

Gesamtschweizerisches Modell des Wochenendverkehrs im Winter

Report**Author(s):**

Hidber, Carl; Gottardi, Giovanni; Stöcklin, Markus; Schwegler, Urs

Publication date:

1982

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000263475>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

IVT-Berichte 82/5

Gesamtschweizerisches Modell des Wochenend- verkehrs im Winter

Leitung: Prof. C. Hidber

Bearbeitung: G. Gottardi, Dr. sc. techn.
M. Stöcklin, Dipl. Ing. ETH
U. Schwegler, Dipl. Ing, ETH

Herbst 1982

VORWORT

Das hier vorgestellte räumlich-differenzierte Modell des Wochenendverkehrs im Winter ist ein exemplarisches Beispiel für die gegenseitige Befruchtung zwischen den Bedürfnissen der Praxis und der Verkehrswissenschaft:

Erste gesamtschweizerische Ansätze für den Freizeit- und Ferienverkehr wurden im Rahmen der Gesamtverkehrskonzeption (GVK - CH) 1973-77 etabliert. In Kenntnis der noch ungelösten Probleme beschäftigte sich anschliessend eine an unserem Institut erarbeitete Dissertation erfolgreich mit dem Wintersport-Ausflugsverkehr anhand eines disaggregierten-logistischen Ansatzes. Dabei gelang es erstmals für unser Land auch den öffentlichen Verkehr auf befriedigende Weise miteinzubeziehen. Dieser zu Beginn der 80-iger Jahre erreichte Stand erlaubte es dann seinerseits, anlässlich der Ueberprüfung von 6 Teilstrecken des Nationalstrassennetzes, eine differenzierte Modellierung des gesamten Wochenendverkehrs auf dem Strassen- und Schienennetz zu versuchen.

Dieser Bericht stellt den vorläufigen Abschluss der Arbeiten von Seiten unseres Institutes dar. Zwar wurde die Aussagekraft der viel erprobteren Modelle des Werktagsverkehrs noch nicht ganz erreicht, aber ein bedeutender Schritt vorwärts getan. Das Verhalten homogener Personengruppen ist herausgearbeitet, sowie Schiene und Strasse voll miteinbezogen worden. Ebenso wird die Stossrichtung für zukünftige Verbesserungen aufgezeigt. Wir empfehlen deshalb vor jeder praktischen Anwendung der Resultate in den Regionen und Kantonen der Schweiz jeweils die Kalibration und Plausibilität lokal zu überprüfen, was eigentlich auch bei anderen Modellen selbstverständlich sein sollte.

Den Bearbeitern Dr. G. Gottardi, M. Stöcklin und U. Schwegler möchte ich besonders danken für die nicht nachlassende Begeisterung und den Willen über die unmittelbar von der Praxis verlangten Resultate hinaus, diesen Bericht als in sich geschlossenes Ganzes fertigzustellen. Dem Bundesamt für Strassenbau danken wir besonders für die Möglichkeit dieses Modell des Wochenendverkehrs im Winter im Rahmen der Projektleitung zur Nationalstrassenüberprüfung durchzuziehen.

Prof. C. Hidber

ETH-Bibliothek



EM000007936865

| | <u>Seite</u> |
|------------------------|--------------|
| INHALTSVERZEICHNIS | I |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | IV |
| TABELLENVERZEICHNIS | VI |
| ABKUERZUNGSVERZEICHNIS | VIII |
| LITERATURVERZEICHNIS | X |
| ZUSAMMENFASSUNG | XI |
| RESUME | XV |

| | |
|--------|------------|
| TEIL I | EINLEITUNG |
|--------|------------|

| | | |
|-----|-------------------------|---|
| 1. | AUSGANGSLAGE | 1 |
| 2. | AUFTRAG UND BEARBEITUNG | 2 |
| 2.1 | Auftrag | 2 |
| 2.2 | Bearbeitung | 2 |

| | |
|---------|------------|
| TEIL II | GRUNDLAGEN |
|---------|------------|

| | | |
|-----|--|----|
| 3. | GRUNDLAGEN FUER EIN DISAGGREGIERTES MODELL DES WOCHENEND-AUSFLUGSVERKEHRS | 3 |
| 3.1 | Das Prinzip der disaggregierten Nachfrage- modelle | 3 |
| 3.2 | Der logistische Modellansatz | 4 |
| 3.3 | Zum Problem der erforderlichen Unterlagen | 7 |
| 3.4 | Die Haushaltbefragung und ihre Analyse | 8 |
| | 3.4.1 Anlage der Erhebung | 8 |
| | 3.4.2 Analyse der Erhebung | 10 |
| 3.5 | Aggregationsprobleme | 19 |
| 3.6 | Simulationsbereich und Form der Teilmodelle | 21 |
| 3.7 | In der Haushaltbefragung nicht erfasster Verkehr | 24 |

| | Seite | |
|-----|---|----|
| 4. | NETZE UND REISEZEITEN, AUSSENVERKEHR | 27 |
| 4.1 | Strassennetz | 27 |
| 4.2 | Bahn-/Busnetz | 28 |
| 4.3 | Aussenverkehr | 29 |
| | 4.3.1 Einleitung | 29 |
| | 4.3.2 Aussenverkehrsabzüge am Verkehrsaufkommen | 30 |
| | 4.3.3 Die Belastungen des Aussenverkehrs | 31 |

| |
|-----------------|
| <p>TEIL III</p> |
|-----------------|

| |
|------------------------------------|
| <p>ETABLIERUNG DER TEILMODELLE</p> |
|------------------------------------|

| | | |
|-----|--|----|
| 5. | VERKEHRSERZEUGUNG | 33 |
| 5.A | Ausflugsverkehr | 33 |
| | 5.A1 Möglichkeiten für die Formulierung eines Modellansatzes für die Ausflughäufigkeit | 33 |
| | 5.A2 Gewählter Modellansatz und unabhängige Variablen | 35 |
| | 5.A3 Der etablierte Modellansatz | 38 |
| | 5.A4 Aussenverkehrsabzüge | 40 |
| | 5.A5 Zusammenfassung der Produktionen | 40 |
| | 5.A6 Aufwertungsfunktion | 41 |
| 5.F | Ferienverkehr | 42 |
| | 5.F1 Einleitung | 42 |
| | 5.F2 Produktionen | 42 |
| 6. | VERKEHRSVERTeilUNG | 43 |
| 6.A | Ausflugsverkehr | 43 |
| | 6.A1 Verteilungsmodell | 43 |
| | 6.A2 Attraktionsdaten | 44 |
| | 6.A3 Kombinierte Reisezeiten | 46 |
| | 6.A4 Widerstandskurven | 47 |
| | 6.A5 Nahbereich | 50 |
| 6.F | Ferienverkehr | 51 |
| 7. | MODAL SPLIT | 52 |
| 7.A | Ausflugsverkehr | 52 |
| | 7.A1 Verfügbare Stichprobe | 52 |
| | 7.A2 Disaggregierte Modellansätze und Aggregation | 53 |
| | 7.A3 Der etablierte Modellansatz | 54 |
| | 7.A4 Vergleich zwischen Modal Split im Modell und in der Stichprobe | 55 |
| | 7.A5 Distanzhäufigkeitsverteilungen und mittlere Fahrdistanz | 56 |

Seite

| | | |
|-----|---|----|
| 8. | UMLEGUNG | 63 |
| 8.1 | Methode | 63 |
| 8.2 | Feinkalibration Netz | 64 |
| 9. | GESAMTSCHWEIZERISCHE KALIBRATION UND MODELLRESULTATE | 65 |
| 9.1 | Kalibration der Aufwertungsfunktion | 65 |
| 9.2 | Kalibration des Faktors c (Ferienverkehr) | 66 |
| 9.3 | Belastungen Strasse | 71 |
| 9.4 | Belastungen Bahn | 80 |

TEIL IV

ANWENDUNG ZI

| | | |
|------------|---|-----|
| 10. | PROGNOSE-GRUNDLAGEN | 81 |
| 10.1 | Verkehrsnetz Z1 | 81 |
| 10.2 | Siedlungsdaten | 82 |
| 10.3 | Attraktivitäten für die vier Ausflugsmotive | 83 |
| 10.4 | Aussenverkehr | 83 |
| 11. | MOBILITAETSZUNAHME IM WOCHENENDVERKEHR | 84 |
| 11.1 | Definition der Mobilität | 84 |
| 11.2 | Zum Wesen der Mobilität | 84 |
| 11.3 | Mobilitätskomponente "Wegehäufigkeit" | 85 |
| 11.4 | Mobilitätskomponente "Wegelänge" | 86 |
| 11.5 | Zunahme der Spez. Ausflughäufigkeit zwischen 1974 und 2000 | 86 |
| 11.6 | Zunahme der Reisedistanzen zwischen 1974 und 2000 | 91 |
| 11.7 | Zusammenfassung der Mobilitätszunahme | 91 |
| 12. | MODELLRECHNUNGEN Z1 | 93 |
| 12.1 | Vergleich der Modellresultate ZO, HSO, HSl | 93 |
| 12.2 | Verkehrsbelastung N-6 (Rawil) | 95 |
| 12.3 | Spezialauswertungen | 98 |
| 13. | AUSBLICK und abschliessende Beurteilung | 101 |
| ANHANG I | Disaggregierte Modellansätze für die Aus- flughäufigkeit | 101 |
| ANHANG II | Disaggregierte Modelle für die Wahl des Ver- kehrsmittels | 107 |
| ANHANG III | Kalibration des Faktors c (Ferienverkehr) | 120 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---------|--|
| Tab. 1 | Verkehrsmittelwahl an zwei Wochenenden im Winter |
| Tab. 2 | Verkehrsmittelwahl nach Ausflugsmotiven |
| Tab. 3 | Fahrtzweckanteile samstags und sonntags (Februar 1979, Prättigau) |
| Tab. 4 | Im Winter geschlossene Pässe |
| Tab. 5 | Abzüge am Verkehrsaufkommen (Produktionen) infolge Fahrten ins Ausland |
| Tab. 6 | Anzahl WA nach Ausflugs-Aktivitätensplit |
| Tab. 7 | Zusammenfassung der Abzüge des Quellverkehrs am Verkehrsaufkommen (Produktionen), diffe- renziert nach Ausflugsmotiv und PW-Besitz |
| Tab. 8 | Zusammensetzung der kombinierten Reisezeit- ten (KRZ) |
| Tab. 9 | Vergleich des Modal Split: Stichprobe/Modell |
| Tab. 10 | Stichprobenumfang nach Motiv und Verkehrsmit- tel (Pers.fahrten/So) |
| Tab. 12 | Vergleich der durchschnittlichen Fahrdistanz (km) |
| Tab. 13 | Feinkalibration pV-Netz |
| Tab. 14 | Belastungen durch Ferienverkehr, $c=0,3$ |
| Tab. 15 | Ankünfte in Hotels (pro Monat) |
| Tab. 16 | Ankünfte total (pro Monat) (Hotels + Chalets/ Ferienwohnungen) |
| Tab. 17 | Verteilung der Fahrten nach Wochentagen |
| Tab. 18 | absolute und relative Abweichungen der Modell- belastungen |
| Tab. 19 | absolute und relative Abweichungen der Bela- stungen Bahn |
| Tab. 20 | Strassennetz-Varianten Hauptstudie |
| Tab. 21 | Gesamtschweizerische Siedlungsdaten 1974, Variante 0 und Variante 1 |
| Tab. 22 | Spezifische Mobilitätsänderung durch Zunahme des Motorisierungsgrades |
| Tab. 23 | Bevölkerungsanteile pro Einkommensklasse in den Jahre 1974 und 2000 |
| Tab. 24 | Ausflugswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Einkommensklasse und des PW-Besitzes |

- Abb. 16 Beurteilung der Umlegungsergebnisse Wochenendverkehr 1974
- Abb. 17 Prozentuale Zunahme des Haushaltseinkommens bis zum Jahre 2000
- Abb. 18 Fahrten mit Bestweg über Rawil ("Rawilfahrten")
- Abb. 19 "Rawilfahrten" umgelegt auf das Netz HSO

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 WA-Häufigkeit und WA-Intensität aller Personen bezogen auf 2 Wochenenden
- Abb. 2 Ausflüge an zwei Wochenenden im Winter, differenziert nach dem Motorisierungsgrad des Haushaltes
- Abb. 3 Anzahl Ausflüge an zwei Wochenenden im Winter/100 Personen, differenziert nach Ausflugsmotiven und PW-Verfügbarkeit
- Abb. 4 Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit des PW-Besitzes des Haushaltes (ohne Fussgänger)
- Abb. 5 Aggregierter Modal-Split
- Abb. 6 Verhältnis der Wintermittel der Verkehrsbelastungen auf dem Strassennetz an Sonntagen bezüglich denjenigen an Werktagen, differenziert nach der geographischen Lage der Zählstelle
- Abb. 8 Fahrt-Häufigkeitsverteilung nach Zeit und gewichtetes Attraktionsprofil
- Abb. 9 F-Faktor-Kurve
- Abb. 10 Kalibrierte Widerstandskurven
a) Personengruppe "mit PW"
b) Personengruppe "ohne PW"
c) GVK
- Abb. 11 Widerstandskurve Ferienverkehr
- Abb. 12 Distanz-Häufigkeitsverteilung und Summenkurve
a) Ausflugsmotiv SKI
b) Ausflugsmotiv WANDERN
c) Ausflugsmotiv BESUCHER
d) Ausflugsmotiv UEBRIGE
- Abb. 13 ASB-Zähler an Achsen zu Winter-Tourismusregionen
- Abb. 14 "SOLL-c-Werte" an den ASB-Zählstellen
- Abb. 15 Vergleich der Modellbelastungen mit den höchsten bzw. tiefsten Samstags-Belastungen des Erhebungszeitraumes

| | |
|---------|--|
| Tab. 25 | Veränderung der Ausflugswahrscheinlichkeit durch Zunahme des Haushalteinkommens zwischen 1974 und 2000 (ohne Einfluss des veränderten PW-Besitzes) |
| Tab. 26 | Zunahme der Ausflugsdistanzen durch den Ausbau der Verkehrsnetze |
| Tab. 27 | Zusammenstellung der verschiedenen Mobilitätskomponenten |
| Tab. 28 | Zusammenfassung der Modellresultate für den Ausflugsverkehr (SWBU) |
| Tab. 29 | Zusammenfassung der Modellresultate für den Ferienverkehr (FER) |
| Tab. 30 | Zusammenfassung der Verkehrsleistung pV für den Gesamtverkehr (SWBU+FER+Aussenverkehr) |
| Tab. 31 | Beziehungsdatenbanken für Gebiete N-1 und N-6 (Modelletablierung 1974) |
| Tab. 32 | Beziehungsdatenbanken für Gebiete N-1 und N-6 (Hauptstudie) |
| Tab. 33 | pV-Linkdatenbank Wochenendverkehr (Modelletablierung 1974) |
| Tab. 34 | pV-Linkdatenbank Wochenendverkehr (Hauptstudie) |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------|---|
| A | Ausflugsverkehr |
| AF | Aufwertungsfaktor |
| A_t | die verfügbaren Alternativen der Person t |
| At_j | Attraktivität der Zone j |
| BES | Ausflugsmotiv Besucher |
| BV | Binnenverkehr Schweiz |
| E | Einkaufsverkehr |
| E_i | Einwohner der Zone i |
| FER | Ferienverkehr |
| F | Ferienverkehr |
| Fz_i | Fahrzeuge der Zone i |
| $GUNST_i$ | Verkehrsgunst der Zone i |
| GVK | Gesamtverkehrskonzeption Schweiz |
| H_i | Haushalte in der Zone i |
| Mfz | Motorfahrzeug |
| N | Nutzverkehr |
| NUP | Kommission zur Ueberprüfung von Nationalstrassenstrecken |
| ÖV | öffentlicher Verkehr |
| P | Pendlerverkehr |
| Pr_i | Produktion der Zone i |
| Pf | Personenfahrt |
| pV | Privatverkehr |
| PW | Personenwagen |
| QV | Quellverkehr der Schweiz |
| R_i | Merkmale des Verkehrsangebotes der Alternative i |
| S_t | sozioökonomische Charakteristiken des Verkehrsteilnehmers t |
| SKI | Ausflugsmotiv SKI |
| t | Einzelperson |
| T | Tourismus |
| TPV | Reisezeit Privatverkehr |

| | |
|----------|--|
| TTIMEPV | Reisezeit auf dem Strassennetz mit dem Auto |
| TTIMEOV | totale, gewichtete Reisezeit auf dem öffentlichen Verkehrsnetz |
| U_{it} | der subjektive Nutzen der Alternative i für die Person t |
| UEBR | übrige Ausflugsmotive |
| WA | Wochenend-Ausflug |
| WAND | Ausflugsmotiv Wandern |

Literaturverzeichnis

- Gottardi G.: Untersuchung der Gesetzmässigkeiten des Wochenendverkehrs mit verhaltensorientierten, disaggregierten Modellansätzen (Dissertation ETH Nr. 6706), Zürich 1980.

- Schmidhauser H.P.: Der Wochenendausflugsverkehr in der Schweiz 1972/73, Institut für Fremdenverkehr und Verkehrswirtschaft der Hochschule St. Gallen, 1973.

- Arbeitsgemeinschaft Jenni + Voorhees, Seiler - Niederhauser - Zuberbühler: Analyse des Wochenendverkehrs, GVK-Auftrag Nr. 22, Bern, Juli 1974.

- Albrecht B.: Die Bedeutung des Wochenendverkehrs (Fallstudie), Zeitschrift Strasse und Verkehr, 12/1980.

- Arbeitsgemeinschaft Jenni + Voorhees, Seiler - Niederhauser - Zuberbühler: Gesamtschweizerisches Personenverkehrsmodell, Schlussvarianten, GVK-Auftrag Nr. 123, Bern, November 1977.

- St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung: Ermittlung und Prognose von Siedlungsdaten für alle 1170 GVK-Zonen, NUP-Auftrag Nr. 19, Zürich.

| |
|-----------------|
| ZUSAMMENFASSUNG |
|-----------------|

Die Kommission zur Ueberprüfung von Nationalstrassenstrecken hatte die Notwendigkeit von sechs Abschnitten des Schweiz. Nationalstrassennetzes zu beurteilen. Neben dem Werktagsverkehr spielt dabei der Wochenendverkehr - insbesondere beim Rawil (N-6) - eine wichtige Rolle. Die modellmässige Berechnung der Verkehrsnachfrage am Wochenende ist Gegenstand dieses Berichtes.

Im Rahmen einer Dissertation sind am Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik (IVT) disaggregierte Modellansätze für den Wochenend-Ausflugsverkehr im Winter entwickelt worden. Sie basieren auf dem beobachteten Verkehrsverhalten von Einzelpersonen bzw. Haushalten. Als Datengrundlage stand eine Repräsentativumfrage des Institutes für Fremdenverkehr an der Hochschule St.Gallen über das Ausflugsverhalten von rund 2000 Haushalten bzw. 6000 Personen in der Schweiz aus dem Jahre 1973 zur Verfügung. Im Durchschnitt wurden 0.208 Ausflüge pro Person und Wochenende erfasst. 85% dieser Ausflüge wurden mit dem privaten, hingegen nur 15% mit dem öffentlichen Verkehr durchgeführt. Die weitere Analyse dieser Erhebung wurde getrennt nach vier Ausflugsmotiven durchgeführt, welche die folgenden Anteile der Stichprobe ausmachen:

| | |
|-------------------|------|
| BESUCHE | 27 % |
| WANDERN | 17 % |
| WINTERSPORT (SKI) | 33 % |
| UEBRIGE MOTIVE | 23 % |

Zwischen diesen Ausflugsmotiven konnten erhebliche Unterschiede in den Fahrtcharakteristiken nachgewiesen werden. Eine Unterteilung der befragten Personen in "Motorisierte" und "Nicht-Motorisierte" hat zudem gezeigt, dass sowohl die Ausflugshäufigkeit als natürlich auch die Verkehrsmittelwahl stark davon abhängig sind, ob ein Personenwagen im Haushalt vorhanden ist oder nicht.

Bei der vorliegenden Anwendung der Verkehrsmodelle steht nicht das Verhalten der Einzelperson im Vordergrund, sondern es sind die gesamtheitlichen Auswirkungen (Belastungen bzw. Belastungsänderungen der Netzvarianten) zu bestimmen. Zu diesem Zweck sind die aufgrund der verfügbaren Haushaltinterviews etablierten disaggregierten Modellansätze für die Verkehrserzeugung und die Verkehrsmittelwahl in aggregierter Form anzuwenden. Dies wird erreicht, indem die Bevölkerung einer Zone in verhaltenshomogene Gruppen (hier: motorisierte/nicht motorisierte) unterteilt wird. Die Zielwahl (Verkehrsverteilung) und die Wahl der Fahrroute (Umlegung) werden direkt auf der Basis eines aggregierten Gravitations- bzw. Umlegungsmodells abgebildet.

Für eine vollständige Nachbildung des Verkehrsgeschehens an einem Wintersonntag ist der Ausflugsverkehr mit dem in der Haushaltbefragung nicht erfassten Verkehr zu ergänzen. Der Ferienverkehr, welcher speziell auf den Achsen zu Wintersportregionen eine gewisse Bedeutung hat, wird parallel zum Ausflugsverkehr mit vereinfachten Teilmodellen nachgebildet. Nicht rapportierte Ausflüge (weil z.B. vergessen) sowie die übrigen Fahrtzwecke (Pendler-, Einkaufs- und Nutzverkehr), welche am Sonntag zwar von geringer Bedeutung sind, gesamthaft aber nicht vernachlässigt werden dürfen, werden mit einer linearen Aufwertung des Ausflugsverkehrs berücksichtigt.

Bei dem zu etablierenden Modell für den Winter-Wochenend-Ausflugsverkehr wird ein sequentieller Entscheidungsablauf angenommen. Die Fahrtentscheidungen einer Person werden dabei in einzelnen Schritten und in einer bestimmten Reihenfolge getroffen:

- VERKEHRSERZEUGUNG

In der Dissertation wurden verschiedene Modellansätze mit einer Vielzahl von Varianten ausgetestet. Für die vorliegende Arbeit wird ein Modell etabliert, bei welchem eine Person die folgenden 5 Möglichkeiten zur Wahl hat:

- keinen Wochenend-Ausflug (WA) durchführen
- 1 WA Motiv "BESUCHE" durchführen
- 1 WA Motiv "WANDERN" durchführen
- 1 WA Motiv "WINTERSPORT" durchführen
- 1 WA "UEBRIGE" Motive durchführen

Bei einer aggregierten Anwendung ist die Unterscheidung von homogenen Personengruppen mit bzw. ohne Personenwagen im Haushalt notwendig. Der Anteil der Einwohner in motorisierten bzw. nicht-motorisierten Haushalten kann für die 1170 GVK-Zonen anhand der Anzahl Haushalte sowie der Fahrzeugbestände hergeleitet werden. Als Besonderheit wird die Verkehrsgunst eines Wohnortes bezüglich den möglichen Zielorten des gewünschten Ausflugsmotivs in den Erzeugungsansatz miteinbezogen.

Für den Ferienverkehr muss ein stark vereinfachtes Modell angewendet werden, da spezifische Grundlagen über diesen Fahrtzweck fehlen. Aufgrund der starken Verwandtschaft dieser Aktivitäten mit denjenigen, die mit dem Ausflugsmotiv "Wintersport" verbunden sind, lehnt das Erzeugungsmodell für den Ferienverkehr an dasjenige für das Ausflugsmotiv "Wintersport" an.

- VERKEHRsverTEILUNG

Es wird ein konventionelles Gravitationsmodell angewendet, welches auf der Basis von kombinierten Reisezeiten (KRZ) arbeitet (Kombination der Reisezeiten iV und Reisezeiten öV). Sowohl das Strassennetz als auch das Bahnnetz wird für die Motive "Wintersport" und "Wandern" infolge der ausserhalb der Siedlungsschwerpunkte gelegenen Aktivitätsschwerpunkte angepasst. Im weiteren

wird aus dem vom NUP-Werktagsverkehr vorhandenen Strassennetz ein Winter-Strassennetz geschaffen, bei welchem eine Anzahl Pässe geschlossen ist. Die Attraktionsgewichte der einzelnen Zonen, welche für die Wahl des Zielortes massgebend sind, können für die Motive "Besuch" und "Uebrige" direkt als Einwohnerzahlen übernommen werden. Für das Motiv "Ski" wird das Attraktionsgewicht einer Zone aus der Kapazität aller touristischer Transportanlagen berechnet, für das Motiv "Wandern" wird sie als Produkt aus der massgebenden Fläche einer Zone und einem sogenannten "Nutzwert" bestimmt.

Die Widerstandskurven für die 4 x 2 Ausflugsmotive werden mit der Methode der sog. "F-Faktoren" bestimmt. In der Kalibrationsphase werden sie bei mehreren Durchgängen so lange iterativ korrigiert, bis die resultierenden Fahrtlängenverteilungen denjenigen der Stichprobe entsprechen.

Die Attraktionsgewichte für den Ferienverkehr entsprechen wiederum denjenigen für das Motiv "Wintersport", die Widerstandskurve hingegen besitzt eine im Vergleich zu den 8 Ausflugsmotiven viel schwächere Zeitempfindlichkeit.

- MODAL SPLIT

Das Modal Split-Modell bildet den Fahrtentscheid bei der Wahl zwischen den öffentlichen (Bahn/Bus) und dem privaten Verkehrsmittel (PW) nach. Die aufgrund der vorhandenen Unterlagen kalibrierten disaggregierten Modellansätze müssen in eine aggregierte Form transformiert werden, was wiederum durch die Unterscheidung von homogenen Personengruppen (nach PW-Besitz) erreicht wird. Die in die Nutzenfunktionen einzubeziehenden Variablen müssen neben einer hohen Erklärungskraft auch zonenweise verfügbar sein und zudem für den Prognosefall bestimmt werden können.

Die aus der Modellrechnung resultierenden Verkehrsmittelanteile stimmen mit der Stichprobe gut überein.

- UMLEGUNG

Die Wunschlinien des Ausflugsverkehrs pV sowie die Wunschlinien des Ferienverkehrs werden zu 50% nach Zeit und zu 50% nach Distanz umgelegt. Der durchschnittliche Besetzungsgrad beträgt 3 Personen je Fahrzeug. Die Belastungen des Aussenverkehrs werden direkt vom Werktagsverkehr übernommen.

Im Rahmen der Kalibration der Modell-Belastungen wird die Aufwertungsfunktion bestimmt, welche die in der HSG-Erhebung über den Ausflugsverkehr nicht enthaltenen Fahrtzwecke sowie die nicht rapportierten Ausflüge darstellt. Auf ähnliche Weise kann auch ein Faktor im Ferienverkehrsmodell kalibriert werden.

Zur Beurteilung der modellmässig ermittelten Belastungen wird ein Vergleich mit den durchschnittlichen Belastungen an den

ASB-Zählstellen durchgeführt. Diese Beurteilung schliesst sowohl die relativen als auch die absoluten Abweichungen der Modellresultate mit ein. Dabei stimmen rund 2/3 der Zählstellen "befriedigend" bis "sehr gut" überein. Für die restlichen rund 1/3 Zählstellen ("unbefriedigend" bis "ungenügend") können zum Teil plausible Erklärungen für die aufgetretenen Abweichungen angegeben werden. Bei einer zweiten Beurteilungsart werden die Schwankungen bei den sonntäglichen Belastungen, welche vor allem dem Einfluss des Wetters zuzuschreiben sind, mitberücksichtigt. Dabei fällt das Ergebnis noch etwas günstiger aus.

Die auf dem Bahnnetz resultierenden Belastungen werden keiner speziellen Kalibration unterzogen. Umso mehr erstaunen die Modellresultate durch eine gute Uebereinstimmung mit den vorhandenen Querschnittszählungen des SBB-Netzes.

Die Modellrechnungen werden für zwei künftige Netzzustände durchgeführt: Netzvariante 1 mit den zu überprüfenden Nationalstrassenstrecken und Netzvariante 0 ohne dieselben dafür in einigen Fällen mit entsprechenden Ersatzstrecken. Im übrigen werden die gleichen Modifikationen am Netz vorgenommen wie beim Netz für die Modelletablierung 1974 (Winterstrassennetz; Verschiebung der Aktivitätsschwerpunkte für die Ausflugsmotive "Wandern" und "Wintersport"). Die künftigen Siedlungsdaten für die beiden Varianten wurden vom St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung erarbeitet.

Beim Ausflugsverkehr an Wochenenden ist künftig mit einer Mobilitätszunahme infolge zunehmender Ausflugshäufigkeit (Veränderung von Motorisierungsgrad, Verkehrsgunst, Haushalteinkommen) sowie infolge zunehmender Reisedistanzen (wegen verbesserter Reisezeiten) zu rechnen.

Ein Vergleich der Modellresultate Z0 und Z1 zeigt eine Abnahme des Anteils des öffentlichen Verkehrs, gemessen in Personenfahrten, am gesamten Ausflugsverkehr um rund 24%. Bei einer gleichzeitigen starken Zunahme der durchschnittlichen Reisedistanz (infolge der NHT = Neue Eisenbahn-Haupttransversalen) ergibt sich gesamthaft eine Zunahme der Verkehrsleistung im öffentlichen Verkehr um rund 20%, während diese Zunahme im privaten Ausflugsverkehr rund 45% beträgt. Die gesamte Verkehrsleistung (Ausflugsverkehr + Ferienverkehr + Aussenverkehr über die Landesgrenze) wird beim privaten Verkehr um rund 60% zunehmen. Beim Bau der sechs umstrittenen Nationalstrassenstrecken fällt dieser Wert um rund 1% höher aus.

Im Anschluss an diese Modellrechnungen werden zusätzliche Spezialauswertungen (Kapazitätsreduzierte Zeiten, Benzinverbrauch, Beziehungsdatenbank) durchgeführt, welche die Grundlage für weitere Berechnungen im Rahmen der Nationalstrassenüberprüfung bildeten.

| |
|--------|
| RESUME |
|--------|

La tâche de la Commission pour le réexamen de tronçons de routes nationales consiste à juger de la nécessité de six tronçons du réseau des routes nationales suisses. A côté du trafic des jours de semaine, le trafic de fin de semaine - en particulier dans le cas du Rawyl - joue un rôle important. Le calcul, à l'aide d'un modèle, de la demande de transport de fin de semaine constitue l'objet de ce rapport.

Dans le cadre d'une thèse de doctorat à l'Institut de planification et techniques de transport, il a été mis au point un modèle d'équations désagrégé pour le trafic d'excursion durant les week-ends d'hiver. Ces équations se basent sur le comportement observé d'individus ou de ménages. Pour cela, on disposait d'une enquête représentative de l'Institut für Fremdenverkehr an der Hochschule St. Gallen sur le comportement d'environ 2000 ménages suisses en 1973. On a recensé en moyenne 0.208 excursion par personne et par week-end. Le 85% de ces excursions ont été accompli à l'aide de véhicules privés, 15% seulement étant le fait des transports en commun. Dans l'analyse détaillée de ce sondage, on a distingué quatre motifs d'excursion; ceux-ci constituent les parts suivantes de l'échantillon:

| | |
|----------------------|-----|
| VISITE | 27% |
| PROMENADE | 17% |
| SPORTS D'HIVER (ski) | 33% |
| AUTRES MOTIFS | 23% |

On a pu mettre en évidence des différences importantes entre les caractères des trajets provoqués par chacun de ces motifs. En outre, une distinction entre "motorisés" et "non motorisés", parmi les personnes interrogées, a montré que tout la fréquence d'excursions que, bien sûr, le moyen de transport sont fortement dépendants de la présence ou non d'une voiture privée au sein du ménage.

Dans la présente application du modèle de transport, ce n'est pas le comportement individuel qui est important mais ce sont les répercussions globales (charges et modifications de charges sur les tronçons des différentes variantes de réseau) qu'il faut déterminer. Aussi doit-on appliquer les équations désagrégées de génération de trafic et de choix de moyen de transport, établies sur la base des interviews des ménages, sous une forme agrégée. Cela est possible en divisant la population d'une zone en groupes de comportement homogène (ici: motorisés / non motorisés). On représente le choix des buts (distribution du trafic) et le choix des genres de trajet

(affectation) directement sur la base d'un modèle de distribution ou d'affectation agrégé.

Afin d'obtenir une image complète du trafic d'un week-end d'hiver, il faut compléter le trafic d'excursion avec le trafic non recensé dans l'enquête auprès des ménages. A cette catégorie appartient le trafic de vacances qui a une certaine importance, spécialement sur les axes conduisant aux régions de sports d'hiver; celui-ci est représenté à l'aide de modèles partiels simplifiés, parallèlement au trafic d'excursion. On tient compte, à l'aide d'une extrapolation linéaire du trafic d'excursion, des excursions non rapportées (par exemple oubliées), ainsi que des autres motifs de déplacement (trafic pendulaire, d'achats ou utilitaire). Ces derniers sont d'un poids modeste le dimanche; mis ensemble ils ne doivent cependant pas être négligés.

Dans l'établissement du modèle de trafic d'excursion durant les week-ends d'hiver, on admet un processus de décision séquentiel. Les décisions d'individu sont décomposées en étapes distinctes, selon un certain ordre:

- Génération du trafic. On a essayé, dans la thèse, différentes équations avec de nombreuses variables. Pour le présent travail, on a mis au point un modèle, dans lequel un individu a le choix entre les cinq possibilités suivantes:
 - n'entreprendre aucune excursion de week-end (EW)
 - entreprendre une EW pour motif de "VISITE"
 - entreprendre une EW pour motif de "PROMENADE"
 - entreprendre une EW pour motif de "SPORTS D'HIVER"
 - entreprendre une EW pour d' "AUTRES MOTIFS".

Dans une application agrégée, il est nécessaire d'opérer la distinction entre deux groupes homogènes: les ménages qui disposent d'une voiture et ceux qui n'en disposent pas. On peut déduire la proportion d'habitants appartenant à ces deux groupes dans les 1170 zones CGST de Suisse d'après la statistique des ménages, rapportée à celle des véhicules. En particulier, on tient compte, dans l'équation de génération de trafic, de l'accessibilité du domicile par rapport aux buts possibles du motif d'excursion considéré.

Dans le cas du trafic de vacances, il faut utiliser un modèle fortement simplifié, du fait du manque de certaines données spécifiques. Etant donné la parenté étroite des activités liées à ce trafic avec le motif d'excursion "sports d'hiver" le modèle de génération du trafic de vacances s'appuie sur celui de ce motif.

- Distribution du trafic. On applique un modèle de gravitation conventionnel, qui fonctionne sur la base des temps de déplacement combinés (combinaison des temps de déplacement des transports individuels t_i et de ceux des transports en commun t_c). Pour les motifs "sports d'hiver" et "promenade", le réseau routier comme le réseau ferroviaire est adapté aux centres d'activités situés en dehors des centres d'habitation. En outre, à partir du modèle de trafic de semaine dont on dispose, on définit un "réseau routier d'hiver", dans lequel certains cols sont fermés.

Dans le cas des motifs "visite" et "autres", le degré d'attractivité de chaque zone, déterminant dans le choix du but, peut être déduit directement du nombre d'habitants. Pour le motif "ski", ce degré est calculé à partir de la capacité de toutes les infrastructures de transport. Enfin pour le motif promenade, il est fonction de la surface intéressante de la zone, multipliée par un coefficient d'aptitude à la promenade en hiver attribué à la zone.

On tire les courbes de résistance des 4 x 2 motifs d'excursion de la méthode de ce que l'on appelle les facteurs - F. On les corrige par itération dans la phase de calibration, jusqu'à ce qu'elles correspondent à celles de l'échantillon.

- Répartition modale. Le modèle de la répartition modale reproduit le choix entre les moyens de transport collectifs (rail/bus) et individuels (automobile). Les équations désagrégées calibrées sur la base des données disponibles sont transformées sous une forme agrégée; à nouveau ce résultat est atteint grâce à la distinction de groupes homogènes d'individus (selon que la personne possède ou non un véhicule privé). Quant aux variables à introduire dans les fonctions d'utilité, elles doivent posséder un fort pouvoir explicatif, être disponibles par zone et enfin se prêter à des prévisions.

La proportion occupée par chaque moyen de transport calculée par le modèle correspond bien à celle relevée dans l'échantillon.

- Affectation. Les lignes de désir du trafic d'excursion ainsi que celles du trafic de vacances sont affectées à 50% par le temps et 50% par la distance. Le taux d'occupation moyen de chaque véhicule se monte à trois personnes. La charge du trafic extérieur traversant la frontière est directement reprise du trafic de semaine.

C'est dans le cadre de la calibration des charges du modèle que l'on détermine la fonction de réévaluation qui tient compte des trajets dont les buts sortent des limites de l'enquête de l'Institut für Fremdenverkehr de St Gall, ainsi que des excursions

non rapportées. De la même manière, il est possible de calibrer un facteur dans le modèle de trafic de vacances.

Anfin de juger des charges obtenues avec le modèle, on les compare aux charges moyennes enregistrées aux postes de comptage routier de l'Office fédéral des routes. Cette comparaison tient aussi bien compte des différences relatives que des différences absolues entre les deux résultats. Environ 2/3 des postes correspondent de manière "satisfaisante" à "très bien" aux résultats du modèle. Pour le tiers restant ("insatisfaisant" à "insuffisant"), il est en partie possible de donner des explications plausibles aux différences. Dans une deuxième évaluation, on tient compte des variations du trafic dominical, lesquelles sont surtout le fait des conditions météorologiques. Dans ce cas, le résultat s'améliore encore quelque peu.

Les charges obtenues sur le réseau ferroviaire ne sont soumises à aucune calibration spéciale. Il est d'autant plus étonnant que les résultats du modèle correspondent bien aux comptages disponibles du réseau CFF.

Le modèle est appliqué à deux états futurs du réseau: la variante 1, avec les tronçons soumis à réexamen et la variante 0, sans ceux-ci mais avec les routes de remplacement prévues. Par ailleurs, on admet les mêmes modifications du réseau que celles considérées dans l'établissement du modèle, en 1974 (réseau routier d'hiver, déplacement des centres d'activité pour les motifs "promenade" et "sports d'hiver"). Les données géographiques futures nécessaires aux deux variantes sont dues au St Galler Zentrum für Zukunftsforschung.

On tablera sur une augmentation de la mobilité, dans le trafic d'excursion de week-end. Ceci est dû à une fréquence d'excursions accrue (modification du taux de motorisation, de l'accessibilité ainsi que du revenu des ménages) ainsi qu'à de plus grandes distances (dues aux temps de déplacement plus courts).

Une comparaison des résultats du modèle Z0 et Z1 montre une diminution de quelque 24% de la part des transports en commun dans l'ensemble du trafic-voyageurs. Du fait de la forte augmentation de la longueur des trajets (à cause de la nouvelle transversale ferroviaire), les prestations des transports en commun augmentent dans l'ensemble d'environ 20%, celles du trafic d'excursion individuel de 45%. Les prestations globales du trafic individuel (trafic d'excursion, de vacances et international) augmentent d'environ 60%; la construction des six tronçons controversés n'influence pratiquement pas le résultat.

On entreprend, en liaison avec ce modèle, des évaluations spéciales supplémentaires (augmentation de la durée des trajets due à une croissance du trafic, consommation d'essence, banque de données des relations). Celles-ci sont ensuite utilisées dans d'autres calculs du réexamen de route nationales.

THEIL I

EINLEITUNG

| |
|---------------------------|
| 1. AUSGANGSLAGE |
|---------------------------|

Zur Ueberprüfung von sechs Teilstrecken des schweizerischen Nationalstrassennetzes werden durch die zuständige Eidgenössische Kommission umfassende Bewertungsanalysen der einzelnen Strecken vorgenommen. Dabei steht für jeden der umstrittenen Abschnitte die Frage der Notwendigkeit im Vordergrund. Zur Bestimmung der verkehrsrelevanten Indikatoren in der vorgesehenen Nutzwertanalyse ist eine detaillierte, modellmässige Berechnung der Verkehrsnachfrage durchzuführen.

Wie eine eingehende Analyse des Wochenendverkehrs gezeigt hat, liegen auf den meisten Strassen ausserhalb der Städte die Belastungen am Sonntag zum Teil beträchtlich über denjenigen am Werktag. Aus diesem Grunde wurde neben dem Modell für den Werktagsverkehr - welches seinerzeit im Zentrum der GVK-Berechnungen stand - ein Modell für den Wochenendverkehr entwickelt. Mangels der erforderlichen Grundlagen beschränkte sich diese Modelletablierung auf den Strassenverkehr an einem mittleren Junisonntag. Ausserdem wurden die Zukunftsberechnungen nur für die heute überholten Varianten CK-73 und TREND durchgeführt.

In der Zwischenzeit wurden im Zusammenhang mit den GVK-Arbeiten zusätzliche, repräsentative Erhebungen über das Verkehrsverhalten an Wochenenden durchgeführt. Im Rahmen einer Dissertation*) am Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik (IVT) der ETH werden diese Daten in Kombination mit den vorhandenen GVK-Unterlagen des Verkehrsangebotes (Reisezeiten, Billettkosten, etc.) verwendet, ein verhaltensorientiertes, disaggregiertes Modell für den Wochenendverkehr zu entwickeln. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Instrumentariums, mit welchem die mutmasslichen Auswirkungen verkehrstechnischer und verkehrsplanerischer Entscheidungen vorhergesagt werden können. Grundlage einer solchen Vorhersage ist die Kenntnis des Verhaltens der betroffenen Verkehrsteilnehmer bezüglich Aenderungen des Verkehrssystems. Für die Untersuchungen im Rahmen der Ueberprüfung von Nationalstrassenstrecken stellt sich die Frage, wie weit die Ergebnisse der disaggregierten Modellansätze für die Entwicklung eines aggregierten Modells für den Wochenendverkehr verwendet werden können.

*) *Untersuchung der Gesetzmässigkeiten des Wochenendverkehrs mit verhaltensorientierten, disaggregierten Modellansätzen, G. Gottardi, 1980 (im folgenden kurz "Dissertation" genannt), Diss. ETH Nr. 6706, IVT-Bericht Nr. 81/2.*

2. AUFTRAG UND BEARBEITUNG

2.1 Auftrag

Zur Bestimmung verkehrsrelevanter Indikatoren im Rahmen der Arbeiten zur Ueberprüfung von sechs Teilstrecken des Schweizerischen Nationalstrassennetzes ist eine modellmässige Berechnung der Verkehrsnachfrage an Wochenenden durchzuführen. Gesucht werden die verkehrlichen Auswirkungen der Netzvarianten mit und ohne die Teilstrecken, d.h. in erster Linie die Netzbelastungen und Verkehrsstrukturen. Zu diesem Zweck sind die am Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik (IVT) im Rahmen der "Dissertation" entwickelten disaggregierten Modellansätze für den Wochenend-Ausflugverkehr im Winter für die

- Verkehrserzeugung
- Verkehrsteilung (Modal-Split)

in ein aggregiertes Gesamtmodell einzubauen.

Für die Verkehrsverteilung (Zielwahl) und die Verkehrsumlegung kommen konventionelle, aggregierte Modellansätze zur Anwendung. In einer ersten Phase ist das Modell für ein noch im Detail zu definierendes Bezugsjahr gesamtschweizerisch zu etablieren. Anschliessend soll das Modell für verschiedene Prognosezustände Z1 angewendet werden. Die Modellresultate sind dabei speziell für die Teilstrecke N-6, welche im Berggebiet liegt, von Bedeutung, weil bei dieser Teilstrecke der Wochenendverkehr eine besondere Rolle spielt.

2.2 Bearbeitung

Die Modelletablierung und die späteren Modellanwendungen werden am IVT vorgenommen. Da einzelne EDV-Arbeiten zweckmässigerweise mit demselben Programmpaket durchgeführt werden, wie es für das Personenverkehrsmodell für den Werktag verwendet wurde, werden für spezielle Arbeiten EDV-Fachleute der Firma Jenni + Voorhees AG, Zürich, beigezogen.

Für die Begleitung, Leitung und Bearbeitung des Auftrages waren zuständig:

- seitens der Projektleitung NUP: Prof. C. Hidber,
E. Meier
- seitens des IVT: G. Gottardi, M. Stöcklin
- seitens Firma Jenni + Voorhees: U. Schwegler

TEIL

II

GRUNDLAGEN

3. GRUNDLAGEN FUER EIN DISAGGREGIERTES MODELL DES WOCHENEND-AUSFLUGSVERKEHRS

3.1 Das Prinzip der disaggregierten Nachfragemodelle

Die Behandlung der meisten Fragestellungen in der Verkehrsplanung erfordert Angaben über Umfang und Struktur der Belastungen der Verkehrsnetze. Zu diesem Zweck sind die Verkehrsbeziehungen sämtlicher Verkehrsteilnehmer von einem Fahrtursprung zu einem Fahrtziel, die mit einem spezifischen Verkehrsmittel über eine spezifische Fahrroute unternommen werden, zu bestimmen. Die einzelnen Verkehrsbeziehungen werden geprägt durch sozio-ökonomische und demographische Merkmale des Verkehrsteilnehmers, durch Eigenschaften des verfügbaren Verkehrssystems (Reisezeit etc.) und durch Eigenschaften des Zielortes (d.h. Attraktivität für die Tätigkeit, für welche die Fahrt unternommen wird). Infolge der unterschiedlichen Ausprägungen dieser verhaltensbestimmenden Merkmale können im Verkehrsverhalten der einzelnen Personen grössere Streuungen auftreten. Allein aus quantitativen Gründen kann aber das Verkehrsverhalten nicht für jeden Verkehrsteilnehmer einzeln untersucht werden. Mit sogenannten aggregierten Nachfragemodellen wird deshalb das kollektive Verhalten von Personengruppen abgebildet. Die Bildung von Personengruppen erfolgt durch die geografische Unterteilung eines Untersuchungsgebietes in Verkehrszonen. Diese räumliche Aggregation basiert auf der Annahme, dass benachbarte Personen eines Gebietes gewisse Aehnlichkeiten im Verkehrsverhalten aufweisen. Unter der Voraussetzung dieser Verhaltenshomogenität wird die modellmässige Abbildung des Verkehrsverhaltens der Personen einer Zone mit den Mittelwerten der verhaltensbestimmenden Merkmale durchgeführt. Aehnlichkeiten bezüglich des Verkehrsangebotes können durch Berücksichtigung der Zugänglichkeit zum Verkehrssystem bei der Zoneneinteilung bis zu einem gewissen Grad berücksichtigt werden. Homogenität bezüglich der verhaltensbestimmenden sozio-ökonomischen Merkmale (Alter, Einkommen) existiert bei den im allgemeinen meist stark durchmischten Siedlungsformen jedoch selten.

Seit einigen Jahren existieren Modellansätze zur Abbildung des Verkehrsnachfrageverhaltens, welche auf dem beobachteten Verkehrsverhalten von Einzelpersonen bzw. einzelner Haushalte basieren*).

*) Die Herleitung eines entsprechenden Modellansatzes, seine Diskussion sowie eine praktische Modelletablierung für den Wintersport-Ausflugverkehr sind in der "Dissertation" ausführlich dargestellt.

Mit diesen sogenannten "disaggregierten Modellen" wird versucht, auf der Basis der Verhaltenseinheit (d.h. Person oder Haushalt)

- (1) die verhaltensbestimmenden Merkmale zu identifizieren, und
- (2) ihre Gewichte im Fahrtentscheidungsvorgang zu quantifizieren.

Modelle, die auf der Stufe von Individuen etabliert wurden, können entweder direkt disaggregiert (also für einzelne Personen) angewendet werden, oder nach der Transformation in ein aggregiertes Modell, um damit sämtliche Personen eines Untersuchungsgebietes einzubeziehen. Bei der disaggregierten Anwendung besteht die hauptsächlichste Schwierigkeit darin, für sämtliche Personen eines Untersuchungsgebietes nicht nur das individuelle zukünftige Verkehrsangebot zu definieren, sondern auch die sozio-ökonomischen Merkmale individuell zu prognostizieren. Für die Vorhersage der gesamten Verkehrsbelastungen und -strukturen im Zusammenhang mit der vorliegenden Aufgabenstellung ist eine Aggregation unumgänglich.

Der Zweck der Etablierung eines disaggregierten Modells besteht im vorliegenden Fall in erster Linie darin, die verhaltensbestimmenden Merkmale, welche einer Aggregation mit verhaltenshomogenen Gruppen zugrunde gelegt werden soll, zu identifizieren und quantifizieren.

3.2 Der logistische Modellansatz

Die Entscheidungen, die im Zusammenhang mit der Durchführung einer Fahrt vom Verkehrsteilnehmer zu treffen sind, werden als Wahl aus einer endlichen, aber umfassenden Gruppe sich gegenseitig ausschliessender Handlungsalternativen betrachtet. Bei den zu treffenden Entscheidungen handelt es sich (abhängig von der formulierten Aufgabenstellung) etwa um den

- Entscheid, eine Fahrt durchzuführen
- Entscheid für ein Fahrtziel
- Entscheid für ein Verkehrsmittel
- Entscheid für eine Fahrroute

Der Fahrtentscheidungsvorgang kann zur modellmässigen Nachbildung entweder als sequentieller, d.h. schrittweiser oder als simultaner Ablauf von Teilentscheidungen betrachtet werden. Der sequentielle Entscheidungsablauf basiert dabei auf der Hypothese, dass der Fahrtentscheid einer Person nicht nur in einzelnen Schritten, sondern in einer bestimmten hierarchischen Reihenfolge getroffen wird. Die Teilentscheidungen werden dabei auf jeder Stu-

fe in Abhängigkeit der vorangehenden Entscheidungen und unter der Voraussetzung rationaler Entscheidungen auf den nachfolgenden Stufen getroffen. Die simultane Betrachtungsweise geht davon aus, dass der Verkehrsteilnehmer über sämtliche Elemente zur Fahrtentscheidung verfügt und sie gleichzeitig in den Entscheidungsprozess einbezieht. Für die vorliegende Modelletablierung wird eine sequentielle Struktur angenommen. Bei den zur Wahl stehenden Handlungsalternativen handelt es sich beispielsweise im Falle des Entscheides über das Transportmittel um die Wahl

- . des Autos,
- . der Bahn,
- . des Busses oder
- . den Weg zu Fuss zurückzulegen.

Für die modellmässige Betrachtung wird vorausgesetzt, dass sich der Grad der Vorteilhaftigkeit, den eine Person einer bestimmten Alternativen beimisst, durch eine Nutzenfunktion ausdrücken lässt. Der Nutzen U_{it} , von dem in diesem Kontext gesprochen wird, ist eine Funktion U der Merkmale R_i , welche die Alternative i beschreiben und der sozio-ökonomischen Charakteristiken S_t des Verkehrsteilnehmers t

$$U_{it} = U(R_i, S_t)$$

Die Variable R_i der Alternativen i umfasst Merkmale, die das Verkehrsangebot in Form von Reisezeit, Transportkosten etc. umschreiben und aus Charakteristiken, welche die Attraktivität des Zielortes bezgl. der Aktivität beschreiben, für welche eine Fahrt ausgeführt wird.

Die Alternative i aus der Menge der für den Verkehrsteilnehmer t verfügbaren Alternativen A_t wird dann und nur dann gewählt, wenn

$$U_{it} > U_{jt} \text{ für alle } j \text{ in } A_t$$

Der Nutzen einer Alternativen kann nie mit Bestimmtheit definiert werden. So kann er beispielsweise nicht genau spezifiziert werden, die beobachteten Merkmale sind unvollständig oder sind mit Messungenauigkeiten behaftet.

Im Nutzen können deshalb zwei Teile unterschieden werden:

- eine deterministische Komponente und
- eine stochastische Komponente (diese umfasst den von individuellen Besonderheiten und nicht beobachtbaren Eigenschaften ausgehenden Einfluss).

Durch die Einführung einer Zufallskomponente ist anstelle einer deterministischen nur noch eine wahrscheinliche Bestimmung der gewählten Alternativen möglich. Auf der Basis dieser Überlegungen wurde der sogenannte mehrdimensionale, logistische Modellansatz hergeleitet (vgl. "Dissertation", Kap. 4.3).

$$P(i:A_t) = \frac{e^{U_{it}}}{\sum_{j \in A_t} e^{U_{jt}}}$$

darin ist

| | |
|------------|--|
| $P(i:A_t)$ | Wahrscheinlichkeit, dass Person t die Alternative i aus der Menge der verfügbaren Alternativen A_t auswählt. |
| t | Einzelperson |
| A_t | die verfügbaren Alternativen der Person t |
| U_{jt} | der subjektive Nutzen der Alternativen j für die Person t |

Die für die statistische Lösung des logistischen Modells zur Anwendung gelangende Maximum-Likelihood-Methode setzt eine lineare Verknüpfung der Parameter in den Nutzenfunktionen voraus.

Gesucht sind - wie bereits erwähnt - die Gewichte, mit denen die verschiedenen entscheidungsrelevanten Merkmale der Alternativen und des Verkehrsteilnehmers in den Entscheidungsprozess eingehen. Dazu wird die in einer bestimmten Entscheidungssituation beobachtete Ausprägung in bezug gesetzt zu den demographischen und sozio-ökonomischen Merkmalen der Person sowie den Charakteristiken der verfügbaren Alternativen.

3.3 Zum Problem der erforderlichen Unterlagen

Als Grundlage für die Etablierung eines verhaltensorientierten Verkehrsmodells sind die entsprechenden disaggregierten, d.h. auf die Einzelperson bezogenen Daten aus Interviews zu beschaffen. Für jedes Individuum einer repräsentativen Stichprobe sind nebst seiner sozio-ökonomischen und demographischen Charakteristiken die Merkmale

- der gewählten Alternativen sowie
- der verfügbaren, aber nicht gewählten Alternativen

zu ermitteln.

In keiner der vorhandenen Grundlagen sind die erforderlichen Daten direkt verfügbar. Deshalb ist abzuklären, ob verschiedene bestehende Unterlagen - miteinander kombiniert - zu einer tauglichen Modellgrundlage aufbereitet werden können. Falls im vorliegenden Fall die erforderlichen Daten für die Etablierung eines disaggregierten Modells nicht ausreichen, ist zu prüfen, ob damit ein konventionelles*), aggregiertes Modell kalibriert werden kann.

Zur Untersuchung der Gesetzmässigkeiten des Wochenendverkehrs im Winter steht eine Repräsentativumfrage des Instituts für Fremdenverkehr an der Hochschule St. Gallen über das Ausflugsverhalten von rund 2000 Haushalten bzw. 6000 Personen in der Schweiz im Jahre 1973 zur Verfügung (im folgenden als "HSG-Erhebung" bezeichnet). Aus diesen Interviews sind detaillierte Unterlagen über verschiedenartige demographische und sozio-ökonomische Merkmale der befragten Personen bzw. ihrer Haushalte bekannt. Bezüglich des Fahrtentscheidungsvorgangs sind wohl gewisse Informationen über die jeweils gewählte Alternative vorhanden (Ausflugsmotiv, Ausflugsziel, Verkehrsmittel) hingegen liegen keine Angaben vor über Umfang und Charakteristik von zusätzlich verfügbaren, aber nicht gewählten Alternativen. Ein Teil dieser erforderlichen Unterlagen, nämlich das vorhandene Verkehrsangebot, kann aus der Netzsimulation des Personenverkehrsmodells GVK-CH übernommen werden. Die Angaben beziehen sich zwar nicht auf einzelne Personen, sondern auf den Schwerpunkt einer Verkehrszone, doch konnte gezeigt werden (vgl. dazu "Dissertation", Kap. 9), dass mit gezielten Reisezeitmodifikationen die effektiven Reisezeiten mit genügender Genauigkeit angenähert werden können.

*)

wie es beispielsweise für die Untersuchungen des Personenverkehrs für die GVK-CH verwendet wurde

Bei der zugrundegelegten Entscheidungstheorie (Kap. 3.2) kommt der Definition der in einer bestimmten Entscheidungssituation verfügbaren Alternativen eine grosse Bedeutung zu. Während etwa bei der Wahl des Verkehrsmittels die verfügbaren Alternativen eindeutig angegeben werden können, stellt sich bei den Zielgebieten die Frage nach der Abgrenzung eines Zielgebietes, mit anderen Worten, welches Gebiet wird als echte, d.h. von einem anderen Gebiet unabhängige Zielalternative empfunden. Diesem Problembereich ist im Zusammenhang mit der Modelletablierung besondere Beachtung zu schenken. Falsch definierte Alternativen können die Genauigkeit eines disaggregierten Nachfragemodells entscheidend beeinflussen.

Im folgenden Kapitel ist die vorhandene Erhebung über das Wochenend-Ausflugsverhalten (HSG-Erhebung) dargestellt und analysiert. Gestützt auf eine Interpretation der Vollständigkeit und Zweckmässigkeit dieser Unterlagen wird entschieden, ob für einzelne oder alle Modellschritte ein disaggregiertes Modell etabliert werden kann oder ob einem konventionellen, aggregierten Modell der Vorzug zu geben ist.

Disaggregierte Modelle sind nicht notwendigerweise und zum vornherein verhaltensorientiert, hingegen ermöglichen sie es, die individuellen, verhaltensbestimmenden Charakteristiken in den Modellansatz einzubauen. Es gibt jedoch kein Verfahren, welches erlaubt, z.B. aufgrund statistischer Kenngrössen die ursächlichen Zusammenhänge zwischen erklärenden (d.h. unabhängigen) Variablen und dem beobachteten Entscheid 'automatisch' aufzuzeigen. Durch eine Kategorienanalyse können jedoch diejenigen Variablen festgestellt werden, deren Erklärungskraft in Zusammenhang mit der Modellkalibration näher überprüft werden soll.

3.4 Die Haushaltbefragung und ihre Analyse

3.4.1 Anlage der Erhebung

Grundlage für die Etablierung eines gesamtschweizerischen Verkehrsmodells im Rahmen der Arbeiten für die GVK-CH wurde die oben genannte, repräsentative Domizilbefragung über den Wochenendverkehr in der Schweiz durchgeführt. Die Erhebung wurde methodisch und organisatorisch (d.h. Zusatzfragen) mit der vom Institut für Fremdenverkehr und Verkehrswirtschaft an der Hochschule St. Gallen unter dem Titel "REISEMARKT SCHWEIZ 1972" durchgeführten Repräsentativumfrage bei 2000 Haushaltungen in der Schweiz kombiniert (Der Wochenendausflugsverkehr in der Schweiz 1972/73, Dr. H.P. Schmidhauser).

Die gestellten Fragen geben zu folgenden Punkten Aufschluss:

a) generell

Wochenendausflugsgewohnheiten generell, jeweils getrennt nach Sommer 1972 und Winter 1972/73

b) ereignisbezogen

Detaillierte Angaben über die Ausflüge, die an den beiden dem Interview vorausgegangenen Wochenenden durchgeführt wurden (Januar - März 1973)

Statistische Anlage der Erhebung

| | |
|---|--|
| Interviews: | 2000 |
| Berücksichtigte Kantone: | 25 |
| Berücksichtigte Gemeinden: | 280 |
| Erfasste Haushaltungen: | 2000 |
| Erfasste Personen: | 6010 |
| Erfasste Wochenendausflüge an den beiden Wochenenden vor Durchführung des Interviews: | 2475 |
| Stichprobe: | Repräsentativer Querschnitt der Privathaushaltungen in der Schweiz |
| Auswahlmethode: | Zufallgesteuerte, dreistufige Stichprobenauswahl (random-Verfahren) |
| Befragungsmethode: | Mündliche Interviews mittels Fragebogen. Hinsichtlich der Ausflüge an den beiden Wochenenden vor Durchführung des Interviews wurde nicht nur das Ausflugsverhalten der Auskunftspersonen, sondern auch dasjenige der andern Haushaltsmitglieder erfasst. |
| Erhebungszeitraum: | Januar / März 1973 |
| Hochrechnungen: | Die Hochrechnungen auf die Gesamtbevölkerung (ohne Kollektivhaushalte) gehen von folgenden Annahmen für das Jahr 1972 aus: |
| | - Zahl der Privathaushaltungen ca. 2'070'000 |
| | - Zahl der Personen in Privathaushaltungen (inkl. ausländische Jahresaufenthalter und Niedergelassene, jedoch ohne Saisonarbeitskräfte) ca. 6'068'000 |

Das Strukturprofil der erfassten Haushaltungen und Personen stimmt bezüglich Alter, Geschlecht, Wohnregion und Grösse des Wohnortes gut mit den entsprechenden Zahlen aus der eidgenössischen Volkszählung 1970 überein. Etwas unterdurchschnittlich erfasst wurden die Ausländer (10 % statt 17 %, Grund: Sprachschwierigkeiten beim Interview) und die Einzelpersonen-Haushalte.

Definition der Wochenendausflüge (WA):

Reisen, Ausflüge, Besuche, Spaziergänge, Wanderungen etc., gleich welcher Art, die

- an einem Samstag oder Sonntag angetreten wurden, und
- bei denen man mindestens 2 Stunden und maximal 48 Stunden von zu Hause weg war, und
- deren Ziele ausserhalb der Wohngemeinde und ausserhalb der unmittelbar angrenzenden Nachbargemeinden lagen.

Gemäss der obigen Definition befasst sich die Befragung nur mit ausgewählten Ausflügen an Wochenenden. Nicht erfasst, aber in der Modellkalibration zu berücksichtigen sind folgende Fahrten:

- Fahrten am Wochenende ohne Ausflugscharakter (z.B. Pendlerfahrten)
- Fahrten zwischen dem Wohn- und dem Ferienort
- Fahrten innerhalb der Wohngemeinde und zur Nachbargemeinde
- Fahrten für Ausflüge mit weniger als 2 Stunden Dauer

3.4.2 Analyse der Erhebung

Mit der Analyse sollen diejenigen Variablen bestimmt werden, deren Erklärungskraft im Zusammenhang mit der Modellkalibration näher zu untersuchen ist. In diesem Kapitel werden nur einige typische Analyseergebnisse dargestellt. Für eine umfassende Auswertung wird auf die "Dissertation" verwiesen.

Zum klaren Verständnis der nachfolgenden Darstellungen werden zunächst einige Begriffe definiert

Wochenendausflug (WA)

Besteht aus einer Hin- und Rückfahrt sowie aus der Ausübung einer Freizeitaktivität am Zielort. In Ausnahmefällen wird die Fahrt als solche zur Freizeitaktivität (z.B. Autofahren zum Vergnügen)

Ausflugshäufigkeit (WA-Häufigkeit)

Durchschnittliche Anzahl Wochenendausflüge (WA) derjenigen Personen, die in der betrachteten Zeitperiode am Wochenendverkehr teilnehmen (Anzahl WA/Ausflügler)

Teilnahmequote in % (Netto-WA-Intensität)

Anteil der Bevölkerung, der in einer betrachteten Zeitperiode am Wochenendverkehr teilgenommen hat

WA-Intensität (auch Brutto-WA-Intensität)

Durchschnittliche Anzahl Wochenendausflüge (WA) in einer betrachteten Zeitperiode, bezogen auf alle Personen der Bevölkerung (Anzahl WA/Einwohner)

a) generelle Angaben

Die gestellten Fragen über die generellen Wochenendausflugsgewohnheiten im Winter 1972/73 beziehen sich auf die Zeitperiode vom 1.12.72-30.3.73, also 17 Wochenende:

| | |
|--|-------|
| Teilnahmequote in % *) | 70 % |
| Durchschnittliche WA-Häufigkeit derjenigen Haushalte, die am WA-Verkehr teilgenommen haben | |
| a) in der betreffenden Periode | 8,76 |
| b) umgerechnet je Wochenende | 0,52 |
| WA-Intensität / Haushalte **) | |
| a) in der betreffenden Periode | 6,06 |
| b) umgerechnet je Wochenende | 0,357 |

*) Anteil der Haushalte, von denen mindestens 1 Person in der betreffenden Periode mindestens einmal am WA-Verkehr teilgenommen hat (Periode = 17 Wochen).

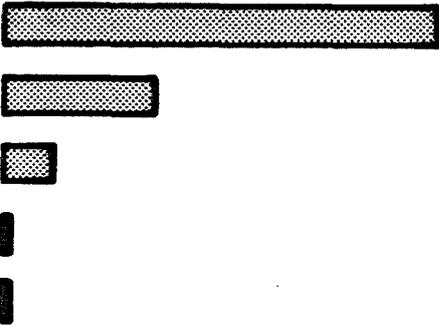
**) Anzahl WA je Haushalt der Gesamtbevölkerung

Im weiteren konnten von 36 vorgegebenen Zielgebieten diejenigen angegeben werden, welche in dieser Zeitperiode mindestens einmal aufgesucht wurden. Bei der Aufaddition der für die einzelnen Ausflugsziele genannten Häufigkeiten ergibt sich ein um 27,2 % höheres Total an WA als bei den für dieselbe Periode gemachten generellen Angaben (vgl. Schmidhauser). Dabei kommt zum Ausdruck, dass bei den generellen Angaben die Ausflughäufigkeit der vergangenen 17 Wochen zu tief eingeschätzt wurde (Ünterschätzung).

b) ereignisbezogene Angaben

Die nachstehenden Abbildungen, Tabellen und Kommentare sind der "Dissertation" entnommen. Es sind die Durchschnittswerte der Gesamtstichprobe dargestellt.

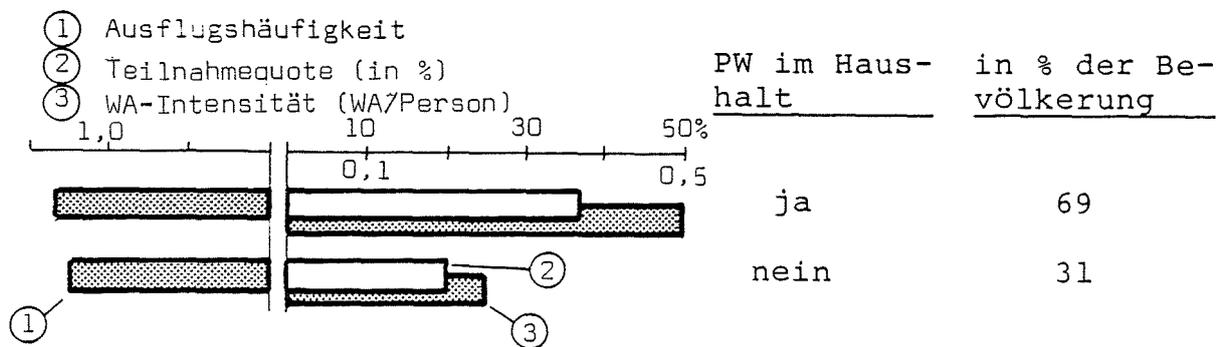
Abb. 1 WA-Häufigkeit und Teilnahmequote aller Personen bezogen auf 2 Wochenenden

| | Teilnahmequote (in % der erfassten Personen) | WA-Häufigkeit (Anzahl WA/Person) |
|---|---|-------------------------------------|
|  | 68,7 | Kein WA |
| | 23,0 | 1 WA |
| | 7,6 | 2 WA |
| | 0,3 | 3 WA |
| | 0,4 | ≥4 WA |
| | } 31,5% Ausflügler | |
| | | } 1,32 WA/Ausflügler |
| im Durchschnitt während 2 Wochenenden | 0,415 WA/Person | |

Bezogen auf die Gesamtbevölkerung ergibt sich eine durchschnittliche WA-Intensität je Person von 0,415 WA/zwei Wochenende oder, auf ein Wochenende umgerechnet, im Durchschnitt 0,208 WA/Person.

Die Durchschnittswerte der Ausflugshäufigkeit und der Ausflugsintensität sind jedoch nur beschränkt aussagekräftig, variieren sie doch je nach der Zugehörigkeit der WA-Teilnehmer zu einer der sozio-ökonomischen und / oder demographischen Gruppen beträchtlich. Im Hinblick auf die Modellformulierung sind nachstehend die Abweichungen aufgrund des PW-Besitzes des Haushaltes dargestellt.

Abb. 2 Ausflüge an zwei Wochenenden im Winter, differenziert nach dem Motorisierungsgrad des Haushaltes



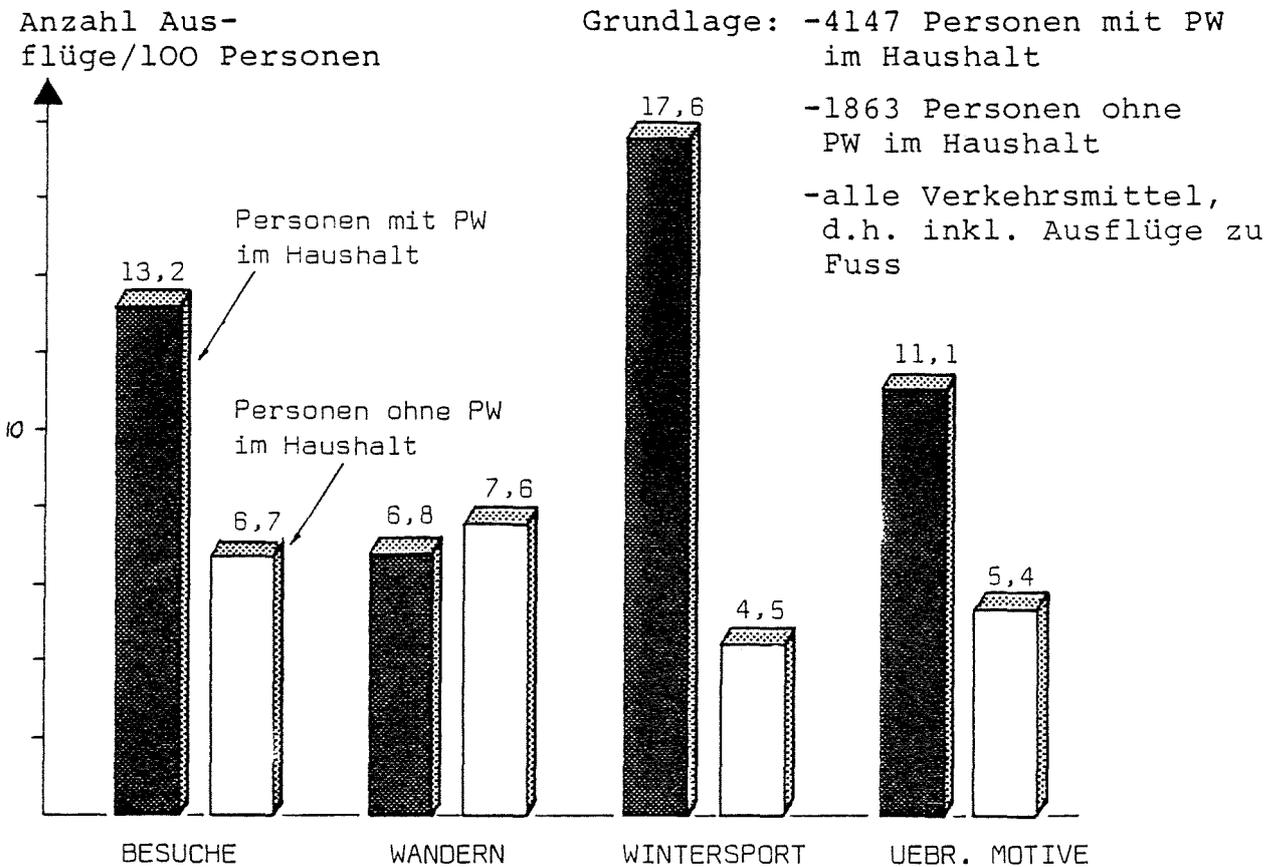
Personen aus Haushalten mit einem PW unternehmen während den betrachteten zwei Wochenenden rund doppelt so viele Ausflüge wie Personen aus nichtmotorisierten Haushalten.

Die Differenzierung der Ausflugsmotive nach sozio-ökonomischen und demographischen Gruppierungen weist auf signifikante Verhaltensunterschiede bei den verschiedenen Freizeitaktivitäten hin. Die Modellformulierung ist demzufolge nicht für die Wochenend-Ausflüge als Ganzes, sondern nach Ausflugszwecken getrennt vorzunehmen. Eine Unterscheidung sämtlicher in der Befragung möglicher Antworten (16 Motive) ist wegen des Aufwandes für die Modellbildung und wegen der ungenügenden Vertretung der einzelnen Ausflugsmotive in der Stichprobe auszuschließen. Aufgrund der spezifischen Anteile und verkehrsrelevanter Kriterien können schliesslich vier relativ homogene Motivgruppen gebildet werden:

| | <u>%-Anteil</u> |
|---|-----------------|
| 1) Besuch von Verwandten und Bekannten (= BESUCHE) | 27 |
| 2) Spazieren, Wandern (= WANDERN) | 17 |
| 3) WINTERSPORT | 33 |
| 4) Auswärts essen, Zweitwohnung benützen, etc. (= UEBRIGE MOTIVE) | 23 |
| | <hr/> 100 |

Wie die nächste Abbildung zeigt, wirkt sich die Verfügbarkeit eines Haushaltes über einen PW je nach Ausflugsmotiv sehr unterschiedlich aus.

Abb. 3 Anzahl Ausflüge an zwei Wochenenden im Winter / 100 Personen, differenziert nach Ausflugsmotiven und PW-Verfügbarkeit



In der Repräsentativumfrage über den Ausflugsverkehr werden acht Verkehrsmittel unterschieden, die für die weitere Auswertung in drei Verkehrsmittel-Kategorien zusammengefasst werden (vgl. folgende Tabelle)

Tab. 1 Verkehrsmittelwahl an zwei Wochenenden im Winter

| Verkehrsmittel | Anzahl WA | Verkehrsmittel-Kategorie | | |
|----------------|---------------|--------------------------|------|--------------|
| | | BAHN/BUS | AUTO | FUSSGAEN-GER |
| Auto | 1945 (78,6 %) | | 1945 | |
| Bahn | 291 (11,8 %) | 291 | | |
| Postauto | 42 (1,7 %) | 42 | | |
| Car | 15 (0,6 %) | 15 | | |
| Motorrad | 4 (0,2 %) | | 4 | |
| Fahrrad | -- | | | |
| Fussgänger | 155 (6,2 %) | | | 155 |
| andere | 23 (0,9 %) | | | 23 |
| Total | 2475 (100 %) | 348 | 1949 | 178 |

Beinahe 80 % aller Wochenend-Ausflüge, welche über die Nachbargemeinde hinausführen*), werden mit dem privaten Motorfahrzeug unternommen. Bei der üblichen Betrachtungsweise ohne den Fussgängeranteil werden sogar 85 % der Ausflüge mit dem privaten, hingegen nur 15 % mit dem öffentlichen Verkehr durchgeführt. Die Verkehrsmittelanteile, differenziert nach sozio-ökonomischen und demographischen Charakteristiken, sind im Bericht zur Repräsentativumfrage (Schmidhauser, 1973) ausführlich dargestellt. Im Hinblick auf die Etablierung eines verhaltensorientierten Verkehrsmodells sind weitere Aspekte der Verkehrsmittelwahl von Interesse. In der folgenden Tabelle ist die Verkehrsmittelwahl nach Ausflugsmotiven differenziert.

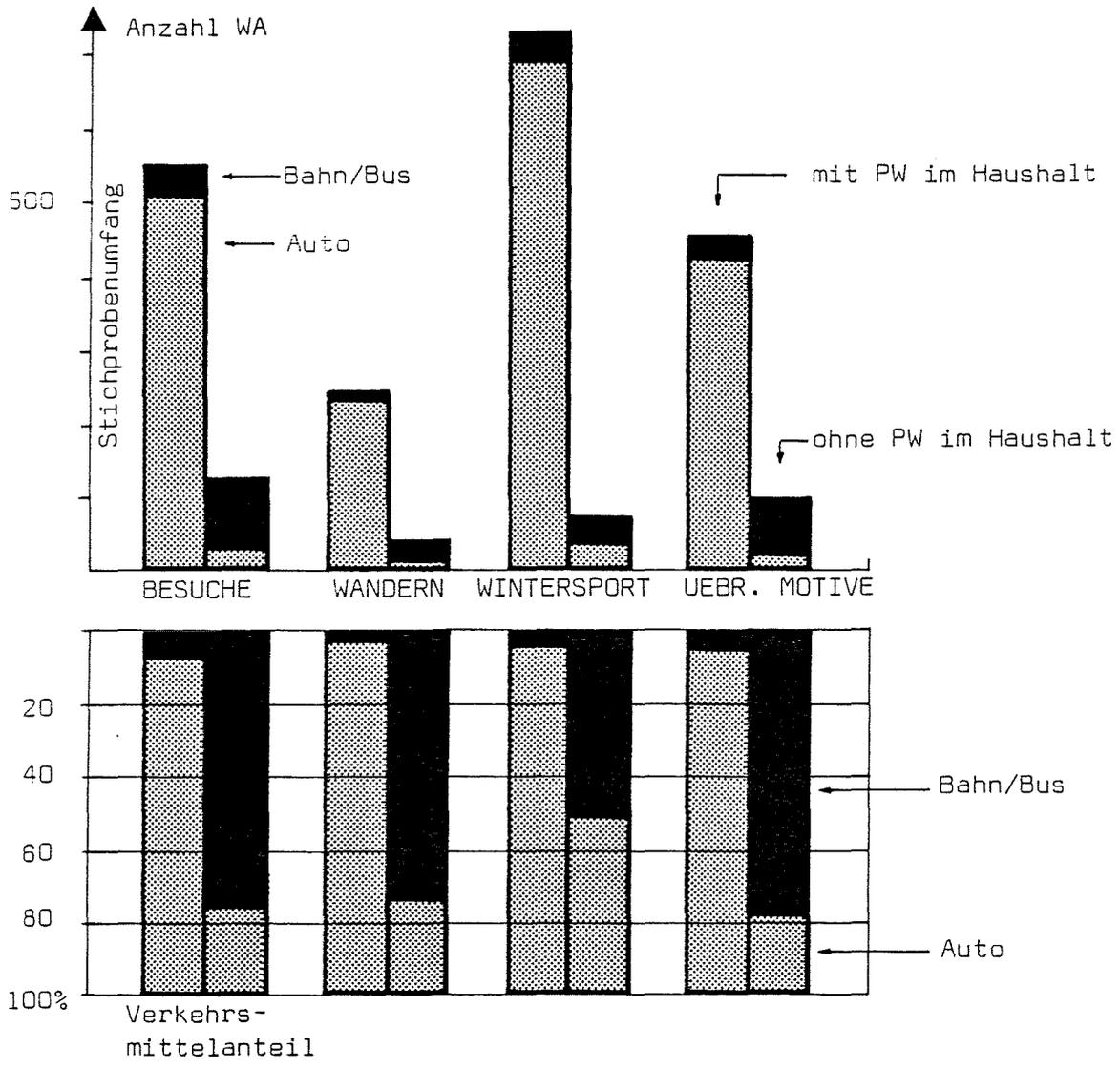
*) vgl. Definition in Kap. 3.4.1

Tab. 2 Verkehrsmittelwahl nach Ausflugsmotiven

| Motiv Verkehrsmittel | BESUCHE | | WANDERN | | WINTERSPORT | | UEBR.MOTIVE | |
|-------------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | Anzahl WA | Modal Split % | Anzahl WA | Modal Split % | Anzahl WA | Modal Split % | Anzahl WA | Modal Split % |
| BAHN/BUS | 133 | 20 | 33 | 8 | 78 | 10 | 104 | 19 |
| AUTO | 537 | 79 | 242 | 57 | 724 | 89 | 446 | 79 |
| FUSSGAENGER | 4 | 1 | 152 | (35) | 11 | 1 | 11 | 2 |
| Total | 674 | 100 | 427 | 100 | 813 | 100 | 561 | 100 |

Ausflüge, welche über die Nachbargemeinde hinausführen und ausschliesslich zu Fuss durchgeführt werden, sind weitgehend auf das Ausflugsmotiv WANDERN beschränkt (Tab. 2). In der folgenden Abbildung wird deshalb die Verkehrsmittelwahl nur für Auto bzw. Bahn/Bus dargestellt.

Abb. 4 Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit des PW-Besitzes des Haushaltes (ohne Fussgänger)



Der Besitz eines PW's im Haushalt ist zweifellos eine Schlüsselgrösse bei der Wahl des Verkehrsmittels für den Wochenendausflug. Erstaunlich hoch - vor allem beim Wintersport - ist die Autobenützung bei den Personen, die über keinen eigenen PW im Haushalt verfügen (Mitfahrer bei Freunden und Verwandten).

Als Grundlage für die Modelletablierung wurden weitere Zusammenhänge zwischen den Erscheinungsformen des Wochenend-Ausflugverkehrs und erklärenden Variablen untersucht, welche an dieser Stelle nicht dargestellt sind. Für die detaillierte Analyse der Erhebung wird auf die "Dissertation" verwiesen.

c) Differenzen zwischen genereller und ereignisbezogener Ausflugshäufigkeit

Vergleicht man die im Kap. 3.4.2 dargestellte Analyse der generellen Angaben mit den ereignisbezogenen Angaben der Haushaltsbefragung, so stellt man grosse Unterschiede fest. Gegenüber den Angaben über die vergangenen beiden Wochenenden liegen die generellen Angaben über die WA-Häufigkeiten um rund 65 % höher, unter Zugrundelegung des durch Aufaddition der für die einzelnen Ausflugsziele genannten Häufigkeiten berechneten Totals gar um 110 % höher (vgl. Schmidhauser, S. 34). Gemäss Schmidhauser ist die Differenz einerseits in der grossen Ungenauigkeitsmarge bei den generellen Angaben über die Ausflugshäufigkeit der ganzen Saison zu suchen.

"Andererseits könnte die Diskrepanz auch daher rühren, dass die Befragten dem Interviewer nicht alle WA zur Kenntnis brachten, die sie oder andere Haushaltsmitglieder an den beiden vorausgegangenen Wochenenden unternommen hatten, oder - was wahrscheinlicher ist - dass die erfassten Wochenenden für die gesamte Wintersaison nicht repräsentativ sind, d.h. ein unterdurchschnittliches WA-Volumen aufweisen."

3.5 Aggregationsprobleme

Modelle, die auf der Stufe einer Einzelperson etabliert wurden, können je nach Fragestellung entweder direkt disaggregiert angewendet werden, oder erst nach ihrer Transformation in ein aggregiertes Modell. Die hauptsächlichste Schwierigkeit einer disaggregierten Anwendung besteht darin, für sämtliche Personen eines Untersuchungsgebietes nicht nur das zukünftige Verkehrsangebot zu definieren, sondern vor allem auch die sozio-ökonomischen Merkmale individuell zu prognostizieren. Viele Fragen, die das Verhalten der Verkehrsteilnehmer betreffen (z.B. Reaktion auf Benzinpreisveränderungen) können mit verhaltensorientierten Modellen beantwortet werden, ohne dass die Auswirkungen für die Gesamtheit aller Betroffenen einbezogen werden müssen. Dies geschieht durch die Untersuchung der Nachfrageelastizität verhaltenstypischer Personen (vgl. "Dissertation", Kap. 4.7 und Kap. 9).

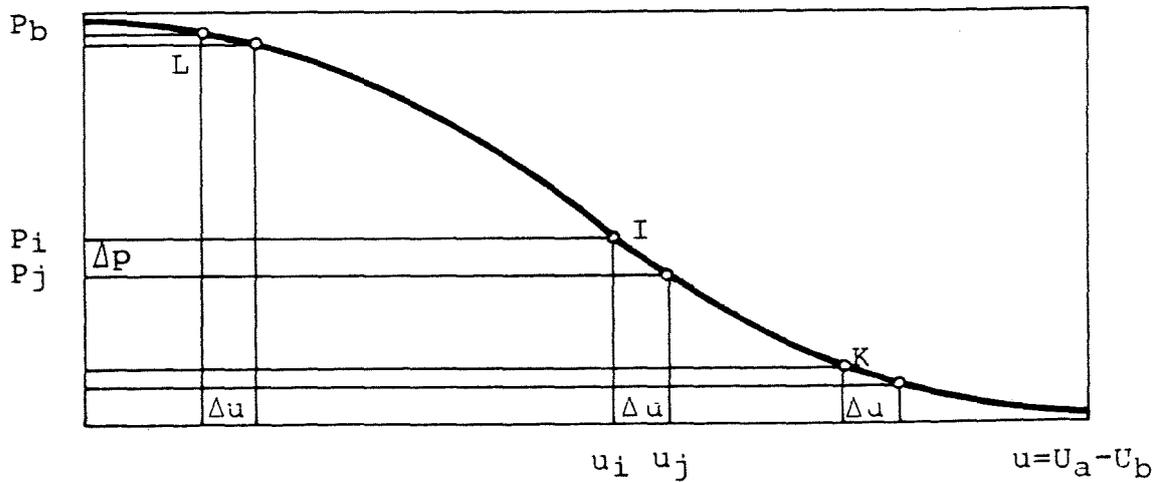
Für die vorliegende Anwendung bei der Ueberprüfung der sechs Nationalstrassenstrecken sind die gesamtheitlichen Auswirkungen, d.h. Belastungen bzw. Belastungsveränderungen der Netzvarianten mit und ohne die umstrittenen Teilstrecken zu bestimmen. Im Vordergrund des Interesses steht also nicht das Verhalten der Einzelperson, sondern die Menge der Personen bzw. der Anteil der Personen einer Gruppe, welche eine bestimmte Alternative auswählt. Zu diesem Zweck ist das Modell in aggregierter Form anzuwenden. Die Verwendung von durchschnittlichen anstelle der individuellen Variablenwerte kann zu falschen Resultaten führen, da die zugrundeliegenden Zusammenhänge nicht linear und die Bevölkerung bezüglich der unabhängigen Variablen nicht homogen ist. Dieser Zusammenhang kann an einem einfachen Beispiel dargestellt werden.

Wir betrachten ein binäres Verkehrsteilungsmodell, welches die Wahrscheinlichkeit P_b , mit der das öffentliche Verkehrsmittel b gegenüber dem privaten Verkehrsmittel a gewählt wird, mit der folgenden Formel beschreibt

$$P_b = \frac{1}{1 + \exp(U_a - U_b)}$$

Dieser Zusammenhang ist in Abb. 5 graphisch dargestellt:

Abb. 5 Aggregierter Modal-Split



Betrachtet wird eine aggregierte Personengruppe, repräsentiert durch den Punkt I und der Differenz der Nutzenfunktionen $U_a - U_b = u_i$. Werden die unabhängigen Variablen so verändert, dass $U_a - U_b = u_j$, verändert sich die Wahrscheinlichkeit P_i um den Betrag ΔP nach P_j . Falls dieselbe Personengruppe aus zwei Teilen besteht, z.B. motorisierte und nicht-motorisierte Personen, welche durch die Punkte K und L repräsentiert werden, wird bei der gleichen Modifikation um den Betrag $u_i - u_j = \Delta u$ insgesamt eine kleinere Veränderung der Wahrscheinlichkeit resultieren, was aus Abb. 5 deutlich hervorgeht. Die Auswirkungen auf den Modal-Split werden durch die Verwendung einer mittleren Nutzenfunktionsdifferenz für die ganze Personengruppe in diesem Beispiel überschätzt.

Aus dem obigen Beispiel ist jedoch gleichzeitig ersichtlich, wie ein verhaltensorientiertes Modell durch die Verwendung homogener Personengruppen aggregiert angewendet werden kann. Aus der Modellkalibration sind die verhaltensrelevanten Variablen bekannt. Die ganze Bevölkerung eines Untersuchungsgebietes wird in verhaltenshomogene Gruppen unterteilt. Diese Gruppen können ohne Verzerrungen durch die Mittelwerte der Modellvariablen repräsentiert werden. Ein disaggregiertes Modell kann somit methodisch relativ einfach in ein aggregiertes Modell transformiert werden. In der praktischen Anwendung sind dieser Methode jedoch gewisse Grenzen gesetzt. Mit der Zahl der separat zu untersuchenden homogenen Personengruppen nimmt der Aufwand für die Berechnung der verschiedenen Teilmodelle rasch zu. Ausserdem besteht im Prognosefalle die Schwierigkeit, die zugrundeliegenden Variablenwerte mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen. Für die praktische Anwendung ist zwischen einer möglichst differenzierten Unterteilung in verhaltenshomogene Personengruppen einerseits und einer möglichst geringen Zahl von separaten Modellrechnungen für die einzelnen Gruppen von Fall zu Fall ein Optimum zu bestimmen.

3.6 Simulationsbereich und Form der Teilmodelle

Es wurde bereits dargelegt, dass für die vorliegende Aufgabenstellung - die Ueberprüfung von sechs Nationalstrassenstrecken - die gesamtheitlichen Auswirkungen in Form von Netzbelastungen etc. zu bestimmen sind. Damit steht fest, dass die einzelnen Teilmodelle unabhängig davon, ob sie aggregiert oder disaggregiert kalibriert werden, in aggregierter Form anzuwenden sind. Offen bleibt also die Frage, welche Teilmodelle auf der Stufe der Einzelperson, d.h. disaggregiert, und welche als konventionelles, aggregiertes Modell kalibriert werden müssen. Die Beantwortung dieser Frage ist u.a. abhängig vom Modellumfang, oder anders ausgedrückt, vom Simulationsbereich des zu etablierenden Modells. Der Wochenendverkehr im Winter als genereller Bezugsrahmen wurde bereits in der Zielsetzung festgelegt. Auf zusätzliche Präzisierung wird nachstehend noch näher eingegangen.

Die Darstellung des Verkehrsverhaltens ist auch mit Hilfe von disaggregierten Modellansätzen auf einige wesentliche Aspekte der Ortsveränderungen am Wochenende beschränkt. Als Bezugszeit für die vorliegende Modellrechnung wurde in Anlehnung an die gleichzeitig laufende Untersuchung des Werktagsverkehrs 'ein Tag' festgelegt. Damit stehen noch folgende Entscheidungsmöglichkeiten einer Ortsveränderung offen:

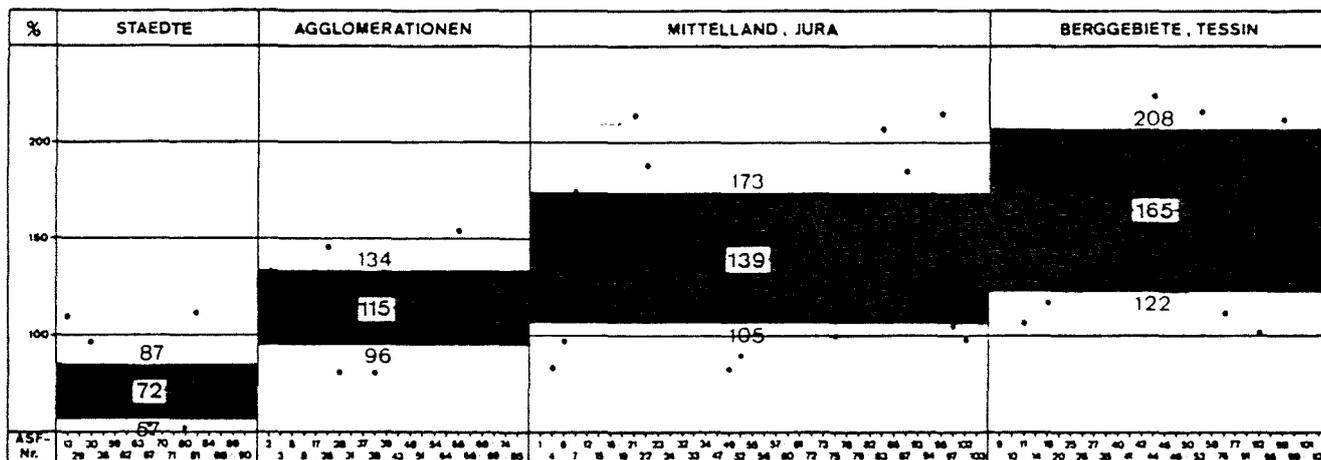
- Anzahl Ortsveränderungen pro Tag
- Fahrtziel
- Verkehrsmittel
- Fahrroute

Massgebender Tag an den Wochenenden im Winter ist der Sonntag, wie eine Analyse des Verkehrsgeschehens auf dem Strassennetz eindeutig zeigt (Quelle*). In der folgenden Abb. sind die jeweiligen Winter-Mittelwerte von rund 100 permanenten Zählstellen auf dem schweizerischen Strassennetz dargestellt:

*)

Jenni + Voorhees AG / SNZ Ing. büro AG, ANALYSE DES WOCHENEND-
VERKEHRS, im Auftrag der GVK-CH, 1974

Abb. 6 Verhältnis der Wintermittel der Verkehrsbelastungen auf dem Strassennetz an Sonntagen bezüglich denjenigen an Werktagen, differenziert nach der geographischen Lage der Zählstelle



Danach sind die Belastungen des Sonntagsverkehrs im Winter ausserhalb der Städte mindestens gleich, meistens aber wesentlich grösser als diejenigen des Werktagsverkehrs. Mit zunehmender Distanz von den Städten verschiebt sich das Verhältnis zugunsten des Sonntagsverkehrs. Nur in den Städten liegen die Samstagsbelastungen im Wintermittel leicht über den Sonntagsbelastungen, aber deutlich unter den werktäglichen Verkehrsmengen. Aus den Resultaten dieser Vergleiche, welche für den Simulationsbereich des zu etablierenden Verkehrs-Modells (Winter-Wochenende 1974) gültig sind, geht eindeutig der Sonntagsverkehr als massgebender Zustand an Wochenenden hervor.*)

Aufgrund der verfügbaren Unterlagen (Haushaltinterviews) können für die folgenden zwei Fahrtentscheidungen ein disaggregiertes Modell etabliert werden

- Anzahl Ortsveränderungen pro Tag (Verkehrserzeugung)
- Wahl des Verkehrsmittels (Modal-Split)

*) Eine Untersuchung dieses Sachverhaltens für die Jahre 1977 und 1978 zeigt, dass die Samstagsbelastungen stark angewachsen sind und an den meisten Zählstellen (auch ausserhalb der Städte) die Sonntagsbelastungen erreichen, oft sogar übertreffen.

Für die individuelle (disaggregierte) Behandlung der Zielwahl genügen die vorhandenen Unterlagen nicht. Insbesondere fehlen Angaben bezw. Kenntnisse darüber, was bei den verschiedenen Fahrtmotiven als "Ziel-Alternative" empfunden wird und durch welche Merkmale die Attraktivität eines Zielortes beschrieben werden kann. In Anlehnung an das Modell für den Werktagsverkehr wurde deshalb die Wahl des Fahrtzieles auf der Basis eines (aggregierten) Gravitationsmodells abgebildet.

Zur Wahl der Fahrroute wurden in den zugrundeliegenden Interviews keine Angaben erhoben. Die Netzbelastungen des öffentlichen und des privaten Verkehrs werden direkt mit einem aggregierten Umlegungsmodell ermittelt.

Übersicht über die Form der Teilmodelle (siehe Teil III):

- | | |
|----------------------|---|
| - VERKEHRSERZEUGUNG | disaggregierte Ansätze (transformiert in ein aggregiertes Modell) |
| - VERKEHRsverTEILUNG | aggregiertes Modell |
| - MODAL SPLIT | disaggregierte Ansätze (transformiert in ein aggregiertes Modell) |
| - UMLEGUNG | aggregiertes Modell |

3.7 In der Haushaltbefragung nicht erfasster Verkehr

Die Haushaltbefragung hatte zum Ziel, das Ausflugsverhalten der Bevölkerung am Wochenende zu erforschen. Damit liegt eine wertvolle Grundlage für die Modelletablierung vor. Für eine vollständige Nachbildung des Verkehrsgeschehens an einem Sonntag ist die in der Befragung erfasste Ausflugs-Aktivität mit folgenden Elementen zu ergänzen:

a) nicht rapportierte Ausflüge

- Gemäss Abschnitt 3.4.2 c) liegt nach den generellen Angaben die WA-Häufigkeit bis zu 110 % höher gegenüber den Angaben über die beiden dem Interview vorangehenden Wochenenden. Ein Ausflugsmanco ist event. aus folgenden Gründen möglich:
 - . einzelne Ausflüge der beiden vorangehenden Wochenenden vergessen
 - . aus Bequemlichkeit (Aufwand bei der Angabe jedes einzelnen Ausfluges) nicht angegeben
 - . Stichtage nicht repräsentativ (z.B. überdurchschnittlich viele Interviews an Schlechtwetter-Sonntagen)
- Ausflüge, welche nicht als solche empfunden wurden, weil beim Verkehrsteilnehmer mit dem Begriff "Ausflug" gewisse Vorstellungen verbunden sind, die im Zusammenhang mit einer durchgeführten Fahrt nicht erfüllt waren.

b) Nahbereich

Gemäss Definition waren Ausflüge anzugeben,

- bei welchen man mindestens 2 Stunden von zuhause weg war.
- deren Ziele ausserhalb der Wohngemeinde und ausserhalb der unmittelbar angrenzenden Nachbargemeinde lagen.

Somit fehlt in der Befragung systematisch ein gewisser Anteil an kürzeren Fahrten, welcher zwar bei der Verkehrsleistung nicht stark ins Gewicht fällt, aber dennoch nicht vernachlässigt werden kann (die entsprechende Ergänzung wird bei der Verkehrsverteilung (Kap. 6.A5) gemacht werden).

c) nicht Ausflugsverkehr

Trotz dem festgestellten Schwergewicht auf dem Ausflugsverkehr (vgl. GVK-Auftrag Nr. 22, Analyse des Wochenendverkehrs) ist auch am Sonntag mit einem gewissen Anteil der übrigen Fahrtzwecke zu rechnen:

- P: geringe Bedeutung (z.B. Wochenaufenthalter (Wochenpendler); Berufstätige, welche am Sonntag arbeiten).
- E: geringe Bedeutung (z.B. Zeitung am Kiosk)
- N: geringe Bedeutung (z.B. Geschäftshinreise)
- T: dazu gehört neben dem erfassten Ausflugsverkehr der gesamte Ferienverkehr. Dieser dürfte leistungsmässig eine bedeutende Rolle spielen und speziell an den Querschnitten zu den Wintersportregionen einen erheblichen Anteil der Verkehrsbelastungen ausmachen. Er wird deshalb parallel zum Ausflugsverkehr in einem eigenen 4-Schritt-Modell behandelt.

Eine Verkehrserhebung in einem Touristikgebiet (Prättigau) an einem Winterwochenende (16. bis 18. Februar 1979) ergab für die verschiedenen Fahrtzwecke die folgenden Anteile (vgl.: Die Bedeutung des Wochenendverkehrs (Fallstudie), Zeitschrift Strasse und Verkehr 12/1980, B. Albrecht).

Tab. 3: Fahrtzweckanteile samstags und sonntags (Februar 1979, Prättigau)

| Fahrtzweck | Winter- samstag | Winter sonntag |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| Eintägiger Ausflug | 19 % | 38 % |
| Wochenendausflug (2-tägig) | 9 % | 18 % |
| Ferienhin- und -rückfahrt | 46 % | 26 % |
| Total Touristikverkehr | 74 % | 82 % |
| Uebrige Fahrtzwecke (P,E,N) | 26 % | 18 % |

Die Resultate dieser Erhebung zeigen, dass selbst in einem ausgesprochenen Touristikgebiet der Anteil der Fahrtzwecke P, E und N (18 %) an einem Sonntag keinesfalls vernachlässigt werden kann. Der bedeutende Anteil des Ferienverkehrs auf dieser Achse kommt daher, dass rund 10 % der anreisenden Motorfahrzeuge Durchgangsverkehr mit vorwiegend Feriencharakter sind, welche ihr Ziel (Engadin, Oesterreich, Italien) über den Flüela erreichen.

Bei der im Teil III dargestellten Modelletablierung steht das Modell für den Wochenend-Ausflugsverkehr im Zentrum. Daneben müssen jedoch auch die in diesem Kapitel aufgeführten in der Haushaltbefragung nicht erfassten Elemente bestmöglich berücksichtigt werden:

- a) nicht rapportierte Ausflüge: Berücksichtigung mit Hilfe einer Aufwertungsfunktion (Kap. 5.A6)
 - b) Nahbereich: Korrektur der Widerstandskurven im Nahbereich (Kap. 6.A5)
 - c) Nicht Ausflugsverkehr: -P
E
N Berücksichtigung mit Hilfe der Aufwertungsfunktion (Kap. 5.A6)
- Für den Ferienverkehr werden parallel zu den Teilmodellen des Wochenend-Ausflugsverkehrs vereinfachte Teilmodelle entwickelt (Kap. 5.F und 6.F)

4. NETZE UND REISEZEITEN, AUSSENVERKEHR

4.1 Strassennetz

Die Grundlage für das Strassennetz bildet das im Rahmen der NUP erstellte Netz "Feinkalibration 1974", welches sich auf die Modellsynthese der GVK-CH abstützt (NUP-Auftrag Nr. 1: "Zwischenbericht Vorstudie", J+V/SNZ, Juli 1979, Kapitel 3). Es unterscheidet sich von der GVK-Modellsynthese in den Gebieten der zu überprüfenden Nationalstrassenstrecken und zwar einerseits durch Netzergänzungen, andererseits durch Netzkorrekturen, welche aufgrund einer Umlegungskalibration vorgenommen wurden.

Von diesem Netz "Feinkalibration 1974" wurden für das Wochenendverkehrsmodell folgende Alpenpässe eliminiert, welche im Winter geschlossen sind:

Tab. 4: Im Winter geschlossene Pässe

| Pass | eliminierte Teilstrecken |
|------------------|--------------------------|
| Albula | 1018 - 3022 |
| Furka | 3014 - 3052 |
| Grimsel | 3051 - 3052 |
| Gr. St. Bernhard | 2182 - 2183 |
| Klausen | 2967 - 2968 |
| Lukmanier | 2998 - 3019 |
| Nufenen | 3063 - 3064 |
| Oberalp | 996 - 3017 |
| San Bernardino | 3056 - 3057 |
| Splügen | 1225 - 3059 |
| Susten | 2995 - 2996 |
| Umbrail | 1222 - 3026 |

Beim Gotthard wurde der zu diesem Zeitpunkt noch bestehende Autoverlad durch den Eisenbahntunnel, welcher im GVK-Netz nicht berücksichtigt wurde, speziell in das Winterstrassennetz aufgenommen. Zu diesem Zweck wurde zwischen Göschenen und Airolo eine Teilstrecke mit einer Fahrzeit von 63 Minuten eingeführt.

Entgegen den Studien für den Werktagsverkehr wurde dieses Winterstrassennetz nicht auf den Zustand 1979 aktualisiert, da der Simulationsbereich des Wochenendverkehrs-Modells (Bezugszeitpunkt Haushaltbefragung) ein Wintersonntag 1974 ist.

Die Geschwindigkeiten auf den einzelnen Streckenabschnitten wurden vom Werktagsverkehrsnetz übernommen. Die Bestwege für die Wunschlinien- und Modal Split-Berechnung wurden gemäss den Erfahrungen aus dem GVK-Wochenendverkehrsmodell zu 100 % nach Zeit berechnet (Werktagsverkehr: 65 % Zeit, 35 % Distanz). Bei der Umlegung wurden hingegen 50 % der Wunschlinien nach dem kürzesten Weg und 50 % nach der kürzesten Zeit umgelegt.

Die Terminalzeiten und -distanzen für die Reisezeitmatrizen konnten für die Fahrtzwecke "Besucher" und "Uebrige" vom Werktagsverkehrsmodell übernommen werden, weil die entsprechenden Aktivitäten siedlungsgebunden sind. Für die Fahrtzwecke Skifahren und Wandern mussten sie dort angepasst werden, wo die Zielpunkte (Bergbahnstationen usw.) nicht mit dem Zonenschwerpunkt zusammenfallen. Den Fahrtzwecken Ski/Wandern und Besucher/Uebrige wurden somit zwei unterschiedliche Strassennetze zugrundegelegt, welche in den Terminalzeiten und -distanzen der einzelnen Zonen voneinander abweichen.

4.2 Bahn-/Busnetz

Das Bahn-/Busnetz wurde unverändert von der Modellsynthese der GVK-CH, Netzzustand 1974, übernommen (GVK-Auftrag Nr. 123: Gesamtschweizerisches Personenverkehrsmodell: Schlussvarianten, J+V/SNZ, November 1977, Kap. 5).

Die Bestwege wurden wie beim Privatverkehr nach Zeit bestimmt.

Zwei unterschiedliche Reisezeiten und -distanzen ergaben sich für die Fahrtzwecke Besucher/Uebrige und Ski/Wandern auch hier infolge verschiedener Terminalzeiten.

4.3 Aussenverkehr

4.3.1 Einleitung

Die modellmässige Abbildung des Wochenendverkehrs bezieht sich auf den schweizerischen Binnenverkehr. Der Aussenverkehr wird folgendermassen berücksichtigt:

- das Verkehrsaufkommen derjenigen Einwohner der Schweiz, welche ein Fahrtziel im Ausland aufsuchen, ist vom Gesamtverkehrspotential der Modellrechnung in Abzug zu bringen.
- Die Zielfahrten in die Schweiz sind bei den Attraktionen der Zielgebiete nur dann in Abzug zu bringen, wenn dadurch die Zielwahl der Binnenausflüge, z.B. durch ein reduziertes Aufnahmevermögen der Zielgebiete, beeinflusst wird. Bei den Attraktionen sämtlicher Ausflugsmotive handelt es sich aber um Attraktionsgewichte. Auf eine Berücksichtigung des Zielverkehrs im Verkehrserzeugungsmodell kann daher verzichtet werden.
- Die Verkehrsbeziehungen mit dem Ausland und vor allem auch der Transitverkehr belasten die Verkehrsnetze. Um die vollständigen Belastungen zu erhalten, sind diese Beziehungen den Binnenverkehrsbelastungen zu überlagern.

Wie aus den nachfolgenden Ausführungen hervorgeht, handelt es sich bezüglich des vorhandenen Aussenverkehrs um eine noch sehr schwache Stelle in den verfügbaren Grundlagen. Im Gegensatz zum Werktagsverkehr, wo gezielte und umfassende Grenzverkehrserhebungen im Rahmen der GVK-CH durchgeführt wurden, sind beim Wochenendverkehr im Zeitpunkt der Modelletablierung mit Ausnahme einiger punktueller Erhebungen*) keine gesamtschweizerische oder mindestens räumlich-repräsentative Grundlagen vorhanden. Andererseits dürfte durch die Lage der zu untersuchenden Nationalstrassenabschnitte im Landesinnern der Aussenverkehr nicht von grossem Einfluss sein (mit Ausnahme der N-7).

*)
- Erhebung Kanton Thurgau 1979 (im Zusammenhang mit der Ueberprüfung der N-7)
- ASB-Querschnittszählungen im Grenzgebiet.
- Nach Abschluss dieser Arbeit führte der Stab für Gesamtverkehrsfragen im Herbst 1981 eine Wochenend-Grenzverkehrserhebung durch.

4.3.2 Aussenverkehrsabzüge am Verkehrsaufkommen

Die Berechnung des Verkehrsaufkommens im Erzeugungsmodell des Wochenendverkehrs stützt sich auf eine Befragung (HSG-Erhebung) von 2000 Haushalten mit rund 6000 Personen. Da die Erhebung auch bezüglich der geographischen Verteilung der Interviews repräsentativ und ausserdem die einzig verfügbare Unterlage ist, wurden die als Stichprobe erfassten Ausflüge ins Ausland auf die ganze Schweiz hochgerechnet. Im Durchschnitt über alle Ausflugs motive werden rund 7 % der Ausflüge am Wochenende ins Ausland unternommen. Für eine zonenweise Hochrechnung ist die zugrundeliegende Stichprobe der Auslandsfahrten jedoch viel zu klein. Es wurde deshalb versucht, wenigstens für die Raumplanungsregionen RPR einiger massen gesicherte Angaben zu machen. Da die Anteile der Ausland-Ausflüge nach Ausflugs motiven ziemlich unterschiedlich sind, wurden die Abzüge am Verkehrsaufkommen entsprechend differenziert. Nachstehend sind die Ergebnisse dieser Untersuchung dargestellt.

Tab. 5 Abzüge am Verkehrsaufkommen (Produktionen) infolge Fahrten ins Ausland

| Liste der RPR | BESUCHE | WANDERN | WINTER-SPORT | UEBRIGE | TOTAL |
|---|---------|---------|--------------|---------|-------|
| 85 | 38 % | 80 % | 59 % | 36 % | 50 % |
| 1,79,84 | 15 % | 32 % | 23 % | 14 % | 20 % |
| 2-4,11,12, 19-21 33,34,36 | 8 % | 16 % | 12 % | 7 % | 10 % |
| 14,15,17,18, 22-24,28-32,37, 38,67,86 | 4 % | 8 % | 6 % | 4 % | 5 % |
| Uebrige RPR | 1 % | 2 % | 1 % | 1 % | 1 % |

4.3.3 Die Belastungen des Aussenverkehrs

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass zur Bestimmung der Aussenverkehrsbelastungen auf den Verkehrsnetzen keine entsprechenden Erhebungen vorhanden sind. Im Zusammenhang mit der Modellrechnung für den Wochenendverkehr standen schliesslich nur noch zwei Möglichkeiten zur Diskussion:

- (1) Verzicht auf eine Ueberlagerung des Aussenverkehrs unter Inkaufnahme, dass die Verkehrsbelastungen im allgemeinen, im grenznahen Bereich und auf Transitrouten im besonderen, gegenüber den tatsächlichen Belastungen zu klein werden.
- (2) Ueberlagerung der Belastungen des Werktagsverkehrs. Dabei steht zum vornherein fest, dass die Verkehrsstrukturen (Ziele) und die Verkehrsmengen starken, aber nicht genau bestimmbaren Schwankungen unterworfen sind.

Gewählt wurde schliesslich die Möglichkeit (2), weil aufgrund der Erhebungen an einigen grenznahen, permanenten ASF-Zählstellen wenigstens ein entfernter Zusammenhang zwischen dem Aussenverkehr an Werktagen und an Wochenenden festgestellt werden konnte.

Die Verkehrsbeziehungen mit dem Ausland wurden zu diesem Zweck nicht mehr neu auf das Strassennetz des Wochenendverkehrsmodells umgelegt, sondern direkt in Form von Belastungen (aus der Linkdatenbank des Werktagsverkehrs) übernommen.

TEIL

III

**ETABLIERUNG
DER**

TEILMODELLE

In den Kap. 5 bis 8 wird die Etablierung der vier Teilmodelle dargestellt.

Im Rahmen der Dissertation wurden disaggregierte Modellansätze für den Wochenendverkehr entwickelt. Gemäss Auftrag sind die Modellansätze für

- die Ausflugshäufigkeit
- die Wahl des Verkehrsmittels

in ein aggregiertes, gesamtschweizerisches Modell einzubauen. Die für diese beiden Teilmodelle entwickelten disaggregierten Ansätze wurden in einem Zwischenbericht*) festgehalten. Im Anhang des vorliegenden Berichtes sind Auszüge aus diesem Zwischenbericht enthalten:

Anhang I: Disaggregierte Modellansätze für
die Ausflugshäufigkeit

Anhang II: Disaggregierte Modellansätze für
die Wahl des Verkehrsmittels

Für die Verkehrserzeugung (Kap. 5) und Verkehrsverteilung (Kap. 6) wird parallel zu dem im Vordergrund stehenden Ausflugsverkehr (Kap. 5.A resp. 6.A) auch ein vereinfachtes Modell für den Ferienverkehr (Kap. 5.F resp. 6.F) entwickelt.

*)

Wochenendverkehr: Zwischenbericht über den Stand der Modelletablierung per Ende September 1979 zuhanden der Kommission NUP, G. Gottardi

| | |
|----|-------------------|
| 5. | VERKEHRSERZEUGUNG |
|----|-------------------|

5.A Ausflugsverkehr5.A1 Möglichkeiten für die Formulierung eines disaggregierten Modellansatzes für die Ausflughäufigkeit

Im vorliegenden Fall umfasst die zugrundegelegte Stichprobe die Ausflüge an zwei Wochenenden. Während dieser Zeitperiode werden von einzelnen Personen mehrere Ausflüge unternommen. Die Frage der Ausflughäufigkeit beschränkt sich daher nicht nur auf die Möglichkeiten ja oder nein, sondern

- kein Ausflug
- 1 Ausflug
- 2 Ausflüge
- etc.

Wegen der geringen Häufigkeit mit ≥ 3 Ausflügen werden die folgenden drei Häufigkeitskategorien unterschieden

- kein Wochenendausflug (KEIN WA)
- ein Wochenendausflug (1 WA)
- zwei oder mehr Wochenendausflüge (2+WA)

Gleichzeitig muss einschränkend vorausgesetzt werden, dass bei zwei und mehr Ausflügen stets dieselben Ausflugsaktivitäten gewählt werden.

Der logistische Modellansatz setzt voraus, dass nur gleichwertige Alternativen miteinander verglichen werden (vgl. dazu "Dissertation", Prinzip der Unabhängigkeit von irrelevanten Fahrtalternativen). Gleichwertige Alternativen sind nicht ohne weiteres zu definieren. Wenn wir davon ausgehen, dass aufgrund der in Kap. 3.4.2 festgestellten unterschiedlichen Fahrtcharakteristiken im Modell für die Ausflughäufigkeit nach Ausflugsmotiven unterschieden werden soll, bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die Formulierung eines Modellansatzes:

1. Möglichkeit (je ein Modellansatz pro Ausflugsmotiv)

| <u>BESUCHER</u> | <u>WANDERN</u> | <u>WINTERSPORT (SKI)</u> | <u>UEBRIGE</u> |
|-----------------|----------------|--------------------------|----------------|
| . KEIN | . KEIN | . KEIN | . KEIN |
| . 1 WA-Besucher | . 1 WA Wandern | . 1 WA-Wintersport | . 1 WA-Uebrige |
| . 2+WA-Besucher | . 2+WA-Wandern | . 2+WA-Wintersport | . 2+WA-Uebrige |

Gesucht sind die Wahrscheinlichkeiten, mit denen je Ausflugs-
motiv die drei verschiedenen Häufigkeiten gewählt werden. Da-
bei wird vorausgesetzt, dass die verschiedenen Ausflugsmoti-
ve nicht substituierbar sind. Der Alternative 1 oder 2+ Besu-
cherausflüge zu unternehmen, steht beispielsweise nur die Al-
ternative gegenüber, keinen Besuch zu machen.

2. Möglichkeit (Modell für die Ausflugshäufigkeit aller Aus- flugsmotive gleichzeitig)

- KEIN Wochenendausflug
- 1 WA-Besucher
- 2+ WA-Besucher
- 1 WA-Wandern
- 2+ WA-Wandern
- 1 WA-Wintersport
- 2+ WA-Wintersport
- 1 WA-Uebrige Motive
- 2+ WA-Uebrige Motive

Die Frage der Ausflugshäufigkeit für jedes Ausflugsmotiv wird
in einem einzigen Modellansatz behandelt. Dabei wird vereinfachend vorausgesetzt, dass die Ausflugs motive substituierbar
sind.

3. Möglichkeit (Modell für den Ausflugsaktivitätensplit)

Wird aber angenommen, dass es nur wegen der Dauer der betrach-
teten Zeitperiode (2 Wochenenden) Personen mit mehr als einem
WA gibt, dass sich diese Personen in der sozio-ökonomischen
Struktur, jedoch nicht von den Personen mit 1 WA unterscheiden,
ist noch ein weiterer Modellansatz möglich. Dazu wird jeder Aus-
flug einzeln betrachtet, d.h. eine Person mit zwei Ausflügen
erscheint zweimal (voneinander unabhängig) in der Stichprobe mit
je einem Ausflug, wobei die beiden Ausflüge durchaus für ver-
schiedene Aktivitäten durchgeführt werden können. Damit han-
delt es sich um ein eigentliches Modell für den Aktivitäten-
Split.

- Kein Wochenendausflug
- 1 WA-Besucher
- 1 WA-Wandern
- 1 WA-Wintersport
- 1 WA-Uebrige Motive

Für die drei beschriebenen Möglichkeiten wurde der logistische Modellansatz disaggregiert angewendet, wie er in Kap. 3.2 dargestellt und in der "Dissertation" ausführlich diskutiert ist. Dabei wurden in den Nutzenfunktionen verschiedene Variablen ausgetestet und ihre Erklärungskraft ermittelt. Die untersuchten Ansätze wurden im Zwischenbericht dargestellt und sind in Anhang I dieses Berichtes enthalten. Es konnte gezeigt werden, dass mit allen 3 Ansätzen die Stichprobe mit hoher Genauigkeit abgebildet werden konnte.

5.A2 Gewählter Modellansatz und unabhängige Variablen

a) Gewählter Modellansatz

Bezieht sich die Simulation des Modelles auf einen Tag (im Gegensatz zur Haushaltbefragung, welche aus statistischen Gründen 2 Wochenenden umfasste), so kommt die 3. Möglichkeit der tatsächlichen Entscheidungssituation einer Person an einem Sonntag am nächsten (beschränkte Möglichkeiten zum Durchführen mehrerer Ausflüge aus zeitlichen Gründen).

Zudem gibt es für die drei erwähnten Möglichkeiten des Modellansatzes jeweils eine unterschiedliche Anzahl Wahlmöglichkeiten:

1. Möglichkeit: $4 \cdot 3 = 12$ Wahlmöglichkeiten (gesamthaft)
2. Möglichkeit: 9 Wahlmöglichkeiten
3. Möglichkeit: 5 Wahlmöglichkeiten

Für die Stichprobe als Grundlage der Modellkalibration bedeutet dies jeweils, dass sie auf diese Anzahl Wahlmöglichkeiten aufgeteilt wird. Eine Aufsplitterung ist nur erwünscht, wenn damit verschiedene Fahrtcharakteristika unterschieden werden können. Auch aus diesen Überlegungen ist ein Ansatz gemäss der 3. Möglichkeit der vorteilhafteste.

Danach stellen die 4 Ausflugsmotive je eine Wahlmöglichkeit dar (Aktivitätensplit). Jeder Ausflug, den eine Person während der erhobenen Zeitperiode unternommen hat, geht separat in die Modellkalibration ein. Der Umfang der verfügbaren Stichprobe ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tab. 6: Anzahl WA nach Ausflugs-Aktivitätensplit

| Aktivität | Anzahl Personen |
|-------------------|-----------------|
| Kein WA | 4086 |
| WA-Besucher | 676 |
| WA-Wandern | 427 |
| WA-Wintersport | 813 |
| WA-Uebrige Motive | 602 |

b) unabhängige Variablen

Ein Vorwurf, der den meisten bisherigen Verkehrserzeugungsmodellen (Werktag oder Wochenende) gemacht wird, ist die Unabhängigkeit der Fahrt-, bzw. Ausflugshäufigkeit von den Netzeigenschaften. Stauungen auf dem Strassennetz können zu einem Rückgang der Ausflüge führen, während neue Verkehrsanlagen zusätzlichen Verkehr erzeugen.

Eine integrale Berücksichtigung des Verkehrsangebotes, aber auch der Einflüsse des gewählten Zieles und Verkehrsmittels, sind nur in einem simultanen Fahrtentscheidungsmodell möglich. Im vorliegenden sequentiellen Modellansatz wurde versucht, die Verkehrsgunst eines Wohnortes bezüglich den möglichen Zielorten der gewünschten Freizeitaktivität als Variable in den Modellansatz einzuführen.

Die Berechnung der Verkehrsgunst erfolgte nach folgendem Ansatz:

$$\text{HWYACC}_i = \frac{\sum_{j=1}^{\text{ZONE}} Z_j \cdot \exp(\gamma \cdot \text{TTIMEPV}_{ij})}{\text{ZONE}}$$

darin ist

| | |
|-------------------------|---|
| HWYACC _i : | Verkehrsgunst der Zone i mit dem Strassennetz |
| Z _j : | Zielattraktivität der Zone j (siehe Kap. 6.A2) |
| γ: | -0,023 (aus der Kalibration des GVK-Wochenendverkehrsmodells) |
| TTIMEPV _{ij} : | Reisezeit mit dem Auto von i nach j |
| ZONE: | 1170 GVK-Zonen, in welche die Schweiz unterteilt ist |

Mit der Detailanalyse der Stichprobe (vgl. "Dissertation", Kap. 8) konnte gezeigt werden, dass die Ausflugshäufigkeit der Einzelpersonen stark von den Variablen PW-Besitz, Altersklasse, Haushaltseinkommen und teilweise auch Ortsgrösse abhängt. In den untersuchten Modellansätzen (vgl. Anhang I) wurde bestätigt, dass diese Variablen sowie die zusätzlich eingeführte Variable "Verkehrsgunst" eine grosse Erklärungskraft haben. Auf eine detaillierte Darstellung dieser Ergebnisse wird an dieser Stelle unter Verweis auf den Anhang I verzichtet.

Bei der Etablierung eines gesamtschweizerischen Verkehrsmodells stellen sich die im Kap. 3.5 beschriebenen Aggregationsprobleme. In diesem Zusammenhang wird die Bevölkerung in sog. "verhaltenshomogene Gruppen" unterteilt. Als wichtigste Variable hat sich der PW-Besitz erwiesen, da Personen aus Haushalten mit einem PW rund doppelt so viele Ausflüge unternehmen wie Personen aus nichtmotorisierten Haushalten (vgl. Kap. 3.4). Somit wird die Ausflugshäufigkeit je Motiv für diese beiden Personengruppen getrennt bestimmt.

Die Anzahl Personen einer Zone, welche in einem motorisierten bzw. nichtmotorisierten Haushalt leben, wird nach folgender Formel berechnet (vgl. dazu Wochenendverkehr 1970, Bericht für die Leitstudie, GVK-Auftrag 41):

$$E_{i, \text{ mit}} = \left[\frac{Fz_i}{H_i} - 0,175 \left(\frac{Fz_i}{H_i} \right)^{2,2} \right] \cdot E_i$$

$$E_{i, \text{ ohne}} = \left[1 - \frac{Fz_i}{H_i} + 0,175 \left(\frac{Fz_i}{H_i} \right)^{2,2} \right] \cdot E_i$$

| | |
|-----------------------|---|
| i | Zone |
| E_i | Anzahl Einwohner |
| $E_{i, \text{ mit}}$ | Anzahl Einwohner in motorisierten Haushalten |
| $E_{i, \text{ ohne}}$ | Anzahl Einwohner in nichtmotorisierten Haushalten |
| Fz_i | Anzahl Fahrzeuge |
| H_i | Anzahl Haushalte |

5.A3 Der etablierte Modellansatz

Der allg. logistische Ansatz lautet (für eine Person der Zone i):

$$Pr_i(m) = \frac{\exp U_i(m)}{\sum_m \exp U_i(m)}$$

$Pr_i(m)$: Produktion*) für das Motiv m (Anzahl Persf./Person der Zone i, Sonntag)

$U_i(m)$: Nutzenfunktion für das Motiv m

m: Motiv m=1 SKI (Wintersport)
 m=2 WANDERN
 m=3 BESUCHER
 m=4 UEBRIGE
 m=5 kein Ausflug

Die Nutzenfunktionen der einzelnen Motive wurden für Personen aus den beiden unterschiedenen Personengruppen wie folgt bestimmte:

Personen ohne PW im Haushalt:

$$U_i(\text{SKI}_{\text{ohne}}) = 0,1929 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{ bezüglich SKI})$$

$$U_i(\text{WAND}_{\text{ohne}}) = 0,3847 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{ bezüglich WANDERN})$$

$$U_i(\text{BES}_{\text{ohne}}) = 0,2494 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{ bezüglich BESUCHE})$$

$$U_i(\text{UEBR}_{\text{ohne}}) = 0,2494 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{ bezüglich UEBRIGE})$$

$$U_i(\text{KEIN}_{\text{ohne}}) = 4,0726$$

$$Pr_i(m_{\text{ohne}}) = \frac{\exp U_i(m_{\text{ohne}})}{\sum_m \exp U_i(m_{\text{ohne}})}$$

$Pr_i(m_{\text{ohne}})$: Produktion einer Person der Gruppe "ohne" aus der Zone i für das Motiv m

*)

Produktion: Ein Ausflug besteht aus einer Hin- und Rückfahrt, die im TRIPS-Modell als 2 Produktionen der verkehrserzeugenden Zone angelastet werden.

Die durchgeführte Umrechnung von den in der HH-Befragung erfassten Ausflügen/2 Wochenende auf die im Modellansatz erzeugten Personenfahrten/Sonntag basiert auf einer eingehenden Analyse des Zeitpunktes der Ausflugsanfänge und -enden sowie der dazwischenliegenden Ausflugsdauer der erfassten WA

Personen mit PW im Haushalt:

$$\begin{aligned}
 U_i (\text{SKI}_{\text{mit}}) &= 0,1929 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{SKI}) + 1,7688 \\
 U_i (\text{WAND}_{\text{mit}}) &= 0,3847 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{WAND}) \\
 U_i (\text{BES}_{\text{mit}}) &= 0,2494 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{BES}) + 0,8964 \\
 U_i (\text{UEBR}_{\text{mit}}) &= 0,2494 \cdot \ln(\text{GUNST}_i, \text{UEBR}) + 0,7893 \\
 U_i (\text{KEIN}_{\text{mit}}) &= 4,0726
 \end{aligned}$$

$$\text{Pr}_i(m_{\text{mit}}) = \frac{\exp U_i(m_{\text{mit}})}{\sum_m \exp U_i(m_{\text{mit}})}$$

$\text{Pr}_i(m_{\text{mit}})$: Produktion einer Person der Gruppe "mit" aus der Zone i für das Motif m

Die Verkehrsgunst, welche in den Nutzenfunktionen aller Motive enthalten ist, berechnet sich dabei zonenweise wie folgt:

$$\text{GUNST}_{i,m} = \sum_{j=1}^{1170} \text{At}_{j,m} \exp(-0,023 \cdot \text{TPV}_{ij})$$

$\text{GUNST}_{i,m}$: Verkehrsgunst der Zone i für das Motiv m
 $m=1, \dots, 4$: Motive

$\text{At}_{j,m}$: Attraktivität der Zielzone j für das Motiv m
 $\left. \begin{aligned}
 \text{At}_1 &= \text{Attraktivität SKI} \\
 \text{At}_2 &= \text{Attraktivität WANDERN} \\
 \text{At}_3 &= \text{Attraktivität BESUCHER} \\
 \text{At}_4 &= \text{Attraktivität UEBRIGE}
 \end{aligned} \right\} \text{ Berechnung s. Kap. 6.A2}$

TPV_{ij} : Fahrzeit Privatverkehr von i nach j

Die totale Anzahl Produktionen einer Zone i für das Motiv m berechnet sich somit für die beiden Personengruppen wie folgt:

ohne PW: $\text{Pr}_i(m_{\text{ohne}})_{\text{tot}} = E_{i,\text{ohne}} \cdot \text{Pr}_i(m_{\text{ohne}})$

$\text{Pr}_i(m_{\text{ohne}})_{\text{tot}}$: Produktion der Zone i für das Motiv m_{ohne}

mit PW: $\text{Pr}_i(m_{\text{mit}})_{\text{tot}} = E_{i,\text{mit}} \cdot \text{Pr}_i(m_{\text{mit}})$

$\text{Pr}_i(m_{\text{mit}})_{\text{tot}}$: Produktion der Zone i für das Motiv m_{mit}

5.A4 Aussenverkehrs-Abzüge

Bei der HSG-Erhebung wurden 2475 WA erfasst. Davon haben 381 ihr Ziel im Ausland, d.h. für die weiteren Modellschritte sind keine Netzdaten für sie verfügbar. Aus diesem Grunde sind sie aus der Stichprobe zu eliminieren. Auf der anderen Seite wird der grenzüberschreitende Verkehr mit den Aussenverkehrs-Matrizen bei der Umlegung wieder überlagert (vgl. Kap. 4.3.3).

Im ersten Teilmodell (Verkehrserzeugung) wird diesem Umstand Rechnung getragen, indem die entsprechenden Abzüge an den Produktionen gemacht werden. Diese prozentualen Abzüge je RPR wurden in Kap. 4.3 bestimmt (vgl. Tab. 5).

5.A5 Zusammenfassung der Produktionen

Unter Berücksichtigung obiger Aussenverkehrs-Abzüge verbleiben für den Binnenverkehr der Schweiz folgende Produktionen:

Tab. 7 Zusammenfassung der Abzüge des Quellverkehrs am Verkehrsaufkommen (Produktionen), differenziert nach Ausflugsmotiv und PW-Besitz

| | TOTAL Persf/Tag | QV- Abzüge Persf/Tag | BV Persf/Tag | Anteil QV am Total (%) |
|---------------|--------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| SKI MIT | 500'663 | 42'371 | 458'292 | 8,5 |
| WANDERN MIT | 126'735 | 14'312 | 112'423 | 11,4 |
| BESUCHER MIT | 384'190 | 22'915 | 361'275 | 6,0 |
| UEBRIGE MIT | 297'877 | 16'826 | 281'051 | 5,6 |
| SKI OHNE | 53'535 | 3'291 | 50'244 | 6,1 |
| WANDERN OHNE | 79'427 | 6'973 | 72'454 | 8,8 |
| BESUCHER OHNE | 97'349 | 4'436 | 92'913 | 4,6 |
| UEBRIGE OHNE | 84'002 | 3'637 | 80'365 | 4,3 |
| GESAMT | 1'623'778 | | | |
| QV-Abzüge | | 114'761 | | 7,1 |
| BV | | | 1509'017 | |

QV: Quellverkehr aus der Schweiz
BV: Binnenverkehr Schweiz

Da der Motorisierungsgrad (PW-Besitz des Haushaltes) in den einzelnen RPR variiert, resultieren für die Gruppe der Personen mit bzw. ohne PW im Haushalt gesamthaft etwas unterschiedliche Abzüge bei den verschiedenen Ausflugsmotiven.

5.A6 Aufwertungsfunktion

Die in diesem Kapitel dargestellten Modellansätze wurden auf der Grundlage der HSG-Erhebung etabliert, d.h. es wird die in der Stichprobe (an den beiden dem Interview vorangehenden Wochenenden) beobachtet Ausflughäufigkeit gesamtschweizerisch nachgebildet. Für eine vollständige Nachbildung des Verkehrsgeschehens an einem Sonntag ist diese mit der Haushaltbefragung erfasste Ausflugs-Aktivität mit den in Kap. 3.5 aufgeführten Elementen zu ergänzen. Der "Nahbereich" und der "Ferienverkehr" werden im weiteren Verlauf der Modelletablierung explizit berücksichtigt werden.

Der verbleibende fehlende Verkehr betrifft die übrigen Fahrtzwecke (P,E,N) sowie u.a. die nicht rapportierten Ausflüge. Diese machen einen vorerst unbekanntem Anteil des gesamten Ausflugsverkehrs aus, weil die diesbezüglichen Angaben weit auseinander gehen (vgl. 3.5). Unter der Annahme, dass die fehlenden Fahrten die gleiche Fahrtcharakteristik besitzen, wie die in der Stichprobe erfassten Ausflüge, können sie mit einem Aufwertungsfaktor berücksichtigt werden. Unter Beachtung der angegebenen Gründe (vergessen/Bequemlichkeit/nicht als Ausflug empfunden) kann vermutet werden, dass eher kürzere Ausflüge fehlen, während die längeren, "wichtigeren" Ausflüge eher vollständig rapportiert wurden. Deshalb wird nicht eine pauschale Aufwertung der Ausflugsfahrten, sondern eine mit der Fahrzeit linear abnehmende Aufwertungsfunktion verwendet:

$$AF = a - b \cdot TPV$$

AF: Aufwertungsfaktor

a,b: Koeffizienten

TPV: Reisezeit Privatverkehr

Die Koeffizienten dieser Aufwertungsfunktion können durch den Vergleich der gezählten mit den im Modell berechneten Verkehrsbelastungen nach der Umlegung gesamtschweizerisch kalibriert werden (vgl. Kap. 9.1).

5.F Ferienverkehr

5.F1 Einleitung

Der Ferienverkehr ist ein Teil des sonntäglichen Verkehrsgeschehens, welcher im Modell des Wochenendausflugsverkehrs nicht enthalten ist. Obwohl er mengenmässig (Anzahl Fahrten) eine untergeordnete Rolle spielt, ist er wegen den längeren Fahrdistanzen leistungsmässig nicht zu vernachlässigen. Speziell an ausgewählten Querschnitten (an Axen zu Ferienregionen) kann er einen erheblichen Anteil der Verkehrsbelastung ausmachen (vgl. Kap. 3.7, Erhebung Prättigau).

Unterlagen über die Gesetzmässigkeiten des Ferienverkehrs im Winter sind praktisch keine vorhanden. Deshalb wird versucht, auf einfachen Annahmen basierend ein Ferienverkehrsmodell zu etablieren und anhand der verfügbaren Unterlagen zu kalibrieren. Im Hinblick auf die Fragestellung der NUP wird im Sinne dieser Vereinfachung ein pV-Modell etabliert, womit auf den 3. Modellschritt (Modal Split) verzichtet werden kann. Somit ist beim öffentlichen Verkehr der Ferienverkehr nicht enthalten.

5.F2 Produktion

Bei der modellmässigen Bearbeitung wird davon ausgegangen, dass die Aktivitäten während den Winterferien (v.a. Wintersport) sehr nahe verwandt sind mit den Aktivitäten beim Ausflugsmotiv SKI. Deshalb wird sowohl bei den Produktionen (Personen einer Zone, welche in die Winterferien fahren), wie später auch bei den Attraktionen (vgl. Kap. 6.A2) an die entsprechenden Zonendaten des Ausflugsverkehrs SKI angelehnt:

$$Pr_i(\text{FER}) = c \cdot Pr_i(\text{SKI}_{\text{mit}})$$

$Pr_i(\text{FER})$: Produktion der Zone i für Ferienverkehr

$Pr_i(\text{SKI}_{\text{mit}})$: Produktionen der Zone i für Ausflugsmotiv SKI-mit (vgl. Kap. 5.A5)

c : Kalibrierungs-Faktor

Danach betragen die Produktionen einer Zone für den Ferienverkehr einen konstanten Anteil der Produktionen für das Ausflugsmotiv SKI-mit. Somit sind die relativen "Produktionsgewichte" gegeben, während die absolute Häufigkeit durch gesamtschweizerische Kalibration des Faktors c bestimmt wird.

6. VERKEHRSVERTeilUNG

6.A Ausflugsverkehr

6.A1 Verteilungsmodell

Mit dem Verkehrsverteilungsmodell werden die Anzahl Fahrten zwischen der Quellzone i und der Zielzone j berechnet. Der Verkehrsverteilungs-Ansatz ist im TRIPS-Programmpaket wie folgt definiert:

$$V_{ij} = \frac{Pr_i \cdot At_j \cdot F_{ij}}{\sum_{n=1}^{1170} At_n \cdot F_{in}}$$

wobei

V : Anzahl Fahrten
 Pr : Produktion
 At : Attraktion
 F : Widerstandsfunktion (F-Faktor)
 i : Quellzone
 j, n : Zielzone

Wenn es sich bei der Attraktion der Zonen (At_j) um Fahrtenden handelt, wird die elementweise berechnete Wunschlinientabelle durch Iteration so lange ausgeglichen, bis die berechneten mit den vorgegebenen Werten (= Attraktionen pro Zone) übereinstimmen. Im Gegensatz dazu werden im Modell des Wochenendverkehrs Attraktionsgewichte formuliert, welche nicht ausgeglichen werden müssen (Kap. 6.A2). Für jede Quellzone i ist

$$\frac{Pr_i}{\sum_{n=1}^n (At_n \cdot F_{in})} = \text{Konstant (für Quellzone } i)$$

Somit werden die Fahrten einer Quellzone i wie folgt auf die n Zielzonen verteilt:

$$V_{ij} = \text{Konst.} \cdot At_j \cdot F_{ij}$$

6.A2 Attraktionsdaten

Für die Wahl des Ausflugszieles sind die Attraktionsdaten massgebend. In der Haushaltbefragung wurden dazu keine Informationen erhoben. Für die Beschreibung der Zielattraktivität sind für die verschiedenen Ausflugs-Motive anhand verfügbarer Unterlagen geeignete Parameterwerte zu bestimmen und zu quantifizieren. Dabei wird nicht die Zahl der Fahrtenden, sondern es werden die relativen Attraktionsgewichte berechnet.

BESUCHER, UEBRIGE

Für die Fahrzwecke "Besucher" und "Uebrige" können die Einwohnerzahlen als Attraktionsdaten verwendet werden, weil diese Beziehungen als siedlungsbezogen betrachtet werden können.

$$At_{j, \text{Besucher}} = At_{j, \text{Uebrige}} = E_j$$

SKI

Für den Fahrtzweck "Ski" ergibt sich die Attraktion einer Zone aus der Kapazität aller touristischen Transportanlagen innerhalb dieser Zone, wobei die Kapazität eine Kenngrösse ist für die Anzahl Personen, welche bei einer mittleren Tagesleistung von einer Transportanlage transportiert werden können.¹⁾

$$K = L \cdot \Delta H \cdot t \cdot \frac{1}{\rho}$$

- K: Kapazität einer Transportanlage (Pers./Tag)
- L: Leistung der Anlage (Pers./Std.)
- ΔH : Höhendifferenz zwischen Berg- und Talstation
- t: mittlere tägliche Betriebsdauer der Anlage (5 Std.)
- ρ : mittlere Tagesfahrleistung eines Durchschnittsskifahrers in Höhenmetern (2500 m)

Durch Einsetzen der Durchschnittswerte vereinfacht sich die obige Formel. Wenn die Attraktivität mit $0.01 \cdot K$ definiert wird, ergibt sich

$$At_{j, \text{Ski}} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta H$$

1) siehe Kneubühl, Thélin: Touristische Transportanlagen der Schweiz, Bundesamt für Raumplanung, Bern, Juni 1978)

WANDERN

Die Attraktion einer Zone für den Fahrzweck "Wandern" schliesslich setzt sich zusammen aus der massgebenden Fläche einer Zone (exkl. Oedfläche und überbaute Fläche) und aus einem sogenannten Nutzwert:

$$F = FTOT - FOED - 2 \cdot FUEB$$

Der Nutzwert einer Zone als Wandergebiet hängt ab von der Sonnenscheindauer, der Höhenlage sowie einer Komponente, die man als "Kурwert" bezeichnen könnte:

$$N = 4 \cdot S - \frac{H}{1500} + \frac{\sqrt{\text{Hotel 70}}}{FTOT - FOED}$$

- N: Nutzwert
 S: % Sonnenscheindauer im Dezember ($0,15 \leq S \leq 0,55$)
 H: durchschnittliche Höhe über Meer der Zone
 Hotel 70: Hotel- und Ferienhausbetten 1970
 FTOT: Gesamtfläche (in ha)
 FOED: Oedfläche (in ha)
 FUEB: überbaute Fläche (in ha), gewichtet mit Faktor 2, um der Beeinträchtigung der überbauten Fläche auf die Erholungsfunktion Rechnung zu tragen

$$At_{j,Wand} = F \cdot N$$

Quelle: empirische Untersuchung von G. de Montmollin
 (internes Arbeitspapier, 1980)

6.A3 Kombinierte Reisezeiten (KRZ)*)

Im Kap. 4.1 wurde darauf hingewiesen, dass für die Motive SKI und WANDERN das Strassen- sowie das Bahn-/Busnetz angepasst wurden, indem die Verschiebung der Aktivitätsschwerpunkte zu den Zonenschwerpunkten berücksichtigt wurde. Zur Berechnung der kombinierten Reisezeiten wird zusätzlich nach dem PW-Besitz differenziert. Damit kann schon beim Verteilungsmodell berücksichtigt werden, dass die Benützung der öffentlichen Verkehrsmittel bei den unterschiedlichen Personengruppen "mit" resp. "ohne" PW stark unterschiedlich ist (vgl. Kap. 3.4.2). Aus den 4 Zeitmatrizen werden insgesamt 4 beziehungsunabhängige, nach Fahrtmotiv und PW-Besitz unterschiedene KRZ-Matrizen gebildet:

Tab. 8 Zusammensetzung der kombinierten Reisezeiten (KRZ)

| | TOV _{S,W} | TPV _{S,W} | TOV _{B,U} | TPV _{B,U} | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|
| 1. KRZ (S,W) _{ohne} | 52 % + 48 % | | | | |
| 2. KRZ (S,W) _{mit*} | - 100 % | | | | |
| 3. KRZ (B,U) _{ohne} | | | 75 % + 25 % | | S: SKI |
| 4. KRZ (B,U) _{mit*} | | | 100 % | | W: WANDERN B: BESUCHER U: UEBRIGE |

* Für die Personengruppe "mit PW" werden beide KRZ zu 100 % TPV angenommen, da der Modal Split bei dieser Personengruppe bei allen 4 Motiven unter 8 % liegt (vgl. Kap. 3.4.2)

*)

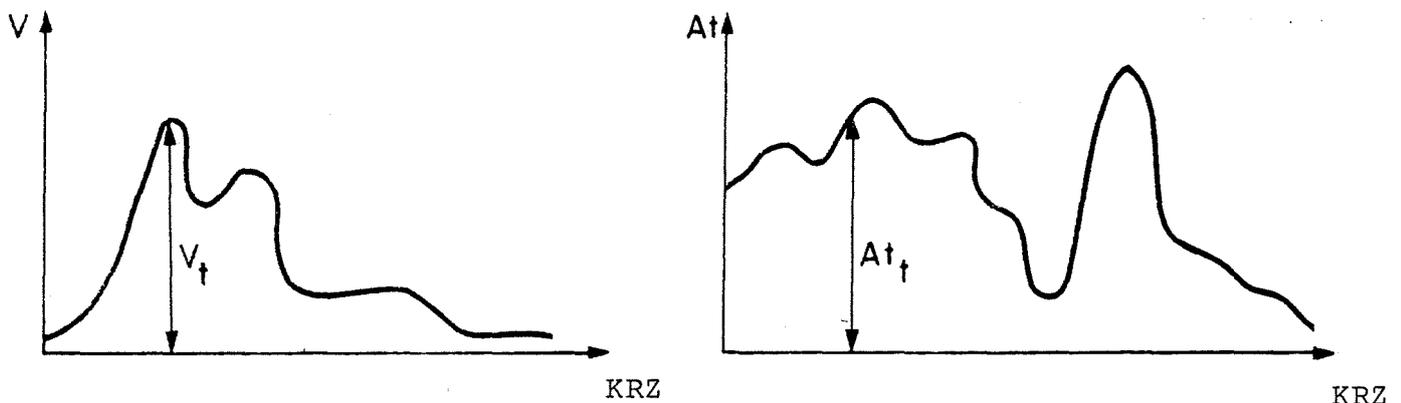
Kombination der Reisezeiten mit den öffentlichen und privaten Verkehrsmitteln basierend auf der Benützungswahrscheinlichkeit.

6.A4 Widerstandskurven

Die letzte Unbekannte im Verteilungsmodell ist die Widerstandskurve. Sie wird (getrennt nach den 4x2 Motiven) nach der Methode der sog. F-Faktoren bestimmt (ausführliche Beschreibung der Methode siehe: Wochenendverkehr 1970, GVK-Auftrag Nr. 41).

Dabei wird zuerst für jedes der 4x2 Motive die Häufigkeitsverteilung der in der Stichprobe erfassten Fahrten in Funktion der Zeit bestimmt. Danach wird für jede Zone i das Attraktionsprofil erstellt, welches eine Häufigkeitsverteilung der erreichbaren Attraktionen in Funktion der Zeit darstellt. Ein gewichtetes Attraktionsprofil entsteht, wenn die Attraktionsprofile der einzelnen Zonen mit den Häufigkeiten der in der Stichprobe erfassten Fahrtenanfänge gewichtet wird.

Abb. 8 Fahrt-Häufigkeitsverteilung nach Zeit und gewichtetes Attraktionsprofil



V_t : Anzahl Fahrten mit Fahrtzeit t

At_t : Attraktionsgewicht im Abstand t

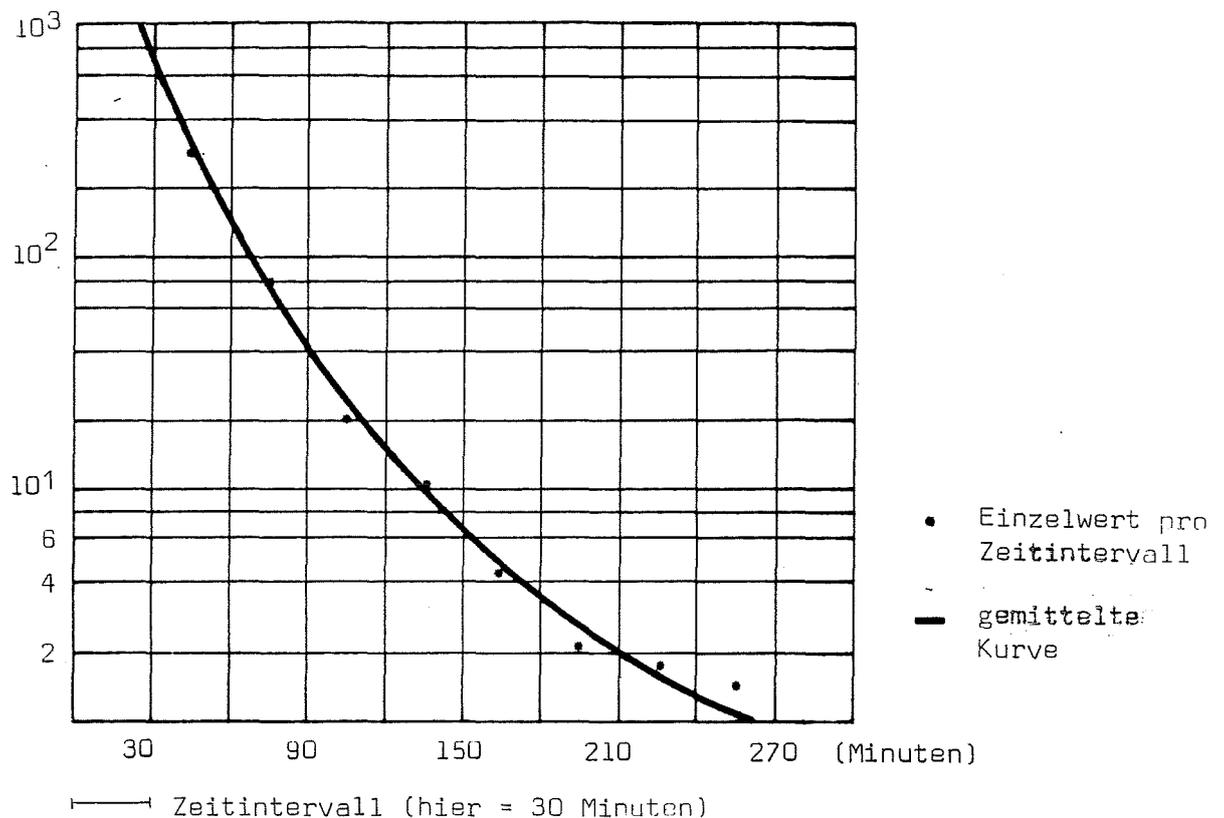
Aus der Formel $V_{ij} = \text{Konst.} \cdot At_j \cdot F_{ij}$ kann der Widerstand (F-Faktor) bei dieser erweiterten Betrachtung folgendermassen verallgemeinert werden:

$$F_t = \frac{V_t}{At_t}$$

F_t : Widerstand (F-Faktor) im Abstand t der KRZ

Vereinfacht kann gesagt werden, dass die in der Stichprobe beobachtete Nachfrage (Anzahl Fahrten V_t) für jeden Abstand t durch das vorhandene Angebot (Attraktivität A_{tj}) dividiert wird. Dabei wird die Zeit in Intervalle eingeteilt, weil die Häufigkeitsverteilung der Fahrten wegen der beschränkten Stichprobe keine stetige Kurve ist.

Abb. 9 F-Faktor-Kurve

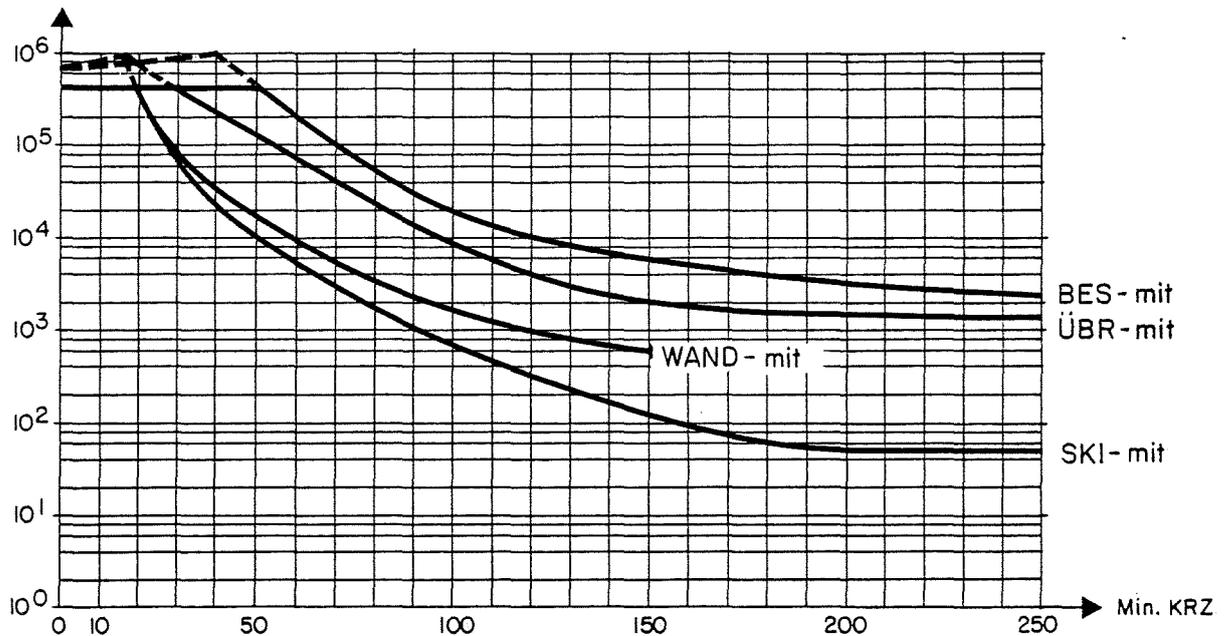


In die so ermittelten Punkte wird die Widerstandskurve eingepasst, deren ausgeglichene Werte der erste Input im Verteilungsmodell sind.

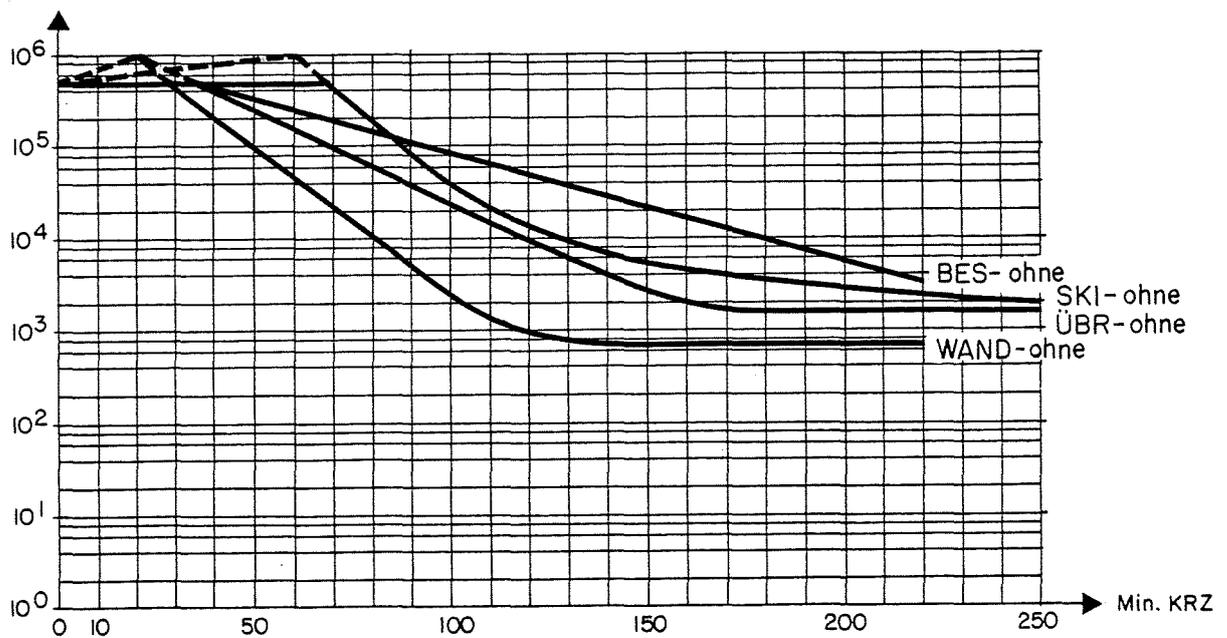
Die 8 auf diese Weise berechneten Widerstandskurven wurden in einem iterativen Prozess mit mehreren Programmdurchläufen feinkalibriert. Dazu wurden nach dem Modal Split 8 Distanzhäufigkeitsverteilungen (nach Motiv und Verkehrsmittel) mit den entsprechenden Häufigkeitsverteilungen der Stichprobe verglichen und daraus Rückschlüsse auf die Widerstandskurven gezogen (vgl. Kap. 7.A4). In Abb. 10 sind die nach dem letzten Programmdurchlauf gültigen, feinkalibrierten Widerstandskurven abgebildet. Zum Vergleich sind ebenfalls die Widerstandsfunktionen der GVK für den Wochenend- sowie für den Werktagsverkehr abgebildet (Quelle: Wochenendverkehr, GVK-Auftrag 41):

Abb. 10 Kalibrierte Widerstandskurven a) Personengruppe "mit PW"
 b) Personengruppe "ohne PW"

a) Personengruppe "mit PW"

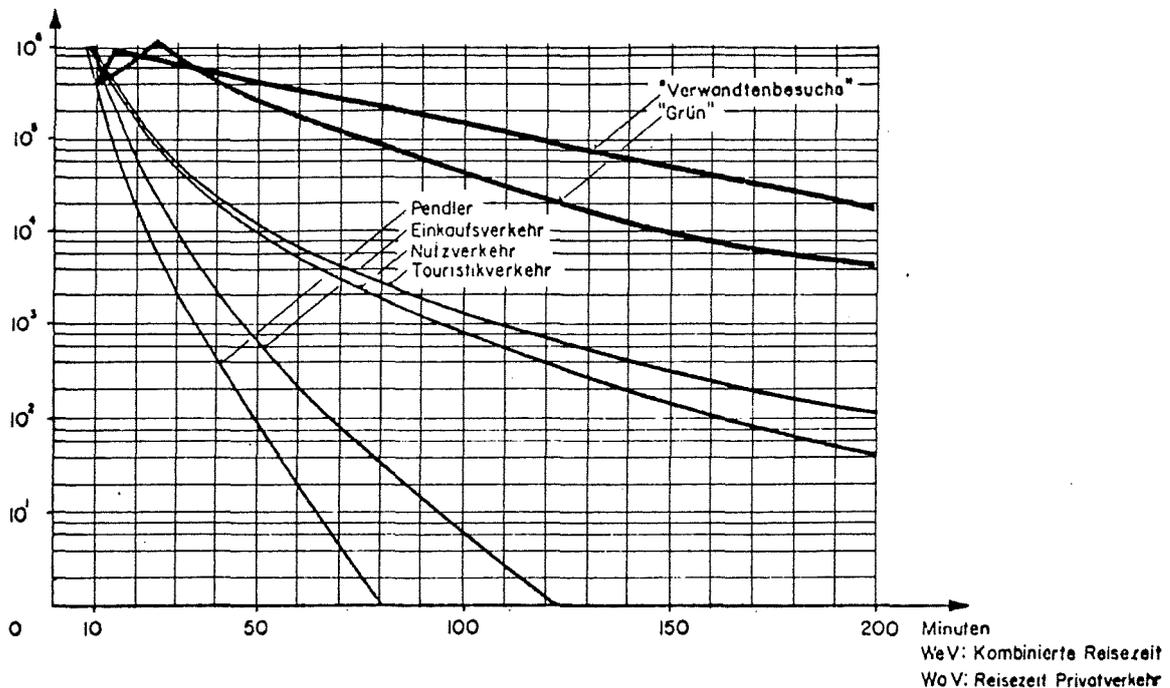


b) Personengruppe "ohne PW"



Die Widerstandskurven dürfen nicht direkt miteinander verglichen werden, da sich die Kombinierte Reisezeit je Ausflugsmotiv unterschiedlich zusammensetzt (vgl. Tab. 8).

Widerstandskurven gemäss GVK (Werktagsverkehr und
Wochenendverkehr im Sommer)



6.A5 Nahbereich

In Kap. 3.5 wurde festgestellt, dass in der Haushaltbefragung nur Ausflüge anzugeben waren, bei welchen man mindestens 2 Stunden von zuhause weg war, und deren Ziele ausserhalb der Nachbargemeinde lagen. Die Vermutung, dass dadurch ein gewisser Anteil an kürzeren Fahrten nicht erfasst wurde, wird durch die kalibrierten Widerstandskurven bestätigt. weisen sie doch alle im Bereich bis ca. 30 Min. KRZ (einzelne gar bis 70 Min. KRZ) keine Zeitempfindlichkeit auf (ausgezogene Linien, horizontaler Verlauf). Dieser Bereich entspricht im Extremfall einer Distanz von rund 30 km!

Um die Stichprobe zu ergänzen und das wirkliche Verhalten auch im Nahbereich besser abbilden zu können, wurden die Widerstandskurven in diesem Bereich kontinuierlich verlängert (gestrichelte Linie). Die durch die ergänzten Widerstandskurven im Nahbereich eingeführten Fahrten wurden auf den durch die Stichprobe abgebildeten Ausflugsverkehr aufgestockt, was eine Zunahme der Fahrten um 19 % und eine Zunahme der Leistungen von weniger als 5 % ausmachte.

6.F Ferienverkehr

Der Ferienverkehr wird analog zum Ausflugsverkehr mit dem gleichen Verteilungsmodell berechnet.

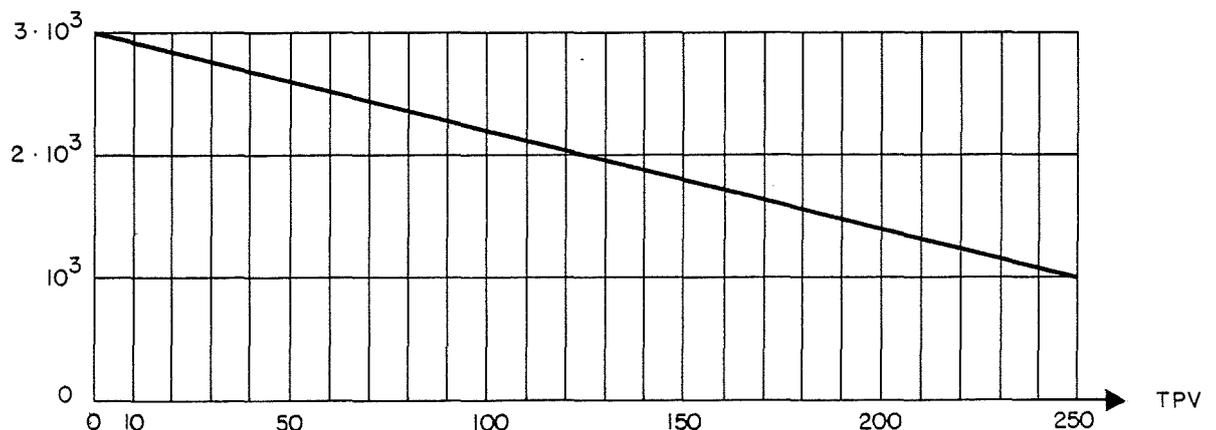
Es wird angenommen, dass die Attraktionsgewichte denjenigen für das Motiv SKI entsprechen:

$$At_{i,Fer} = At_{i,Ski}$$

Da für den Ferienverkehr nur ein pV-Modell etabliert werden kann, verteilen sich die Fahrten zu 100 % nach der Fahrtzeit des Privatverkehrs

Beim Ausflugsverkehr ist die Wahl des Zielortes stark davon abhängig, ob dieser mit einem vernünftigen Zeitaufwand erreicht werden kann, d.h. das vorhandene Zeitbudget begrenzt die Möglichkeiten. Beim Ferienverkehr ist eine solche Begrenzung nicht vorhanden. Auf der Fahrt zum Ferienort werden längere Anfahrtswege in Kauf genommen. Für die Wahl des Ferienortes stehen eher Kriterien im Vordergrund, welche vom Angebot und der Attraktivität eines Ortes geprägt sind. Die Reisezeit spielt dabei eine kleinere Rolle. Die Widerstandskurve für den Ferienverkehr wird deshalb mit einer im Vergleich zu den 8 Ausflugsmotiven viel schwächeren Zeitempfindlichkeit festgelegt:

Abb. 11 Widerstandskurve Ferienverkehr



| |
|----------------|
| 7. MODAL SPLIT |
|----------------|

Das 3. Teilmodell wird nur beim Ausflugsverkehr angewendet, da für den Ferienverkehr ein pV-Modell etabliert wurde.

7.A1 Verfügbare Stichprobe

Wie in Kap. 3.4.2 dargestellt ist, wurden von den erfassten WA rund

- 79 % mit privaten Verkehrsmitteln (AUTO + MOTORRAD)
- 14 % mit öffentlichen Verkehrsmitteln (BAHN + POSTAUTO + CAR)
- 6 % zu Fuss
- 1 % mit anderen Verkehrsmitteln

durchgeführt. Der Anteil der Ausflüge, welche ausschliesslich zu Fuss unternommen wurden, ist einzig beim Motiv WANDERN (rund 1/3) von Bedeutung. Für die Belange der Untersuchung der 6 Nationalstrassenabschnitte ist er jedoch irrelevant und wird daher, ebenso wie die WA mit "anderen Verkehrsmitteln", ausgeschlossen. Somit stehen für die Etablierung eines Modells für die Verkehrsmittelwahl 335 WA mit dem öffentlichen und 1594 WA mit dem privaten Verkehrsmittel zur Verfügung. Diese verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Ausflugs motive:

| | BAHN/BUS | AUTO |
|----------|----------|------|
| SKI | 75 | 583 |
| WANDERN | 28 | 177 |
| BESUCHER | 131 | 455 |
| UEBRIGE | 101 | 379 |
| TOTAL | 335 | 1594 |

7.A2 Disaggregierte Modellansätze und Aggregation

Aufgrund der verfügbaren Unterlagen ist es möglich, für die Wahl des Verkehrsmittels disaggregierte, auf die Einzelperson bezogene Modellansätze anzuwenden. Dadurch können die wichtigsten Variablen, welche diesen Entscheid beeinflussen, bestimmt werden. Die untersuchten Ansätze wurden im Zwischenbericht dargestellt und sind im Anhang II dieses Berichtes wiederholt.

Für die gesamtschweizerische Anwendung stellen sich wiederum die in Kap. 3.5 beschriebenen Aggregationsprobleme. Durch die Verwendung homogener Personengruppen kann das verhaltensorientierte Modell aggregiert angewendet werden.

Wie bereits die Grobanalyse der Erhebung gezeigt hat, ist der PW-Besitz erwartungsgemäss eine entscheidende Variable bei der Verkehrsmittelwahl. Aus diesem Grunde werden wiederum die homogenen Gruppen "mit PW" und "ohne PW" unterschieden. Die in die Nutzenfunktionen einzubeziehenden Variablen müssen neben einer hohen Erklärungskraft noch weitere Bedingungen erfüllen: Sie müssen zonenweise verfügbar sein und zudem für den Prognosefall bestimmt werden können. Diese Ueberlegungen führten zu den im folgenden Abschnitt beschriebenen Modellansätzen.

7.A3 Der etablierte Modellansatz

Der logistische Modellansatz für die beiden vorhandenen Wahlmöglichkeiten lautet:

Bahn/Bus:
$$P_b = \frac{\exp U_b}{\exp U_a + \exp U_b} = \frac{1}{1 + \exp(U_a - U_b)}$$

Auto:
$$P_a = 1 - P_b$$

- P_b: Anteil Bahn/Bus
- P_a: Anteil Auto
- U_b: Nutzenfunktion Bahn/Bus
- U_a: Nutzenfunktion Auto

| | | |
|-----|---------|--|
| SKI | mit PW | U _b = -0,0135*TTIMEOV ^{SW} U _a = -0,0265*TTIMEPV ^{SW} +2,6015 |
| | ohne PW | U _b = -0,0135*TTIMEOV ^{SW} U _a = -0,0265*TTIMEPV ^{SW} |

| | | |
|---------|---------|--|
| WANDERN | mit PW | U _b = 1,5097*GROSSTADT-0,181 U _a = 5,4503-1,8474*WEILER-3,3417*DORF |
| | ohne PW | U _b = 1,5097*GROSSTADT-0,181 U _a = -1,8474*WEILER-3,3417*DORF |

- WEILER: Ortsgrösse <4000 Einwohner
- DORF: Ortsgrösse 4000 - 12'000 Einwohner
- GROSSTADT: Ortsgrösse >100'000 Einwohner
- SW: Index für Reisezeit SKI, WANDERN
- BU: Index für Reisezeit BESUCHER, UEBRIGE

} betreffend die Quellzone

| | | |
|----------|---------|--|
| BESUCHER | mit PW | U _b = -0,0189*TTIMEOV ^{BU} +1,6408 U _a = -0,0260*TTIMEPV ^{BU} +3,8951 |
| | ohne PW | U _b = -0,0189*TTIMEOV ^{BU} +1,6408 U _a = -0,0260*TTIMEPV ^{BU} |

| | | |
|---------|---------|--|
| UEBRIGE | mit PW | U _b = -0,0129*TTIMEOV ^{BU} +1,3113 U _a = -0,0237*TTIMEPV ^{BU} +4,1023 |
| | ohne PW | U _b = -0,0129*TTIMEOV ^{BU} +1,3113 U _a = -0,0237*TTIMEPV ^{BU} |

TTIMEOV: Totale gewichtete Reisezeit auf dem öffentlichen Verkehrsnetz (Summe von Anmarsch-, Warte- und Fahrzeit)

TTIMEPV: Reisezeit auf dem Strassennetz mit dem Auto (einschliesslich Terminalzeiten)

7.A4 Vergleich zwischen Modal Split im Modell und in der Stichprobe

a) Modal Split

Vergleicht man den in der HSG-Erhebung beobachteten Modal Split mit den Modellresultaten, so ergibt sich folgendes Bild:

Tab. 9 Vergleich des Modal Split: Stichprobe/Modell

| | STICHPROBE | | MODELL | | | |
|-----------|------------|--------|----------|------|-----------|------|
| | BAHN/BUS | AUTO | BAHN/BUS | % | AUTO | % |
| SKI-mit | 5,5 % | 94,5 % | 35'809 | 7,8 | 422'483 | 92,2 |
| SKI-ohne | 52,0 % | 48,0 % | 27'157 | 54,0 | 23'087 | 46,0 |
| WAND-mit | 2,5 % | 97,5 % | 4'624 | 4,1 | 107'799 | 95,9 |
| WAND-ohne | 75,0 % | 25,0 % | 56'528 | 78,0 | 15'926 | 22,0 |
| BES-mit | 7,7 % | 92,3 % | 23'102 | 6,4 | 338'173 | 93,6 |
| BES-ohne | 75,2 % | 24,8 % | 71'313 | 76,8 | 21'600 | 23,2 |
| UEBR-mit | 6,0 % | 94,0 % | 16'710 | 5,9 | 264'342 | 94,1 |
| UEBR-ohne | 79,0 % | 21,0 % | 62'647 | 78,0 | 17'718 | 22,0 |
| TOTAL | 17,4 % | 82,6 % | 297'890 | 19,7 | 1'211'128 | 80,3 |

Tab. 9 zeigt, dass die angewendeten Modellansätze den bei den verschiedenen Motiven beobachteten Modal Split recht gut abzubilden vermögen. Insbesondere für die unterschiedenen homogenen Personengruppen (mit PW/ohne PW) konnte die unterschiedliche Verkehrsmittelwahl gut im Modell nachgebildet werden. Die kleinen Unterschiede, welche bei den einzelnen Ausflugs-motiven resultieren, weisen darauf hin, dass die Stichprobe offenbar für die ganze Schweiz nicht ganz repräsentativ ist.

7.A5 Distanz-Häufigkeitsverteilungen und mittlere Fahrtdistanz

Zur besseren Nachbildung des individuellen Verhaltens wurde die Bevölkerung in zwei "verhaltenshomogene Gruppen" aufgeteilt (mit PW/ohne PW) und das Modell darauf aufbauend etabliert. Bei der Modellkalibration und der Kontrolle der Modellresultate wird jedoch wieder die "natürliche" Unterteilung (Motive, Verkehrsmittel) verwendet. Die im 3. Modellschritt nach Verkehrsmitteln aufgeteilten Fahrten wurden zu diesem Zweck folgendermassen zusammengefasst:

| | öV | pV |
|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| SKI-mit | 35'809 | 422'483 |
| SKI-ohne | 27'157 | 23'087 |
| <u>SKI_{öV} = 62'966</u> | | |
| | | <u>SKI_{pV} = 445'570</u> |

| | | |
|-----------------------------------|--------|------------------------------------|
| WAND-mit | 4'624 | 107'799 |
| WAND-ohne | 56'528 | 15'926 |
| <u>WAND_{öV} = 61'152</u> | | |
| | | <u>WAND_{pV} = 123'725</u> |

| | öV | pV |
|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| BES-mit | 23'102 | 338'173 |
| BES-ohne | 71'313 | 21'600 |
| <u>BES_{öV} = 94'415</u> | | |
| | | <u>BES_{pV} = 359'773</u> |

WAND = WANDERN
 BES = BESUCHE
 UEBR = UEBRIGE

| | | |
|-----------------------------------|--------|------------------------------------|
| UEBR-mit | 16'710 | 264'342 |
| UEBR-ohne | 62'647 | 17'718 |
| <u>UEBR_{öV} = 79'357</u> | | |
| | | <u>UEBR_{pV} = 282'060</u> |

Die analog unterteilte Stichprobe hat folgenden Umfang:

Tab. 10 Stichprobenumfang nach Motiv und Verkehrsmittel
(Pers.fahrten/So)

| | öV | pV |
|----------|-----|-------|
| SKI | 100 | 872 |
| WANDERN | 38 | 274 |
| BESUCHER | 180 | 688 |
| UEBRIGE | 129 | 474 |
| TOTAL | 447 | 2'308 |

In den folgenden Abbildungen 12a) bis 12d) werden die Modell-
ergebnisse der Stichprobe gegenübergestellt. Speziell zu be-
rücksichtigen ist der sehr kleine Stichprobenumfang bei ge-
wissen Ausflugsmotiven (z.B. WANDERN, Fahrten öV):

Abb. 12 a): Distanz-Häufigkeitsverteilung und Summenkurve
Ausflugsmotiv SKI

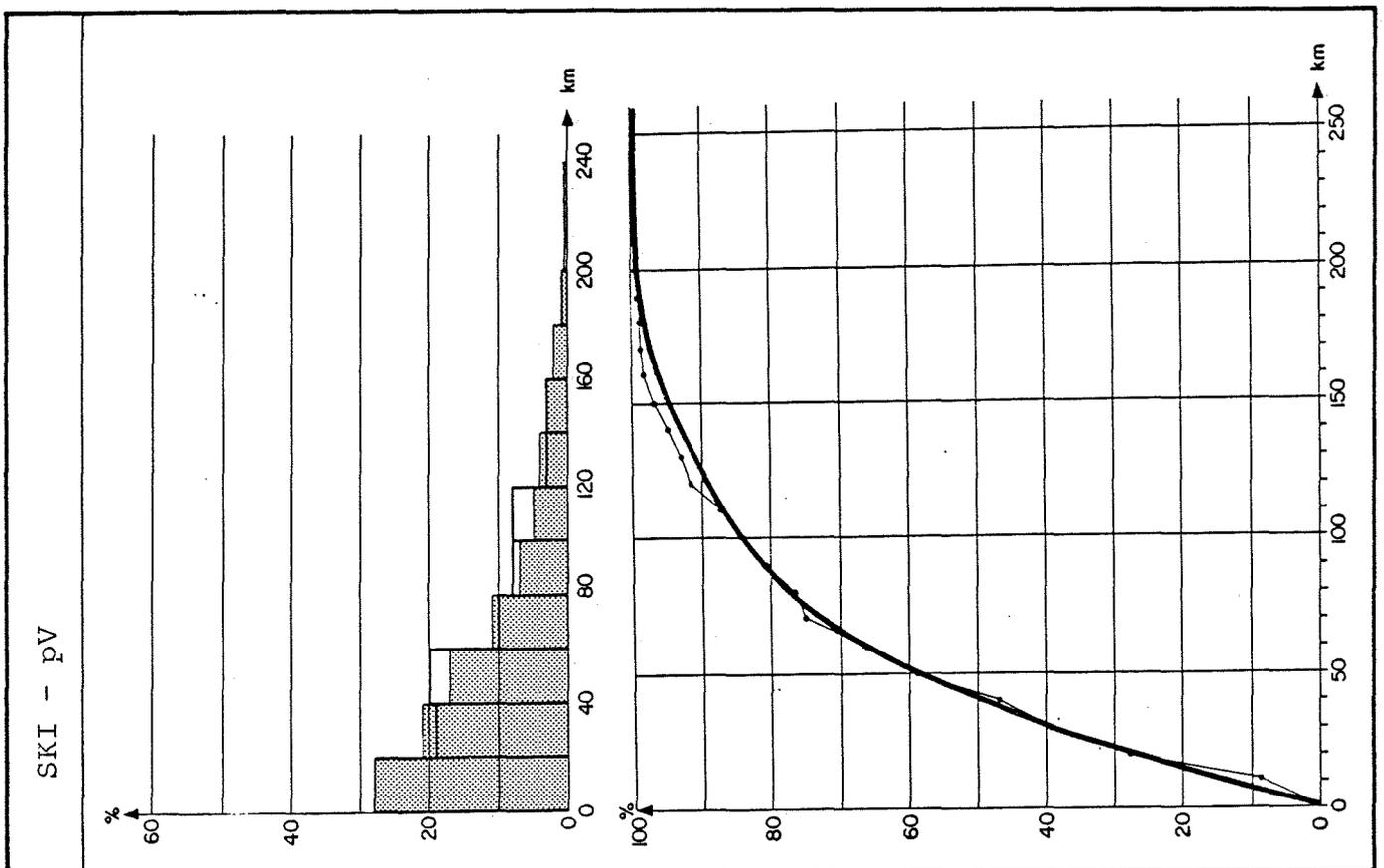
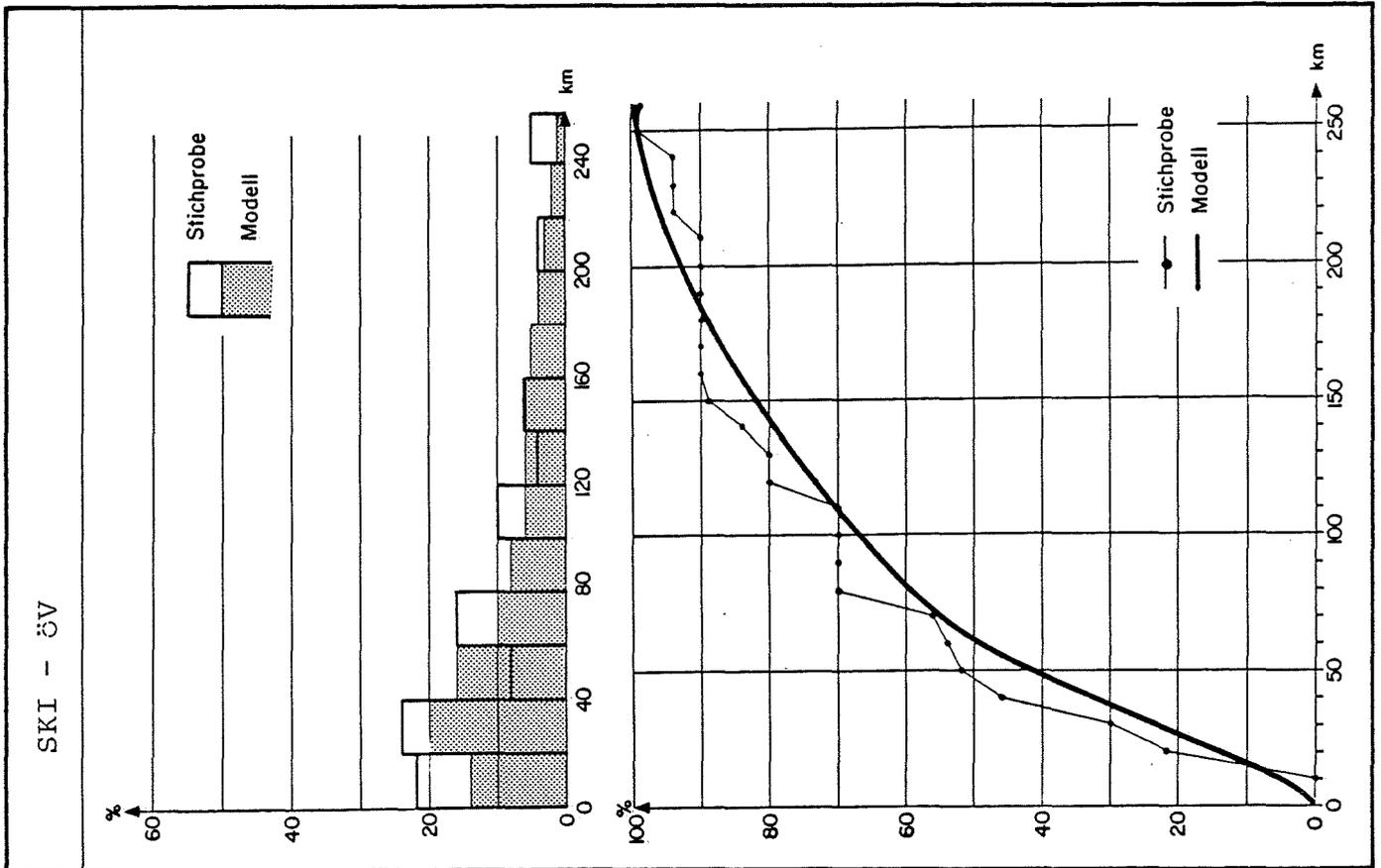


Abb. 12 b): Distanz-Häufigkeitsverteilung und Summenkurve
Ausflugsmotiv WANDERN

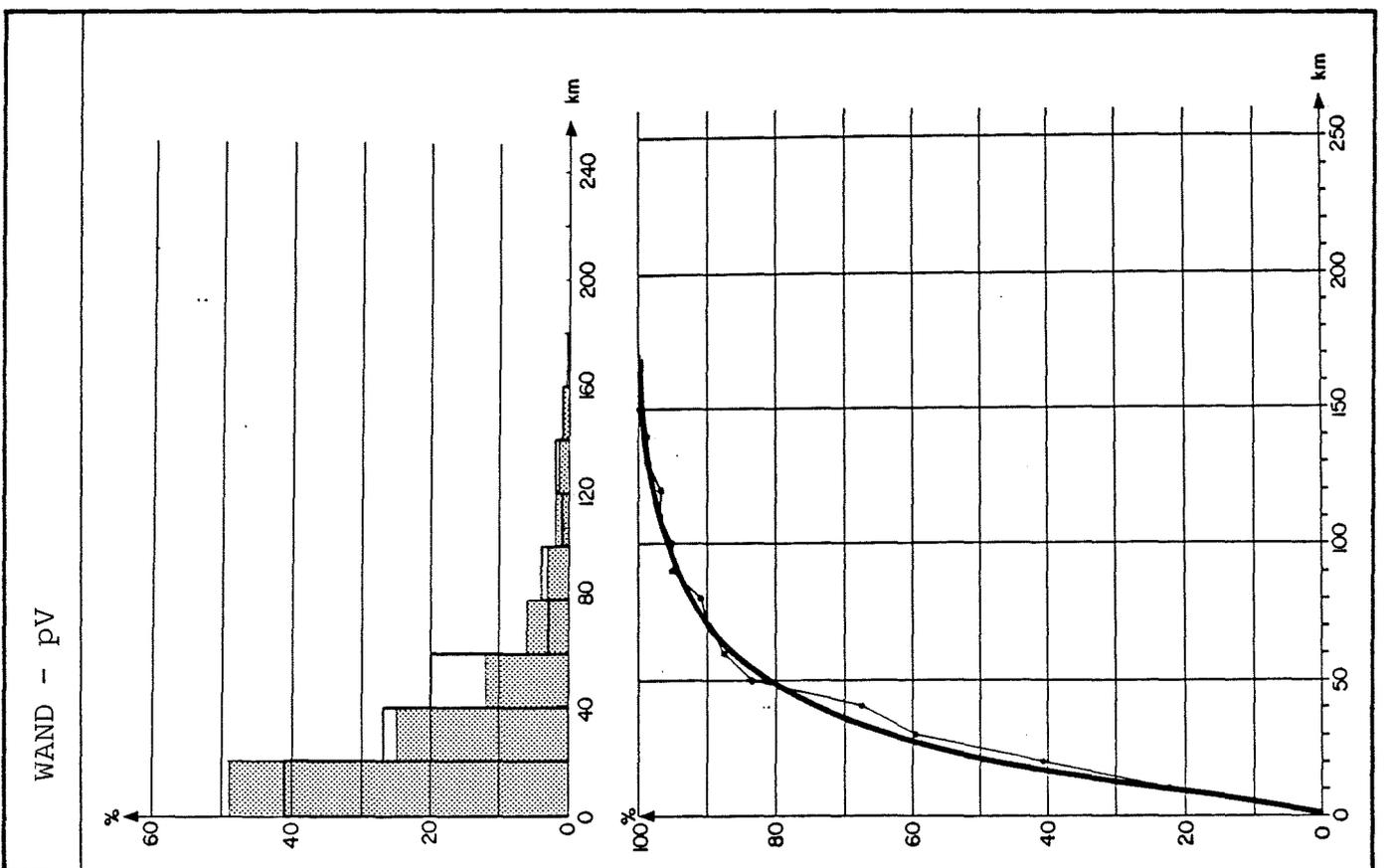
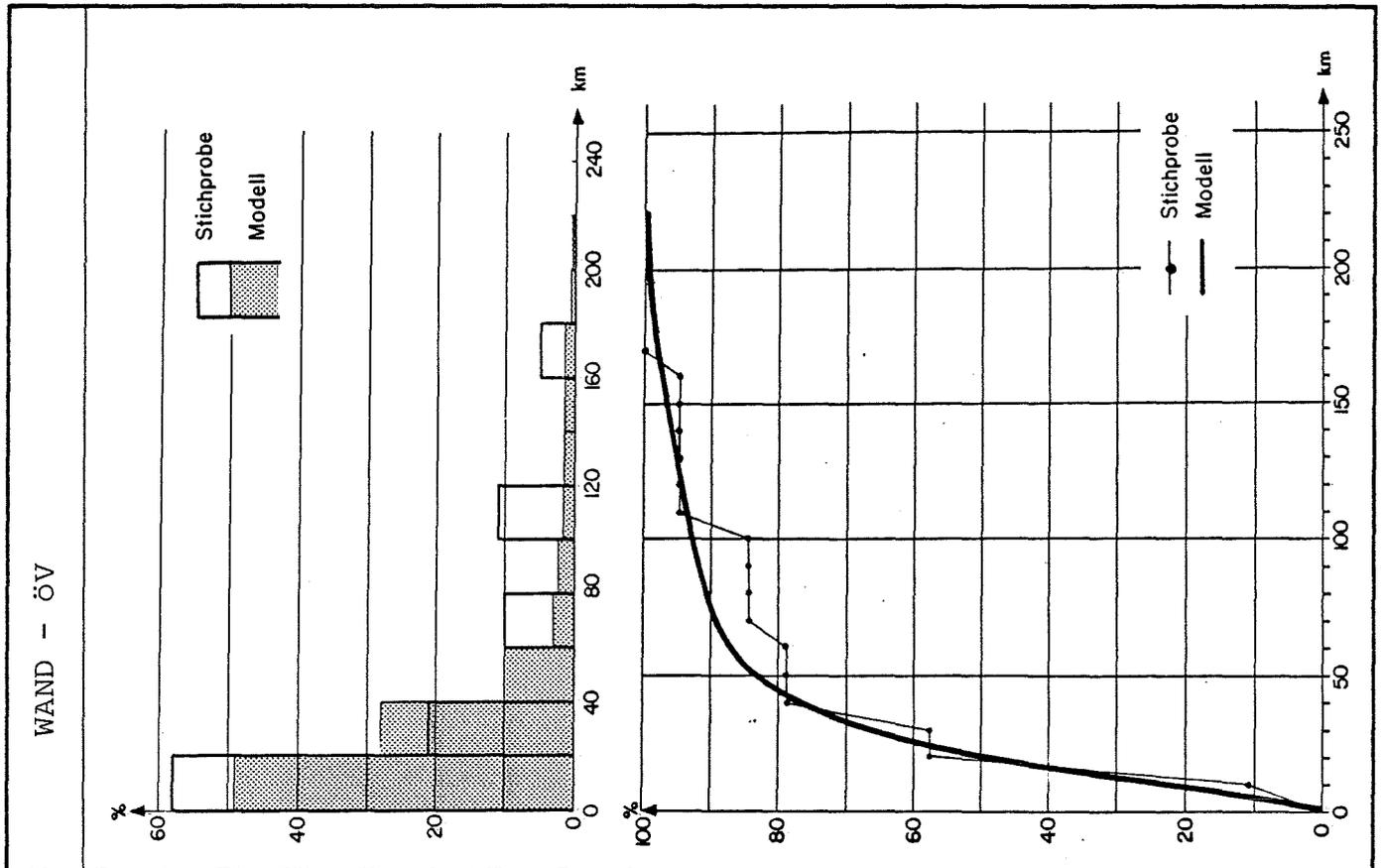


Abb. 12 c): Distanz-Häufigkeitsverteilung und Summenkurve
Ausflugsmotiv BESUCHER

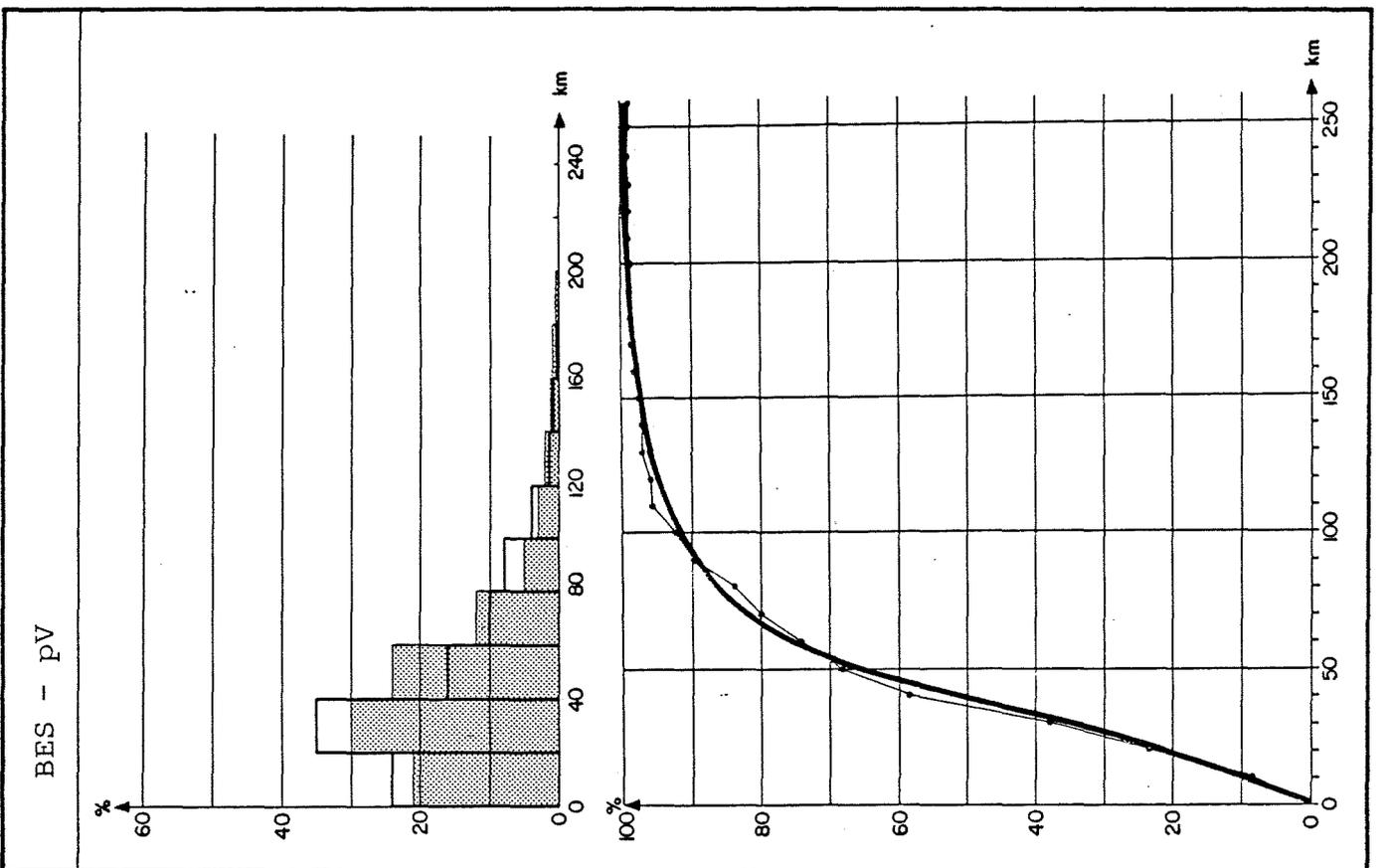
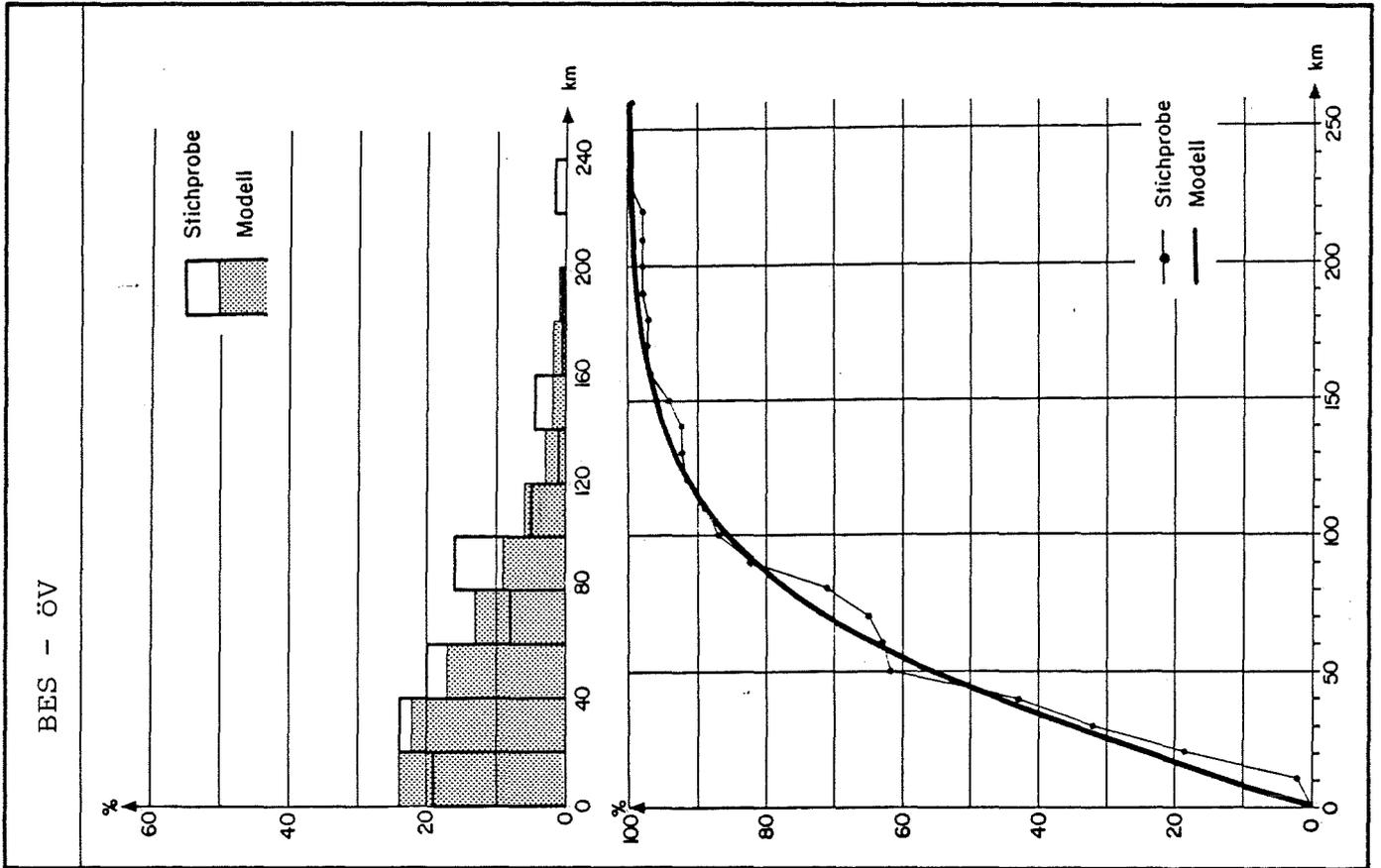
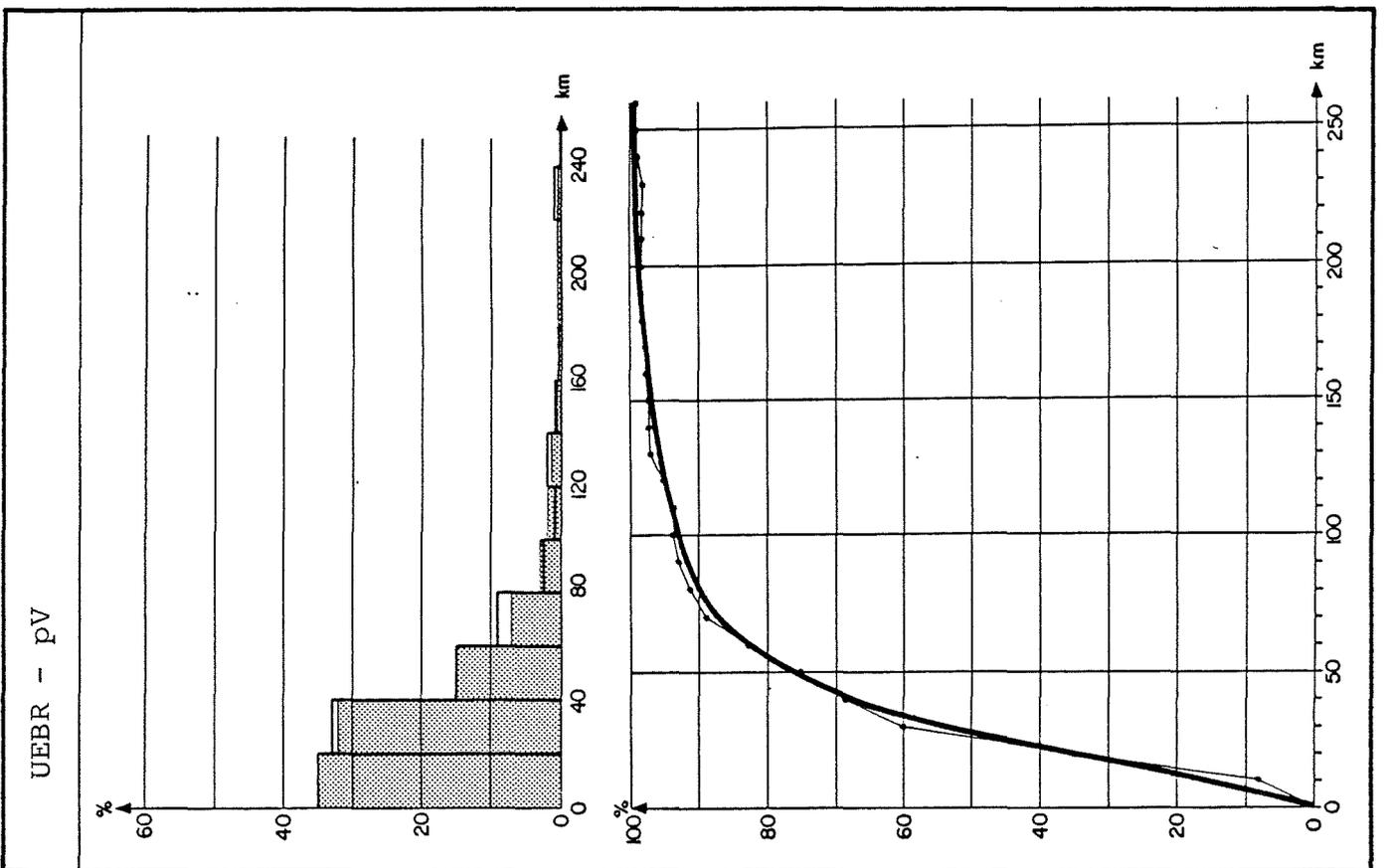
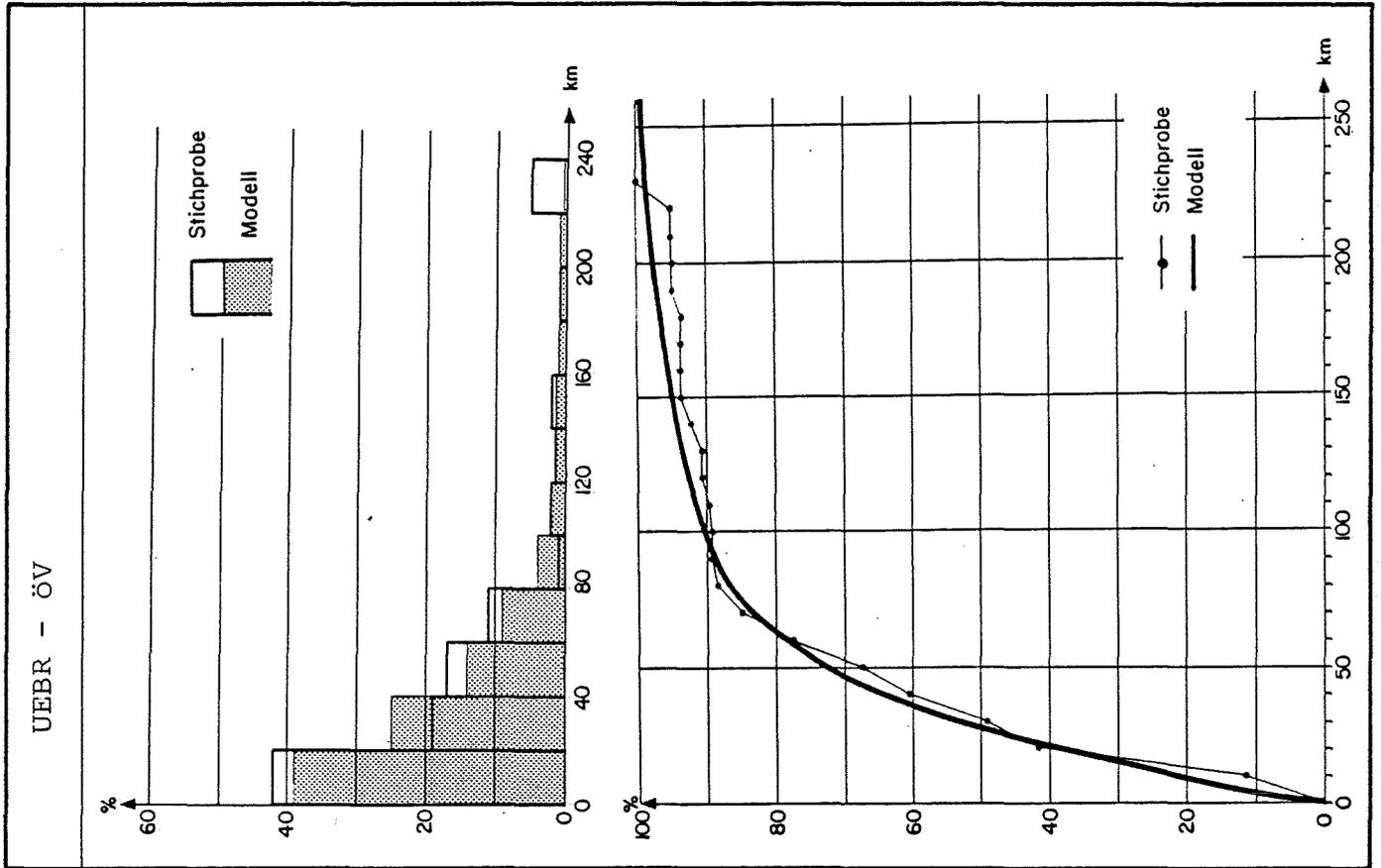


Abb. 12 d): Distanz-Häufigkeitsverteilung und Summenkurve
Ausflugsmotiv UEBRIGE



Die hier dargestellten Vergleiche zwischen Stichprobe und Modell sind das Resultat der Modellkalibration, welche erst nach mehreren Modelldurchläufen (mit veränderten F-Faktoren im Verteilungsmodell) erreicht wurde. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die unterschiedliche Fahrtstruktur der einzelnen Motive mit dem etablierten Modell mit hoher Genauigkeit nachgebildet werden konnte.

Wegen der beschränkten Stichprobe sind die Fahrten bei der Häufigkeitsverteilung zu Intervallen von 20 km zusammengefasst. Dennoch können bei den Fahrtmotiven mit kleiner verfügbarer Stichprobe Zufälligkeiten der einzelnen Intervalle von grosser Bedeutung sein, so dass die Häufigkeitsverteilung der Stichprobe im Gegensatz zum Modell keine kontinuierliche Kurve ergibt. Daher sind die Summenkurven und der Vergleich der mittleren Fahrdistanzen eher geeignet als Mass für die Genauigkeit der Modelle. Auch dort können sich die Zufälligkeiten der kleinen Stichprobe stark auswirken (vgl. Tab. 12, UEBR_{öV}):

Tab. 12 Vergleich der durchschnittlichen Fahrdistanz (km)

| | Stichprobe | Modell |
|--------------------|------------|--------|
| SKI _{öV} | 76,5 | 83,6 |
| SKI _{pV} | 53,2 | 54,6 |
| WAND _{öV} | 37,6 | 33,3 |
| WAND _{pV} | 32,3 | 30,9 |
| BES _{öV} | 58,4 | 54,6 |
| BES _{pV} | 46,4 | 47,3 |
| UEBR _{öV} | 52,8 | 43,7 |
| UEBR _{pV} | 39,1 | 39,2 |

Die dargestellten Häufigkeitsverteilungen und Summenkurven der Fahrten aus dem Modell entsprechen der Nachbildung der in der Stichprobe erfassten Fahrten. Nicht inbegriffen sind somit die im Modell eingeführten Ergänzungen der in der Stichprobe fehlenden Elemente.

| |
|-------------|
| 8. UMLEGUNG |
|-------------|

8.1 Methode

Der Output der Modal-Split-Modelle des Ausflugsverkehrs besteht aus 8 Wunschlinienmatrizen für den öffentlichen und 8 für den privaten Verkehr. Diese werden vor der Umlegung zu je einer Matrix Ausflugsverkehr (SWBU) zusammengefasst:

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| SKI-mit _{pv} | SKI-mit _{öv} |
| SKI-ohne _{pv} | . |
| WAND-mit _{pv} | . |
| WAND-ohne _{pv} | . |
| BES-mit _{pv} | . |
| BES-ohne _{pv} | . |
| UEBR-mit _{pv} | . |
| UEBR-ohne _{pv} | . |

SWBU_{pv}

SWBU_{öv}

SWBU = SKI, WANDERN, BESUCHER, UEBRIGE
= gesamter Ausflugsverkehr

Daneben existiert für den Ferienverkehr (FER) eine pV-Wunschlinienmatrix.

Ein Umlegungsmechanismus für den Wochenendverkehr wurde im Rahmen der GVK-Arbeiten etabliert und kann von daher übernommen werden (vgl. Wochenendverkehr Z1, GVK-Auftrag 41). Dabei werden für beide pV-Matrizen je zwei Teilumlegungen durchgeführt, wobei 50 % der Wunschlinien nach Reisezeit und 50 % nach Distanz umgelegt werden:

Wunschlinien SWBU_{pv} $\begin{cases} < 50 \% \text{ nach Zeit} \\ < 50 \% \text{ nach Distanz} \end{cases}$

Wunschlinien FER $\begin{cases} < 50 \% \text{ nach Zeit} \\ < 50 \% \text{ nach Distanz} \end{cases}$

Im Rahmen der Modellkalibration wurde auch das extremere Verhältnis 40 % Zeit/60 % Distanz ausgetestet. Es zeigte sich, dass dabei Parallelstrassen zu Autobahnen zu stark belastet werden, so dass das in den GVK-Modellen des Freizeitverkehrs bewährte Verhältnis 50 % Zeit/50 % Distanz beibehalten wurde.

Vorherige 4 Teilumlegungen wurden stochastisch durchgeführt, wobei der Koeffizient $\theta = 0,1^*$) ebenfalls vom GVK-Wochenendverkehrsmodell übernommen wurde.

Dem Umlegungsmodell, welches die Wunschlinien-Matrizen (Personenfahrten/Tag) zu Netzbelastungen (Motorfahrzeuge/Tag) umrechnet, müssen auch Angaben über den durchschnittlichen Besetzungsgrad eingegeben werden. Bei den in der HSG-Befragung erfassten Ausflügen lag die durchschnittliche Anzahl Begleitpersonen bei 1,98, d.h. die durchschnittliche Gruppengrösse beträgt 2,98 Personen. Der Besetzungsgrad wurde somit mit 3 Personen pro Fahrzeug festgelegt. Für den Ferienverkehr wurde derselbe Wert angenommen.

Die Belastungen durch den Aussenverkehr wurden, wie in Kap. 4.3 dargestellt, direkt aus der Linkdatenbank des Werktagsverkehrs übernommen.

8.2 Feinkalibration Strassennetz

Die Umlegungen wurden auf das in Kap. 4.1 beschriebene "Winter-Strassennetz" durchgeführt. Im Laufe der Kalibration hatte sich gezeigt, dass einige Achsen zu hohe Belastungen aufwiesen auf Kosten paralleler oder alternativer Achsen, während bei einer Korridorbildung die Summe beider Achsen im Bereich der Modellgenauigkeit lagen. Durch eine Feinkalibration der Geschwindigkeiten im pV-Netz konnten die Umlegungsergebnisse auf den folgenden Achsen verbessert werden:

Tab. 13: Feinkalibration pV-Netz

| Korridor | Zählstelle (resp. alternative Achsen) |
|--|--|
| Luzern-Hergiswil Bern-Münsingen Juraübergang | Ennethorw (N2)/Ennethorw (Kantonsstrasse) Muri (N6)/Allmendingen (Kantonsstrasse) Belchentunnel (N2)/Waldenburg (Ob. Hauenstein) |
| Bern-Westschweiz nach Graubünden | Flamatt (N12)/Payerne (T1) Mühlehorn (N3)/Toggenburg/Rheintal |

Die Modellresultate in Form der Querschnittsbelastung sind in Kap. 9.3 dargestellt und diskutiert.

*) Definition siehe "Werktagsverkehr 1970" (Wahrscheinlichkeitsfunktion für die Benützung eines Weges in Abhängigkeit der Differenz zum zeitkürzesten Weg), GVK-Auftrag Nr. 33, Bern, 1974.

| |
|---|
| 9. GESAMTSCHWEIZERISCHE KALIBRATION UND MODELLRESULTATE |
|---|

9.1 Kalibration der Aufwertungsfunktion

Die im Kap. 5.A6 eingeführte Aufwertungsfunktion AF=a-b·TPV hat folgende Bedeutung:

- sie stellt die in der HSG-Erhebung über den Ausflugsverkehr nicht enthaltenen Fahrtzwecke P/E/N sowie die nicht rapportierten Ausflüge dar.
- sie berücksichtigt ausserdem die Unsicherheit bei der Festlegung des Besetzungsgrades, welcher auf der HSG-Erhebung basierend mit 3 Personen/Fahrzeug festgelegt wurde. Gemäss dem GVK-Modell des Wochenendverkehrs (GVK-Auftrag 41) liegt der entsprechende Wert mit 2,8-3,0 etwas tiefer, gemäss der Verkehrserhebung im Prättigau mit 2,2-2,6 für den Ausflugsverkehr gar um einiges darunter (vgl: Die Bedeutung des Wochenendverkehrs (Fallstudie), Strasse und Verkehr 12/1980).

Neben einer pauschalen Aufwertungsfunktion (b=0) wurden zwei verschiedene mit der Fahrzeit linear abnehmende Aufwertungsfunktionen untersucht. Die Zonen-Zonen-Beziehungen (Wunschlinien) wurden jeweils mit dem entsprechenden Faktor der Aufwertungsfunktion multipliziert und anschliessend die Umlegung durchgeführt. Die geeignetste Aufwertungsfunktion konnte gesamtschweizerisch durch den Vergleich zwischen den Verkehrsbelastungen im Modell und den ASB-Zählern bestimmt werden. Die besten Ergebnisse ergaben sich mit der folgenden Funktion:

| |
|-------------------------------|
| $AF = 2,5 - 0,0058 \cdot TPV$ |
|-------------------------------|

für $AF \geq 1$

(für $AF < 1$ wird $AF = 1$ gesetzt)

TPV: Reisezeit Privatverkehr

9.2 Kalibration des Faktors c (Ferienverkehr)

Für den Ferienverkehr wurde ein eigenes Modell etabliert, welches im Ansatz für die Produktionen einen zunächst unbekanntem Faktor c enthält. Dieser legt die absolute Höhe des Verkehrsaufkommens fest, während die relativen Werte gegeben sind (vgl. Kap. 5.F2). Modellmässig wird dieser Faktor nach der separaten Umlegung des Ferienverkehrs anhand der erhaltenen Belastungen auf zwei verschiedene Arten kalibriert. Zusätzlich wird unabhängig davon mit überschlagsmässigen Ueberlegungen die Grössenordnung der erhaltenen Resultate überprüft.

9.2.1 Anhand "Verkehrserhebung Prättigau"

Bei der Verkehrserhebung zwischen Landquart und Seewis (vgl. Kap. 3.5) wurde für den Wintersonntag ein Anteil des Ferienverkehrs am Gesamtverkehr von 26 % festgestellt. In unserem Verkehrsmodell wird auf dem entsprechenden Strassenstück im Prättigau (Link 945-2954) dieser Anteil des Ferienverkehrs am Gesamtverkehr bei einem Faktor

$$\underline{c = 0,25}$$

erreicht.

9.2.2 Anhand der Verkehrsachsen zu den Winter-Tourismusregionen

Durch die automatischen ASB-Verkehrszähler sind an den verschiedenen Messstellen die SOLL-Werte der Querschnittsbelastungen vorgegeben. Somit kann für jede Messstelle ein Faktor c für den Ferienverkehr bestimmt werden, für welchen die Gesamtbelastungen des Modells an diesem Querschnitt genau dem SOLL-Wert entsprechen. Zur Bestimmung des Faktors c werden diejenigen Zählstellen herangezogen, welche auf Achsen zu Winter-Tourismusgebieten liegen, da dort der Anteil des Ferienverkehrs dementsprechend von Bedeutung ist.

Abb. 13 ASB-Zähler an Achsen zu Winter-Tourismusregionen

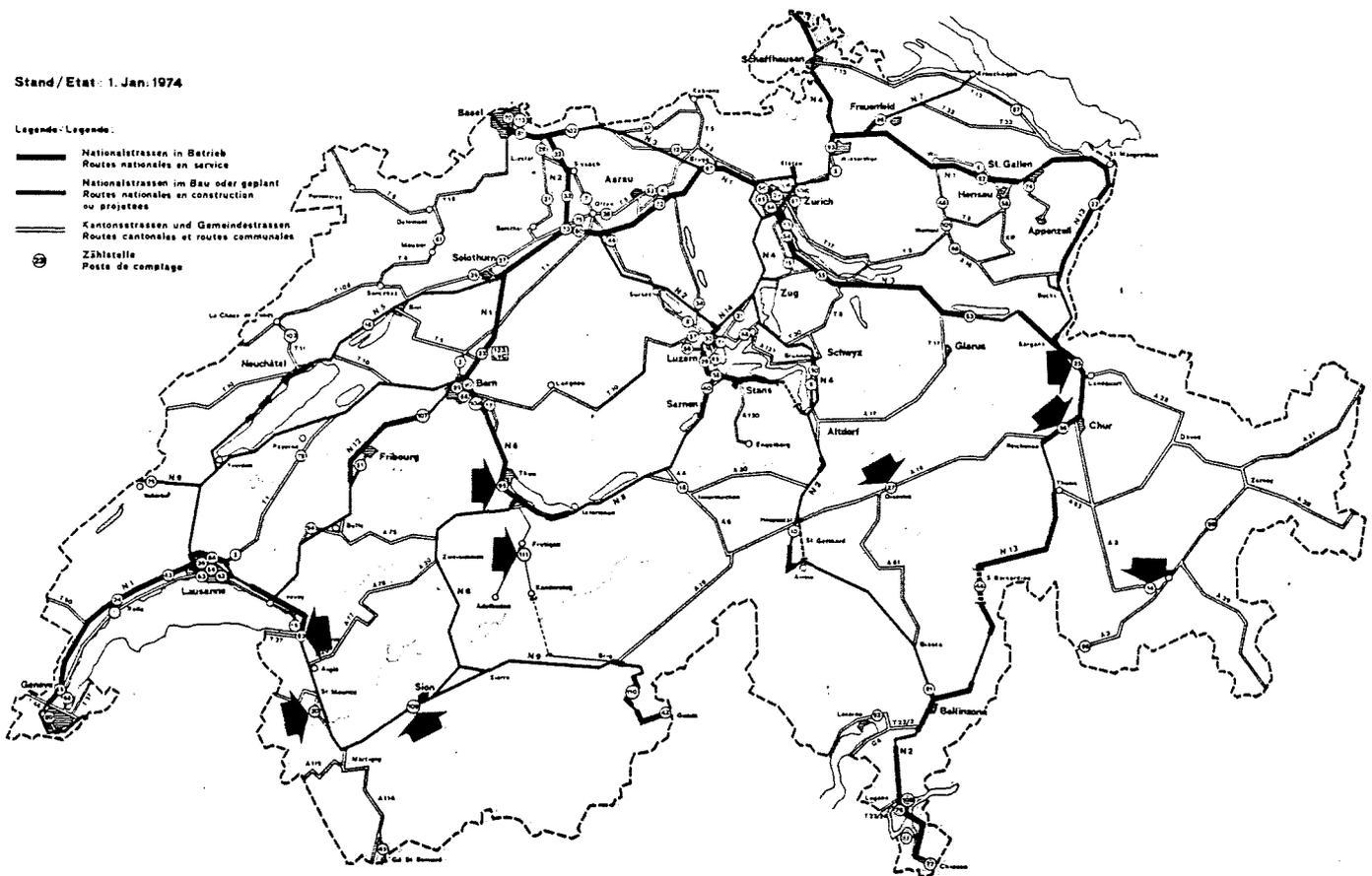


Abb. 14 "SOLL-c-Werte" an den ASB-Zählstellen

| Zählstelle | Nr. |
|---------------------------|--|
| | |
| Name | Maientfeld N13 Domat/Ems N13 Gilon St. Maurice Frutigen Umfahrung Thun N6 Julier Sion Disentis |
| genauer Wert | 0.08 0.21 0.23 0.25 0.32 0.50 0.53 0.61 0.66 |
| Faktor C auf Zahlengerade | |

Die für die einzelnen Zählstellen idealen "SOLL-c-Werte" liegen zwischen 0,08 und 0,66, bei besonderer Berücksichtigung der Westschweiz und des Wallis zwischen 0,23 und 0,61. Aufgrund dieser Verteilung sowie dem Ergebnis des letzten Abschnittes wird der Faktor c

$c = 0,30$

festgelegt.

9.2.3 Ueberprüfung der Grössenordnung

Anhand der verfügbaren Statistiken über den Tourismus sollen überschlagsmässig die Resultate, die man mit dem gewählten Faktor erhält, überprüft werden. Dazu wird ein grosses, zusammenhängendes Tourismusgebiet (Berner Oberland+Wallis) betrachtet, für welches von den verfügbaren Angaben bezüglich Bettenzahl, Uebernachtungen usw. auf die Verkehrsbelastungen auf den wichtigsten Zufahrtsachsen geschlossen werden soll.

Mit $c=0,3$ ergeben sich im Teilmodell des Ferienverkehrs auf den wichtigsten Zufahrtsachsen zum oben beschriebenen Gebiet die folgenden Belastungen:

Tab. 14 Belastungen durch Ferienverkehr, $c=0,3$

| Querschnitt | Belastungen FER, $c=0,30$ |
|--------------------------|---------------------------|
| Zählstelle Glion (N9) | 3187 Fz/Sonntag |
| Zählstelle Umf.Thun (N6) | 4405 Fz/Sonntag |
| Brünig | 1030 Fz/Sonntag |
| total | 8622 Fz/Sonntag |

Aus den Monatsberichten über den Tourismus in der Schweiz geht die Zahl der Ankünfte in den Hotelbetrieben hervor:

Tab. 15 Ankünfte in Hotels (pro Monat)

| | Februar 74 | März 74 | 2/3 Feb.+1/3 März ¹⁾ |
|-----------------|------------|---------|---------------------------------|
| Wallis (total) | 65'056 | 66'191 | 65'434 |
| Berner Oberland | 47'390 | 46'655 | 74'145 |

(Quelle: Tourismus in der Schweiz, ESTA, M2 1974
M3 1974)

1) Mischungsverhältnis gemäss zeitlicher Verteilung der Interviews, siehe Kap. 6.3

Für die Chalets/Ferienwohnungen sind die Ankünfte in den Statistiken nicht vorhanden. Sie können jedoch näherungsweise bestimmt werden, indem für die Ferienorte der beiden Regionen das Verhältnis der jährlichen Logiernächte in Hotels zu den Logiernächten in Chalets/Ferienwohnungen berechnet wird (Berechnung siehe Anhang III). Unter der Annahme, dass pro Logiernacht für beide Beherbergungsarten die gleiche Anzahl Ankünfte entsteht (d.h. gleiche durchschnittliche Aufenthaltsdauer), ergibt sich mit den im Anhang III bestimmten Verhältniszahlen die folgende Anzahl Ankünfte:

Tab. 16 Ankünfte total (pro Monat) (1974)
(Hotels + Chalets/Ferienwohnungen)

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| Wallis total | $(1 + 1,7) \cdot 65'434 = 177'000$ |
| Berner Oberland | $(1 + 1,1) \cdot 47'145 = 99'000$ |
| Zusammen | 276'000 |

Mit einer Hin- und Rückfahrt entspricht dies rund 550'000 Pers.fahrten/Monat, welche mit Uebernachtungen verbunden waren.

Bei der Verkehrserhebung im Prättigau wurde folgende Anzahl Fahrzeuge erfasst (nur Fahrten, welche mit Uebernachtungen verbunden waren):

Tab. 17 Verteilung der Fahrten nach Wochentagen

| | | | |
|--------------------------------------|--------|-----------|------|
| Wochenendausflug (mit Uebernachtung) | SA | 1'000 Fz. | 8 % |
| " " " | SO | 1'440 Fz. | 12 % |
| " " " | FR,MO* | 500 Fz. | 4 % |
| Ferienhin- und Rückfahrten | SA | 5'120 Fz. | 42 % |
| " " " | SO | 2'080 Fz. | 17 % |
| " " " | MO-FR* | 2'080 Fz. | 17 % |

* angenommener, in Erhebung nicht erfasster Wert

Danach macht im Verlaufe einer Woche der Ferienverkehr am Sonntag rund 17 % der Fahrten aus, die mit Uebernachtungen verbunden sind.

Mit den folgenden zusätzlichen Annahmen können schliesslich die 550'000 Personenfahrten / Monat auf die Fz-Belastungen/Sonntag umgerechnet werden, die einen der 3 betrachteten Querschnitte (N6, N9, Brünig) passieren und Ferienverkehr sind:

Annahmen: - 4 1/3 Wochen pro Monat
 - Anteil öV = 20 %
 - Besetzungsgrad = 3 Personen/Fahrzeug

Resultat: 5800 Fz/Sonntag (Ferienverkehr, Querschnitte N6, N9 und Brünig zusammen)

Verglichen mit den eingangs berechneten Modellresultaten für $c=0,3$ von 8'622 Fz/Sonntag liegt diese Abschätzung, welche von den Uebernachtungen ausgeht, um 33 % zu tief. Unter Berücksichtigung der Vielzahl der getroffenen Annahmen hat sich damit jedoch zumindest die Grössenordnung bestätigt.

9.2.4 Zusammenfassende Bemerkungen zur Kalibration des Ferienverkehrs

In den vorausgehenden Abschnitten wurde der Faktor c auf verschiedene Art berechnet und überprüft. Der relativ grosse Schwankungsbereich der Werte von c zeigt, dass die Fixierung eines Mittelwertes nur als erste grobe Näherung betrachtet werden kann. Um den Unsicherheitsbereich einschränken zu können, sollten dazu vertiefte Untersuchungen angestellt werden.

9.3 Belastungen Gesamtverkehr Strasse

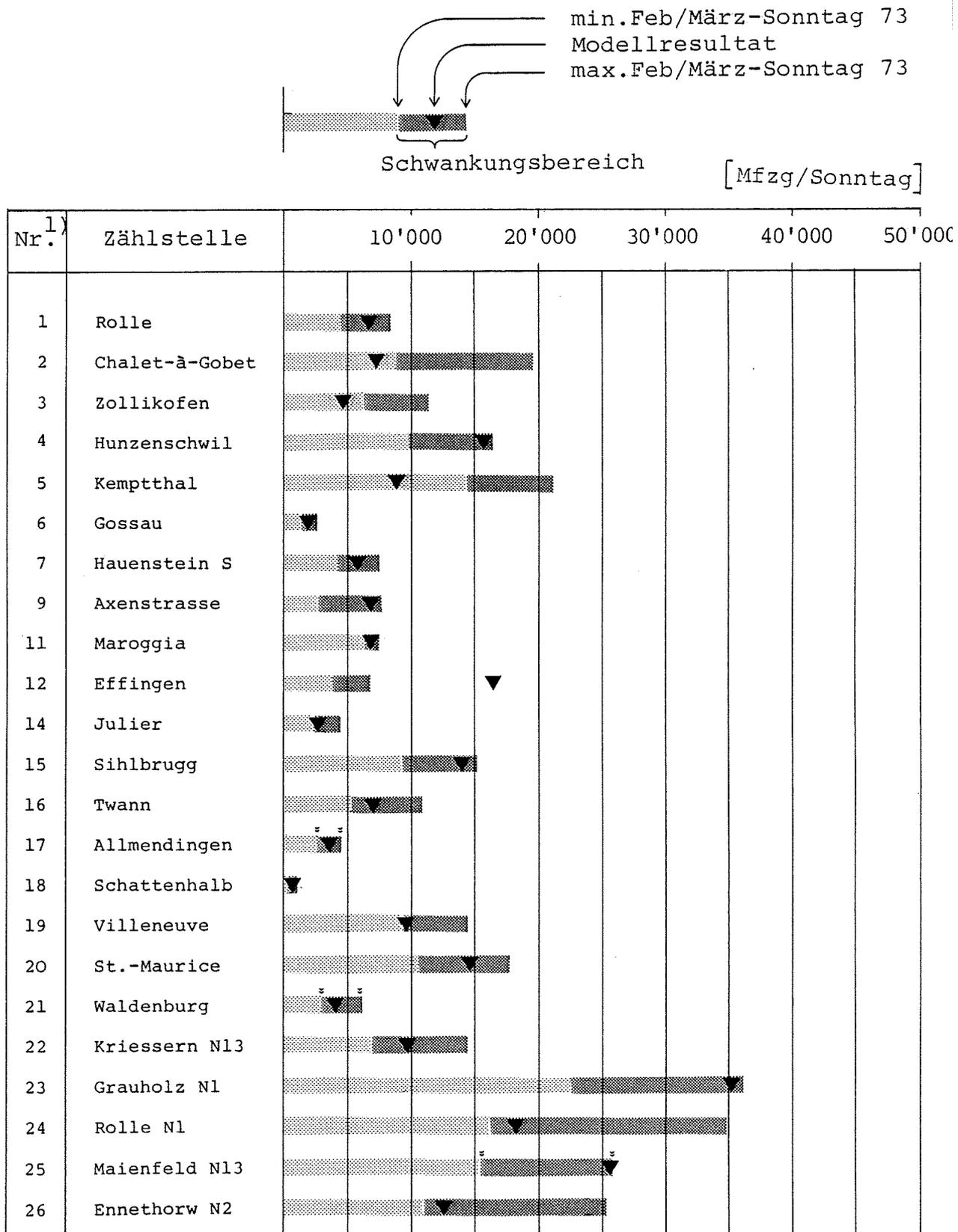
Die Resultate der Umlegung des Gesamtverkehrs (SWBU+FER+AUSSEN-VERKEHR) werden mit den SOLL-Werten der Streckenbelastungen verglichen, welche von den ASB-Zählern geliefert werden. Dazu werden alle ASB-Zähler herangezogen, welche nicht auf städtischem Gebiet liegen. Wird als zeitliche Referenz der Erhebungszeitraum der Interviews herangezogen (Februar und März 1973), so fällt auf, dass die Belastungen an den Sonntagen dieser Periode erheblichen Schwankungen unterworfen sind. Diese sind vor allem den Einflüssen des Wetters zuzuschreiben (vgl. auch: Analyse des Wochenendverkehrs, GVK-Auftrag 22). Somit war natürlich auch die in der HSG-Erhebung erfasste Ausflugshäufigkeit von den Wetterverhältnissen an den beiden dem Interview vorangehenden Wochenenden beeinflusst. Wird zum Vergleich der Modellergebnisse für jede Zählstelle ein Belastungsbereich definiert, welcher zwischen dem höchsten bzw. tiefsten in dieser Periode auftretenden Belastungswert liegt, so ergibt sich das auf den folgenden Seiten dargestellte Bild (Abb. 15):

Von den 82 Zählstellen liegen die Modellergebnisse

- bei 51 Zählstellen innerhalb des definierten Schwankungsbereiches
- bei 31 Zählstellen ausserhalb des definierten Schwankungsbereiches

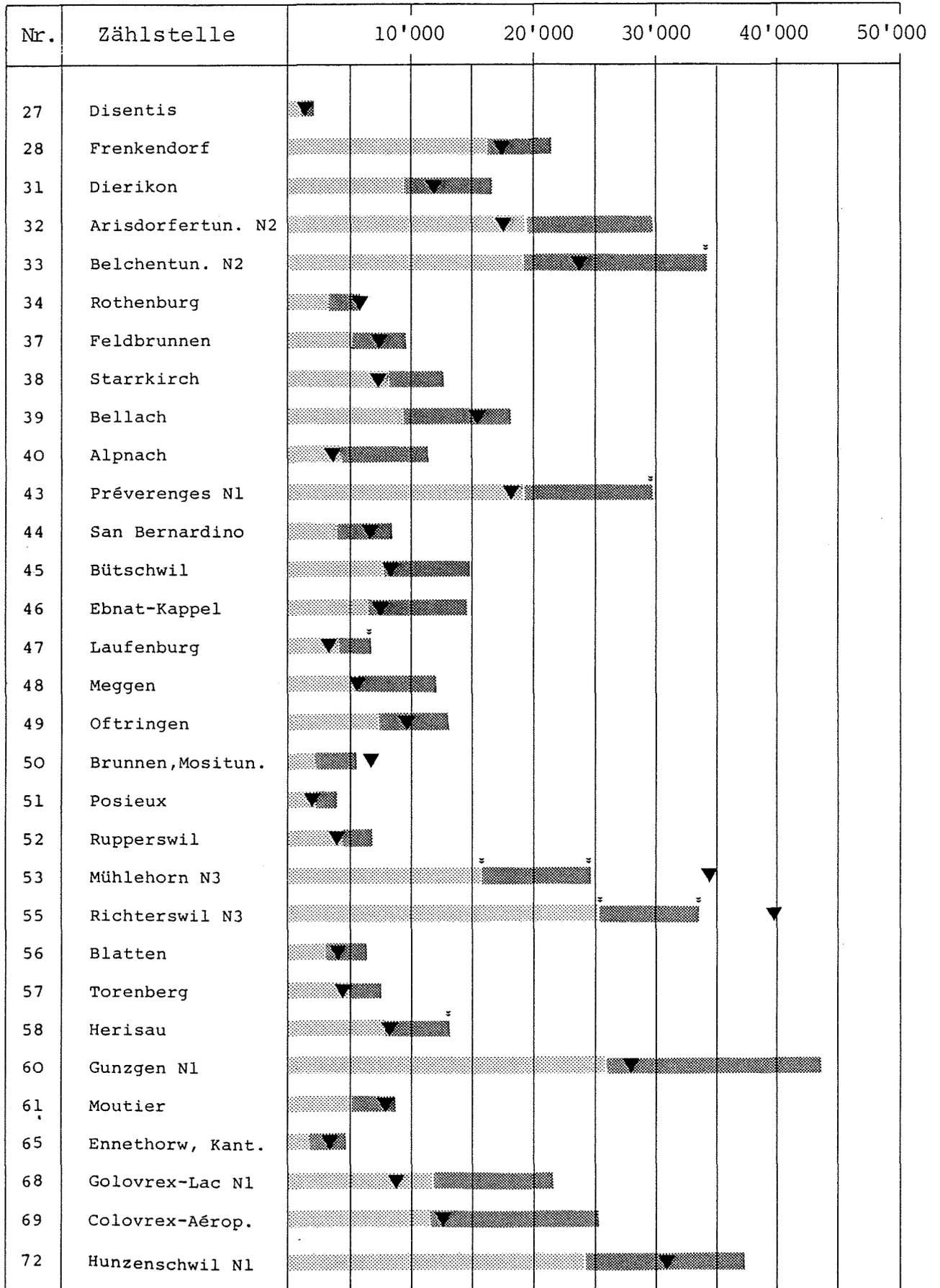
Eine Diskussion der Resultate findet sich im Anschluss an die übliche Beurteilung der Modell-Belastungswerte mittels Tab. 18 am Schluss dieses Abschnittes.

Abb. 15 Vergleich der Modellbelastungen mit den höchsten bzw. tiefsten Sonntags -Belastungen des Erhebungszeitraumes (Feb/März 1973)



1) offizielle Numerierung des Bundesamtes für Strassenbau

[Mfzg/Sonntag]



[Mfzg/Sonntag]

| Nr. | Zählstelle | 10'000 | 20'000 | 30'000 | 40'000 | 50'000 |
|-----|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 74 | Teufen | ▼ | | | | |
| 75 | Hägendorf | ▼ | | | | |
| 76 | Noranco N2 | | | ▼ | | |
| 78 | Cont. de Payerne | ▼ | | | | |
| 79 | Vallorbe | ▼ | | | | |
| 81 | Hagnau N2 | | | | ▼ | |
| 82 | Gossau N1 | | ▼ | | | |
| 83 | Glion N9 | | ▼ | | | |
| 86 | Niederwil | | ▼ | | | |
| 87 | Güttingen | ▼ | | | | |
| 91 | Castione | ▼ | | | | |
| 92 | Minusio | | ▼ | | | |
| 93 | Winterthur N1 | | | ▼ | | |
| 94 | Valruz-Village | u | u | | | |
| 95 | Thun N6 | | | ▼ | | |
| 96 | Domat/Ems N13 | | ▼ | | | |
| 97 | Baregg tunnel N1 | | | | | ▼ |
| 98 | Castasegna | ▼ | | | | |
| 99 | S-Chanf | ▼ | | | | |
| 101 | Wattwil | | ▼ | | | |
| 102 | Rheinfelden N3 | | | ▼ | | |
| 103 | Vue des Alpes | ▼ | | | | |
| 104 | Muri | | | | u | u |
| 105 | Lugano N2 | | u | u | | |
| 107 | Flamatt N12 | u | u | ▼ | | |
| 109 | Sion W | | u | u | | |
| 111 | Frutigen | u | u | ▼ | | |
| 112 | Pont de Thielle | u | u | ▼ | | |

* Werte 1974 (1973 Zähler defekt oder ähnliches, z.T. noch nicht in Betrieb)

Tab. 18 absolute und relative Abweichung der Modellbelastungen

| Nr. | Standort | ØFeb. Sonntag 1974 | ØMärz-Sonntag 1974 | $\frac{2}{3}$ ØFeb. Sonn. + $\frac{1}{3}$ ØMärz-Sonn. | ICT (Modell) | Δ % | Δ abs. |
|-----|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------|------------|---------------|
| 1 | Rolle | 5'778 | 6'369 | 5'975 | 6'605 | +11 | +630 |
| 2 | Châlet-à-Gobet | 10'523 | 14'491 | 11'846 | 7'136 | -40 | -4'710 |
| 3 | Zollikofen N | 7'128 | 8'858 | 7'705 | 4'735 | -39 | -2'970 |
| 4 | Hunzenschwil W | 12'402 | 14'928 | 13'244 | 15'831 | +20 | +2'587 |
| 5 | Kemptthal S | 15'856 | 20'081 | 17'264 | 9'058 | -48 | -8'206 |
| 6 | Gossau | 1'845 | 2'229 | 1'973 | 1'462 | -26 | -511 |
| 7 | Hauenstein S | 5'609 | 5'700 | 5'639 | 5'831 | +3 | +192 |
| 9 | Brunnen/Axenstr.1) | 5'516 | 6'434 | 5'822 | 7'234 | +24 | +1'412 |
| 11 | Maroggia | 4'395 | 5'683 | 4'824 | 7'249 | +50 | +2'425 |
| 12 | Effingen | 4'701 | 5'522 | 4'975 | 16'461 | +230 | +11'486 |
| 14 | Julier | 2'637 | 4'366 | 3'213 | 2'201 | -31 | -1'012 |
| 15 | Sihlbrugg1) | 11'680 | 10'705 | 11'355 | 13'984 | +23 | +2'629 |
| 16 | Twann, Wingreis (AS) | 6'931 | 8'426 | 7'429 | 6'530 | -12 | -899 |
| 17 | Allmendingen | 3'192 | 3'681 | 3'355 | 3'629 | +8 | +274 |
| 18 | Schattenhalb | 1'242 | 1'585 | 1'356 | 920 | -32 | -436 |
| 19 | Villeneuve N | 12'556 | 12'719 | 12'610 | 9'682 | -23 | -2'928 |
| 20 | St. Maurice | 13'722 | 15'450 | 14'298 | 14'883 | +4 | +585 |
| 21 | Waldenburg S | 4'216 | 4'283 | 4'238 | 3'856 | -9 | -382 |
| 22 | Kriessern N13 | 9'587 | 11'624 | 10'266 | 9'481 | -8 | -785 |
| 23 | Grauholz N1 | 28'077 | 34'165 | 30'106 | 35'225 | +17 | +5'119 |
| 24 | Rolle N13) | 17'867 | 28'591 | 21'442 | 17'806 | -17 | -3'636 |
| 25 | Maienfeld N13 | 18'064 | 22'057 | 19'395 | 25'372 | +30 | +5'977 |
| 26 | Ennethorw N2 | 21'391 | 22'975 | 21'919 | 17'484 | -20 | -4'435 |
| 27 | Disentis O1) | 1'710 | 1'613 | 1'678 | 1'109 | -34 | -569 |
| 28 | Frenkendorf- Füllinsdorf | 16'309 | 17'892 | 16'837 | 17'686 | +5 | +849 |
| 31 | Dierikon | 11'763 | 14'123 | 12'550 | 11'837 | -6 | -713 |
| 32 | Arisdorf'tunnel N2 | 22'220 | 28'390 | 24'277 | 17'586 | -28 | -6'691 |
| 33 | Belchentunnel N2 | 22'151 | 27'532 | 23'945 | 23'833 | -0 | -112 |
| 34 | Rothenburg | 3'943 | 4'930 | 4'272 | 5'778 | +35 | +1'506 |
| 37 | Feldbrunnen | 6'645 | 7'520 | 6'937 | 7'406 | +7 | +469 |
| 38 | Starrkirch | 9'863 | 10'837 | 10'188 | 7'276 | -29 | -2'912 |
| 39 | Bellach | 12'321 | 14'416 | 13'019 | 15'453 | +19 | +2'434 |
| 40 | Alpnach | 6'857 | 8'439 | 7'384 | 3'530 | -52 | -3'854 |
| 43 | Préverenges N1 | 23'777 | 28'431 | 25'328 | 17'991 | -29 | -7'337 |
| 44 | San Bernardino | 3'816 | 5'328 | 4'320 | 8'334 | +93 | +4'014 |
| 45 | Bütschwil | 11'039 | 10'907 | 10'995 | 8'420 | -23 | -2'575 |
| 46 | Ebnat-Kappel | 10'249 | 8'939 | 9'812 | 7'439 | -24 | -2'373 |
| 47 | Laufenburg W | 4'604 | 5'423 | 4'877 | 3'018 | -38 | -1'859 |
| 48 | Meggen | 8'098 | 9'690 | 8'629 | 5'516 | -36 | -3'113 |
| 49 | Oftringen S | 8'612 | 9'551 | 9'425 | 9'472 | +6 | +547 |
| 50 | Brunnen, Mositunnel | 3'277 | 4'625 | 3'726 | 6'740 | +81 | +3'014 |
| 51 | Posieux | 2'524 | 2'717 | 2'588 | 1'829 | -29 | -759 |
| 52 | Rupperswil | 5'069 | 6'040 | 5'393 | 3'813 | -29 | -1'580 |
| 53 | Mühlehorn N3 | 18'231 | 21'390 | 19'284 | 34'457 | +79 | +15'173 |
| 55 | Richterswil N3 | 28'748 | 30'377 | 29'291 | 39'917 | +36 | +10'626 |
| 56 | Blatten | 4'343 | 4'839 | 4'508 | 4'096 | -9 | -412 |
| 57 | Torenberg | 5'859 | 6'346 | 6'021 | 4'539 | -25 | -1'482 |
| 58 | Herisau | 11'016 | 11'372 | 11'134 | 8'086 | -27 | -3'048 |
| 60 | Gunzgen N11) | 32'832 | 39'758 | 35'141 | 33'778 | -4 | -1'363 |
| 61 | Moutier N | 5'863 | 7'031 | 6'252 | 7'628 | +22 | +1'376 |
| 65 | Ennethorw | 2'373 | 2'982 | 2'576 | 3'401 | +32 | +825 |
| 68 | Colovrex-Lac N1 | 13'705 | 14'720 | 14'043 | 8'808 | -37 | -5'235 |
| 69 | Colovrex-Aeroport | 14'778 | 17'134 | 15'563 | 12'281 | -21 | -3'282 |
| 72 | Hunzenschwil N1 | 27'214 | 35'858 | 30'095 | 30'969 | +3 | +874 |
| 74 | Teufen N | 7'876 | 8'561 | 8'104 | 4'823 | -40 | -3'281 |
| 75 | Hägendorf | 5'988 | 6'999 | 6'325 | 6'041 | -4 | -284 |
| 76 | Noranco N22) | 19'925 | 23'593 | 21'148 | 26'702 | +26 | +5'554 |
| 78 | Payerne W | 7'477 | 10'464 | 8'473 | 6'994 | -17 | -1'479 |
| 79 | Vallorbe S | 2'896 | 3'035 | 2'942 | 785 | -73 | -2'157 |
| 81 | Hagnau O,N2 | 35'516 | 42'567 | 37'866 | 42'783 | +13 | +4'917 |
| 83 | Glion N9 | 15'695 | 14'985 | 15'458 | 16'252 | +5 | +794 |
| 86 | Niderwil TG | 8'511 | 11'613 | 9'545 | 8'058 | -16 | -1'487 |
| 87 | Güttingen | 5'169 | 6'450 | 5'596 | 824 | -85 | -4'772 |
| 91 | Castione N | 6'310 | 7'913 | 6'844 | 6'767 | -1 | -77 |
| 92 | Minusio | 12'471 | 16'554 | 13'832 | 11'330 | -18 | -2'502 |
| 93 | Umf. Winterthur N1 | 21'964 | 27'978 | 23'969 | 24'600 | +3 | +631 |
| 94 | Vaulruz Village | 8'836 | 9'168 | 8'947 | 9'058 | +1 | +111 |
| 95 | Umf. Thun N6 | 26'017 | 26'041 | 26'025 | 23'117 | -11 | -2'908 |
| 96 | Domat/Ems N13 | 10'487 | 13'290 | 11'421 | 12'438 | +9 | +1'017 |
| 97 | Baregg'tunnel N1 | 26'291 | 34'016 | 28'866 | 45'739 | +58 | +16'873 |
| 98 | Castasegna2) | 2'406 | 2'155 | 2'322 | 2'259 | -3 | -63 |
| 99 | S-Chanf | 1'296 | 1'774 | 1'455 | 1'131 | -22 | -324 |
| 101 | Wattwil N | 14'088 | 14'603 | 14'260 | 9'128 | -36 | -5'132 |
| 102 | Rheinfelden N3 | 10'152 | 11'727 | 10'677 | 23'527 | +120 | +12'850 |
| 103 | Vue des Alpes | 8'688 | 8'618 | 8'665 | 4'850 | -44 | -3'815 |
| 104 | Muri S N6 | 28'523 | 30'114 | 29'053 | 33'838 | +16 | +4'785 |
| 105 | Lugano S N22) | 12'214 | 14'0004) | 12'809 | 11'674 | -9 | -1'135 |
| 107 | Flamatt W N12 | 4'745 | 5'610 | 5'033 | 13'738 | +173 | +8'705 |
| 109 | Sion W | 13'554 | 14'610 | 13'906 | 11'130 | -20 | -2'776 |
| 110 | Simplon2) | 1'280 | 995 | 1'185 | 5'446 | +360 | +4'261 |
| 111 | Frutigen S | 3'243 | 3'660 | 3'382 | 3'260 | -4 | -122 |
| 112 | Pont de Thielle | 7'897 | 9'507 | 8'434 | 7'393 | -12 | -1'041 |

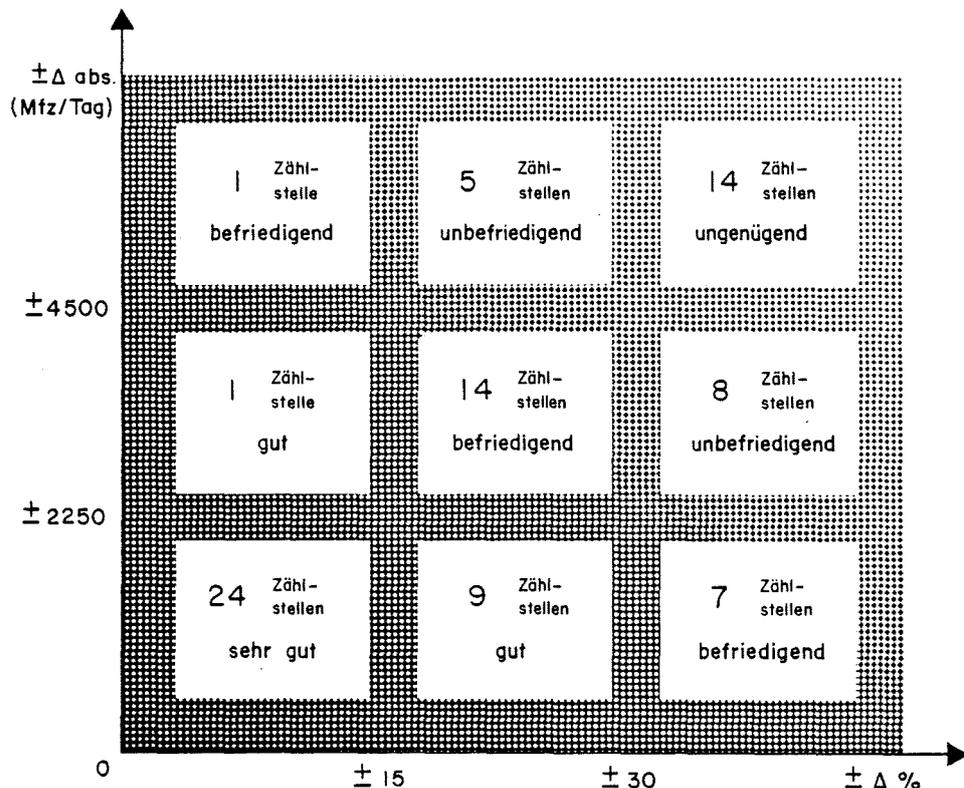
- Fussnoten zu Tab. 18:
- 1) Werte 1975, 1974 Zähler defekt
 - 2) Werte 1975, 1974 Sonntagsfahrverot in It.
 - 3) Werte 1973, 1974 und 1975 Zähler defekt
 - 4) Schätzung, März 1973/74/75/76 Zähler defekt

Um einen direkten Vergleich der Modellbelastungen mit den ASB-Zählern zu ermöglichen, wurde in Tab. 18 trotz der festgestellten zeitlichen Schwankungen (vgl. Abb.15) ein SOLL-Referenzwert definiert. Dieser setzt sich, entsprechend der zeitlichen Verteilung der Interviews,

- zu 2/3 aus dem Durchschnitt der Februar-Sonntage 1974
- zu 1/3 aus dem Durchschnitt der März-Sonntage 1974

zusammen. Das Resultat kann im folgenden Beurteilungsschema zusammengefasst werden:

Abb. 16 Beurteilung der Umlegungsergebnisse Wochenendverkehr 1974



Gemäss dem bekannten Beurteilungsschema sind von den 83 Zählstellen, welche ausserhalb des städtischen Gebietes liegen, die Resultate bei

- 24 Zst. sehr gut
- 10 Zst. gut
- 22 Zst. befriedigend
- 13 Zst. unbefriedigend
- 14 Zst. ungenügend

Für die Zählstellen, welche im ungenügenden Bereich liegen, sind die Gründe teilweise bekannt. Es handelt sich dabei einerseits um die Simulationsgenauigkeit des Modells, andererseits um spezielle Gegebenheiten bei den Zählstellen.

Zählstelle:

- 5 Kemptthal:

Der zur Kantonsstrasse parallele Nationalstrassenabschnitt Nr. 28 (Neugut-Töss) ist im Modell (74-Netz) bereits enthalten, war jedoch im Februar/März 1974 noch nicht in Betrieb (Eröffnung 11.12.1974).

- 21 Effingen:

102 Rheinfelden N3

Die Nationalstrassenabschnitte Nr. 75.1, 75.2 und 76.1 (Rheinfelden-Frick, total 20 km) sind im Modell (74-Netz) bereits enthalten, waren jedoch im Februar/März 1974 noch nicht in Betrieb (Eröffnung 29.11.74). Sie bewirken im Modell eine starke Umlagerung auf die Achse Basel-Zürich via Bözberg.

- 25 Maienfeld N13

- 53 Mühlehorn N3

- 55 Richterswil N3

a) Die Nationalstrassenabschnitte 81-83.1, 83.2, 83.3, 84.1, 85.1 (Pfäffikon-Weesen, 26,4 km) wurden am 30.11.1973 in Betrieb gesetzt. Im Februar/März 1974 haben sich die Verhältnisse auf dieser Achse noch nicht voll eingespielt.

b) Die Kapazitätsgrenze für eine 2-spurige Strasse (entlang Walensee) ist im Modell mit 36'865 Fz/So eindeutig überschritten, zumal der Richtungsanteil und die zeitliche Konzentration von grosser Bedeutung sind. Selbst die Feinkalibration des pV-Netzes mit einer Reduktion der Geschwindigkeit entlang des Walensees von 60 km/h auf 30 km/h (Simulation einer starken Kolonnenbildung) hatte die Belastung nur um 6,5 % vermindert (neu: 34'457 Fz/Sonntag). Auf die übrigen Achsen (Toggenburg, Rheintal) wird kaum ausgewichen. Demzufolge sind bereits die Wunschlinien aus dem Raum Zürich in Richtung Graubünden im Modell zu gross. Um dies zu korrigieren, müssten die Reisezeiten auf den entsprechenden Abschnitten bereits vor dem Verteilungsmodell herabgesetzt werden.

- 61 Colovrex-Lac N1

- 87 Güttingen

- 110 Simplon

Bei einigen Zählstellen, die nahe der Grenze liegen und somit zu einem wesentlichen Teil vom Aussenverkehr bestimmt werden, sind die Verhältnisse an einem Oktober-Werktag, von welchem der Aussenverkehr übernommen wurde, und dem Winter-Sonntag sehr unterschiedlich.

- 101 Wattwil
Die Zählstellen, bei welchen das Modell die effektiven Belastungen stark unterschätzt, liegen vor allem in ländlichen Gebieten, während auf den Hauptverkehrsachsen die Belastungen übereinstimmen oder tendenziell gar überschätzt werden. Eine Erhöhung der Zonenattraktivitäten für das Ausflugsmotiv WANDERN in den ländlichen Gebieten Toggenburg/Appenzell/Thurgau/Jura erbrachte die erhoffte Wirkung nicht, indem dadurch nur eine geringe Zunahme der Belastungen in diesem Gebiet resultiert.
- 107 Flamatt
 - a) Der Abschnitt Düdingen-Flamatt der N2 (12,5 km) wurde am 27.9.73 eröffnet und hat sich anfangs 1974 noch nicht voll eingespielt. Da die Verkehrszunahme in den folgenden Jahren jedoch gering war, kann damit die Ueberschätzung der Belastungen durch das Modell nicht vollständig erklärt werden.
 - b) Anscheinend hat die Sprachgrenze zwischen Deutsch- und Westschweiz einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungen, der im Modell nicht berücksichtigt ist.
- 2 Chalet-à-Gobet
grosser Streubereich
- 97 Baregg tunnel
Bei dieser Zählstelle scheint es sich um eine lokale Unstimmigkeit zu handeln, weil die benachbarte Zählstelle 72 (Hunzenschwil) eine sehr gute Uebereinstimmung aufweist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass auch nach dem letzten Modellschritt bei rund 2/3 aller Zählstellen eine sehr gute bis befriedigende Uebereinstimmung vorliegt. Bei einem Teil der restlichen Zählstellen konnten ausserdem plausible Begründungen für die Abweichungen gefunden werden.

Motorfahrzeugbelastungen ZO (1974) im Einflussbereich der N-6

(1 mm = 6'000 Mfz/Sonntag)



9.4 Belastungen BAHN

Die Belastungen auf dem Bahn-Netz sind für die Fragestellung der NUP nicht von primärer Bedeutung. Aus diesem Grunde wurden bei der Bahn keine besonderen Kalibrationsschritte durchgeführt. Die Belastungen resultieren einzig aufgrund der Nachbildung des in der HSG-Erhebung beobachteten Ausflugsverhaltens. Auf eine Ergänzung mit den fehlenden Elementen (nicht rapportierte Ausflüge, übrige Fahrtzwecke, Ferienverkehr) wurde bewusst verzichtet. Dennoch werden die Modellresultate der Vollständigkeit wegen an dieser Stelle aufgeführt. Als Kalibrationsunterlagen stehen die Belastungen an ausgewählten Querschnitten des SBB-Netzes an einem November-Sonntag 1974 zur Verfügung.

Tab. 19 Absolute und relative Abweichung der Belastungen Bahn

| Querschnitt | Nov. Sonntag 74 | Modell | $\Delta\%$ | abs. |
|--------------------------|-----------------|--------|------------|--------|
| Lausanne-Vevey | 17'800 | 14'503 | -19 % | -3'297 |
| Neuenburg-Biel | 10'300 | 7'084 | -31 % | -3'216 |
| Bern-Thun | 15'900 | 13'817 | -13 % | -2'083 |
| Aarau-Olten | 22'600 | 18'834 | -17 % | -3'766 |
| Luzern-Wolhusen | 6'100 | 4'850 | -20 % | -1'250 |
| Zug-Luzern | 8'900 | 7'958 | -11 % | - 942 |
| Zug-Arth Goldau | 10'300 | 7'369 | -28 % | -2'931 |
| Luzern-Art Goldau | 9'600 | 11'471 | +19 % | +1'871 |
| Lugano-Bellinzona | 12'400 | 14'969 | +21 % | +2'569 |
| Winterthur-Wil | 13'300 | 11'370 | -15 % | -1'930 |
| St. Gallen-Rorschach | 7'400 | 4'946 | -33 % | -2'454 |
| Winterthur-Frauenfeld | 7'000 | 4'793 | -32 % | -2'207 |
| Rorschach-St. Margrethen | 6'700 | 4'567 | -32 % | -2'133 |
| Sargans-Buchs | 5'000 | 5'252 | + 5 % | + 252 |

Erstaunlich ist das homogene Bild, indem an den meisten Querschnitten die Belastungen des Modells zwischen 15 und 30 % unter den SOLL-Werten liegen. Mit der erforderlichen Ergänzung durch den Ferienverkehr dürften die SOLL-Belastungen nahezu erreicht sein. Somit machen die nicht rapportierten Ausflüge mit der Bahn einen wesentlich kleineren Anteil aus, als dies bei den Ausflügen mit dem Auto der Fall ist. Dies entspricht einer Erfahrung, wonach sich die Befragten bei Erhebungen eher öV-freundlich geben.

TEIL

IV

ANWENDUNG

Z 1

10. PROGNOSE - GRUNDLAGEN

10.1 Verkehrsnetz Z1

Bahn-/Busnetz Z1

Das Bahn-/Busnetz Z1 entspricht der GVK-Schlussvariante 2C und ist in den Modellvarianten 0 und 1 identisch.

Netzvarianten pV (HO und H1)

Für das Wochenendverkehrsmodell konnten grundsätzlich die Strassennetze vom NUP-Werktagsverkehrsmodell übernommen werden.

Die beiden im Rahmen der Nationalstrassenüberprüfung zu untersuchenden Varianten sind folgendermassen definiert:

Tab. 20 Strassennetz-Varianten Hauptstudie

| | HS0 (Var. 0) | HS1 (Var. 1) |
|---|------------------|------------------|
| N-1 Ersatzstrasse Gebiet N-1 | - X | X - |
| N-4 *) Ersatzstrasse Gebiet N-4 Zimmerberg Oberlandautobahn | - - X X | X - - X |
| N-6 Wimmis-Zweisimmen (4-sp.) N-6 Zweisimmen-Uvrier (2-sp.) (Rawil Varianten 1800 m.ü.M.) Schnellstrasse Simmental | - - - X | X X - |
| N-7 Ersatzstrassen Gebiet N-7 | - X | X - |

*) Bei der N-4 wird also keine Nullvariante, sondern die Zimmerbergvariante (V2) zugrundegelegt.

X : in Variante enthalten
- : in Variante nicht enthalten

Im weiteren mussten analog zur Modelletablierung (vgl. Kap. 4) die im Winter geschlossenen Alpenpässe eliminiert werden. Für den Zustand Z1 kann auch der Gotthardpass eliminiert werden, weil der Bahnverlad neben dem Strassentunnel nicht mehr vorhanden ist.

Ferner gingen auch die im Zusammenhang mit der Umlegungskalibration in der Modelletablierung am Strassennetz Z0 vorgenommenen Aenderungen (vgl. Kap. 8.2) in die Strassennetze Z1 ein.

Die Reisezeit- und Distanzmatrizen wurden analog der Modelletablierung Z0 (mit unterschiedlichen Terminalzeiten für Besucher/ Uebrige und Ski/Wandern) berechnet.

10.2 Siedlungsdaten

Die Siedlungsdaten für die Zukunftsvorstellung Z₂₀₀₀ wurden vom St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung*) erarbeitet. Sie bilden neben den Kostenparametern und den Verkehrsnetzen die massgebliche Grundlage der Modellrechnungen Z1.

Die Zahl der Einwohner weist in den Varianten 0 und 1 leichte Unterschiede auf.

Tab. 21 Gesamtschweizerische Siedlungsdaten 1974, Variante 0 und Variante 1

| Bezeichnung | Etablierung Z0 (1974) | Hauptstudie Z1 | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|------------|
| | | Variante 0 | Variante 1 |
| Hotel- und Ferien- hausbetten | 634'345 | 1'331'912 | 1'331'912 |
| Motorfahrzeugbe- stand | 1'899'527 | 2'816'412 | 2'816'412 |
| Einwohner | 6'440'167 | 6'744'672 | 6'749'186 |

1) *St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung: "Ermittlung und Prognose von Siedlungsdaten für alle 1170 GVK-Zonen", NUP-Auftrag Nr. 19*

10.3 Attraktivitäten für die vier Ausflugsmotive

Die Attraktivität der Fahrtmotive BESUCHER und UEBRIGE beziehen sich auf die Einwohnerzahlen je Zone. Die Veränderung ihrer Gesamtzahl ist der Tab. 21 zu entnehmen.

An den Attraktivitätsdaten der Fahrtmotive SKI und WANDERN wurden keine Veränderungen gegenüber 1974 vorgenommen. Wohl sind beispielsweise von verschiedenen touristischen Transportanlagen gewisse Ausbaupläne bekannt, deren quantitative Erfassung jedoch schwierig und unsicher gewesen wäre.

10.4 Aussenverkehr

Die Wunschlinienmatrix des Schweiz. Ziel-/Quell- und Durchgangsverkehrs wurde vom NUP-Werktagsverkehr (Hauptstudie Z1) übernommen. Die Umlegung wurde aber, im Gegensatz zur Modelletablierung 1974, wo direkt die Link-Belastungen übernommen wurden, auf dem Netz für den Wochenendverkehr (Alpenpässe geschlossen) nach dem Umlegungsverfahren des Wochenendverkehrs vorgenommen.

11. MOBILITÄTSZUNAHME IM WOCHENENDVERKEHR

11.1 Definition der Mobilität

Da in der Verkehrsplanung der Begriff "Mobilität" sehr häufig, aber gleichzeitig auch sehr unterschiedlich verwendet wird, ist die hier verwendete Form zunächst zu definieren.

Mobilität wird in der vorliegenden Untersuchung verstanden als Mass der realisierten Ortsveränderungen einer Person am Wochenende. Eine sinngemässe Uebereinstimmung mit der Potentialberechnung besteht darin, dass Ortsveränderungen, welche ausschliesslich zu Fuss durchgeführt werden, darin nicht eingeschlossen sind. Die Mobilität wird also angegeben durch die Menge der Fahrten einer Person und die zurückgelegten Reisedistanzen an Wochenenden.

11.2 Zum Wesen der Mobilität

Generell betrachtet ist die Mobilität begründet in der Wechselwirkung zwischen der räumlichen Verteilung der Aktivitätsorte und dem verfügbaren Verkehrssystem. Verkehr am Wochenende ist nur teilweise Selbstzweck; er resultiert aus der Trennung der Wohnorte und der Erholungsgebiete.

Die räumliche Trennung wiederum ist Folge verschiedener mit der Erholung im Zusammenhang stehender mobilitätsinduzierenden Faktoren wie

- . wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung

 - wachsender Wohlstand
 - Zunahme der Motorisierung
 - Zunahme des Erholungsangebotes
 - spezifische Standortanforderungen gewisser Erholungsaktivitäten
 - Verstädterung des Siedlungsraumes, verbunden mit einer Zunahme der naturfeindlichen Auswirkungen (Abgas, Lärm, Verlust an wohnungsnahen Erholungsflächen)
 - soziale Probleme des gedrängten Aufeinanderlebens
 - vermehrt verfügbare Freizeit
 - Trend sozial unterer Schichten, die Verhaltensweisen sozial höherer Schichten nachzuahmen

. Veränderung des Verkehrsangebotes

-
- Ausbau der Verkehrsnetze und Verkehrsmittel
 - unterdurchschnittliche Entwicklung der Transportkosten, gemessen an der Zunahme des Volkseinkommens.

Wie weit die Mobilität und dabei insbesondere die Mobilitätszunahme Ursache oder Folge der aufgezählten mobilitätsinduzierenden Faktoren und ihrer Veränderungen ist, kann nicht schlüssig beantwortet werden.

Gestützt auf die eingeführte Definition der Mobilität können zwei Mobilitätskomponenten unterschieden werden

- Wegehäufigkeit
- Wegelänge

Im folgenden Abschnitt werden die beiden Komponenten näher betrachtet.

11.3 Mobilitätskomponente "Wegehäufigkeit"

Gestützt auf Untersuchungen über das Verkehrsverhalten von Einzelpersonen an Wochenenden können Faktoren unterschieden werden, welche die Zahl der Ausflüge*) an Wochenenden beeinflussen:

- . Mobilitätspotential, d.h. die Zugehörigkeit zu einer demographischen oder sozio-ökonomischen Personengruppe, welche die Ausübung von Wochenendausflügen ermöglicht, z.B. PW-Besitz, Einkommen, Alter u.a.
- . "Mobilitätswänge": die Ausübung gewisser Freizeitaktivitäten setzt die Möglichkeit von Ortsveränderungen voraus (z.B. Skifahren ist nicht überall möglich)
- . Standortgunst des Wohnortes bezüglich der Freizeitorte
- . Sozialstatus

Da einzelne Einflussfaktoren teilweise voneinander abhängen, kann ihr individueller Einfluss nicht genau separiert werden.

*) Ein Ausflug besteht aus zwei Wegen, bzw. Fahrten

Die vorliegende Beschränkung der Mobilitätsuntersuchung auf Ortsveränderungen, die mit einem Verkehrsmittel durchgeführt werden (also exkl. zu Fuss), erfordert zusätzliche Abklärungen zur Frage, inwieweit eine Zunahme der spezifischen Ausflughäufigkeit aus der Substitution von Fusswegen resultiert.

11.4 Mobilitätskomponente "Wegelänge"

Verbesserungen der Reisezeiten im Verkehrssystem bewirken eine bessere Erreichbarkeit möglicher Zielorte bei gleichbleibendem Zeitbudget. Die Nutzung des verbesserten Verkehrsangebotes kann individuell und je nach Ausflugsmotiv entweder in Form von

- grösserer Ausflughäufigkeit (vgl. Kap. Verkehrserzeugung)
- oder für die Ueberwindung grösserer räumlicher Entfernungen

genutzt werden.

Im Modell für den Wochenendverkehr wird die Wahl des Ausflugszieles u.a. aufgrund der Angebotsvariablen "Reisezeit" durchgeführt. Eine Verbesserung des Verkehrsnetzes in Form von erhöhten Geschwindigkeiten wirkt sich durch eine Zunahme der durchschnittlichen Reisedistanzen aus.

11.5 Zunahme der spezifischen Ausflughäufigkeit zwischen 1974 und 2000

Nicht jede Zunahme der zukünftigen Gesamtverkehrsleistung auf den Netzen ist Folge einer echten, spezifischen Mobilitätssteigerung. So bewirkt auch eine Zunahme der Bevölkerung grössere Belastungen auf den Verkehrsnetzen unabhängig davon, ob sich die spezifische Mobilität zukünftig verändert.

Absolute Veränderungen der Siedlungsdaten werden jedoch gleichzeitig mit den spezifischen Änderungen mobilitätsinduzierender Merkmale in das Modell eingeführt. Zum Zweck der Mobilitätsanalyse sind diese beiden Einflüsse auseinanderzuhalten. Zusätzliche, echte Mobilitätskomponenten, die nicht mit Variablen verknüpft sind, die zur Erklärung des Ausflugsverhaltens verwendet werden (z.B. weil sie nicht stark streuen und daher in einer Modellkonstanten berücksichtigt werden) sind den im Modell enthaltenen Mobilitätskomponenten zu überlagern.

a) Veränderung des Motorisierungsgrades

Die Ausflughäufigkeit einer Person aus einem Haushalt, der über einen PW verfügt, ist um etwa 3/4 grösser als bei Haushalten ohne PW. Durch die Zunahme der Motorisierung bis ins Jahr 2000 steigt der Anteil der motorisierten Haushalte von 69 % im Jahre 1974 auf 83 % im Jahre 2000. Dieser zukünftige Anteil basiert auf einer Prognose von 2,816 Mio Motorfahrzeugen. Der zunehmende Anteil der Haushalte mit Zweit- und Drittwagen wird durch den nachstehenden empirisch ermittelten Zusammenhang (GVK-CH Nr. 41, Seite 8) zwischen dem durchschnittlichen Haushalt-Motorisierungsgrad und dem effektiven Anteil der motorisierten Haushalte berücksichtigt.

$$MHH = \left[\frac{MFZ}{HH} - 0,175 \left(\frac{MFZ}{HH} \right)^{2,2} \right] \cdot 100$$

MHH: motorisierte Haushalte in Prozent
 MFZ: immatrikulierte Motorfahrzeuge
 HH: Anzahl Haushalte

Tab. 22 Spezifische Mobilitätsänderung durch Zunahme des Motorisierungsgrades

| | Anteil der Personen (%) | | Wahrscheinlichkeit für Wochenend-Ausflug |
|---|-------------------------|---------|--|
| | 1974 | 2000 | |
| mit PW | 69 | 83 | 38,01 % |
| ohne PW | 31 | 17 | 21,23 % |
| durchschnittl. Wahrscheinlichkeit für Wochenend-Ausflug | 32,81 % | 35,16 % | |
| Zunahme der spez. Mobilität | 7,2 % | | |

Tab. 22 zeigt, dass mit der Zunahme der motorisierten Haushalte die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit für einen Wochenendausflug um 7,2 % zunehmen wird.

b) Veränderung der Verkehrsgunst

Die Verkehrsgunst (Definition vgl. Kap. 5) geht in logarithmischer Form als Variable in den Verkehrserzeugungsansatz (Wahrscheinlichkeit, dass ein Ausflug unternommen wird) ein. Unabhängig von den zu überprüfenden Nationalstrassenstrecken wird das schweizerische Strassennetz (vor allem die Hochleistungsstrassen) und das Bahnnetz (neue Haupttransversalen) bis ins Jahr 2000 weiter ausgebaut. Damit verbunden ist eine Verbesserung der Verkehrsgunst, welche sich je nach der geographischen Lage in einer Zunahme der Ausflugshäufigkeit auswirkt. Es handelt sich dabei um eine spezifische Mobilitätszunahme.

Ueber sämtliche Personen der Schweiz aufsummiert (Ergebnis der Modellanwendung für den Zustand 2000) resultiert eine Steigerung der spezifischen Ausflugshäufigkeit von 6,7 %.

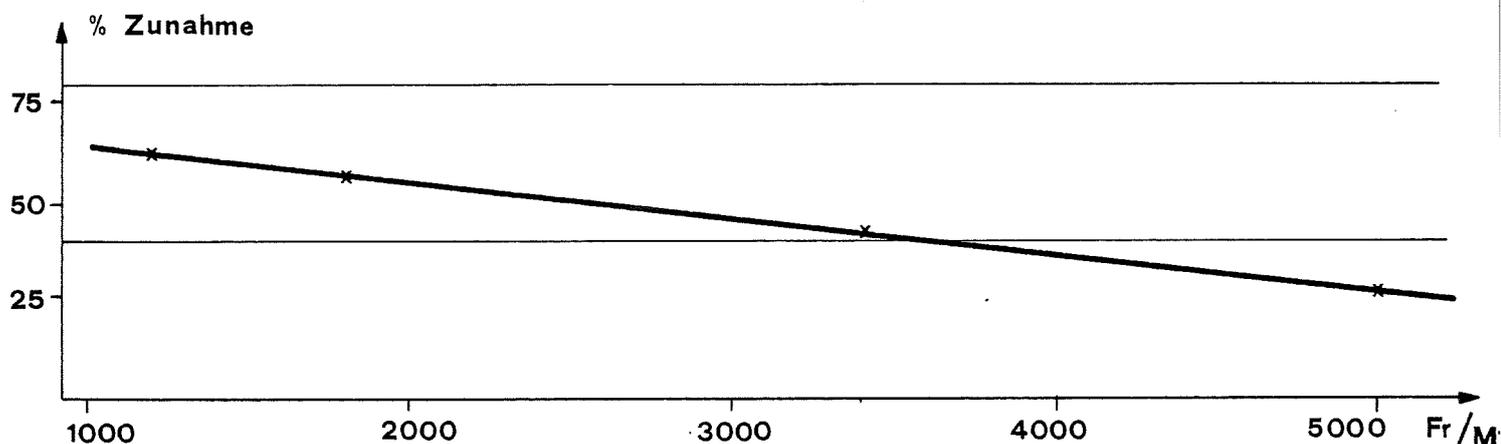
c) Veränderung des Haushalteinkommens

Für eine gesamtschweizerische Modellanwendung sollten die Personen zonenweise nach Einkommensklassen gegliedert werden. Da die Daten für das Jahr 1974 (und erst recht für das Jahr 2000) nicht vorhanden sind, musste auf eine entsprechende Variable 'Einkommen' bereits bei der Etablierung des Modellansatzes verzichtet werden.

Für die Abschätzung des Einflusses eines steigenden Volkseinkommens auf die Mobilitätsentwicklung kann jedoch auf die Stichprobe der Haushaltbefragung abgestützt werden, wo die Einkommensklasse der befragten Personen enthalten ist. Die Bestimmung der zukünftigen Werte erfordert jedoch eine auf den spärlichen vorhandenen Unterlagen basierende rudimentäre Prognose der Einkommensentwicklung. Gemäss Untersuchungen der Handelshochschule St. Gallen für die Verkehrsberechnungen der GVK-CH wird erwartet, dass sich das durchschnittliche Volkseinkommen von Fr. 33'642.--/Haushalt im Jahre 1974 auf Fr. 47'419.--*) im Jahre 2000 erhöht, (d.h. +41 %). Für die Aufwertung der befragten Einkommen im Jahre 1974 wurde angenommen, dass kleinere Einkommen mehr ansteigen werden als grössere. Der Einkommensprognose liegen folgende Zunahmefaktoren zugrunde:

*) Beim Volkseinkommen handelt es sich um die den GVK-Schlussvarianten zugrundegelegten Prognosewerte.

Abb. 17 Prozentuale Zunahme des Haushaltseinkommen bis zum Jahre 2000 (gemäss eigenen Berechnungen)



Im logistischen Modellansatz sind die monatlichen Einkommen, welche in der zugrundeliegenden Befragung in Form von sieben Einkommensklassen erfasst wurden, in 5 verhaltensrelevante Kategorien zusammengefasst. Mit den prozentualen Zunahmen der Einkommen gemäss Abb. 17 verändern sich die Bevölkerungsanteile in den Einkommensklassen bis zum Jahr 2000 wie folgt (vgl. Tab. 23).

Tab. 23 Bevölkerungsanteile pro Einkommensklasse in den Jahren 1974 und 2000

| Einkommen pro Haushalt Fr./Monat | % der Bevölkerung *) | |
|----------------------------------|----------------------|------|
| | 1974 | 2000 |
| <1200 | 6 | - |
| 1200-1800 | 13 | 3 |
| 1800-2600 | 28 | 11 |
| 2600-3400 | 17 | 17 |
| 3400-4200 | 8 | 19 |
| 4200-5000 | 5 | 14 |
| > 5000 | 6 | 19 |

*) 17 % in der zugrundeliegenden Befragung sind 'ohne Angabe des Haushaltseinkommens'

Die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Person an einem Wochenende einen Ausflug unternimmt, hängt unter anderem von ihrer Einkommensklasse ab. Dieses Ergebnis stammt aus einem separat untersuchten Modellansatz, welcher die Einkommensklasse in Verbindung mit dem PW-Besitz eines Haushaltes als erklärende Variable für Verhaltensunterschiede berücksichtigt (vgl. Tab. 24). Dabei werden die Ausflüge nicht mehr nach Motiven differenziert.

Tab. 24 Ausflugswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Einkommensklasse und des PW-Besitzes

| Einkommen pro Haushalt Fr./Monat | Ausflugswahrscheinlichkeit in % von Personen | |
|----------------------------------|--|---------------------|
| | mit PW im Haushalt | ohne PW im Haushalt |
| <1200 | 21,3 | 12,0 |
| 1200-1800 | 29,2 | 17,2 |
| 1800-3400 | 39,5 | 24,7 |
| 3400-5000 | 42,2 | 26,9 |
| > 5000 | 40,5 | 25,5 |

Tab. 25 Veränderung der Ausflugswahrscheinlichkeit durch Zunahme des Haushalteinkommens zwischen 1974 und 2000 (ohne Einfluss des veränderten PW-Besitzes)

| Einkommen pro Haushalt Fr./Monat | mittlere Ausflugswahrscheinlichkeit pro Einkommensklasse | % der Bevölkerung *) | | Mobilitätsveränderung 1974-2000 |
|--|--|----------------------|--------|---------------------------------|
| | | 1974 | 2000 | |
| <1200 | 16,2 % | 6,1 | -- | |
| 1200-1800 | 22,9 % | 13,5 | 3 | |
| 1800-3400 | 35,5 % | 45,0 | 28 | |
| 3400-5000 | 40,6 % | 12,9 | 33 | |
| > 5000 | 39,5 % | 5,7 | 19 | |
| Mittlere Ausflugswahrscheinlichkeit der ganzen-Bevölkerung | | 33,1 % | 37,8 % | 14,2 % |

*) 17 % in der Befragung ohne Angabe des Haushalteinkommens
Mit der prognostizierten Zunahme der Haushalteinkommen nimmt die Mobilität von 1974 bis 2000 um rund 14 % zu.

11.6 Zunahme der Reisedistanzen zwischen 1974 und 2000

Es wurde bereits im Kap. 11.4 darauf hingewiesen, dass im Verkehrsmodell für das Wochenende die Wahl der Ausflugsziele aufgrund der kombinierten Reisezeit auf dem öffentlichen und privaten Verkehrsnetz (vgl. Kap. 6.13) durchgeführt wird. Sowohl durch den Ausbau des Autobahnnetzes als auch durch den Bau der neuen Haupttransversalen und die Einführung des neuen Reisezugskonzeptes (Taktfahrplan) sind für viele Verkehrsbeziehungen kürzere Reisezeiten zu erwarten. Auf die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten wurde in Kap. 8.4 hingewiesen. Eine Möglichkeit besteht darin, bei gleichbleibenden Reisezeiten den räumlichen Aktionsradius zu vergrößern. Damit verbunden sind durchschnittlich längere Reisedistanzen und als Folge davon grössere Verkehrsbelastungen. Die Auswirkungen auf die Ausflugsdistanzen an Wochenenden sind in der Tab. 26 dargestellt.

Tab. 26 Zunahme der Ausflugsdistanzen durch den Ausbau der Verkehrsnetze

| | mittlere Ausflugsdistanz | | |
|----------|--------------------------|-------|---------|
| | 1974 | 2000 | Zunahme |
| Strasse | 37,67 | 44,66 | 18,6 % |
| Bahn/Bus | 50,12 | 65,74 | 31,2 % |

11.7 Zusammenfassung der Mobilitätszunahme

In der nachstehenden Tabelle sind die verschiedenen Komponenten der Mobilitätszunahme zwischen 1974 und 2000 zusammengefasst. Mit Ausnahme des Einflusses des Haushalteinkommens wird die Mobilitätsveränderung im Modellansatz durch die Berücksichtigung der mobilitätsrelevanten Variablen (PW-Besitz etc.) direkt berücksichtigt.

Tab. 27 Zusammenstellung der verschiedenen Mobilitätskomponenten

| Variable | spez. Mobilitätszunahme (%) | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------|------|
| | Wegehäufigkeit | Wegelänge | |
| | | Strasse | Bahn |
| PW-Besitz/Haushalt | 7,2 | | |
| Verkehrsangebot | 6,7 | 18,6 | 31,2 |
| Haushalteinkommen | 14,2 | | |
| (multiplikativ Total verknüpft) | 30,6 | 18,6 | 31,2 |
| Gesamtzunahme | Strasse | 54,9 | |
| | Bahn/Bus | 71,4 | |
| | Mittel (gewichtet) | 56,0 | |

12. MODELLRECHNUNGEN Z1

12.1 Vergleich der Modellresultate Z0, HSO und HSl

Einige globale Resultate der Modellrechnungen für die Etablierung Z0 (1974) und die beiden Varianten der Hauptstudie Z1 sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tab. 28 Zusammenfassung der Modellresultate für den Ausflugsverkehr (SWBU), exklusiv Ferienverkehr

| | Z0 | NUP Hauptstudie Z1 | |
|-------------------------------|---------|--------------------|------------------|
| | | HSO | HSl |
| Verkehrsmenge öV (Mio.Pf/Tag) | 0,322 | 0,249 (- 8,6%) | 0,294 (- 8,7%) |
| Verkehrsmenge pV (Mio.Pf/Tag) | 3,269 | 3,998 (+22,3%) | 4,007 (+22,6%) |
| Modal Split (Anteil öV-Pf) | 9 % | 6,9 % (-23,3%) | 6,8 % (-24,4%) |
| mittlere Reisedistanz öV (km) | 50,12 | 65,75 (+31,2%) | 65,74 (+31,2%) |
| mittlere Reisedistanz pV (km) | 37,67 | 44,54 (+18,2%) | 44,67 (+18,6%) |
| Verkehrsleist.öV (Mio.Pkm/Tg) | 16,154 | 19,359 (+19,8%) | 19,345 (+19,8%) |
| Verkehrsleist.pV (Mio.Pkm/Tg) | 123,140 | 178,053 (+44,6%) | 178,987 (+45,4%) |

HSO = Hauptstudie Variante 0
Pf = Personenfahrten

HSl = Hauptstudie Variante 1

Bei einer Abnahme des Anteils des öffentlichen Verkehrs am gesamten Ausflugsverkehr um 23-24 % (Personenfahrten) nimmt die durchschnittliche Reisedistanz um 31 % zu. Gesamthaft ergibt sich eine Zunahme der Verkehrsleistung im öffentlichen Verkehr um rd 20 %. Die Angebotsverbesserungen im öV (NHT) wirken sich noch stärker als beim pV vor allem im Fernverkehr aus.

Beim Privaten Verkehr nimmt die Verkehrsmenge um 22 % zu, was bei einer gleichzeitigen Zunahme der mittleren Reisedistanz um 18 % zu einer Erhöhung der Verkehrsleistung um rund 45 % führt.

Beim Bau der sechs zu überprüfenden Nationalstrassenstrecken (Variante HSl) nimmt die Verkehrsleistung pV um rund 1 % mehr zu als beim Nichtbau derselben (Variante HSO), während die Verkehrsleistung öV nicht verändert wird.

Tab. 29 Zusammenfassung der Modellresultate für den Ferienverkehr (FER)

| | ZO | NUP Hauptstudie Z1 | |
|------------------------------------|--------|--------------------|----------------|
| | | HSO | HSl |
| Verkehrsmenge pV (Mio.PF/Tag) | 0,137 | 0,170(+23,5%) | 0,170(+23,7%) |
| mittl. Reisedistanz pV (km) | 141,43 | 153,08 (+8,2%) | 151,12 (+6,9%) |
| Verkehrsleistung pV (Mio. Pkm/Tag) | 19,445 | 26,000(+33,7%) | 25,710(+32,2%) |

Beim Ferienverkehr, welcher bereits im heutigen Zustand viel weniger distanzempfindlich reagiert als der Ausflugsverkehr, nimmt die mittlere Reisedistanz pV lediglich um 7-8 % zu. Bei einer Zunahme der Verkehrsmenge um 24 % ergibt sich eine Zunahme der Verkehrsleistung um 32-34 %.

Tab. 30 Zusammenfassung der Verkehrsleistung pV für den Gesamtverkehr (SWBU+FER+Aussenverkehr)

| | ZO | HSO | HSl |
|-------------------------------------|-------|----------------|---------------|
| Verkehrsleistung pV (Mio.Mfzkm/Tag) | 55,53 | 89,15 (+60,5%) | 89,69(+61,5%) |

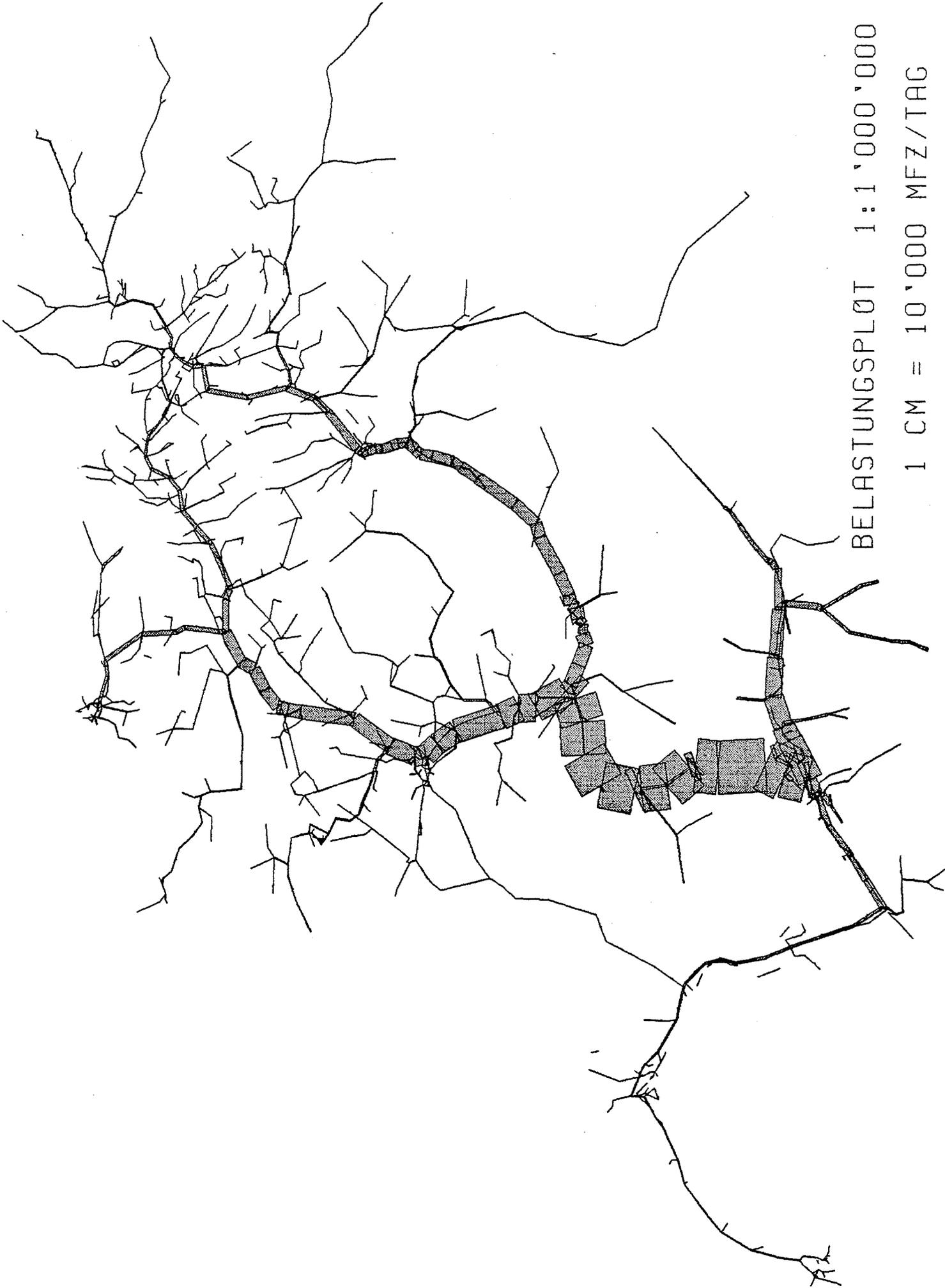
Die Verkehrsleistung des Gesamtverkehrs pV nimmt bei Variante HSO um 60,5 % und bei Variante HSl um 61,5 % zu.

12.2 Verkehrsbelastung N-6 (Rawil)

In Abb. 18 ist der Belastungsplot eines ausgewählten Teiles aller Fahrten Z1 dargestellt. Es handelt sich um die in der Variante HSl berechneten Wunschlinien, welche bei der Umlegung den Bestweg(nach Zeit) über den Rawil-Link haben ("Rawilfahrten").

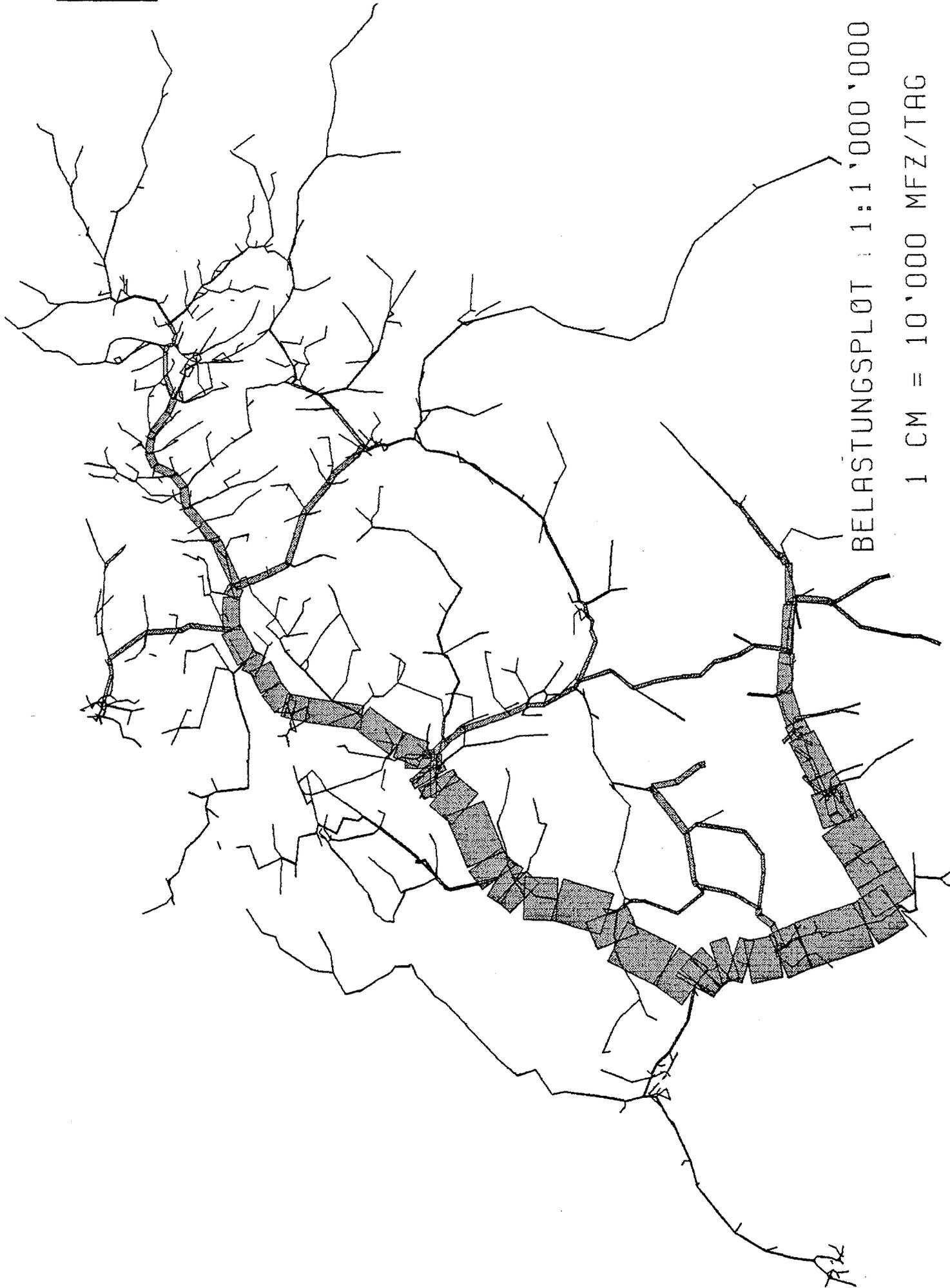
In Abb. 19 sind dieselben "Rawilfahrten" auf das Strassennetz der Variante HSO umgelegt, bei welchem der Rawil nicht enthalten ist. Erwartungsgemäss verteilen sich die Rawilfahrten vorwiegend auf die Achse N-12/N-9 und teilweise auf den Autoverlad am Lötschberg. Ueber die Gesamtbelastung aus allen Fahrten gibt diese Abbildung keine Auskunft.

Abb. 18: Fahrten mit Bestweg über Rawil ("Rawilfahrten")



BELASTUNGSPLOT 1:1'000'000
1 CM = 10'000 MFZ/TAG

Abb. 19: "Rawilfahrten" umgelegt auf das Netz HSO



12.3 Spezialauswertungen

Im Anschluss an die üblichen Modellrechnungen wurden zusätzliche Spezialauswertungen durchgeführt:

- Kapazitätsreduzierte Zeiten
- Benzinverbrauch
- Beziehungsdatenbank

Für die Grundlagen dieser Berechnungen wird auf den Schlussbericht des Werktagsverkehrs (NUP-Auftrag Nr. 20) verwiesen.

Inhalt und Umfang dieser Arbeiten ist aus den folgenden Tabellen ersichtlich:

Tab. 31 Beziehungsdatenbanken für Gebiete N-1 und N-6
(Modelletablierung 1974)

| WERT NR. | INHALT | EINHEIT |
|----------|--------------------------------------|-------------|
| 1 | Origin Zone | |
| 2 | Destination Zone | |
| 3 | Wunschlinien SWBU | Persf./Tag |
| 4 | Wunschlinien Ferien- + Aussenverkehr | Persf./Tag |
| 5 | pV-Zeiten Besucher, Uebrige | 1/10 Min |
| 6 | pV-Distanzen Besucher, Uebrige | 1/10 km |
| 7 | Benzinverbrauch | 1/100 Liter |

Tab. 32 Beziehungsdatenbanken für Gebiete N-1 und N-6
(Hauptstudie)

| WERT NR | VARIANTE | INHALT | EINHEIT |
|---------|----------|--------------------------------------|-------------|
| 1 | | Origin Zone | |
| 2 | | Destination Zone | |
| 3 | 0 | Wunschlinien S, W, B, U | Persf./Tag |
| 4 | 0 | Wunschlinien Ferien- + Aussenverkehr | Persf./Tag |
| 5 | | leer | |
| 6 | | leer | |
| 7 | 1 | Wunschlinien S, W, B, U | Persf./Tag |
| 8 | 1 | Wunschlinien Ferien- + Aussenverkehr | Persf./Tag |
| 9 | | leer | |
| 10 | | leer | |
| 11 | 0 | pV-Zeiten B, U | 1/10 Min. |
| 12 | 0 | pV-Distanzen B, U | 1/10 km. |
| 13 | 0 | Benzinverbrauch | 1/100 Liter |
| 14 | 1 | pV-Zeiten B,U | 1/10 Min. |
| 15 | 1 | pV-Distanzen B, U | 1/10 km |
| 16 | 1 | Benzinverbrauch | 1/100 Liter |

Tab. 33 pV-Linkdatenbank Wochenendverkehr ZO
(Modelletablierung 1974)

| VOL-NR. | INHALT | DIMENSION |
|---------|---|-------------|
| A-NODE | Knoten A | |
| B-NODE | Knoten B | |
| JUR | Rechtliche Klassierung | |
| LINK | Strassenklasse | |
| CAP | Kapazitätsindex (nicht gebraucht) | |
| TIME | Basis-Zeit A-B | 1/100 Min |
| DIST | Distanz A-B | 1/100 km |
| VOL 1 | Tageskapazität | Mfz/Tag |
| VOL 2 | AMSR-Nr. | |
| VOL 3 | Kantons Nr. | |
| VOL 4 | Raumplanungsregionen offizielle Nr. | |
| VOL 5 | Raumplanungsregionen fortlaufende Nr. | |
| VOL 6 | 50% Ferienverkehr nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 7 | 50% Ferienverkehr nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 8 | 50% SWBU nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 9 | 50% SWBU nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 10 | 100% Ferienverkehr (VOL 6+VOL 7), vgl. Vol 12 | Mfz/Tag |
| VOL 11 | Total SWBU (VOL 8+VOL 9) | Mfz/Tag |
| VOL 12 | Total Ferienverkehr (0.3*(VOL 6+VOL 7)) | Mfz/Tag |
| VOL 13 | Schw.Binnenverkehr (VOL 11+VOL 12) | Mfz/Tag |
| VOL 14 | Aussenverkehr | Mfz/Tag |
| VOL 15 | Gesamtbelastung (VOL 11+VOL 12+VOL 14) | Mfz/Tag |
| VOL 16 | Basis-Zeit A-B | 1/100 Min |
| VOL 17 | spezifischer Benzinverbrauch A-B | 1/100 Liter |

Tab. 34 pV-Linkdatenbank Wochenendverkehr Z1
(Hauptstudie)

| VOL-NR: | VARIANTE | INHALT | DIMENSION |
|---------|----------|---|-------------|
| A-NODE | | Knoten A | |
| B-NODE | | Knoten B | |
| JUR | | Rechtliche Klassierung | |
| LINK | | Strassenklasse | |
| CAP | | Kapazitätsindex (nicht gebraucht) | |
| TIME | | Basis-Zeit A-B | 1/100 Min. |
| DIST | | Distanz A-B | 1/100 km |
| VOL 1 | | Tageskapazität pV+LW (GVK-Emissionsmodell) | Mfz/Tag |
| VOL 2 | | Kantons Nr. | |
| VOL 3 | | Raumplanungsregionen offizielle Nr. | |
| VOL 4 | | Raumplanungsregionen fortlaufende Nr. | |
| VOL 5 | | AMSR-Nr. | |
| VOL 6 | HS 0 | 50% S,W,B,U nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 7 | HS 0 | 50% S,W,B,U nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 8 | HS 0 | 50% Ferienverkehr nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 9 | HS 0 | 50% Ferienverkehr nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 10 | HS 0 | 50% Aussenverkehr nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 11 | HS 0 | 50% Aussenverkehr nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 12 | HS 1 | 50% S,W,B,U nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 13 | HS 1 | 50% S,W,B,U nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 14 | HS 1 | 50% Ferienverkehr nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 15 | HS 1 | 50% Ferienverkehr nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 16 | HS 1 | 50% Aussenverkehr nach Distanz | Mfz/Tag |
| VOL 17 | HS 1 | 50% Aussenverkehr nach Zeit | Mfz/Tag |
| VOL 18 | HS 0 | Total S,W,B,U (VOL 6 + VOL 7) | Mfz/Tag |
| VOL 19 | HS 0 | Total Ferienverkehr (0.3*(VOL 8 + VOL 9)) | Mfz/Tag |
| VOL 20 | HS 0 | Total Aussenverkehr (VOL 10 + VOL 11) | Mfz/Tag |
| VOL 21 | HS 0 | Schw.Binnenverkehr (VOL 18 + VOL 19) | Mfz/Tag |
| VOL 22 | HS 0 | Gesamtbelastung (VOL 18 + VOL 19 + VOL 20) | Mfz/Tag |
| VOL 23 | HS 1 | Total S,W,B,U (VOL 12 + VOL 13) | Mfz/Tag |
| VOL 24 | HS 1 | Total Ferienverkehr (0.3* (VOL 14 + VOL 15)) | Mfz/Tag |
| VOL 25 | HS 1 | Total Aussenverkehr (VOL 16 + VOL 17) | Mfz/Tag |
| VOL 26 | HS 1 | Schweiz. Binnenverkehr (VOL 23 + VOL 24) | Mfz/Tag |
| VOL 27 | HS 1 | Gesamtbelastung (VOL 23 + VOL 24 + VOL 25) | Mfz/Tag |
| VOL 28 | HS 0+1 | Basiszeit | 1/100 Min. |
| VOL 29 | HS 0 | Kapazitätsreduzierte Zeit | 1/100 Min. |
| VOL 30 | HS 0 | spezifischer Benzinverbrauch | 1/100 Liter |
| VOL 31 | HS 1 | Kapazitätsreduzierte Zeit | 1/100 Min. |
| VOL 32 | HS 1 | spezifischer Benzinverbrauch | 1/100 Liter |
| VOL 33 | HS 1 | Belastung der SELC-WL Rawil (SWBU + Ferienv.) | Mfz/Tag |
| VOL 34 | HS 0 | Belastung der SELC-WL Rawil (SWBU + Ferienv.) | Mfz/Tag |
| VOL 35 | HS A | Kapazitätsreduzierte Zeit | 1/100 Min. |
| VOL 36 | HS A | spezifischer Benzinverbrauch | 1/100 Liter |
| VOL 37 | HS 3 | Kapazitätsreduzierte Zeit | 1/100 Min. |
| VOL 38 | HS 3 | spezifischer Benzinverbrauch | 1/100 Liter |

13. AUSBLICK UND ABSCHLIESSENDE BEURTEILUNG

Gegenüber den bei der GVK-CH angewendeten Wochenendverkehrsmodellen konnten mit der vorliegenden Arbeit wesentliche Fortschritte erzielt werden. Diese waren teilweise erst aufgrund der zur Verfügung stehenden Haushaltbefragung über das Verhalten im Wochenendausflugsverkehr möglich.

Trotz diesen Verbesserungen verbleiben einige Mängel, die grösstenteils den noch fehlenden Grundlagen zuzuschreiben sind:

- Bei der Befragung des Ausflugsverkehrs wurde der Nahbereich, welcher für die Belastungen des nationalen Netzes zwar nur von geringer Bedeutung ist, nicht erfasst. Von grosser Bedeutung sind hingegen jene Ausflüge, welche über grosse Distanzen ausgeführt wurden, anscheinend jedoch nicht immer vollständig rapportiert wurden (Vergesslichkeit der Befragten).
- Beim Nicht-Ausflugsverkehr haben sich die fehlenden Grundlagen besonders beim Ferienverkehr nachteilig ausgewirkt, indem dieser nur sehr vereinfacht berücksichtigt werden konnte.
- Ueber die übrigen Fahrtzwecke (P,E,N), welche auch an einem Sonntag in beschränktem Masse stattfinden, waren ebenfalls keine Angaben vorhanden.

Das Schwergewicht künftiger Arbeiten sollte daher bei der zweckmässigen Beschaffung von Datengrundlagen sowohl über den Ausflugsverkehr als auch über den Nicht-Ausflugsverkehr liegen. Ebenfalls notwendig wäre eine detaillierte Erhebung des Aussenverkehrs am Wochenende. In der hier durchgeführten Anwendung (Uebernahme der Belastungen des Werktagsverkehrs) stellt der Aussenverkehr einen der wesentlichen Unsicherheitsfaktoren bei den resultierenden Belastungen auf dem Netz von nationaler Bedeutung dar.

ANHANG

1. Möglichkeit: Modell für die Ausflughäufigkeit je Ausflugs- motiv

Der Umfang der jeweiligen Stichprobe ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Ausflughäufigkeiten der verwendeten Stichprobe

| Alternative | - Anzahl Personen - | | | |
|-------------|---------------------|---------|-------------|----------------|
| | Besucher | Wandern | Wintersport | Uebrige Motive |
| KEIN WA | 5461 | 5702 | 5388 | 5565 |
| 1 WA | 435 | 224 | 425 | 334 |
| 2+ WA | 114 | 84 | 197 | 111 |

Gesucht sind die Wahrscheinlichkeiten, mit denen je Ausflugs-
motiv die drei verschiedenen Häufigkeiten gewählt werden. Die zu-
grundegelegte Struktur des logistischen Modells ist in Kap. 3
beschrieben. In Uebereinstimmung mit der Dissertation kann die
abhängige Variable wie folgt geschrieben werden:

$P(f : F)$

darin ist: f: gewählte Ausflughäufigkeit
F: mögliche Ausflughäufigkeit

Verwendete Variablen im Modell für die Ausflughäufig-
keit

| | |
|---------|---|
| KIND | Personen <16 Jahre |
| JUGEND | Personen 16 - 25 Jahre |
| MIDAGE | Personen 26 - 45 Jahre |
| TOPAGE | Personen 45 - 65 Jahre |
| SENIOR | Personen >65 Jahre |
| NOINC | Haushalteinkommen < 1200 Fr./Monat |
| LOWINC | Haushalteinkommen 1200 - 1800 Fr./Monat |
| MIDINC | Haushalteinkommen 1800 - 3400 Fr./Monat |
| HWYACC | Verkehrsgunst Strassennetz |
| FERIENH | Besitz einer Zweitwohnung |
| PW | Personenwagen im Haushalt |
| BIAS | Konstante |

Nachstehend sind die Resultate der Modellkalibration in geraff-
ter Form dargestellt. Auf eine Diskussion der Ergebnisse und auf
die Darstellung alternativer Modellansätze wird verzichtet.

Zu Kap. 5: VERKEHRSERZEUGUNG

Disaggregierte Modellansätze für die Ausflughäufigkeit

Resultate der Ausflughäufigkeitsmodelle (dargestellt sind die Koeffizienten der Nutzenfunktionen und in Klammern die Standardabweichungen)

| | Variable | Besucher | Wandern | Wintersport | Uebr. Motive |
|---------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| KEIN WA | KIND | 0,2721 (0,1186) | | | |
| | JUGEND | | 0,5856 (0,2121) | | |
| | TOPAGE | | | 1,4215 (0,1624) | |
| | SENIOR | | | 5,3825 (2,1928) | |
| | NOINC | -0,6511 (0,2611) | | | 1,1537 (0,4454) |
| | LOWINC | -0,5948 (0,1522) | | | 0,4268 (0,1953) |
| | KBIAS | 6,3098 (0,3509) | 4,8033 (0,2235) | 6,9785 (0,4386) | 6,0793 (0,3827) |
| 1 WA | HWYACC | 0,9583 (0,0445) | 0,8094 (0,0515) | 0,9535 (0,0466) | 0,7305 (0,0394) |
| | FERIENH | -1,1715 (0,2428) | | | |
| | PW | | -0,5120 (0,1604) | 0,8754 (0,1671) | |
| | EBIAS | 1,3962 (0,3819) | | 1,6243 (0,4831) | 1,6870 (0,4125) |
| 2+ WA | HWYACC | 0,6880 (0,2672) | 0,9748 (0,1002) | 1,0973 (0,0847) | 0,8341 (0,0786) |
| | FERIENH | 0,8307 (0,0717) | | | |
| | PW | -0,8741 (0,3758) | -1,1699 (0,2312) | 1,2334 (0,2689) | |
| | ZBIAS | | -1,2005 (0,4604) | | |
| | PSEUDO-R ² | 0,770 | 0,836 | 0,76 | 0,781 |

Zu Kap.5: VERKEHRSERZEUGUNG

Disaggregierte Modellansätze für die Ausflugshäufigkeit

Die berechneten Ausflugshäufigkeiten stimmen mit den beobachteten relativ gut überein.

Vergleich der berechneten und beobachteten Ausflugshäufigkeiten

| | Besucher beob berech | | Wandern beob berech | | Wintersport beob berech | | Uebrigere Motive beob berech | |
|---------|-------------------------|------|------------------------|------|----------------------------|------|---------------------------------|------|
| KEIN WA | 5461 | 5454 | 5702 | 5695 | 5388 | 5382 | 5565 | 5558 |
| 1 WA | 435 | 434 | 224 | 228 | 425 | 424 | 334 | 333 |
| 2+ WA | 114 | 118 | 84 | 84 | 197 | 201 | 111 | 115 |

Für die gewichteten Mittelwerte der Variablen der zugrundegelegten Stichprobe wurden folgende Nachfrage-Elastizitäten berechnet:

Nachfrage-Elastizitäten der unabhängigen Variablen

| | Variable | Mittelwert | Elastizität für die Alternative | | |
|---------------------|----------|------------|---------------------------------|----------|----------|
| | | | KEIN WA | 1 WA | 2+ WA |
| Besucher | KIND | 0,26 | D 0,002 | C -0,069 | C -0,069 |
| | LOWINC | 0,13 | D -0,003 | C 0,078 | C 0,078 |
| | NOINC | 0,06 | D -0,001 | C 0,037 | C 0,037 |
| | HWYACC | 1,20 | C -0,031 | D 1,120 | D 0,967 |
| | FERIENH | 0,11 | C 0,003 | D -0,127 | D -0,094 |
| | PW | 0,70 | C -0,004 | C -0,004 | D 0,475 |
| Wandern | JUGEND | 0,14 | D 0,001 | C -0,083 | C -0,083 |
| | SENIOR | 0,10 | D -0,001 | C 0,016 | D 0,016 |
| | HWYACC | 1,20 | C -0,017 | D 0,956 | D 1,150 |
| | PW | 0,70 | C 0,008 | D -0,348 | D -0,806 |
| Winter- sport | TOPAGE | 0,21 | D 0,005 | C -0,289 | C -0,289 |
| | SENIOR | 0,10 | D 0,008 | C -0,531 | C -0,531 |
| | HWYACC | 1,20 | C -0,018 | D 1,130 | D 1,300 |
| | PW | 0,70 | C -0,010 | D 0,599 | D 0,848 |
| Uebrigere Motive | SENIOR | 0,10 | D -0,001 | C 0,024 | C 0,024 |
| | LOWINC | 0,13 | D 0,002 | C -0,056 | C -0,056 |
| | NOINC | 0,06 | D 0,002 | C -0,066 | C -0,066 |
| | HWYACC | 1,20 | C -0,028 | D 0,850 | D 0,975 |
| | PW | 0,70 | C 0,001 | D -0,054 | D 0,160 |

D : Direkte Elastizität

C : Kreuzelastizität

2. Möglichkeit: Modell für die Ausflughäufigkeit aller Ausflugs motive gleichzeitig

Die Modelletablierung basiert auf der nachstehend beschriebenen Stichprobe.

Ausflughäufigkeiten in der verwendeten Stichprobe

| Häufigkeit | Anzahl Personen |
|----------------------|-----------------|
| Kein WA | 4086 |
| 1 WA-Besucher | 435 |
| 2+ WA-Besucher | 114 |
| 1 WA-Wandern | 224 |
| 2+ WA-Wandern | 84 |
| 1 WA-Wintersport | 425 |
| 2+ WA-Wintersport | 197 |
| 1 WA-Uebrige Motive | 334 |
| 2+ WA-Uebrige Motive | 111 |

Für die Variablen PW (PW-Besitz im Haushalt) und HWYACC (Verkehrsgunst auf dem Strassennetz) wurde für alle Ausflugs motive ein gemeinsamer Koeffizient gesucht.

In den Nutzenfunktionen jeder Alternative sind die folgenden Variablen enthalten:

Verwendete Variablen in den Nutzenfunktionen

| Alternative | NOINC | LOWINC | HWYACC | PW | KON-STANTE |
|----------------------|-------|--------|--------|----|------------|
| Kein WA | x | x | | | x |
| 1 WA-Besucher | | | x | x | x |
| 2+ WA-Besucher | | | x | x | |
| 1 WA-Wandern | | | x | x | x |
| 2+ WA-Wandern | | | x | x | |
| 1 WA-Wintersport | | | x | x | x |
| 2+ WA-Wintersport | | | x | x | |
| 1 WA-Uebrige Motive | | | x | x | x |
| 2+ WA-Uebrige Motive | | | x | x | |

Zu Kap. 5: VERKEHRSERZEUGUNG
Disaggregierte Modellansätze für die Ausflughäufigkeit

Die Resultate der Modellkalibration sind zusammen mit den Standardabweichungen in der nächsten Tabelle zusammengefasst.

Modellkoeffizienten

| Variable | Koeffizient | Standardabweichung |
|------------------------|-------------|--------------------|
| NOINC | 2,5675 | 1,3231 |
| LOWINC | 1,1174 | 0,5305 |
| HWYACC | 3,3392 | 0,2716 |
| PW (exkl. Wintersport) | 0,6359 | 0,1384 |
| PW (Wintersport) | 1,4227 | 0,1752 |
| Konstante KEIN WA | 7,1908 | 0,1797 |
| 1 WA-Besucher | 1,3480 | 0,0824 |
| 1 WA-Wandern | 1,1537 | 0,1369 |
| 1 WA-Wintersport | 0,6556 | 0,1588 |
| 1 WA-Uebrige Motive | 1,0838 | 0,0865 |
| PSEUDO-R ² | 0,696 | |

3. Möglichkeit: Modell für den Ausflugs-Aktivitätensplit

Jeder Ausflug, den eine Person während der erhobenen Zeitperiode unternommen hat, geht separat in die Modellkalibration ein.

Anzahl WA nach Ausflugs-Aktivitätensplit

| Aktivität | Anzahl Personen |
|-------------------|-----------------|
| Kein WA | 4086 |
| WA-Besucher | 676 |
| WA-Wandern | 427 |
| WA-Wintersport | 813 |
| WA-Uebrige Motive | 602 |

Für die Variablen PW und HWYACC wird wiederum ein gemeinsamer Koeffizient gesucht.

Verwendete Variablen in den Nutzenfunktionen

| Alternative | NOINC | LOWINC | HWYACC | PW | MIDAGE | KONSTANTE |
|-------------------|-------|--------|--------|----|--------|-----------|
| Kein WA | x | x | | | | x |
| WA-Besucher | | | x | x | | x |
| WA-Wandern | | | x | | | x |
| WA-Wintersport | | | x | x | x | |
| WA-Uebrige Motive | | | x | x | | |

Modellkoeffizienten

| Variable | Koeffizient | Standard- abweichung |
|-----------------------|-------------|-------------------------|
| NOINC | 1,3316 | 0,5298 |
| LOWINC | 2,6137 | 1,2013 |
| HWYACC | 3,2572 | 0,2285 |
| PW (Besucher) | 0,7859 | 0,1397 |
| PW (Wintersport) | 1,2679 | 0,1300 |
| PW (Uebrige Motive) | 0,9890 | 0,1316 |
| MIDAGE | 0,2744 | 0,0854 |
| Konstante KEIN WA | 5,7535 | 0,2463 |
| " Besucher | 0,3102 | 0,1163 |
| " Wandern | 0,4371 | 0,1107 |
| PSEUDO-R ² | 0,647 | |

1. Einleitung

Die allgemeine Form des verwendeten logistischen Modells ist in Kapitel 3 dargestellt und in (1) ausführlich diskutiert. Das Modell für die Wahl des Verkehrsmittels berechnet die bedingte Wahrscheinlichkeit der Wahl eines Verkehrsmittels unter der Voraussetzung, dass ein Ausflug unternommen wird und Fahrtursprung sowie Fahrtziel des Ausfluges gegeben seien. Unter Verwendung der Schreibweise in (1) kann die abhängige Modellvariable (Wahrscheinlichkeit P) wie folgt geschrieben werden:

$$P(m : M_d)$$

darin ist:

- m: gewähltes Verkehrsmittel
 M_d : verfügbare Verkehrsmittel zu einem gegebenen Ausflugsziel

2. Verfügbare Stichprobe und Variablen

Die Unterschiede in den Fahrtcharakteristiken führte zu einer differenzierten Betrachtung der Wochenendausflüge nach den Ausflugsmotiven:

- Besucher
- Wandern
- Wintersport
- Uebrige Motive

Die gesamte Stichprobe (Interviews über das Wochenendausflugsverhalten 1973, Handelshochschule St. Gallen im Auftrag der GVK-CH) setzt sich wie folgt zusammen:

| | |
|--|-------------|
| - Befragte Personen | 6010 |
| - Personen ohne Ausflug während den betrachteten 2 Wochenenden | <u>4129</u> |
| - Personen mit 1 oder mehr WA | 1881 |
| - Anzahl erfasste WA | 2475 |
| - Anzahl WA mit Ziel im Ausland (d.h. keine Netzdaten verfügbar und daher aus der Stichprobe zu eliminieren) | 381 |
| - Anzahl WA mit unbekanntem Ziel oder ohne Angabe des Verkehrsmittels | <u>34</u> |
| - Anzahl WA für die vier Modelle der Verkehrsmittelwahl | 2060 |

Im Modell für die Wahl des Verkehrsmittels werden zwei Variablentypen unterschieden:

- Variablen, welche das Verkehrsangebot beschreiben (Netzparameter)
- Variablen, welche den Verkehrsteilnehmer beschreiben.

Verfügbare Variablen zur Beschreibung des Verkehrsangebotes (Abkürzungen wie sie im Modellansatz verwendet werden)

| | |
|-------------|--|
| ANMARSCH | Anmarschzeit von/zu der Station eines öffentlichen Verkehrsmittels |
| WARTEZEIT | Totale Wartezeit zu Beginn der Fahrt und beim Umsteigen. Das Zugsangebot (Anzahl Züge) ist ebenfalls als Wartezeit ausgedrückt |
| FAHRZEIT | Anteil der Reisezeit, die in der Bahn bzw. im Bus verbracht wird. |
| TTIMEOV | Totale gewichtete Reisezeit auf dem öffentlichen Verkehrsnetz (Summe von Anmarsch-, Warte- und Fahrzeit) |
| GEWTOV | Gewichtete Reisezeit auf dem öffentlichen Verkehrsnetz mit zusätzlicher Gewichtung der Anmarsch- und Wartezeit (Gewichte durch Kalibration bestimmt) |
| TTIMEPV | Reisezeit auf dem Strassennetz mit dem Auto |
| DIST OEV | Reisedistanz auf dem öffentlichen Verkehrsnetz |
| DIST PV | Reisedistanz auf dem Strassennetz |
| COST OEV | Billetkosten Bahn/Bus (in Franken) Distanzen \leq 150 km 0.10 * DIST OEV Distanzen $>$ 150 km 0.0432* DIST OEV + 8.52 |
| COST PV | Autokosten (out of pocket costs) Autokilometerkosten: Fr. -.25/km Parkierungskosten: keine |
| COST OEVINC | Billetkosten Bahn/Bus dividiert durch Haushalteinkommen (Einkommen in Kategorien) |
| COST PVINC | Autokosten dividiert durch Haushalteinkommen (Einkommen in Kategorien) |
| GKOV | Generalisierte Kosten mit dem öffentlichen Verkehr COST OEV + TTIMEOV * Fr. 7.--/Std. |
| GKPV | Generalisierte Kosten mit dem Auto COST PV/Person + TTIMEPV * Fr. 7.--/Std. Besetzungsgrad: 3 Pers/Auto |

Verfügbare Variablen zur Beschreibung des Verkehrsteilnehmers

| | |
|-------------|---|
| JUGEND | Personen zwischen 16 - 25 Jahren |
| SENIOR | Personen ≥ 65 Jahre |
| PW | Personenwagen im Haushalt (falls ja: PW = 1 andernfalls: PW = 0) |
| TOPINC | Haushalteinkommen ≥ 5000 Fr./Monat |
| GROSSHH | Haushalt mit 5 oder mehr Personen |
| BEGLEITPERS | Anzahl Begleitpersonen mit denen der WA gemeinsam unternommen wurde |
| GROSSGR | Anzahl Personen, die WA gemeinsam unternimmt ≥ 4 Personen |
| WEILER | Ortsgrösse < 2000 Einwohner |
| DORF | Ortsgrösse 2000 - 10'000 Einwohner |
| GROSSSTADT | Ortsgrösse > 100'000 Einwohner |

Es bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten, wie die Variablen in das Modell eingeführt werden können. Erscheint eine Variable nur in der Nutzenfunktion eines Verkehrsmittels, handelt es sich um eine verkehrsmittelspezifische Variable, welche bei den anderen Verkehrsmitteln den Wert Null annimmt. Erscheint sie hingegen in der Nutzenfunktion aller Verkehrsmittel, wird sie als allgemeine Variable bezeichnet. Dabei darf sie nicht für alle Verkehrsmittel denselben Wert annehmen, weil sie sich sonst aus dem Modellansatz herauskürzt.

Zu Kap. 7: MODAL SPLIT

Disaggregierte Modelle für die Wahl des Verkehrsmittels

3. Verkehrsmittelwahl BESUCHER

Für die Wochenendausflüge mit dem Ausflugsmotiv BESUCHER liegen 590 Interviews vor. Die verschiedenen Verkehrsmittel wurden dabei wie folgt gewählt:

| <u>Verkehrsmittel</u> | <u>Anzahl WA</u> | <u>%</u> |
|-----------------------|------------------|------------|
| Auto | 454 | 76,9 |
| Bahn | 129 | 21,9 |
| Postauto | 2 | 0,4 |
| Car | 0 | -- |
| Motorrad | 1 | 0,2 |
| Velo | 0 | -- |
| Alles zu Fuss | 2 | 0,3 |
| andere | <u>2</u> | <u>0,3</u> |
| | 590 | 100,0 |

Für eine modellmässige Abbildung steht also nur für die zwei Verkehrsmittel 'Auto' und 'Bahn' eine genügend grosse Stichprobe zur Verfügung, die übrigen Verkehrsmittel sind für den Besucherverkehr ohne Bedeutung. In der Folge werden Auto und Motorrad zur Kategorie Auto; Bahn, Postauto und Car zur Kategorie Bahn/Bus zusammengefasst. Die restlichen WA werden eliminiert.

Insgesamt wurden über zwanzig verschiedene Nutzenfunktionen für die Verkehrsmittelwahl BESUCHER untersucht. Dabei basieren die ersten, relativ einfachen Ansätze auf den Kenntnissen der detaillierten Stichprobenanalyse in (1) sowie auf Erwartungswerten aus bisherigen Erfahrungen mit Modal Split Modellen. Mit der Einführung von sozioökonomischen Variablen ist beabsichtigt, Verhaltensunterschiede verschiedener Personengruppen bei der Wahl des Verkehrsmittels zu erklären. Dadurch kann die spätere Verwendung des Modells als Prognoseinstrument für homogene Personengruppen wesentlich erleichtert werden. Modellkonstante haben die Aufgabe, die Effekte im Modell darzustellen, die nicht durch die eingeführten Variablen erklärt werden, wie z.B. Sicherheit, Komfort etc. In der Praxis ist es nicht ratsam, auf die Einführung von Modellkonstanten zu verzichten, weil dann die Koeffizienten der vorhandenen Variablen verfälscht werden können, sofern sie nicht das ganze Verkehrsverhalten abbilden. Wie in (1) dargelegt, können in einem logistischen Modell mit N Alternativen (hier Verkehrsmittel) nur N-1 Konstanten berechnet werden.

Zu Kap. 7: MODAL SPLIT

Disaggregierte Modelle für die Wahl des Verkehrsmittels

In der folgenden Tabelle sind die Resultate einiger Modellansätze dargestellt. Unter dem jeweiligen Koeffizienten steht in Klammern die dazugehörige Standardabweichung.

| Alternative | Variable | Ansatz (1) | Ansatz (2) | Ansatz (3) | Ansatz (4) | Ansatz (5) | Ansatz (6) | Ansatz (7) |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| B A H N | TTIMEOV | | -0,0214 (0,0059) | -0,0189 (0,0056) | | | | |
| | GKOV | | | | | -0,0863 (0,0319) | | |
| | GEWTOV | | | | -0,0141 (0,0039) | | | |
| | ANMARSCH | | | | | | -0,0662 (0,0167) | -0,0654 (0,0168) |
| | FAHRZEIT | -0,0092 (0,0088) | | | | | -0,0075 (0,0087) | |
| | WARTEZEIT | -0,0240 (0,0129) | | | | | | |
| | BEGLEITPERS | | -0,3040 (0,1211) | -0,3862 (0,1406) | -0,3849 (0,1409) | -0,4060 (0,1403) | | |
| | GROSSGR | | | 2,2224 (0,5758) | 2,1804 (0,5775) | 2,2113 (0,5687) | | |
| | GROSSHH | | | 2,1778 (0,4379) | | | | 1,4565 (0,3793) |
| | TOPINC | | | | | | | -1,2094 (0,5447) |
| | BBIAS (Konstante) | 1,3176 (0,3366) | | 2,2246 (0,4632) | 2,5105 (0,5036) | 2,2890 (0,4809) | 2,6981 (0,5348) | 2,4696 (0,5500) |
| A U T O | TTIMEPV | -0,0183 (0,0074) | -0,0304 (0,0061) | -0,0260 (0,0059) | -0,0229 (0,0049) | | -0,0180 (0,0074) | -0,0130 (0,0033) |
| | GKPV | | | | | -0,1269 (0,0352) | | |
| | PW | 3,7991 (0,2963) | 4,1272 (0,3386) | 3,8951 (0,3195) | 3,9088 (0,3217) | 3,8178 (0,3112) | 3,9802 (0,3180) | 4,3372 (0,3469) |
| | | | | -2,0831 (0,4586) | | | | |
| | ABIAS (Konstante) | | | | | | | |

Beurteilung der Resultate

Die wichtigste Information über die wir für die Beurteilung der Modellkoeffizienten verfügen sind, nebst den Standardabweichungen, die Vorzeichen. Falls sich für ein Verkehrsmittel das Verkehrsangebot (Reisezeit etc.) verschlechtert, wird die Wahrscheinlichkeit der Wahl dieses Verkehrsmittels kleiner. Der entsprechende Koeffizient in der Nutzenfunktion muss daher negativ sein.

Diese Forderung ist in allen Modellansätzen erfüllt.

Die separate Einführung der Reisezeitanteile der Bahn/Bus

- Anmarschzeit
- Warte- und Umsteigezeit
- Fahrzeit

erbrachte nicht die erwarteten Resultate. Die Begründung dürfte mit der Art und Weise zusammenhängen, wie das Zugsangebot als Wartezeit ausgedrückt wird. Im Verlauf der weiteren Arbeiten soll deshalb versucht werden, den Einfluss des Zugsangebotes separat zu bestimmen. Gute Resultate ergaben die totalen Reisezeiten ÖV und PV (Modell 3) wobei das Gewicht der Reisezeit mit dem Auto um rund 1/3 über demjenigen des öffentlichen Verkehrs liegt. Ähnlich gute Resultate wurden auch mit den generalisierten Kosten erhalten (Modell 5), wobei diejenigen mit dem Auto um sogar rund 50 % über denjenigen des öffentlichen Verkehrs liegen. Die getrennte Betrachtung von Zeitkosten und Transportkosten ergab nur mässige Resultate, so dass schliesslich für die Abbildung des Verkehrsangebotes die generalisierten Kosten als zutreffendste Variable betrachtet werden können.

Von entscheidender Bedeutung in allen getesteten Modellansätzen für die BESUCHER ist der PW-Besitz eines Haushaltes. Da der Wochenendausflug mehrheitlich von der ganzen Familie gemeinsam unternommen wird, spielt die individuelle Verfügbarkeit eines Motorfahrzeuges (im Gegensatz etwa zum Werktagsverkehr) keine Rolle.

Mit der Anzahl Begleitpersonen nimmt die Wahrscheinlichkeit der Benützung von Bahn und Bus ab. Bei Gruppengrössen von 4 und mehr Personen hingegen ist eine deutliche Trendumkehr bemerkbar, was unter anderem auch auf die günstigen Bahntarife für Gruppen einerseits und die beschränkte Platzzahl eines Autos andererseits zurückzuführen ist.

Für verschiedene sozioökonomische Gruppierungen konnte kein signifikanter Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl der 'Besucher' festgestellt werden. Untersucht wurden die verschiedenen Altersklassen und Einkommensklassen. Auch die Dauer eines Wochenendausfluges ist offenbar nicht Ursache für eine vermehrte Wahl des einen oder anderen Verkehrsmittels.

Zusammenfassung

Gesucht wurde ein Ansatz, der mit möglichst wenig Variablen, die zudem für den Prognosefall bestimmt werden können, gute Übereinstimmung mit der erhobenen Stichprobe ergab.

Ein solcher Ansatz für die Wahl des Verkehrsmittels für die Wochenendausflugsmotive BESUCHER hat folgende Form (Modell 5):

$$\text{BAHN/BUS} \quad P(B) = \frac{\exp U_B}{\exp U_B + \exp U_A}$$

$$\text{AUTO} \quad P(A) = \frac{\exp U_A}{\exp U_B + \exp U_A}$$

darin ist:

$$U_B = -0,0863 * G KOV - 0.4060 * BEGLEITPERS + 2.2113 * GROSSGR + 2.289C$$

$$U_A = -0.1269 * G KP V + 3.8178 * P W$$

Für die Stichprobe ergab sich insgesamt eine exakte Übereinstimmung der WA:

| <u>Alternative</u> | <u>erhoben</u> | <u>berechnet</u> |
|--------------------|----------------|------------------|
| Bahn/Bus | 131 | 131 |
| Auto | <u>455</u> | <u>455</u> |
| | 586 | 586 |

Für die gewichteten Mittelwerte der Variablen der zugrundeliegten Stichprobe (586 WA) ergeben sich folgende Elastizitäten.

| | Mittelwert | Elastizität für die Alternative | |
|-------------|------------|---------------------------------|---------|
| | | BAHN/BUS | AUTO |
| G KOV | 19.73 | D -1,46 | C 0.24 |
| GROSSGR | 0,09 | D 0.18 | C -0.03 |
| BEGLEITPERS | 2.03 | D -0.71 | C 0.12 |
| G KP V | 10.35 | C 1.13 | D -0.19 |
| P W | 0.81 | C -2.64 | D 0.44 |

D: Direkte Elastizität
C: Kreuzelastizität

Definition gemäss (1)

4. Verkehrsmittelwahl WANDERN

Die Interpretation der folgenden Modellresultate werden nicht mehr so ausführlich diskutiert wie diejenigen der BESUCHER. Dargestellt wird jeweils der Umfang der Stichprobe, weil durch sie die Zuverlässigkeit des Modellansatzes entscheidend beeinflusst wird.

Für das Ausflugsmotiv WANDERN stehen 321 WA (nur schweizerischer Binnenverkehr) zur Verfügung, die sich auf folgende Verkehrsmittel verteilen:

| <u>Verkehrsmittel</u> | <u>Anzahl WA</u> | <u>%</u> |
|-----------------------|------------------|------------|
| Auto | 177 | 55,1 |
| Bahn | 24 | 7,5 |
| Postauto | 4 | 1,2 |
| Car | -- | -- |
| Motorrad | -- | -- |
| Velo | -- | -- |
| Alles zu Fuss | 111 | 34,6 |
| andere | <u>5</u> | <u>1,6</u> |
| | 321 | 100,0 |

Entsprechend dem Ausflugsmotiv ist der Anteil der Ausflüge, die ausschliesslich zu Fuss unternommen werden (enthalten sind nur Ausflüge, die über die Nachbargemeinde hinausführen) relativ hoch. Für die Belange der Untersuchung der sechs Nationalstrassenabschnitte ist er jedoch irrelevant und wird daher aus der Modelletablierung ausgeschlossen. Damit stehen für die Kalibration eines Modells für die Verkehrsmittelwahl nur noch 28 WA mit dem öffentlichen Verkehrsmittel und 177 WA für den privaten Verkehr zur Verfügung. Damit scheint eine Modelletablierung zum vornherein aussichtslos. Trotzdem wurde der Versuch gewagt, gewisse Gesetzmässigkeiten aus den vorhandenen Unterlagen herzuleiten. Dazu wurde vorerst auf die Erkenntnisse und Erfahrungen abgestützt, die im Zusammenhang mit der Modelletablierung für den BESUCHER gewonnen wurden.

Die Standardabweichungen für die erklärenden Parameter

- Totale Reisezeit
- Transportkosten

fielen sehr gross aus. Zudem ergaben sich in beiden Fällen die falschen Vorzeichen. Für eine weitergehende Untersuchung scheinen sie deshalb nicht sehr geeignet. Von überragender Bedeutung für die Wahl des Verkehrsmittels ist der Autobesitz. Personen mit einem PW im Haushalt unternehmen mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit den Ausflug mit dem Auto, wobei alle andern getesteten sozioökonomischen Variablen in den Hintergrund treten. Die stabilsten Resultate ergaben ausserdem Variablen, welche die Grösse des Wohnortes beschreiben, sowie eine Differenzierung nach Altersklassen.

Der folgende Modellansatz für die Verkehrsmittelwahl enthält keine Variablen des Verkehrsangebotes. Wegen der sehr kleinen Stichprobe haben die angegebenen Koeffizienten nur provisorischen Charakter. Die Werte unter den Koeffizienten (in Klammern) sind die zugehörigen Standardabweichungen.

$$\text{BAHN/BUS} \quad P(B) = \frac{\exp U_B}{\exp U_A + \exp U_B}$$

$$\text{AUTO} \quad P(A) = \frac{\exp U_A}{\exp U_A + \exp U_B}$$

darin ist:

$$U_B = -1.6817 * \text{JUGEND} - 0.6140 * \text{SENIOR} + 1.7138 * \text{GROSSSTADT}$$

(1.3245) (0.8978) (1.0566)

$$U_A = 5.5455 * \text{PW} - 1.9257 * \text{WEILER} - 3.4450 * \text{DORF}$$

(1.0027) (1.0829) (1.0884)

Für die vorliegende Stichprobe wurde folgende Verkehrsmittelwahl berechnet:

| <u>Alternative</u> | <u>erhoben</u> | <u>berechnet</u> |
|--------------------|----------------|------------------|
| Bahn/Bus | 28 | 25 |
| Auto | 177 | 180 |

Für die gewichteten Mittelwerte der Variablen der zugrundegelegten Stichprobe ergeben sich folgende Elastizitäten

| | Mittelwert | Elastizität für die Alternative | |
|------------|------------|---------------------------------|---------|
| | | Bahn/Bus | Auto |
| JUGEND | 0.11 | D -0.18 | C 0.01 |
| SENIOR | 0.05 | D -0.03 | C 0.001 |
| GROSSSTADT | 0.22 | D 0.37 | C -0.01 |
| PW | 0.85 | C -4.58 | D 0.15 |
| WEILER | 0.19 | C 0.35 | D -0.01 |
| DORF | 0.23 | C 0.78 | D -0.03 |

D : Direkte Elastizität
C : Kreuzelastizität

Definition gemäss (1)

5. Verkehrsmittelwahl WINTERSPORT

Für das Ausflugsmotiv WINTERSPORT steht eine Stichprobe von 663 WA zur Verfügung. Die einzelnen Verkehrsmittel wurden darin wie folgt gewählt:

| | <u>Anzahl WA</u> | <u>in %</u> |
|---------------|------------------|-------------|
| Auto | 583 | 87,9 |
| Bahn | 60 | 9,0 |
| Postauto | 11 | 1,7 |
| Car | 4 | 0,6 |
| Motorrad | -- | -- |
| Velo | -- | -- |
| Alles zu Fuss | -- | -- |
| Andere | <u>5</u> | <u>0,8</u> |
| | 663 | 100,0 |

Beim Ausflugsmotiv WINTERSPORT spielen die Merkmale des Verkehrsangebotes und die Autoverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Getestet wurden - ähnlich wie beim Ansatz für die BESUCHER - verschiedene Netzvariablen wie

- Totale Reisezeit
- Reisekosten
- Generalisierte Kosten

Sämtliche Variablen ergaben die richtigen (negativen) Vorzeichen und Standardabweichungen in der gleichen Grössenordnung. Zusätzlich eingeführte sozioökonomische Variablen wie Ortsgrösse und Haushalteinkommen ergaben keine entscheidenden Verbesserungen in der Modellkalibration. Nur die Variable JUGEND erhielt eine zufriedenstellende Standardabweichung, doch ist der absolute Betrag des Koeffizienten im Vergleich zu den übrigen verhältnismässig gering. Im Interesse eines einfachen Modellansatzes wurde er deshalb weggelassen.

Im nachstehenden Modellansatz sind die Standardabweichungen wiederum in Klammern unter die Koeffizienten geschrieben:

$$\text{BAHN/BUS} \quad P(B) = \frac{\exp U_B}{\exp U_A + \exp U_B}$$

$$\text{AUTO} \quad P(A) = \frac{\exp U_A}{\exp U_A + \exp U_B}$$

dabei ist

$$U_B = -0.0785 * G KOV \\ (0.0197)$$

$$U_A = 2.4249 * PW - 0.1699 * G KOV \\ (0.2727) \quad (0.0365)$$

Für die zugrundegelegte Stichprobe wurde folgende Verkehrsmittelwahl berechnet:

| <u>Alternative</u> | <u>erhoben</u> | <u>berechnet</u> |
|--------------------|----------------|------------------|
| Bahn/Bus | 78 | 72 |
| Auto | 583 | 586 |

Für die gewichteten Mittelwerte der Variablen der zugrundegelegten Stichprobe wurden folgende Elastizitäten berechnet:

| | Mittelwert | Elastizität für die Alternative | |
|--------|------------|---------------------------------|----------|
| | | Bahn/Bus | Auto |
| G KOV | 29.77 | D - 2.16 | C 0.176 |
| PW | 0.90 | C - 2.01 | D 0.164 |
| G KP V | 11.81 | C 1.85 | D -0.151 |

6. Verkehrsmittelwahl UEBRIGE MOTIVE

Unter dem Sammelbegriff UEBRIGE MOTIVE sind die übrigen 488 Wochenendausflüge mit unterschiedlichen Motiven zusammengefasst.

| | <u>Anzahl WA</u> | <u>in %</u> |
|---------------|------------------|-------------|
| Auto | 376 | 77,0 |
| Bahn | 67 | 13,9 |
| Postauto | 24 | 4,9 |
| Car | 10 | 2,0 |
| Motorrad | 3 | 0,6 |
| Velo | -- | -- |
| Alles zu Fuss | 3 | 0,6 |
| Andere | <u>5</u> | <u>1,0</u> |
| | 488 | 100,0 |

Der Modellansatz beschränkt sich wiederum auf die Kategorien Bahn/Bus und Auto d.h. Fussgänger und übrige Verkehrsmittel werden eliminiert.

Der nachstehende Ansatz ergab die besten Resultate

$$\text{BAHN/BUS} \quad P(B) = \frac{\exp U_B}{\exp U_A + \exp U_B}$$

$$\text{Auto} \quad P(A) = \frac{\exp U_A}{\exp U_A + \exp U_B}$$

darin ist:

$$U_B = -0.0129 * \text{TTIMEOV} + 1.3113$$

(0.0057) (0.3281)

$$U_A = -0.0237 * \text{TTIMEPV} + 4.1023 * \text{PW}$$

(0.0067) (0.3483)

Die berechnete Verkehrsmittelwahl für die zugrundegelegte Stichprobe stimmt exakt mit der Erhebung überein.

| <u>Alternative</u> | <u>erhoben</u> | <u>berechnet</u> |
|--------------------|----------------|------------------|
| Bahn/Bus | 101 | 101 |
| Auto | 379 | 379 |

Zu Kap. 7: MODAL SPLIT

Disaggregierte Modelle für die Wahl des Verkehrsmittels

Für die gewichteten Mittelwerte der Variablen wurden folgende Elastizitäten berechnet:

| | Mittelwert | Elastizität für die Alternative | |
|---------|------------|---------------------------------|----------|
| | | Bahn/Bus | Auto |
| TTIMEOV | 89.89 | D -1.01 | C 0.146 |
| TTIMEPV | 51.31 | C 1.06 | D -0.154 |
| PW | 0.81 | C -2.89 | D 0.418 |

Zu Kap. 9.2: Kalibration des Faktors c (Ferienverkehr)

Logiernächte in den Ferienorten des Berner Oberlandes:

| | Logiernächte 1978 (in 1000) | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Hotels | Chalets/Ferienwohnungen | |
| | | Gäste | Eigentümer + Dauermieter |
| Adelboden | 204,8 | 356,7 | 120,0 |
| Aeschi (b. Spiez) | 56,5 | 44,4 | 17,9 |
| Beatenberg | 100,5 | 101,1 | 50,0*) |
| Brienz | 51,9 | 49,8 | 22,9 |
| Diemtigen | 34,7 | 24,5 | 10,0*) |
| Frutigen | 11,4 | 54,7 | 20,0*) |
| Grindelwald | 383,5 | 313,4 | 92,9 |
| Gstaad | 106,8 | 110,0 | 69,0 |
| Hasliberg | 86,0 | 98,3 | 50,0 |
| Interlaken | 511,0 | 41,7 | 1,0 |
| Kandersteg | 95,8 | 85,8 | 28,5 |
| Lauterbrunnen | 43,5 | 28,3 | 3,5 |
| Lenk | 153,9 | 250,8 | 100,0 |
| Meiringen | 60,5 | 18,1 | 4,5 |
| Mürren | 76,9 | 80,8 | 15,0 |
| Ringgenberg | 47,3 | 44,6 | 2,8 |
| Saanen | 54,2 | 31,3 | 2,9*) |
| Schonried | 15,2 | 74,3 | 20,0*) |
| Spiez | 113,1 | 52,8 | 29,4 |
| Wengen | 326,6 | 107,1 | 37,5 |
| Wilderswil | 102,0 | 56,5 | 15,0*) |
| Zweisimmen | 36,0 | 79,5 | 26,4 |
| total | 2'672,1 | 2'842,8 | |
| Verhältnis | 1 : 1,1 | | |

*) Schätzung

(Quelle: Tourismus in Fremdenorten und Städten,
ESTA S 54, 1979)

Zu Kap. 9.2: Kalibration des Faktors c (Ferienverkehr)

Logiernächte in den Ferienorten des Wallis:

| | Logiernächte 1978 (in 1000) | | |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Hotels | Chalets/Ferienwohnungen | |
| | | Gäste | Eigentümer + Dauermieter |
| Anzère-Ayent | 11,1 | 129,9 | 50,0 ^{*)} |
| Bellwald | -- | -- | -- |
| Bettmeralp-Betten | 40,2 | 253,8 | 20,0 |
| Brig | 53,7 | 23,2 | 10,0 ^{*)} |
| Crans-sur-Sierre | 221,5 | 250,0 | 310,0 |
| Fiesch/Fischertal | 29,9 | 103,5 | 11,9 |
| Grächen | 121,3 | 279,8 | 13,8 |
| Leuk | 4,5 | 9,6 | 5,0 ^{*)} |
| Leukerbad | 314,0 | 567,6 | 200,0 ^{*)} |
| Leysin (VS) | 457,5 | 53,0 | 12,0 |
| Montana-Vermala | 398,3 | 276,7 | 244,0 |
| Nendaz | 72,2 | 327,9 | 89,4 |
| Riederalp | 40,7 | 198,0 | 15,4 |
| Saas Almagell | 66,3 | 53,8 | 10,0 ^{*)} |
| Saas Fee | 238,8 | 469,4 | 48,3 |
| Saas Grund | 94,3 | 87,3 | 20,0 |
| Sierre-Salgesch | 50,9 | -- | -- |
| Thyon-Les Collons Vex | 4,1 | 77,2 | 48,2 |
| Verbier | 126,5 | 538,3 | 200,0 |
| Vercorin-Chalais | 5,8 | 97,6 | 42,1 |
| Villars-Chésières | 197,5 | 70,0 | 55,0 |
| Zermatt | 727,6 | 435,5 | 56,5 |
| Zinal | 112,7 | 53,7 | 11,7 |
| total | 3'389,4 | 5'829,1 | |
| Verhältnis | 1 : 1,7 | | |

^{*)} Schätzung

(Quelle: Tourismus in Fremdenorten und Städten,
ESTA, S 54, 1979)