

Summary

This article analyses the degree of competition from foreign competitors on the internal market to which the German inland waterway carriers are exposed.

A comparison of transported tons of freight, volume of transportation (ton-kilometer) and turnover between German and foreign carriers shows that this competition is of no particular significance.

This is due to the better quality and higher standard of German inland waterway vessels, interrelations between German carriers and shippers and particular national preferences when placing a transport order.

Résumé

Le présent exposé analyse, après explication de la réglementation juridique, l'étendue de la concurrence des soumissionnaires étrangers à laquelle les entreprises de navigation fluviale allemands doivent faire face sur le secteur des transports allemands.

Une comparaison du volume de marchandises transporté par des étrangers, la capacité de transport tonne/kilomètre et les parts au chiffre d'affaires montrent que cette concurrence ne peut pas être qualifiée d'importance.

Les raisons sont la supériorité qualitative des transporteurs allemands, la concentration en trust de nombreuses compagnies de navigation et certaines préférences nationales lors de la passation de l'ordre.

Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien – Methodik und Ergebnisse –

VON DIRK HEIDEMANN UND PAUL WIMBER, BERGISCH GLADBACH

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⁾

- durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV),
- höchstbelastete Stunde des Monats (max. Std.),
- Anteil der höchstbelasteten Stunde am jeweiligen Tagesverkehr,
- Anteil der Lkw,
- maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV),
- Wochentagsfaktoren und
- Dauerlinientypen der verschiedenen Wochentage.

Diese Maßzahlen 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. Hierzu dienen Ganglinien. Die regelmäßig veröffentlichten Jahresganglinien der absoluten täglichen Verkehrsstärken²⁾ bieten ein Höchstmaß an Genauigkeit; nachteilig ist jedoch, daß dies auf Kosten der Übersichtlichkeit, Vergleichbarkeit und Charakteristik geschieht.

Daher entstand der Wunsch, Verkehrsstärkeganglinien zu typisieren, d. h. in möglichst homogene und voneinander unterscheidbare Klassen einzuteilen. Es erschien sinnvoll, die Typisierungen auf drei Ebenen vorzunehmen:

- Die untere Ebene bilden die Tagesganglinien. Die Dateneinheit ist Kraftfahrzeuge je Stunde (Kfz/h) über einen Tag.

Anschrift der Verfasser:

Dr. rer. nat. Dirk Heidemann
Dr.-Ing. Paul Wimber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53
5060 Bergisch Gladbach 1

1) Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Quartalsauswertungen Langzeitzählstellen, in: Schriftenreihe „Straßenverkehrszählungen“, Köln, verschiedene Jahrgänge; Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Jahresauswertung Langzeitzählstellen, in: Schriftenreihe „Straßenverkehrszählungen“, Köln, verschiedene Jahrgänge.

2) Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Jahresganglinien Langzeitzählstellen, in: Schriftenreihe „Straßenverkehrszählungen“, Köln, verschiedene Jahrgänge.

- 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.

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

2. Methodik

2.1 Datenaufbereitung

Eine Ganglinie G läßt sich formal 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/24h (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/Oktobre eines Jahres, in dem normale verkehrliche Gegebenheiten vorliegen. Bei den Jahresganglinien wurde eine Glättung der Daten für bestimmte Feier- und Ferientage vorgenommen; Näheres hierzu ergibt sich aus Abschnitt 5.

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

$$\tilde{G}_i = G_i \cdot \frac{\text{constant}}{\sum_{j=1}^n G_j}$$

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.

3) Vgl. *Marklein, K.*, Typisierung von mittleren Querschnittsganglinien spezieller Tagegruppen der automatischen Langzeitzählgeräte, Köln 1978.

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.

2.2 Datenauswertung

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

Zur Durchführung der Klassifizierung bieten sich die Verfahren der Clusteranalyse⁴⁾ an⁵⁾. 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 $\mathcal{R} = \{K_1, \dots, K_k\}$ 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

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

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

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

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 $f(\mathcal{R})$ 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 $f(\mathcal{R}) = 0$ 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 $f(\mathcal{R})$ ergeben. Dieses Vorgehen wird fortgesetzt, bis schließlich die aus einer Klasse bestehende „Zerlegung“ erreicht ist.

4) Vgl. *Bock, H. H.*, Automatische Klassifikation, Göttingen 1974; *Steinhausen, D., Langer, K.*, Clusteranalysen, Berlin – New York 1977; *Anderberg, M. R.*, Cluster Analysis for Applications, New York – San Francisco – London 1973; *Späth, H.*, Cluster-Analyse-Algorithmen, München – Wien 1977.

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

Durch die schrittweise Zusammenfassung von Klassen entsteht eine Hierarchie von Zerlegungen, die in einem Dendrogramm (Beispiel: Bilder 2 und 5) 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 $f(\mathcal{R})$ 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 Ward⁶⁾ zurück. Es ist letztlich heuristischer Natur und liefert in der Regel – wie auch andere Verfahren – bei gegebener Klassenanzahl k kein globales Minimum von $f(\mathcal{R})$. Zur Verbesserung einer mit diesem Verfahren ermittelten Zerlegung wird in der Literatur häufig vorgeschlagen, sogenannte Sift-and-Shift-Verfahren nachzuschalten⁷⁾. Dabei werden alle Objekte nacheinander daraufhin untersucht, ob Zuordnungen zu anderen Klassen ein vorgegebenes Kriterium – z. B. das Varianzkriterium – weiter verbessern und ggf. 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 Endergebnisse 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 Weise⁸⁾.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die einzelnen Variablen nicht standardisiert wurden (d. h. sie wurden nicht so transformiert, daß sie den Mittelwert 0 und die Standardabweichung 1 aufwiesen); dadurch sollte z. B. im Fall der Tagesganglinien erreicht werden, daß nicht relativ gering belastete Nachtstunden unter verkehrlichen Gesichtspunkten überbewertet werden. Ferner wurden Korrelationen zwischen den Variablen nicht berücksichtigt; dies hat z. B. für Jahresganglinien den Vorteil, daß jede Woche des Jahres zur Typisierung beiträgt, unabhängig davon, ob ihre Verkehrsstärkewerte mit denen einer anderen Woche korrelieren.

6) Vgl. u. a. Bock, H. H., Automatische Klassifikation, a. a. O.

7) Vgl. Steinbausen, D., Langer, K., Clusteranalysen, a. a. O.

8) Vgl. Weber, E., Einführung in die Faktorenanalyse, Stuttgart 1974.

2.3 Anzahl der auszuwertenden Ganglinien

Infolge von unvollständigen Datenreihen konnten einerseits in der Regel nicht alle Ganglinien in die Clusteranalyse einbezogen werden; andererseits sollte 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 $P-p$ näherungsweise normalverteilt⁹⁾ mit Erwartungswert 0 und Varianz

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

In der Stichprobe von Umfang M ist mindestens eine Ganglinie der betrachteten Klasse, wenn P größer als $\frac{1}{M}$ ist. Dies ist zum 99 %-Konfidenzniveau der Fall, wenn gilt:

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

Insbesondere können Klassen von mindestens 1,5 % der Grundgesamtheit (mit $N \sim 1400$) mit 99 %-iger Konfidenz 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.

2.4 Typenzuordnungen

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 jedem der k ermittelten Typen der quadrierte euklidische Abstand der zuzuordnenden Ganglinie (G_1, \dots, G_n) gebildet, also

9) Vgl. Stenger, H., Stichprobentheorie, Würzburg – Wien 1971.

$$d^2(G, \overline{G_l}) = \sum_{i=1}^n (G_i - \overline{G_{il}})^2 \quad (l = 1, \dots, k)^{10}.$$

Eine Zuordnung erfolgt genau dann – und zwar zu dem Typ G_l mit minimalem Wert für $d^2(G, G_l)$ – wenn ein Schwellwert E nicht überschritten wird¹¹.

Dieser Schwellwert wird berechnet zu

$$E = \max_{1 \leq l_1 \leq k} \min_{1 \leq l_2 \leq k, l_2 \neq l_1} d^2(\overline{G_{l_1}}, \overline{G_{l_2}})$$

und gibt somit den größten Minimalabstand zwischen zwei Ganglinientypen an.

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 %)

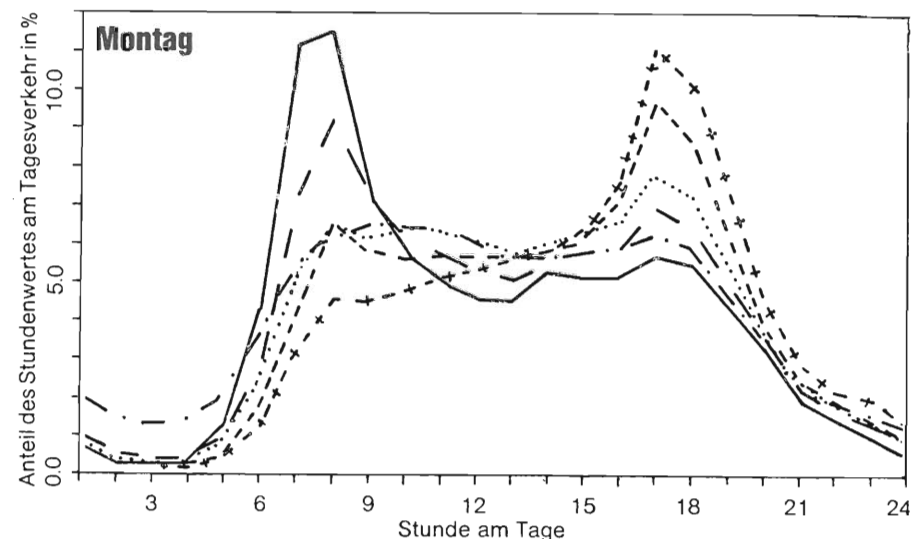
zugeordnet werden. Zumal einige der 1434 Fahrtrichtungen wegen nicht interpolierbarem Datenausfall keine vollständigen Ganglinien für die Typenzuordnung aufwiesen, ist dieses Ergebnis zufriedenstellend. Da die Jahresganglinien auf den Zählwerten eines ganzen Jahres beruhen, die Wochen- und Tagesganglinien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

3. Tagesganglinien

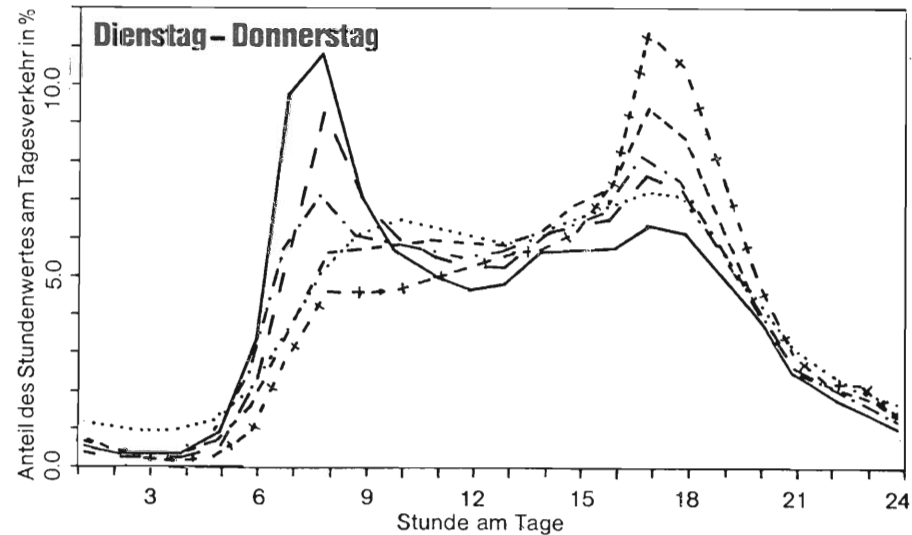
Marklein¹²) klassifizierte querschnittsbezogene Tagesganglinien normierter stündlicher Verkehrsstärken aus den Zählwerten des Jahres 1977 automatischer Langzeitzählstellen. Die Auswertung erfolgte getrennt für die Tage bzw. Tagegruppe Dienstag bis Donnerstag, Freitag und Sonntag. Die einzelnen Ganglinien wurden als Mittelwerte über das ganze Jahr (also nicht nur über einen Normalzeitbereich) errechnet. Anschließend wurden die einzelnen Variablen standardisiert.

In späteren Untersuchungen wurden richtungsbezogene Tagesganglinien normierter stündlicher Verkehrsstärken für jeden Wochentag ermittelt. Bei dieser Analyse wurden

10) Bei den Jahresganglinien werden die G_i gegebenenfalls so umgeordnet, daß beim Vergleich mit den G_l jeweils vergleichbare Feiertags- und Hauptreisezeitwochen einander gegenübergestellt sind; eine solche Umordnung ist in der Regel notwendig, wenn die Ganglinien verschiedener Jahre verglichen werden sollen.
 11) Die Ergebnisse von Typenzuordnungen für einzelne Ganglinien werden regelmäßig veröffentlicht in: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Jahresauswertung Langzeitzählstellen, a.a.O.
 12) Vgl. Marklein, K., Typisierung . . . , a.a.O.

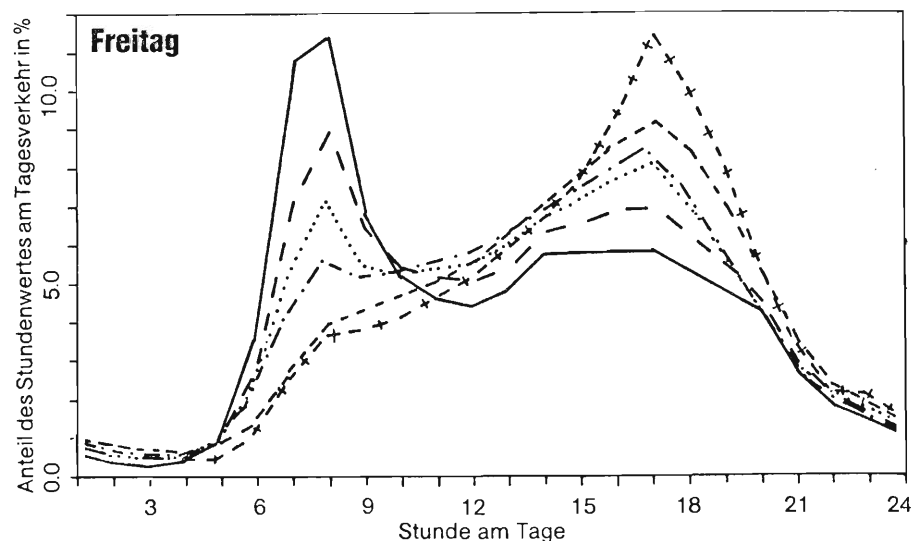


- Typ A ————— ausgeprägte Morgenspitze, konstante Verkehrsstärke vormittags bis nachmittags
- Typ B - - - - - überwiegende Morgenspitze, geringe Nachmittagsspitze
- Typ C tagsüber konstante Verkehrsstärke
- Typ D konstante Verkehrsstärke vormittags, geringe Nachmittagsspitze
- Typ E - - - - - geringe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

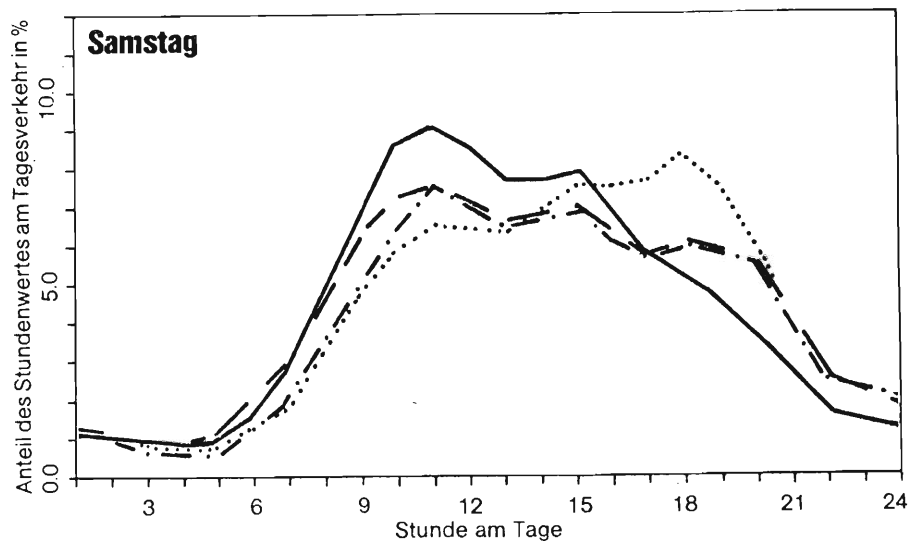


- Typ A ————— ausgeprägte Morgenspitze, nachmittags leicht ansteigende Verkehrsstärke
- Typ B - - - - - überwiegende Morgenspitze, nachmittags ansteigende Verkehrsstärke
- Typ C - - - - - geringe Morgen- und Nachmittagsspitze
- Typ D tagsüber konstante Verkehrsstärke
- Typ E - - - - - erstes Ansteigen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

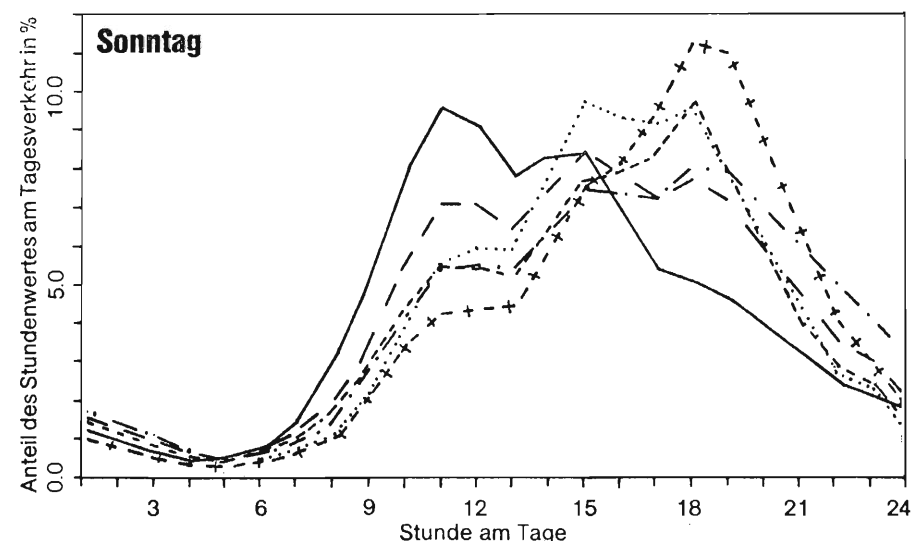
Bild 1: Tagesganglinientypen



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



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

die Zählzeiten aus einem Normalzeitbereich im Jahre 1978 zugrundegelegt. Eine Standardisierung der Variablen wurde nicht durchgeführt. Die aus diesen Klassifizierungen sich ergebenden Typen sind in Bild 1 dargestellt; sie werden seit dem Jahre 1978 in den Jahresauswertungen automatischer Langzeitzählgeräte für Typenzuordnungen verwendet¹³⁾.

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.

Die Analyse der Häufigkeiten der verschiedenen Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtungen ergibt z. B., daß an Tagen mit Berufsverkehr ausgeprägte Morgenspitzen in der einen Richtung relativ häufig mit ausgeprägten Nachmittagsspitzen in der anderen Richtung kombinieren¹⁴⁾.

13) Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Jahresauswertung Langzeitzählstellen . . . , a. a. O.

14) Vgl. Heidemann, D., Wimber, P., Typisierung von Verkehrsstärkeganglinien durch clusteranalytische Verfahren, in: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Schriftenreihe „Straßenverkehrszählungen“, Köln 1982.

4. Wochenganglinien

Die Wochenganglinien wurden auf der Basis der Zählzeiten 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 2 als Dendrogramm dargestellte hierarchische Klassenstruktur. Es wurden schließlich die etwa auf dem Heterogenitätsniveau $-5,1$ (logarithmischer Maßstab) vorhandenen sechs Klassen gebildet.

Für die einzelnen Klassen wurden neben deren charakteristischen Typen (Ganglinien der Mittelwerte) auch die Standardabweichungen sowie die Maxima und Minima der Werte der einzelnen Wochentage graphisch dargestellt; darüber hinaus auch alle den einzelnen Klassen zugehörigen Ganglinien¹⁵⁾. Hierdurch und durch die Bestimmung der ersten beiden Hauptkomponenten für die untersuchten Wochenganglinien wurde die aus dem Dendrogramm abgeleitete Klassifizierung bestätigt.

Die Ganglinien der Mittelwerte stellen die sechs Wochenganglinientypen dar, die nach wachsendem Anteil für die Wochenenden (Samstag und Sonntag) mit A bis F bezeichnet wurden und in Bild 3 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 diese 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 Donnerstag 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.

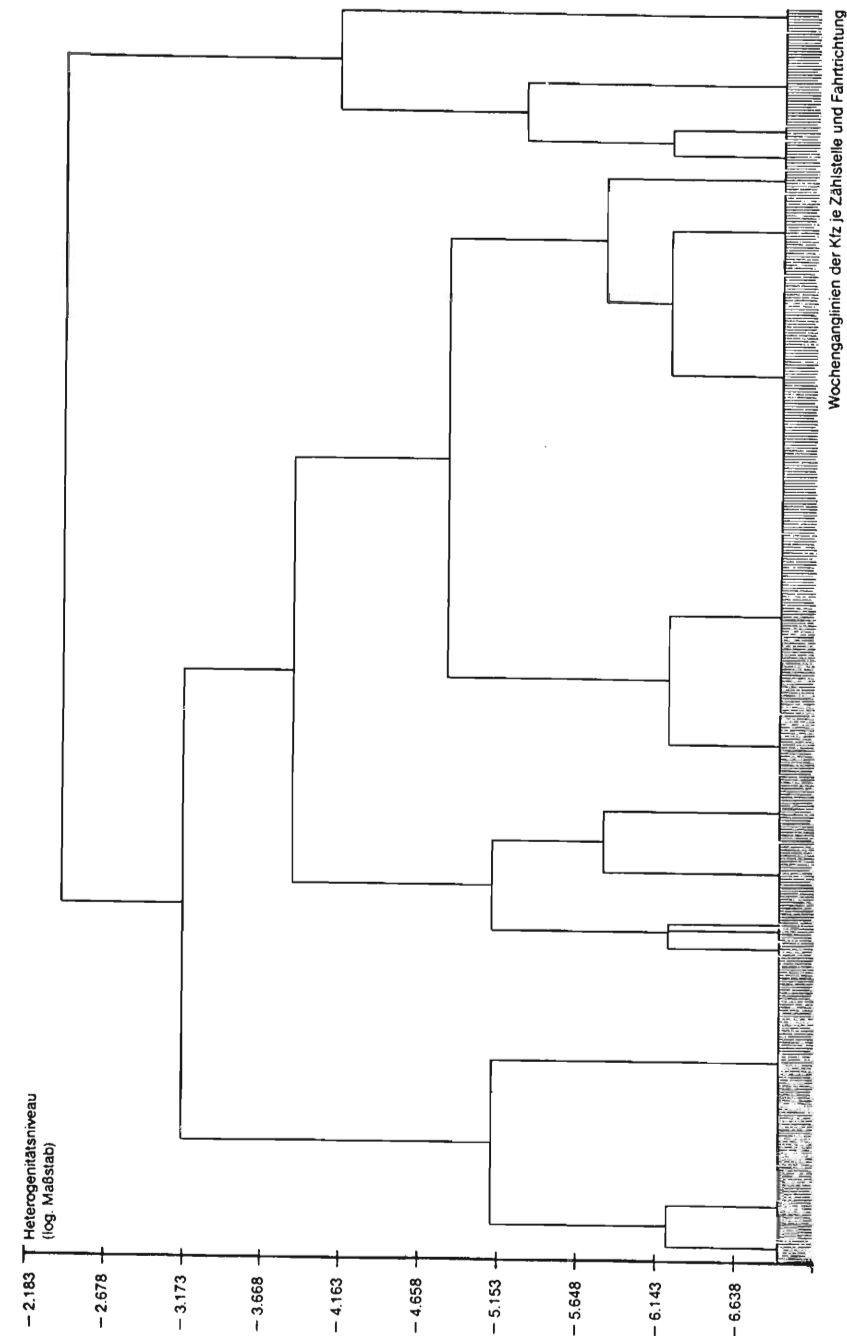
Typ C

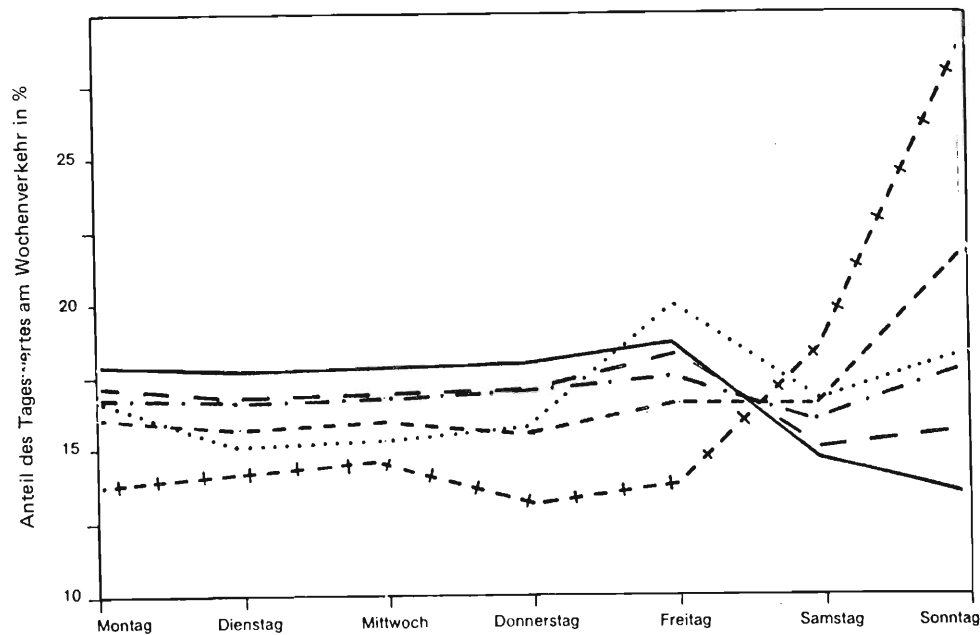
Dieser Ganglinientyp weist annähernd gleiche Verkehrsanteile über die gesamte Woche auf. Die Werte für den Freitag und den Sonntag liegen allerdings leicht über denen für den Samstag.

Typ D

Die Verkehrsanteile für die Werkzeuge Montag bis Donnerstag sind niedriger als für Samstag und Sonntag. Der Freitag hat den höchsten Wert von allen Ganglinientypen; vermutlich kommt es am Freitag zu stärkeren Überlagerungen des Berufs- und Freizeitverkehrs¹⁵⁾ Vgl. ebenda.

Bild 2.: Dendrogramm der Wochenganglinien Kfz-In- und Gegen-Richtung





Wochenganglinien

- Typ A ———— deutliches Minimum für Samstag und Sonntag
 Typ B - - - - - Minimum für Samstag und Sonntag
 Typ C - · - · - · weitgehend ausgeglichene Ganglinie
 Typ D ········· Verkehr an Wochenenden stärker als an den Werktagen Montag bis Donnerstag, Maximum für Freitag
 Typ E - - - - - ausgeglichener Verlauf für Montage bis Samstag, deutliche Spitze für Sonntag
 Typ F - + - + - + - + extreme Spitze für Sonntag, Verkehr an Samstagen deutlich stärker als an Werktagen Montag bis Freitag

Bild 3: Wochenganglinientypen

kehr. Nach einem Rückgang für den Samstag steigt der Verkehrsanteil 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.

Die Verteilung der dem Ward'schen Verfahren zugrunde gelegten 429 Wochenganglinien nach Typenzugehörigkeit und Straßenklasse ergibt sich aus Bild 4.

Die Analyse der Häufigkeiten der verschiedenen Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtung ergibt, daß im Vergleich zu den Tagesganglinien relativ

Bild 4: Verteilung der Wochenganglinien nach Ganglinientyp und Straßenklasse (Angaben in Prozent, bezogen auf alle 429 der Clusteranalysen zugrunde liegenden Ganglinien)

Typ	Straßenklasse			
	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

häufig für beide Richtungen eines Querschnittes die gleichen Ganglinientypen vorliegen und relativ selten sehr unterschiedliche Typen miteinander kombinieren¹⁶⁾.

5. Jahresganglinien

Für die Klassifizierung der Jahresganglinien wurden die Zähldaten 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 Langzeitzählstellen¹⁷⁾ 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.

¹⁶⁾ Vgl. *ebenda*.

¹⁷⁾ Vgl. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Jahresauswertung Langzeitzählstellen, a.a.O.

- 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 5 als Dendrogramm dargestellte hierarchische Klassenstruktur. Es entstanden bei einem Heterogenitätsniveau von $-4,8$ (logarithmischer Maßstab) sechs Klassen.

Für die einzelnen Klassen wurden neben den zugehörigen Typen (Ganglinien der Mittelwerte) auch die Standardabweichungen sowie die Maxima und Minima graphisch dargestellt; ferner auch alle den einzelnen Klassen zugehörigen Ganglinien¹⁸⁾. Hierdurch und durch die Bestimmung der ersten beiden Hauptkomponenten für die untersuchten Jahresganglinien wurde im wesentlichen die aus dem Dendrogramm abgeleitete Klassifizierung bestätigt; allerdings zeigten sich stärkere Überlappungen zwischen den zu den Typen D und E (s. u.) gehörigen Klassen.

Dementsprechend liegen diese beiden Typen vergleichsweise „nahe“ beieinander. Die entsprechenden beiden Klassen hätten zu einer zusammengefaßt werden können. Dies geschah vor allem deswegen nicht, damit ein einheitliches Heterogenitätsniveau bei der Klassenbildung erhalten blieb.

Die Ganglinien der Mittelwerte bilden die sechs Jahresganglinientypen, die nach wachsendem Anteil für die Hauptreisezeit mit A bis F codiert wurden und in Bild 6 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.

18) Vgl. Heidemann, D., Wimber, P., Typisierung . . . , a.a.O.

Bild 5: Dendrogramm der Jahresganglinien Kfz-In- und Gegen-Richtung

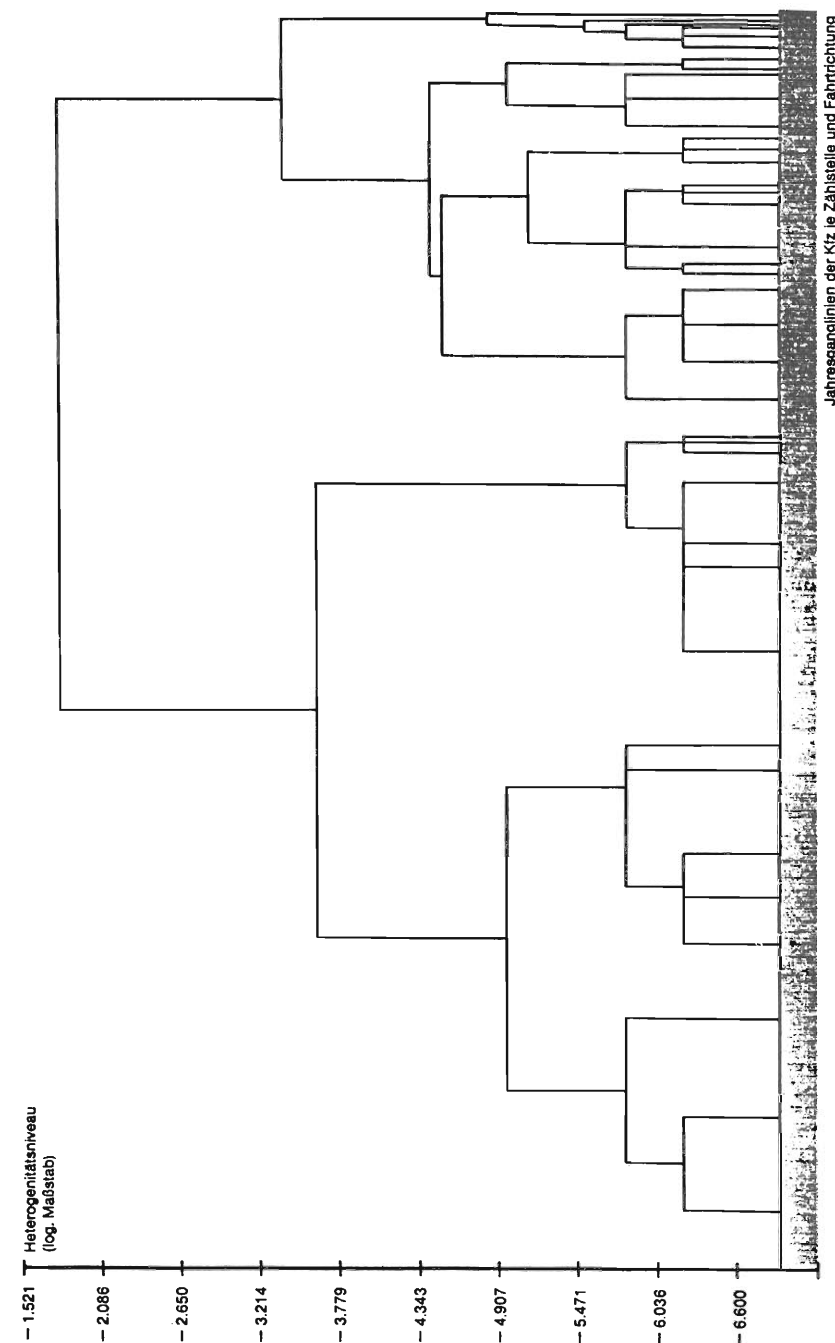


Bild 6: Jahresganglinientypen

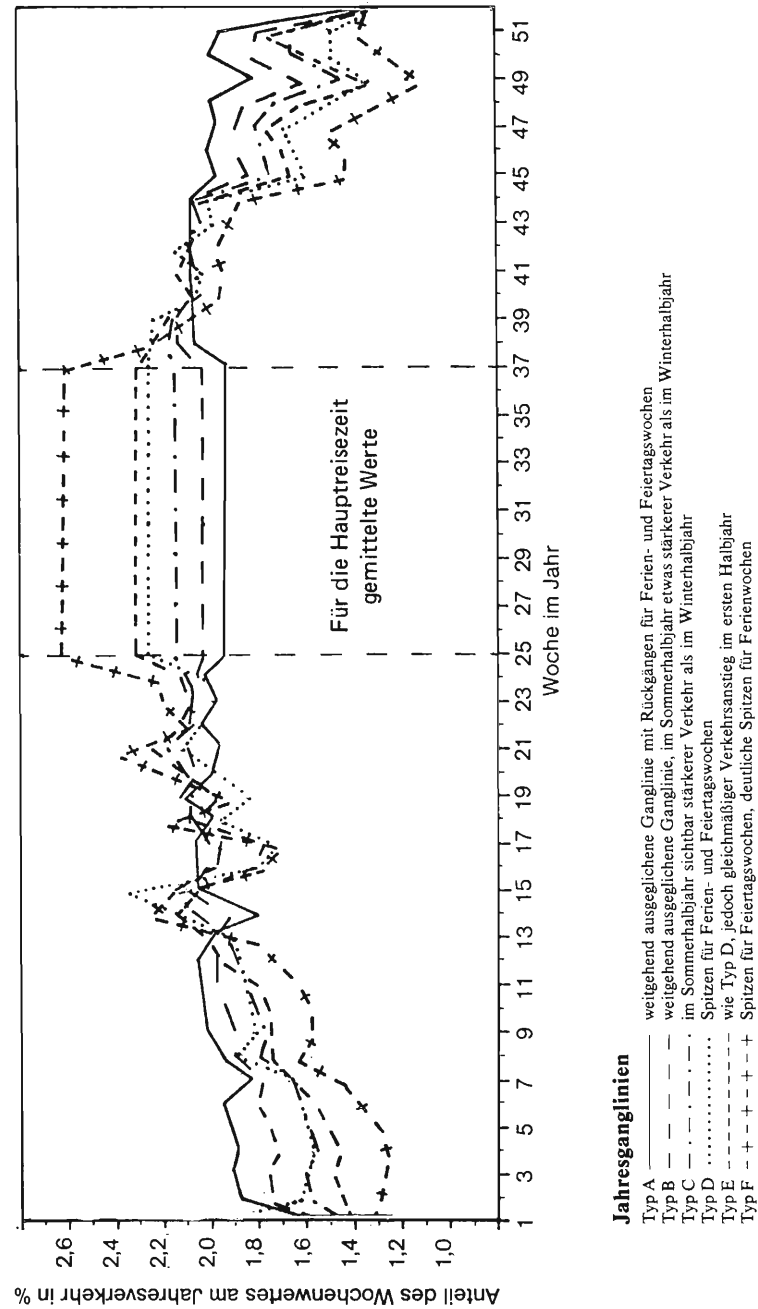


Bild 7: Verteilung der Jahresganglinien nach Ganglinientyp und Straßenklasse (Angabe in Prozent, bezogen auf alle 813 der Clusteranalyse zugrunde liegenden Ganglinien)

Typ	Straßenklasse			
	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

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.

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 Himmelfahrt 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.

Die Verteilung der 813 dem Ward'schen Verfahren zugrunde gelegten Jahresganglinien nach Typenzugehörigkeit und Straßenklasse ergibt sich aus Bild 7.

Die Analyse der Häufigkeiten der Kombinationen von Typenzugehörigkeiten für die Hin- und Gegenrichtungen ergibt schließlich, daß in noch stärkerem Maße als im Falle

der Wochenganglinien gleiche Typen für beide Richtungen eines Querschnittes miteinander kombinieren.

6. Schlußbemerkungen

Die vorgestellte Methodik eignet sich ganz allgemein für die Typisierung von Ganglinien.

Der hier betrachtete Anwendungsfall für Tages-, Wochen- und Jahresganglinien von Verkehrsstärken 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.

Summary

Standardized daily, weekly, and annual traffic volume variations are classified and characterized by means of methods based on the cluster analysis. The data base is derived from the counting results of permanent automatic counting stations evaluated by the Bundesanstalt fuer Strassenwesen (Federal Highway Research Institute) on a regular basis. The main objectives of this paper are both the description of the applied methodology and the representation of the results.

Résumé

Descourbes standardisées de variation de l'intensité du trafic journalier, hebdomadaire et annuel sont classifiées et caractérisées à l'aide de méthodes basées sur l'analyse Cluster. Les résultats de comptage fournis par les postes de recensement à long terme automatiques et dépouillis régulièrement par la Bundesanstalt fuer Strassenwesen (Institut Fédéral de Recherches Routières) servent de base de données. La présente étude se concentre non seulement à la description de la méthodologie employée mais aussi à la représentation des résultats.

Schnellbahnen und Stadtentwicklung – Eine Fallanalyse

VON RALF ALLWERMANN, FRANKFURT/MAIN

1. Vorbemerkungen

Seit längerem schon ist die uneingeschränkte Begeisterung für Schnellbahnsysteme verflogen. Herrschte in den 60er und 70er Jahren noch eine regelrechte Planungseuphorie, so haben sich heute die Diskussionen um Schnellbahnsysteme auf eine kritische Distanz eingependelt. Dabei geht es weniger um S-Bahn-, als vielmehr um U-Bahnsysteme. Geringe flächenmäßige Erschließung und außerordentlich hohe Kosten für Konstruktion und Betrieb der U-Bahnsysteme haben Straßenbahnen vielerorts zwar noch nicht wieder salonfähig gemacht, doch sicherlich wieder ins Gespräch gebracht.

Hier soll allerdings nicht von einem finanzpolitischen, sondern vielmehr von einem strukturpolitischen Ansatz ausgegangen und unter Berücksichtigung von strukturellen Auswirkungen auf die Stadtentwicklung Schnellbahnsysteme beurteilt werden. Die immer schmalere finanziellen Möglichkeiten der Kommunen werden diese Diskussionen sicherlich noch weiter beleben, zumal wenn als Ergebnis Einsparungen zu erwarten sind.

Kosten-Nutzen-Analysen von Investitionen in den ÖPNV lassen in der Regel strukturelle Auswirkungen weitgehendst unberücksichtigt, da diese einmal äußerst schwer zu quantifizieren sind, und zudem siedlungspolitische Determinanten in der Verkehrsplanung sowieso nur eine untergeordnete Rolle spielen. So verwundert es nicht, daß das standardisierte Bewertungsverfahren des Bundesministeriums für Verkehr für Investitionen im ÖPNV in diesem Punkt keine Ausnahme bildet.

Eine Ursache für die nur untergeordnete Berücksichtigung struktureller Effekte bei Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur liegt sicherlich in den entwicklungspolitischen Vorstellungen, die sich in der Nachkriegszeit durchgesetzt hatten. Dieses soll nun kurz am Beispiel der Entwicklung der Verkehrsplanung in Frankfurt/M. dargestellt werden.

2. Die Planung in der Nachkriegsphase

2.1 Die Stadtplanung

Bis Anfang der 70er Jahre war Stadtplanung eine eindimensionale, auf Maximierung der Arbeitsplätze im Stadtgebiet ausgerichtete Planung, die bemüht war, die daraus entstehenden verkehrlichen Probleme zu lösen. Dies führte zu den allgemein bekannten Auswirkungen, die sich mit dem Begriff „Verödung der Stadt“ umreißen lassen. Banken, Versicherungen und ähnliche Unternehmen des tertiären Sektors verdrängten immer mehr andere Stadtfunktionen. Es kam zu kleinräumigen Entmischungerscheinungen, ganze Stadtviertel wurden tendenziell entvölkert. Diese kleinräumige Entmischung vollzog sich ebenfalls

Anschrift des Verfassers:

Ralf Allwermann
Emil-Claar-Straße 8
6000 Frankfurt/Main 1

b.v.a.b
v.f.m.c