheint, was uns unverständlich ist. Gleichzeitig halten wir auch unsere ersten Vorannahmen über die Familien fest ("eine sehr harmonische Familie", "eine sehr gespannte Atmosphäre", usw.). Sehr früh kontrollieren wir dadurch unsere eigenen Vorurteile.

3. Sequenzierung und Festhaltung der Themenfolge

Die Sequenzierung /199/ zerlegt das Interview in Abschnitte. Sie orientiert sich an der Reihenfolge der Redebeiträge der In-

interviewteilnehmer. Aus der Sequenzierung wird ersichtlich:

- wer spricht worüber
- wer unterbricht wen und bei welchen Themen
- über welche Themen wird nicht gesprochen (vgl. Anhang).

Wer über welches Thema spricht, gibt uns Hinweise, wie wichtig einzelne Themenbereiche für die jeweiligen Familienmitglieder sind.

Wer am meisten spricht, kann uns zeigen, wer 'normalerweise' die Außendarstellung der Familie übernimmt. Was dies wiederum über die Stellung innerhalb der Familie zu sagen hat, muß im weiter Verlauf der Analyse des Interviews erschlossen werden.

Art und Bedeutung der Unterbrechungen lassen die Interaktionsstrukturen der Familie erkennen. Die hier gewonnenen Hypothesen können mit der Interaktion während des Spiels verglichen werden. Die Charakterisierungen der Unterbrechungen in der zweiten Spalte der Sequenzierung helfen Hypothesen aufzustellen.

4. Analyse des Interviewanfangs/200/

Als wichtige Phase wird der Interviewanfang besonders hinterfragt:

- wie wurde die Eingangsfragestellung von der Familie bzw. den einzelnen Familienmitgliedern verstanden?
- wer übernimmt die Außendarstellung der Familie?
- wie wird die Familie dargestellt: werden die Gemeinsamkeiten oder die individuellen Leistungen der Familienmitglieder betont?
- ist der Interviewanfang eher von Mißtrauen oder von Offenheit geprägt?

In der dritten Spalte der Sequenzierung werden in Stichworten die gegebenen Sachinformationen festgehalten. Hier werden auch auffällige Formulierungen und Äußerungen notiert und die Stellen für eventuelle spätere Feinanalysen vermerkt.

Zusätzlich wird die ganze Sequenzierung weiter verdichtet, in dem vermerkt wird, wer zu welchem Thema spricht.

Bei beiden, Sequenzierung und Themenfolge, vermerken wir auch die Fragen und Einwürfe der Interviewer und Interviewerinnen, um deren Einfluß auf den Interviewverlauf im Auge behalten zu können.

5. Hypothesenbildung

Die ersten Hypothesen beziehen sich vorwiegend auf die Verkehrswege und -mittel und werden anhand der Sequenzierung des Interviewtextes und der Spielbögen gebildet. Zusätzlich werden verstreute Sachinformationen (z.B. über den Schulweg, Arbeitszeit) gesammelt. An Stellen, die uns unklar geblieben sind oder wo wir uns auf keine Interpretation einigen können, wird eine konversationsanalytische Feinanalyse durchgeführt.

6. Rekonstruktion des Familienalltags

Wir rekonstruieren "stundenplanmäßig" den Ablauf eines Arbeitstages für die einzelnen Familienmitglieder (vgl. Anhang). Dazu dienen der Interviewtext, die Sequenzierung und die Spiel- und Wegebögen. Aus diesem "Stundenplan" lassen sich weitere Schlußfolgerungen und Hypothesen zur Interaktionsstruktur der Familie, zur Mobilität und zu Verkehrsproblemen bilden.

7. Vergleich und Überprüfung der bisher gesammelten Hypothesen

Die bisher gebildeten Hypothesen werden anhand des ganzen Interviews überprüft: wo finden sich im Interviewtext ergänzende, wo widersprüchliche Stellen?

8. Hypothesenbildung zu Handlungsproblemen

Die jetzt zu bildenden Hypothesen beziehen sich besonders auf Entscheidungsstrategien. Sie sind komplexer und stützen sich auf von der Familie bereits gelöste oder schon deutlich vorhergesehene Handlungskonflikte. Dazu werden sämtliche Unterlagen benutzt.

9. Erneute Überprüfung der Hypothesen

Als letzter Schritt werden alle gesammelten Hypothesen miteinander verglichen und nochmals überprüft. Dabei berücksichtigen wir besonders die unterschiedlichen Kommunikationsstrukturen während des Interviews und während des Planspiels. Falls immer noch Widersprüchlichkeiten oder Unklarheiten bestehen, führen wir an der Konversationsanalyse orientierte Feinanalysen durch. Schließlich wird eine am Interview nicht beteiligte Person die Hypothesen kontrollieren, indem sie die belegenden Zitate auf ihre Tragfähigkeit prüft. Wir möchten erinnern, daß diese mehrfache Hypothesenprüfung nötig ist, weil wir sie nicht quantitativ sondern inhaltlich qualitativ stützen müssen.

10. Ergebnisse

Zuerst wird die Familie charakterisiert: Personen, Alter, Berufe, die materielle Lebenssituation und die lokalen Lebensbedingungen werden dargestellt und das räumliche und zeitliche Verkehrsverhalten gezeigt. Anschließend interpretieren wir die Familienstruktur und zeigen deren Bedeutung für die Lösung alltäglicher Verkehrsprobleme. Beides zusammen, die Charakterisierung der Familien anhand der "objektiven Fakten" und die spezifische Familienstruktur ergeben bestimmte Typen familiärer Handlungsstrategien, die sich vergleichen und in Grenzen verallgemeinern lassen. Darauf bauen familientypische Prognosen auf. Aus einer Reihe dieser Einzelprognosen lassen sich am Ende gebietspezifische Themen wie Autobahnbau, Arbeitsmarktsituation, Nachbarschaftshilfe, ÖPNV, Bedeutung des PKWs, Fahrgemeinschaften etc. vertieft behandeln. Sie sind zwar zahlenmäßig nur grob beschreibend, sprechen aber alle wesentlichen und auch vermeintlich nebensächlichen Argumente an und sind für Planungsmaßnahmen oft politisch sensibler als einfache Zahlenangaben.

2.3. Ein Ergebnisbeispiel

Abschließend möchte ich ein Auswertungsergebnis vorstellen, das zwar auf gemeinsamer Analysearbeit beruht, aber in seiner Endfassung trotzdem die individuelle Sicht des Bearbeiters durchscheinen läßt. Dasselbe Interview wurde noch von zwei weiteren Mitarbeiterinnen aus ihrer Sicht gedeutet und aus den jeweils verschiedenen Erfahrungshintergründen auch verschieden dargestellt. Insbesondere wurden die innerfamiliären Beziehungen als Grundlage der Prognosen in drei Variationen gebracht, die sich zwar nicht widersprechen, aber doch dieselben Abläufe unterschiedlich bewerten. Dies entspricht aber voll den Erfahrungen anderer Wissenschaftler bei der Interpretation ein und desselben Interviews/201/.

2.3.1. Daten der Familie "Lachmann"

Die Lachmanns sind eine fünfköpfige Familie, die drei Söhne sind 22, 19 und 15 Jahre alt. Der Alltag der Familie ist durch die Arbeit in der eigenen Landwirtschaft bestimmt, die in der Hauptsache aus Viehwirtschaft besteht. Der Betrieb der Lachmanns ist einer der größten im Dorf.

Bis auf den jüngsten Sohn, der das Mofa benutzt, haben alle Familienmitglieder einen Führerschein. Die Eltern und der 22jährige Sohn besitzen je ein Auto, die aber der ganzen Familie zur Verfügung stehen und nicht nur als 'individueller' Besitz betrachtet werden. Die drei Traktoren finden neben dem Einsatz in der Landwirtschaft durchaus auch Verwendung als Personentransportmittel, wenn kein Auto zur Verfügung steht.

2.3.2. Innerfamiliäre Beziehungen (Die erste Zahl der Klammern = Seite, zweite Zahl = Zeile der Interviewabschrift)

Die Beziehungen des Ehepaares untereinander sind offensichtlich seit langem eingespielt (Eheschließung wahrscheinlich 1960 (23/8)). Die Mutter tritt nach außen auf, repräsentiert (sitzt an der Stirnseite des Tisches) und führt meistens das Wort. Der Vater ist verschlossen und macht den Eindruck, als ob er sich hinter seiner Frau verstecken möchte. Äußere Erfolge (3 Kinder groß gezogen, gutes Ansehen im Dorf, relativ große Landwirtschaft) festigen die Beziehung wohl ebenso wie aktive Kontakte mit der katholischen Kirche (11/25 ff). Trotzdem sind Spannungen zwischen den Partnern zu erkennen. Sie verlaufen zwischen den Polen "pflichtgemäßen Rollenverhaltens" und "persönlicher Freiheit". Gleich zu Beginn des Interviews betont die Mutter ihre Arbeit im Stall und im Haus (1/22 f) und begründet damit auch ihre Stellung im Familienbetrieb. Ihre Freizeit erscheint ihr unbedeutend, ja öfters muß sie sogar Hausarbeit liegen lassen, um mit der zunehmenden Stallarbeit fertig zu werden (6/19 bis 7/18). Ihre einmal wöchentliche Teilnahme am Kirchenchor scheint neben abendlichen Fernsehen die einzige freie Aktivität. Die Mutter denkt recht ökonomisch (16/10 bis 17/26) und in Nützlichkeitskategorien, während der Vater vorsichtig freiheitlichere Momente durchblicken läßt. Auf die Frage, ob er "sonst noch Zeit irgendwas zu machen" habe, antwortet er seufzend: "ah ja (2 Sekunden Pause) 'n bißchen Zeit ja, 'n Hobby, Fotografieren oder irgendwie sowat, ja" (15/5 f) und fügt dann noch sehr leise hinzu: "Wat heißt Zeit, ja wenn man sich Zeit macht, hat man Zeit, so is dat", worauf die Mutter (verlegen?) lacht (15/14).

Diese Einstellungsunterschiede und damit verbundenen Interessen schlagen sich auch in den Koalitionen mit den Söhnen nieder.

Nicht nur, daß Mutter und ältester Sohn sich Einkäufe in P. teilen, sie teilen auch weitgehend ihre Lebenseinstellungen. Auch er bringt wie sie öfters ökonomische Argumente (14/1 und 15/31 f); äußert sich über Preisunterschiede zwischen T. und P. "Dat sind wahnsinn, wahnsinnige Unterschiede" (16/3) und kritisiert z.B., daß, wenn man nach B. auf der neuen Autobahn fahren will, "zuerst 'n paar Kilometer in 'ne andere Richtung fahren" muß (25/13). Dieser Gleichklang zeigt sich bei Argumentationshilfen zwischen den beiden (7/23-35), wobei aber die Mutter in "guter Absicht" bevormundend ihm ins Wort fällt (13/6-14) oder für ihn berichtet (8/29-9/36). Andererseits fühlt sie sich sofort aufgerufen, ihn zur Arbeit nach W. zu fahren, wenn sein PKW ausfallen würde (42/3 f).

Der jüngste Sohn spielt zwar im Koalitionsgefüge noch keine eindeutige oder bedeutende Rolle, scheint aber noch stärker der Mutter zugeneigt, die er noch mit "Mami" anspricht (35/78 f). Auch kümmert er sich zusammen mit dem ältesten Bruder um den Wegebogen der Mutter (36/12). Andererseits lacht er über den Vorwurf der Mutter, daß die Schüler bei ungünstigen Busanschlüssen "so viel Freizeit (haben), da gehen sie doch nur 'ner Kneipe" (10/22). Hier äußert sich sein Wunsch nach mehr persönlicher Freiheit, die die Mutter wohl als Müßiggang einschätzt und entsprechend abwertet ("da kommt ja nit das Beste bei raus" 10/29).

Deutlich hingegen ist die Koalition Vater - mittlerer Sohn zu belegen. Sie teilen nicht nur die landwirtschaftliche Arbeit, sondern auch die Freude am wirtschaftlich Zweckfreiem, Unnützen. Stärker in Pflicht eingebunden, bleiben dem Vater nur wohlwollende Kommentare der spontanen Ein- bzw. Zweitagesausbrüchen des Sohnes nach Paris und München (28/30 ff). "Freiheitlich" aufbegehrend vertritt hingegen der Sohn seine Forderung nach einem eigenen Auto. Er sagt z.B. : "Ja, ich äh (lacht), na ich bin ja sowieso die meiste Zeit hier zu Hause" (19/37) und fährt dann fort: "Wenn ich raus will, dann komm ich raus", worauf allgemeines Gelächter erschallt (20/2-4). Da er ja "schlecht samstags zu Hause bleiben" könne, verlangt er ein Auto (20/10, auch 46/32-35).

Bei dieser Forderung wird der Wortkonflikt innerhalb der Familie als Streit zwischen dem ältesten und dem mittleren Sohn sichtbar. Der Ältere bezweifelt, daß die Familie drei Autos benötigt, worauf

der andere auf seine außerhäuslichen Nebentätigkeiten verweist. Er benutzt also auch ökonomische Argumente. Da diese aber nicht ausreichen und der zweite Wagen der Familie für gelegentliche Fahrten ihm zur Verfügung steht, muß der mittlere Sohn zurückstecken. Allgemein formuliert er aber noch einmal seine Forderung: "Hier braucht man sowieso, für jeden Zweck braucht man'n Auto. Geht gar nit anders" (22/10).

2.3.3. Prognosen

1. Zum Autokauf

Lachmanns haben neben drei Traktoren bereits zwei PKWs. Der eine steht für gelegentlichen Familiengebrauch auf dem Hof, der andere wird vom ältesten Sohn vorwiegend für Berufs-, Einkaufs- aber auch Freizeitfahrten verwandt. Ein dritter PKW erscheint ökonomisch gerade noch möglich, gilt aber zweifellos als Luxus. Solange der älteste Sohn im Hause ist, wird für den 2. Sohn kaum ein eigener Wagen durchsetzbar sein. Die Mutter und der älteste Sohn argumentieren mit ihrer relativ starken ökonomischen Position dagegen und der Vater hilft dem 2. Sohn nicht offen genug.

Möglichkeiten in drei Jahren:

- A) scheidet der älteste Sohn wegen Heirat aus und nimmt seinen PKW mit, gewinnt der 2. Sohn als zukünftiger Bauer an Bedeutung. Dann hat aber auch der jüngste Sohn seine Automechanikerlehre beendet und wird einen Führerschein besitzen. Sicherlich wird dann ein "Ersatz"-PKW für den ausgeschiedenen beschafft, aber möglicherweise vorwiegend durch den jüngsten Sohn genutzt. Dafür spricht die etwas stärkere Bindung des Jüngsten zu seiner Mutter sowie dessen hofunabhängiges Einkommen und insbesondere sein Beruf. Als zukünftiger Hoferbe wird der mittlere Sohn nun etwas häufiger den Familienwagen nutzen dürfen, wird aber wohl nicht zu einem eigenen Wagen kommen.
- B) bleibt der älteste Sohn auf dem Hof und wird vielleicht sogar arbeitslos und der jüngste Sohn beschafft sich einen PKW, dann verfügt die Familie über drei Autos. Ein vierter PKW für den mittleren Sohn erscheint dann äußerst unwahrscheinlich.

Fazit: Trotz klarem Bekenntnis, sich ein Auto zu kaufen, verhindern die ökonomische Gesamtsituation, aber insbesondere die Interessen- und Machtkonstellationen

in der Familie die Realisierung dieses Wunsches.

2. Prognosen über die Verkehrsverteilung nach dem Autobahnbau

Die Familie Lachmann kauft bislang vorwiegend in P. und S. ein. Das Einkaufsangebot in B. erscheint nicht überragender, so daß keine Umorientierung zu erwarten ist. Andererseits ist die Verbindung nach T. schneller geworden. Da dort erhebliche Preis- und Auswahlvorteile gesehen werden, wird sie wohl etwas öfters nach T. fahren. Die alltäglichen Wege der Familie Lachmann werden durch die Autobahn aber nicht verändert.

Anmerkungen

- / 1/ E. Gehmacher, S. 16
- / 2/ K.H. Dehler, S. 14
- / 3/ E. Voegelin, S. 87 nach Leo Oppenheim, ANET, Princeton 1950
- / 4/ Vgl. E. Voegelin, S. 87 nach Gerhard von Rad, in: "Neues Göttinger Bibelwerk", Göttingen 1956
- / 5/ Vgl. E. Voegelin, S. 90 ff
- / 6/ O. Spengler "Der Untergang des Abendlandes", 1918 und 1922
- / 7/ F. Schiller, S. 20 f (Hervorhebungen durch V.)
- / 8/ derselbe, S. 21
- / 9/ derselbe, S. 26
- /10/ K. Marx, S. 525
- /11/ derselbe, S. 392
- /12/ derselbe, S. 538
- /13/ derselbe, S. 525
- /14/ derselbe, S. 363 f
- /15/ R. Göttner und P. Fischer, S. 14
- /16/ dieselben, S. 23 f
- /17/ dieselben, S. 53 (Hervorhebungen im Original)
- /18/ K.H. Dehler, S. 71 (Hervorhebungen durch V.)
- /19/ derselbe, S. 72
- /20/ G. Stiens, S. 73
- /21/ derselbe, S. 69
- /22/ J. Meise und A. Volwahn, S. 267 f
- /23/ dieselben, S. 272
- /24/ dieselben, S. 265 f
- /25/ R. Göttner und P. Fischer, S. 142
- /26/ dieselben, S. 146
- /27/ dieselben, S. 146
- /28/ C. Koch und D. Senghaas "Texte zur Technokratiediskussion", Frankfurt/M. 1971, zitiert nach G. Peter und V. Schulz
- /29/ R. Göttner und P. Fischer, S. 150
- /30/ dieselben, S. 154
- /31/ Vgl. R. Mayntz, S. 13
- /32/ J. Gordes, S. 12
- /33/ R. Mayntz, S. 14
- /34/ S. Harbordt, S. 37
- /35/ derselbe, S. 37
- /36/ H. Glöckner, S. 12
- /37/ derselbe, S. 21 (beachte Erscheinungsjahr 1971)
- /38/ G. Scholz, S. 5
- /39/ derselbe, S. 22
- /40/ Vgl. J.L. Horowitz, S. 544
- /41/ J. Hansen "Positivismus" und E. Kutter "Überlegungen"
- /42/ E. Durkheim, S. 114
- /43/ derselbe, S. 187 f
- /44/ derselbe, S. 113
- /45/ G.C. Homans "Grundfragen ...", S. 116
- /46/ derselbe, S. 117
- /47/ derselbe, S. 122
- /48/ derselbe, S. 123 f
- /49/ G.C. Homans "Was ist ...", S. 33
- /50/ derselbe, S. 76
- /51/ W. Bühl "Reduktionistische Soziologie - die Soziologie als Naturwissenschaft?"
- /52/ A. Gewirth, zitiert nach W. Bühl, S. 21
- /53/ Vgl. W. Bühl, S. 21 f
- /54/ M. Weber, S. 1
- /55/ derselbe, S. 3
- /56/ U. Oevermann u.a., S. 390
- /57/ dieselben, S. 390
- /58/ einige Hypothesen von Homans aus "Grundlegende soziale Prozesse" in: "Grundfragen...", S. 59 - 69
- "Je häufiger die Aktivität einer Person belohnt wird, mit umso größerer Wahrscheinlichkeit wird diese Person die Aktivität ausführen.
 - Je wertvoller die Belohnung einer Aktivität für eine Person ist, desto eher wird sie die Aktivität ausführen.
 - Je öfter eine Person der nahen Vergangenheit eine bestimmte Belohnung erhalten hat, desto weniger wertvoll wird für sie jede zusätzliche Belohnungseinheit."
- /59/ K. Marx, S. 285
- /60/ derselbe, S. 285
- /61/ derselbe, S. 240
- /62/ derselbe, S. 239 f
- /63/ J.W. von Goethe, zitiert nach E. Fromm, S. 31
- /64/ K. Marx: "Das Privateigentum hat uns so dumm und einseitig gemacht, daß ein Gegenstand erst der *unsrige* ist, wenn wir ihn haben, also das Kapital für uns existiert, oder von uns unmittelbar besessen, gegessen, getrunken, an unserem Leib getragen, von uns bewohnt etc., kurz *gebraucht* wird." S. 240, vgl. auch E. Fromm, Haben oder Sein
- /65/ K. Marx, a.a.O., S. 242
- /66/ derselbe, S. 242
- /67/ derselbe, S. 245
- /68/ G. Simmel, Soziologie, S. 484
- /69/ derselbe, S. 484
- /70/ derselbe, S. 487
- /71/ derselbe, S. 490
- /72/ derselbe, S. 461
- /73/ derselbe, S. 461 f
- /74/ derselbe, S. 462
- /75/ derselbe, S. 462 f

- /76/ derselbe, S. 464
- /77/ derselbe, S. 466
- /78/ derselbe, S. 472 f
- /79/ derselbe, S. 474
- /80/ derselbe, S. 482
- /81/ Simmel hat das "von Ort zu Ort zu bewegen" (das Wandern) als fünfte Raumqualität angesehen
- /82/ G. Simmel in: C. Wright Mills, S. 381 f
- /83/ nach J. Friedrichs, S. 89 f
- /84/ H.P. Bahrdt, S. 60
- /85/ derselbe, S. 70
- /86/ derselbe, S. 76
- /87/ W. Haller, I. Kroner, L.A. Schmidt, S. 378
- /88/ J. Friedrichs, S. 92
- /89/ derselbe, S. 90
- /90/ R. Mayntz (Hrsg.) "Formalisierte Modelle in der Soziologie"
- /91/ dieselbe, S. 11 und 13
- /92/ dieselbe, S. 14
- /93/ dieselbe, S. 23, Klammerzusatz durch V.
- /94/ dieselbe, S. 24
- /95/ B. Greuter "Die Verwendung der Erreichbarkeit für ein dynamisches Nutzungsentwicklungsmodell" (Teilbericht) und B. Greuter "Ein dynamisches Erreichbarkeitsmodell zur Simulation der Stadtstrukturentwicklung"
- /96/ derselbe, S. 1
- /97/ B. Greuter "Die Verwendung ...", S. 102
- /98/ derselbe, S. 118
- /99/ z.B. die fast naturgesetzmäßige Annahme eines fortschreitenden arbeitsteiligen Prozesses. Nicht durch die Erreichbarkeit bedingte wirtschaftliche Stagnationen und damit verbundene gesellschaftspolitische Einbrüche (Rückgang der Differenzierung oder andere Verteilungsgesetze) sind ausgeblendet.
- /100/ B. Greuter "Ein dynamisches ...", S. 119 ff
- /101/ Vgl. M. Weber, S. 10: Die Eindeutigkeit reiner Typen wird "durch ein möglichstes Optimum von Sinnadäquanz erreicht", gleichzeitig entfernt man sich damit von der Wirklichkeit.
- /102/ G.C. Homans "Grundfragen ...", S. 15
- /103/ H.A. Simon in: H. Hartmann, S. 187 ff
- /104/ R. Hottler, S. 399 ff
- /105/ Wahrnehmungspsychologische will ich hier ausnehmen. Sie beziehen sich nur auf einen kleinen Problemausschnitt.
- /106/ H.P. Weber, S. 125
- /107/ derselbe, S. 131
- /108/ Vgl. R. Monheim, S. 36 f
- /109/ G. Scholz, S. 1
- /110/ ausgenommen qualitative Modelle
- /111/ M. Wegener, S. 3
- /112/ Dies gilt insbesondere für die traditionellen vieltufigen Verkehrsplanungsmodelle (vgl. Kap. 2.2), die meist von privaten Planungsbüros angeboten werden.
- /113/ R. Mayntz, S. 23, Klammerzusatz durch V.
- /114/ In der Soziologie spricht man häufig von "Handeln" nur dann, wenn auch der subjektive Sinn der Handlung mitgedacht wird. Für die reduktionistische Betrachtung gebraucht man den Begriff "Verhalten". Ich werde dieser einengenden Sprachregelung nicht immer folgen, verweise aber noch einmal auf die Grundsätze der verstehenden und reduktionistischen Soziologie (Kap. 3.1)
- /115/ G.C. Homans "Elementarformen", S. 1
- /116/ V. Kreibich "Analyse ...", S. 7 ff
- /117/ V. Kreibich u.a., S. 20
- /118/ dieselben, S. 33
- /119/ E. Kutter "Demographische ...", S. 56
- /120/ z.B. G. Lammers und R. Herz oder H. Hautzinger und P. Kessel oder H. Holzapfel
- /121/ I. Heggie "Putting Behaviour into Behavioural Models of Travel Choice", Oxford 1977
- /122/ W. Brög "Individuelles Verhalten als Basis verhaltensorientierter Modelle" (Kurzfassung, S. 2)
- /123/ E. Kutter "Überlegungen ...", S. 92
- /124/ E. Kutter "Modellierungen ...", S. 3 (Hervorhebungen durch V.)
- /125/ z.B. U. Sparmann mit seinem Modell ORIENT
- /126/ M. Wermuth, S. 2
- /127/ Beziehen sich die Maßnahmen direkt auf das Subjekt (z.B. deutliche Einkommensveränderungen), so wird die Person einem anderen Typ zugeordnet.
- /128/ E. Kutter "Demographische ...", S. 107, Tab. 6.1,2-4
- /129/ G. Gordon, S. 97 - 109
- /130/ V. Kreibich und E. Ruppert, Seminar-papiere
- /131/ V. Kreibich, S. 18
- /132/ z.B. kann ein Arbeitsloser von sich aus nur zwei vom Arbeitsamt vermittelte Angebote ablehnen, sonst verliert er seinen Anspruch auf Arbeitslosengeld.
- /133/ M. Wegener, "Das Dortmunder ...", S. 95 ff
- /134/ Vgl. V. Kreibich, S. 21
- /135/ Vgl. E. Ruppert "Einkauf-, ...", S. 96 ff
- /136/ Zu einem Wegeblock zählen alle Wege, die man unternimmt, wenn man die Wohnung verläßt, bis man zu ihr wieder zurückkommt.
- /137/ Dies ist eine Spezifizierung der Entbehrungs-Sättigungshypothese der Reduktionisten. Vgl. G.C. Homans "Grundfragen ...", S. 66
- /138/ H. Bartenwerfer "Beiträge zum Problem der psychischen Beanspruchung", Forschungsbericht des Landes NRW, Nr. 808
- /139/ H. Valentin u.a., S. 49
- /140/ Vgl. E. Ruppert "Modelle ...", S. 33 u. 36
- /141/ O. Prokop und L. Prokop, S. 343
- /142/ O. Graf, zitiert nach G. Lehmann, S. 249
- /143/ G.C. Homans "Was ist ...", S. 76 (vgl. auch Kap. 3.1)

- /144/ Vgl. J.L. Horowitz, S. 543 ff
- /145/ z.B. M. Held "Die Verkehrsmittelwahl der Verbraucher", Augsburg 1980
- /146/ z.B. J.S. Colemann "Introduction to Mathematical Sociology", Glencoe 1964
- /147/ Vgl. B. Greuter "Ein dynamisches ...", S. 12 f
- /148/ Vgl. Kapitel 3.1
- /149/ Vgl. E. Ruppert "EFA", S. 35 oder H. Hautzinger und P. Kessel, S. 189
- /150/ Bei einem Zeitintervall von beispielsweise sechs Jahren dürften die meisten städtebaulichen Ereignisse wahrgenommen worden sein.
- /151/ Vgl. Modell DISPRO, Kap. 7.1
- /152/ Vgl. Modell EFASIM, Kap. 9.1
- /153/ Vgl. W. Pannitschka
- /154/ Wer sich vertieft für die rechnerische Behandlung von Markoffketten interessiert, sei auf T. Harder, S. 31 ff, verwiesen.
- /155/ Vgl. W. Brög "Die Zusammenarbeit ...", S. 3 f. Wegen der weiten Verbreitung der Verkehrsdaten von Brög sei darauf hingewiesen, daß seine Begriffe der "deskriptiven Basisdaten" und "Kontextdaten" in etwa meinen "Sozialdaten" bzw. "Raumstrukturdaten" entsprechen.
- /156/ R. Schneider in: V. Kreibich u.a., S. 12 ff
- /157/ W. Brög u.a., S. 273
- /158/ Vgl. E. Ruppert "Modelle ...", S. 44 ff
- /159/ Vgl. V. Kreibich u.a. "Wohnungsversorgung ...", insbesondere Kapitel 7
- /160/ Vgl. die Auswertung von G. Lammers und R. Herz, H. Holzapfel oder H. Hautzinger und P. Kessel
- /161/ J. Albrecht, Hamburg 1967
- /162/ v. J. Jessen, B. Meinecke und U.-J. Walther; Projektleiter V. Kreibich
- /163/ Vgl. Projekt QUASI in Kap. 10
- /164/ Vgl. E. Lupri in: G. Lüschen und E. Lupri, S. 345
- /165/ Vgl. H. Valentin oder H. Bartenwerfer
- /166/ DATUM-Dok. NR. 6040/1970
- /167/ Vgl. S. Harbordt, S. 190
- /168/ S. Harbordt, S. 191 f unter Bezug auf J.M. Dutton und W.H. Starbuck
- /169/ Vgl. V. Kreibich
- /170/ Vgl. H. Wedelstädt, S. 91
- /171/ Vgl. derselbe, S. 86 - 92
- /172/ Vgl. U. Sparmann, S. 116 f
- /173/ ähnliche Werte (zwischen 0,83 und 0,99; ein "Ausrutscher" mit 0,63) erbrachte auch das Modell zum GVP Großraum Nürnberg, D. Zumkeller u.a., S. 82 ff
- /174/ U. Sparmann, S. 59 f
- /175/ derselbe, S. 61
- /176/ derselbe, S. 67
- /177/ E. Ruppert "Modelle ...", S. 54
- /178/ derselbe, S. 64 ff
- /179/ E. Kutter "Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs"
- /180/ z.B. D. Zumkeller u.a. "Generalsverkehrsplan Großraum Nürnberg"
- /181/ T. Hägerstrand "Innovation ..."
- /182/ Achtet man auf den Wegezweck, treten deutlichere Unterschiede auf, vgl. E. Ruppert "Einkauf-, ...", S. 80 -88
- /183/ Vgl. Kapitel 2.2
- /184/ E. Ruppert 1971 "Soziale Faktoren ..."
- /185/ Y. Zahavi 1976
- /186/ Vgl. E. Ruppert "Modelle ...", S. 47 ff
- /187/ Vgl. E. Ruppert 1981, EFA steht für Einkauf-, Arbeits- und Ausbildungsverkehr
- /188/ Vgl. G.C. Homans "Grundfragen ...", S. 15
- /189/ G.C. Homans "Grundfragen ...", S. 15
- /190/ E. Husserl, S. 48 f
- /191/ E. Ruppert u.a. 1984
- /192/ T.P. Wilson, S. 72
- /193/ Vgl. Chr. Hoffmann-Riem, S. 346 ff
- /194/ Vgl. P.M. Jones u.a., S. 144 ff
- /195/ dieselben, S. 164
- /196/ H. Hartmann, S. 141
- /197/ F. Schütze, 1978
- /198/ Wir orientieren uns an den von J.R. Bergmann veröffentlichten Transkriptionsregeln, Bergmann 1980, für psychiatrische Aufnahme-gespräche
- /199/ Vgl. die von F. Schütze entwickelte Art der Sequenzierung zur linguistischen und soziologischen Gesprächsanalyse.
- /200/ Zur Bedeutung von Gesprächsanfängen vgl. J.R. Bergmann, 1980
- /201/ U. Overmann u.a.

Literaturverzeichnis

- Albrecht, G.
Soziologie der geographischen Mobilität, Stuttgart 1972
- Albrecht, J.
Untersuchungen zum Wochenendverkehr der Hamburger Bevölkerung, Teil A, Hamburg 1967
- Atteslander, P.
Soziologie und Raumplanung, Berlin 1976
- Bahrdt, H.P.
Die moderne Großstadt, Hamburg 1969
- Bartenwerfer, H.
Beiträge zum Problem der psychischen Beanspruchung, Forschungsberichte des Landes NRW, Nr. 808, Köln/Opladen 1960
- Brög, W./Förg, O.G./Jansen, H./Marfels, A.
KONTIV 75 und 76 in: Internationales Verkehrswesen 5. Heft 1977, S. 273 - 277
- Brög, W.
Die Zusammenarbeit zwischen empirischer Verkehrsverhaltensforschung und Verkehrsplanung, Referat für Social Aspects of Transport, Chichester 1980
- Brög, W.
Individuelles Verhalten als Basis verhaltensorientierter Modelle, (Kurzfassung) DVWG-Seminar, Karlsruhe 1981
- Bühl, W.
Reduktionistische Soziologie, München 1974
- Bundesminister für Verkehr (Hrsg.)
Dynamos - die dynamische Modellierung als Methode der Verkehrsprognose, dargestellt am Beispiel der Hochleistungsschnellbahn (1985 - 1995), (A13/16.91.10), Bonn 1975
- Busch, H.
Praktische Erfahrungen mit der Delphi-Methode, in: analysen und prognosen, 19/1972
- Chapin, F.S. jr.
Urban Use Planning, Illinois 1965
- Colemann, J.S.
Introduction to Mathematical Sociology, Glencoe 1964
- DATUM e.V.
GEOCODE-Bericht, DATUM-Dok. 6040/1970, Bonn, März 1979
- Dehler, K.-H.
Zielprognosen der Stadtentwicklung, Schriftenreihe des Bundesministers für Bevölkerungsforschung, Bd. 3, Boppard am Rhein 1976
- Durkheim, E.
Die Regeln der soziologischen Methode, (Hrsg. R. König), Neuwied/Berlin 1965
- Dutton, J.M./Starbuck, W.H.
Computer Simulation of Human Behavior, New York/London/Sydney/Toronto 1971
- Friedrichs, J.
Stadtanalyse, Hamburg 1977
- Fromm, E.
Haben oder Sein, München 1979
- Gehmacher, E.
Methoden der Prognostik, Freiburg 1971
- Glöckner, H.
Kritische Analyse der bisherigen Prognosetätigkeit Deutscher Städte, in: Deutscher Städtetag (Hrsg.), Reihe H 1971
- Göttner, R./Fischer, P.
Was soll - was kann Prognose?, Leipzig/Jena/Berlin 1973
- Goffmann, E.
Die Interaktion im öffentlichen Austausch, Frankfurt a.M. 1974
- Gordes, J.
Konzepte und Probleme, in: Simulation in den Sozialwissenschaften, Mitteilungen aus dem Schwerpunktbereich Methodenlehre Nr. 2, Institut für Soziologie, Freie Universität Berlin 1980
- Gordon, G.
Systemsimulation, München/Wien 1972
- Greuter, B.
Die Verwendung der Erreichbarkeit für ein dynamisches Nutzungsentwicklungsmodell, in: Raumplanung und Verkehr, E. Ruppert (Hrsg.), Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd.4, Dortmund 1978
- Greuter, B.
Ein dynamisches Erreichbarkeitsmodell zur Simulation der Stadtstrukturentwicklung, Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 8, Dortmund 1977
- Hägerstrand, T.
Innovation Diffusion as a Spatial Process, Chicago 1967
- Haller, W./Kroner, I./Schmidt, J.A.
Der Straßenraum im Dorf - gestalterische und funktionale Aspekte eines sozialen Raumes, in: Straße und Verkehr, Nr. 11, 1981
- Hansen, J.
Positivismus in der Verkehrsplanung, in: Internationales Verkehrswesen, Heft 4, 1977, S. 230 - 241
- Harbordt, S.
Computersimulation in den Sozialwissenschaften, Hamburg 1974
- Harder, T.
Dynamische Modelle in der empirischen Sozialforschung, Stuttgart 1973
- Hautzinger, H./Kessel, P.
Das individuelle Verkehrsverhalten in Abhängigkeit von Rollenfaktoren und Lebensphase. Eine multivariate Analyse, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 3, 1979
- Hartmann, H.
Empirische Sozialforschung, München 1970

- Heggie, J.G.
Putting Behaviour into Behavioural Models of Travel Choice, Working Paper Nr. 22 t.s.u. University of Oxford 1977
- Held, M.
Verkehrsmittelwahl der Verbraucher, Dissertation Universität Augsburg, 1980
- Helmer, O./Gordon, T.
50 Jahre Zukunft, Hamburg 1966
- Höttler, R.
Some Issues of Policy Sensitivity in Behavioural Travel Models, in: New Horizons in Travel-Behaviour Research, P.R. Stopher, A.H. Meyburg, W. Brög (Hrsg.), Toronto 1981, S. 339 - 412
- Holzappel, H.
Verkehrsbeziehungen in Städten, TU Berlin 1980
- Homans, G.C.
Theorie der sozialen Gruppe, Opladen 1960
- Homans, G.C.
Was ist Sozialwissenschaft?, Opladen 1969
- Homans, G.C.
Grundfragen soziologischer Theorie, Opladen 1972
- Homans, G.C.
Elementarformen sozialen Verhaltens, Opladen 1972
- Horowitz, J.L.
Sources of Error and Uncertainty in Behavior Travel-Demand Models, in: New Horizons in Travel-Behavior Research, P.R. Stopher u.a. (Hrsg.), Lexington, Mass. 1981
- Husserl, E.
Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie, Den Haag 1954
- Jones, P.M./Dix, M.C./Clarke, M.I./Heggie, I.G.
Understanding Travel Behaviour, TSU Oxford University, 1980
- Konau, E.
Raum und soziales Handeln, Stuttgart 1977
- Kreibich, V.
Analyse und Simulation der Wahl des Arbeitsstandortes bei Erwerbspersonen, Auszug aus der Dissertation TU München 1972
- Kreibich, V./Ruppert, E.
Seminarpapiere Räumliche Interaktionsmodelle, Sommersemester 1977, Universität Dortmund
- Kreibich, V./Meinecke, B./Niedzwetzki, K.
Wohnversorgung und regionale Mobilität, Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 19, Dortmund 1980
- Kreibich, V./Junker, R./Kohl, W./Reich, D./Schneider, R.
Demographische Wirkungen städtebaulicher Maßnahmen, Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, FG Wirtschafts- und Sozialwissenschaften Nr. 3028, Opladen 1981
- Kutter, E.
Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs, Dissertation TU Braunschweig 1972
- Kutter, E.
Überlegungen zur Verwendung 'aggregierter' Methoden in der Verkehrsplanung, in: Internationales Verkehrswesen, Heft 2, 1977, S. 89 - 95
- Kutter, E.
Modellierung der Verkehrsnachfrage auf der Basis verhaltenshomogener Gruppen (Kurzfassung) DVWG-Seminar Karlsruhe 1981
- Lammers, G./Herz, R.
Aktivitätsmuster für die Stadtplanung, Seminarbericht 1979 des Instituts für Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe
- Lenntrop, B.
Das PESASP-Modell: Seine theoretische Grundlegung im Rahmen des zeitgeographischen Ansatzes und Anwendungsmöglichkeiten, in: Geographische Zeitschrift, Heft 4, 1979
- Lienemann, F.
Die Szenariomethode als Beitrag zur Fortschreibung des Bundesraumordnungsprogramms, in: Raumforschung und Raumordnung, Heft 5, 1975
- Luce, R.D.
Individual Choice Behavior, New York 1959
- Lüschen, G./Lupri, E.
Soziologie der Familie, Opladen 1970
- Marx, K.
Die Frühschriften, (Hrsg. S. Landshut), Stuttgart 1968
- Mayntz, R.
Formalisierte Modelle in der Soziologie, Neuwied (Rhein) 1967
- Meise, Jörg/Volwahn, Andreas
Stadt- und Regionalplanung, Braunschweig 1980
- Meyburg, A.H.
Forschungen in den USA über moderne Prognoseverfahren in der Verkehrsplanung, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung, TU München, Heft 13, 1976
- Mills, C.W.
Klassik der Soziologie, Frankfurt a.M. 1966
- Monheim, R.
Verkehrsverhalten in der Stadt, in: geographie heute, Heft 12, Aug. 1982
- Obermaier, D.
Möglichkeiten und Restriktionen der Aneignung städtischer Räume, Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 14, Dortmund 1980
- Oevermann, U. u.a.
Beobachtungen zur Struktur der sozialisatorischen Interaktion. Theoretische und methodologische Fragen der Sozialisationsforschung, In: Seminar: Kommunikation, Interaktion, Identität, S. 371-403, Auwärter, M. u.a. (Hrsg.), Frankfurt 1977
- Pannitschka, W.
Wohnallokation: Alterung des Wohnungsbestandes und Veränderung der Bevölkerungsstruktur, Dortmunder Beiträge zur Raumplanung, Bd. 11, Dortmund 1979
- Peter, G./Schulz, V.
Die Delphi-Methode als Instrument zur Gewichtung von Umweltbelastungsfaktoren, Ergebnisse und Kritik einer Umfrage, INFU-Arbeitsbericht Nr. 18, Universität Dortmund 1975

Prokop, O./Prokop, L.
Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche
Medizin, Jhg. 44/1955

Ruppert, E.
Soziale Faktoren, die bei der Berechnung des
Verkehrsaufkommens und Einzugsbereiches zentraler
Orte zu berücksichtigen sind. Diplomarbeit, Mün-
chen 1971

Ruppert, E.
Modelle räumlichen Verhaltens, Dortmunder Beiträge
zur Raumplanung, Bd. 6, Dortmund 1977

Ruppert, E.
Konstruktionsmerkmale eines verhaltenstheoretischen
Personenfernverkehrsmodells. Referat für den 6.
Workshop der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen
Gesellschaft, Eibsee, Okt. 1980

Ruppert, E.
Einkauf-, Freizeit-, Arbeits- und Ausbildungsverkehr
(EFA), Forschungsbericht des Landes Nordrhein-
Westfalen, Fachgruppe Wirtschafts- und Sozialwissen-
schaften, Nr. 3057, Opladen 1981

Ruppert, E.
Qualitative Simulation von Verkehrsentscheidungen
in privaten Haushalten (QUASI). Laufendes DFG-
Projekt (voraussichtliches Ende 1985)

Schiller, F.
Historische Schriften - Dritter Teil, München 1966

Scholz, G.
Die rechnerische Ermittlung des Verkehrsaufkommens
mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen,
Informationen über elektronisches Rechnen im Stra-
ßenverkehr, Heft 13, (Hrsg.: Der Bundesminister für
Verkehr), Bonn 1963

Simmel, G.
Soziologie, Bd. 2, Berlin 1968

Simon, H.A.
Eine formale Theorie der Interaktion in sozialen
Gruppen (1952), in: Moderne amerikanische Sozio-
logie, H. Hartmann (Hrsg.), Stuttgart 1967

Sparmann, U.
ORIENT - Ein verhaltenstheoretisches Simulationsmo-
dell zur Verkehrsprognose, Schriftenreihe des
Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe,
Heft 20, 1980

Stiens, G.
Zur Verwendung von Szenarien in der Raumplanung,
in: Raumplanung und Raumordnung, 1977, Heft 1/2

Thum, K.P.
Materialien zum Thema: Empirische Sozialforschung,
Wien 1980

Valentin, H. u.a.
Arbeitsmedizin, Stuttgart 1971

Voegelin, E.
Anamnesis, München 1966

Weber, H.P.
Zur Frage der Verbesserung der Treffsicherheit

von Verkehrsprognosen durch verhaltenstheoretische
Modelle, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft,
Heft 3, 1977, S. 125 - 134

Weber, M.
Wirtschaft und Gesellschaft, Tübingen 1972

Wedelstädt, H.
Anwendung eines verhaltenstheoretischen Modells
zur Aufteilung des Berufsverkehrs auf Verkehrsmi-
tel im Nahverkehr (Modal Split) in ausgewählten
statistischen Bezirken in Dortmund, Diplomarbeit,
Universität Dortmund, Abteilung Raumplanung 1976

Wegener, M.
Das Dortmunder Wohnungsmarktmodell, in: Wohnungs-
marktsimulationsmodelle, Schriftenreihe Wohnungsmarkt
und Wohnungspolitik des BMBau 07.011, Bonn 1981

Wegener, M.
Linking Spatial Choice Models, Arbeitspapier für
den Workshop on Spatial Choice Models in Housing,
Transportation and Land Use Analysis IIASA, März
1982

Wermuth, M.
Verhaltenstheoretische Verkehrsnachfragemodelle -
Prinzipien und praktische Anwendbarkeit (Kurzfas-
sung), DVWG-Seminar Karlsruhe 1981

Zahavi, Y.
Travel Characteristics in Cities of Developing
and Developed Countries, World Bank Staff Working
Paper, Nr. 230, 1976

Zumkeller, D. u.a.
Gesamtverkehrsplan Großraum Nürnberg, Bd. 2,
Analyse F.H. Kocks, München 1977

Register

Abbildungseigenschaften	31	Funktionsgleichungen	8,9,11f,71
- unvollständig	14,60f,69,83	Grenze	23,44
- qualitativ	31,56	Greuter, Beat	29,51f
- quantitativ	32	Handeln	17,35
Abstraktion	9,16,18,51f,83	- Interaktion	18,74,86
Aktivität s. Handeln		- Verhalten	35
Alter	11,36,38,52,64	- Aktivität	25,74,86
Aussagen		Haushalt	31,36
- beschreibende	38f	- Größe	38,44
- erklärende	14,15,17,39,42,44,83	- Entscheidungen	44,75,77,90
- psychologische	15,49,87	Hermeneutik	18,83
Bahrtdt, Hans-Paul	25	Holismus s. Emergentismus	
Beanspruchung	47,49	Homans, George Caspar	15f,17,30,72
Bedingungen	5	Hypothesenbildung	83,88f
- Randb.	6,69	Indikatoren	12,18,26,36
- objektive B.	15	Individualismus, methodo- logischer	15f,24,36,52
- psychologische B.	24	induktiv s. Erkenntnistheorie s. Typenbildung	
- des Modellbaus	28f,51f	Ingenieure	12f,15
- begrenzende B.	42,44,65	Inhomogenitätskurve	70f
- Wahl-Axiom	13	Interaktion s. Handeln	
Computer	16,28,30,33,51,60	Interview, narratives	84
Constraints	42,58,65	Kalibrieren	32,60,71
Daten		Kosten	46f,48,69
- grundlage	32f	Kreibich, Volker	40,64,65
- kommunale	39,54f,59	Kreuztabellen	39,59
- kosten	36	Kutter, Ekkehard	15,37,39
- qualitative	56	Marx, Karl	4f,19,22
- raumstrukturelle	55	Mayntz, Renate	28f
- schutz	87	Modell	18,28f
deduktiv s. Erkenntnistheorie s. Typenbildung		- mathematisches	9f,13,30
Delphi-Methode	7	- Gravitationsm.	9,12
Distanz	23,25,38,42,65	- aggregiertes	12f
Durchschaubarkeit	33	- disaggregiertes	15
Durkheim, Emil	15	- Verkehrsmodelle	12
Dynamisierung	51	- ökonomisches	13
Einkommen	37f,48,69	- emergentistisches	29f
Emergentismus	15,29	Modellbau	16,18
Entscheidungsbaum	44f	- Gründe für M.	1
Erkenntnistheorie	15f,19f	- beschreibender M.	11,31,39,63
- interesse	31	- erklärend	31
- teleologische	4	- Theoriewahl	15
- induktiv	35	- Bedingungen	28
- deduktiv	17,35	- dynamischer	51
Extrapolation	8,65	- Darstellungsformen	57
Fahrzeit	38,42,47	Modellbeispiel	
Flußdiagramm	57f	- PNDSIM	40,44,57,58,60,65
Formalisierung	9,16,30,38,42	- EFASIM	44,72
- durch Grundberech- nungsarten	39,42,46	- NAVSIM	46,60,69
- logische Verknüpfungen	42,45	- FERSIM	48,61,71
Fortschreibung	11,52	- ORIENT	60,67
Friedrichs, Jürgen	24,26	- DISPRO	64
Fromm, Erich	21	- Dortmund Wohnungs- markt-M.	77

Modelleigenschaften	9,12f,33f,51f	- system	29
Monte-Carlo-Simulation	39f,65f,77	- mittelwahl	45f,65,69f,84,90
Natur	19,21f	Voegelin, Eric	3
Nutzen	13,29,38,46,65,83,90	Wahrscheinlichkeiten	11,13,39f,52,60
Objekte	13,17,37f,65	Wanderungen	12,15,26,31,37,44,64,77
objektiv	15,17,84	Weber, Max	17
Planspiel	84,86	Wegener, Michael	44,52,77
Planung	18,32f	Wiederholungsschleifen	44
-maßnahmen	31f,37f,64f,67,69,71,74,77,80	Wissenschaft	21f,83f
Prognose		Zahlenspekulation	3
- Definition (Autor)	2	Zeit	10,25,38,46f,51
- quantitativ/qualitativ	3,84	- reihe	60
- im Sozialismus	5	- rhythmus	48,60f
- anonym	7	Reaktionszeit	51
- intuitive	6	Rechenzeit	33
- familientypische	90	Zielortswahl	40,42,65,90
Raum	19f,22,25f,38	Zufallsverfahren	39f,57,65f
- Aktionsraum	24	- zahltabelle	42
- Raumeignung	19,21f	Zugangsregelungen	38
- Raumüberwindung	19		
- Raumqualitäten	22f		
- Raumbezugssystem	59		
- Raumstrukturdaten	55		
Schiller, Friedrich	4		
Schneider, Roland	55,64		
Schwellenwert	44f		
Simmel, Georg	21f,24		
Simulation	28,56,57,84f		
Sinn	16f,19,30,83		
Sinne	19,21f		
Sinnlichkeit	21,24		
Soziologie	15f,23		
- räumliche	1		
- verstehende	15,17,25f,83f		
- reduktionistische	15,16,26,28,35,72f		
Stadt	24,25,29		
Subjekt	17,35f,37		
- subj. Bewertungsrate	48		
System	4,9,29,73		
- inneres	45f,75f		
- Gleichgewicht	51,69		
Szenariotechnik	6		
Test	14,59f		
Theorie	16		
- formalisierte	9,16,30		
- räumliche	19f,23,26		
- Spektrum	20,28,31		
- Verhaltenstheorie	15		
Typen			
- bildung	35,59,64f,69,71,77		
- merkmale	38,44		
Umwelt	19,21,35,37f,64,75		
Variable			
- endogene	9		
- exogene	9,16,51		
- intervenierende	39		
(- Planungsmaßnahmen)			
Verhalten - Handeln			
Verkehrs			
- modelle, traditionelle	12,61,69		

Anhang

1. Interviewauszug: I1, I2: Interviewer, S1, S2: Sohn 1 und 2, V: Vater

I2: und du?

S2: (2) ja ich hä (lacht) , na ich bin ja sowieso die
meiste Zeit hier zu Hause ,

I2: hm

S2: (2) wenn ich raus
will dann komm ich raus

(allgemeines Gelächter)

I1: hmh

V: (lacht)

I2: hm

V: ((auf platt zu S2)) (erzählt was von Samstag: was du am

S2: Samstag weiter) ((zu V auf Platt))

S2: () Samstag () (2) kann ja schlecht
Samstag zu Hause bleiben

((allgemeines Gelächter))

V: (lacht)

S2: da is: is überall hier: immer irgendwat los

I2: hm

S2: , irgend sowat findet sich ,

I2: hm

S2: , Umkreis von , 50 Kilometer

I2: hm

V: (lacht)

I2: du hast gesagt

wenn du willst dann kommste raus wie stellste dis an

S2: mit 'm Auto

I2: mit 'm Auto hast du eins?

S2: (brubbelt, unver-
ständig) ,

S1: ja wenn er ,

S1: wenn ich meinen brauche, fährt er mit seinem weg ((zu S2 auf Platt))

S2: ja (ich kann) , hier: hier is Telefon

hier sind noch , viele Leute in meinem Alter die haben ja auch
'n Auto , mit

I2: hm

S2: denen kann ich ja auch zusammenfahren: ,
fahren ja meist äh alleine fahr ich selten

I2: hm

2. Sequenzierungsauszug

Seite/Zeile

- 1/1 Eingangsfrage (I1)
- 1/22 **Mutter** Tagesablauf: Füttern, jüngster Sohn zur Schule; ältester zur Arbeit; mittlerer landwirtschaftl. Beruf gelernt, hat Nebenverdienst.
'wir beide ...'
ältester z.Zt. manchmal Kurzarbeit; wir beide Arbeit im Betrieb;
ich: Hausarbeit, nicht viel Freizeit. Einmal die Woche Kirchenchor;
Männer: Musikverein (Mann u. mittlerer Sohn)
- Hausarbeit.
- 3/2 I1 : Frage zum Einkaufen
- 3/4 **Mutter** Einkaufen: Tante Emma Laden im Nachbarort; auch Futtermittel; holt der Mann, sie schreibt es ihm auf.
sonst : P.
Verkaufswagen Milch und (Brot, Fleisch, Butter) zweimal pro Woche Bäcker
Arbeitskleidung bringt der Älteste aus der Fabrik.
Kleidung in P. (für Jungs) manchmal nach T., meist nach P.
Verkaufswagen mit Kleidung (ganz gute Sachen manchmal Arbeitskleidung)
- 4/10 I1 : Einwurf zum Verkaufswagen mit Kleidung
- 4/12 **Mutter** Verkaufswagen mit Kleidung, gute Sachen, manchmal Arbeitskleidung.
- 4/20 I1 : Frage an Sohn 1 : Arbeitsweg
- 4/21 Sohn 1 : Rückfrage
- 4/22 I1 : Konkretisierung/Wiederholung der Frage
- 4/23 **Mutter** beginnt: 'Ja wir haben', (Unterbricht I1)
- 4/24 I1 : Fortsetzung der Frage an Sohn 1

Aus der Kritik an komplizierten mathematischen, jedoch oft inhaltsarmen Modellen der Ingenieurwissenschaften und der Ökonometrie und den oft abstrakten, nicht genau faßbaren Aussagen in der Soziologie entstand das Bedürfnis und die Notwendigkeit, neue Modelle zu entwickeln, die reale Abläufe präziser beschreiben.

Kernstück der für diese Modelle entwickelten Computerprogramme sind »logische Operationen« anstelle mathematischer Gleichungssysteme.

Das vorliegende Buch will - aus gebührender Distanz und mit gebührender Kritik - in diese neue Form des sozialwissenschaftlichen Modellbaus einführen, zumal über die Methoden dieser Modellbauweise bisher kaum Veröffentlichungen vorliegen.

Um den Wert, vor allem aber auch die Grenzen dieser Methoden einschätzen zu können, werden neben den einzelnen Konstruktionsschritten des Modellbaus auch ihre erkenntnistheoretischen Grundlagen gezeigt. Ihr Verständnis sichert am ehesten den verantwortungsvollen Umgang mit den Ergebnissen von Modellsimulationen.

Bei der raschen Verbreitung von immer leistungsfähigeren Personalcomputern kann dieses Buch zur eigenen Software-Entwicklung oder auch zur Anpassung vorhandener Programme verhelfen.

Erich Ruppert (*1942), Dr. rer. pol., (Raumplanung), Soziologiestudium in München, 1972-1980 Abteilung Raumplanung der Universität Dortmund, 1985 Habilitation im Fach Soziologie an der Freien Universität Berlin.

Forschungsschwerpunkte:

- quantitative und qualitative Prognosemethoden
- hermeneutische Analysen
- Verkehrsplanung
- ökologischer Landbau und Siedlungsentwicklung