Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau

ANTEIL DER FAHRZEUGKATEGORIEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM STRASSENTYP

Forschungsauftrag 35/88 auf Antrag der SVI Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure

Forschungsstelle: Abay & Meier
Verkehrsplanung und -ökonomie
Wirtschafts- und Umweltstudien
Trittligasse 2
8001 Zürich
Tel. 01 251 43 20

Sachbearbeiter: G. Abay, Dr. oec. publ.
E. Meier, Dr. sc. techn.

Zürich, Frühling 1990

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Anhangverzeichnis II
Abkürzungsverzeichnis III

Zusammenfassung/résumé 1

1. Einleitung 9
   1.1 Ausgangslage 9
   1.2 Begleitende Kommission 10
   1.3 Aufbau des Berichts 10

2. Auftrag und Ziel 11

3. Methodik und Vorgehen 12
   3.1 Vorgehen 12
   3.2 Strassenparameter 13
   3.3 Strassenverkehrszählungen des Bundes 13
   3.4 Umfrage bei den Kantonen und grösseren Städten 14
   3.5 Aufbereitung der Querschnittszählungen 16
   3.6 Erhebung der Strassenparameter 18
   3.7 Lage der Zählstellen im Strassennetz 19
   3.8 Analysemethoden 22

4. Ergebnisse 24
   4.1 Anteil der Fahrzeugkategorien am DWV(14) bzw. DTV(14) 24
      4.1.1 Anteil der Fahrzeugkategorien im Durchschnitt 24
      4.1.2 Einfluss der Strassenparameter 25
      4.1.3 Einfluss der räumlichen Parameter 27
      4.1.4 Bildung von Typen mit ähnlichen Anteilen 29
      4.1.5 Anwendungsbeispiel 32
   4.2 Faktoren für den Wochenendverkehr (DWV(24) und DTV(24)) ... 33
      4.2.1 Faktoren im Durchschnitt 33
      4.2.2 Einfluss der Strassenparameter 33
      4.2.3 Einfluss der räumlichen Parameter 34
      4.2.4 Bildung von Typen mit ähnlichen Wochenendfaktoren .. 35
      4.2.5 Anwendungsbeispiel 37
   4.3 Anteil der ausländischen Personenwagen 37
      4.3.1 Anteil im Durchschnitt 37
      4.3.2 Einfluss der Strassenparameter 38
      4.3.3 Einfluss der räumlichen Parameter 38
      4.3.4 Bildung von Typen mit ähnlichen Anteilen 38

5. Beurteilung und Empfehlungen 40

6. Literaturverzeichnis 43

ANHANGVERZEICHNIS

1 Verwendete Strassenparameter
2 Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Typenunterscheidung
3 Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Faktoren für den Wochenendverkehr
4 Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Ausländeranteilen
5 Angewendete Analyseverfahren
6 Anteil der Fahrzeugkategorien im Durchschnitt
7 Wochenendfaktoren im Durchschnitt
8 Anteil ausländischer Personenwagen im Durchschnitt
9 Anteil der Fahrzeugkategorien je Strassentyp, Standardabweichungen
10 Wochenendfaktoren je Strassentyp, Standardabweichungen
11 Einteilung der Schweiz in 106 MS-Regionen und hoch-, mittel-, kleinzentrale und periphere Räume

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ASB	Bundesamt für Strassenbau
BFS	Bundesamt für Statistik
GVF	Dienst für Gesamtverkehrsfragen im Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
DTV(14)	durchschnittlicher 14-stündiger täglicher Verkehr (Montag-Sonntag, von 07.00 bis 21.00 Uhr)
DTV(24)	durchschnittlicher 24-stündiger täglicher Verkehr (Montag-Sonntag)
DWV(14)	durchschnittlicher 14-stündiger Werktagsverkehr (Montag-Freitag, von 07.00 bis 21.00 Uhr)
DWV(24)	durchschnittlicher 24-stündiger Werktagsverkehr (Montag-Freitag)
Li	Lieferwagen
LRV	Luftreinhalteverordnung
LSV	Lärmschutzverordnung
Lw	Lastwagen
LVC	long vehicle counter (Zählstelle mit Längenunterscheidung)
Mr	Motorräder
MS	mobilité spatiale, Einteilung der Schweiz in 106 Regionen (Projekt des Nationalfonds)
Pw	Personenwagen

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Forschungsauftrages war, für verschiedene Strassentypen

a) die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lastwagen, Lieferwagen, Motorräder, Cars, Lasten-/Sattelzüge und Mofas) zu schätzen,

b) den Anteil der ausländischen Fahrzeuge (nur Pw) zu bestimmen und

c) das Verhältnis zwischen Werktags- und Wochenendverkehr für einen Sommer- bzw. Wintersamstag und -sonntag zu berechnen.

Für manche Strassen liegen Verkehrszählungen vor, bei denen zwischen den verschiedenen Fahrzeugkategorien unterschieden wird, bei denen Angaben über die Anzahl ausländischer Fahrzeuge oder den Wochenendverkehr vorliegen. Mit der Clusteranalyse wurden Gruppen (Cluster) mit ähnlichen Anteilen, bzw. Wochenendfaktoren, gebildet. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse wurden anschliessend diejenigen Strassenparameter gesucht, die die Zuteilung der Zählstellen und damit der Strassen zu den einzelnen Gruppen bestimmen.

Leider gelang es nicht, Diskriminanzfunktionen zu finden, mit denen die Zählstellen mehrheitlich der richtigen Anteils-Gruppe zugeordnet werden. Auch für die Wochenendfaktoren gelang es nicht, die Zählstellen zu Gruppen mit ähnlichen Faktoren zusammenzufassen und anschliessend die Zählstellen mit genügender Genauigkeit den richtigen Gruppen zuzuordnen.

Um trotzdem Ergebnisse zu erhalten, die vom Verkehrsplaner verwendet werden können, wurden der Li-, der Lw-, der Car- und Mr-Anteil an der Pw- bzw. der Totalbelastung und die vier Wochenendfaktoren getrennt untersucht. Aus den möglichen Kombinationen wurden die Strassenparameter "Breitenklasse" und "Raumtyp" ausgewählt. Diese Kombination ergibt rein statistisch gesehen nicht die beste Unterteilung der Strassentypen. Folgende Gründe legten jedoch die Wahl der beiden nahe:

- Die zwei Parameter sind klar definiert und relativ leicht für jede Strecke eines Strassennetzes zu ermitteln.

- Die beiden Parameter können sowohl für die Fahrzeugkategorien-Anteile wie für die Wochenendfaktoren verwendet werden.
- Die Unterschiede zwischen den Anteilen je Strassenkategorie und den Wochenendfaktoren sind erklärbar und vernünftig.

Für die vier Fahrzeugkategorien (Li, Lw, Mr und Car) wurden je vier verschiedene Anteile bestimmt:

- ein Anteil an der Personenwagen-Belastung des durchschnittlichen 14-stündigen Werktagsverkehr DWV(14)
- ein Anteil an der Personenwagen-Belastung des durchschnittlichen 14-stündigen täglichen Verkehrs DTV(14)
- ein Anteil an der Totalbelastung des durchschnittlichen 14-stündigen Werktagsverkehr DWV(14)
- ein Anteil an der Totalbelastung des durchschnittlichen 14-stündigen täglichen Verkehrs DTV(14)

Die **Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien** in Prozent betragen:

		Anteil der Fahrzeugkategorie an der			
		Pw-Belastung		Totalbelastung	
	Strassentyp	DWV(14)	DTV(14)	DWV(14)	DTV(14)
Lw	alle Strassen	8,9%	6,7%	7,5%	5,8%
	- Autobahn 1. Klasse	12,1%	8,8%	10,1%	7,7%
	- Autobahn 2. Klasse	10,2%	7,4%	8,6%	6,5%
	- 1. Klass-Strasse	8,4%	6,3%	7,1%	5,5%
	- in hochzentr. Räumen	6,3%	5,0%	5,4%	4,4%
	- in mittelzen. Räumen	8,2%	6,1%	7,0%	5,3%
	- in kleinzen. Räumen	7,7%	5,7%	6,6%	5,0%
	- in peripheren Räumen	10,0%	7,6%	8,3%	6,6%
	- 2. Klass-Strasse	8,2%	6,4%	6,9%	5,6%
Li	alle Strassen	5,5%	4,2%	4,7%	3,7%
Car	alle Strassen	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%
Mr	alle Strassen	2,9%	2,9%	2,5%	2,5%
	- Autobahn 1. Klasse	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%
	- Autobahn 2. Klasse	1,7%	1,7%	1,5%	1,5%
	- 1. Klass-Strasse	3,2%	3,2%	2,8%	2,8%
	- 2. Klass-Strasse	3,3%	3,3%	2,9%	2,9%

In der folgenden Tabelle sind die gefundenen **Wochenendfaktoren** als Prozent-Anteile des durchschnittlichen Werktagsverkehrs DWV(24) angeben:

	Wochenendtag in Prozent des DWV(24)			
	Winter-		Sommer-	
Strassentyp	Samstag	Sonntag	Samstag	Sonntag
alle Strassen	98%	83%	108%	103%
- Autobahn 1./2. Klasse	100%	88%	128%	120%
- 1. Klass-Strasse	97%	80%	108%	104%
- in hochzentr. Räumen	84%	61%	83%	77%
- in mittelzen. Räumen	95%	76%	102%	91%
- in kleinzen. Räumen	100%	81%	112%	102%
- in peripheren Räumen	103%	95%	119%	126%
- 2. Klass-Strasse	98%	85%	100%	95%
- in hochzentr. Räumen	84%	64%	83%	71%
- in mittelzen. Räumen	96%	76%	94%	79%
- in kleinzen. Räumen	95%	88%	117%	129%
- in peripheren Räumen	117%	111%	128%	135%

Der **Anteil der ausländischen Personenwagen** liegt an den Zählstellen im Durchschnitt über 10%. Die vorhandenen Zählungen geben kein durchschnittliches Bild wieder. Auf die Angabe von Ausländeranteilen muss deshalb verzichtet werden.

Das Ziel des Forschungsauftrages konnte nur zum Teil erreicht werden. Es gelang nicht, den Anteil ausländischer Personenwagen an der Totalbelastung zu berechnen und Fahrzeugkategorien-Profile (Pw-Lw-Li-Car-Mr) abzuleiten. Dafür gibt es einen Hauptgrund: Die Verkehrszusammensetzung auf unseren Strassen lässt sich nur schwer in einigen wenigen typischen Gruppen zusammenfassen. Neben dem Strassentyp haben lokale Gegebenheiten, die nicht oder nur mit grossem Aufwand erfassbar sind, einen bedeutenden Einfluss auf die Verkehrszusammensetzung.

Die **vorliegenden Ergebnisse** erfüllen zwar nicht alle Erwartungen, **sind jedoch besser als die bisher meistens gebrauchten Kennzahlen.** Bei ihrer Verwendung sind immer die folgenden Punkte zu beachten:

1) Die Anteile und die Faktoren sind Durchschnittswerte. Nur auf den wenigsten Strassen folgt der Verkehr immer dem Durchschnitt. Die mit den Werten berechneten Belastungen je Fahrzeugkategorie, bzw. je Wochenendtag, sind deshalb - wenn möglich - lokal zu überprüfen.

2) Die Verwendung von Anteilen birgt eine grosse Gefahr in sich. Aendert auf einer Strecke der Strassentyp, so ändern die Anteile der Fahrzeugkategorien und dadurch auch die Belastungen durch Lastwagen, Lieferwagen, Cars und Motorräder. Dies ist jedoch in Wirklichkeit nicht immer so. Das gleiche gilt für die Wochenendfaktoren.
3) Mit den Anteilen wird auf dem jeweiligen Strassentyp ein konstantes Verhältnis zwischen den verschiedenen Fahrzeugkategorien postuliert. Aendert die Personenwagen-Belastung infolge irgendwelcher Massnahmen, so ändern auch die übrigen Belastungen. Dies trifft jedoch nicht bei allen Massnahmen zu.

Folgende Empfehlungen können abgegeben werden:

a) Der Anteil der ausländischen Fahrzeuge auf unseren Strassen wird für die Luftreinhaltung immer wichtiger, da unterschiedliche Emissionsvorschriften gelten. In der vorliegenden Arbeit konnte kein Verfahren für die Ermittlung dieses Anteils gefunden werden. Ein anderes Verfahren muss gesucht werden.
b) Die Zahl der automatischen Dauerzählstellen mit Fahrzeugkategorienunterscheidung muss erhöht werden. Bei manuellen Zählungen sollte an ausgewählten Orten/Tagen der 24-stündige Verkehr erhoben werden. Zudem ist eine Vereinheitlichung der verschiedenen Zählungen anzustreben.
c) Die Resultate der "UNO"-Zählung 1990 können dazu dienen, die Ergebnisse des Forschungsauftrags zu überprüfen.

RESUME

Le but du mandat de recherche était, pour différents types de routes:

a) d'estimer la part des diverses catégories de véhicules (voitures, camions, véhicules de livraisons, motos, cars, trains routiers et vélomoteurs),

b) de déterminer la part des véhicules étrangers (seulement pour les voitures), et

c) de calculer le rapport entre le trafic du jour ouvrable et du weekend pour l'été et l'hiver.

Pour un certain nombre de routes des comptages existent, ceux-ci fournissent des indications sur la répartition par catégorie de véhicules, sur le nombre de véhicules étrangers et sur le trafic en fin de semaine. A l'aide de l'analyse de Cluster, il est possible de former des groupes comprenant les mêmes parts par catégorie, respectivement les mêmes facteurs de fin de semaine. Ensuite, à l'aide de l'analyse de discrimination, on a cherché les paramètres qui répartissent les lieux de comptages et définissent ainsi les routes pour les divers groupes.

Malheureusement, il n'a pas été possible de trouver des fonctions de discrimination avec lesquelles les lieux de comptages puissent être répartis dans le bon groupe. Pour les facteurs de weekend il n'était également pas possible de réunir les lieux de comptages en groupes et ensuite, avec la meilleure précision, de répartir ces derniers dans les bons groupes.

Malgré tout, pour obtenir des résultats utilisables par l'ingénieur de trafic, les parts des véhicules de livraison, des camions, des cars et des motos ont été examinés de manière séparée et rapportés aux véhicules légers, et respectivement à la charge totale. Des différentes combinaisons possibles, les deux paramètres "classe de largeur" et "dimension centre-périphérie (type régionaux)" ont été choisis. Cette combinaison ne donne pas, du point de vue statistique, la meilleure répartition des types de routes. Les raisons suivantes ont fait pencher pour le choix de ces deux paramètres:

- Les deux paramètres sont définis de manière claire et facile â saisir pour chaque tronçon d'un réseau routier,
- Les deux paramètres sont utilisables aussi bien pour chaque part de catégorie de véhicules que pour les facteurs de weekend,
- Les différences entre les parts par catégorie de route et les facteurs de weekend sont explicables et raisonnables.

Pour chacune de ces quatre catégories de véhicules (véhicules de livraisons, camions, motos et cars), quatre différentes parts ont été déterminées:

- une part de la charge des véhicules légers du traffic d'un jour ouvrable moyen TJOM (14)
- une part de la charge des véhicules légers du traffic d'un jour moyen TJM (14)
- une part de la charge totale du traffic d'un jour ouvrable moyen TJOM (14)
- une part de la charge totale du traffic d'un jour moyen TJM (14)

Les **parts des différentes catégories de véhicules** en pourcents sont les suivantes:

		part de la catég. de véhic. de la charge			
		charges véh. légers		charge totale	
	type de route	TJOM(14)	TJM(14)	TJOM(14)	TJM(14)
poids lourds	toutes les routes	8,9%	6,7%	7,5%	5,8%
	- autoroute 1ère classe	12,1%	8,8%	10,1%	7,7%
	- autoroute 2ème classe	10,2%	7,4%	8,6%	6,5%
	- route 1ère classe	8,4%	6,3%	7,1%	5,5%
	- dans des espaces de forte centralité	6,3%	5,0%	5,4%	4,4%
	- dans des espaces de centr. moyenne	8,2%	6,1%	7,0%	5,3%
	- dans des espaces de faible centralité	7,7%	5,7%	6,6%	5,0%
	- dans des espaces périphériques	10,0%	7,6%	8,3%	6,6%
	- routes de 2ème classe	8,2%	6,4%	6,9%	5,6%
véhic. de livraisons	toutes les routes	5,5%	4,2%	4,7%	3,7%
cars	toutes les routes	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%
motos	toutes les routes	2,9%	2,9%	2,5%	2,5%
	- autoroute 1ère classe	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%
	- autoroute 2ème classe	1,7%	1,7%	1,5%	1,5%
	- route 1ère classe	3,2%	3,2%	2,8%	2,8%
	- routes de 2ème classe	3,3%	3,3%	2,9%	2,9%

Le tableau suivant indique les **facteurs de weekend** retenus en tant que part en pourcents du trafic d'un jour ouvrable moyen TJOM (24):

	jour de weekend en % du TJOM(24)			
type de routes	samedi d'hiver	dimanche d'hiver	samedi d'été	dimanche d'été
toutes les routes	98%	83%	108%	103%
- autoroute 1ère/2ème classe	100%	88%	128%	120%
- route 1ère classe	97%	80%	108%	104%
- dans des espaces de forte centralité	84%	61%	83%	77%
- dans des espaces de centralité moyenne	95%	76%	102%	91%
- dans des espaces de faible centralité	100%	81%	112%	102%
- dans des espaces périphériques	103%	95%	119%	126%
- routes de 2ème classe	98%	85%	100%	95%
- dans des espaces de forte centralité	84%	64%	83%	71%
- dans des espaces de centralité moyenne	96%	76%	94%	79%
- dans des espaces de faible centralité	95%	88%	117%	129%
- dans des espaces périphériques	117%	111%	128%	135%

La part de **véhicules légers étrangers** est en moyenne de plus de 10 % aux points de comptages. Toutefois, les comptages disponibles ne reflètent pas la moyenne véritable. De ce fait, il a été renoncé de prendre en compte la part des véhicules légers étrangers.

Le but du mandat de recherche n'a été atteint que partiellement. Il n'a pas été possible de calculer la part des véhicules légers étrangers par rapport à la charge totale et d'en différencier les différents profils de catégories de véhicules (véhicules légers, camions, véhicules de livraisons, cars, motos). Ceci a pour raison principale le fait qu'il est difficile de réunir en peu de groupes typiques la composition du trafic sur nos routes. En plus du type de route, ce sont les contraintes locales qui ne sont pas du tout ou difficilement saisissables et influencent de manière importante la composition du trafic.

Les **résultats obtenus** ne correspondent pas à toutes les espérances, mais **sont déjà meilleurs que les chiffres utilisés jusqu'à maintenant.** Lors de leur utilisation, il faut tenir compte des points suivants:

1) Les parts et les facteurs correspondent à des valeurs moyennes. Il n'y a que peu de routes qui ont un trafic correspondant à la moyenne. Les

charges calculées avec ces valeurs par catégorie de véhicules, respectivement jour de weekend sont de ce fait à examiner localement.

2) L'utilisation des parts cache un certain danger. Si le type de route change sur un tronçon, les parts des catégories de véhicules changent également ainsi que la charge des camions, véhicules de livraisons, cars et motos. Mais dans la réalité ce n'est pas toujours le cas. La même remarque est valable pour le facteur de weekend.
3) Avec les parts, il est demandé pour chaque type de route un rapport constant entre les différentes catégories de véhicules. Si, pour une mesure quelconque, la charge de véhicules légers se modifie, les autres charges se modifient également. Mais ceci n'arrive pas avec toutes les mesures.

Les recommandations suivantes peuvent être faites:

a) La part des véhicules étrangers sur nos routes devient de plus en plus importante pour la préservation de l'air, ceci du fait qu'il existe différents règlements pour les émissions. Dans le présent travail, il n'a pas été possible de trouver un procédé pour la détermination de cette part. Un autre procédé doit être trouvé.
b) Le nombre des points de comptages automatiques continus avec distinction des catégories de véhicules doit être augmenté. Lors de comptages manuels, il faudrait tenir compte du trafic pendant 24 heures sur les lieux et les jours de comptages. En plus, il faudrait arriver à une unification des différents comptages.
c) Les résultats des comptages "UNO" 1990 pourraient servir pour examiner les résultats du mandat de recherche.

1. EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Im Rahmen der Luftreinhalteverordnung (LRV) des Bundes sind die Kantone verpflichtet, einen sogenannten "Emissionskataster Verkehr" auszuarbeiten. Ebenso verpflichtet die Lärmschutzverordnung (LSV) die Kantone, die Ausssenlärmimmissionen ortsfester Anlagen zu ermitteln und in einem Lärmbelastungskataster festzuhalten. Die Schadstoffemissionen und der Strassenlärm werden dabei aus den Strassennetzbelastungen berechnet. Die Strassen sind durch Personenwagen (Pw), durch Lastwagen (Lw), durch Lieferwagen (Li), durch Cars, durch Motorräder (Mr) und durch Mofas belastet.

Diese Bestandteile der Netzbelastungen können mit Verkehrsmodellen ermittelt werden. Jedoch sprengt die Etablierung eines Motorrad-, eines Car- oder evt. sogar eines Lastwagenmodells den Rahmen der Arbeiten. Es ist deshalb sinnvoll, diese Belastungen mit Anteilen aus der Personenwagenbelastung, die mit einem Verkehrsmodell oder aus Zählungen ermittelt wird, abzuleiten. Dazu müssen die einzelnen Strassen mit Hilfe von Strassenparametern typisiert werden. Je Typ werden dann die Anteile der einzelnen Kategorien bestimmt.

Bei den Pw können ausländische und schweizerische Fahrzeuge unterschieden werden. Die Ausrüstung der Pw mit Katalysatoren wird bei den schweizerischen Fahrzeugen bedeutend schneller vor sich gehen. Um die damit verbundenen, unterschiedlichen Emissionen berücksichtigen zu können, soll mit Prozentwerten je Strassentyp der Anteil der ausländischen Fahrzeuge berechnet werden.

Die Belastung des Strassennetzes ist u.a. vom Wochentag und der Jahreszeit abhängig. Einzelne Strassen weisen am Wochenende, andere an den Werktagen, bedeutend stärkere Belastungen auf. Auf die Etablierung eines Wochenendverkehrsmodells wird (muss) oft verzichtet (werden). Die Wochenendbelastung soll deshalb aus der Werktagsbelastung abgeleitet werden.

Für die Ermittlung der Schadstoff- und Lärmemissionen sind vor allem die Lw und die Mr wichtig. Die Strassennetzbelastungen durch diese Kategorien werden heute meistens mit einem generellen Faktor (z.B. 10% Lw) aus der Totalbelastung hergeleitet.

1.2 BEGLEITENDE KOMMISSION

Die Arbeit wurde von einer SVI-Arbeitsgruppe begleitet. Folgende Herren gehörten ihr an:

Roland Chèvre, Jenni + Gottardi AG, Zürich (Präsident)
Urs Frei, Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern
Kurt Infanger, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
Gustaaf Kooijman, Sigmaplan, Bern
Werner Kündig, Bundesamt für Strassenbau, Bern
Josef Steffen, Ing.büro A.F. + J. Steffen, Luzern

Den Mitgliedern dieser Gruppe danken wir für ihre wertvollen Ratschläge und Anregungen.

1.3 AUFBAU DES BERICHTS

Der Forschungsbericht ist wie folgt aufgebaut:

Im eigentlichen Bericht werden das Vorgehen (Kapitel 3) und die Ergebnisse (Kapitel 4) beschrieben. Weitere Ergebnisse und statistische Auswertungen findet der Leser in den Anhängen. Dort wird auf eine Erläuterung der Abbildungen und Tabellen verzichtet, da wir annehmen, dass der interessierte Leser mit den statistischen Begriffen vertraut ist. Kapitel 5 enthält eine Beurteilung der Arbeit und einige Empfehlungen.

Das Bundesamt für Strassenbau, die Kantone und die Städte Bern, St. Gallen, Winterthur und Zürich stellten für die Arbeiten eigene Verkehrszählungen zur Verfügung. Für die Mitarbeit des ASB, der Kantone und Städte möchten wir uns auch an dieser Stelle bedanken.

2. AUFTRAG UND ZIEL

Der Auftrag wird im Bestätigungsschreiben des ASB wie folgt umschrieben:

> Das Büro für Verkehrsplanung und -ökonomie Abay & Meier, Trittligasse 2, 8001 Zürich, wird mit der Typisierung der Strassen einerseits nach Fahrzeugkategorien (PW, LW, MR und Mofas) und anderseits nach Anteil ausländischer Fahrzeuge, bzw. nach Anteil des Wochenendverkehrs beauftragt. Diese Arbeit dient zur Ausarbeitung der "Emissionskataster Verkehr", die im Rahmen der Luftreinhalteverordnung (LRV) des Bundes verlangt werden.

Ziel des Forschungsauftrages ist somit, für verschiedene Strassentypen

a) die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lastwagen, Lieferwagen, Motorräder, Cars, Lasten-/Sattelzüge und Mofas) zu schätzen,
b) den Anteil der ausländischen Fahrzeuge (nur Pw) zu bestimmen und
c) das Verhältnis zwischen Werktags- und Wochenendverkehr für einen Sommer- bzw. Wintersamstag und -sonntag zu berechnen (nur Pw).

3. METHODIK UND VORGEHEN

3.1 VORGEHEN

Für manche Strassen liegen Verkehrszählungen vor, bei denen zwischen den verschiedenen Fahrzeugkategorien unterschieden wird, bei denen Angaben über die Anzahl ausländischer Fahrzeuge oder den Wochenendverkehr vorliegen. Mit der Clusteranalyse werden Gruppen (Cluster) mit ähnlichen Anteilen gebildet. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse wird anschliessend bestimmt, welche Strassenparameter die Zuteilung der Zählstellen und damit der Strassen zu den einzelnen Gruppen bestimmen.

Als Strassenparameter kommen z.B. der Strassentyp (Nationalstrasse, Hauptstrasse etc.), die Strassenbreite, die Strassenlage (in ländlichem Gebiet, in einem Tourismusgebiet) etc. in Frage.

Die zu verwendenden Zählungen können in zwei Typen unterteilt werden:

a) reine Querschnittszählungen bei denen die durchschnittliche Tagesbelastung je Wochentag (Montag-Freitag = DWV(14) oder DWV(24), Samstag, Sonntag) ermittelt wird. Beispiel: Automatische Strassenverkehrszählung des ASB.
b) Querschnittszählungen, bei denen die Tagesbelastung je Fahrzeugkategorie, bzw. getrennt nach ausländischen und schweizerischen Fahrzeugen erhoben wird. Beispiel: Sogenannte "UNO-Zählung".

Die Bundeszählungen mussten zur besseren statistischen Absicherung der Resultate mit kantonalen/städtischen Zählungen aus den Jahren 1985-1988 ergänzt werden. Diese Zählungen müssen den DTV(14) oder DTV(24) und/oder den DWV(14) oder DWV(24) direkt angeben, bzw. dieser sollte auf einfache Art berechnet werden können.

Um den mit der Datensammlung verbundenen Aufwand in Grenzen zu halten, wurden in einem Schritt mit einem Fragebogen diejenigen Kantone/Städte ermittelt, die über solche Zählungen verfügen, und die diese für den Forschungsauftrag zur Verfügung stellen. In einem zweiten Schritt erfolgte anschliessend die Uebernahme der Daten.

3.2. STRASSENPARAMETER

Mit Hilfe von Strassenparametern sollen die einzelnen Strassenquerschnitte mit Zählungen bestimmten Strassentypen zugeordnet werden, so dass die Fahrzeugkategorienanteile innerhalb eines Strassentypes möglichst homogen, zwischen den verschiedenen Typen aber möglichst heterogen sind. Bei der Anwendung der Resultate des Forschungsauftrages für ein z.B. kantonales Strassennetz müssen alle Teilstrecken dieses Netzes mit Hilfe der Strassenparameter den Strassentypen zugeordnet werden können.

Die zu untersuchenden Strassenparameter müssen deshalb folgende Bedingungen erfüllen:

a) Sie müssen einen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Variablen (Anteil der Fahrzeugkategorien, Verhältnis von Werktagsbelastung zu Wochenendbelastung) haben.
b) Sie müssen für alle Zählstellen bekannt sein, bzw. ermittelt werden können.
c) Sie müssen für ein vollständiges Strassennetz mit vernünftigem Aufwand erhoben werden können.

Bedingung a) wird im Laufe der Auswertungen untersucht. Die Auswahl der dabei zu testenden Variablen wird vor allem durch Bedingung c) eingeschränkt.

Aus diesem Grund werden nur Parameter, die mit einem vernünftigen Aufwand ermittelt werden können, untersucht. Deshalb wird im Forschungsauftrag vom sogenannten GVF-Strassennetz ausgegangen. Eine Liste der untersuchten Parameter ist in Abschnitt 3.6 enthalten.

3.3. STRASSENVERKEHRSZÄHLUNGEN DES BUNDES

In der automatischen Strassenverkehrszählung (sogenannte ASB-Zählung) erhebt das Bundesamt für Strassenbau den Verkehr an 163 Zählstellen (Stand 1987) permanent. Für jeden Wochentag liegen richtungsweise die Stundenwerte vor. Daraus lassen sich die durchschnittlichen Tagesbelastungen für

- einen Sommerwerktag (Montag - Freitag, April - Oktober),

- einen Winterwerktag (November - März),
- einen Jahreswerktag,
- einen Sommersamstag,
- einen Sommersonntag,
- einen Wintersamstag und
- einen Wintersonntag

ableiten. Mit Ausnahme der sogenannten LVC-Zählstellen können dabei keine Fahrzeugkategorien unterschieden werden.

Eine solche Unterscheidung erfolgte in der Schweizerischen Strassenverkehrszählung 1985 (sogenannte UNO-Zählung). Bei dieser manuellen Zählung, die an 3, bzw. 15 Zähltagen durchgeführt wurde, wird zwischen den Fahrzeugkategorien

- Personenwagen (Pw),
- Car,
- Lieferwagen (Li),
- Lastwagen (Lw) und
- Motorräder (Mr)

unterschieden. Aus den einzelnen Zähltagen kann der 14-stündige (07.00 - 21.00 Uhr) Jahres-DTV berechnet werden.

3.4. UMFRAGE BEI DEN KANTONEN UND GRÖSSEREN STÄDTEN

Die Zählungen des Bundes (automatische Strassenverkehrszählung des Bundesamtes für Strassenbau und Schweizerische Strassenverkehrszählung 1985) mussten zur besseren statistischen Absicherung der Resultate mit kantonalen und städtischen Zählungen aus den Jahren 1985 - 1988 ergänzt werden.

Aus einer Umfrage des Bundesamtes für Strassenbau aus dem Jahre 1988 konnten diejenigen Kantone und Städte ermittelt werden, die möglicherweise über eigene Verkehrszählungen verfügen. Im Frühling 1989 erhielten 22 Kantone und die Städte Bern, St.Gallen, Winterthur und Zürich einen Fragebogen. In diesem gaben die angeschriebenen Aemter an, ob sie über eigene Strassenverkehrszählungen verfügen, bei denen entweder zwischen verschiedenen Fahrzeugtypen unterschieden wird oder Ver-

hältnisse zwischen dem Werktags-, dem Samstags- und dem Sonntagsverkehr gebildet werden können. Zudem gaben sie an, ob sie ihre Zählungen für die Forschungsarbeit zur Verfügung stellen. Erfreulicherweise beteiligten sich mit einer Ausnahme alle angeschriebenen Stellen an der Umfrage.

Eine erste Auswertung zeigte, dass 22 Stellen verwendbare Zählungen besitzen und auch bereit sind, diese zur Verfügung zu stellen. In der nächsten Phase wurden die benötigten Daten direkt übernommen. In der Analyse konnten Zählungen von 17 Kantonen und 4 Städten verwendet werden.

Ergebnis der Umfrage

1) Alle 21 Stellen, von denen Zählungen verwendet wurden, haben Belastungen je Wochentag, aus denen ein Werktags-, ein Samstags- und ein Sonntags-Durchschnitt berechnet werden kann. Allerdings waren diese Berechnungen mit einem grösseren Aufwand verbunden, der von der Forschungsstelle krass unterschätzt wurde. Dies aus folgenden Gründen:
   - Jeder Kanton, jede Stadt, zählt auf seine Weise, ähnlich sind die Querschnittsbelastungen verschieden dargestellt.
   - Die Daten sind mehrheitlich nur auf Papier vorhanden. ASCII-Files, die nur die Daten enthalten, existieren nicht.
   - Die Zähldauer variiert. Die wenigsten Stellen zählen den Verkehr permanent. Aus Kostengründen (das Amt hat z.B. zwei Zählgeräte, die rotierend eingesetzt werden) wird nur während z.B. vierzehn Tagen gezählt. Wegen der sich ändernden Zähldauer konnten auch nicht für alle Zählstellen Sommer- und Winter-DTVs (24 Stunden) berechnet werden.

2) Nur fünf Kantone (AG, AR, BE, BS und ZH) haben eigene Querschnittszählungen mit Fahrzeugtypenunterscheidungen. Diese Unterscheidung erfolgt automatisch über die Fahrzeuglänge. Dabei werden einerseits Fahrzeuge kleiner als 5,5m, anderseits solche grösser als 5,5m unterschieden. Die Fahrzeugkategorie Mofa wurde bis Ende 1988 von keiner Stelle erhoben. Der Kanton Basel-Stadt beabsichtigt 1989 auch diese Kategorie an einzelnen Zählstellen getrennt zu erheben.

3) Für die kantonalen und städtischen Zählstellen ist die Lage im Netz genau bekannt.

3.5. AUFBEREITUNG DER QUERSCHNITTSZÄHLUNGEN

Die Querschnittszählungen des Bundes und der Kantone/Städte wurden aufbereitet und in

- einer Datei mit dem Anteil der verschiedenen Fahrzeugkategorien
- einer Datei mit den Wochenendfaktoren und
- einer Datei mit den Ausländeranteilen

abgespeichert.

In der Datei mit den Fahrzeugkategorien-Anteilen sind je Zählstelle folgende Variablen enthalten:

- Zählstellennummer
- durchschnittlicher täglicher Verkehr total aller Fahrzeuge, 14 h-Verkehr an einem Werktag, sogenannter DWV(14)
- Anteil Personenwagen (Pw) in %
- Anteil Car in %
- Anteil Lieferwagen (Li) in %
- Anteil Lastwagen (Lw) in %[1]
- Anteil Motorräder (Mr) in %

Für die UNO-Zählstellen konnten die Werte direkt der entsprechenden Publikation, bzw. dem Urdatenmaterial, entnommen und aufbereitet werden. Verwendet wurde dabei der Durchschnitt der drei Hauptzähltage (Donnerstag, 23. Mai, Mittwoch, 5. Juni und Dienstag, 6. August 1985), der gut einem durchschnittlichen Jahreswerktag entspricht (Ausnahme: Anteil Motorräder). Für die kantonalen Zählstellen waren nur die Anteile der Fahrzeuge kürzer als 5,5m und länger als 5,5m bekannt[2]. Es wurde angenommen, dass alle Pw und Lieferwagen kürzer als 5,5m und alle Cars und Lw immer länger als

1 An den 15 LVC-Zählstellen des ASB wird zusätzlich zwischen Lastwagen und schweren Lastfahrzeugen unterschieden (nach Längenkriterien). Diese Unterteilung wird jedoch nicht verwendet.

2 Zur Zeit wird vom ASB untersucht, ob die Grenze von 5,5m angepasst werden soll.

5,5m sind[3]. Die kantonalen Zählstellen wurden deshalb nur für die Analyse des Anteils Lastwagen an der Gesamtbelastung verwendet, wobei alle Fahrzeuge länger als 5,5m als Lastwagen betrachtet wurden. Die Datei enthält total 650 Zählstellen, von denen 631 in der Analyse verwendet wurden.

Daneben wurde auch eine zweite Datei mit Fahrzeugkategorien-Anteilen erstellt. Diese enthält die gleichen Angaben, nur beziehen sich diese auf den durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV(14), d.h. auf den Verkehr Montag bis Sonntag). Diese Datei enthält nur die UNO-Zählstellen.

In der Datei mit den Wochenendfaktoren sind je Zählstelle folgende Variablen enthalten:

- Zählstellennummer
- Jahreswerktagsverkehr (24 h-Verkehr) = DWV(24)
- Faktor für durchschnittlichen Wintersamstagsverkehr (November - März)
- Faktor für durchschnittlichen Wintersonntagsverkehr
- Faktor für durchschnittlichen Sommersamstagsverkehr (April - Oktober)
- Faktor für durchschnittlichen Sommersonntagsverkehr

Wenn für eine Zählstelle ein durchschnittlicher Samstags- und/oder Sonntagsverkehr nicht berechnet werden konnte, so erhielt die entsprechende Variable einen Wert für "missing value". Die Datei enthält insgesamt 436 Zählstellen, von denen in der Analyse 380 verwendet werden konnten[4] (vgl. folgenden Abschnitt).

Ausser in der "UNO"-Zählung des Bundes wird nicht zwischen schweizerischen und ausländischen Fahrzeugen unterschieden. Von den 492 Zählstellen konnten deren 477 für die Analyse verwendet werden. In der Datei mit den Ausländeranteilen sind folgende Variablen je Zählstelle enthalten:

- Zählstellennummer
- Jahreswerktagsverkehr (14 h-Verkehr) mit Pw = DWV(14)
- Anteil ausländischer Fahrzeuge in Prozenten

[3] Da Pw mit Anhänger länger als 5,5m sind, wird dadurch ein kleiner Fehler begangen.
[4] Für den Wintersamstag und den Wintersonntag konnten 257, den Sommersamstag 344 und den Sommersonntag 347 Zählstellen verwendet werden.

3.6. ERHEBUNG DER STRASSENPARAMETER

Für jede Zählstelle war die Lage im Netz bekannt (vgl. Abschnitte 3.3 und 3.4). Somit konnten Strassenparameter und Parameter, die die räumliche Lage beschreiben, erhoben werden. Als Unterlagen wurden die Landeskarten 1:50'000 und 1:25'000, Angaben des Dienstes GVF (sogenanntes GVF-Netz), Daten des Bundesamtes für Statistik (STATINF) und Angaben der Kantone/Städte benützt. Bei 54 Zählstellen gelang es nicht, die Lage genau zu lokalisieren. Sie wurden deshalb für die Auswertungen weggelassen.

Pro Zählstelle wurden folgende Parameter erhoben (die Parameter sind in Anhang 1 genau beschrieben):

1) Zählstellennummer
2) Knoten A im GVF-Netz
3) Knoten B im GVF-Netz
4) Breitenklasse
5) Jurisdiktion (rechtliche Klassierung)
6) Linktyp (Strassentyp)
7) innerorts/ausserorts
8) Geschwindigkeit in km/h gerundet auf 10 km/h
9) GVF-Zone 1 bis 1113
10) MS 1 bis 106
11) Steigung in Prozent
12) Raumtyp
13) BFS-Agglomeration
14) Einwohner in der GVF-Zone
15) Arbeitsplätze total in der GVF-Zone
16) Arbeitsplätze im Sektor 1 in der GVF-Zone
17) Arbeitsplätze im Sektor 2 in der GVF-Zone
18) Arbeitsplätze im Sektor 3 in der GVF-Zone
19) Arbeitsplätze Steine, Erden, Bau in der GVF-Zone
20) Arbeitsplätze Gastgewerbe in der GVF-Zone
21) Einwohner in der MS
22) Arbeitsplätze total in der MS
23) Arbeitsplätze im Sektor 1 in der MS

24) Arbeitsplätze im Sektor 2 in der MS
25) Arbeitsplätze im Sektor 3 in der MS
26) Arbeitsplätze Steine, Erden, Bau in der MS
27) Arbeitsplätze Gastgewerbe in der MS
28) parallele Alternativstrasse vorhanden
28) grenznahe Strasse
30) Fläche der GVF-Zone
31) Hotelbetten in der GVF-Zone
32) Zupendler, Summe der GVF-Zone
33) Wegpendler, Summe der GVF-Zone
34) Fläche der MS
35) Hotelbetten in der MS
36) Zupendler, Summe der MS
37) Wegpendler, Summe der MS

Die Parameter für die Breitenklasse, parallele Alternativstrasse und grenznahe Strasse wurden aus den Landeskarten herausgelesen. Die Breitenklasse entspricht den Signaturen, ist deshalb relativ grob. Eine genauere Ermittlung hätte Feldaufnahmen bedingt. Die Festlegung der Werte für "parallele Alternativroute" (übergeordnete Strasse im Abstand von maximal 5km) und "grenznahe Strasse" (maximal 10 km von der Landesgrenze entfernt) erfolgten soweit möglich objektiv.

Die Parameter für die rechtliche Strassenklasse (Jurisdiktion), den Linktyp, inner-/ausserorts, die Geschwindigkeit und die Steigung wurden dem GVF-Strassennetz entnommen. Bei der Geschwindigkeit wurde ein minimaler Wert von 20 km/h, bei der Steigung ein maximaler Wert von 5% festgelegt (Grund: zu wenig Beobachtungen ausserhalb des Grenzwertes). Die sozioökonomischen Werte je GVF-Zone bzw. je MS[5] wurden aus Daten des Dienstes GVF und des BFS (STATINF) abgeleitet.

3.7 LAGE DER ZÄHLSTELLEN IM NETZ

In den Anhängen 2, 3 und 4 sind die Frequenzverteilungen der Zählstellen hinsichtlich den Strassen- und den räumlichen Parametern dargestellt.

[5] Die Schweiz ist in 1113 sogenannte GVF-Zonen eingeteilt. Die Einteilung der Schweiz in 106 MS-Regionen (mobilité spatiale) stammt aus einem Projekt des Nationalfonds.

Für die Zählstellen mit Fahrzeugkategorienunterscheidung gilt Folgendes:

- Beinahe 75% aller betrachteten Zählstellen haben einen DWV(14) von weniger als 10'000 Fahrzeugen. An rund 6% ist die Totalbelastung grösser als 20'000 Fahrzeuge pro Tag.
- Knapp 70% der Zählstellen liegen an 1. Klass-Strassen mit mindestens 7m Breite. Eine zusätzliche Aufteilung dieser Klasse wäre notwendig, ist aber mit vernünftigem Aufwand nicht machbar (nur im Gelände möglich).
- Mehr als die Hälfte der Zählstellen liegt an Kantonsstrassen. Nur zwei Zählstellen sind an Stadt-/Gemeindestrassen angeordnet. Die Auswertungen und die Ergebnisse können deshalb nur für das übergeordnete Netz gelten.
- Die grosse Mehrheit (drei Viertel) der Zählstellen befindet sich an gut ausgebauten Zweispurstrassen mit Kreuzungen, die übrigen mehrheitlich an Nationalstrassen.
- Rund 70% der Zählstellen liegen ausserorts, rund 30% innerorts.
- An rund einem Drittel der Zählstellen ist die Geschwindigkeit kleiner gleich 40 km/h. Bei rund 50% liegt sie zwischen 40 und 80 km/h.
- An beinahe 80% ist die Steigung kleiner gleich 1%.[6]
- Die Zählstellen verteilen sich ungefähr gleichmässig auf die vier aggregierten Raumtypen. Je rund ein Viertel liegt in den hoch-, den mittel-, den kleinzentralen und den peripheren Räumen.
- Ausserhalb den BFS-Agglomerationen liegen rund 60%, innerhalb rund 40% der Zählstellen.
- Rund 20% der Zählstellen liegen an Strassen mit einer parallelen Alternativstrasse.
- Etwa 25% der Zählstellen liegen näher als 10 km bei der Landesgrenze.

[6] Die Angaben zur Steigung wurden aus den Angaben des GVF-Netzes berechnet, indem die Höhe des Anfangs- und des Endknotens und die Streckenlänge benützt wurde. Die Steigung gibt somit einen mittleren Wert an. Eine Zählstelle wird, wenn irgendwie möglich, an einem "praktischen" Querschnitt eingerichtet, also mehrheitlich an einem ebenen Abschnitt.

Für die Zählstellen mit Wochenendverkehrsfaktoren gilt:

- Rund 50% aller betrachteten Zählstellen haben einen DWV(24) von weniger als 10'000 Fahrzeugen. An rund 20% ist die Totalbelastung grösser als 20'000 Fahrzeuge pro Tag.
- Rund 20% der Zählstellen liegen an Nationalstrassen, rund 40% an 1. Klass-Strassen mit mindestens 7m Breite.
- Etwa die Hälfte der Zählstellen liegt an Kantonsstrassen, 25% an Tal- und Bergstrassen und 20% an Nationalstrassen. Stadt- und Gemeindestrassen sind stark untervertreten. Die Auswertungen und die Ergebnisse können deshalb nur für das übergeordnete Netz gelten.
- Zwei Drittel der Zählstellen befinden sich an gut ausgebauten Zweispurstrassen mit Kreuzungen, rund 30% an kreuzungsfreien Strassen.
- Rund 60% der Zählstellen liegen ausserorts, rund 40% innerorts.
- An rund 40% der Zählstellen ist die Geschwindigkeit kleiner gleich 40 km/h. Bei rund 40% liegt sie zwischen 40 und 80 km/h.
- An 75% ist die Steigung kleiner gleich 1%.[7]
- Die Zählstellen verteilen sich beinahe gleichmässig auf die vier aggregierten Raumtypen.
- Ausserhalb den BFS-Agglomerationen liegen rund 45%, innerhalb rund 65% der Zählstellen.
- Rund 35% der Zählstellen liegen an Strassen mit einer parallelen Alternativstrasse.
- Etwa 25% der Zählstellen liegen näher als 10 km bei der Landesgrenze.

Für die Zählstellen mit Ausländeranteilen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Rund 75% aller betrachteten Zählstellen haben einen DWV(14) (nur Pw) von weniger als 10'000 Fahrzeugen. An 6% ist die Totalbelastung grösser als 20'000 Fahrzeugen pro Tag.
- 18% der Zählstellen liegen an Autobahnen, rund 70% an 1. Klass-Strassen mit mindestens 7m Breite.
- Etwa die Hälfte der Zählstellen liegt an Kantonsstrassen, rund 30% an Tal- und Bergstrassen und 16% an Nationalstrassen. Stadt- und Ge-

[7] Eine Zählstelle wird wenn irgendwie möglich, an einem unbehinderten Querschnitt eingerichtet, also mehrheitlich an einem ebenen Abschnitt.

meindestrassen sind stark untervertreten. Die Auswertungen und die Ergebnisse gelten deshalb nur für das übergeordnete Netz.

- Drei Viertel der Zählstellen befinden sich an gut ausgebauten Zweispurstrassen mit Kreuzungen, rund 18% an kreuzungsfreien Strassen.
- Rund 75% der Zählstellen liegen ausserorts, rund 25% innerorts.
- An rund 30% der Zählstellen ist die Geschwindigkeit kleiner gleich 40 km/h. Bei rund 50% liegt sie zwischen 40 und 80 km/h.
- An 80% ist die Steigung kleiner gleich 1%.[8]
- 15% der Zählstellen liegen in den hoch-, 25% in den mittel- und je 30% in den kleinzentralen und den peripheren Räumen.
- Ausserhalb den BFS-Agglomerationen liegen rund 70%, innerhalb rund 30% der Zählstellen.
- Rund 25% der Zählstellen liegen an Strassen mit einer parallelen Alternativstrasse.
- Etwa 25% der Zählstellen liegen näher als 10 km bei der Landesgrenze.

3.8 ANALYSEMETHODEN

Für die Analyse von Erhebungen stehen heute verschiedene statistische Verfahren zur Verfügung. Die Einsatzbereiche der Verfahren richten sich nach den Fragestellungen und den gesuchten Antworten. Im vorliegenden Fall stehen vor allem folgende Fragen im Vordergrund:

> Wie gross ist der Anteil von verschiedenen Fahrzeugkategorien an der Totalbelastung? Von welchen Variablen der Strasse und der räumlichen Lage der Zählstelle sind die Anteile abhängig?

Bei der Auswertung der Daten sind somit die gegenseitigen Beziehungen zwischen mehreren Variablen zu untersuchen. Für solche Untersuchungen eignen sich multivariate Analysemethoden. Multivariate Analyseverfahren sind heute eines der Fundamente der empirischen Forschung im sozialwissenschaftlichen Bereich. Folgende Verfahren

[8] Eine Zählstelle wird wenn irgendwie möglich, an einem unbehinderten Querschnitt eingerichtet, also mehrheitlich an einem ebenen Abschnitt.

stehen heute im Vordergrund, wobei für die Analyse der vorhandenen Datensätze sich vor allem die Varianzanalyse, die Clusteranalyse und die Diskriminanzanalyse eignen:[9]

- Varianzanalyse
- Regressionsanalyse
- Clusteranalyse
- Diskriminanzanalyse
- Faktorenanalyse
- Multidimensionale Skalierung

In Anhang 5 sind die angewendeten Verfahren (Varianzanalyse, Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse) kurz erläutert.

[9] Eine eingehende Beschreibung dieser Verfahren findet der interessierte Leser in Backhaus, Erichson, Plinke, Schuchard-Ficher, Weiber: Multivariate Analyseverfahren; Berlin Heidelberg 1989

4. ERGEBNISSE

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Auswertungen dargestellt. Zuerst werden die Auswertungen hinsichtlich der Fahrzeugkategorienanteile präsentiert. Der zweite Teil des Kapitels enthält die Ergebnisse für den Wochenendverkehr. Der dritte Teil enthält die Ergebnisse für den Anteil ausländischer Personenwagen dargestellt.

In allen drei Teilen werden zuerst die Durchschnittswerte vorgestellt. Anschliessend erfolgt die getrennte Untersuchung des Einflusses der Strassenparameter wie Strassentyp, Strassenbreite etc. und der Parameter, die die räumliche Lage der Zählstellen beschreiben. Danach wird versucht, die Zählstellen zu Gruppen mit ähnlichen Anteilen bzw. Faktoren zusammenzufassen.

In den einzelnen Darstellungen kann die Zahl der Beobachtungen (gleich verwendete Zählstellen) leicht verschieden sein, da Beobachtungen mit fehlenden Parametern bei einzelnen Auswertungen nicht verwendet wurden. Zudem wurden für die Schlussauswertungen sogenannte "Ausreisser-Zählstellen" nicht mehr verwendet, da sie das Gesamtbild verfälschen. Aus diesen Gründen können auch die Anteile und die Faktoren bei den verschiedenen Auswertungen leicht differieren.

4.1. ANTEIL DER FAHRZEUGKATEGORIEN AM DWV(14), BZW. DTV(14)

4.1.1 Anteil der Fahrzeugkategorien im Durchschnitt

Im Durchschnitt über alle 631 betrachteten Zählstellen weisen die einzelnen Fahrzeugkategorien im DWV(14) folgende Anteile auf:

Personenwagen	83,8%
Cars	0,8%
Lieferwagen	4,9%
Lastwagen	8,5%
Motorräder	2,0%

Die einzelnen Häufigkeitsverteilungen für Pw, Lw, Li, Cars und Mr sind in den Abbildungen und Tabellen von Anhang 6 zusammengestellt. Weitere Fahrzeugkategorien konnten nicht berücksichtigt werden, weil dazu die Zählergebnisse fehlen.

Währenddem die Histogramme (vgl. Anhang 6) für die Pw, die Lw und die Li Normalverteilungen entsprechen, liegen für die Cars und die Mr linksschiefe Verteilungen vor. An rund 90% der Zählstellen liegt der Car-Anteil unter 1,5%. Beinahe 50% aller Zählstellen weisen einen Mr-Anteil von weniger als 1,5% auf. Die Bildung von Strassentypen mit ähnlichen Anteilsprofilen dürfte deshalb wegen den geringen Mr- und Car-Anteilen stark erschwert werden. Eine Abspaltung des Mr- und des Carverkehrs und eine getrennte Behandlung der beiden könnte angezeigt sein. In diesem Fall würden die Anteilsprofile nur noch aus dem Pw-, dem Li- und dem Lw-Anteil bestehen.

4.1.2 Einfluss der Strassenparameter

Der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Lieferwagen an der Personenwagen-Belastung

Mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse wurde der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Lieferwagen an der Personenwagenbelastung untersucht. Folgende Schlüsse können aus den untersuchen Zählstellen gezogen werden:

1) Die Totalbelastung hat keinen signifikanten Einfluss auf den Anteil Lieferwagen.
2) Der Einfluss der Breitenklasse ist ebenfalls nicht signifikant.
3) Die rechtliche Strassenklasse hat einen hochsignifikanten Einfluss auf den Lieferwagen-Anteil. Auf Bergstrassen ist er am kleinsten (3,6%), auf Kantonsstrassen am grössten (5,9%).
4) Der Strassentyp beeinflusst den Lieferwagen-Anteil nicht signifikant.
5) Dagegen hat die Steigung einen hochsignifikanten Einfluss auf den Li-Anteil. Auf flachen Strecken ist er höher als auf Strecken mit Steigungen.

Der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Lastwagen an der Personenwagen-Belastung

Mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse wurde der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Lastwagen an der Personenwagen-Belastung untersucht. Folgende Schlüsse können aus dem untersuchten Datenmaterial gezogen werden:

1) Die Totalbelastung hat keinen signifikanten Einfluss auf den Lastwagen-Anteil.
2) Der Einfluss der Breitenklasse ist hochsignifikant. Je breiter eine Strasse ist, umso höher ist der Lastwagen-Anteil (11,9% auf Autobahnen 1. Klasse, 10,2% auf Autobahnen 2. Klasse, 8,3% auf 1. Kl. Strassen breiter als 7m und 8,1% auf 2. Kl. Strassen, 4 - 7m breit).
3) Die rechtliche Strassenklasse hat einen hochsignifikanten Einfluss auf den Lastwagen-Anteil. Auf Nationalstrassen ist er am grössten (11,5%), auf Bergstrassen am kleinsten (6,3%).
4) Auch der Strassentyp beeinflusst den Lastwagen-Anteil hochsignifikant. Kreuzungsfreie Strassen haben einen höheren Anteil (11,3%) als Strassen mit Kreuzungen (6,9 - 8,5%).
5) Die Varianzanalyse weist einen hochsignifikanten Einfluss der Geschwindigkeit auf den Lastwagen-Anteil nach. Allerdings lässt sich aus den Anteilen je Geschwindigkeitsklasse keine Tendenz herauslesen.
6) Dagegen zeigt die Steigung keinen Einfluss auf den Lastwagen-Anteil.

Bei den obigen Schlüssen ist die Korrelation zwischen den einzelnen Strassenparametern zu beachten (z.B. sind Nationalstrassen grösstenteils kreuzungsfrei).

Der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Motorräder an der Personenwagen-Belastung

In den untersuchten Daten zeigen sich folgende Zusammenhänge:

1) Die Totalbelastung hat keinen signifikanten Einfluss auf den Mr-Anteil.
2) Der Einfluss der Breitenklasse ist hochsignifikant. Am grössten ist der Mr-Anteil auf 1. Kl. Strassen breiter als 7m mit 3,3%, am tiefsten auf den Autobahnen 1. Klasse (0,9%).

3) Die rechtliche Strassenklasse hat einen hochsignifikanten Einfluss auf den Mr-Anteil. Dieser ist auf Tal/Bergstrassen am grössten (2,7 - 3,1%).
4) Auch der Strassentyp beeinflusst den Mr-Anteil hochsignifikant. Strassen mit Kreuzungen haben den höchsten Anteil (3,2%).
5) Die Varianzanalyse weist einen hochsignifikanten Einfluss der Geschwindigkeit auf den Motorrad-Anteil nach. Mit zunehmender Geschwindigkeit nimmt dabei der Mr-Anteil ab.
6) Die Steigung hat keinen Einfluss auf den Mr-Anteil.

Der Einfluss der Strassenparameter auf den Anteil Cars an der Personenwagen-Belastung

Die Varianzanalyse zeigt zwar verschiedene hochsignifikante Einflüsse der einzelnen Strassenparameter, doch sind diese nur schwer erklärbar. So nimmt z.B. mit zunehmender Steigung der Car-Anteil zu.

4.1.3 Einfluss der räumlichen Parameter

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Lieferwagen an der Personenwagen-Belastung

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Lieferwagen wurde mit der Varianzanalyse untersucht. Dabei zeigen sich keine signifikanten Einflüsse der Lage inner-/ausserorts, der Lage in den vier aggregierten Raumtypen und der Lage inner-/ausserhalb Agglomerationen. Eine parallele Alternativroute wirkt sich auf den Li-Anteil aus, die Unterschiede sind zwar klein, aber hochsignifikant (5,9% wenn eine Alternativstrasse vorhanden ist, 5,1% wenn keine vorhanden ist). Auch die Lage der Zählstellen bezüglich der Landesgrenzen hat einen hochsignifikanten Enfluss. Nahe der Grenze liegt der Li-Anteil bei 4,6%, fern der Grenze bei 5,8%.

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Lastwagen an der Personenwagen-Belastung

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Lastwagen wurde mit der Varianzanalyse untersucht. Dabei zeigt sich ein hochsignifikanter Einfluss der Lage inner-/ausserorts. Innerorts ist der Lw-Anteil bedeutend kleiner (7,5 zu 9,4%). Die Lage in den vier aggregierten Raumtypen, die Lage inner-/ausserhalb Agglomerationen und eine parallele Alternativroute wirken sich auf den Lw-Anteil nicht aus, die Unterschiede sind nicht signifikant. Dagegen hat die Lage der Zählstellen bezüglich der Landesgrenzen einen hochsignifikanten Einfluss. Nahe der Grenze liegt der Lw-Anteil bei 8,4%, im Landesinnern bei 9,3%.

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Motorräder an der Personenwagen-Belastung

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Mr-Anteil wurde mit der Varianzanalyse untersucht. Dabei zeigen sich hochsignifikante Einflüsse der Lage in den vier aggregierten Raumtypen und der Lage inner-/ausserhalb Agglomerationen. Zählstellen in peripheren Gebieten haben mit 3,3% einen deutlich höheren Mr-Anteil als Zählstellen in hochzentralen Räumen (2,5%). Ebenso haben Zählstellen, die in Agglomerationen liegen, einen deutlich tieferen Mr-Anteil (2,4% zu 3,0%). Eine parallele Alternativroute wirkt sich auf den Mr-Anteil aus, die Unterschiede sind hochsignifikant (mit 3,7%, ohne 2,5%). Auch die Lage der Zählstellen bezüglich der Landesgrenzen hat einen hochsignifikanten Einfluss (nahe bei der Grenze liegt der Anteil bei 2,4%, grenzfern bei 3,0%).

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Anteil Cars an der Personenwagen-Belastung

Der Einfluss der räumlichen Parameter auf den Car-Anteil wurde mit der Varianzanalyse untersucht. Dabei zeigen sich einzig hochsignifikante Einflüsse der Lage in den vier aggregierten Raumtypen und der Lage inner-/ausserhalb Agglomerationen. Zählstellen, die in Agglomerationen liegen, haben einen deutlich tieferen Car-Anteil (0,6% zu 0,8%). Bezüglich des aggregierten Raumtyps zeigt sich folgende Abhängigkeit: In

hochzentralen Räumen liegt der Anteil bei 0,5%, in mittelzentralen Räumen bei 0,7%, in kleinzentralen Räumen bei 0,7% und in peripheren Räumen bei 0,8%.

4.1.4 Bildung von Strassentypen mit ähnlichen Anteilen

Je Zählstelle wurde ein Profil aus Pw-, Li- und Lw-Anteil bestimmt. Mit der Clusteranalyse wurde versucht, ähnliche Anteils-Profile zu Gruppen zusammenzufassen.[1]

Die Zuordnung der Zählstellen zu den gefundenen Gruppen erfolgte mit Hilfe der Diskriminanzanalyse. Leider gelang es nicht, Diskriminanzfunktionen zu finden, mit denen die Zählstellen mehrheitlich der richtigen Gruppe zugeordnet wurden. Bei allen untersuchten Gruppenkonstellationen wurden mehr als die Hälfte der Zählstellen einer falschen Gruppe zugeteilt.

Für dieses unbefriedigende Ergebnis gibt es verschiedene Gründe:

- Für die Analyse konnten rund 600 Zählstellen verwendet werden. Diese Anzahl dürfte eher zu klein sein. Mit mehr Zählstellen könnten möglicherweise bessere Ergebnisse erreicht werden.
- Wichtiger ist jedoch, dass sich die Zählstellen nur schwer charakterisieren lassen, da verschiedene lokale Einflüsse, die mit den Strassenparametern nicht erfasst werden können, den Anteil der Fahrzeugkategorien beeinflussen. Beispiele sind die Lage einer Zählstelle zu einer Kiesgrube, zu einem Industriebetrieb oder sogar zu einem Restaurant. Auch können Gegebenheiten, die nur während einer bestimmten Zeitdauer vorhanden sind, ihren Einfluss haben (z.B. der Baustellenverkehr während dem Bau einer grösseren Siedlung).

Um trotzdem Ergebnisse zu erhalten, die vom Verkehrsplaner verwendet werden können, wurden der Li- und der Lw-Anteil an der Pw- bzw. der Totalbelastung, analog wie der Car- und Mr-Anteil, getrennt untersucht. In den vorhergehenden Abschnitten ist der Einfluss der einzelnen Parameter, jeder für sich alleine, dargestellt. Es wurde nun versucht, den kombinierten Einfluss mehrerer Parameter zu ermitteln.

[1] Wie erwähnt, mussten der Mr- und der Car-Anteil separat behandelt werden, da die kleinen Anteile die Resultate der Clusteranalyse beeinträchtigt hätten.

Aus den zahlreichen untersuchten Kombinationen wurden zum Schluss die Parameter "Breitenklasse" und "Raumtyp" ausgewählt. Diese Kombination ergibt rein statistisch gesehen nicht die beste Aufteilung. Folgende Gründe legten jedoch die Wahl der beiden nahe:

- Die zwei Parameter sind klar definiert und relativ leicht für jede Strecke eines Strassennetzes zu ermitteln.
- Die beiden Parameter können auch für die Wochenendfaktoren verwendet werden.
- Die Unterschiede zwischen den Anteilen je Strassenkategorie sind erklärbar und vernünftig.

Für die Autobahnen 1. Klasse und 2. Klasse und die 2. Klass-Strassen konnte nur ein durchschnittlicher Lw-Anteilswert ermittelt werden. Eine weitere Untergliederung dieser Strassen in solche in hoch-, mittel-, kleinzentralen und peripheren Räumen ergab wegen der teilweise kleinen Anzahl Beobachtungen (Zählungen) keine signifikanten Unterschiede. Auch für die Lieferwagen und die Cars weisen die Anteile auf den einzelnen Strassentypen nur zufällige Unterschiede auf, es wird deshalb nur je ein Wert angegeben. Aus dem gleichen Grund muss auch bei den Mr-Anteilen eine weitere Unterteilung der 1. Klass-Strassen entfallen.

Mit Verkehrsmodellen oder mit einfachen Querschnittszählungen können verschiedene Belastungen ermittelt werden. Einerseits kann der Personenwagen- oder der Totalverkehr, anderseits der durchschnittliche tägliche Verkehr DTV(14) oder DTV(24) bzw. der durchschnittliche werktägliche Verkehr DWV(14) oder DWV(24) berechnet oder gezählt werden. Für die vier Fahrzeugkategorien (Li, Lw, Mr und Car) wurden deshalb je vier verschiedene Anteile bestimmt:

- ein Anteil an der Personenwagen-Belastung des DWV(14)
- ein Anteil an der Personenwagen-Belastung des DTV(14)
- ein Anteil an der Totalbelastung des DWV(14)
- ein Anteil an der Totalbelastung des DTV(14)

Anteile am DWV(24) bzw. DTV(24) konnten nicht ermittelt werden, da in der "UNO"-Zählung der 14-stündige Verkehr erhoben wurde. Bei der Verwendung der Anteilswerte

müssen deshalb die Modellbelastungen oder die Zählergebnisse zuerst auf den 14-stündigen Verkehr umgerechnet werden.[2]

Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien in Prozenten
(In Anhang 9 sind für die Anteile die Standardabweichungen zusammengestellt)

		Anteil der Fahrzeugkategorie an der			
		Pw-Belastung		Totalbelastung	
	Strassentyp	DWV(14)	DTV(14)	DWV(14)	DTV(14)
Lw	alle Strassen	8,9%	6,7%	7,5%	5,8%
	- Autobahn 1. Klasse	12,1%	8,8%	10,1%	7,7%
	- Autobahn 2. Klasse	10,2%	7,4%	8,6%	6,5%
	- 1. Klass-Strasse	8,4%	6,3%	7,1%	5,5%
	- in hochzentr. Räumen	6,3%	5,0%	5,4%	4,4%
	- in mittelzen. Räumen	8,2%	6,1%	7,0%	5,3%
	- in kleinzen. Räumen	7,7%	5,7%	6,6%	5,0%
	- in peripheren Räumen	10,0%	7,6%	8,3%	6,6%
	- 2. Klass-Strasse	8,2%	6,4%	6,9%	5,6%
Li	alle Strassen	5,5%	4,2%	4,7%	3,7%
Car	alle Strassen	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%
Mr	alle Strassen	2,9%	2,9%	2,5%	2,5%
	- Autobahn 1. Klasse	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%
	- Autobahn 2. Klasse	1,7%	1,7%	1,5%	1,5%
	- 1. Klass-Strasse	3,2%	3,2%	2,8%	2,8%
	- 2. Klass-Strasse	3,3%	3,3%	2,9%	2,9%

Für jeden Strassentyp wird somit ein durchschnittlicher Anteil angegeben. Als **Test für die Güte** dieser Werte kann für jede Zählstelle mit den Anteilen die Belastung je Fahrzeugkategorie berechnet und mit der gezählten Belastung verglichen werden. Für die Beurteilung wurde folgendes Schema gewählt:

- Für Zählstellen mit grossen Belastungen wird eine relative Abweichung kleiner +/-20% als "gut" bezeichnet.
- Für Zählstellen mit kleiner Belastung wird eine solche kleiner +/-30% als "gut" bezeichnet.

[2] In 14 Stunden wickeln sich zwischen 82 und 90%, im Durchschnitt 85%, des 24-stündigen Verkehrs ab

Mit den angegebenen Anteilen werden immer für 40-50% der Zählstellen die Belastungen gut nachgebildet. Die Anteile können somit verwendet werden.

Die angegebenen Werte sind Durchschnitte über alle Zählstellen, die zum entsprechenden Strassentyp gehören. Es muss davor gewarnt werden, die Werte unbeschauen zu übernehmen. Sie müssen in jedem speziellen Fall mit der lokalen Situation verglichen und möglicherweise an diese angepasst werden.

4.1.5 Anwendungsbeispiel

Die Verwendung der Anteile kann an einem Beispiel erläutert werden. Mit einem Verkehrsmodell wurde für ein Untersuchungsgebiet der Pw-Verkehr an einem durchschnittlichen Werktag - DWV(24) - nachgebildet. Gesucht sind die Belastungen durch die übrigen Fahrzeugkategorien. Für die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien sind die Werte in der ersten Kolonne (mit dem Titel "an der Pw-Belastung des DWV(14)) in der vorhergehenden Tabelle anzuwenden.

Für eine Strasse von A nach B berechnet das Modell eine Pw-Belastung für den DWV(24) von 8'835 Fahrzeugen. Der DWV(24) muss zuerst auf den DWV(14) umgerechnet werden. In 14 Stunden wickeln sich zwischen 82 und 90%, im Durchschnitt 85% des DWV(24) ab. Der Modellwert für den DWV(14) beträgt somit 7'510 Pw. Aus der Landeskarte 1:25'000 oder 1:50'000 kann für die Strecke die Breitenklasse herausgelesen werden. Im Strukturatlas der Schweiz[3] kann nachgeschaut werden, in welchem Raumtyp die Strecke liegt. Nehmen wir an, es handelt sich um eine 1.Klass-Strasse in einem mittelzentralen Raum.

Der Lastwagen-Anteil an der werktäglichen Pw-Belastung auf dieser Strecke beträgt somit 8,2%, der Lieferwagen-Anteil 5,5%, der Car-Anteil 1,0% und der Motorrad-Anteil 3,2%. Es ergeben sich somit folgende Belastungen:

Personenwagen	aus dem Modell =	7'510 Personenwagen
Lastwagen	8,2% von 7'510 =	616 Lastwagen
Lieferwagen	5,5% von 7'510 =	413 Lieferwagen

[3] In Anhang 11 ist die Einteilung der Schweiz in 106 MS-Regionen und hoch-, mittel-, kleinzentrale und periphere Räume dargestellt. Vgl. auch Schuler, Bopp, Brassel, Brugger, e.a.; Strukturatlas der Schweiz, Zürich 1985

Car	1,0% von 7'510 =	75 Cars
Motorrad	3,2% von 7'510 =	240 Motorräder
Total (14 Stunden)		8'854 Fahrzeuge

Die Teilbelastungen sollten nun auf ihre Plausibilität kontrolliert werden. Liegt die Strasse in unmittelbarer Nähe einer Kiesgrube, so dürfte die Lw-Belastung zu klein sein. Sie sollte deshalb angepasst werden. Ebenso sollte die Totalbelastung auf den 24-stündigen Verkehr hochgerechnet werden. Dazu fehlen für die einzelnen Kategorien - ausser für die Pw - jedoch die Hochrechnungsfaktoren.

Auf die beschriebene Weise können die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien für das ganze übergeordnete Strassennetz bestimmt werden.

4.2 FAKTOREN FÜR DEN WOCHENENDVERKEHR (DWV(24) UND DTV(24))

4.2.1 Faktoren im Durchschnitt

Im Durchschnitt der betrachteten Zählstellen ergeben sich folgende Faktoren für die Berechnung des Wochenendverkehrs aus dem Jahreswerktagsverkehrs:

Wintersamstag	0,98 * DWV(24)
Wintersonntag	0,83 * DWV(24)
Sommersamstag	1,08 * DWV(24)
Sommersonntag	1,03 * DWV(24)

In den Abbildungen und Tabellen von Anhang 7 sind die Frequenzverteilungen der einzelnen Faktoren dargestellt. Alle vier Verteilungen entsprechen mehr oder weniger Normalverteilungen mit einer leichten Schiefe nach links.

4.2.2 Einfluss der Strassenparameter

Stellvertretend für die vier Wochenendtage wird der Einfluss der Parameter auf den Sommersonntag dargestellt. Dabei zeigt die Varianzanalyse hochsignifikante Unterschiede für die Parameter:

- Werktagsbelastung total
- Breitenklasse
- rechtliche Strassenklasse
- Strassentyp
- Geschwindigkeit und
- Steigung

Dabei können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Auf übergeordneten Strassen (Autobahnen) liegt der Faktor zwischen 1,1 und 1,2, auf Kantonsstrassen bei 0,9. Auf gut ausgebauten Zweispurstrassen liegt der Faktor bei 1,0, auf normal ausgebauten bei 0,9. Strassen in hügeligem Gebiet (Berg/Talstrassen oder Strassen mit Steigungen grösser als 2%) haben höhere Faktoren (um 1,2).

4.2.3 Einfluss der räumlichen Parameter

Von den räumlichen Parametern haben

- die Lage innerorts/ausserorts
- der aggregierte Raumtyp
- die Lage inner-/ausserhalb Agglomerationen
- die Lage zu einer parallelen Alternativroute und
- die Nähe zur Grenze

einen signifikanten Einfluss. Ausserorts und ausserhalb Agglomerationen ist der Faktor mit 1,2 höher als innerorts bzw. innerhalb Agglomerationen (0,8). Je peripherer die Zählstelle liegt, umso höher ist der Faktor (hochzentrale Räume: 0,8, mittelzentrale: 1,0, kleinzentrale: 1,2, periphere: 1,3). Zählstellen ohne parallele Alternative haben einen höheren Faktor ebenso wie grenzferne Strassen.

4.2.4 Bildung von Typen mit ähnlichen Wochenendfaktoren

Auch für die Wochenendfaktoren gelang es nicht, die Zählstellen zu Gruppen mit ähnlichen Faktoren zusammenzufassen und anschliessend die Zählstellen mit genügender Genauigkeit den richtigen Gruppen zuzuordnen (rund 50% wurden richtig zugeordnet). Deshalb wurde der kombinierte Einfluss der Parameter "Breitenklasse" und "Raumtyp" auf jeden der vier Wochenendfaktoren getrennt untersucht. In der folgenden Tabelle sind die gefundenen Faktoren als Prozent-Anteile des DWV(24) und des DTV(24) angegeben[4]:

[4] Die Breitenklassen "Autobahn 1. Klasse" und "Autobahn 2. Klasse" mussten dabei zusammengenommen werden, da nur fünf Zählstellen an Autobahnen 2. Klasse liegen.

Wochenendverkehr in Prozent des durchschnittlichen Werktagsverkehrs
(die Standardabweichungen zu den Werten befinden sich in Anhang 10)

Strassentyp	Wochenendtag in Prozent des DWV(24) Winter-Samstag	Winter-Sonntag	Sommer-Samstag	Sommer-Sonntag
alle Strassen	98%	83%	108%	103%
- Autobahn 1./2. Klasse	100%	88%	128%	120%
- 1. Klass-Strasse	97%	80%	108%	104%
- in hochzentr. Räumen	84%	61%	83%	77%
- in mittelzen. Räumen	95%	76%	102%	91%
- in kleinzen. Räumen	100%	81%	112%	102%
- in peripheren Räumen	103%	95%	119%	126%
- 2. Klass-Strasse	98%	85%	100%	95%
- in hochzentr. Räumen	84%	64%	83%	71%
- in mittelzen. Räumen	96%	76%	94%	79%
- in kleinzen. Räumen	95%	88%	117%	129%
- in peripheren Räumen	117%	111%	128%	135%

Strassentyp	Wochenendtag in Prozent des DTV(24) Winter-Samstag	Winter-Sonntag	Sommer-Samstag	Sommer-Sonntag
alle Strassen	98%	83%	108%	103%
- Autobahn 1./2. Klasse	97%	85%	124%	116%
- 1. Klass-Strasse	97%	80%	108%	104%
- in hochzentr. Räumen	90%	65%	89%	82%
- in mittelzen. Räumen	97%	78%	104%	93%
- in kleinzen. Räumen	100%	81%	112%	102%
- in peripheren Räumen	99%	92%	115%	122%
- 2. Klass-Strasse	99%	86%	101%	96%
- in hochzentr. Räumen	90%	69%	89%	76%
- in mittelzen. Räumen	100%	79%	98%	82%
- in kleinzen. Räumen	92%	86%	114%	126%
- in peripheren Räumen	110%	104%	120%	126%

Für jeden Strassentyp wird somit ein durchschnittlicher Faktor angegeben. Als **Test für die Güte** dieser Werte kann für jede Zählstelle mit diesen Werten die Belastung je an den Wochenendtagen berechnet und mit der gezählten Belastung verglichen werden. Für die Beurteilung wurde folgendes Schema gewählt:

- Für Zählstellen mit einem DWV(24) grösser als 10'000 Fahrzeuge wird eine relative Abweichung kleiner +/-20% als "gut" bezeichnet.

- Für Zählstellen mit einem DWV(24) kleiner als 10'000 Fahrzeuge wird eine solche kleiner +/-30% als "gut" bezeichnet.

Mit den angegebenen Anteilen werden immer für 60-80% der Zählstellen die Belastungen gut nachgebildet. Die Werte können somit verwendet werden.

Die angegebenen Werte sind Durchschnitte über alle Zählstellen, die zum entsprechenden Strassentyp gehören. Es muss davor gewarnt werden, die Werte unbeschauen zu übernehmen. Sie müssen in jedem speziellen Fall mit der lokalen Situation verglichen und möglicherweise an diese angepasst werden.

4.2.5 Anwendungsbeispiel

Wenn mit einem Verkehrsmodell die durchschnittliche Werktagsbelastung berechnet wurde, so kann aus ihr mit den angegebenen Werten die Belastung an den Wochenendtagen bestimmt werden. Beträgt der DWV(24) auf einer 1. Klass-Strasse in einem peripheren Raum 5'100 Fahrzeuge, so ergeben sich folgende Belastungen:

Werktagsbelastung	aus Verkehrsmodell	5'100 Fahrzeuge
Wintersamstag	103% von 5'100 =	5'253 Fahrzeuge
Wintersonntag	95% von 5'100 =	4'845 Fahrzeuge
Sommersamstag	119% von 5'100 =	6'069 Fahrzeuge
Sommersonntag	126% von 5'100 =	6'426 Fahrzeuge

Die berechneten Wochenendbelastungen sollten anschliessend mit der lokalen Situation verglichen werden.

4.3 ANTEIL DER AUSLÄNDISCHEN PERSONENWAGEN

4.3.1 Anteil im Durchschnitt

Im Durchschnitt der betrachteten Zählstellen beträgt der Anteil der ausländischen Pw an der totalen Pw-Belastung 11,5%. In Anhang 8 sind die Frequenzverteilungen des Anteils grafisch und tabellarisch dargestellt. Die Verteilung weist dabei eine ausgeprägte Schiefe nach links auf.

4.3.2 Einfluss der Strassenparameter

Die Varianzanalyse ergibt für die folgenden Parameter hochsignifikante Unterschiede:

- Breitenklasse
- rechtliche Strassenklasse
- Geschwindigkeit

Dabei können aus den Unterschieden bei der Breitenklasse und der Geschwindigkeit keine Tendenzen abgeleitet werden. Die Beurteilung der Unterschiede bei der rechtlichen Strassenklasse zeigt, dass auf Nationalstrassen der Anteil bei 16,8%, auf Talstrassen bei 12,7%, auf Bergstrassen bei 16,3% und auf Kantonsstrassen bei 7,8% liegt.

4.3.3 Einfluss der räumlichen Parameter

Von den räumlichen Parametern haben

- der aggregierte Raumtyp
- die Lage zu einer parallelen Alternativroute und
- die Nähe zur Grenze

einen hochsignifikanten Einfluss. Je peripherer die Zählstelle liegt, umso kleiner ist der Ausländer-Anteil (hochzentrale Räume: 15,8%, mittelzentrale: 12,5%, kleinzentrale: 12,0%, periphere: 7,8%). Zählstellen ohne parallele Alternative haben einen höheren Anteil ausländischer Personenwagen (12,7% zu 7,6%) ebenso wie grenznahe Strassen (23,0% zu 9,1%)[5].

4.3.4 Bildung von Typen mit ähnlichen Anteilen

Der Anteil der ausländischen Personenwagen liegt an den Zählstellen im Durchschnitt über 10%. Da die UNO-Zählstellen, die für die Analyse verwendet wurden, mehrheitlich an übergeordneten Strassen liegen und diese wegen ihrem Durchgangscharakter ei-

[5] An den Zählstellen direkt an der Grenze beträgt der Ausländer-Anteil sogar 69,5%.

nen hohen Ausländeranteil aufweisen, geben die vorhandenen Zählungen kein durchschnittliches Bild wieder. Der Durchschnittswert wird zudem durch den Abstand der Zählstelle von der Grenze (auch für die grenzfernen Zählstellen) massgebend beeinflusst. Auf die Angabe von Ausländeranteilen muss deshalb verzichtet werden. Wird für bestimmte verkehrsplanerische Fragen der Anteil der ausländischen Fahrzeuge benötigt, so muss er lokal erhoben werden.

5. BEURTEILUNG UND EMPFEHLUNGEN

Das Ziel des Forschungsauftrages war, für verschiedene Strassentypen

a) die Anteile der einzelnen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lastwagen, Lieferwagen, Motorräder, Cars, Lasten-/Sattelzüge und Mofas) zu schätzen,
b) den Anteil der ausländischen Fahrzeuge (nur Pw) zu bestimmen und
c) das Verhältnis zwischen Werktags- und Wochenendverkehr für einen Sommer- bzw. Wintersamstag und -sonntag zu berechnen.

Dieses Ziel konnte nur zum Teil erreicht werden. Folgende Ergebnisse liegen vor:

1) Der Anteil der Fahrzeugkategorien Lastwagen, Lieferwagen, Motorräder und Cars am durchschnittlichen Werktagsverkehr DWV(14) (an der Personenwagen- und der Total-Belastung) und am durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV(14) (an der Personenwagen- und der Total-Belastung) für verschiedene Strassenkategorien.
2) Das Verhältnis des Wochenendverkehrs (für einen Sommer- bzw. Winter-Samstag und -Sonntag) zum durchschnittlichen Werktagsverkehr DWV(24), bzw. zum durchschnittlichen täglichen Verkehr DTV(24).

Es gelang also nicht, Aussagen zum Anteil ausländischer Personenwagen an der Total-Belastung zu berechnen und Fahrzeugkategorien-Profile (Pw-Lw-Li-Car-Mr) abzuleiten. Die (zu) hohen Erwartungen der Forschungsstelle an die Ergebnisse des Forschungsauftrags konnten somit nur zum Teil erfüllt werden. Dafür gibt es verschiedene Gründe:

1) Neben den Bundesstellen (ASB und BFS) zählen auch viele Kantone und Städte den Verkehr. Allerdings haben nur die wenigsten Kantone/Städte permanente Zählungen und/oder Zählungen, bei denen zwischen verschiedenen Fahrzeugkategorien unterschieden wird. Zählstellen, bei denen der Verkehr mit Lasten- und Sattelzügen oder derjenige mit Mofas gezählt wird, existieren praktisch nicht. Zudem sind die Zählstellen mehrheitlich auf dem übergeordneten Netz angeordnet. Fazit: Es gibt zu wenig Zählstellen um eine breit abgesicherte Untersuchung

durchzuführen, und die vorhandenen Zählstellen sind nicht repräsentativ für das ganze Strassennetz unseres Landes.

2) Jeder Kanton, jede Stadt erhebt den Verkehr auf ihre Weise, die oft nicht mit der Erhebungsart des Bundes übereinstimmt. Der Aufwand für das Vergleichbarmachen der verschiedenen Zählungen ist enorm. Ein Inventar aller Zählstellen und eine Standardisierung der Erhebungsart wäre angezeigt. Fazit: Die verschiedenen Zählungen sind nur mit grossem Aufwand miteinander vergleichbar.

3) Die Verkehrzusammensetzung auf unseren Strassen lässt sich nur schwer in einigen wenigen typischen Gruppen zusammenfassen. Neben dem Strassentyp, wie der auch immer definiert ist, haben lokale Gegebenheiten, die nicht oder nur mit grossem Aufwand erfassbar sind, einen bedeutenden Einfluss auf die Verkehrszusammensetzung.

Trotzdem gelang es der Forschungsstelle Fahrzeugtypen-Anteile für einzelne Strassentypen und Verhältniszahlen für den Wochenendverkehr abzuleiten. Die **vorliegenden Ergebnisse** erfüllen zwar nicht alle Erwartungen, **sind jedoch besser als die bisher meistens gebrauchten Kennzahlen.** Jedoch sind bei ihrer Verwendung immer die folgenden Punkte zu beachten:

1) Die Anteile sind Durchschnittswerte. Nur auf den wenigsten Strassen folgt die Verkehrszusammensetzung immer dem Durchschnitt. Die mit den Anteilen berechneten Belastungen je Fahrzeugkategorie sind deshalb - wenn möglich - lokal zu überprüfen.

2) Die Verwendung von Anteilen birgt eine grosse Gefahr in sich. Aendert auf einer Strecke der Strassentyp, so ändern die Anteile der Fahrzeugkategorien und dadurch auch die Belastungen durch Lastwagen, Lieferwagen, Cars und Motorräder. Dies ist jedoch in Wirklichkeit nicht immer so. Das Gleiche gilt für die Wochenendfaktoren.

3) Mit den Anteilen wird auf dem jeweiligen Strassentyp ein konstantes Verhältnis zwischen den verschiedenen Fahrzeugkategorien postuliert. Aendert die Personenwagenbelastung infolge irgendwelcher Massnahmen, so ändern auch die übrigen Belastungen. Dies trifft jedoch nicht bei allen Massnahmen zu.

Abschliessend können folgende drei Empfehlungen gegeben werden:

a) Der Anteil der ausländischen Fahrzeuge (Pw und Lw) auf unseren Strassen wird in Zukunft immer wichtiger, da unterschiedliche Emissionsvorschriften gelten. Mit dem im vorliegenden Bericht versuchten Vorgehen kann der Anteil der ausländischen Fahrzeuge nicht ermittelt werden. Ein anderes Verfahren muss gesucht werden.

b) Die Zahl der verfügbaren automatischen Dauerzählstellen mit Fahrzeugkategorienunterscheidung muss erhöht werden. Es sind Aussagen über den DTV(24) und den DWV(24) der einzelnen Kategorien notwendig. Von besonderer Wichtigkeit sind dabei die Lastwagen und die Motorräder. Auch die Kantone sollten vermehrt dazu übergehen, bei ihren Zählungen Fahrzeugkategorien zu unterscheiden. In Zukunft dürften dafür verbesserte Geräte zur Verfügung stehen. Eine weitere Vereinheitlichung der verschiedenen Zählungen ist anzustreben (vgl. auch Forschungsauftrag Nr. 16/79 Vereinheitlichung von Verkehrsbefragungen).

c) Im Jahr 1990 wird der Verkehr im Rahmen der "UNO"-Zählungen an zahlreichen Zählstellen erhoben. Mehrere Kantone haben zudem auf ihrem Gebiet ergänzende Zählungen vorgesehen. Mit Ausnahmen wird jedoch wie bis anhin nur der 14-stündige Verkehr gezählt. Neu wird aus den einzelnen Zähltagen neben dem DTV(14) auch der DWV(14) berechnet. Es wäre deshalb angezeigt, die Ergebnisse des Forschungsauftrags mit den neusten Zahlen zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

Abay & Meier;
Grundlagen zum Verkehrsemissionskataster Schweiz;
Auftrag des Stabes für Gesamtverkehrsfragen und des Bundesamtes für Umweltschutz;
(nicht veröffentlicht)

Backhaus K., Erichson B., Plinke W., Schuchard-Ficher Chr., Weiber R.;
Multivariate Analysemethoden, fünfte, revidierte Auflage;
Berlin, Heidelberg 1989

Bundesamt für Strassenbau;
automatische Strassenverkehrszählungen 1987;
periodisch

Bundesamt für Strassenbau, Sigmaplan;
Klassifizierung von Güterfahrzeugen bei der Schweizerischen Strassenverkehrszählung;
Bern, 1989

Bundesamt für Strassenbau, Sigmaplan;
Längenklassen für Zählautomaten;
Bern, 1988

Bundesamt für Strassenbau und Bundesamt für Statistik;
Schweizerische Strassenverkehrszählung 1985;
Bern, 1986

Schuler, Bopp, Brassel, Brugger, e.a.;
Strukturatlas der Schweiz;
Zürich 1985

Stab für Gesamtverkehrsfragen, Planungsbüro G. Abay;
Auswertung von Strassenverkehrszählungen;
Zürich, 1983

Bericht über kantonale Strassenverkehrszählungen von mehreren Kantonen;
(zum Teil nicht veröffentlicht)

Anhang 1

Verwendete Strassenparameter

1)	Zählstellennummer	1. Ziffer:	1 mit Typenunterscheidung
			2 Untersch. Wochen/Weekendtag
			3 beides
		2+3 Ziffer:	1-26 kantonale Zählstelle
			27 ASB-Zählstelle
			28 UNO-Zählstelle
			31 Zählstelle der Stadt Zürich
			32 Zählstelle der Stadt Winterthur
			33 Zählstelle der Stadt Bern
			34 Zählstelle der Stadt St. Gallen
		4-7 Ziffer:	Zählstellennummer
2)	Knoten A im GVF-Netz		
3)	Knoten B im GVF-Netz		
4)	Breitenklasse	1 = Autobahn 1.Kl. (richtungsgetrennt)	
		2 = Autobahn 2.Kl. (nicht richtungsgetrennt)	
		3 = 1. Kl. Strasse, min. 7 m breit	
		4 = 2. Kl. Strasse, 4 - 7 m breit	
5)	Jurisdiktion	1 = Nationalstrasse	
		3 = Talstrasse	
		4 = Bergstrasse	
		5 = Kantonsstrasse	
		6 = Stadt/Gemeindestrasse	
6)	Linktyp	1 = 4 oder 6 Spuren ohne Kreuzungen	
		3 = 3 oder 2 Spuren ohne Kreuzungen	
		5 = 3 oder 4 Spuren mit Kreuzungen	
		7 = 2 Spuren mit Kreuzungen, gut ausgebaut	
		8 = 2 Spuren mit Kreuzungen, normal ausgebaut	
7)	innerorts	0 = nein	
		1 = ja	
8)	Geschwindigkeit in km/h gerundet auf 10 km/h		
9)	GVF-Zone 1 bis 1113		
10)	MS 1 bis 106		
11)	Steigung in Prozent		

12)	Raumtyp	1 Grossstadtzentrum	= hochzentr.
		2 Wohnumland Grossstadt	= hochzentr.
		3 Arbeitsplatzumland	= hochzentr.
		4 tertiäres Mittelzentrum	= mittelzentr.
		5 industr. Mittelzentrum	= mittelzentr.
		6 industr. Kleinzentrum	= kleinzentr.
		7 industr.Peripherie	= peripher
		8 tertiäres Kleinzentrum	= kleinzentr.
		9 touristisches Zentrum	= kleinzentr.
		10 agrar-tour.Peripherie	= peripher
		11 agrarische Periperie	= peripher
		12 agrar-industr. Periperie	= peripher
13)	BFS-Agglomeration	0 = nein	
		1 = ja	

14) Einwohner in der GVF-Zone in 1000
15) Arbeitsplätze total in der GVF-Zone in 1000
16) Arbeitsplätze im Sektor 1 in der GVF-Zone in 1000
17) Arbeitsplätze im Sektor 2 in der GVF-Zone in 1000
18) Arbeitsplätze im Sektor 3 in der GVF-Zone in 1000
19) Arbeitsplätze Steine, Erden, Bau in der GVF-Zone in 1000
20) Arbeitsplätze Gastgewerbe in der GVF-Zone in 1000
21) Einwohner in der MS in 10000
22) Arbeitsplätze total in der MS in 10000
23) Arbeitsplätze im Sektor 1 in der MS in 10000
24) Arbeitsplätze im Sektor 2 in der MS in 10000
25) Arbeitsplätze im Sektor 3 in der MS in 10000
26) Arbeitsplätze Steine, Erden, Bau in der MS in 10000
27) Arbeitsplätze Gastgewerbe in der MS in 10000

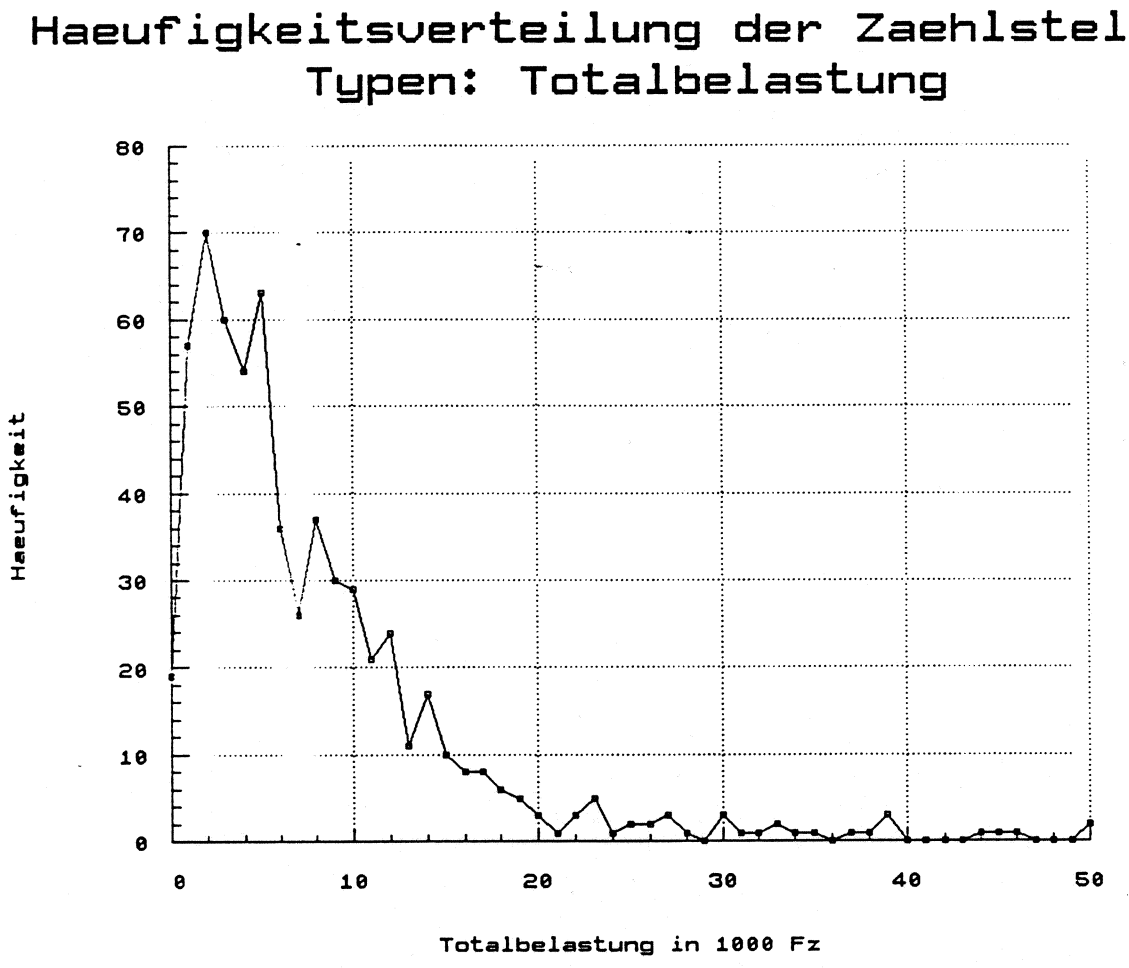
28)	parallele Alternativstrasse	0 = nein
		1 = ja
28)	grenznahe Strasse	0 = nein
		1 = ja

30) Fläche der GVF-Zone in 100 ha
31) Hotelbetten in der GVF-Zone in 100
32) Zupendler Summe der GVF-Zone in 100
33) Wegpendler Summe der GVF-Zone in 100
34) Fläche der MS in 1000 ha
35) Hotelbetten in der MS in 1000
36) Zupendler Summe der MS in 1000
37) Wegpendler Summe der MS in 1000

Anhang 2

Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Typenunterscheidung

Totalbelastung DWV(14)



Breitenklasse

1 = Autobahn 1.Kl. (richtungsgetrennt)
2 = Autobahn 2.Kl. (nicht richtungsgetrennt)
3 = 1. Kl. Strasse, min. 7 m breit
4 = 2. Kl. Strasse, 4 - 7 m breit

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			72	.1141	72	.114
2	2			20	.0317	92	.146
3	3			420	.6656	512	.811
4	4			119	.1886	631	1.000

rechtliche Klassierung

1 = Nationalstrasse
3 = Talstrasse
4 = Bergstrasse
5 = Kantonsstrasse
6 = Stadt/Gemeindestrasse

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			81	.12919	81	.129
2	3			116	.18501	197	.314
3	4			61	.09729	258	.411
4	5			367	.58533	625	.997
5	6			2	.00319	627	1.000

Strassentyp

1 = 4 oder 6 Spuren ohne Kreuzungen
3 = 3 oder 2 Spuren ohne Kreuzungen
5 = 3 oder 4 Spuren mit Kreuzungen
7 = 2 Spuren mit Kreuzungen, gut ausgebaut
8 = 2 Spuren mit Kreuzungen, normal ausgebaut

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			73	.1164	73	.116
2	3			20	.0319	93	.148
3	5			24	.0383	117	.187
4	7			477	.7608	594	.947
5	8			33	.0526	627	1.000

innerorts/ausserorts

0 = ausserorts
1 = innerorts

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			452	.716	452	.716
2	1			179	.284	631	1.000

Geschwindigkeit in km/h gerundet auf 10 km/h

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	20			2	.00317	2	.00317
2	30			76	.12044	78	.12361
3	40			123	.19493	201	.31854
4	50			87	.13788	288	.45642
5	60			194	.30745	482	.76387
6	70			58	.09192	540	.85578
7	80			15	.02377	555	.87956
8	90			14	.02219	569	.90174
9	100			15	.02377	584	.92552
10	110			11	.01743	595	.94295
11	120			36	.05705	631	1.00000

Steigung in Prozent

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			342	.5420	342	.542
2	1			142	.2250	484	.767
3	2			56	.0887	540	.856
4	3			33	.0523	573	.908
5	4			26	.0412	599	.949
6	5			32	.0507	631	1.000

Raumtyp

Grossstadtzentrum	= 1 hochzentr.
Wohnumland Grossstadt	= 1 hochzentr.
Arbeitsplatzumland	= 1 hochzentr.
tertiäres Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
industr.Peripherie	= 4 peripher
tertiäres Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
touristisches Zentrum	= 3 kleinzentr.
agrar-tour.Peripherie	= 4 peripher
agrarische Periperie	= 4 peripher
agrar-industr. Periperie	= 4 peripher

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			150	.238	150	.238
2	2			135	.214	285	.452
3	3			184	.292	469	.743
4	4			162	.257	631	1.000

BFS-Agglomeration

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			417	.661	417	.661
2	1			214	.339	631	1.000

parallele Alternativstrasse

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			494	.783	494	.783
2	1			137	.217	631	1.000

grenznahe Strasse

0 = nein
1 = ja

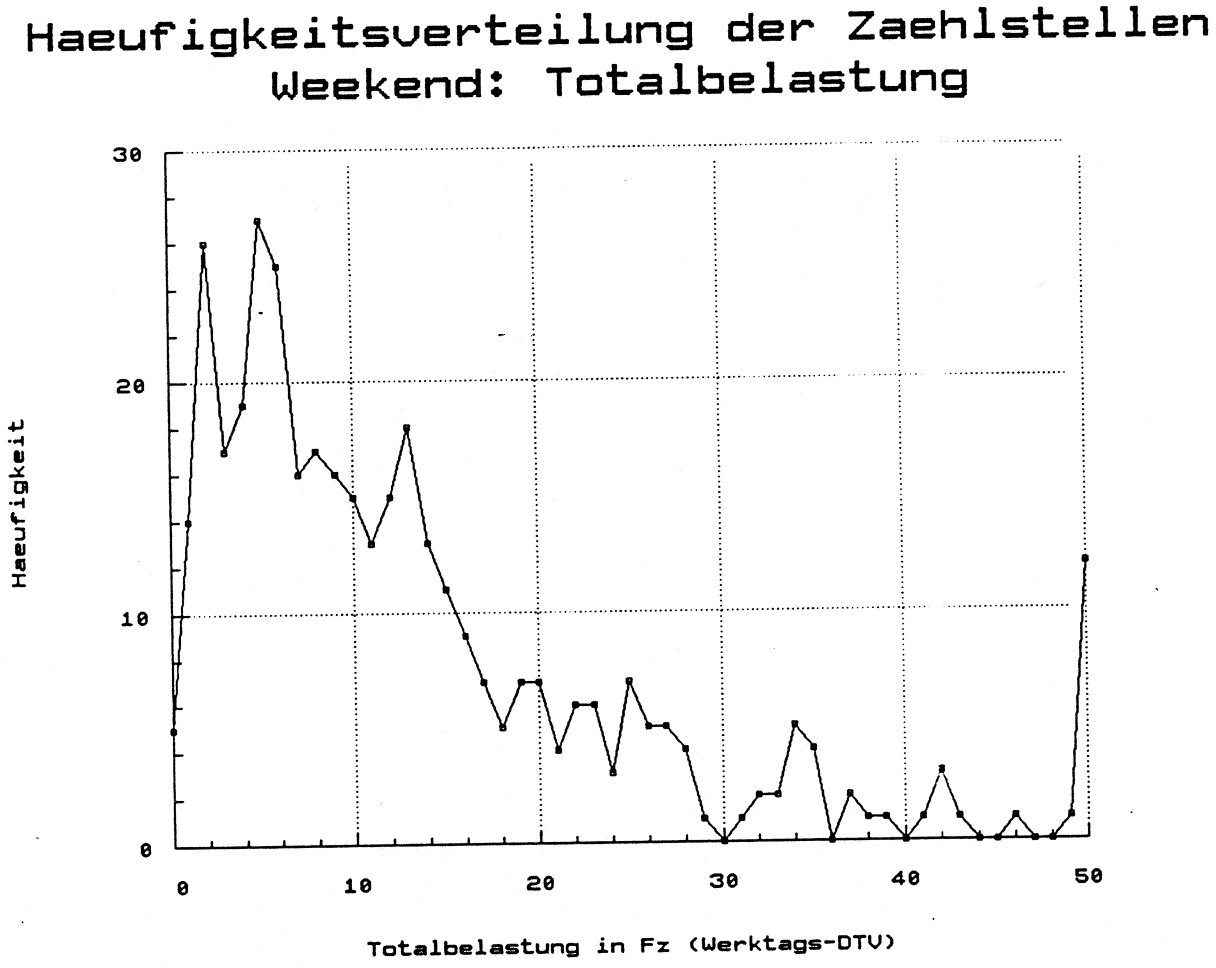
Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			469	.743	469	.743
2	1			162	.257	631	1.000

Anhang 3

Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Faktoren für den Wochenendverkehr

Totalbelastung DWV(24)



Breitenklasse

1 = Autobahn 1.Kl. (richtungsgetrennt)
2 = Autobahn 2.Kl. (nicht richtungsgetrennt)
3 = 1. Kl. Strasse, min. 7 m breit
4 = 2. Kl. Strasse, 4 - 7 m breit

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			64	.1684	64	.168
2	2			5	.0132	69	.182
3	3			148	.3895	217	.571
4	4			163	.4289	380	1.000

rechtliche Klassierung

1 = Nationalstrasse
3 = Talstrasse
4 = Bergstrasse
5 = Kantonsstrasse
6 = Stadt/Gemeindestrasse

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			74	.1953	74	.195
2	3			59	.1557	133	.351
3	4			41	.1082	174	.459
4	5			193	.5092	367	.968
5	6			12	.0317	379	1.000

Strassentyp

1 = 4 oder 6 Spuren ohne Kreuzungen
3 = 3 oder 2 Spuren ohne Kreuzungen
5 = 3 oder 4 Spuren mit Kreuzungen
7 = 2 Spuren mit Kreuzungen, gut ausgebaut
8 = 2 Spuren mit Kreuzungen, normal ausgebaut

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			62	.1636	62	.164
2	3			26	.0686	88	.232
3	5			24	.0633	112	.296
4	7			254	.6702	366	.966
5	8			13	.0343	379	1.000

innerorts/ausserorts

0 = ausserorts
1 = innerorts

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			229	.603	229	.603
2	1			151	.397	380	1.000

Geschwindigkeit in km/h gerundet auf 10 km/h

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	20			3	.00789	3	.00789
2	30			89	.23421	92	.24211
3	40			68	.17895	160	.42105
4	50			56	.14737	216	.56842
5	60			64	.16842	280	.73684
6	70			28	.07368	308	.81053
7	80			11	.02895	319	.83947
8	90			16	.04211	335	.88158
9	100			12	.03158	347	.91316
10	110			9	.02368	356	.93684
11	120			24	.06316	380	1.00000

Steigung in Prozent

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			201	.5289	201	.529
2	1			75	.1974	276	.726
3	2			40	.1053	316	.832
4	3			22	.0579	338	.889
5	4			16	.0421	354	.932
6	5			26	.0684	380	1.000

Raumtyp

Grossstadtzentrum	= 1 hochzentr.
Wohnumland Grossstadt	= 1 hochzentr.
Arbeitsplatzumland	= 1 hochzentr.
tertiäres Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
industr.Peripherie	= 4 peripher
tertiäres Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
touristisches Zentrum	= 3 kleinzentr.
agrar-tour.Peripherie	= 4 peripher
agrarische Periperie	= 4 peripher
agrar-industr Periperie	= 4 peripher

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			106	.279	106	.279
2	2			107	.282	213	.561
3	3			89	.234	302	.795
4	4			78	.205	380	1.000

BFS-Agglomeration

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			172	.453	172	.453
2	1			208	.547	380	1.000

parallele Alternativstrasse

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			247	.650	247	.650
2	1			133	.350	380	1.000

grenznahe Strasse

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			279	.734	279	.734
2	1			101	.266	380	1.000

Anhang 4

Frequenzverteilungen der Strassenparameter für die Zählstellen mit Ausländeranteilen

Totalbelastung DWV(14)

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			15	.03145	15	.0314
2	1			43	.09015	58	.1216
3	2			57	.11950	115	.2411
4	3			42	.08805	157	.3291
5	4			40	.08386	197	.4130
6	5			47	.09853	244	.5115
7	6			29	.06080	273	.5723
8	7			22	.04612	295	.6184
9	8			27	.05660	322	.6751
10	9			22	.04612	344	.7212
11	10			22	.04612	366	.7673
12	11			14	.02935	380	.7966
13	12			15	.03145	395	.8281
14	13			9	.01887	404	.8470
15	14			14	.02935	418	.8763
16	15			7	.01468	425	.8910
17	16			8	.01677	433	.9078
18	17			5	.01048	438	.9182
19	18			4	.00839	442	.9266
20	19			2	.00419	444	.9308
21	20			3	.00629	447	.9371
22	22			1	.00210	448	.9392
23	23			3	.00629	451	.9455
24	24			1	.00210	452	.9476
25	25			2	.00419	454	.9518
26	26			2	.00419	456	.9560
27	27			3	.00629	459	.9623
28	28			1	.00210	460	.9644
29	30			1	.00210	461	.9665
30	31			1	.00210	462	.9686
31	32			1	.00210	463	.9706
32	33			2	.00419	465	.9748
33	34			1	.00210	466	.9769
34	35			1	.00210	467	.9790
35	37			1	.00210	468	.9811
36	38			1	.00210	469	.9832
37	39			3	.00629	472	.9895
38	44			1	.00210	473	.9916
39	45			1	.00210	474	.9937
40	46			1	.00210	475	.9958
41	50			2	.00419	477	1.0000

Breitenklasse

1 = Autobahn 1.Kl. (richtungsgetrennt)
2 = Autobahn 2.Kl. (nicht richtungsgetrennt)
3 = 1. Kl. Strasse, min. 7 m breit
4 = 2. Kl. Strasse, 4 - 7 m breit

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			65	.1363	65	.136
2	2			19	.0398	84	.176
3	3			347	.7275	431	.904
4	4			46	.0964	477	1.000

rechtliche Klassierung

1 = Nationalstrasse
3 = Talstrasse
4 = Bergstrasse
5 = Kantonsstrasse
6 = Stadt/Gemeindestrasse

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			78	.16456	78	.165
2	3			99	.20886	177	.373
3	4			57	.12025	234	.494
4	5			238	.50211	472	.996
5	6			2	.00422	474	1.000

Strassentyp

1 = 4 oder 6 Spuren ohne Kreuzungen
3 = 3 oder 2 Spuren ohne Kreuzungen
5 = 3 oder 4 Spuren mit Kreuzungen
7 = 2 Spuren mit Kreuzungen, gut ausgebaut
8 = 2 Spuren mit Kreuzungen, normal ausgebaut

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			7	.01477	7	.0148
2	2			60	.12658	67	.1414
3	3			2	.00422	69	.1456
4	4			17	.03586	86	.1814
5	5			4	.00844	90	.1899
6	6			6	.01266	96	.2025
7	7			365	.77004	461	.9726
8	8			13	.02743	474	1.0000

innerorts/ausserorts

0 = ausserorts
1 = innerorts

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			351	.736	351	.736
2	1			126	.264	477	1.000

Geschwindigkeit in km/h gerundet auf 10 km/h

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	20			1	.00210	1	.00210
2	30			43	.09015	44	.09224
3	40			96	.20126	140	.29350
4	50			67	.14046	207	.43396
5	60			144	.30189	351	.73585
6	70			43	.09015	394	.82600
7	80			14	.02935	408	.85535
8	90			10	.02096	418	.87631
9	100			14	.02935	432	.90566
10	110			9	.01887	441	.92453
11	120			36	.07547	477	1.00000

Steigung in Prozent

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			269	.5639	269	.564
2	1			110	.2306	379	.795
3	2			31	.0650	410	.860
4	3			23	.0482	433	.908
5	4			19	.0398	452	.948
6	5			25	.0524	477	1.000

Raumtyp

Grossstadtzentrum	= 1 hochzentr.
Wohnumland Grossstadt	= 1 hochzentr.
Arbeitsplatzumland	= 1 hochzentr.
tertiäres Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Mittelzentrum	= 2 mittelzentr
industr. Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
industr.Peripherie	= 4 peripher
tertiäres Kleinzentrum	= 3 kleinzentr.
touristisches Zentrum	= 3 kleinzentr.
agrar-tour.Peripherie	= 4 peripher
agrarische Periperie	= 4 peripher
agrar-industr Periperie	= 4 peripher

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	1			71	.149	71	.149
2	2			122	.256	193	.405
3	3			145	.304	338	.709
4	4			139	.291	477	1.000

BFS-Agglomeration

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			333	.698	333	.698
2	1			144	.302	477	1.000

parallele Alternativstrasse

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			360	.755	360	.755
2	1			117	.245	477	1.000

grenznahe Strasse

0 = nein
1 = ja

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			347	.727	347	.727
2	1			130	.273	477	1.000

Anhang 5

Angewendete Analyseverfahren

Varianzanalyse

Die Varianzanalyse ist ein Verfahren, das die Wirkung einer (oder mehrerer) unabhängigen Variablen auf eine (oder mehrere) abhängige Variable(n) untersucht. Für die unabhängige Variable wird dabei lediglich Nominalskalierung verlangt, während die abhängige Variable metrisches Skalenniveau aufweisen muss. Die im Vergleich zu andern Verfahren geringen Anforderungen der Varianzanalyse an das Skalenniveau der unabhängigen Variablen haben sie zu einem beliebten Analyseverfahren werden lassen.

Bei der einfachen Varianzanalyse wird die Wirkung einer unabhängigen Variablen auf eine abhängige Variable untersucht. Bei der mehrfachen Varianzanalyse wird der Einfluss von mehreren unabhängigen Variablen auf eine abhängige Variable untersucht. Gemeinsam ist beiden Anwendungen, dass ihnen eine Vermutung über die Wirkungsrichtung zugrunde liegt. Da die einfache Varianzanalyse das Grundmodell aller weiterführenden Verfahrensvarianten darstellt, kann das grundsätzliche Vorgehen nachfolgend an ihr erläutert werden.

Der Einfluss der unabhängigen Variablen wird üblicherweise mit der sogenannten Nullhypothese beurteilt, der man die Arbeitshypothese gegenüberstellt. Die Nullhypothese will man widerlegen. Sie wird im allgemeinen mit einem Sicherheitsniveau von 95, bzw. 99 Prozent getestet. Das heisst, dass nur mit einer Restwahrscheinlichkeit von 5 bzw. 1 Prozent der empirische F-Wert ausserhalb der Grenzwerte liegt, obwohl tatsächlich kein Einfluss der unabhängigen Variablen vorliegt. Auch eine richtige Hypothese ist dann abzulehnen, wenn der empirische F-Wert so aussergewöhnlich ist, dass er ausserhalb der Grenzwerte liegt.

Ausser der unabhängigen Variablen wirken auch Umwelt- oder andere Einflüsse auf die abhängige Variable ein. Somit ist auch bei fehlendem Einfluss der unabhängigen Variablen mit geringen Abweichungen zwischen den Gruppenmittelwerten zu rechnen. Die Abweichungen der einzelnen Beobachtungswerte vom jeweiligen Gruppenmittelwert sind demgegenüber nur auf Umwelteinflüsse, bzw. die anderen Variablen, die nicht berücksichtigt wurden, zurückzuführen. Die Abweichung eines einzelnen Beobachtungswertes vom Gesamtmittelwert, die Gesamtabweichung, setzt sich aus der erklärten Abweichung und der unerklärten Abweichung zusammen. Die erklärten Abweichungen sind auf die Wirkung der unabhängigen Variablen zurückzuführen. Die Ursache für die unerklärte Abweichung ist in Umwelteinflüssen oder Messungenauigkeiten zu sehen.

Da eine Aufspaltung der Gesamtabweichung in eine erklärte und eine unerklärte Komponente mit Schwierigkeiten behaftet ist, wird näherungsweise eine Aufspaltung in eine Abweichung innerhalb der Gruppen (anstelle der unerklärten Abweichung) und eine Ab-

weichung zwischen den Gruppen (für die erklärte Abweichung) vorgenommen. Die Gesamtabweichung ist somit gleich der Summe aus der Abweichung zwischen den Gruppen und der Abweichung innerhalb der Gruppen.

Die Abweichung innerhalb der Gruppe wird dabei verstanden als die Differenz zwischen dem Beobachtungswert und dem Gruppenmittelwert und die Abweichung zwischen den Gruppen als die Differenz zwischen Gruppenmittelwert und dem Gesamtmittelwert. Da sich die Abweichungen zwischen den Gruppen nicht eindeutig auf die Wirkung der unabhängigen Variablen zurückführen lassen, ist die Varianzanalyse nur ein Verfahren zur Ermittlung des Vorhandenseins von Abweichungen. Aussagen über die Wirkung der unabhängigen Variablen folgen aus der Analyse selber nicht. Dazu braucht es die Interpretation der Ergebnisse durch den Forscher.

Um als Prüfverteilung die F-Verteilung benützen zu können, verwendet man statt den Abweichungen die Summe der quadrierten Abweichungen, die man durch die dazugehörige Zahl der Freiheitsgrade dividiert. Der empirische F-Wert ergibt sich durch eine Division der beiden so berechneten Abweichungswerte. Die Abweichung zwischen den Gruppen wird in Beziehung zur Abweichung innerhalb den Gruppen gesetzt.

Keine Wirkung der unabhängigen Variablen muss bei einem kleinen empirischen F-Wert vermutet werden. Bei einem höheren Wert kann dies eine Folge der unabhängigen Variablen sein, möglicherweise aber auch auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sein. Zur Beantwortung dieser Frage wird der empirische F-Wert mit der theoretischen F-Verteilung bei einem bestimmten Signifikanzniveau verglichen. Die verwendeten Statistikprogrammen nehmen diesen Vergleich im Programm selber vor. Sie geben das Signifikanzniveau direkt an, d.h. sie ermitteln die Wahrscheinlichkeit mit der die Nullhypothese nicht verworfen werden kann. Der Wert Eta-Quadrat gibt zudem an, welcher Anteil der Abweichungen durch die unabhängige Variable verursacht wird.

Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist ein multivariates Verfahren, das eine Vielzahl von Objekten in eine möglichst sinnvolle oder nützliche Anzahl von Klassen aufteilt. Sie stellt vereinfacht ausgedrückt die Formalisierung eines optischen Erkennungsprozesses und damit eine in Algorithmen übertragene Suchprozedur dar. Die Objekte werden klassifiziert, es wird eine Zuordnung der verschiedenen Objekte, die durch eine Vielzahl von Merkmalen gekennzeichnet sind, auf verschiedene Klassen angestrebt. Das Problem bei der Klassifikation liegt im Erkennen von "Ähnlichkeit" oder "Gleichheit" der zu ordnenden Objekte. Aufgabe der Klassifikation ist es, die in einem bestimmten Sinne "ähnlichen"

Merkmalsprofile einander zuzuordnen oder "unähnliche" auseinanderzuhalten. Die Klassifikationsverfahren beruhen dabei auf zwei fundamentalen Annahmen:

- Der Grad der Ähnlichkeit zwischen den Objekten ist messbar und
- in einem Datensatz existieren Klassen, die durch geeignete Verfahren gefunden werden können.

Betrachtet man die Klassifikationsaufgabe als geometrisches Problem, kann die Frage nach der Ähnlichkeit auf einfache Weise verdeutlicht werden. Die Objekte, gekennzeichnet durch ihre Merkmale, lassen sich als Punkte im mehrdimensionalen Raum darstellen. Je kleiner die Distanz zwischen den Objekten ist, desto ähnlicher sind sich die Objekte. Der Abstand zwischen zwei Objekten kann mit verschiedenen "Distanzen" gemessen werden. Die Entscheidung, welches Distanzmass und damit welches Ähnlichkeitsmass zur Anwendung gelangt, hängt vom Skalenniveau der Merkmale ab und ist eine rein subjektive Sache des Anwenders.

Die Verfahren der Clusteranalyse lassen sich durch die Art der Gruppenbildung und die Anwendung einer bestimmten Klassifikationsstrategie unterscheiden. Für die Gruppenbildung gibt es iterative und hierarchische Verfahren. Die iterativen Verfahren bilden Gruppen einer vorgegebenen Anzahl von Klassen. Sie verändern die Zusammensetzung der Klassen so oft, bis die "beste" Gruppe gefunden ist. Da die Anwendung eines iterativen Verfahrens die Kenntnis einer sinnvollen Anzahl von Klassen voraussetzt, diese Grösse jedoch in der Regel gesucht ist, stehen eher die hierarchischen Verfahren im Vordergrund. Diese bilden eine Rangfolge von Klassen, eine einmal eingeschlagene Folge wird beibehalten. Die Struktur und damit auch das Ergebnis des Klassifikationsprozesses lässt sich in Form eines Dendogramms (vereinfacht gesagt in Form eines Baums) darstellen.

Die einzelnen Klassifikationsstrategien unterscheiden sich durch unterschiedliche Kriterien zur Zusammenfassung von Klassen. Die Fusion kann über die Ermittlung der Ähnlichkeit zwischen den Klassen erfolgen. Sie kann aber auch über die Minimierung der Heterogenität innerhalb der Klassen vorgenommen werden. Durch die Fusion von Klassen ändern sich bei jedem Klassifikationsschritt die Distanzen zwischen den neugebildeten und den übrigen Klassen. Die "Distanzmatrix" muss daher bei jedem Schritt berechnet werden. Für die Bestimmung der Distanzen zwischen den Klassen gibt es verschiedene Strategien, die vom Anwender gewählt werden können.

Diskriminanzanalyse

Die Diskriminanzanalyse stellt ein mathematisch-statistisches Verfahren dar, mit dem die Werte einer nominal skalierten (abhängigen) Variablen durch die Werte zweier oder mehrerer metrisch skalierter (unabhängiger) Variablen erklärt, bzw. prognostiziert werden können.

Sie steht somit hinsichtlich der ihr zugrundeliegenden Fragestellung in enger Verwandschaft zur bekannten Regressionsanalyse, bei der jedoch die abhängige Variable metrisch skaliert sein muss. Die Bezeichnung Diskriminanzanalyse zeigt, dass es sich um ein Verfahren zur Trennung (Klassifikation) einer Menge von Objekten oder Zählstellen und deren Zuordnung zu vorgegebenen Teilmengen oder Gruppen einer Grundgesamtheit handelt, deren Unterschiede durch die unabhängigen Variablen (Merkmale oder Eigenschaften der Objekte) erklärt werden sollen.

Mit der Diskriminanzanalyse lassen sich folgende Fragestellungen beantworten:

1) Besteht zwischen zwei oder mehreren vorgegebenen Gruppen von Zählstellen ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Gesamtstruktur mehrerer Merkmale (unabhängige Variablen)? Dabei werden nur solche Merkmale zugrunde gelegt, die nicht bereits zur Bildung der Gruppen herangezogen wurden.
2) Welche Kombination von Merkmalen ermöglicht die bestmögliche Trennung der vorgegebenen Gruppen?
3) Welche relative Bedeutung kommt einzelnen Merkmalen bei der Gruppenunterscheidung zu?
4) Welcher der bereits gebildeten Gruppen sind neu zu untersuchende Strassentypen aufgrund ihrer Merkmalsstruktur zuzuordnen?

In jedem Fall wird von a-priori definierten Gruppen ausgegangen, die durch die Gesamtheit der berücksichtigten, unabhängigen Variablen bestmöglich getrennt werden sollen.

Dies unterscheidet die Diskriminanzanalyse prinzipiell von der Clusteranalyse, bei der die Gruppen erst das Ergebnis der Analyse darstellen. Gleichzeitig zeigt sich hiermit ein bisher weitgehend vernachlässigter Anwendungsbereich der Diskriminanzanalyse. Die mit Hilfe einer Clusteranalyse ermittelten Gruppen können mit der Diskriminanzanalyse hinsichtlich ihrer Trennschärfe untersucht werden. Schliesslich ermöglicht die Diskriminanzanalyse bei mehr als zwei Gruppen die grundlegenden Faktoren zu ermitteln, die diese Gruppen unterscheiden.

Liegen nur zwei zu trennende Gruppen vor (d.h. die abhängige Variable ist dichotom), so spricht man von einer "einfachen" Diskriminanzanalyse. Es wird nur eine einzige Diskriminanzfunktion als Linearkombination der abhängigen Variablen errechnet. Die "multiple" Diskriminanzanalyse kommt dagegen zur Anwendung, wenn mehr als zwei Gruppen vorgegeben sind (d.h. die abhängige Variable ist polyton). In diesem Fall können mehrere Diskriminanzfunktionen ermittelt werden.

Anhang 6

Anteile der Fahrzeugkategorien im Durchschnitt

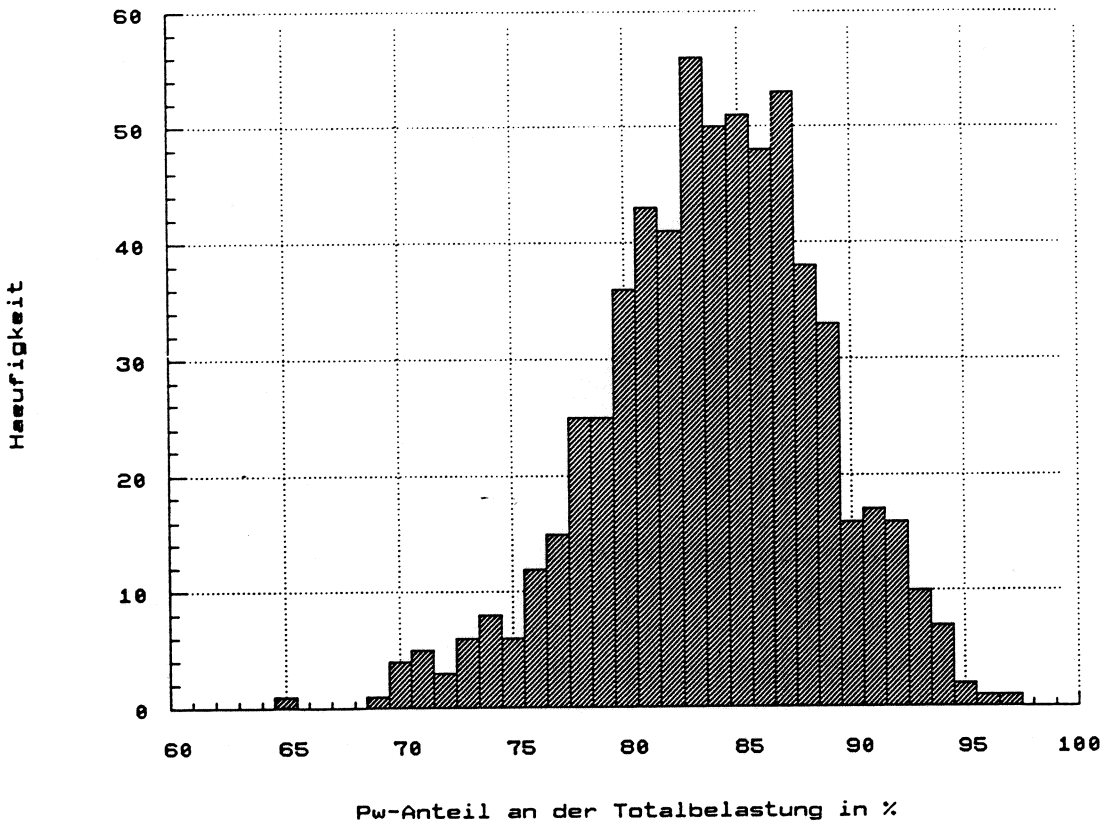
Anteil der Fahrzeugkategorien an der Totalbelastung DWV(14)

Variable:	aPw	aCa	aMr	aLi	aLw
Sample size	632	632	632	632	632
Average	872.097	6.74684	19.4367	36.4272	64.5725
Median	877	6	19	37	57
Mode	877	2	0	37	50
Variance	1565.52	27.9104	333.166	169.028	1293.57
Standard deviation	39.5666	5.28303	18.2528	13.0011	35.9663
Standard error	1.57388	0.210148	0.726058	0.517155	1.43066
Minimum	650	0	0	2	1
Maximum	970	50	135	82	295
Range	320	50	135	80	294
Lower quartile	853.5	3	4.5	30	41
Upper quartile	898.5	8	28	42	79
Interquartile range	45	5	23.5	12	38
Skewness	-1.06811	2.42221	1.85616	0.152394	1.80763
Standardized skewness	-10.9623	24.8596	19.0501	1.56405	18.5521
Kurtosis	2.81144	11.0394	7.26731	0.780921	5.56891
Standardized kurtosis	14.4272	56.65	37.293	4.00738	28.5774

Anteil der Fahrzeugkategorien an der Totalbelastung DTV(14)

Variable:	aPw	aCa	aMr	aLi	aLw
Sample size	631	631	631	631	631
Average	83.7956	0.790808	2.02377	4.86054	8.49287
Median	84	1	2	4	8
Mode	83	1	0	4	8
Variance	25.5089	0.63236	3.60102	3.66941	16.9932
Standard deviation	5.05064	0.795211	1.89764	1.91557	4.12228
Standard error	0.201063	0.0316568	0.0755437	0.0762576	0.164105
Minimum	60	0	0	0	0
Maximum	97	7	18	13	29
Range	37	7	18	13	29
Lower quartile	81	0	0	4	6
Upper quartile	87	1	3	6	11
Interquartile range	6	1	3	2	5
Skewness	-0.476894	1.94997	2.16087	0.566553	1.02877
Standardized skewness	-4.89058	19.9971	22.1599	5.81004	10.5502
Kurtosis	0.843163	8.79745	12.4157	0.82666	1.89994
Standardized kurtosis	4.32335	45.1093	63.6618	4.23873	9.74202

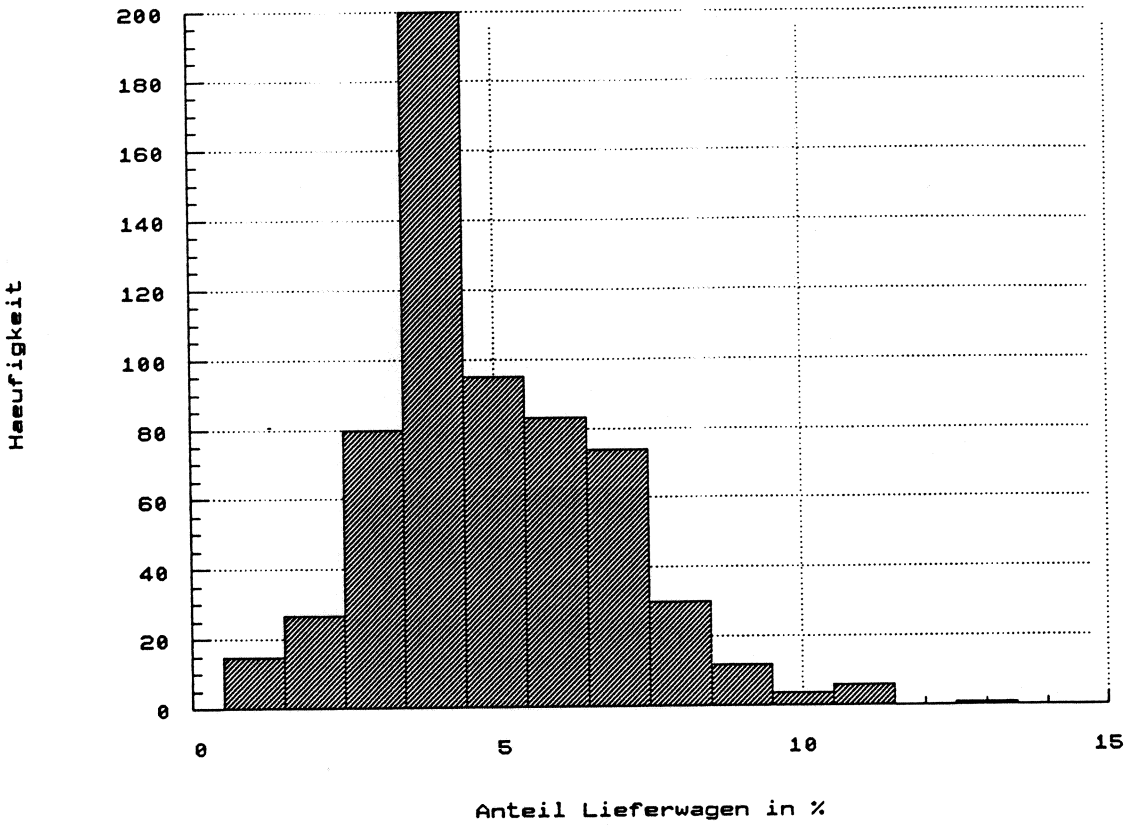
Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Pw-Anteil



Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	60			1	.00158	1	.00158
2	65			1	.00158	2	.00317
3	69			1	.00158	3	.00475
4	70			4	.00634	7	.01109
5	71			5	.00792	12	.01902
6	72			3	.00475	15	.02377
7	73			6	.00951	21	.03328
8	74			8	.01268	29	.04596
9	75			6	.00951	35	.05547
10	76			12	.01902	47	.07448
11	77			15	.02377	62	.09826
12	78			25	.03962	87	.13788
13	79			25	.03962	112	.17750
14	80			36	.05705	148	.23455
15	81			43	.06815	191	.30269
16	82			41	.06498	232	.36767
17	83			56	.08875	288	.45642
18	84			50	.07924	338	.53566
19	85			51	.08082	389	.61648
20	86			48	.07607	437	.69255
21	87			53	.08399	490	.77655
22	88			38	.06022	528	.83677
23	89			33	.05230	561	.88906
24	90			16	.02536	577	.91442
25	91			17	.02694	594	.94136
26	92			16	.02536	610	.96672
27	93			10	.01585	620	.98257
28	94			7	.01109	627	.99366
29	95			2	.00317	629	.99683
30	96			1	.00158	630	.99842
31	97			1	.00158	631	1.00000

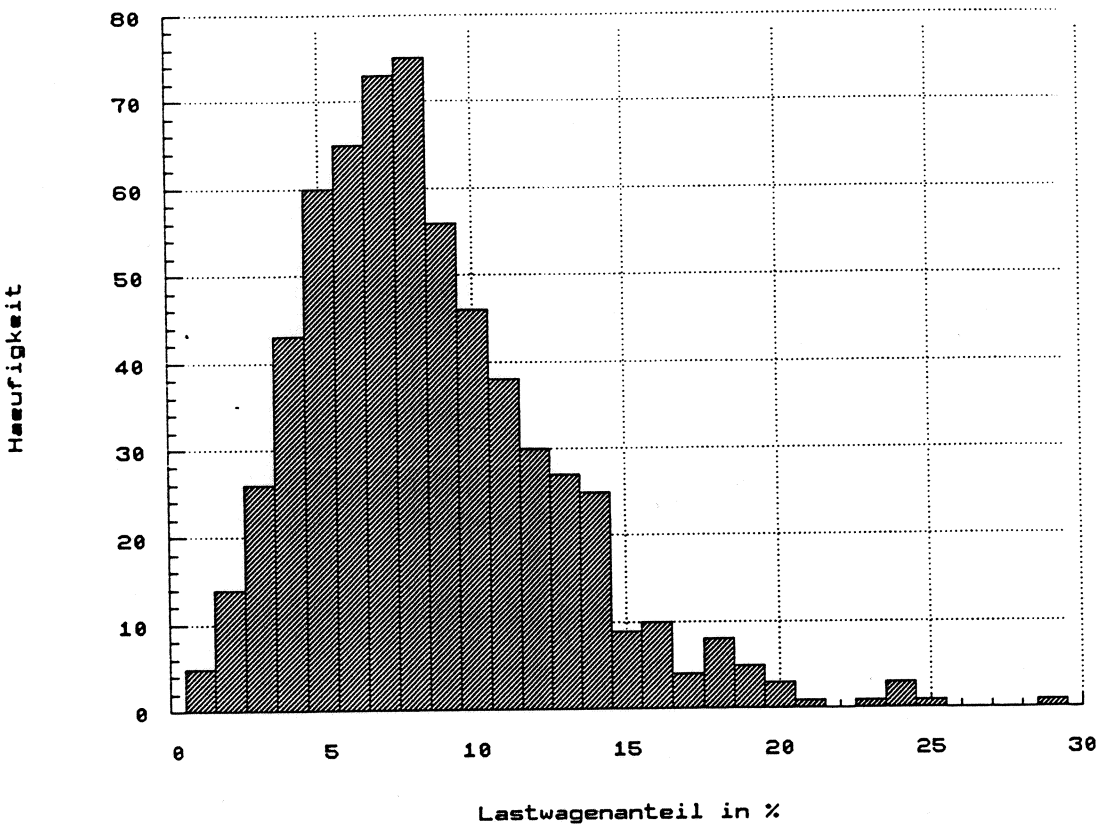
Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Lieferwagenanteil



Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			4	.00634	4	.00634
2	1			15	.02377	19	.03011
3	2			27	.04279	46	.07290
4	3			80	.12678	126	.19968
5	4			200	.31696	326	.51664
6	5			95	.15055	421	.66719
7	6			83	.13154	504	.79873
8	7			74	.11727	578	.91601
9	8			30	.04754	608	.96355
10	9			12	.01902	620	.98257
11	10			4	.00634	624	.98891
12	11			6	.00951	630	.99842
13	13			1	.00158	631	1.00000

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Lastwagenanteil



Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			2	.00317	2	.00317
2	1			5	.00792	7	.01109
3	2			14	.02219	21	.03328
4	3			26	.04120	47	.07448
5	4			43	.06815	90	.14263
6	5			60	.09509	150	.23772
7	6			65	.10301	215	.34073
8	7			73	.11569	288	.45642
9	8			75	.11886	363	.57528
10	9			56	.08875	419	.66403
11	10			46	.07290	465	.73693
12	11			38	.06022	503	.79715
13	12			30	.04754	533	.84469
14	13			27	.04279	560	.88748
15	14			25	.03962	585	.92710
16	15			9	.01426	594	.94136
17	16			10	.01585	604	.95721
18	17			4	.00634	608	.96355
19	18			8	.01268	616	.97623
20	19			5	.00792	621	.98415
21	20			3	.00475	624	.98891
22	21			1	.00158	625	.99049
23	23			1	.00158	626	.99208
24	24			3	.00475	629	.99683
25	25			1	.00158	630	.99842
26	29			1	.00158	631	1.00000

Häufigkeitsverteilung der Zählstellen hinsichtlich Car-Anteil

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			228	.36133	228	.361
2	1			338	.53566	566	.897
3	2			47	.07448	613	.971
4	3			9	.01426	622	.986
5	4			7	.01109	629	.997
6	5			1	.00158	630	.998
7	7			1	.00158	631	1.000

Car Anteil in %

Häufigkeitsverteilung der Zählstellen hinsichtlich Mr-Anteil

Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
1	0			160	.25357	160	.254
2	1			105	.16640	265	.420
3	2			137	.21712	402	.637
4	3			125	.19810	527	.835
5	4			58	.09192	585	.927
6	5			24	.03803	609	.965
7	6			11	.01743	620	.983
8	7			5	.00792	625	.990
9	8			1	.00158	626	.992
10	9			2	.00317	628	.995
11	10			1	.00158	629	.997
12	16			1	.00158	630	.998
13	18			1	.00158	631	1.000

Mr-Anteil in %

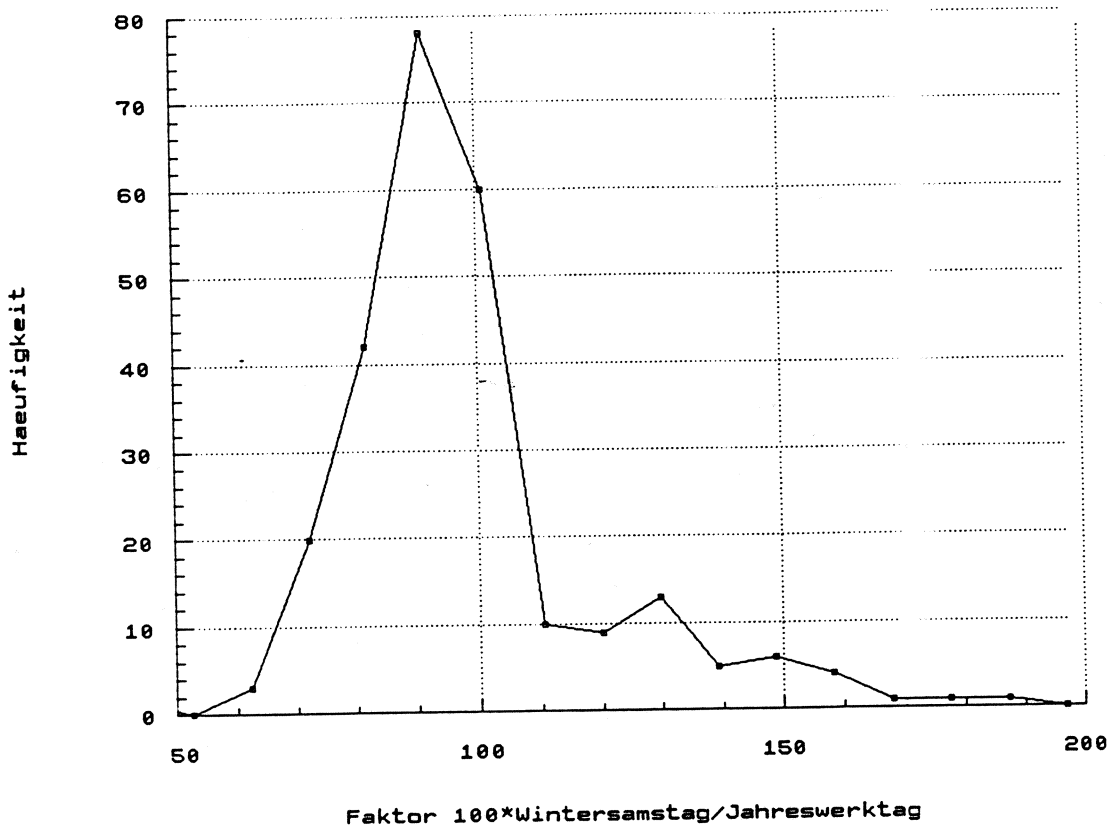
Anhang 7

Wochenendfaktoren im Durchschnitt

Wochenenendfaktoren im Durchschnitt;
100*Wochenendtag/Jahreswerktag DWV(24)

Variable:	WiSa	WiSo	SoSa	SoSo
Sample size	257	257	344	347
Average	97.7704	83.4825	107.779	102.896
Median	93	79	102	97
Mode	93	75	100	68
Variance	504.428	719.282	827.164	1657.15
Standard deviation	22.4595	26.8194	28.7605	40.708
Standard error	1.40098	1.67295	1.55066	2.18532
Minimum	27	0	0	0
Maximum	216	214	229	294
Range	189	214	229	294
Lower quartile	86	67	88	72
Upper quartile	102	93	124	127
Interquartile range	16	26	36	55
Skewness	1.48263	1.32927	0.729475	0.979837
Standardized skewness	9.70341	8.69971	5.5235	7.45149
Kurtosis	4.67455	3.64055	1.86523	2.2432
Standardized kurtosis	15.2968	11.9132	7.06163	8.52955

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Faktor Wintersamstag

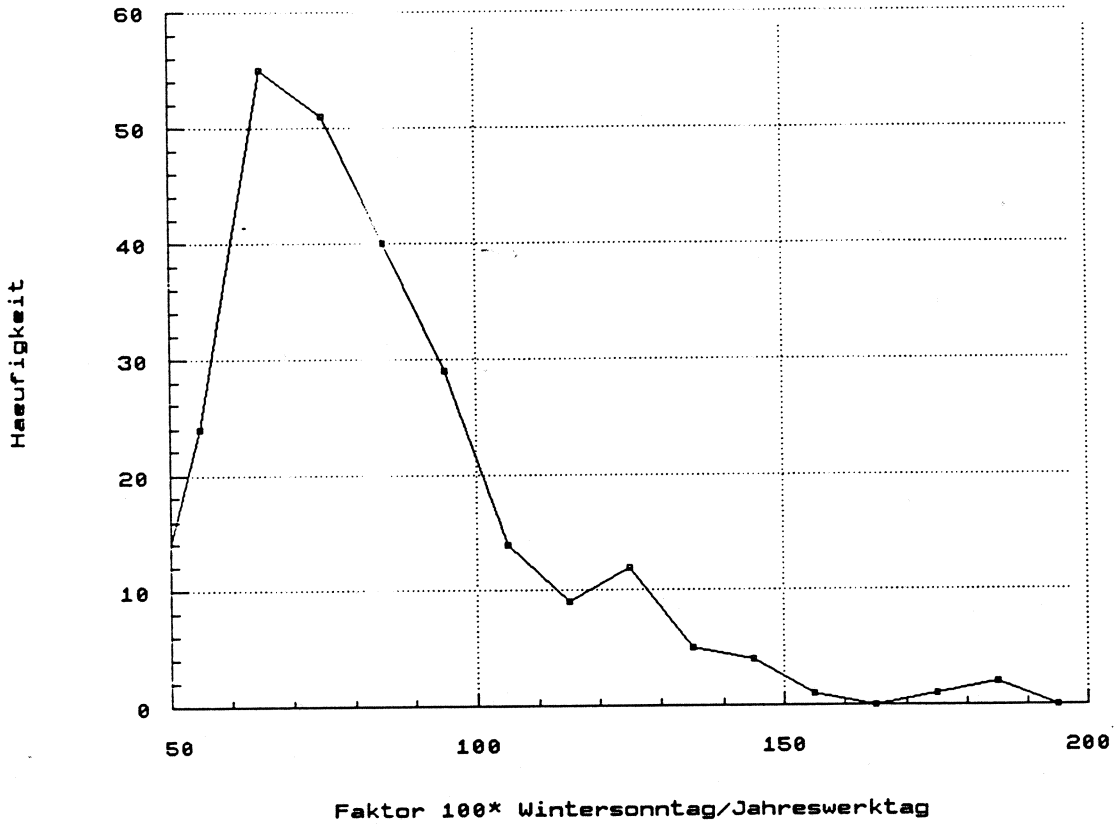


Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		50.00		3	.01167	3	.0117
1	50.00	60.00	55.00	1	.00389	4	.0156
2	60.00	70.00	65.00	5	.01946	9	.0350
3	70.00	80.00	75.00	25	.09728	34	.1323
4	80.00	90.00	85.00	62	.24125	96	.3735
5	90.00	100.00	95.00	88	.34241	184	.7160
6	100.00	110.00	105.00	26	.10117	210	.8171
7	110.00	120.00	115.00	12	.04669	222	.8638
8	120.00	130.00	125.00	15	.05837	237	.9222
9	130.00	140.00	135.00	3	.01167	240	.9339
10	140.00	150.00	145.00	8	.03113	248	.9650
11	150.00	160.00	155.00	4	.01556	252	.9805
12	160.00	170.00	165.00	2	.00778	254	.9883
13	170.00	180.00	175.00	1	.00389	255	.9922
14	180.00	190.00	185.00	1	.00389	256	.9961
15	190.00	200.00	195.00	0	.00000	256	.9961
above	200.00			1	.00389	257	1.0000

Mean = 97.7704 Standard Deviation = 22.4595 Median = 93

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Faktor Wintersonntag

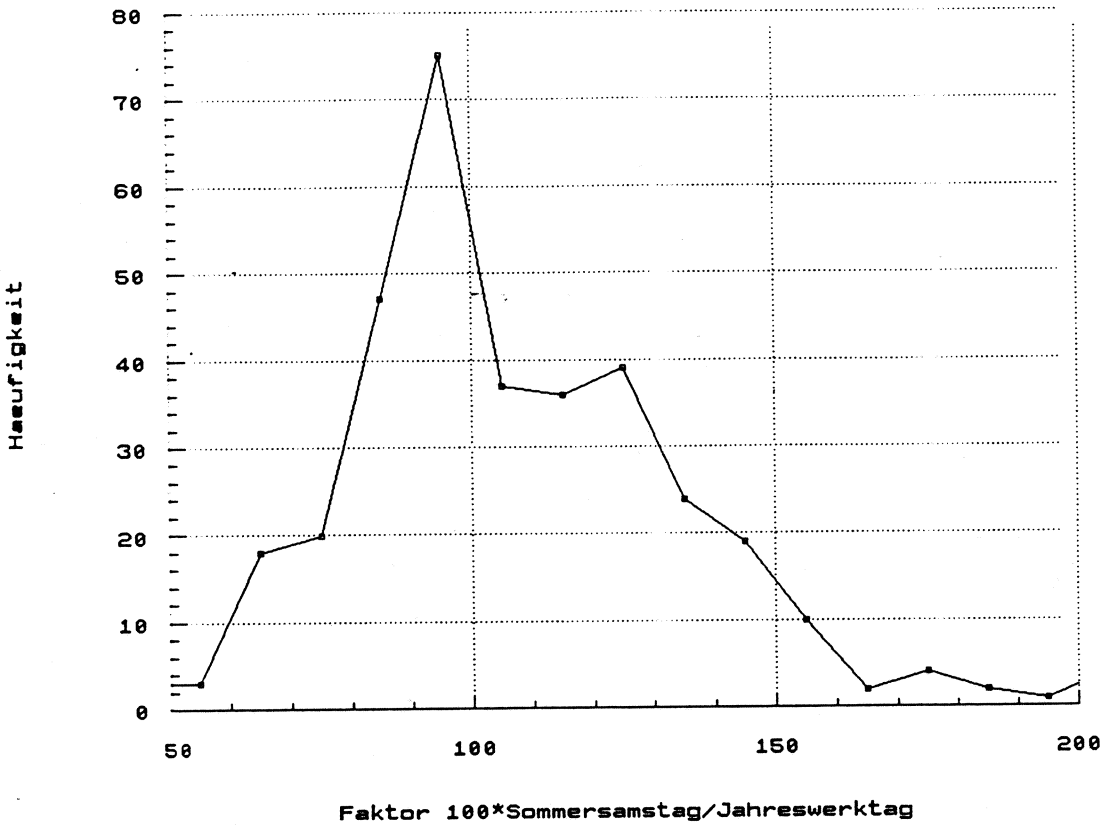


Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		50.00		9	.03502	9	.0350
1	50.00	60.00	55.00	24	.09339	33	.1284
2	60.00	70.00	65.00	55	.21401	88	.3424
3	70.00	80.00	75.00	51	.19844	139	.5409
4	80.00	90.00	85.00	40	.15564	179	.6965
5	90.00	100.00	95.00	29	.11284	208	.8093
6	100.00	110.00	105.00	14	.05447	222	.8638
7	110.00	120.00	115.00	9	.03502	231	.8988
8	120.00	130.00	125.00	12	.04669	243	.9455
9	130.00	140.00	135.00	5	.01946	248	.9650
10	140.00	150.00	145.00	4	.01556	252	.9805
11	150.00	160.00	155.00	1	.00389	253	.9844
12	160.00	170.00	165.00	0	.00000	253	.9844
13	170.00	180.00	175.00	1	.00389	254	.9883
14	180.00	190.00	185.00	2	.00778	256	.9961
15	190.00	200.00	195.00	0	.00000	256	.9961
above	200.00			1	.00389	257	1.0000

Mean = 83.4825 Standard Deviation = 26.8194 Median = 79

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Faktor Sommersamstag

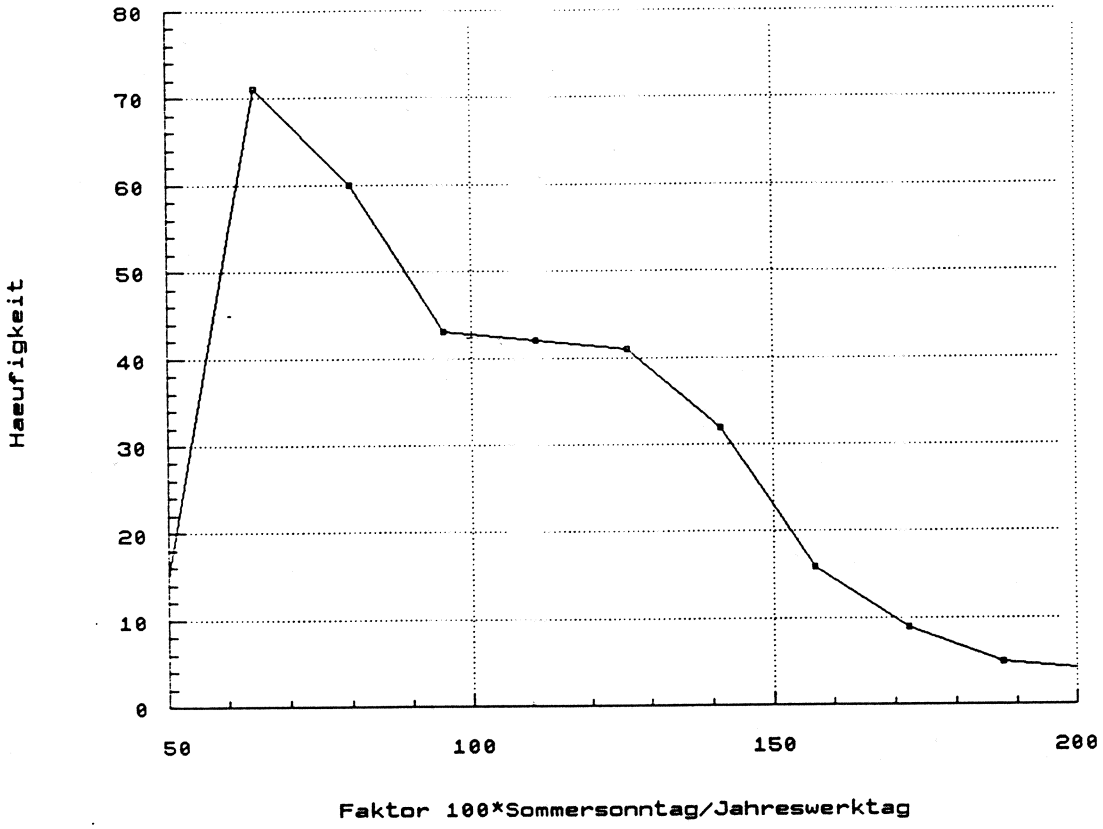


Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		50.00		3	.00872	3	.00872
1	50.00	60.00	55.00	3	.00872	6	.01744
2	60.00	70.00	65.00	18	.05233	24	.06977
3	70.00	80.00	75.00	20	.05814	44	.12791
4	80.00	90.00	85.00	47	.13663	91	.26453
5	90.00	100.00	95.00	75	.21802	166	.48256
6	100.00	110.00	105.00	37	.10756	203	.59012
7	110.00	120.00	115.00	36	.10465	239	.69477
8	120.00	130.00	125.00	39	.11337	278	.80814
9	130.00	140.00	135.00	24	.06977	302	.87791
10	140.00	150.00	145.00	19	.05523	321	.93314
11	150.00	160.00	155.00	10	.02907	331	.96221
12	160.00	170.00	165.00	2	.00581	333	.96802
13	170.00	180.00	175.00	4	.01163	337	.97965
14	180.00	190.00	185.00	2	.00581	339	.98547
15	190.00	200.00	195.00	1	.00291	340	.98837
above	200.00			4	.01163	344	1.00000

Mean = 107.779 Standard Deviation = 28.7605 Median = 102

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen hinsichtlich Faktor Sommersonntag



Frequency Tabulation

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		50.00		12	.03458	12	.0346
1	50.00	60.00	55.00	16	.04611	28	.0807
2	60.00	70.00	65.00	56	.16138	84	.2421
3	70.00	80.00	75.00	32	.09222	116	.3343
4	80.00	90.00	85.00	39	.11239	155	.4467
5	90.00	100.00	95.00	29	.08357	184	.5303
6	100.00	110.00	105.00	27	.07781	211	.6081
7	110.00	120.00	115.00	28	.08069	239	.6888
8	120.00	130.00	125.00	29	.08357	268	.7723
9	130.00	140.00	135.00	29	.08357	297	.8559
10	140.00	150.00	145.00	12	.03458	309	.8905
11	150.00	160.00	155.00	10	.02882	319	.9193
12	160.00	170.00	165.00	9	.02594	328	.9452
13	170.00	180.00	175.00	5	.01441	333	.9597
14	180.00	190.00	185.00	3	.00865	336	.9683
15	190.00	200.00	195.00	4	.01153	340	.9798
above	200.00			7	.02017	347	1.0000

Mean = 102.896 Standard Deviation = 40.708 Median = 97

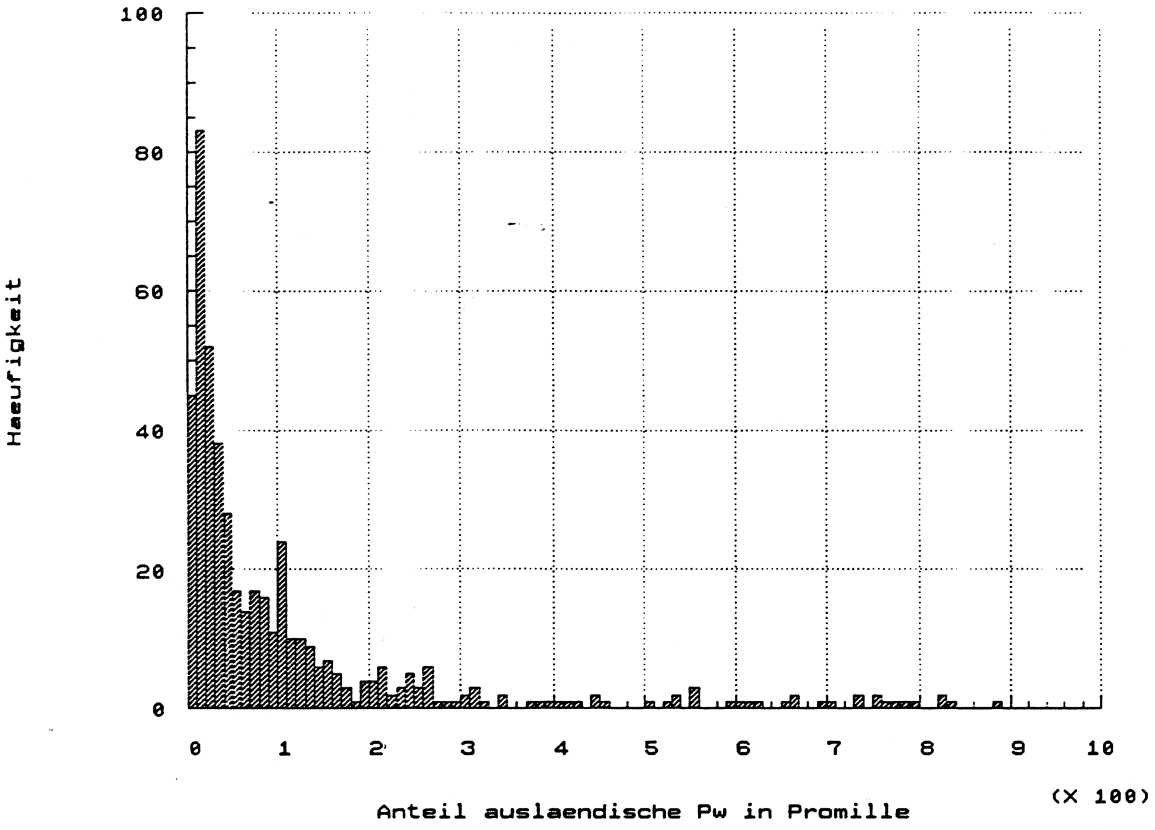
Anhang 8

Anteil ausländischer Personenwagen im Durchschnitt

Anteil ausländischer Pw am DWV(14) in Promille

Variable:	AUSL1.aAu
Sample size	477
Average	114.602
Median	48
Mode	12
Variance	28127.2
Standard deviation	167.712
Standard error	7.67899
Minimum	1
Maximum	883
Range	882
Lower quartile	19
Upper quartile	124
Interquartile range	105
Skewness	2.62266
Standardized skewness	23.3843
Kurtosis	6.84736
Standardized kurtosis	30.5265

Haeufigkeitsverteilung der Zaehlstellen mit Auslaenderanteilen



Anhang 9

Anteil der Fahrzeugkategorien je Strassentyp, Standardabweichungen

Strassentyp	Anteil an der Pw-Belastung in % des DWV(14)	Mittelwert	Standardabweichung
Lw	alle Strassen	8,9%	4,4%
	- Autobahn 1. Klasse	12,1%	4,0%
	- Autobahn 2. Klasse	10,2%	3,7%
	- 1. Klass-Strasse	8,4%	4,2%
	- in hochzentr. Räumen	6,3%	4,9%
	- in mittelzen. Räumen	8,2%	3,3%
	- in kleinzen. Räumen	7,7%	3,8%
	- in peripheren Räumen	10,0%	4,4%
	- 2. Klass-Strasse	8,2%	4,8%
Li	alle Strassen	5,5%	2,4%
Car	alle Strassen	1,0%	0,8%
Mr	alle Strassen	2,9%	1,7%
	- Autobahn 1. Klasse	0,9%	0,5%
	- Autobahn 2. Klasse	1,7%	0,8%
	- 1. Klass-Strasse	3,2%	1,6%
	- 2. Klass-Strasse	3,3%	1,8%

Strassentyp	Anteil an der Pw-Belastung in % des DWV(14)	Mittelwert	Standardabweichung
Lw	alle Strassen	6,7%	3,5%
	- Autobahn 1. Klasse	8,8%	2,9%
	- Autobahn 2. Klasse	7,4%	2,7%
	- 1. Klass-Strasse	6,3%	3,5%
	- in hochzentr. Räumen	5,0%	4,4%
	- in mittelzen. Räumen	6,1%	2,4%
	- in kleinzen. Räumen	5,7%	2,8%
	- in peripheren Räumen	17,6%	3,9%
	- 2. Klass-Strasse	6,4%	3,4%
Li	alle Strassen	4,2%	1,8%
Car	alle Strassen	0,8%	0,7%
Mr	alle Strassen	2,9%	1,7%
	- Autobahn 1. Klasse	0,9%	0,5%
	- Autobahn 2. Klasse	1,7%	0,8%
	- 1. Klass-Strasse	3,2%	1,6%
	- 2. Klass-Strasse	3,3%	1,8%

Anhang 10

Wochenendfaktoren je Strassentyp, Standardabweichungen

Strassentyp	Wintersamstag in % des DWV(24) Mittelwert	Standardabweichung
alle Strassen	98%	22,5%
- Autobahn 1./2. Klasse	100%	20,6%
- 1. Klass-Strasse	97%	22,6%
- in hochzentr. Räumen	84%	13,2%
- in mittelzen. Räumen	95%	15,4%
- in kleinzen. Räumen	100%	30,7%
- in peripheren Räumen	103%	18,9%
- 2. Klass-Strasse	98%	23,7%
- in hochzentr. Räumen	84%	14,0%
- in mittelzen. Räumen	96%	24,2%
- in kleinzen. Räumen	95%	17,4%
- in peripheren Räumen	117%	27,1%

Strassentyp	Wintersonntag in % des DWV(24) Mittelwert	Standardabweichung
alle Strassen	83%	26,8%
- Autobahn 1./2. Klasse	88%	17,0%
- 1. Klass-Strasse	80%	26,0%
- in hochzentr. Räumen	61%	19,3%
- in mittelzen. Räumen	76%	21,4%
- in kleinzen. Räumen	81%	23,5%
- in peripheren Räumen	95%	28,1%
- 2. Klass-Strasse	85%	32,8%
- in hochzentr. Räumen	64%	14,8%
- in mittelzen. Räumen	76%	22,8%
- in kleinzen. Räumen	88%	34,3%
- in peripheren Räumen	111%	35,0%

Strassentyp	Sommersamstag in % des DWV(24) Mittelwert	Standardabweichung
alle Strassen	108%	28,8%
- Autobahn 1./2. Klasse	128%	31,8%
- 1. Klass-Strasse	108%	24,0%
- in hochzentr. Räumen	83%	26,7%
- in mittelzen. Räumen	102%	15,8%
- in kleinzen. Räumen	112%	20,9%
- in peripheren Räumen	119%	21,1%
- 2. Klass-Strasse	100%	27,5%
- in hochzentr. Räumen	83%	14,6%
- in mittelzen. Räumen	94%	17,0%
- in kleinzen. Räumen	117%	34,1%
- in peripheren Räumen	128%	18,1%

Strassentyp	Sommersonntag in % des DWV(24) Mittelwert	Standardabweichung
alle Strassen	103%	40,7%
- Autobahn 1./2. Klasse	120%	34,6%
- 1. Klass-Strasse	104%	37,7%
- in hochzentr. Räumen	77%	22,8%
- in mittelzen. Räumen	91%	29,2%
- in kleinzen. Räumen	102%	38,3%
- in peripheren Räumen	126%	35,6%
- 2. Klass-Strasse	95%	43,3%
- in hochzentr. Räumen	71%	14,3%
- in mittelzen. Räumen	79%	26,7%
- in kleinzen. Räumen	129%	59,8%
- in peripheren Räumen	135%	27,2%

Anhang 11

Einteilung der Schweiz in 106 MS-Regionen und hoch-, mittel-, kleinzentrale und periphere Räume

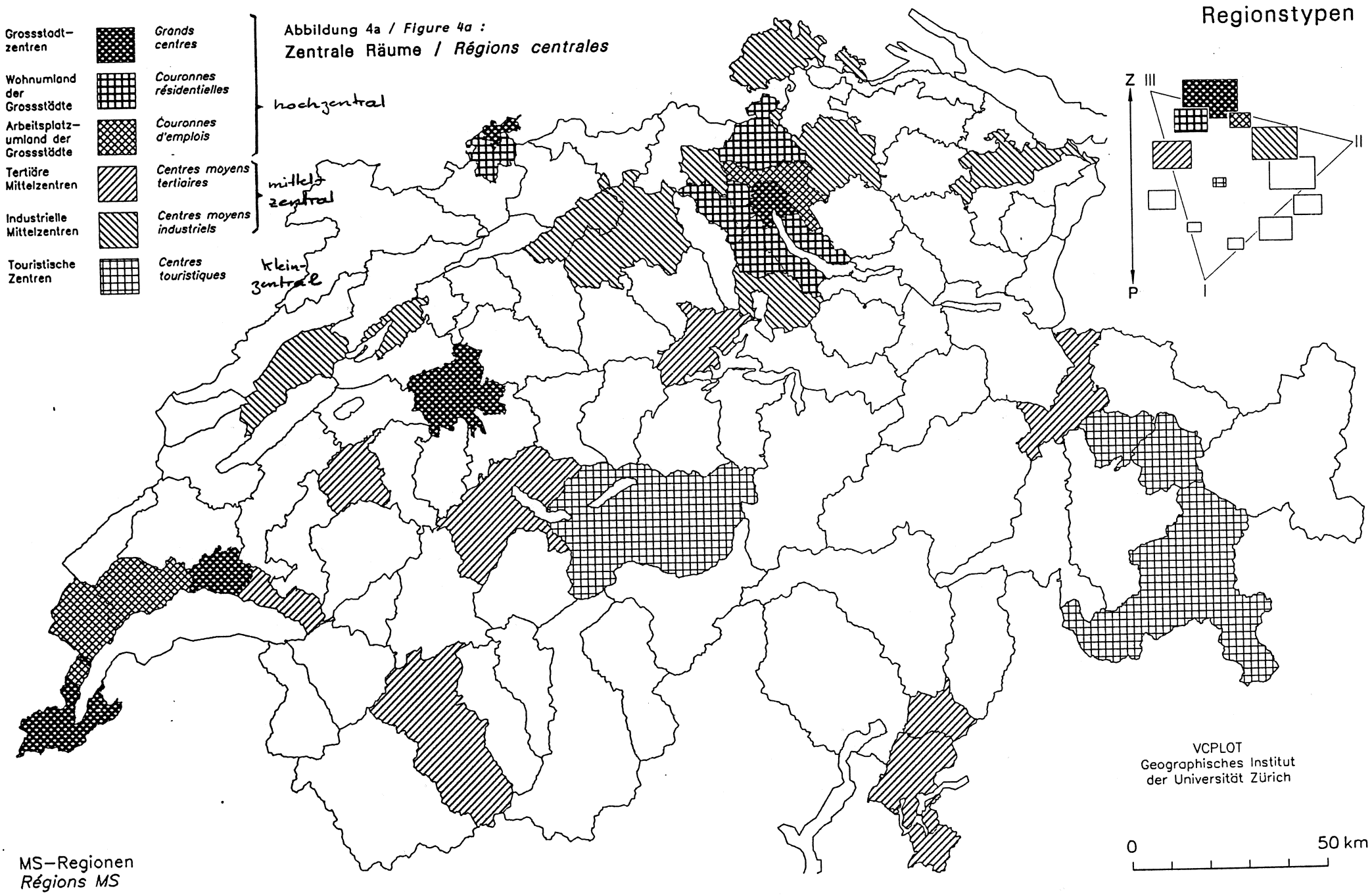
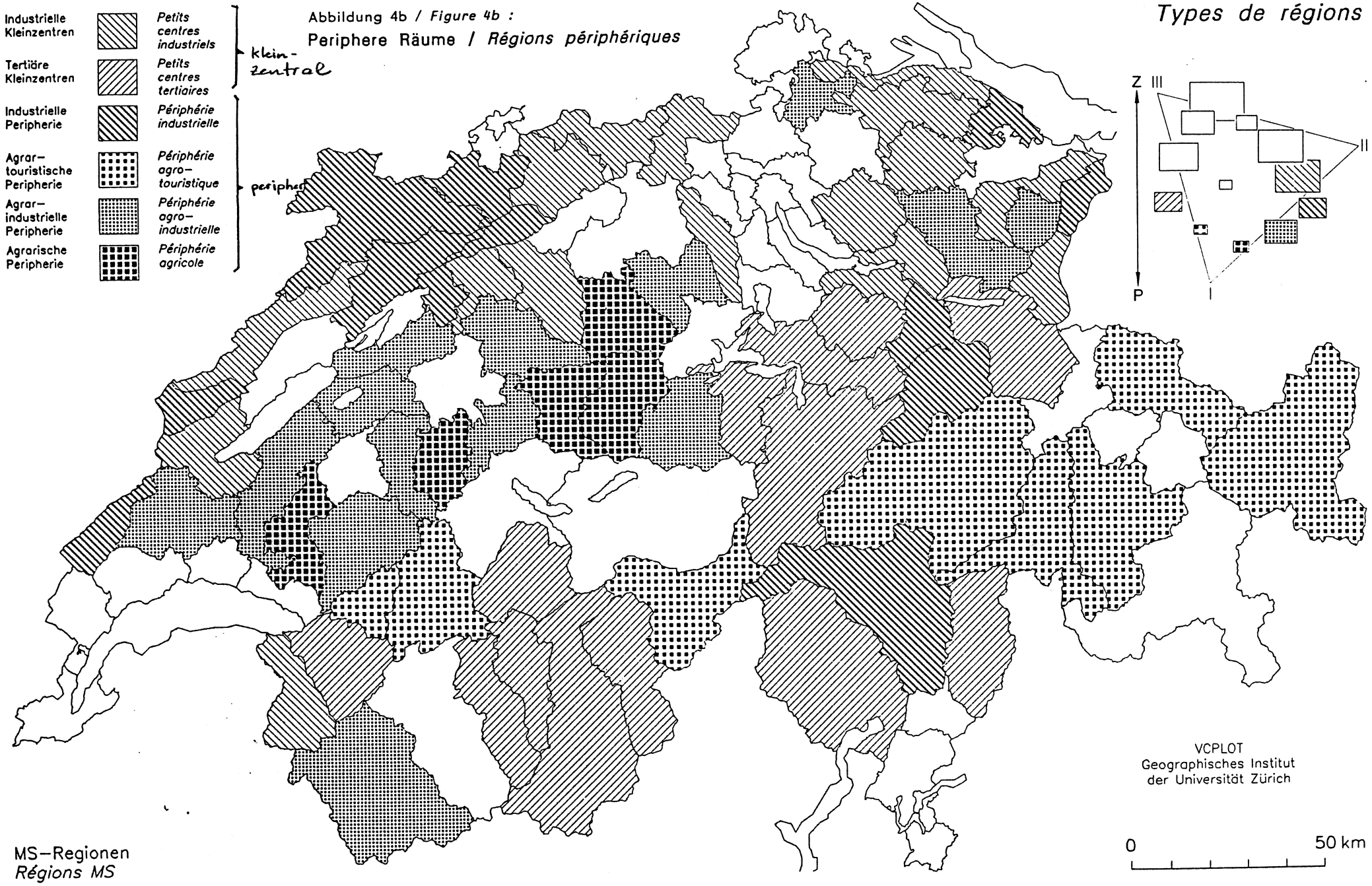


Abbildung 4a / Figure 4a :
Zentrale Räume / Régions centrales
Grossstadt-zentren
Grands centres
Wohnumland der Grossstädte
Couronnes résidentielles
Arbeitsplatz-umland der Grossstädte
Couronnes d'emplois
hochzentral
Tertiäre Mittelzentren
Centres moyens tertiaires
Industrielle Mittelzentren
Centres moyens industriels
mittelzentral
Touristische Zentren
Centres touristiques
kleinzentral
Regionstypen
Z
P
III
II
I
VCPLOT
Geographisches Institut
der Universität Zürich
0
50 km
MS-Regionen
Régions MS

Abbildung 4b / *Figure 4b :*

Periphere Räume / *Régions périphériques*



MS–Regionen
Régions MS