

Straßen- verkehrs-zählungen

Heft

26

1982

**Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien
durch clusteranalytische Verfahren**

**Herausgegeben
im Auftrage des Bundesministers für Verkehr
von der Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßen- verkehrs-zählungen

Heft

26

1982

Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien durch clusteranalytische Verfahren

Dirk Heidemann
Paul Wimber

Herausgegeben
im Auftrage des Bundesministers für Verkehr
von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln

ISSN 0173-2501 **Straßenverkehrs-zählungen**

In der Reihe **Straßenverkehrszählungen** sind bisher erschienen (ISSN 0173 – 2501):

- Heft 1 (1976) **Verzeichnis der Langzeitzählstellen** (vergriffen)
- Heft 2 (1976) **Pkw-Lkw-Unterscheidung bei Langzeitzählstellen**
Burger (vergriffen)
- Heft 3 (1976) **Jahresauswertung 1975-Langzeitzählstellen**
Eichberg, Marklein (vergriffen)
- Heft 4 (1976) **Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik der Straßenverkehrszählungen 1975 in der Bundesrepublik Deutschland**
Schmidt
- Heft 5 (1976) **Ergebnisse der Straßenverkehrszählungen 1975 für die Bundesfernstraßen in der Bundesrepublik Deutschland**
- Heft 6 (1976) **Jahresfahrleistungen und mittlere DTV-Werte aus den Ergebnissen der Straßenverkehrszählung 1975 in der Bundesrepublik Deutschland**
- Heft 7 (1977) **Jahresauswertung 1976-Langzeitzählstellen**
Eichberg, Marklein (vergriffen)
- Heft 8 (1978) **Jahresauswertung 1977-Langzeitzählstellen**
Eichberg, Marklein
- Heft 9 (1978) **Jahresganglinien 1977-Langzeitzählstellen**
Marklein
- Heft 10 (1979) **Verkehrsaufkommen auf Bundesautobahnen an Feier- und Ferienspizentagen 1978**
Heidemann
Stündliche Belastung des Verkehrs an Langzeitzählstellen in der Hauptreisezeit 1978
Marklein
- Heft 11 (1979) **Jahresauswertung 1978-Langzeitzählstellen**
Eichberg, Marklein
- Heft 12 (1979) **Jahresganglinien 1978-Langzeitzählstellen**
Marklein
- Heft 13 (1979) **Straßenverkehrszählung 1978 in der Bundesrepublik Deutschland – Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik**
Draeger, Marklein, Lensing, Schmidt (vergriffen)
- Heft 14 (1979) **Straßenverkehrszählung 1978 in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse für die Bundesfernstraßen**
- Heft 15 (1979) **Straßenverkehrszählung 1978 in der Bundesrepublik Deutschland – Jahresfahrleistungen und mittlere DTV-Werte**
Draeger
- Heft 16 (1979) **Periodische Analyse des Verkehrsablaufes im Autobahnnetz**
Keller, Linde, Eichberg, Heidemann
- Heft 17 (1980) **Jahresauswertung 1979-Langzeitzählstellen**
Heidemann
- Heft 18 (1980) **Jahresganglinien 1979-Langzeitzählstellen**
Heidemann, Schmidt
- Heft 19 (1981) **Jahresauswertung 1980-Langzeitzählstellen**
Heidemann, Wimber
- Heft 20 (1981) **Jahresganglinien 1980-Langzeitzählstellen**
Heidemann, Wimber
- Heft 21 (1981) **Straßenverkehrszählungen 1980 in der Bundesrepublik Deutschland – Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik**
Lensing, Schmidt
- Heft 22 (1981) **Straßenverkehrszählungen 1980 in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse für die Bundesfernstraßen**
Heidemann, Wimber
- Heft 22a (1981) **Straßenverkehrszählungen 1980 in der Bundesrepublik Deutschland – Zählstellenkarte für die Bundesautobahnen und Bundesstraßen Verkehrsstärkenkarte für Bundesautobahnen und Bundesstraßen**
- Heft 23 (1981) **Straßenverkehrszählungen 1980 in der Bundesrepublik Deutschland – Jahresfahrleistungen und mittlere DTV-Werte**
Lensing, Schmidt, Heidemann, Wimber

- Heft 24 (1982) **Jahresauswertung 1981-Langzeitzählstellen (ISSN 0173 – 2536)**
Blonien, Heidemann, Wimber
- Heft 24a (1982) **Jahresauswertung 1981-Langzeitzählstellen – Verkehrsstärkenkarte für Bundesautobahnen –**
- Heft 25 (1982) **Jahresganglinien 1981-Langzeitzählstellen (ISSN 0173 – 2544)**
Blonien, Schmidt
- Heft 26 (1982) **Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien durch clusteranalytische Verfahren**
Heidemann, Wimber

Außer der Reihe **Straßenverkehrszählungen** werden noch folgende Veröffentlichungen herausgegeben, in denen über Forschungen aus dem Bereich des Bundesministers für Verkehr berichtet wird:

- **Schriftenreihe**
- **Forschung Stadtverkehr**
- **Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik**
- **Unfall- und Sicherheitsforschung im Straßenverkehr**

**Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Straßenverkehrstechnik, 5000 Köln 51, Brühler Str. 1, Tel. (02 21) 37 02-457
Telex 08 882 189 bas d · Druck: Druck- und Verlags-GmbH Becher Brühl, 5040 Brühl**

Inhalt

1.	Aufgabenstellung	1
2.	Methodik	2
3.	Tagesganglinien	9
4.	Wochenganglinien	14
5.	Jahresganglinien	23
6.	Schlußbemerkungen	37
7.	Literatur	38

1. Aufgabenstellung

Von der Bundesanstalt für Straßenwesen werden seit einigen Jahren die Daten von mehr als 700 automatischen Langzeitzählstellen ausgewertet. Die einzelnen Bundesländer stellen die Daten im Stundenraster, z.T. getrennt nach Kfz und Lkw, auf Magnetband nach einem einheitlichen Format zur Verfügung. In Quartals- und Jahresauswertungen werden u.a. für jede Zählstelle folgende Maßzahlen veröffentlicht [1,2,3]:

- durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV),
- höchstbelastete Stunde des Monats (max. Std.),
- Anteil der max. Std. am jeweiligen Tagesverkehr,
- Anteil der Lkw,
- maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV),
- MSV und DTV getrennt nach Zeitbereichen,
- Wochentagsfaktoren und
- Dauerlinientypen der verschiedenen Wochentage sowie
- Jahresganglinien von Kfz und Lkw für ausgewählte Zählstellen.

Die Maßzahlen (DTV, MSV, max. Std. usw.) sind für den Planer und Verkehrsingenieur wesentliche Kenngrößen, die aber keine Aussagen über die zeitliche Veränderung des Verkehrs über den Tag, die Woche oder das Jahr beinhalten können. Hierzu dienen Ganglinien. Die regelmäßig veröffentlichten Jahresganglinien der täglichen Verkehrsstärken [3] bieten ein Höchstmaß an Genauigkeit; nachteilig ist jedoch, daß dies auf Kosten der Übersichtlichkeit, Vergleichbarkeit und Charakteristik geschieht.

Deshalb wird ein Verfahren vorgestellt, das es u.a. dem Planer ermöglicht, schnell Vergleiche unter Wahrung der charakteristischen Kennwerte über eine Vielzahl ver-

schiedener Zählstellen mit Hilfe typisierter Ganglinien (Tages-, Wochen- und Jahresganglinien) zu ziehen und das somit seiner Entscheidungsfindung dient.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf den Wochen- und Jahresganglinien (Abschnitte 4 und 5), die hier erstmalig umfassend typisiert werden. Der Vollständigkeit halber sind auch die auf MARKLEIN [4] zurückgehenden Ergebnisse für die Tagesganglinien einbezogen (Abschnitt 3). Die zugrunde liegende Methodik wird in Abschnitt 2 behandelt.

2. Methodik

Auf drei verschiedenen Ebenen wurden typisierte Ganglinien erstellt:

- Die untere Ebene bilden die Tagesganglinien. Die Dateneinheit ist Kraftfahrzeuge je Stunde (Kfz/h) über einen Tag.
- Die mittlere Ebene bilden die Wochenganglinien mit der Dateneinheit: Kraftfahrzeuge je 24 Stunden (Kfz/24h) über eine Woche.
- Die obere Ebene bilden die Jahresganglinien mit der Dateneinheit: Kraftfahrzeuge je Woche (Kfz/Woche) über ein Jahr.

Zur allgemeingültigen Ermittlung derartiger Ganglinien müssen Konventionen getroffen werden, durch die Besonderheiten der einzelnen Ebenen, wie z.B. Feier- und Ferientage, besonders berücksichtigt werden. Vor allem aber muß ein mathematisches Verfahren gewählt werden, das die Typisierung ermöglicht. Dieses wird im folgenden beschrieben:

Eine Ganglinie G läßt sich auffassen als ein n -Tupel reeller Zahlen

$$G = (G_1, \dots, G_n).$$

Dabei bezeichnet G_i bei

- Tagesganglinien die Verkehrsstärke der i -ten Stunde des Tages in Kfz/h (also $n = 24$),
- Wochenganglinien die Verkehrsstärke des i -ten Tages der Woche in Kfz/24 h (also $n = 7$) und
- Jahresganglinien die Verkehrsstärke der i -ten Woche des Jahres in Kfz/Woche (also $n = 52$).

Die Tagesganglinien wurden nach den einzelnen Wochentagen getrennt untersucht; lediglich die "Normalwerkstage" Dienstag, Mittwoch und Donnerstag wurden zusammengefaßt, da die Verkehrsverhältnisse an diesen Tagen untereinander sehr homogen sind. Bei den Tages- und den Wochenganglinien wurden die Verkehrsstärken G_i jeweils als arithmetische Mittelwerte über einem sogenannten Normalzeitbereich errechnet; hierbei handelt es sich um einen Zeitbereich von ca. 8 Wochen im April/Mai/Juni und September/Oktober eines Jahres, in dem normale verkehrliche Gegebenheiten vorliegen.

Um eine Beeinflussung der angestrebten Klassifizierung der Ganglinien durch unterschiedliche absolute Niveaus der Verkehrsstärken zu vermeiden, wurde jede Ganglinie normiert, d.h. die Werte G_i wurden transformiert zu

$$\tilde{G}_i = \left(\sum_{i=1}^n G_i \right) / n.$$

Im folgenden wird zur Vereinfachung die Bezeichnung G_i statt \tilde{G}_i verwendet, es werden also ausschließlich normierte Ganglinien betrachtet.

Die Ganglinien wurden in der Regel richtungsbezogen ermittelt, d.h. für jede Fahrtrichtung je Zählquerschnitt wurde eine Tages-, Wochen- und Jahresganglinie berechnet. Zur Unterscheidung verschiedener Querschnitte bzw. Fahrtrichtungen wird im folgenden der Index j verwendet. Nur wenn ausdrücklich von querschnittsbezogener Auswertung die Rede ist, wird zwischen Richtungen nicht unterschieden.

Zur Klassifizierung der Tagesganglinien für die einzelnen Wochentage sowie der Wochenganglinien und der Jahresganglinien wurde jeweils die gleiche Methode verwendet. Die folgenden Ausführungen in diesem Abschnitt gelten daher sinngemäß für jede dieser Arten von Ganglinien.

Zur Durchführung der Klassifizierung bieten sich die Verfahren der Clusteranalyse [5,6,7,8] an. Ziel der Clusteranalyse ist die Zerlegung einer Gesamtheit von m Objekten, die durch die Werte von n Variablen charakterisiert sind, in Klassen, welche in sich möglichst homogen sind. Den Objekten entsprechen hier die Ganglinien

$$G_j = (G_{1j}, \dots, G_{nj}) \text{ mit } 1 \leq j \leq m,$$

während die Abbildung der Menge $1, \dots, m$ in die Menge der reellen Zahlen, welche j den Wert G_{ij} zuordnet, die i -te Variable darstellt ($1 \leq i \leq n$).

Sei nun $\mathcal{K} = \{K_1, \dots, K_k\}$ eine Zerlegung der Menge der Ganglinien in k disjunkte Klassen. Ein Maß für die Homogenität bzw. Heterogenität in den Klassen stellt das sogenannte Varianzkriterium dar. Es fordert, daß die Größe

$$f(\mathcal{K}) = \sum_{l=1}^k \sum_{\{j:G_j \in K_l\}} \sum_{i=1}^n (G_{ij} - \bar{G}_{il})^2$$

möglichst klein wird, wobei \bar{G}_{il} das arithmetische Mittel der zur Klasse K_l gehörigen Realisierungen der i -ten Variable bezeichnet. Das n -Tupel der Mittelwerte

$$G_l = (\bar{G}_{1l}, \dots, \bar{G}_{nl})$$

in der Klasse K_l wird das typischste Objekt, also hier die typischste Ganglinie, oder das Zentroid oder der Typ dieser Klasse genannt. Das Varianzkriterium verlangt demnach die Minimierung der Summe der quadrierten euklidischen Abstände der einzelnen Ganglinien zum Zentroid der jeweiligen Klasse. Die Größe $f(\mathcal{K})$ läßt sich als Heterogenitätsniveau der Zerlegung interpretieren; sie hängt offensichtlich von k , der Anzahl der Klassen, ab. Für $k = m$ bildet jede Ganglinie eine Klasse, so daß $f(\mathcal{K}) = 0$ gilt. Es liegt daher nahe, beginnend mit dieser feinsten Klasseneinteilung schrittweise jeweils die beiden Klassen zu einer neuen Klasse zusammenzufassen, die den geringsten Zuwachs der Größe $f(\mathcal{K})$ ergeben. Dieses Vorgehen wird fortgesetzt, bis schließlich die aus einer Klasse bestehende "Zerlegung" erreicht ist.

Durch die schrittweise Zusammenfassung von Klassen entsteht eine Hierarchie von Zerlegungen, die in einem sogenannten Dendrogramm veranschaulicht werden kann. Auf der Abszisse des Dendrogramms sind sämtliche Objekte, hier also Ganglinien, durch eine Markierung repräsentiert. Die Vereinigung je zweier Klassen ist durch zwei vertikale und eine horizontale Verbindungslinie gekennzeichnet, wobei die Höhe der horizontalen Linie das auf der Ordinate abzulesende Heterogenitätsniveau

$f(\mathcal{K})$ derjenigen Zerlegung angibt, welche unmittelbar nach der jeweiligen Vereinigung vorlag.

Das Dendrogramm bildet die Grundlage zur Bestimmung einer Zerlegung der Objektmenge. Jedem Heterogenitätsniveau ist eine Zerlegung zugeordnet, deren Klassenanzahl mit wachsendem Niveau abnimmt. Man entscheidet sich i.a. für eine Klassifizierung, bei deren Vergrößerung bzw. Verfeinerung eine relativ große bzw. kleine Veränderung der Heterogenität erfolgen würde.

Das beschriebene clusteranalytische Verfahren geht auf WARD (vgl. u.a. [5]) zurück. Es ist letztlich heuristischer Natur und liefert in der Regel - wie auch andere Verfahren - bei gegebener Klassenanzahl k kein globales Minimum von $f(\mathcal{K})$. Zur Verbesserung einer mit diesem Verfahren ermittelten Zerlegung wird in der Literatur bisweilen vorgeschlagen, sogenannte Sift-and-Shift-Verfahren (vgl. [6]) nachzuschalten. Dabei werden alle Objekte nacheinander daraufhin untersucht, ob Zuordnungen zu anderen Klassen ein vorgegebenes Kriterium - z.B. das Varianzkriterium - weiter verbessern und ggfs. diese Verlegungen in die Klassen mit maximalen Verbesserungen durchgeführt.

Berechnungen nach Sift-and-Shift-Verfahren wurden zwar durchgeführt, es zeigte sich jedoch, daß unter verkehrlichen Gesichtspunkten keine besser interpretierbaren Ergebnisse erreicht wurden. Da Sift-and-Shift-Verfahren unter Umständen sehr ähnliche Objekte, die zunächst in einer Klasse sind, auf verschiedene Klassen verteilen können, und da die Ergebnisse dieser Verfahren von der Reihenfolge der Objekte in der Eingabedatei abhängig sind, so daß eine gewisse Willkür unvermeidbar ist, wurden die Ergebnisse des WARD'schen Verfahrens als Ender-

gebnisse übernommen. Die Ergebnisse der clusteranalytischen Verfahren wurden schließlich durch Hauptkomponentenanalysen abgesichert. Durch Auftragen der zweiten über der ersten Hauptkomponente für die untersuchten Ganglinien konnte die "Trennschärfe" der jeweiligen Klassifizierung veranschaulicht werden, und zwar in einer für die Darstellung in zwei Dimensionen optimalen Weise [9].

Die einzelnen Klassen werden durch ihre jeweiligen Zentroide repräsentiert, die auch als Typen bezeichnet werden. Bei Kontrolluntersuchungen und Anwendungen der Klassifizierungen sind häufig Ganglinien, deren Klassenzugehörigkeit a priori nicht bekannt ist, nach Möglichkeit einer bekannten Klasse bzw. einem bekannten Typ zuzuordnen. Zu diesem Zweck wird zunächst zu allen ermittelten Typen der quadrierte euklidische Abstand der zuzuordnenden Ganglinie (G_1, \dots, G_n) gebildet, also

$$d^2(G, \bar{G}_1) = \sum_{i=1}^n (G_i - \bar{G}_{i1})^2 \quad (l = 1, \dots, k) \quad *).$$

Eine Zuordnung erfolgt genau dann - und zwar zu dem Typ \bar{G}_1 mit minimalem Wert für $d^2(G, \bar{G}_1)$ - wenn ein Schwellwert E nicht überschritten wird. Dieser Schwellwert wird berechnet zu

$$E = \max_{1 \leq l_1 \leq k} \min_{\substack{1 \leq l_2 \leq k \\ l_2 \neq l_1}} d^2(\bar{G}_{l_1}, \bar{G}_{l_2})$$

*) Bei den Jahresganglinien werden die G_i ggfs. so umgeordnet, daß beim Vergleich mit den G_{il} jeweils vergleichbare Feiertags- und Hauptreisezeitwochen einander gegenübergestellt sind; eine solche Umordnung ist in der Regel notwendig, wenn die Ganglinien aus verschiedenen Jahren stammen.

und gibt somit den größten Minimalabstand zwischen zwei Ganglinientypen an.

Infolge von unvollständigen Datenreihen sollten einerseits in der Regel nicht alle Ganglinien in die Clusteranalyse einbezogen werden. Andererseits soll nach Möglichkeit kein tatsächlich vorkommender Typ unentdeckt bleiben. Daher werden im folgenden Überlegungen zur Mindestanzahl der in die Clusteranalyse einzubeziehenden Ganglinien angestellt.

Eine bestimmte Klasse sei mit dem Anteil p in der Grundgesamtheit aller Ganglinien vertreten. Die Grundgesamtheit bestehe aus N Ganglinien, von denen M in die Clusteranalyse einbezogen werden. Der Anteil von Ganglinien der betrachteten Klasse in dieser Teilgesamtheit sei P . Dann ist gemäß [10] $P-p$ näherungsweise normalverteilt mit Erwartungswert 0 und Varianz

$$\frac{p(1-p)}{M} \cdot \left(1 - \frac{M}{N}\right).$$

Damit ist P zum 99 %-Konfidenzniveau größer als $\frac{1}{M}$, falls

$$p > \frac{2,33^2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{N}\right) + \frac{2}{M}}{2 \left(2,33^2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{N}\right) + 1\right)} + \sqrt{\left(\frac{2,33^2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{N}\right) + \frac{2}{M}}{2 \left(2,33^2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{N}\right) + 1\right)}\right)^2 - \frac{1}{M^2 \left(1 + 2,33^2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{N}\right)\right)}}$$

Insbesondere können Klassen von mindestens 1,5 % der Grundgesamtheit (mit $N \sim 1400$) mit 99 %-iger Signifikanz in der Teilgesamtheit erkannt werden, wenn sie mindestens $M = 400$ Ganglinien enthält. Dies war aber in

allen Untersuchungen der Fall, so daß praktisch kaum relevante Klassen oder Typen unerkannt geblieben sein dürften.

Bei der Typenzuordnung von ca. 717 Zählstellen (also 1434 "Fahrtrichtungen") aufgrund des Datenbestandes für das Jahr 1980 konnten

- 1180 Jahresganglinien (82,3 %)
- 1341 Wochenganglinien (93,5 %)
- 1335 Tagesganglinien (simultan für alle Wochentage)
(93,1 %)

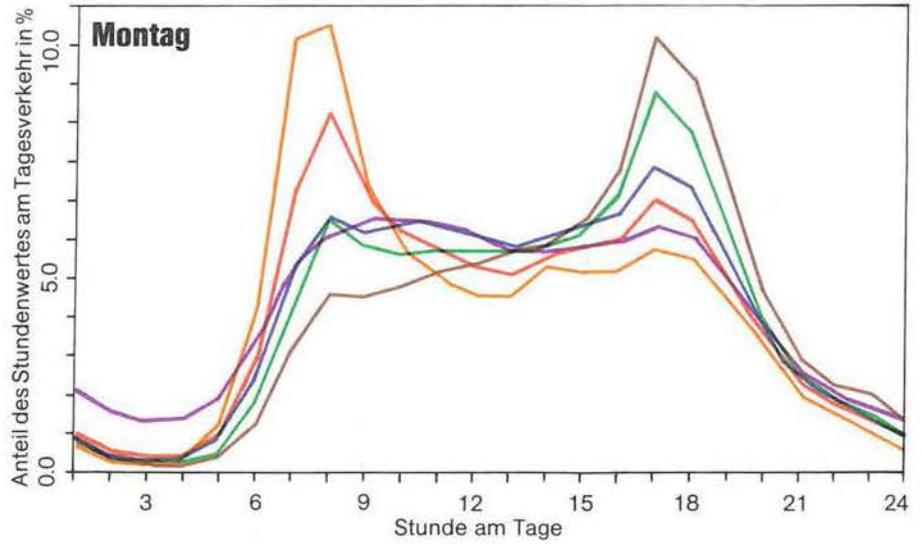
zugeordnet werden. Zumal einige der 1434 Fahrtrichtungen wegen nicht interpolierbarem Datenausfall keine vollständigen Ganglinien für die Typenzuordnung aufwiesen, ist dieses Ergebnis zufriedenstellend. Da die Jahresganglinien auf den Zählwerten eines ganzen Jahres beruhen, die Wochen- und Tagesganglinien jedoch nur auf den Zählwerten des Normalzeitbereichs eines Jahres, entspricht es den Erwartungen, daß die Jahresganglinien die relativ geringsten Zuordnungsquoten besitzen.

3. Tagesganglinien

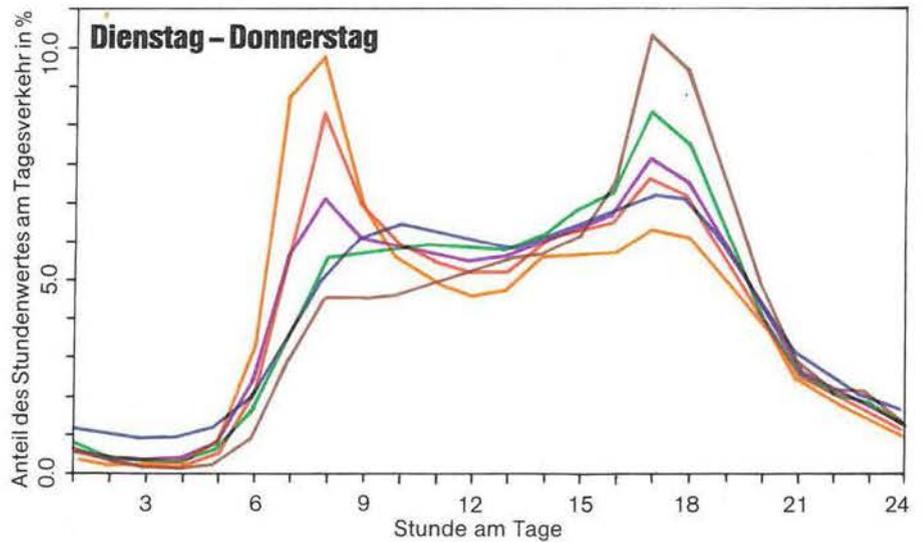
MARKLEIN [4] klassifizierte querschnittsbezogene Tagesganglinien normierter stündlicher Verkehrsstärken aus den Zählwerten des Jahres 1977 automatischer Langzeitzählstellen.*) Die Auswertung erfolgte getrennt für die Tage bzw. Tagegruppe Dienstag bis Donnerstag, Freitag und Sonntag. Die einzelnen Ganglinien wurden als Mit-

*) *Sämtliche clusteranalytischen Auswertungen wurden mit dem Programmpaket CLUSTAN 1 C (1975) von D. Wishart, University College London durchgeführt.*

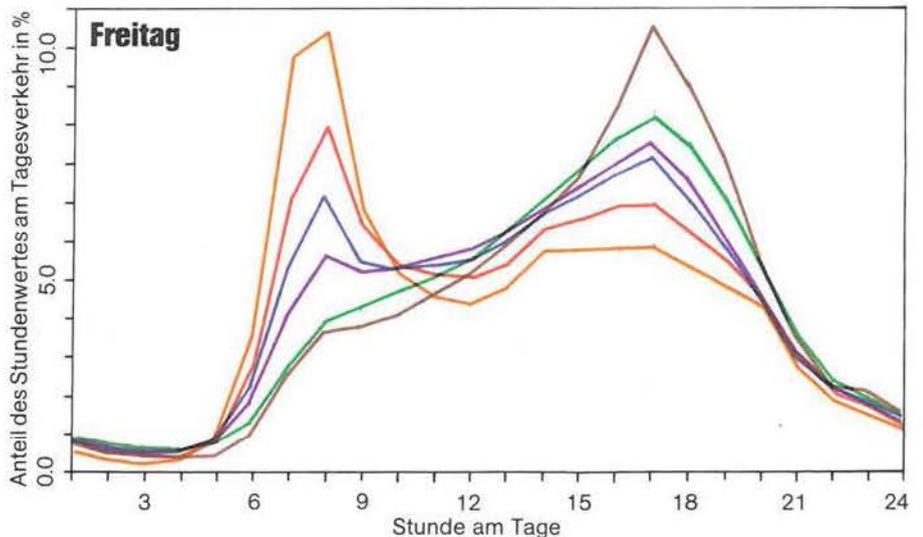
- Typ A — ausgeprägte Morgenspitze, konstante Verkehrsstärke vormittags bis nachmittags
- Typ B — überwiegende Morgenspitze, geringe Nachmittagspitze
- Typ C — tagsüber konstante Verkehrsstärke
- Typ D — konstante Verkehrsstärke vormittags, geringe Nachmittagspitze
- Typ E — geringe Morgenspitze, ausgeprägte Nachmittagspitze
- Typ F — über den Tag zur Nachmittagspitze ansteigende Verkehrsstärke



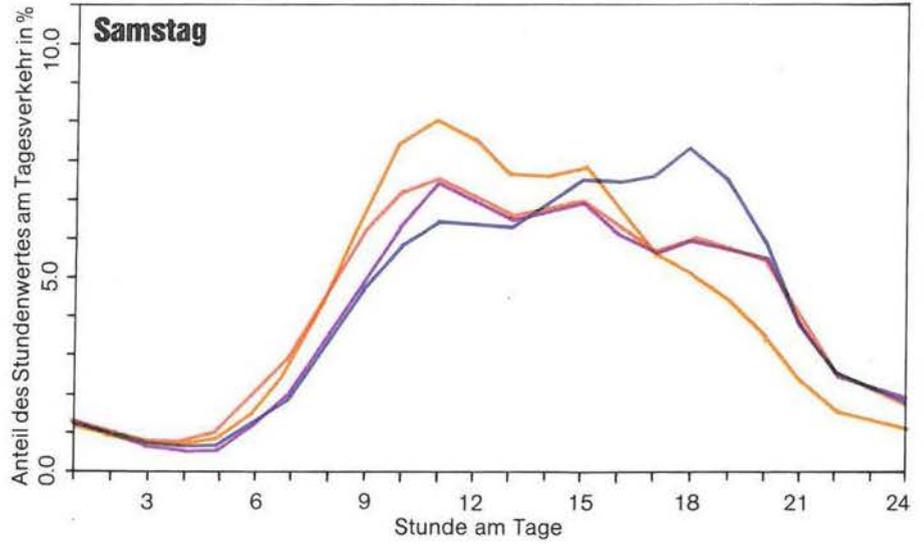
- Typ A — ausgeprägte Morgenspitze, nachmittags leicht ansteigende Verkehrsstärke
- Typ B — überwiegende Morgenspitze, nachmittags ansteigende Verkehrsstärke
- Typ C — geringe Morgen- und Nachmittagspitze
- Typ D — tagsüber konstante Verkehrsstärke
- Typ E — erstes Ansteigen der Verkehrsstärke morgens, dann weiter wachsend bis zur Nachmittagspitze
- Typ F — über den Tag ansteigend bis zum sehr ausgeprägten Maximum am Nachmittag



- Typ A — ausgeprägte Morgenspitze, starker Rückgang mittags, nachmittags konstantes Verkehrsstärkeniveau
- Typ B — ausgeprägte Morgenspitze, nachmittags ansteigende Verkehrsstärke
- Typ C — erstes Ansteigen der Verkehrsstärke in den Morgenstunden, weit anwachsend bis nachmittags
- Typ D — lokales Morgenmaximum, breites Maximum am Nachmittag
- Typ E — stetig steigend, ausgeprägte Nachmittagspitze
- Typ F — stetig steigend, sehr ausgeprägte Nachmittagspitze



- Typ A — ausgeprägte Vormittagsspitze
- Typ B — tagsüber ausgeglichene Verkehrsstärke
- Typ C — Spitzenbelastung mittags
- Typ D — ausgeprägte Abendspitze



- Typ A — ausgeprägte Vormittagsspitze, nachmittags früh abnehmende Verkehrsstärke
- Typ B — mittags Rückgang der Verkehrsstärke, sonst ausgeglichen
- Typ C — stetig wachsend bis zum Maximum am späten Abend
- Typ D — Spitzenbelastung nachmittags
- Typ E — stetig wachsend, Maximum am frühen Abend
- Typ F — stetig wachsend, sehr ausgeprägte Abendspitze

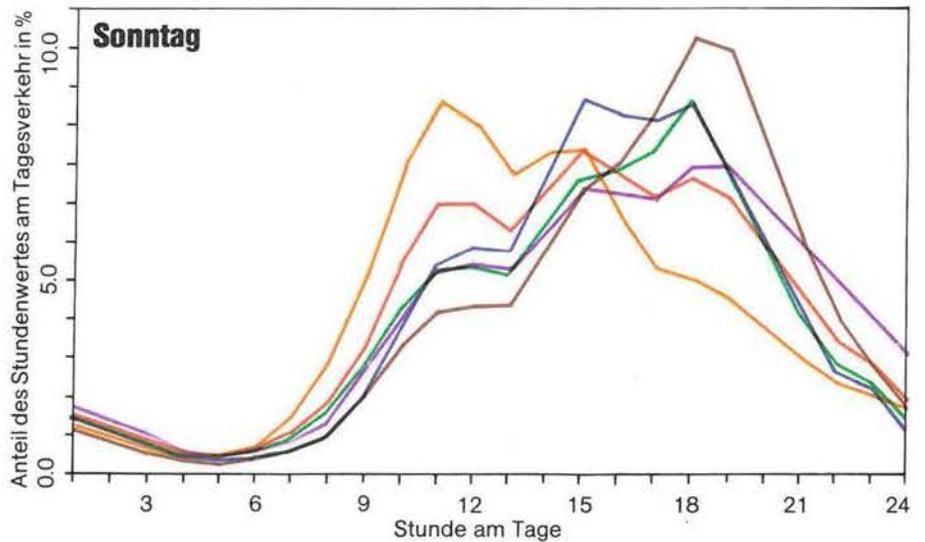


Bild 1: Tagesganglinientypen

telwerte über das ganze Jahr (also nicht nur über einen Normalzeitbereich) errechnet. Die einzelnen Variablen wurden standardisiert, d.h. so transformiert, daß sie den Mittelwert 0 und die Standardabweichung 1 aufwiesen; hierdurch wurden z.B. Nachtstunden unter verkehrlichen Gesichtspunkten überbewertet.

In späteren Untersuchungen wurden richtungsbezogene Tagesganglinien normierter stündlicher Verkehrsstärken für jeden Wochentag ermittelt. Bei dieser Analyse wurden die Zählraten aus einem Normalzeitbereich im Jahre 1978 zugrundegelegt. Eine Standardisierung der Variablen wurde nicht durchgeführt. Die aus diesen Klassifizierungen sich ergebenden Typen sind im Bild 1 dargestellt; sie werden seit dem Jahre 1978 in den Jahresauswertungen automatischer Langzeitzählgeräte [2] für Typenzuordnungen verwendet.

Die einzelnen Ganglinientypen für Tage mit Berufsverkehr (Montag, Dienstag bis Donnerstag, Freitag) sind durch eine ausgeprägte Morgenspitze (Typ A) bzw. durch relativ ausgeglichene Verläufe bzw. durch eine ausgeprägte Nachmittagsspitze (Typ F) gekennzeichnet. Für Sonntage weist nur der Typ A eine ausgeprägte Vormittagsspitze auf, während für alle anderen Typen (B bis F) nachmittags oder abends das mehr oder weniger breite Maximum erreicht wird. Das Verkehrsgeschehen an Samstagen ist weniger differenziert und wird durch vier Typen beschrieben.

In Bild 2 sind für die dem WARD'schen Verfahren zugrunde gelegten Ganglinien die prozentualen Häufigkeiten der Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtungen zusammengestellt. Hieraus ergibt sich z.B., daß an Tagen mit Berufsverkehr ausgeprägte Morgen-

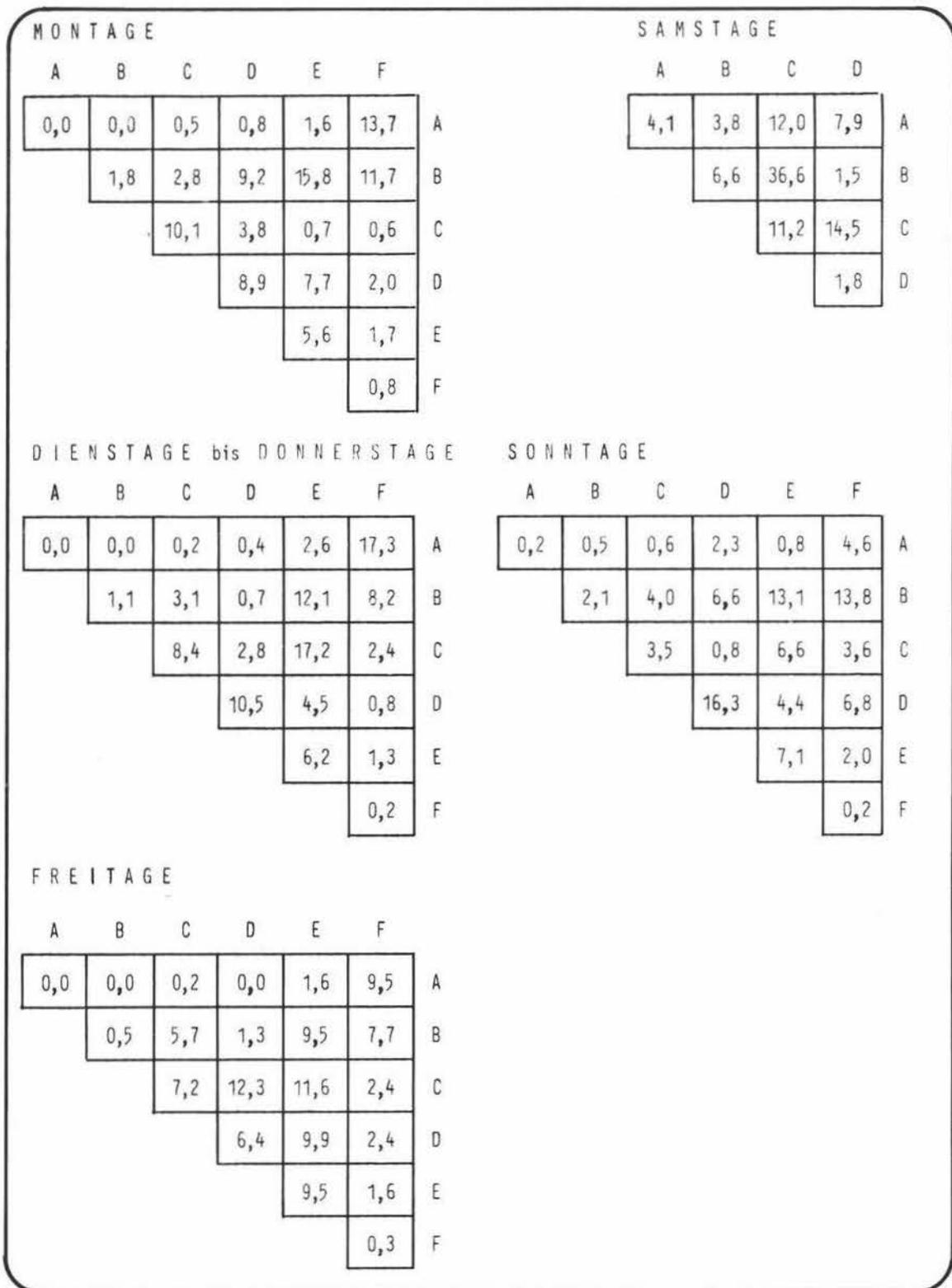


Bild 2: Prozentuale Häufigkeiten von Typenkombinationen (Hin- und Gegenrichtung) der Tagesganglinien, bezogen auf alle möglichen Kombinationen.

spitzen in der einen Richtung relativ häufig mit ausgeprägten Nachmittagsspitzen in der anderen Richtung kombinieren.

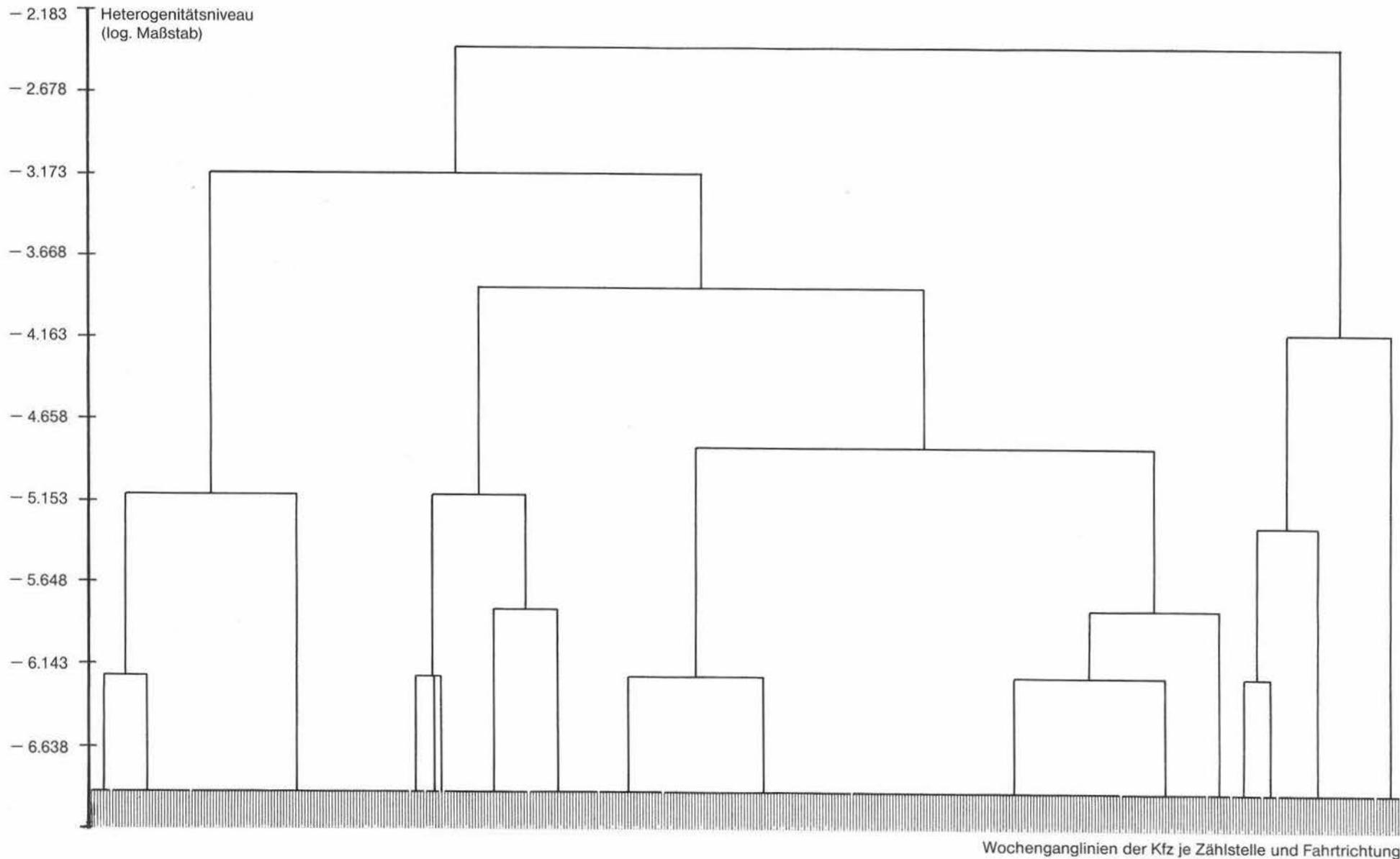
4. Wochenganglinien

Die Wochenganglinien wurden auf der Basis der Zählraten des Jahres 1979 klassifiziert. Für jede Zählstelle und Richtung wurden zunächst für jeden Wochentag Mittelwerte der absoluten täglichen Verkehrsstärken berechnet. Die Mittelung erstreckte sich wie bei den Tagesganglinien nicht über das ganze Jahr - die Ergebnisse wären in diesem Falle durch Feiertage, Ferienverkehr, extreme Witterungseinflüsse usw. beeinträchtigt -, sondern über einen Normalzeitbereich. Die mittleren täglichen Verkehrsstärken wurden schließlich auf Anteilwerte der Woche mit der Summe 1 normiert.

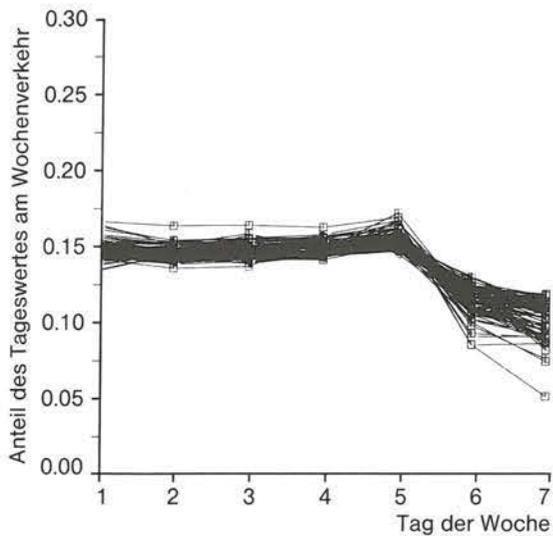
Es konnten auf diese Weise 429 Wochenganglinien der normierten täglichen Verkehrsstärken erstellt werden, die dann nach dem WARD'schen Verfahren klassifiziert wurden; dabei ergab sich die in Bild 3 als Dendrogramm dargestellte hierarchische Klassenstruktur. Es wurden schließlich die etwa auf dem Heterogenitätsniveau $-5,1$ (logarithmischer Maßstab) vorhandenen sechs Klassen gebildet, die zu sechs Ganglinientypen führten. Die Bilder 4a bis 4f zeigen für die einzelnen Klassen neben deren charakteristischen Typen (Ganglinien der Mittelwerte) auch die Standardabweichungen sowie die Maxima und Minima der Werte der einzelnen Wochentage; darüber hinaus sind alle den einzelnen Klassen zugehörigen Ganglinien dargestellt.

Durch die Bestimmung der ersten beiden Hauptkomponenten für die untersuchten Wochenganglinien wurde die aus dem

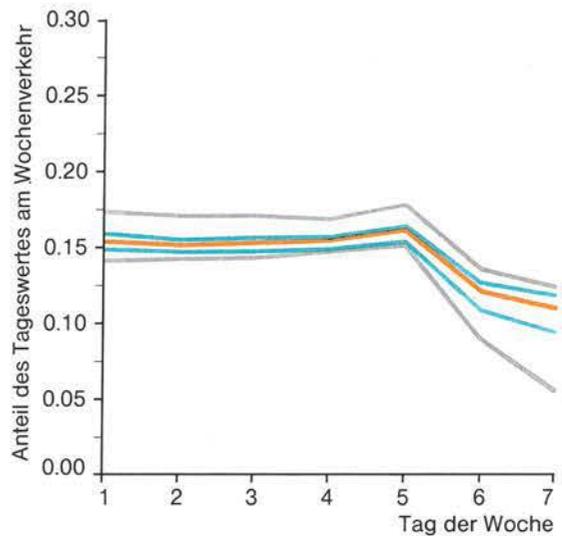
Bild 3: Dendrogramm der Wochenganglinien Kfz-In und Gegen-Richtung



Typ A

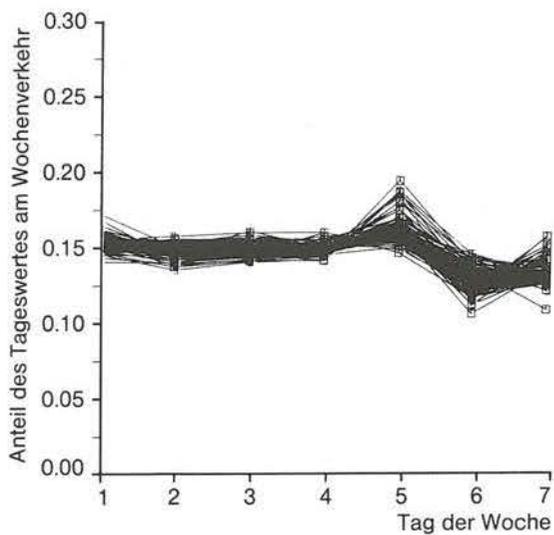


Mittelwerte:	0.153	0.151	0.152	0.154	0.160	0.120	0.109
Standardabweichung:	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005	0.009	0.012
Maximalwerte:	0.172	0.169	0.170	0.168	0.178	0.136	0.124
Minimalwerte:	0.140	0.141	0.142	0.147	0.151	0.090	0.055

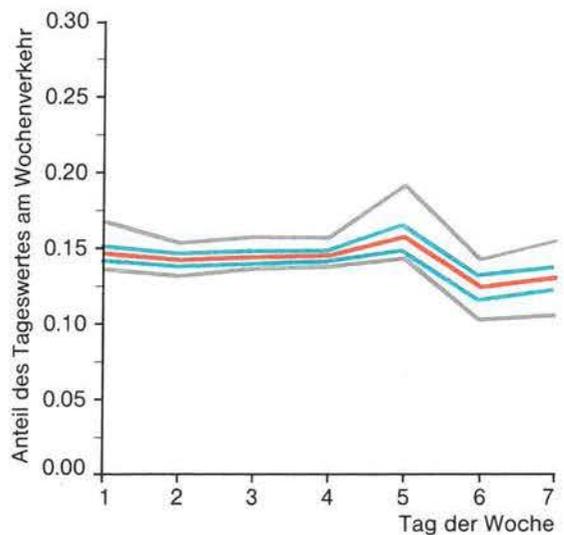


—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Typ B

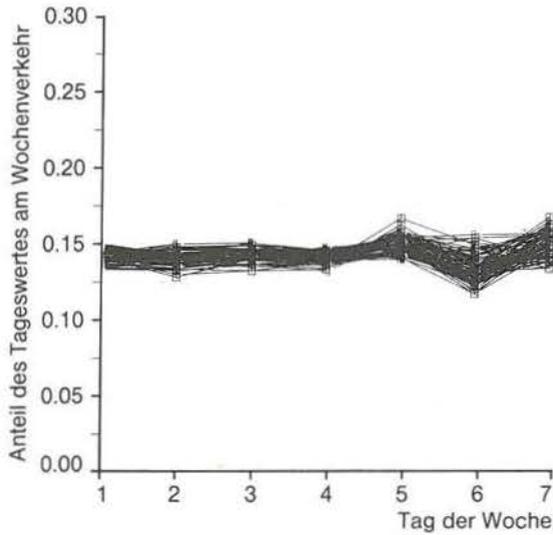


Mittelwerte:	0.147	0.143	0.145	0.147	0.159	0.126	0.133
Standardabweichung:	0.005	0.004	0.004	0.003	0.008	0.008	0.008
Maximalwerte:	0.166	0.153	0.157	0.157	0.192	0.144	0.157
Minimalwerte:	0.135	0.130	0.136	0.138	0.144	0.104	0.108

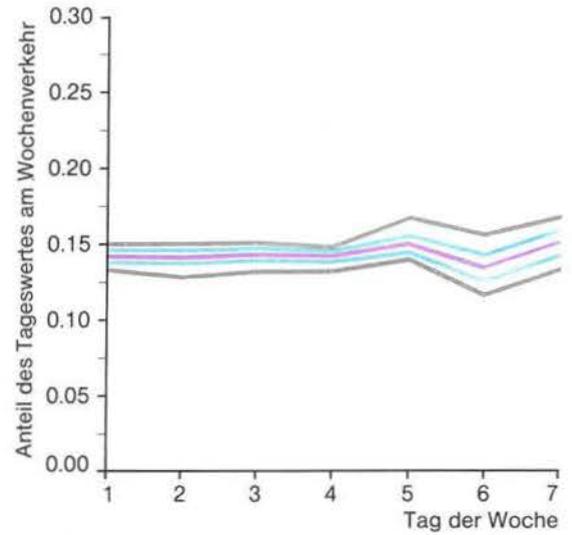


—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Typ C

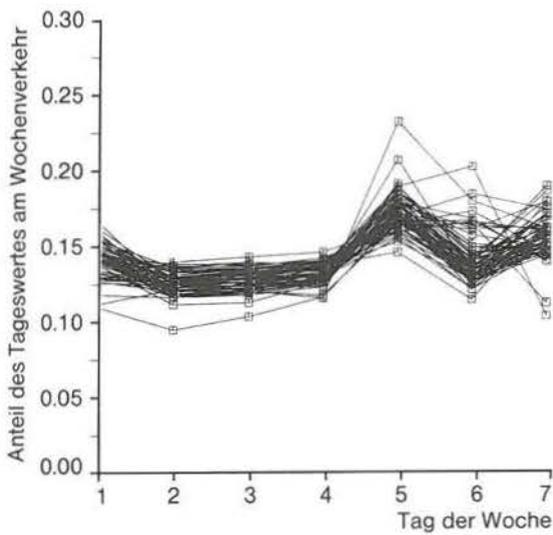


Mittelwerte:	0.141	0.141	0.143	0.142	0.150	0.134	0.151
Standardabweichung:	0.004	0.004	0.004	0.003	0.005	0.009	0.008
Maximalwerte:	0.149	0.150	0.151	0.148	0.167	0.157	0.169
Minimalwerte:	0.132	0.127	0.132	0.132	0.140	0.117	0.134

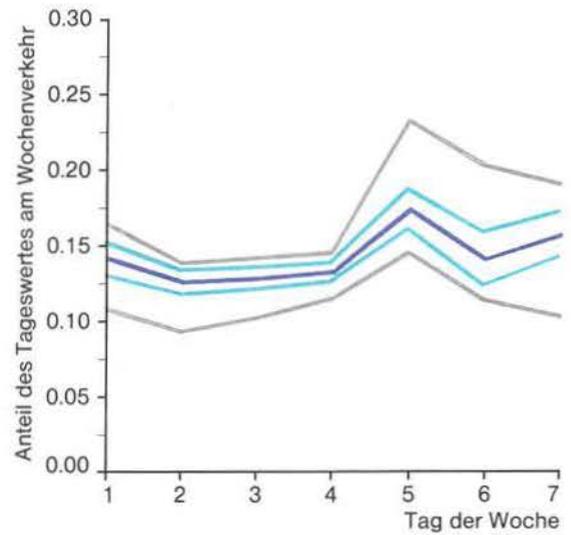


—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Typ D

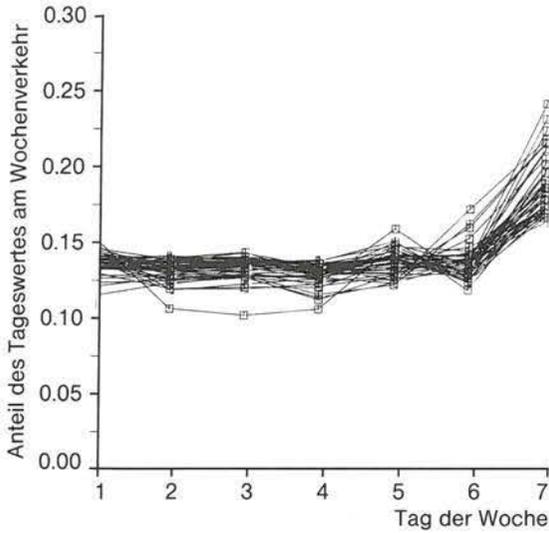


Mittelwerte:	0.141	0.126	0.128	0.132	0.174	0.141	0.158
Standardabweichung:	0.011	0.008	0.007	0.006	0.013	0.018	0.015
Maximalwerte:	0.166	0.140	0.143	0.147	0.234	0.204	0.191
Minimalwerte:	0.109	0.094	0.103	0.116	0.146	0.115	0.104

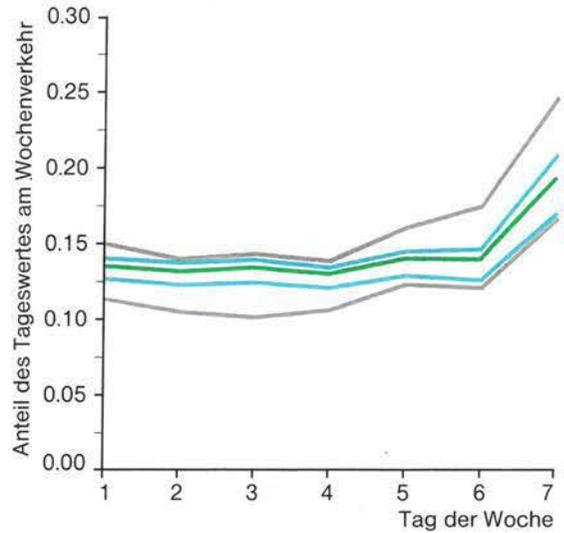


—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Typ E

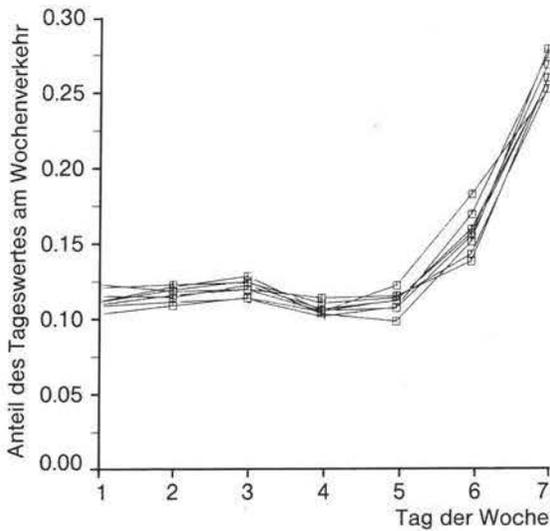


Mittelwerte:	0.134	0.131	0.134	0.130	0.139	0.139	0.193
Standardabweichung:	0.007	0.007	0.008	0.007	0.008	0.010	0.019
Maximalwerte:	0.150	0.140	0.144	0.139	0.161	0.175	0.247
Minimalwerte:	0.113	0.105	0.102	0.106	0.124	0.121	0.167

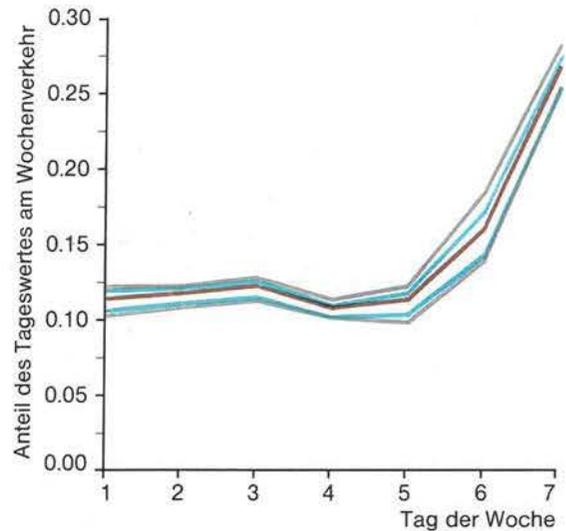


—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Typ F



Mittelwerte:	0.113	0.117	0.122	0.108	0.113	0.160	0.268
Standardabweichung:	0.007	0.005	0.005	0.004	0.007	0.014	0.011
Maximalwerte:	0.123	0.123	0.129	0.115	0.124	0.186	0.284
Minimalwerte:	0.103	0.109	0.114	0.103	0.100	0.141	0.256



—	Mittelwerte
—	Mittelw. \pm Standardabw.
—	Extremwerte

Bild 4: Ganglinien, Mittelwerte, Standardabweichungen und Extremwerte der Wochenganglinientypen A bis F

Dendrogramm abgeleitete Klassifizierung bestätigt.

Die Ganglinien der Mittelwerte bilden die sechs Wochen-
ganglinientypen, die nach wachsendem Anteil für die
Wochenenden (Samstag und Sonntag) mit A bis F bezeich-
net wurden und im Bild 5 zusammen dargestellt sind.
Im einzelnen lassen sie sich folgendermaßen beschreiben:

Typ_A

Von montags bis donnerstags ist der Verkehrsanteil hier
am höchsten von allen Ganglinientypen. Er ist für die-
se Tage annähernd konstant, steigt zum Freitag leicht
an und fällt zum Wochenende stark ab. Diese Ganglinie
weist den niedrigsten Verkehrsanteil für Sonntage auf.

Typ_B

Die Verkehrsanteile für den Zeitraum Montag bis Don-
nerstag sind nur leicht niedriger als bei Typ A. Der
Verkehr geht zum Wochenende zurück, der niedrigste Wert
liegt für den Samstag vor. Der höchste Verkehrsanteil
ist am Freitag.

Typ_C

Dieser Ganglinientyp weist annähernd gleiche Verkehrs-
anteile über die gesamte Woche auf. Die Werte für den
Freitag und den Sonntag liegen allerdings leicht über
denen für den Samstag.

Typ_D

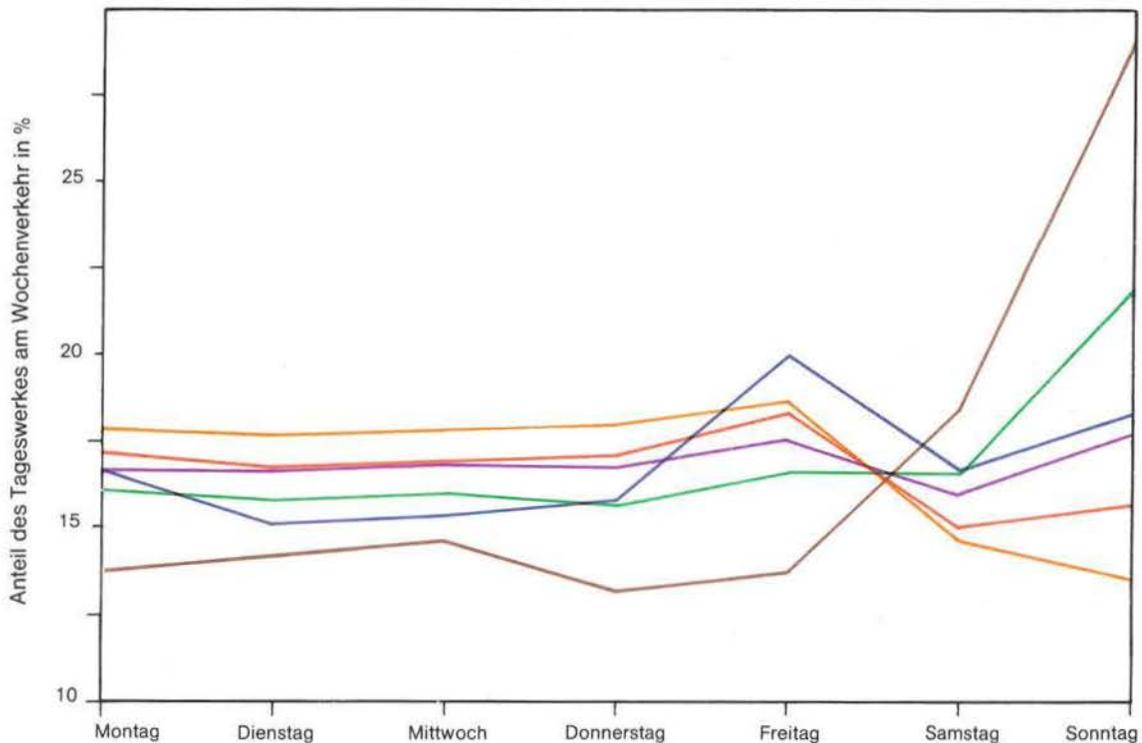
Die Verkehrsanteile für die Werkzeuge Montag bis Don-
nerstag sind niedriger als für Samstage und Sonntage.
Der Freitag hat den höchsten Wert von allen Ganglinien-
typen; vermutlich kommt es am Freitag zu stärkeren
Überlagerungen des Berufs- und des Freizeitverkehrs.
Nach einem Rückgang für den Samstag steigt der Verkehrs-
anteil für den Sonntag wieder an.

Typ_E

Ein weiter erhöhter Verkehrsanteil für das Wochenende ist bei diesem Ganglinientyp erkennbar. Von montags bis samstags ist der Verkehr fast konstant; für den Sonntag liegt eine Verkehrsspitze vor.

Typ_F

Dieser Ganglinientyp ist durch extremen Wochenendverkehr gekennzeichnet; die Verkehrsanteile für Samstag und Sonntag umfassen 43 % des gesamten Wochenverkehrs.

**Wochenganglinien**

- Typ A — Deutliches Minimum für Samstage und Sonntage.
- Typ B — Minimum für Samstage und Sonntage.
- Typ C — Weitgehend ausgeglichene Ganglinie.
- Typ D — Verkehr an den Wochenenden stärker als an den Werktagen Montag bis Donnerstag, Maximum für Freitage.
- Typ E — Ausgeglichener Verlauf für Montage bis Samstage, deutliche Spitze für Sonntage.
- Typ F — Extreme Spitze für Sonntage, Verkehr an Samstagen deutlich stärker als an Werktagen Montag bis Freitag.

Bild 5: Wochenganglinientypen

Die Verteilung der dem WARD'schen Verfahren zugrunde gelegten 429 Wochenganglinien nach Typenzugehörigkeit und Straßenklasse ergibt sich aus Bild 6.

Schließlich sind in Bild 7 (a-d) für diese Ganglinien die prozentualen Häufigkeiten der Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtung zusammengestellt. Es zeigt sich, daß im Vergleich zu den Tagesganglinien relativ häufig für beide Richtungen eines Querschnittes die gleichen Ganglinientypen vorliegen und relativ selten sehr unterschiedliche Typen miteinander kombinieren.

Typ	<u>Straßenklasse</u>			
	A	B	L,S	K,G
A	3,7	11,9	7,5	1,4
B	7,2	17,9	3,3	0,5
C	0,7	12,8	5,8	0,0
D	8,9	4,9	0,5	0,2
E	0,7	6,5	2,6	1,2
F	0,0	1,4	0,5	0,0

Bild 6: Verteilung der Wochenganglinien nach Ganglinientyp und Straßenklasse (Angaben in Prozent, bezogen auf alle 429 der Clusteranalyse zugrunde liegenden Ganglinien).

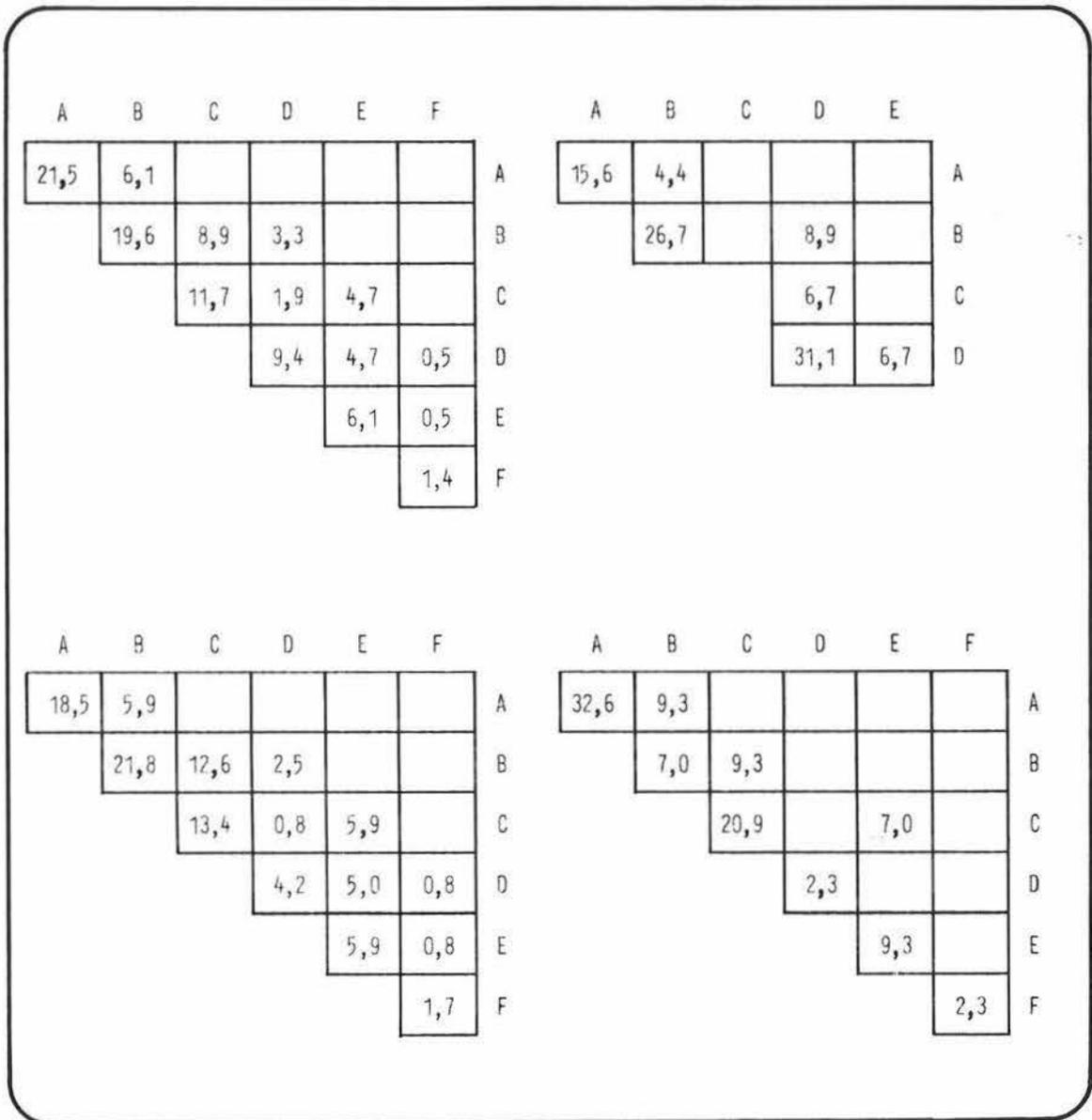


Bild 7: Prozentuale Häufigkeiten der Typenkombinationen (Hin- und Gegenrichtung) der Wochenganglinientypen, bezogen auf alle möglichen Kombinationen

- a) für alle Straßenklassen
- b) für Bundesautobahnen
- c) für Bundesstraßen
- d) für Landes- und Staatsstraßen

5. Jahresganglinien

Für die Klassifizierung der Jahresganglinien wurden die Zählraten des Jahres 1980 zugrunde gelegt. Anders als im Falle der Tages- und Wochenganglinienklassifizierung erwies es sich als notwendig, Lücken in den Datenreihen durch räumlich-zeitliche Interpolationen zu schließen; es handelt sich dabei um das in den Jahresauswertungen automatischer Langzeitzählstellen (s. [2]) verwendete Interpolationsverfahren.

Für jede Zählstelle und Richtung wurden dann die (absoluten) wöchentlichen Verkehrsstärken für alle Wochen des Jahres berechnet. Dabei wurde die Woche als Zeitraum von Dienstag bis Montag definiert, so daß die Oster- bzw. Pfingstfeiertage jeweils nur einer Woche angehören. Ferner wurden Resttage einer Woche am Jahresanfang bzw. am Jahresende der jeweils anschließenden bzw. vorhergehenden Woche hinzugefügt, wobei die sich für solche verlängerten Wochen ergebenden Verkehrsstärken proportional auf einen 7-Tage-Zeitraum umgerechnet wurden.

Zur Verbesserung der Voraussetzungen für Vergleiche von Ganglinien zwischen verschiedenen Jahren wurden über die Wochen der Hauptreisezeit (etwa von Mitte Juni bis Mitte September) sowie über bestimmte Wochen mit Feiertagen die wöchentlichen Verkehrsstärken gemittelt, so daß in den Ganglinien für diese Zeiträume eine mehr oder weniger auffällige Glättung zu erkennen ist. Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Eine Woche wurde der Hauptreisezeit zugeordnet, wenn mindestens ein Tag dieser Woche in die Hauptreisezeit fiel.

- Für die gesamte Hauptreisezeit wurde die mittlere wöchentliche Verkehrsstärke berechnet; dieser gemeinsame Wert wurde jeder Woche der Hauptreisezeit zugeordnet.
- Für Wochen, die nicht in die Hauptreisezeit fielen und in denen mindestens ein Tag, der nicht ein Samstag oder ein Sonntag war, einer der folgenden Feiertage war, wurde die jeweils gemittelte wöchentliche Verkehrsstärke berechnet und diesen sogenannten Feiertagswochen zugeordnet. Es handelt sich um die Feiertage
 - Karfreitag, Ostermontag,
 - Pfingstmontag,
 - Christi Himmelfahrt, 1. Mai, 17. Juni, Fronleichnam,
 - Allerheiligen, Bußtag sowie
 - Heiligabend und 2. Weihnachtsfeiertag.

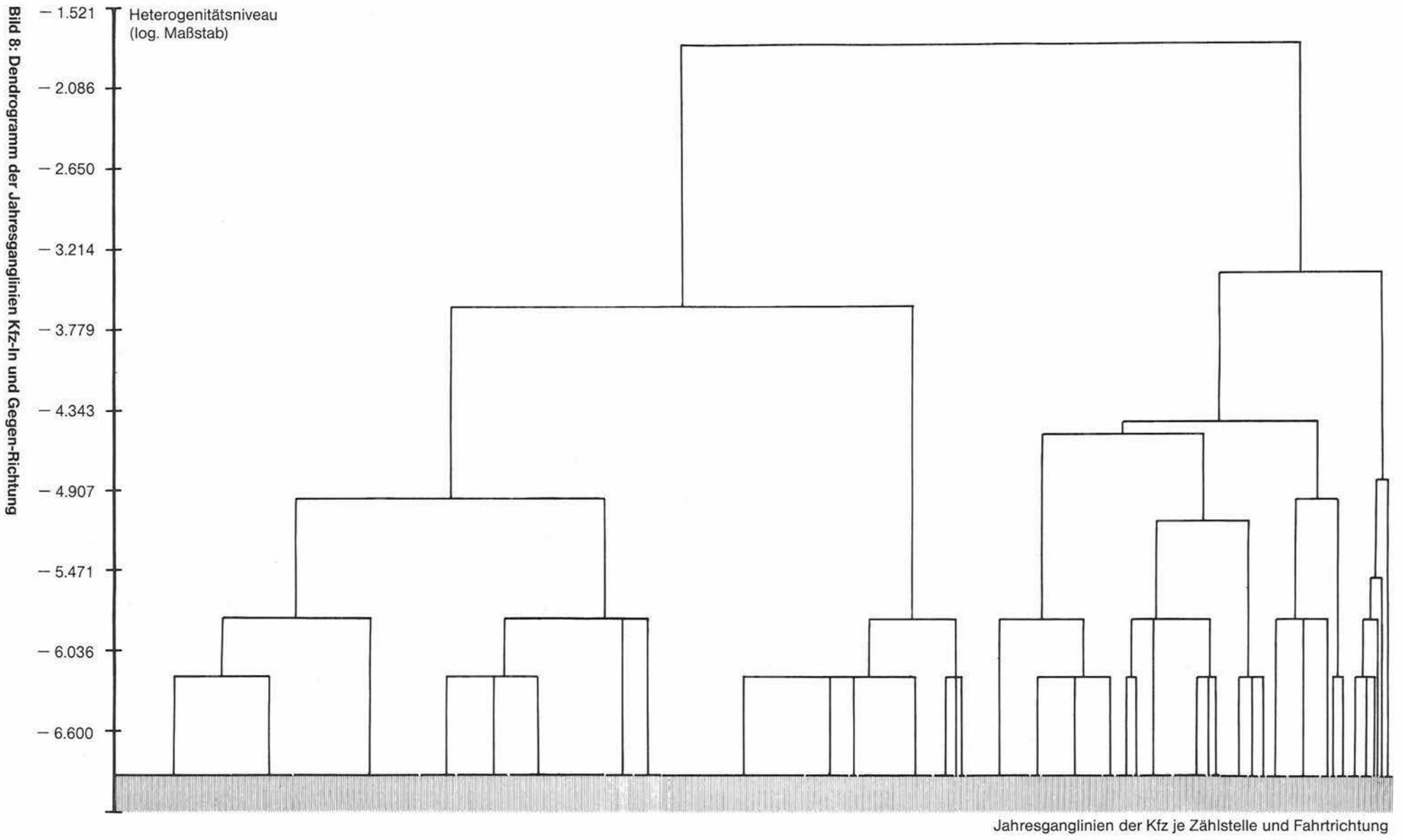
Somit ergaben sich für die Feiertagswochen bis zu fünf verschiedene Mittelwerte der wöchentlichen Verkehrsstärken.

Schließlich wurden für die 52 Wochen des Jahres 1980 die (z.T. gemittelten) Absolutwerte der wöchentlichen Verkehrsstärken auf Anteilswerte des Jahres mit der Summe 100 normiert.

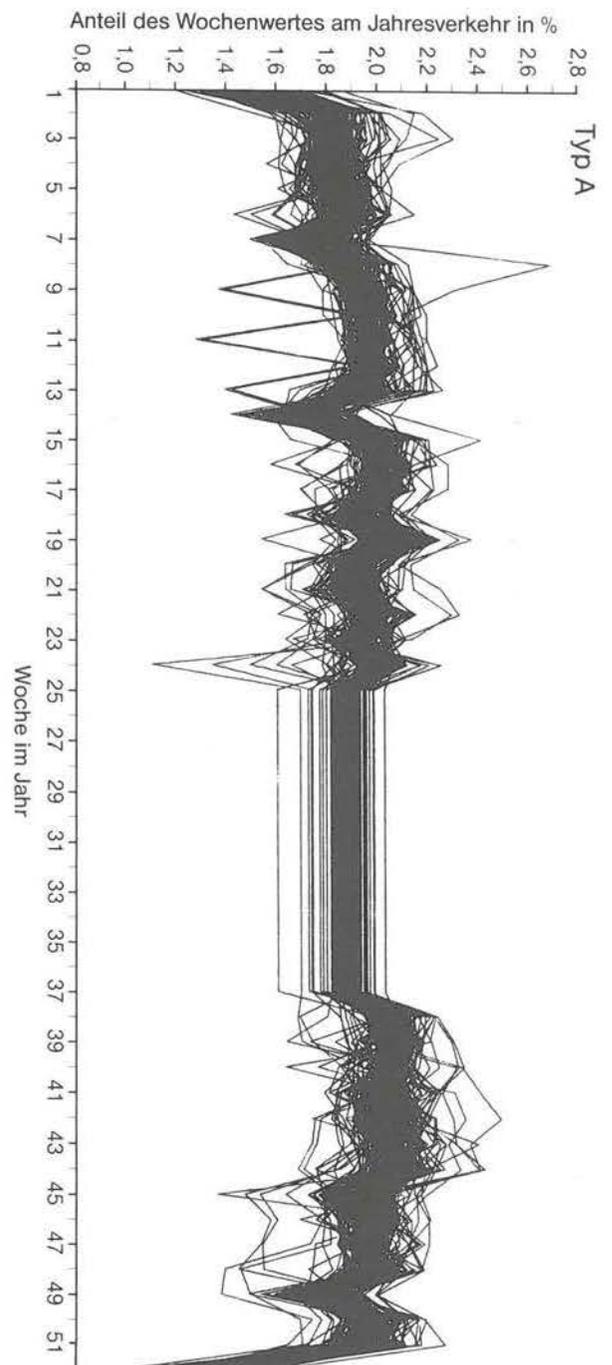
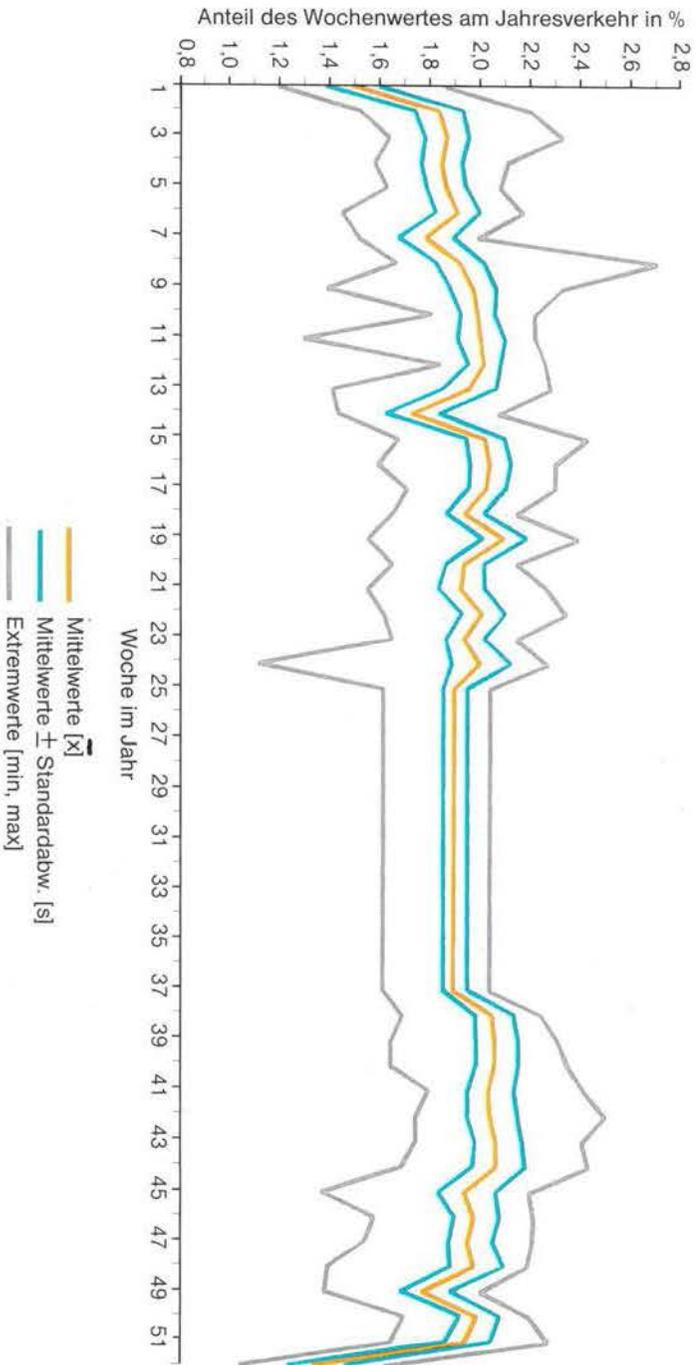
Auf die beschriebene Weise konnten 813 Jahresganglinien der normierten wöchentlichen Verkehrsstärken erstellt werden, die dann nach dem WARD'schen Verfahren klassifiziert wurden; dabei ergab sich die in Bild 8 als Dendrogramm dargestellte hierarchische Klassenstruktur. Es ergaben sich bei einem Heterogenitätsniveau von $-4,8$ (logarithmischer Maßstab) sechs Klassen. Im Bild 9 (a-f) sind für die einzelnen Klassen neben den zugehörigen Typen (Ganglinien der Mittelwerte) auch die Stan-

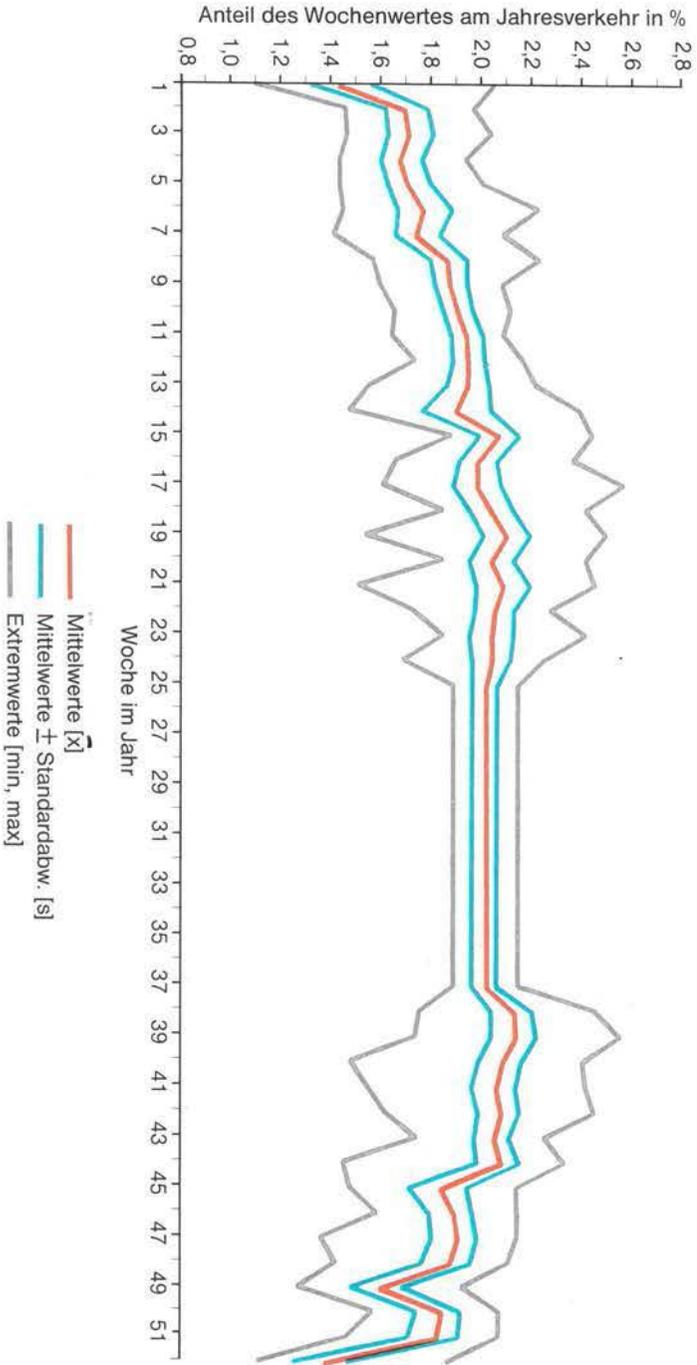
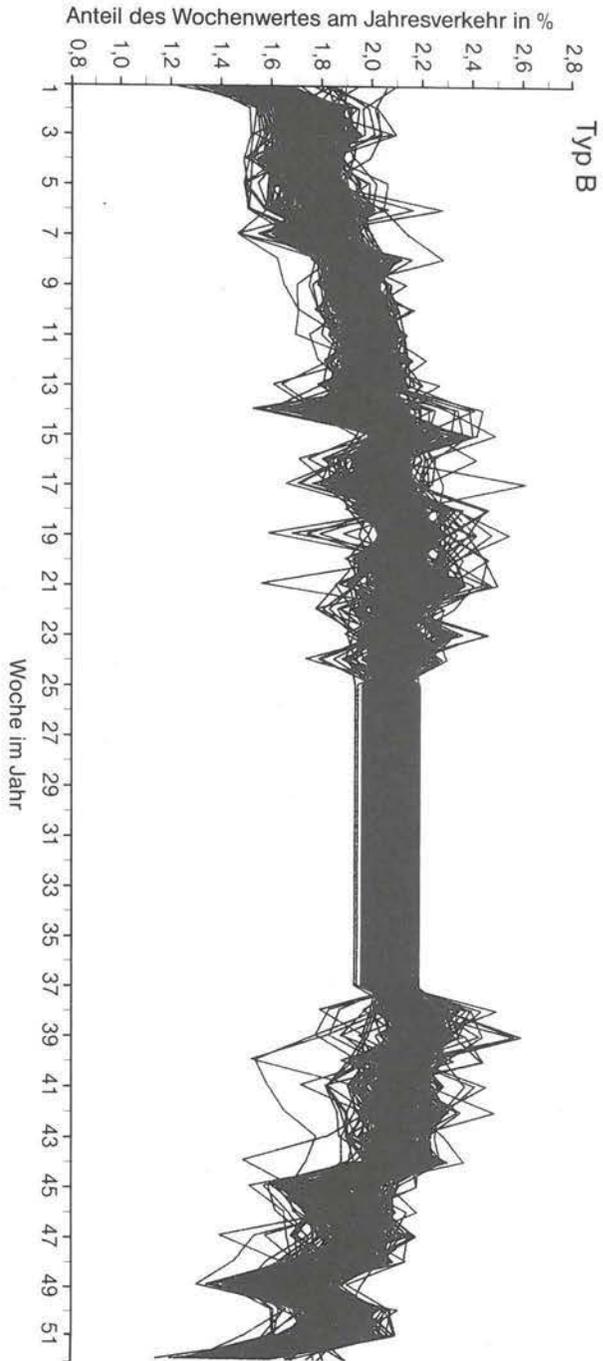
dardabweichungen sowie die Maxima und Minima eingezeichnet; ferner sind alle den einzelnen Klassen zugehörigen Ganglinien dargestellt.

Durch die Bestimmung der ersten beiden Hauptkomponenten für die untersuchten Jahresganglinien wurde im wesentlichen die aus dem Dendogramm abgeleitete Klassifizierung bestätigt; allerdings zeigten sich stärkere Überlappungen zwischen den zu den Typen D und E (s.u.) gehörigen Klassen. Dementsprechend liegen diese beiden vergleichsweise nahe beieinander (s. Bild 10). Die entsprechenden beiden Klassen hätten zu einer zusammengefaßt werden können. Dies geschah vor allem deswegen nicht, damit ein einheitliches Geterogenitätsniveau bei der Klassenbildung erhalten blieb.



WOCHE	\bar{x}	s	mLn	max
1	0.0149	0.00107	0.0120	0.0186
2	0.0183	0.00096	0.0153	0.0221
3	0.0186	0.00088	0.0164	0.0233
4	0.0184	0.00080	0.0158	0.0211
5	0.0186	0.00079	0.0163	0.0208
6	0.0190	0.00088	0.0145	0.0217
7	0.0178	0.00109	0.0152	0.0199
8	0.0191	0.00096	0.0167	0.0271
9	0.0196	0.00091	0.0139	0.0233
10	0.0198	0.00067	0.0181	0.0222
11	0.0200	0.00093	0.0130	0.0222
12	0.0201	0.00064	0.0184	0.0226
13	0.0195	0.00105	0.0142	0.0228
14	0.0172	0.00107	0.0144	0.0207
15	0.0202	0.00076	0.0168	0.0243
16	0.0203	0.00080	0.0160	0.0230
17	0.0202	0.00073	0.0171	0.0230
18	0.0194	0.00076	0.0165	0.0215
19	0.0209	0.00088	0.0156	0.0239
20	0.0194	0.00076	0.0165	0.0215
21	0.0192	0.00092	0.0156	0.0227
22	0.0201	0.00085	0.0162	0.0234
23	0.0194	0.00076	0.0165	0.0215
24	0.0200	0.00117	0.0112	0.0227
25	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
26	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
27	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
28	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
29	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
30	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
31	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
32	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
33	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
34	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
35	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
36	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
37	0.0190	0.00049	0.0162	0.0204
38	0.0205	0.00077	0.0170	0.0225
39	0.0206	0.00085	0.0165	0.0232
40	0.0206	0.00084	0.0165	0.0235
41	0.0204	0.00092	0.0180	0.0242
42	0.0205	0.00100	0.0175	0.0250
43	0.0207	0.00094	0.0175	0.0241
44	0.0207	0.00106	0.0169	0.0244
45	0.0194	0.00114	0.0138	0.0220
46	0.0198	0.00089	0.0159	0.0222
47	0.0196	0.00088	0.0155	0.0222
48	0.0198	0.00105	0.0140	0.0219
49	0.0178	0.00098	0.0139	0.0201
50	0.0200	0.00078	0.0170	0.0220
51	0.0195	0.00090	0.0165	0.0228
52	0.0135	0.00113	0.0105	0.0163

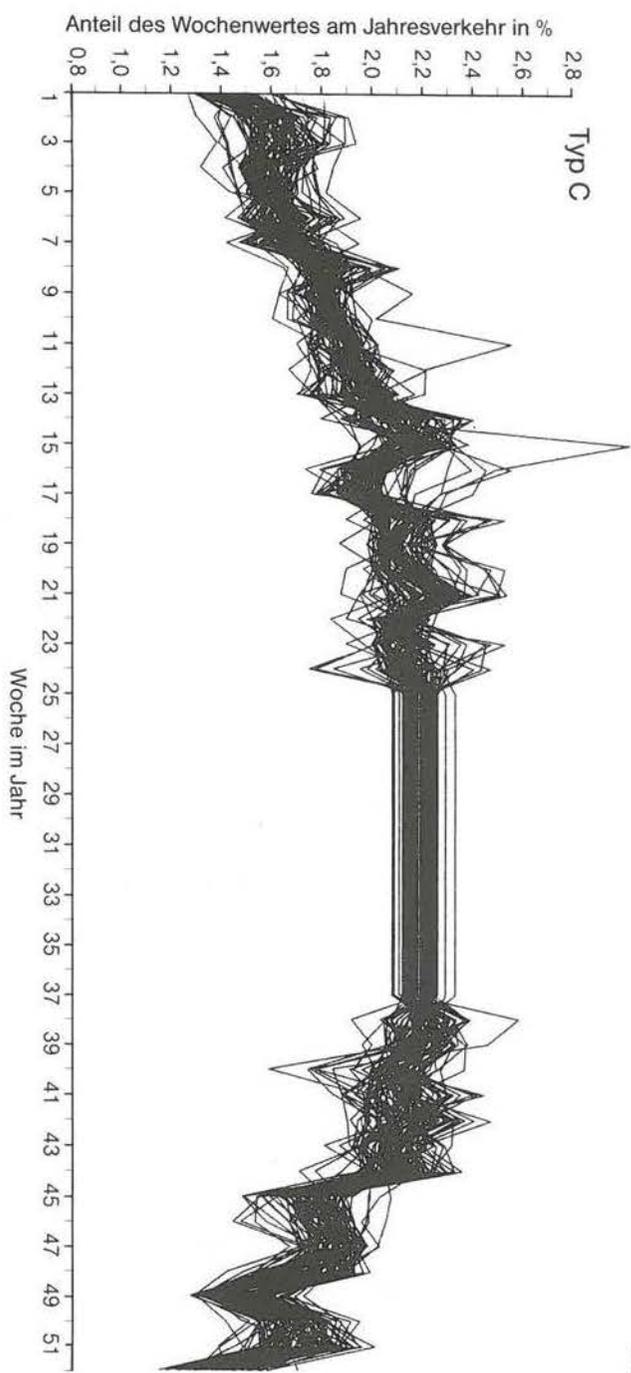
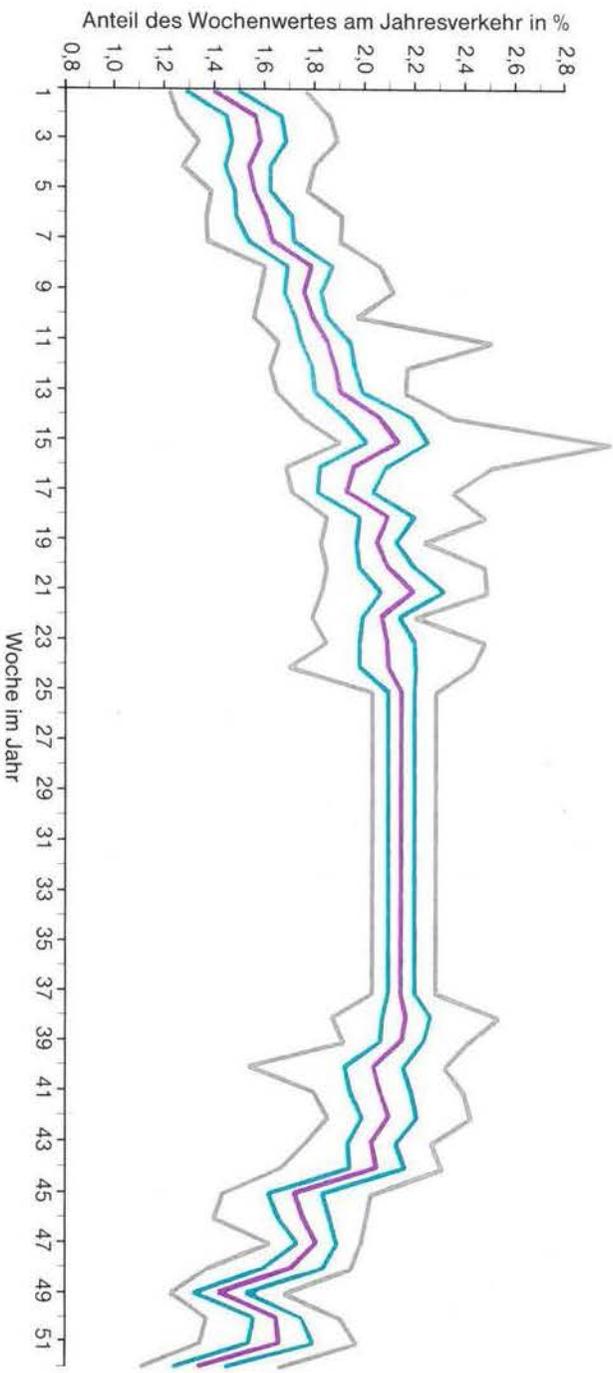


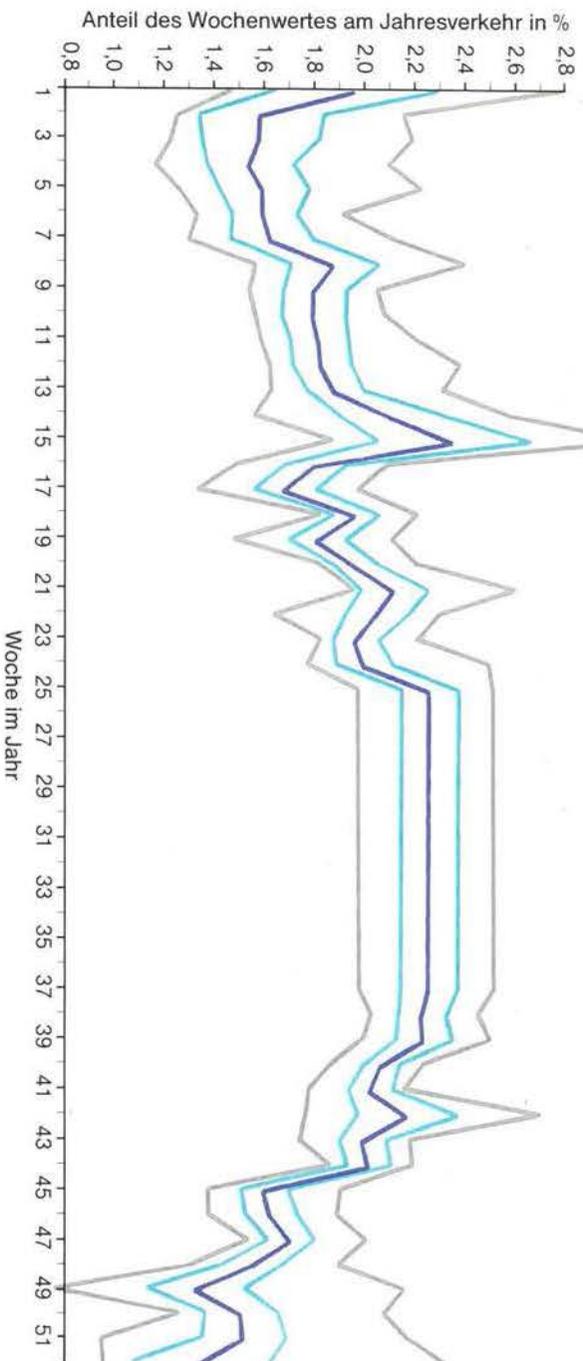
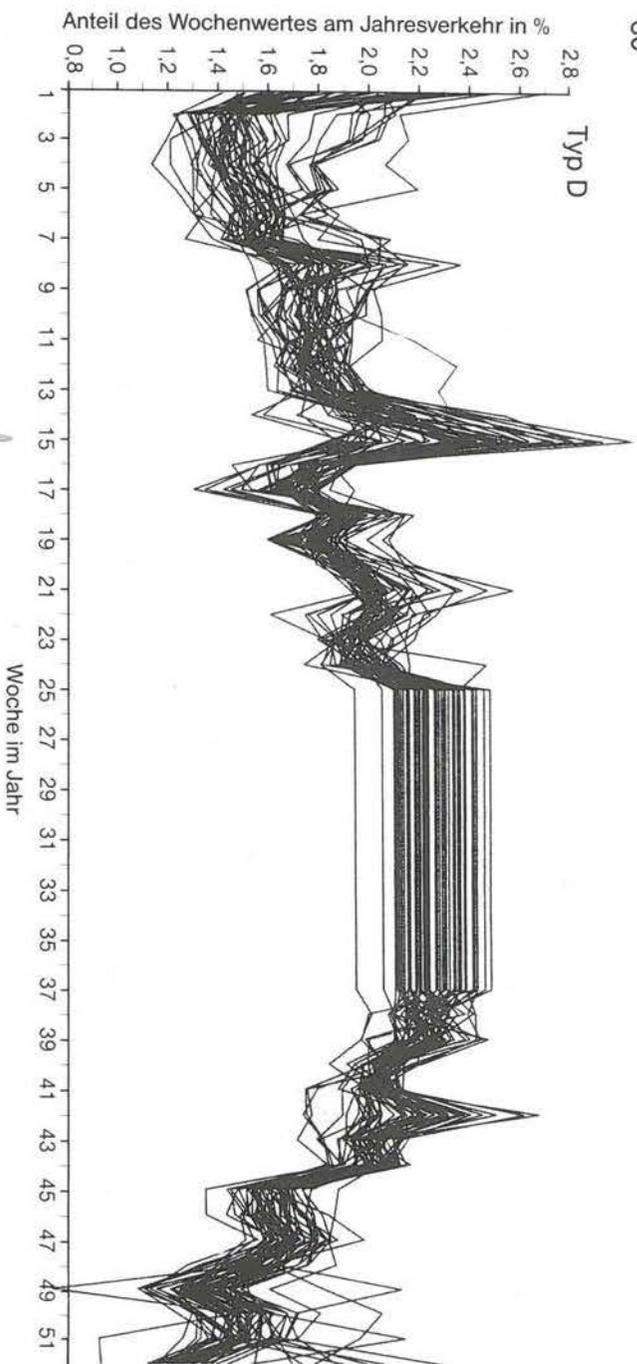


WOCHE	\bar{x}	s	min	max
1	0.0143	0.00121	0.0109	0.0204
2	0.0169	0.00083	0.0145	0.0196
3	0.0171	0.00090	0.0146	0.0203
4	0.0167	0.00082	0.0143	0.0193
5	0.0170	0.00085	0.0143	0.0200
6	0.0176	0.00108	0.0144	0.0222
7	0.0173	0.00087	0.0140	0.0208
8	0.0186	0.00073	0.0156	0.0222
9	0.0187	0.00064	0.0159	0.0207
10	0.0190	0.00059	0.0164	0.0211
11	0.0193	0.00063	0.0163	0.0208
12	0.0194	0.00063	0.0173	0.0216
13	0.0194	0.00084	0.0155	0.0221
14	0.0189	0.00137	0.0146	0.0238
15	0.0206	0.00079	0.0187	0.0243
16	0.0198	0.00075	0.0165	0.0236
17	0.0197	0.00095	0.0160	0.0256
18	0.0203	0.00087	0.0184	0.0241
19	0.0209	0.00093	0.0153	0.0249
20	0.0203	0.00087	0.0184	0.0241
21	0.0208	0.00108	0.0150	0.0244
22	0.0204	0.00077	0.0172	0.0227
23	0.0203	0.00087	0.0184	0.0241
24	0.0203	0.00075	0.0168	0.0224
25	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
26	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
27	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
28	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
29	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
30	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
31	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
32	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
33	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
34	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
35	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
36	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
37	0.0201	0.00049	0.0188	0.0214
38	0.0212	0.00082	0.0174	0.0245
39	0.0213	0.00090	0.0173	0.0254
40	0.0207	0.00085	0.0147	0.0240
41	0.0205	0.00088	0.0154	0.0241
42	0.0207	0.00082	0.0161	0.0244
43	0.0204	0.00070	0.0173	0.0224
44	0.0206	0.00084	0.0144	0.0232
45	0.0183	0.00115	0.0147	0.0213
46	0.0188	0.00087	0.0157	0.0213
47	0.0189	0.00090	0.0135	0.0213
48	0.0186	0.00097	0.0141	0.0210
49	0.0158	0.00103	0.0126	0.0191
50	0.0183	0.00089	0.0155	0.0206
51	0.0181	0.00100	0.0145	0.0206
52	0.0136	0.00107	0.0110	0.0185

WOCHE	\bar{x}	s	min	max
1	0.0139	0.00105	0.0122	0.0176
2	0.0156	0.00110	0.0125	0.0185
3	0.0158	0.00108	0.0133	0.0188
4	0.0153	0.00090	0.0127	0.0179
5	0.0155	0.00070	0.0138	0.0176
6	0.0160	0.00110	0.0136	0.0190
7	0.0163	0.00090	0.0137	0.0190
8	0.0178	0.00089	0.0160	0.0206
9	0.0175	0.00074	0.0158	0.0211
10	0.0179	0.00064	0.0155	0.0196
11	0.0184	0.00096	0.0165	0.0250
12	0.0187	0.00084	0.0162	0.0216
13	0.0190	0.00095	0.0165	0.0216
14	0.0205	0.00133	0.0175	0.0235
15	0.0213	0.00123	0.0190	0.0297
16	0.0195	0.00131	0.0168	0.0250
17	0.0192	0.00110	0.0171	0.0235
18	0.0209	0.00110	0.0185	0.0247
19	0.0204	0.00079	0.0182	0.0224
20	0.0209	0.00110	0.0185	0.0247
21	0.0219	0.00126	0.0183	0.0248
22	0.0206	0.00073	0.0179	0.0220
23	0.0209	0.00110	0.0185	0.0247
24	0.0209	0.00112	0.0170	0.0242
25	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
26	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
27	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
28	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
29	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
30	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
31	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
32	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
33	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
34	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
35	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
36	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
37	0.0214	0.00051	0.0203	0.0228
38	0.0216	0.00096	0.0187	0.0253
39	0.0214	0.00087	0.0192	0.0241
40	0.0204	0.00116	0.0154	0.0232
41	0.0206	0.00122	0.0180	0.0239
42	0.0210	0.00109	0.0185	0.0242
43	0.0203	0.00095	0.0176	0.0227
44	0.0205	0.00109	0.0166	0.0231
45	0.0172	0.00107	0.0144	0.0203
46	0.0176	0.00103	0.0140	0.0200
47	0.0181	0.00079	0.0162	0.0198
48	0.0171	0.00117	0.0138	0.0195
49	0.0142	0.00105	0.0123	0.0168
50	0.0165	0.00097	0.0137	0.0190
51	0.0166	0.00129	0.0134	0.0197
52	0.0134	0.00104	0.0111	0.0166

— Mittelwerte \bar{x}
— Mittelwerte \pm Standardabw. [s]
— Extremwerte [min, max]

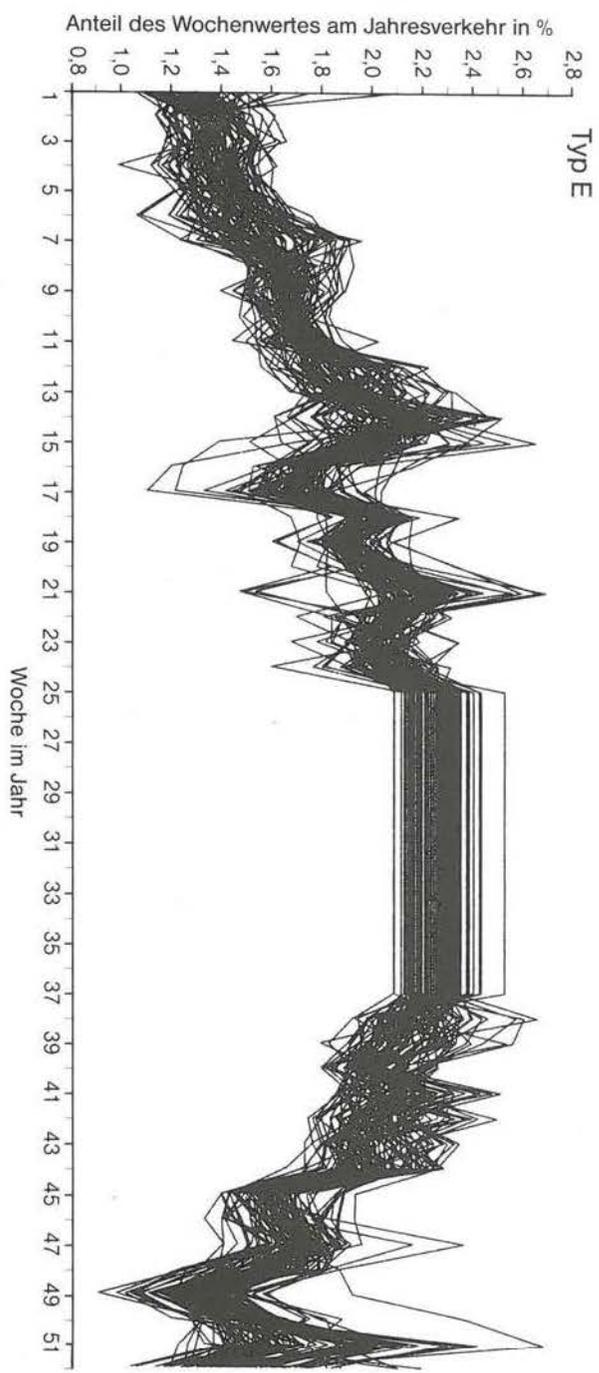
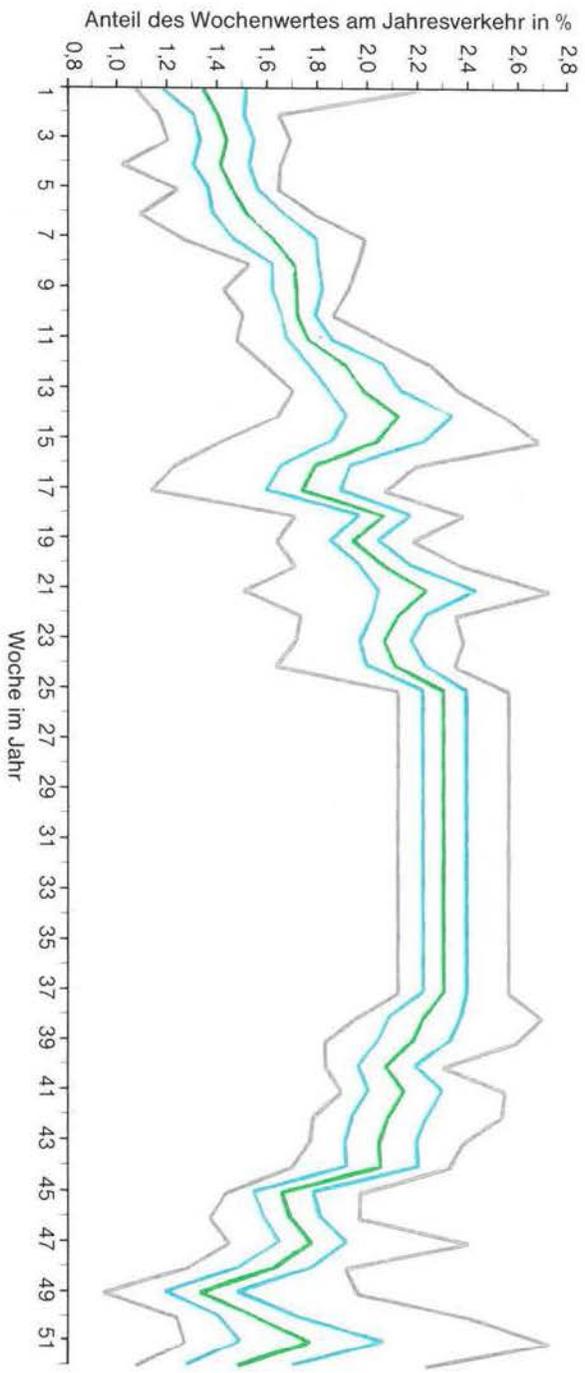


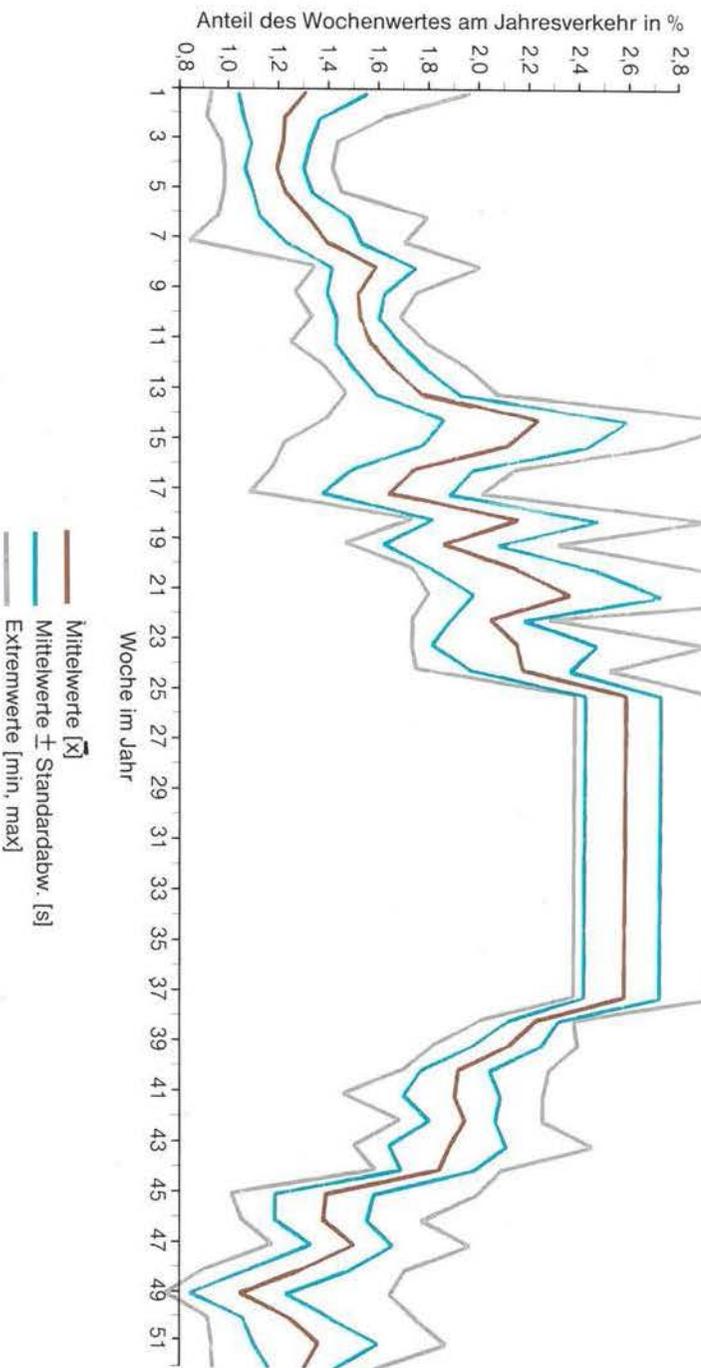
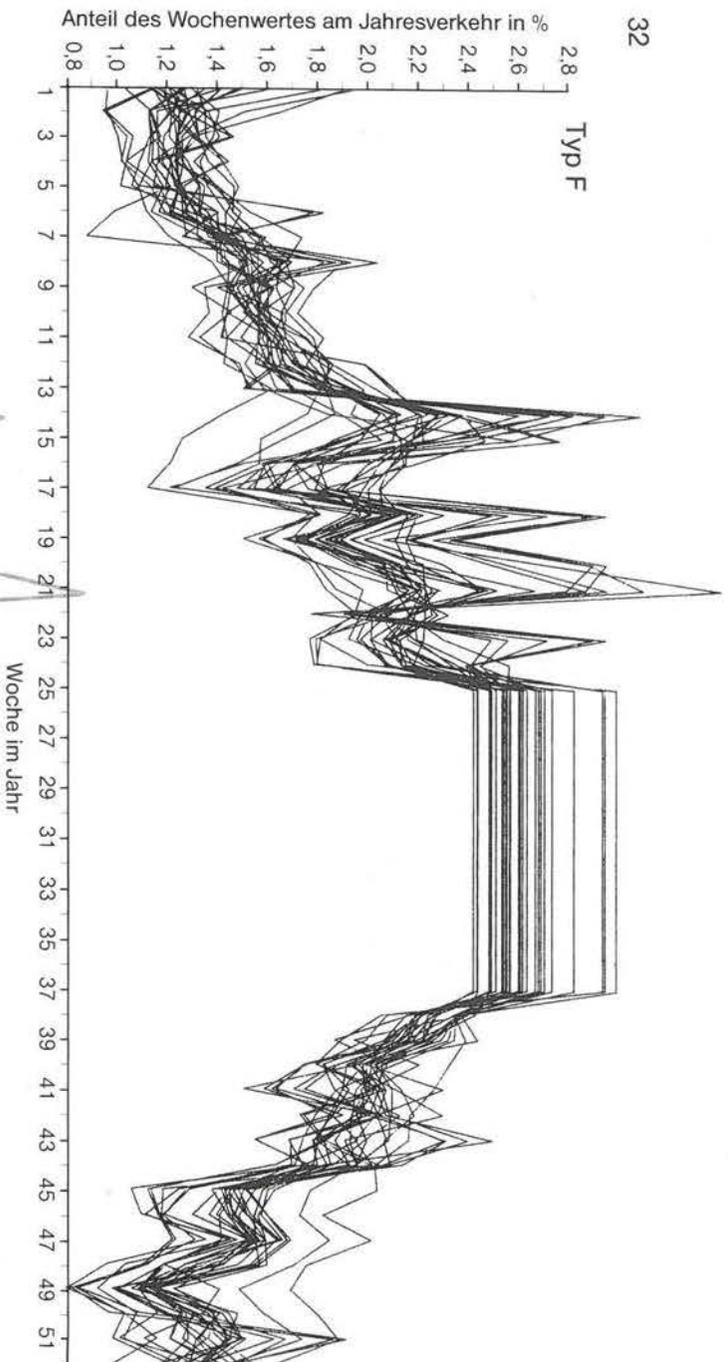


WOCHE	\bar{x}	s	min	max
1	0.0195	0.00323	0.0146	0.0278
2	0.0157	0.00247	0.0124	0.0215
3	0.0157	0.00231	0.0122	0.0218
4	0.0152	0.00171	0.0116	0.0209
5	0.0158	0.00179	0.0125	0.0221
6	0.0158	0.00129	0.0132	0.0190
7	0.0161	0.00164	0.0129	0.0210
8	0.0186	0.00174	0.0155	0.0238
9	0.0178	0.00127	0.0153	0.0204
10	0.0178	0.00127	0.0155	0.0207
11	0.0180	0.00115	0.0157	0.0219
12	0.0181	0.00118	0.0161	0.0236
13	0.0187	0.00113	0.0161	0.0229
14	0.0209	0.00210	0.0155	0.0256
15	0.0234	0.00305	0.0186	0.0306
16	0.0179	0.00121	0.0147	0.0207
17	0.0167	0.00123	0.0132	0.0196
18	0.0195	0.00090	0.0181	0.0219
19	0.0180	0.00112	0.0147	0.0209
20	0.0195	0.00090	0.0181	0.0219
21	0.0211	0.00134	0.0194	0.0258
22	0.0203	0.00124	0.0162	0.0228
23	0.0195	0.00090	0.0181	0.0219
24	0.0199	0.00111	0.0175	0.0247
25	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
26	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
27	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
28	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
29	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
30	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
31	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
32	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
33	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
34	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
35	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
36	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
37	0.0225	0.00113	0.0195	0.0249
38	0.0222	0.00096	0.0200	0.0243
39	0.0223	0.00112	0.0197	0.0247
40	0.0206	0.00070	0.0184	0.0221
41	0.0202	0.00087	0.0175	0.0213
42	0.0216	0.00198	0.0174	0.0267
43	0.0199	0.00093	0.0171	0.0215
44	0.0201	0.00086	0.0183	0.0216
45	0.0160	0.00093	0.0135	0.0188
46	0.0162	0.00104	0.0135	0.0186
47	0.0170	0.00093	0.0151	0.0198
48	0.0155	0.00118	0.0128	0.0187
49	0.0132	0.00194	0.0074	0.0213
50	0.0150	0.00146	0.0123	0.0205
51	0.0151	0.00169	0.0092	0.0214
52	0.0134	0.00272	0.0093	0.0229

WOCHE	\bar{x}	s	min	max
1	0.0133	0.00165	0.0108	0.0220
2	0.0139	0.00100	0.0117	0.0165
3	0.0142	0.00106	0.0121	0.0169
4	0.0140	0.00111	0.0102	0.0165
5	0.0145	0.00098	0.0125	0.0164
6	0.0151	0.00140	0.0110	0.0179
7	0.0161	0.00164	0.0127	0.0199
8	0.0169	0.00093	0.0153	0.0196
9	0.0170	0.00101	0.0143	0.0192
10	0.0170	0.00067	0.0151	0.0186
11	0.0175	0.00089	0.0148	0.0206
12	0.0190	0.00149	0.0159	0.0226
13	0.0197	0.00143	0.0170	0.0236
14	0.0211	0.00210	0.0164	0.0255
15	0.0202	0.00185	0.0142	0.0268
16	0.0177	0.00136	0.0123	0.0219
17	0.0172	0.00148	0.0114	0.0207
18	0.0205	0.00101	0.0171	0.0238
19	0.0193	0.00094	0.0164	0.0218
20	0.0205	0.00101	0.0171	0.0238
21	0.0222	0.00194	0.0151	0.0272
22	0.0210	0.00106	0.0173	0.0235
23	0.0205	0.00101	0.0171	0.0238
24	0.0209	0.00116	0.0163	0.0234
25	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
26	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
27	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
28	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
29	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
30	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
31	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
32	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
33	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
34	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
35	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
36	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
37	0.0228	0.00087	0.0212	0.0256
38	0.0220	0.00142	0.0196	0.0269
39	0.0216	0.00143	0.0183	0.0259
40	0.0205	0.00113	0.0183	0.0230
41	0.0213	0.00148	0.0189	0.0254
42	0.0206	0.00149	0.0178	0.0253
43	0.0203	0.00142	0.0176	0.0238
44	0.0203	0.00143	0.0169	0.0232
45	0.0164	0.00119	0.0143	0.0197
46	0.0167	0.00113	0.0137	0.0196
47	0.0176	0.00134	0.0144	0.0240
48	0.0161	0.00144	0.0128	0.0191
49	0.0131	0.00143	0.0094	0.0196
50	0.0154	0.00154	0.0124	0.0241
51	0.0175	0.00285	0.0127	0.0271
52	0.0146	0.00211	0.0107	0.0223

— Mittelwerte \bar{x}
— Mittelwerte \pm Standardabw. [s]
— Extremwerte [min, max]





WOCHE	\bar{x}	s	min	max
1	0.0131	0.00256	0.0095	0.0198
2	0.0123	0.00152	0.0093	0.0164
3	0.0122	0.00117	0.0099	0.0145
4	0.0120	0.00117	0.0100	0.0143
5	0.0123	0.00118	0.0100	0.0147
6	0.0132	0.00177	0.0097	0.0181
7	0.0140	0.00150	0.0086	0.0172
8	0.0160	0.00167	0.0136	0.0202
9	0.0153	0.00114	0.0128	0.0177
10	0.0153	0.00084	0.0135	0.0170
11	0.0158	0.00131	0.0127	0.0181
12	0.0167	0.00144	0.0141	0.0198
13	0.0178	0.00167	0.0149	0.0209
14	0.0224	0.00364	0.0141	0.0307
15	0.0213	0.00329	0.0124	0.0275
16	0.0176	0.00238	0.0120	0.0217
17	0.0165	0.00254	0.0111	0.0203
18	0.0217	0.00328	0.0175	0.0293
19	0.0187	0.00229	0.0149	0.0234
20	0.0217	0.00328	0.0175	0.0293
21	0.0238	0.00372	0.0182	0.0339
22	0.0206	0.00145	0.0176	0.0230
23	0.0217	0.00328	0.0175	0.0293
24	0.0219	0.00200	0.0177	0.0254
25	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
26	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
27	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
28	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
29	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
30	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
31	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
32	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
33	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
34	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
35	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
36	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
37	0.0260	0.00150	0.0240	0.0297
38	0.0225	0.00099	0.0204	0.0241
39	0.0215	0.00134	0.0185	0.0242
40	0.0194	0.00135	0.0173	0.0231
41	0.0193	0.00192	0.0149	0.0228
42	0.0197	0.00131	0.0171	0.0228
43	0.0191	0.00233	0.0153	0.0248
44	0.0187	0.00142	0.0162	0.0212
45	0.0142	0.00196	0.0104	0.0202
46	0.0141	0.00183	0.0108	0.0180
47	0.0153	0.00162	0.0121	0.0200
48	0.0133	0.00200	0.0094	0.0174
49	0.0108	0.00192	0.0079	0.0168
50	0.0128	0.00175	0.0095	0.0178
51	0.0139	0.00248	0.0097	0.0190
52	0.0134	0.00128	0.0098	0.0162

Bild 9: Ganglinien, Mittelwerte, Standardabweichungen und Extremwerte der Jahresganglinientypen A bis F

Die Ganglinien der Mittelwerte bilden die sechs Jahresganglinientypen, die nach wachsendem Anteil für die Hauptreisezeit mit A bis F codiert wurden und im Bild 10 dargestellt sind. Im einzelnen lassen sie sich wie folgt beschreiben:

Typ_A

Dieser Typ weist unter allen die geringsten Verkehrsanteile für die Hauptreisezeit auf, aber die höchsten Verkehrsanteile am Jahresanfang und Jahresende. In der Vorosterwoche (14. Woche) erfolgt ein starker Verkehrsrückgang. Die höchsten Verkehrsanteile werden in der 38. bis 44. Woche, unmittelbar nach der Hauptreisezeit, registriert.

Typ_B

Eine Annäherung zwischen den Anteilen für die Hauptreisezeit und den Anteilen davor und danach beschreibt der Typ B. Bis auf den Jahresanfang bzw. das Jahresende sind nur geringe Unterschiede der Verkehrsanteile über den Rest des Jahres festzustellen.

Typ_C

Mit niedrigen Anteilen für den Jahresanfang steigt die Ganglinie kontinuierlich an und erreicht in der Hauptreisezeit ihr Maximum. Nach der Hauptreisezeit nehmen die Werte etwa symmetrisch zum Anstieg wieder ab, so daß der letzte Wert des Jahres fast mit dem ersten identisch ist.

Typ_D

Viele Spitzen und Einbrüche kennzeichnen den ungleichmäßigen Verlauf. Die erste deutliche Spitze liegt für die Neujahrswoche vor; die Osterwoche weist den größten Verkehrsanteil des Jahres auf; kleinere Maxima sind für die Woche des 1. Mai und die Wochen um Christi Himmel-

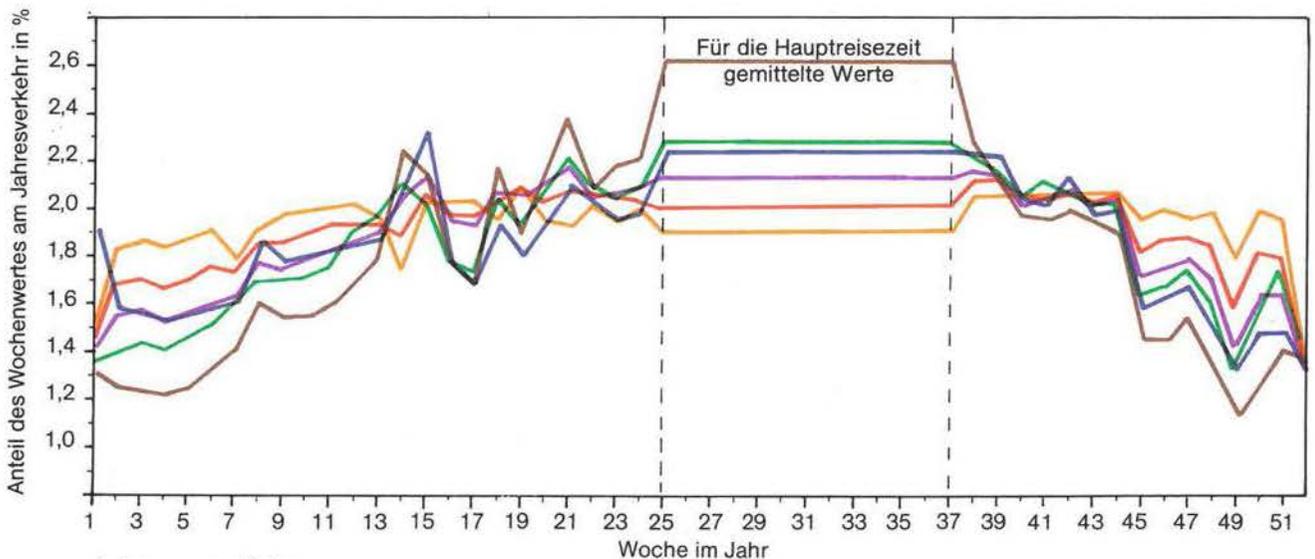
fahrt sowie Pfingsten zu beobachten; der Verkehrsanteil für die Hauptreisezeit ist recht hoch.

Typ_E

Am Jahresanfang liegen sehr niedrige Werte vor, die rasch ansteigen und in der 14. und 15. Woche (Karfreitag, Ostern) das erste Maximum aufweisen. Die nächsten Verkehrsspitzen sind um den 1. Mai und Pfingsten zu beobachten. Erstmals sind die höchsten Verkehrsanteile für die Hauptreisezeit zu verzeichnen.

Typ_F

Ausgeprägte Ferien- und Feiertagsganglinien werden durch diesen Typ dargestellt. Außerhalb der Ferien- und Feiertagswochen sind die Verkehrsanteile relativ gering. Um so deutlicher ragen die Spitzen für diese Wochen hervor.



Jahresganglinien

- Typ A — Weitgehend ausgeglichene Ganglinie mit Rückgängen für Ferien- und Feiertagswochen.
- Typ B — Weitgehend ausgeglichene Ganglinie, im Sommerhalbjahr etwas stärkerer Verkehr als im Winterhalbjahr.
- Typ C — Im Sommerhalbjahr sichtbar stärkerer Verkehr als im Winterhalbjahr.
- Typ D — Spitzen für Ferien- und Feiertagswochen.
- Typ E — Wie Typ D, jedoch gleichmäßiger Verkehrsanstieg im ersten Halbjahr.
- Typ F — Spitzen für Feiertagswochen, deutliche Spitzen für Ferienwochen.

Bild 10: Jahresganglinientypen

Die Verteilung der 813 dem WARD'schen Verfahren zugrunde gelegten Jahresganglinien nach Typenzugehörigkeit und Straßenklasse ergibt sich aus Bild 11.

Schließlich sind in Bild 1 (a-d) für diese Ganglinien die prozentualen Häufigkeiten der Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtungen zusammengestellt. Es zeigt sich, daß in noch stärkerem Maße als im Falle der Wochenganglinien gleiche Typen für beide Richtungen eines Querschnittes miteinander kombinieren.

Typ	<u>Straßenklasse</u>			
	A	B	L,S	K,G
A	7,3	9,5	6,6	0,5
B	9,6	24,6	8,1	0,6
C	5,3	4,1	2,3	0,0
D	5,0	1,2	0,0	0,1
E	7,7	3,3	0,5	0,0
F	1,7	1,4	0,5	0,0

Bild 11: Verteilung der Jahresganglinien nach Ganglinientyp und Straßenklasse (Angabe in Prozent, bezogen auf alle 813 der Clusteranalyse zugrunde liegenden Ganglinien).

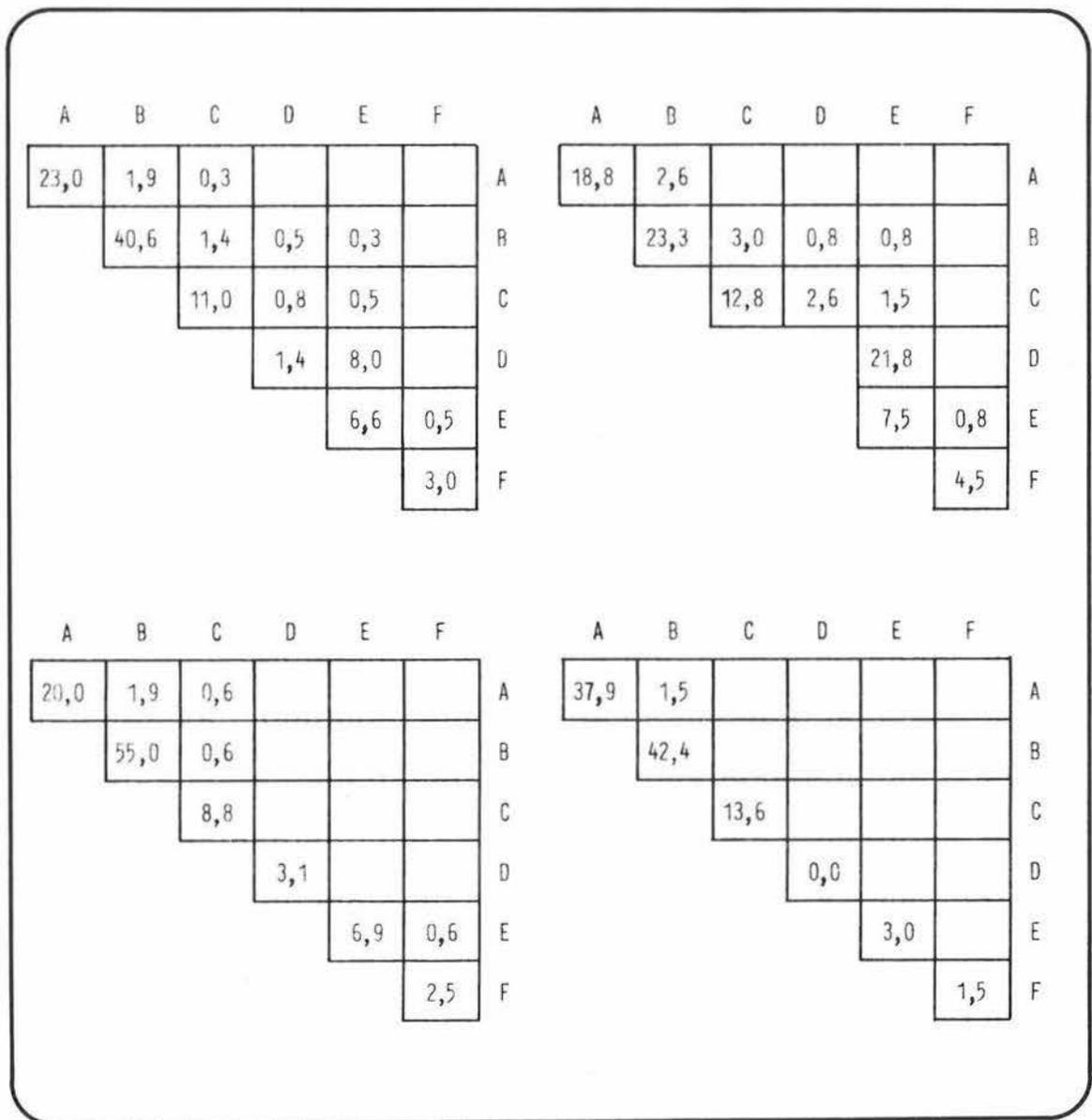


Bild 12: Prozentuale Häufigkeiten von Typenkombinationen (Hin- und Gegenrichtung) der Jahresganglinientypen, bezogen auf alle möglichen Kombinationen

- für alle Straßenklassen
- für Bundesautobahnen
- für Bundesstraßen
- für Landes- und Staatsstraßen

6. Schlußbemerkungen

Die Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien dient dazu, die Variabilität des Verkehrsaufkommens in ihren wesentlichen Ausprägungen zu verdeutlichen. Damit wird die Vergleichbarkeit von Ganglinien sowohl in der räumlichen wie auch in der zeitlichen Dimension erleichtert oder sogar erst ermöglicht.

Durch die Betrachtung normierter Ganglinien wird die Verwendbarkeit der Ergebnisse über mehrere Jahre begünstigt, da erfahrungsgemäß die Verkehrsanteile für längere Zeiträume unter ceteris-paribus-Bedingungen keinen großen Veränderungen unterliegen.

So sind z.B. Vergleiche für Regionen oder Streckenzüge möglich, oder es können bei Betrachtungen über mehrere Jahre wesentliche Veränderungen festgestellt werden, die etwa durch

- ▷ Infrastrukturmaßnahmen oder durch
- ▷ Konjunkturschwankungen

hervorgerufen sein mögen.

Somit wird den planerischen und politischen Institutionen eine Entscheidungshilfe angeboten.

Selbstverständlich können je nach Aufgabenstellung auch Verkehrsstärkenganglinien für andere als die hier untersuchten Zeitbereiche mit den gleichen Methoden klassifiziert und somit typisiert werden, wie z.B. Ganglinien in bestimmten von Feiertags- und Ferienverkehr beeinflussten Zeitbereichen.

7. Literatur

- [1] BUNDESANSTALT FUER STRASSENWESEN (Hrsg.):
Quartalsauswertungen Langzeitzählstellen.
In: Schriftenreihe "Straßenverkehrszählungen".
- [2] BUNDESANSTALT FUER STRASSENWESEN (Hrsg.):
Jahresauswertung Langzeitzählstellen.
In: Schriftenreihe "Straßenverkehrszählungen".
- [3] BUNDESANSTALT FUER STRASSENWESEN (Hrsg.):
Jahresganglinien Langzeitzählstellen.
In: Schriftenreihe "Straßenverkehrszählungen".
- [4] MARKLEIN, K.:
Typisierung von mittleren Querschnittsganglinien
spezieller Tagegruppen der automatischen Lang-
zeitzählgeräte.
Bundesanstalt für Straßenwesen; Köln 1978.
- [5] BOCK, H.H.:
Automatische Klassifikation.
Vandenhoeck u. Ruprecht; Göttingen 1974.
- [6] STEINHAUSEN, D.; LANGER, K.:
Clusteranalysen.
Walter de Gruyter; Berlin, New York 1977.
- [7] ANDERBERG, M.R.:
Cluster Analysis for Applications.
Academie Press; New York, San Francisco, London
1973.
- [8] SPÄTH, H.:
Cluster-Analyse-Algorithmen.
R. Oldenburg Verlag; München, Wien 1977.

- [9] WEBER, E.:
Einführung in die Faktorenanalyse.
Gustav Fischer Verlag; Stuttgart 1974.
- [10] STENGER, H.:
Stichprobentheorie.
Physica-Verlag; Würzburg, Wien 1971.