

DAS REGIONALE TRANSPORTMODELL T R A N S F E R

(TRANSPORTation signified as Family-Environment Relations)

von

Erich Ruppert (Modellbau)

Freie Universität Berlin

Werner Killing (Computerprogrammierung)

Universität Dortmund

1. THEORIE UND MODELLBILDUNG

Im Rahmen dieser Arbeit verstehen wir Modell als ein theoretisches und formalisiertes Abbild des Seienden oder kurz gefaßt: ein Modell ist eine formalisierte Theorie. Nach R. Mayntz zeichnet sich ein Modell durch drei Merkmale aus:

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

Beim Modellbau werden für den Erkenntniszweck nebensächliche Phänomene ausgelassen. Dabei entsteht ein vereinfachtes Bild der wesentlichen Merkmale und Zusammenhänge des betrachteten Wirklichkeitsbereichs. Was "wesentlich" ist, hängt sowohl vom Erkenntnisinteresse, als auch vom Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse ab.

An diesem Theorieanspruch gemessen, leiden die bisherigen Verkehrsmodelle unter extremer Theoriearmut. Die weitverbreiteten "Gravitationsmodelle" unterstellen dem Menschen ein ähnliches Verhalten wie das toter Körper, deren Anziehungskraft von der Größe ihrer Masse und dem Quadrat des Abstandes zwischen ihren Schwerpunkten bestimmt ist. Alle noch so aufwendigen Kalibrierungstricks mit ökonomischen oder sozialstatistischen "Charakterisierungen" dieser Massen können nicht über den äußerlichen und brutal vereinfachenden Theoriegehalt dieser Modelle hinwegtäuschen. Das "Wesentliche" menschlicher Beziehungen liegt nun mal nicht in der physischen Körperlichkeit (die deswegen nicht völlig vernachlässigt werden darf) sondern in den Lebenszielsetzungen der Menschen, den Formen ihres Zusammenlebens und den damit verknüpften Regeln.

Bei den sogenannten "disaggregierten" Modellen, bei denen Menschen nach ähnlichem (homogenem) Verkehrsverhalten zusammengefaßt werden (E. Kutter), wird menschliches Rollenverhalten erstmals berücksichtigt. Eine zugrundeliegende Theorie kann man aber noch nicht erkennen.

Hypothesen über die soziale Situation verschiedener Verkehrsteilnehmer (Nachfrager) und ihre Auswahlmöglichkeiten zwischen einem räumlich verteilten Angebot (Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten sowie verschiedene Verkehrsmittel) deuten auf eine grob geschnittene Austausch- theorie hin (V. Kreibich, D. Zumkeller). Sie wird aber noch nicht ausdrücklich formuliert. Es ist jedoch den Modellbauern klar, daß sie mit ihren sich hin- und her bewegenden isolierten Individuen die vielfältigen und einflußreichen Kombinationsmöglichkeiten von Haushalten noch nicht berücksichtigt haben.

Diese Entscheidungszusammenhänge in Haushalten wurden zwar in Oxford (P.M.Jones, M.C.Dix, M.J.Clarke, J.G.Heggie) untersucht, allerdings rückten dort methodische Fragen in den Vordergrund. Trotz der Definition zentraler Begriffe entstand noch keine formulierte Theorie räumlicher Beziehungen von Haushaltsmitgliedern. Sie wäre aber die notwendige Grundlage für ein tragfähiges Modell.

Mit unserem Modell "TRANSFER" möchten wir unsere theoretischen Kenntnisse für die praktische Kommunalplanung fruchtbar machen. Der Name "TRANSFER" steht daher einerseits für die Übertragung von Theorie in Praxis wie auch für unser Verständnis von Personenverkehr als Familie-Umwelt-Beziehungen. (TRANsportation signified as FAMily-ENVvironment RELations)

2. EINE SOZIOLOGISCHE THEORIE DER SOZIALEN GRUPPE

Wenn wir nun die unserem Modell zugrunde liegende Theorie vorstellen, so behaupten wir nicht die einzige, richtige Theorie für unsere Fragestellung zu besitzen. Theorien gehen jeweils mit einer bestimmten Perspektive an die Realität heran, heben bestimmte Aspekte hervor und vernachlässigen andere. Die von uns gewählte Theorie der sozialen Gruppe von George C. Homans (2) betont z.B. den Systemcharakter von Gruppen. Die Aktivitäten ihrer Mitglieder untereinander, wie die mit ihrer Umwelt werden nach Gesetzmäßigkeiten untersucht und erklärt. Dies eignet sich vorrangig für die Betrachtungen von Haushalten. Der individuelle Sinn, der mit dem Handeln einzelner Personen verbunden ist, wird allerdings vernachlässigt - ein perspektivischer Mangel, der theoretischer Ergänzungen bedarf. Andererseits sind die Verkehrsströme in einer Region kein Thema an sich. Sie sind nur die synthetisierte Folge vieler rückbezoglicher Haushaltsentscheidungen. Die im folgenden gerafft skizzierte Theorie ist bereits von uns für die räumliche Betrachtung von Haushaltsbeziehungen spezifiziert und erweitert worden. (3)

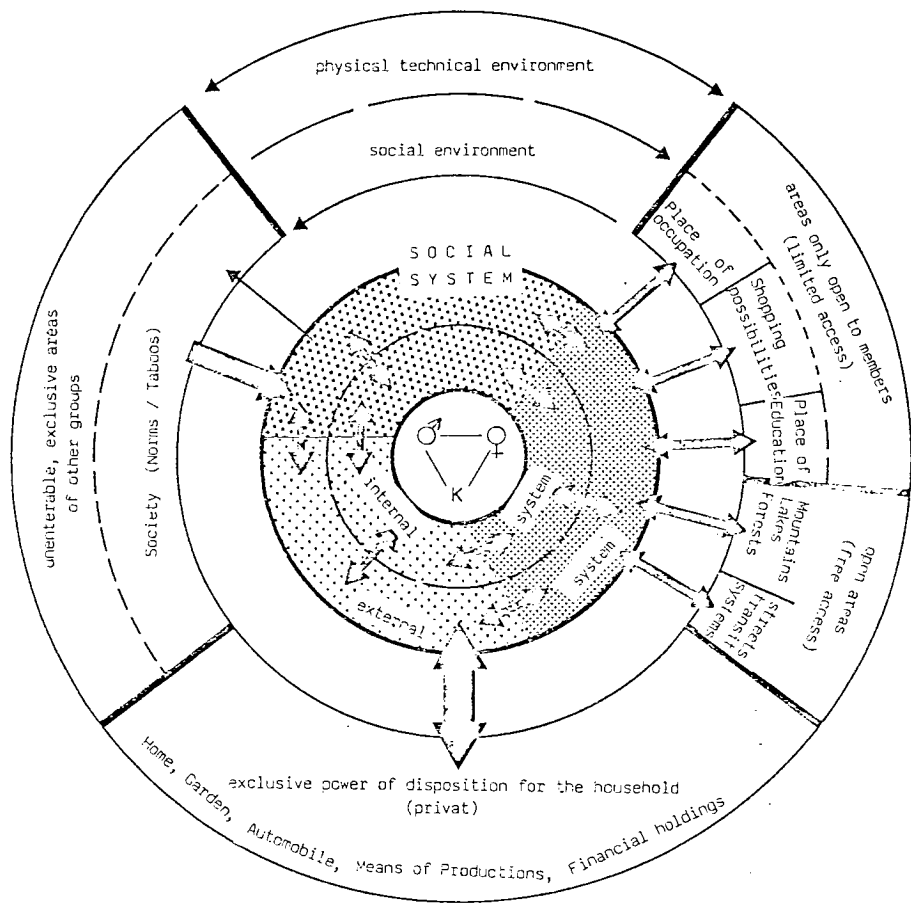
Wir betrachten den Haushalt (siehe Abb. 1) als ein "Soziales System", d.h. das seine Mitglieder häufiger miteinander umgehen als mit anderen Personen (Außenstehenden) und in einer Wohnung leben. (Insoweit können Nichtverwandte auch zum Haushalt zählen).




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".

Table 1: The Household: a Social System



-  activities
-  interactions
-  sentiments

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. Konkretisieren wir noch einmal die Variablen, die auch im späteren Modell wiederkehren. Das "äußere System" umfaßt im wesentlichen

Aktivitäten wie:

Geldverdienen
Schulbesuch
Kochen und Hausarbeit
Einkäufe (große, kleine)
Erledigungen
Freizeit außer Haus.

Interaktionen wie:

Kleinkindaufsicht
Kinderbetreuung
Kindertransport von und zur
Schule oder Kindergarten

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 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 weiteren 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 i.d. 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. Im inneren System werden natürlich alle Bereiche des menschlichen Zusammenlebens behandelt. Hier interessieren aber nur die alltäglichen Außenbeziehungen. Auszugsweise einige Regeln des inneren Systems, die im Modell berücksichtigt wurden:

- * Verfügt der Haushalt über soviel PKW wie es Führerscheinbesitzer gibt, so gilt für jeden Führerscheinbesitzer uneingeschränkte Verkehrsmittelwahl.
- * Verfügt der Haushalt über 1 PKW und haben Mann und Frau einen Führerschein so erhält in der Morgenperiode
 - der Mann den PKW, wenn er ihn wünscht und dafür, falls erforderlich, die Kinder zur Schule oder zum Kindergarten bringt.
 - die Frau den PKW, wenn sie ihn wünscht, deutlich die größeren Wegebelastrungen am Tag hat und die Kinder, falls erforderlich, zur Schule oder zum Kindergarten bringt.
 - Die Person, die den PKW erhält und deren Tätigkeitspensum kleiner 360 Minuten ist, übernimmt dafür evtl. Erledigungen vom Partner.
 - Liegt das 1. Ziel der nicht über den PKW verfügenden Person an der Route des anderen, so ist die Hinfahrt als PKW-Mitfahrt zu zählen. Ihre weiteren Wege des Wegeblocs erfolgen nach Gunstbewertungen ohne PKW.
- * Für die späteren Tagesperioden gilt:
 - wenn der PKW in einer früheren Periode einer Person zugeteilt wurde, so steht der PKW erst für den Wegebloc zur Wahl, der in der Periode beginnt, in der der Wegebloc des vorherigen PKW-Verfügers endet.
 - Sind die räumlichen Ziele von Mann und Frau vereinbar (Route des PKW-Verfügenden umfaßt Route des anderen), so ist eine Hin- und Rückfahrt als PKW-Mitfahrt zu zählen.

Dieser Auszug aus den Regeln des inneren Systems macht klar, daß diese "Ordnungen" von den in der Gesellschaft herrschenden Vorstellungen über die Familie und die Rollen von Mann und Frau geprägt sind. Änderungen

- in der Produktionsweise (Arbeitszeitverkürzungen, Job-Sharing),
- im Familienrecht (die stärkere Stellung der Frau),
- der Fortbildung und Emanzipation von Frauen,
- der Erziehungleitbilder für Kinder,

ändern auch langfristig diese Regeln. In wie weit dies zutrifft, ist verstärkter empirischer Forschung vorbehalten.

3. DER MODELLBAU

Das Modell folgt in seinem Aufbau (vgl. Abb.2) dem theoretischen Konzept. Zu den exogenen Angaben des Modells zählt eine Haushaltsdatei. Sie läßt sich aus amtlichen Daten der Gemeindestatistik zusammenstellen. Die Haushalte sind beschrieben nach:

- Lage der Wohnung im Stadtgebiet (Verkehrszelle)
- Anzahl der Mitglieder
- ihrer Berufstätigkeit (voll, teil, nicht, Rentner, Schüler)
- der Phase im Familienzyklus
- sowie Führerscheinbesitz und Anzahl der PKW (diese Daten müssen evtl. aufgrund anderer amtlicher Unterlagen nach Wahrscheinlichkeiten den Haushalten zugeschrieben werden).

Aus dieser Haushaltsdatei werden nun nacheinander alle Haushalte aufgerufen und für jeden einzelnen die räumlichen Beziehungen seiner Mitglieder durchgespielt. 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 Wegeblöcke 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 ein rush-hour, sowie die Zeitperioden dazwischen.

Der Bestand des Straßennetzes, sowie die Netze der öffentlichen Personenverkehrsbetriebe sind im Umweltblock gespeichert. Entweder durch Vorgaben aus Erhebungen oder aus anderen Programmen (z.B. UTPS) übernommene 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.

TRANSFER

by: Rupert/Killing

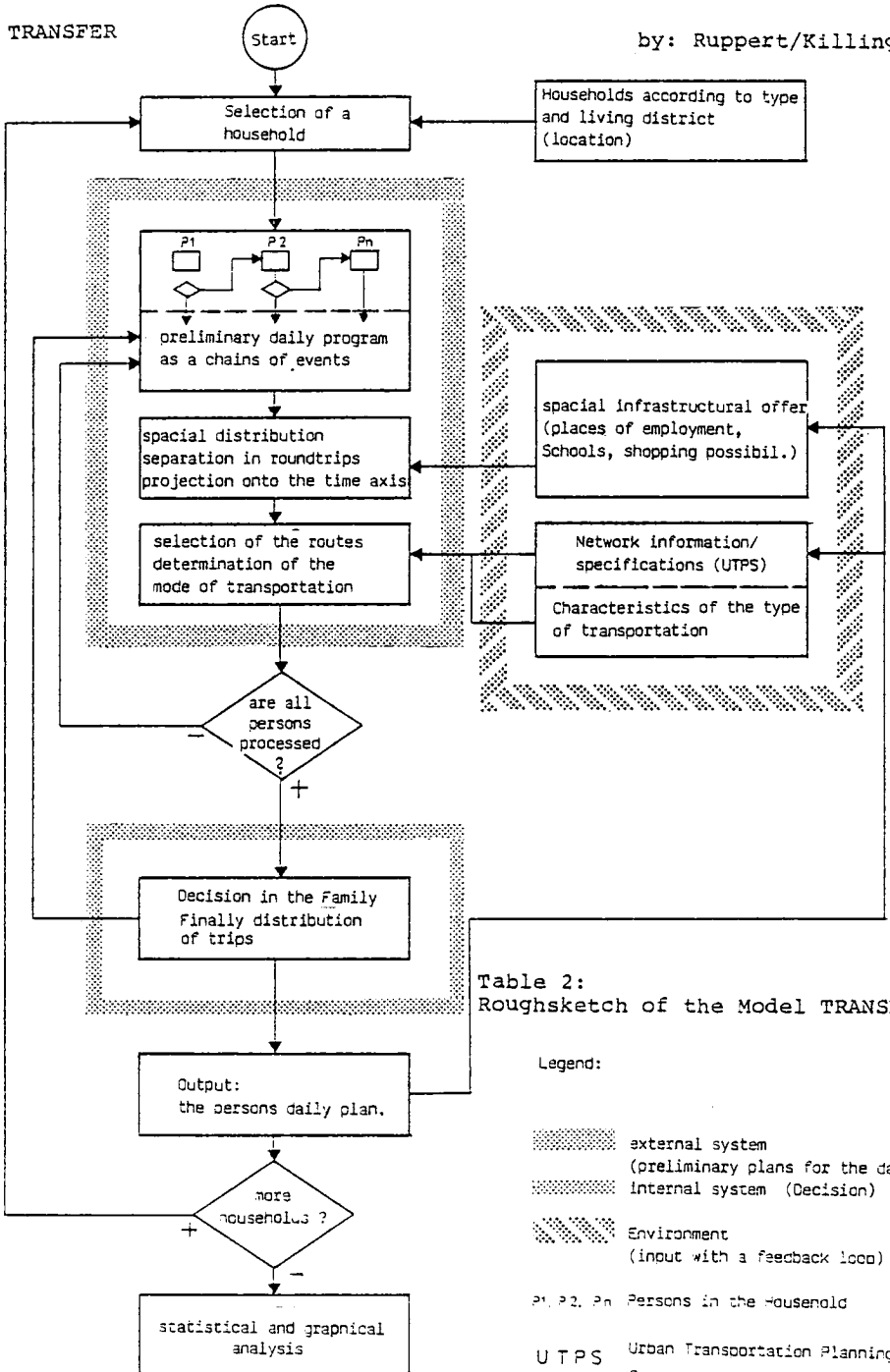





Table 2:
Roughsketch of the Model TRANSFER

Legend:

-  external system (preliminary plans for the day)
-  internal system (Decision)
-  Environment (input with a feedback loop)

P1, P2, Pn Persons in the Household

UTPS Urban Transportation Planning System

Als gewünscht gilt die Fortbewegungsart, die der Person für den Wegeblick den geringsten Aufwand bereitet.(4) Im Modell erfolgt 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 eine nach den kleinsten Gesamtkosten geordnete 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 welche Personen gemeinsam unternehmen und ob Aufgaben an andere übertragen werden. Die Tagesprogramme der Personen werden also bestätigt oder überarbeitet und anschließend ausgeführt. 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.

4. DAS COMPUTERPROGRAMM

Das Simulationsmodell "TRANSFER" ist in der Programmiersprache FORTRAN als Programmpaket geschrieben. Die drei Hauptprogramme beinhalten, grob ausgedrückt, das innere System, das äußere System und die statistisch/graphische Auswertung. Zwischen den Hauptprogrammen erfolgt der Datenaustausch mittels Dateien, die jeweils die relevanten Informationen enthalten. Die Dateien werden von den verschiedenen Programmen aufgebaut, verarbeitet, verändert und ausgewertet. Durch Auswahlverfahren z.B. nach Haushaltstypen und/oder Wohnstandorten lassen sich auch kleine Mengen der zur Verfügung stehenden Daten bearbeiten, was natürlich sehr stark Rechenzeit einspart. Selbstverständlich sind die Programme auch für den interaktiven Ablauf geeignet.

5. EINIGE SIMULATIONSMÖGLICHKEITEN

Mit dem Modell können die Auswirkungen von Veränderungen der Bevölkerung und ihres Lebensstils, der Raumstruktur sowie spezielle Verkehrsplanungsmaßnahmen auf das regional Verkehrsgeschehen verfolgt werden.

Die nachstehenden Ereignisse können einzeln aber auch gleichzeitig durchgespielt werden:

a) 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)
- Arbeitszeitverkürzungen
- Veränderungen der partnerschaftlichen Normen in Familien

b) Verkehrsplanerische Maßnahmen

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

Anmerkungen:

- (1) Renate Mayntz "Formalisierte Modelle in der Soziologie"
Neuwied (Rhein) 1967, S. 14
- (2) George C. Homans "The Human Group" Glencoe 1950
- (3) Vgl. Erich Ruppert "Einkauf-, Freizeit-, Arbeits- und
Ausbildungsverkehr (EFA)
Opladen 1981, S. 25ff.
- (4) Vgl. Erich Ruppert "Verkehrsmittelwahl" in "geographie heute"
Heft 12 August 1982