

motorization and share of passenger cars respectively on the one hand and residential population on the other hand.

### Résumé

A l'aide d'analyses en corrélations et régressions ainsi que du traitement électronique de l'information se référant aux grandes villes de la République Fédérale de l'Allemagne pendant l'époque 1960—1974 on a tout d'abord établi sous forme de corrélations simples linéaires et représenté en graphiques des dépendances originaires entre chacun des deux facteurs population résidentielle, effectif de véhicules à moteur d'une part et de l'effectif de voitures privées d'autre part. Partant de ces dépendances originaires on a ensuite élaboré et représenté en diagrammes des relations nonlinéaires dérivées entre le degré de motorisation et la part de voitures privées d'une part et la population résidentielle d'autre part.

## Struktur des Taktbetriebes in öffentlichen Verkehrsunternehmen und Möglichkeiten der Verbesserung des Regelmäßigkeitsniveaus

VON DIPL.-VOLKSW. KARL-HANS WEIMER, BONN

### 1. Position der Regelmäßigkeit innerhalb der komplexen Gesamtattraktivität

Die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), die im Zusammenhang mit der notwendigen Substitution von individuellem durch öffentlichen Verkehr eine entscheidende Rolle spielt, hängt von den betriebsindividuellen Realisierungsgraden ab, mit denen die heterogenen Qualitätskomponenten verwirklicht sind. Zu den zahlreichen Qualitätsdimensionen, die hierbei von Bedeutung sind, ist u. a. auch die Regelmäßigkeit der öffentlichen Verkehrsmittel zu zählen. Wie bereits an anderer Stelle erläutert<sup>1)</sup>, beeinflusst dieser Attraktivitätsaspekt nach Auffassung von 127 VOV-Mitgliedsunternehmen die Qualität des Leistungsangebots eines Verkehrsbetriebes mit einer Intensität, die spürbar größer ist als z. B. die der Qualitätselemente

- Bequemlichkeit
- Preiswürdigkeit
- Sicherheit und
- Netzdichte.

Nur dem Qualitätsfaktor »Pünktlichkeit der öffentlichen Verkehrsmittel« werden stärkere Rückwirkungen auf die komplexe Größe »Attraktivität« zuerkannt.

Im Rahmen einer umfangreichen Untersuchung der Qualität des ÖPNV in Unternehmen Nordrhein-Westfalens<sup>2)</sup> wurde auch der Attraktivitätsaspekt »Regelmäßigkeit« für 32 Verkehrsbetriebe detaillierter analysiert. Basis der Ermittlungen waren die Fahrpläne der Unternehmen, die im Untersuchungszeitraum »April bis Juni 1974« gültig waren. Im folgenden sollen nach einer kurzen Erläuterung des Begriffs »Regelmäßigkeit im ÖPNV« einige wesentliche Resultate der durchgeführten Analyse dargestellt werden.

### 2. Erläuterungen zum Begriff der Qualitätsdimension »Regelmäßigkeit«

Die Attraktivitätsebene »Regelmäßigkeit« hängt eng zusammen mit der Qualitätskomponente »Häufigkeit«. Der zuletzt genannte Faktor berücksichtigt lediglich, daß während einer bestimmten Zeitspanne — z. B. während einer Stunde oder während eines Tages — eine bestimmte Zahl von Verkehrsmitteln auf einer Linie oder in einem

*Anschrift des Verfassers:*  
Dipl.-Volksw. Karl-Hans Weimer  
In der Maar 38  
5300 Bonn-Bad Godesberg

1) Vgl. Weimer, K.-H., Die Bedeutungsdifferenzen von Angebotseigenschaften im öffentlichen Personennahverkehr; in: Verkehr und Technik, Heft 12/1974, S. 466 ff.

2) Vgl. Forschungsbericht der Friedrich-Ebert-Stiftung, Qualitätsbezogene Betriebsvergleiche im öffentlichen Personennahverkehr Nordrhein-Westfalens.

Verkehrsgebiet im Einsatz ist; hierbei wird nicht beachtet, wie diese Fahrtenzahl über die jeweilige Zeitspanne verteilt ist, also ob Fahrzeuge in gleichmäßiger oder unregelmäßiger Folge verkehren.

Bei der Regelmäßigkeit spielt dagegen noch eine zusätzliche qualitative Anforderung eine Rolle. Diese beinhaltet, daß die Haltestellen einer oder mehrerer Linien in konstanten zeitlichen Abständen bedient werden. Diese Art der Fahrplangestaltung ist einmal für den Verkehrsbetrieb mit Vorteilen verbunden, weil bei ihr die für die Fahrplanstruktur maßgebenden Elemente – wie der Kapazitäts-, der Lade- und der Frequenzfaktor<sup>3)</sup> – über einen längeren Zeitraum unverändert gültig bleiben. Zum anderen ist ein regelmäßiger Betrieb auch für die Kunden des ÖPNV von Bedeutung, weil er differenzierte Fahrplanauswertungen bezüglich der Abfahrzeiten der Verkehrsmittel überflüssig macht. Besitzt der Fahrgast Kenntnisse über den Basiszeitpunkt des Taktbetriebes und den Verkehrsmittelabstand, so ist er über sämtliche Bedienungszeiten während der Taktdauer orientiert und kann auf dieser Grundlage die unattraktiven Wartezeiten an seiner Einstieghaltestelle verringern, ohne vorher dem Fahrplan entsprechende Informationen entnehmen zu müssen.

Im Zusammenhang mit der Attraktivität des Leistungsangebots eines Verkehrsbetriebes reicht die Feststellung nicht aus, daß die Betriebsleistungen in regelmäßigen Zeitabständen angeboten werden. Ausschlaggebend hierfür ist, daß das unternehmensspezifische Taktniveau von folgenden drei Faktoren abhängig ist: Einmal spielt der räumliche Aspekt eine wesentliche Rolle. Dieser berücksichtigt den Verkehrsbereichsausschnitt, in dem der jeweilige Takt gültig ist, also ob die einheitliche Verkehrsmittelfolgezeit

- auf eine Fahrtrichtung einer Verkehrslinie,
- auf beide Fahrtrichtungen einer Verkehrslinie,
- auf eine von mehreren Verkehrslinien gemeinsam bediente Strecke,
- auf mehrere unterschiedlich verlaufende Verkehrslinien  
oder
- auf das gesamte Verkehrsnetz des Unternehmens

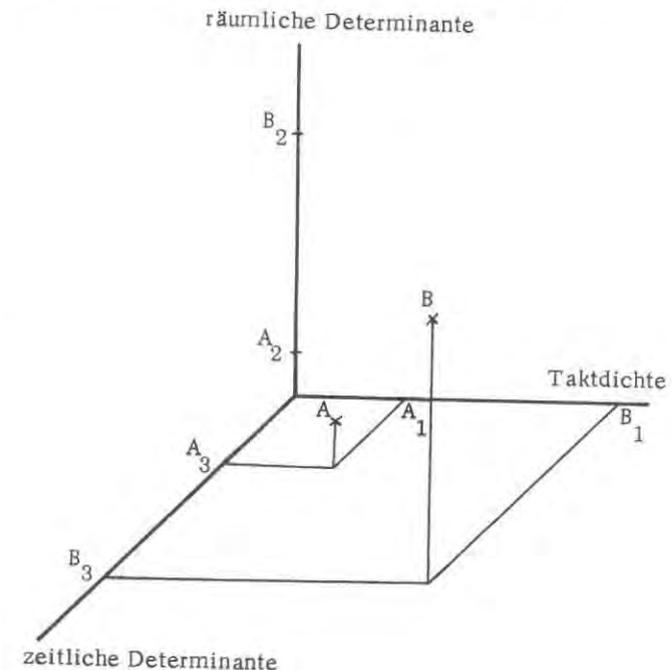
angewandt wird. Zur Kennzeichnung der Regelmäßigkeit ist zum anderen ein zeitlicher Aspekt von Bedeutung. Hiermit wird dem Umstand Rechnung getragen, daß sich der Taktbetrieb auf stark unterschiedliche Zeiträume erstrecken kann, wobei im Optimalfall Taktdauer und Betriebsdauer übereinstimmen.

Auch nach der Festlegung des Zeitraumes und des Verkehrsgebietesausschnittes, in dem regelmäßige Betriebsleistungen produziert werden, bleibt noch ein erheblicher Spielraum für die Gestaltung des Taktes offen. Deshalb muß als weiteres in attraktivitätsmäßiger Hinsicht relevantes Charakteristikum schließlich noch die Taktichte beachtet werden. Durch diese wird respiziert, daß die Anzahl der pro Zeiteinheit in gleichbleibenden Abständen durchgeführten Fahrten einen starken Einfluß auf das betriebsindividuelle Qualitätsniveau der Regelmäßigkeit besitzt. Dabei besteht für diesen Aspekt der betrachteten Attraktivitätskomponente eine große Bandbreite realisierbarer Alternativen, die vom oberen Grenzwert »technisch mögliche Verkehrsmittelfolge« bis zur unteren Qualitätsschwelle reicht, die von dem längsten zeitlichen Fahrzeugabstand gebildet wird, den die Kunden des ÖPNV als Takt erkennen und akzeptieren.

3) Vgl. Voß, G. und Mierau, U., Untersuchung des Netzverkehrs von Nahverkehrsmitteln nach starrem Fahrplan. – Gutachten erstellt im Auftrage des Bundesministers für Verkehr, Hannover 1974, S. 9 f.

Erst wenn alle drei Determinanten der Regelmäßigkeit einer Verkehrslinie vorgegeben sind, ist das fahrplanmäßige Sollniveau der Qualitätskomponente eindeutig fixiert. Dieses kann als Punkt in einem dreidimensionalen Raum aufgefaßt werden (vgl. Abbildung 1). Dabei ist der Erfülltheitsgrad des Qualitätsfaktors um so niedriger, je näher

Abbildung 1: Bestimmungsgrößen des Regelmäßigkeitsniveaus



der linienindividuelle Wert am Koordinatenursprung liegt. Dementsprechend ist also z. B. das durch den Punkt B gekennzeichnete Regelmäßigkeitsniveau als in erheblichem Ausmaß attraktiver zu beurteilen als die durch den Punkt A festgelegte Qualitätsposition, weil hier

- sowohl die Anzahl der Fahrten pro Zeiteinheit (Taktichte),
- als auch der Anteil der Taktdauer an der Betriebsdauer (zeitlicher Aspekt) und
- schließlich ebenfalls die Relation zwischen der Länge der Linien mit der durch die Taktichte fixierten Taktart und dem gesamten Verkehrsnetz des Unternehmens (räumlicher Aspekt)

einen höheren Realisierungsgrad aufweisen.

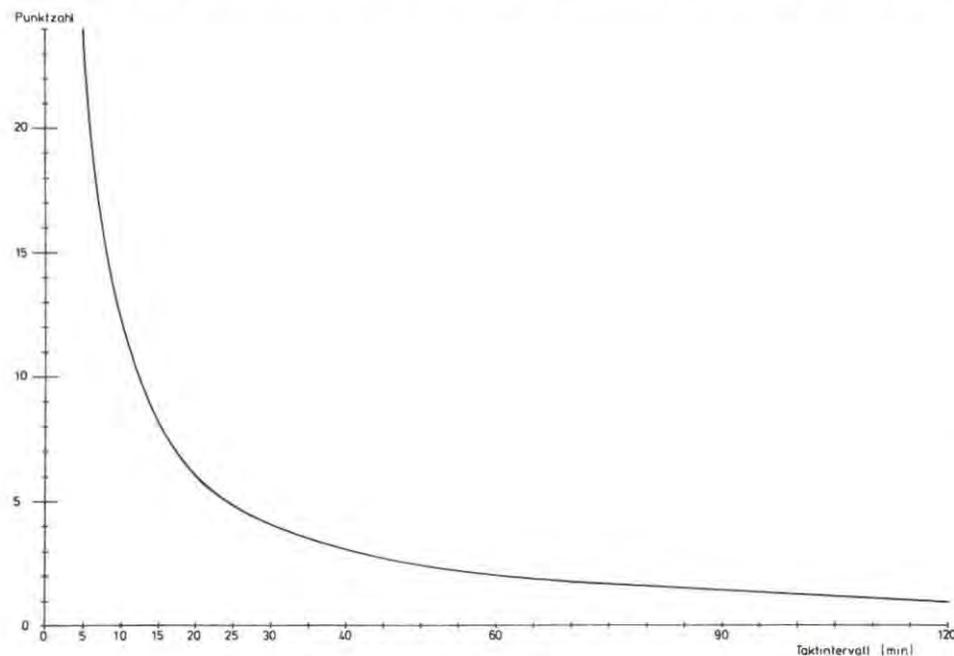
Will man das Regelmäßigkeitsniveau verschiedener Linien oder Verkehrsmittel eines Unternehmens vergleichen oder eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Verkehrsbetriebe in bezug auf die Quantität und Qualität des Taktbetriebes durchführen, so

müssen in der Regel unterschiedlich strukturierte Taktarten zusammengefaßt werden<sup>4)</sup>. Entsprechende Berechnungen erfolgten für 32 Mitgliedsbetriebe des VÖV aus Nordrhein-Westfalen. Dabei wurden über eine Fahrplananalyse zunächst die Linien ermittelt, auf denen in beiden Fahrtrichtungen und voller Länge Betriebsleistungen in gleichbleibenden Zeitintervallen angeboten werden. Für jede dieser Linien war dann in einem zweiten Untersuchungsschritt festzustellen, wie lange die verschiedenen Taktarten zur Anwendung kommen. Anschließend wurden für die einzelnen realisierten Taktarten eines Untersuchungsbetriebs die Summen der Taktauern auf allen berücksichtigten Linien konstatiert und in Relation zur effektiven Betriebsdauer des Unternehmens gesetzt.

Die so quantifizierten Anteile der verschiedenen Taktarten können nicht direkt in einem betriebsindividuellen Regelmäßigkeitsindex zusammengefaßt werden. Ausschlaggebend hierfür ist, daß die einzelnen Taktichten eine unterschiedliche Attraktivität aufweisen. Deshalb ist eine Gewichtung der entsprechenden Anteilswerte erforderlich. Da hierfür keine Gewichtungsfaktoren, die auf einer problemspezifischen Fahrgastbefragung

Abbildung 2:

*Bewertungsfunktion für die Qualitätsdimension »Regelmäßigkeit« (Punktzahl je % Anteil eines bestimmten Taktintervalls an der gesamten effektiven Betriebsdauer)*



4) Zur Berechnungsmethode des Regelmäßigkeitsindex vgl. Forschungsbericht der Friedrich-Ebert-Stiftung, Qualitätsbezogene Betriebsvergleiche . . . , a.a.O., Kap. 4.2.3., S. 47 f.

basieren, zur Verfügung stehen, mußte bei der Analyse eine Hypothese über die Bedeutungsdifferenzen der verschiedenen Taktarten aufgestellt werden. Dabei war davon auszugehen, daß die Attraktivität eines Verkehrsangebots von den Kunden um so höher eingeschätzt wird, je größer die Dichte ist, die der starre Fahrplan aufweist. Zusätzlich wurde vermutet, daß zwischen der Taktichte und den Gewichtungsfaktoren kein linearer, sondern ein progressiv steigender Zusammenhang besteht, also z. B. ein 30-Minuten-Takt mehr als doppelt so attraktiv wie ein 60-Minuten-Takt empfunden wird. Die auf diesen Prämissen beruhende Bewertungsfunktion für die Qualitätsdimension »Regelmäßigkeit«, die den Zusammenhang zwischen den Taktarten und den durch Punktwerte ausgedrückten Qualitätsgewichten spiegelt, ist in Abbildung 2 dargestellt.

Den betriebsindividuellen Regelmäßigkeitsindex R erhält man nun, indem man die quantifizierten Anteile der Anwendung der einzelnen Taktarten an der gesamten Betriebsdauer mit dem jeweiligen taktintervallspezifischen Bewertungsgewicht multipliziert und die Summe dieser gewichteten Anteile bildet:

$$R = 100 \cdot \sum_{i=a}^b \frac{120}{TA_i} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{TD_{ij}}{B}$$

In dieser Gleichung bedeutet:

TA = Taktart (Zahl der Fahrten pro Zeiteinheit)

TD = betriebsindividuelle Dauer der einzelnen Taktart

B = effektive Betriebsdauer

a = geringste Fahrzeugfolge im jeweiligen Untersuchungsbetrieb

b = höchste Fahrzeugfolge im jeweiligen Untersuchungsbetrieb

i = Suffix zur Kennzeichnung einer bestimmten Taktart

j = Suffix zur Kennzeichnung einer bestimmten Linie des jeweiligen Untersuchungsbetriebs

n = Anzahl der Linien des jeweiligen Untersuchungsbetriebs

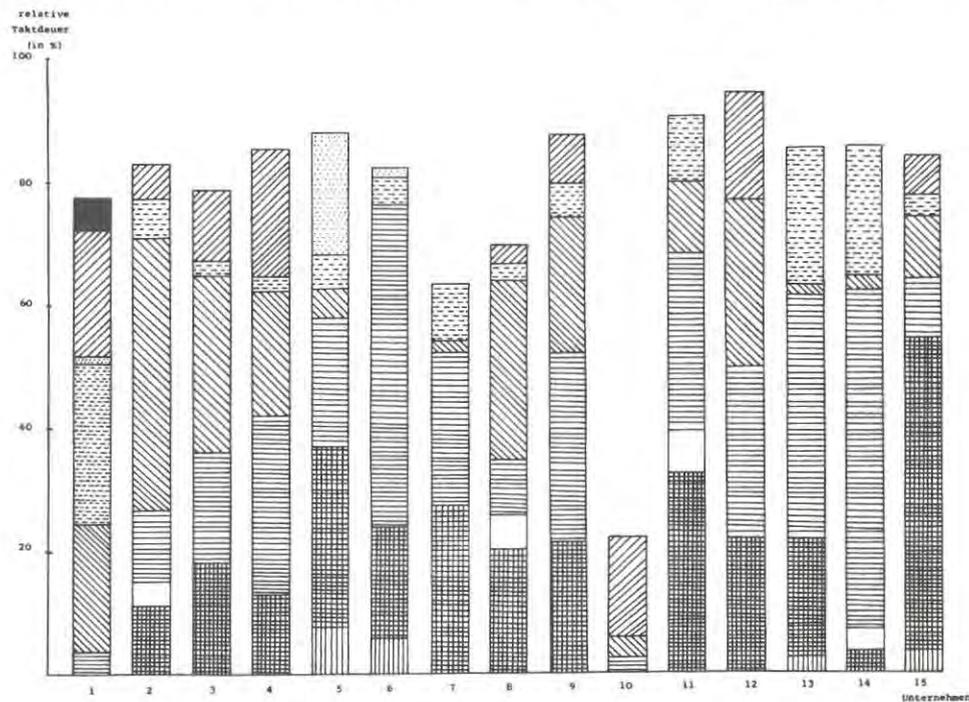
120 = Basis der Punktbewertung (ergibt für die Taktart »120 Min« das Qualitätsgewicht »1«)

### 3. Regelmäßigkeitsniveau in 32 Untersuchungsbetrieben

Im Zusammenhang mit einer detaillierten Qualitätsanalyse für 32 Verkehrsbetriebe Nordrhein-Westfalens konnte auch eine genauere Analyse der Regelmäßigkeitsstrukturen durchgeführt werden. Dabei wurde festgestellt, daß insgesamt 12 verschiedene Taktichten in den Unternehmen Anwendung finden. Diese sind – wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen – in unterschiedlichen Kombinationen und Intensitäten in den einzelnen Betrieben realisiert. Dabei schwankt das Ausmaß, in dem die unternehmensindividuellen Betriebsleistungen im Taktbetrieb angeboten werden, zwischen dem Maximalwert von 94% und dem Minimalwert von 0%; letzterer wurde für zwei Untersuchungsbetriebe ermittelt, die also ganz darauf verzichten, Fahrzeuge in gleichbleibenden zeitlichen Abständen einzusetzen.

Abbildung 3:

Regelmäßigkeitsstruktur in 15 Verkehrsbetrieben mit dominierendem Aufgabenbereich »Verkehr in Großstädten« (Anteile der verschiedenen Taktlichten an der gesamten unternehmensindividuellen Betriebsdauer in %; zur Legende vgl. Abb. 4)



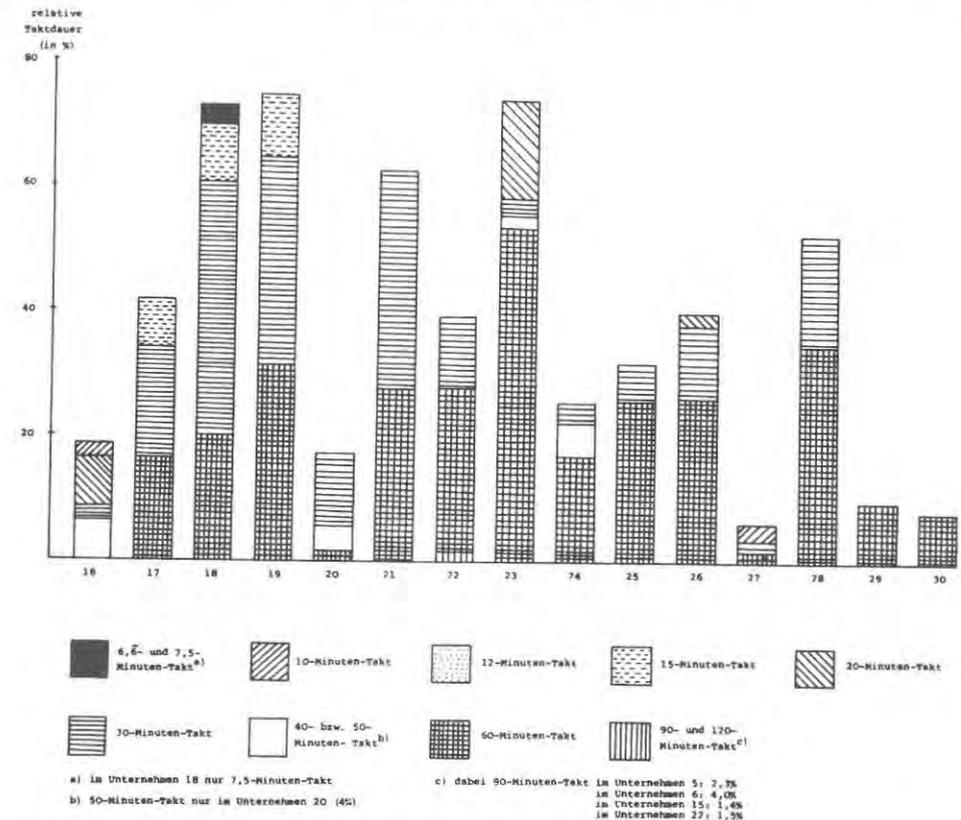
Vergleicht man die Regelmäßigkeitsstruktur der übrigen Unternehmen, so kann man feststellen, daß für die Bedeutung der einzelnen Taktarten im ÖPNV erhebliche Differenzen bestehen. Fast in allen Unternehmen kommen – wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß – der 30-Minuten-Takt (28 Betriebe) und der 60-Minuten-Takt (27 Betriebe) zur Anwendung. Relativ häufig wird auch noch von den drei Taktlichten

- konstantes Zeitintervall »10 Minuten« (11 Anwendungsfälle)
- konstantes Zeitintervall »15 Minuten« (16 Anwendungsfälle)
- konstantes Zeitintervall »20 Minuten« (17 Anwendungsfälle)

Gebrauch gemacht; dabei bleibt die Nutzung dieser Taktarten aber überwiegend auf großstädtische Verkehrsbetriebe beschränkt. Die restlichen festgestellten Taktniveaus mit betrieblichen Realisierungsgraden von mindestens 1% der Betriebsdauer, die zum Teil kurze, zum Teil aber auch mittlere und lange Fahrzeugfolgezeiten beinhalten, sind jeweils nur in relativ wenigen Unternehmen anzutreffen. Hierbei dominiert wiederum die Anwendung in Verkehrsbetrieben, die primär in Großstädten mit über 100 000 Einwohnern Betriebsleistungen produzieren. Aber auch in mehreren Unternehmen, die

Abbildung 4:

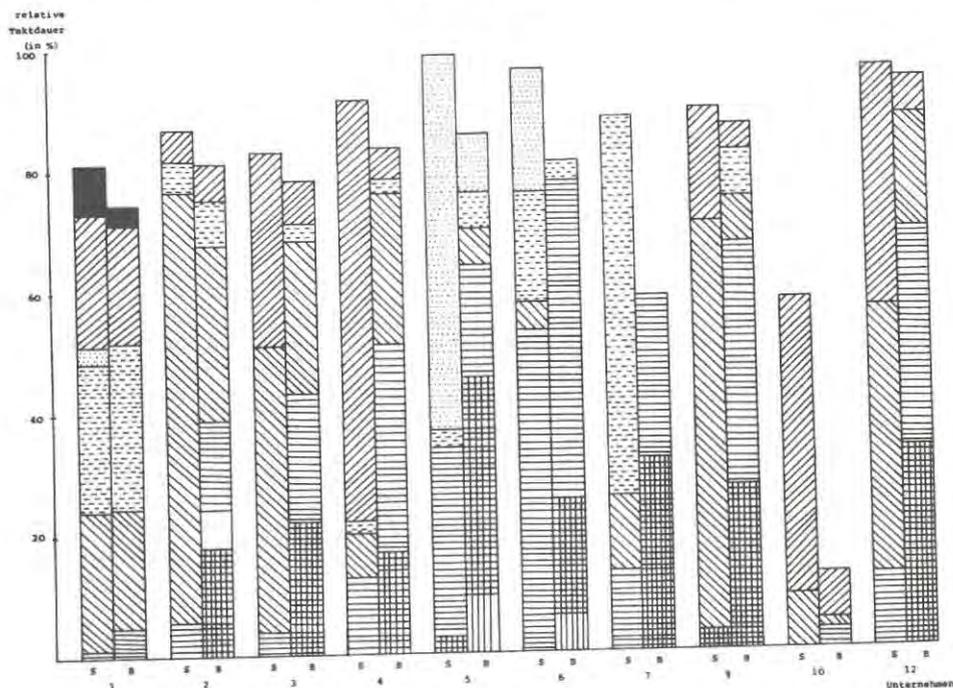
Regelmäßigkeitsstruktur in 15 Verkehrsbetrieben mit dominierendem Aufgabenbereich »Verkehr in mittelgroßen Städten, in Kleinstädten und/oder ländlichen Regionen« (Anteile der verschiedenen Taktlichten an der gesamten unternehmensindividuellen Betriebsdauer in %)



überwiegend mittelgroße Städte verkehrlich erschließen, wird ein Teil der angebotenen Platz-km durch eine dieser Taktlichten charakterisiert.

Für die 10 Verkehrsbetriebe, die verschiedene Verkehrsmittel einsetzen, wurde eine differenzierte Analyse für Straßenbahn und Bus vorgenommen. Dabei zeigt sich, daß in allen Unternehmen der Anteil des Taktbetriebes bei der Straßenbahn höher als beim Omnibus ist (vgl. Abbildung 5). Allerdings weisen die Resultate, die für die verschiedenen Untersuchungsbetriebe gelten, zum Teil erhebliche Unterschiede auf. Diese betreffen einmal das Ausmaß der Regelmäßigkeitsdifferenz, das zwischen den beiden Verkehrsmitteln besteht, und zum anderen die innerbetrieblichen und zwischenbetrieblichen Abweichungen der Regelmäßigkeitsstruktur von Straßenbahn und Bus.

Abbildung 5:  
Regelmäßigkeitsstruktur in 10 Verkehrsbetrieben differenziert nach den Verkehrsmitteln »Straßenbahn« (S) und »Omnibus« (B) (Anteile der verschiedenen Takt-dichten an der verkehrsmittelspezifischen Betriebsdauer im Unternehmen in %; zur Legende vgl. Abb. 4)



Die meisten Taktarten, von denen in einem Unternehmen Gebrauch gemacht wird, werden – allerdings mit unterschiedlichen Realisierungsgraden – auf beide Verkehrsmittel angewandt. Hinzu kommt in den meisten Betrieben noch mindestens eine Takt-dichte, die zusätzlich im Verkehrsbereich »Omnibus« vorzufinden ist. Nur drei Untersuchungsbetriebe setzen bei der Straßenbahn Fahrzeugfolgezeiten ein, die im Omnibus-sektor des Unternehmens nicht genutzt werden. Erwähnenswert ist weiter, daß der Schwerpunkt des Taktbetriebes in fast allen Unternehmen bei der Straßenbahn im Bereich erheblich kürzerer Takt-dichten liegt als beim Bus. Zusätzlich sind beim Straßenbahnverkehr vieler Unternehmen die in gleichmäßigen Zeitintervallen angebotenen Betriebsleistungen viel ausgeprägter auf nur eine Taktart konzentriert als beim Omnibus, der in der Mehrzahl der Fälle mindestens zwei relevante Takt-dichten im Bereich höherer Fahrzeugfrequenzen aufweist.

Deutlich abweichend von den übrigen Untersuchungsergebnissen sind die verkehrsmittelspezifischen Regelmäßigkeitsstrukturen des Verkehrsbetriebes 1. Dabei sind vor allem die beiden folgenden Besonderheiten hervorzuheben: Einmal werden in diesem

Unternehmen auch beim Verkehrsmittel Omnibus nur vergleichsweise kurze Taktintervalle angeboten, wobei vor allem dem hohen Anteil des 10-Minuten-Taktes von knapp 20% eine große qualitätswirksame Bedeutung zukommt. Zum anderen weist im Betrieb 1 auch die Straßenbahn mehrere beachtenswerte Takt-dichten auf, die mit 22% bis 24% der Betriebsleistungen in etwa in gleichem Ausmaß zur Anwendung kommen.

Faßt man die Taktarten für die einzelnen Unternehmen in dem dargestellten Regelmäßigkeitsindex zusammen, so kommt man zu den in Tabelle 1 wiedergegebenen Resultaten. Hierbei ergeben sich zwischen den verschiedenen Untersuchungsbetrieben Ergebnisdifferenzen, die deutlich machen, daß die in den Abbildungen 3 und 4 enthaltenen Regelmäßigkeitsinformationen nur indirekte Hinweise auf das betriebsindividuelle Realisierungsniveau der Attraktivitätskomponente »Regelmäßigkeit« geben. Ausschlaggebend hierfür ist, daß die dargestellten Regelmäßigkeitsstrukturen nur den quantitativen Aspekt des Taktbetriebes berücksichtigen und damit nicht beachtet wird, daß die verschiedenen Takt-dichten für die Kunden des ÖPNV von unterschiedlicher qualitativer Bedeutung sind.

Tabelle 1:  
Regelmäßigkeitsindex und Spaltenrang für 30 Untersuchungsbetriebe

Unternehmen	Regelmäßigkeits-index	Spalten-rang	Unternehmen	Regelmäßigkeits-index	Spalten-rang
1	686,2	1	16	95,9	24
2	464,3	4	17	163,2	20
3	435,6	5	18	325,8	12
4	532,4	2	19	275,0	15
5	421,7	7	20	58,8	27
6	303,4	14	21	193,4	19
7	238,2	16	22	100,0	23
8	330,9	11	23	216,4	18
9	435,6	5	24	61,9	26
10	223,0	17	25	74,6	25
11	355,1	10	26	109,0	22
12	527,0	3	27	41,4	28
13	387,7	9	28	138,6	21
14	419,5	8	29	18,8	29
15	306,6	13	30	16,2	30

Die Unterschiede, die zwischen den Aussagen des Regelmäßigkeitsindex gemäß Tabelle 1 und den Aussagen der Regelmäßigkeitsprofile gemäß Abbildungen 3 und 4 bestehen, sollen mit Hilfe der beiden folgenden Beispiele deutlich gemacht werden. Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, machen mehrere Betriebe – z. B. die Unternehmen 11 und 12 – in einem höheren auf die Betriebsdauer bezogenen Ausmaß von verschiedenen Taktarten Gebrauch als das Unternehmen 1. Da aber das Unternehmen 1 erheblich intensiver qualitativ bedeutsamere Takt-dichten nutzt als die beiden Vergleichsbetriebe, ergibt sich für das Unternehmen 1 ein spürbar höherer Regelmäßigkeitsindex als für den Betrieb 12, dessen Resultat wiederum deutlicher über dem Ergebnis des Unternehmens 11

liegt, als es die Abweichung zwischen den beiden Anteilen aller Taktarten an der Betriebsdauer vermuten läßt.

Bei der zweiten Gegenüberstellung sollen die Regelmäßigkeitsstrukturen der vier Unternehmen 7, 10, 23 und 24 verglichen werden. Wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen, werden in den Betrieben 7 und 23 bzw. 10 und 24 jeweils in etwa gleichem Umfang Betriebsleistungen in Taktform angeboten. Das Unternehmen 10, in dem der Taktbetrieb nur eine vergleichsweise geringe Rolle spielt, erreicht aber aufgrund der Anwendung attraktiver Taktichten einen Regelmäßigkeitsindex, der ungefähr das gleiche Niveau wie die für die Verkehrsbetriebe 7 und 23 gültigen Resultate besitzt, weil diese beiden Unternehmen relativ intensiv große Verkehrsmittelfolgezeiten nutzen. Ein erheblicher Unterschied besteht dagegen zwischen den beiden Regelmäßigkeitsindizes der Betriebe 10 und 24, obwohl in beiden Unternehmen die relative Dauer der angewandten Taktarten in etwa gleich groß ist. Ausschlaggebend für dieses Resultat ist, daß im Verkehrsbetrieb 10 primär von den Taktichten »10 Minuten« und »20 Minuten« und im Unternehmen 24 in erster Linie von den weniger attraktiven Taktarten »40 Minuten« und »60 Minuten« Gebrauch gemacht wird.

Vergleicht man die Regelmäßigkeitsindizes der 30 Untersuchungsbetriebe, so kann man zunächst die in Tabelle 1 enthaltenen Spaltenrangwerte aufstellen. Diese Unternehmensreihenfolge erweckt – weitgehend zu Unrecht – den Eindruck von deutlich differenzierten Regelmäßigkeitsniveaus, weil die Abstände der ermittelten Indexwerte in der Rangskala unberücksichtigt bleiben. Diesen Mangel des Regelmäßigkeitsvergleichs kann man beseitigen, indem man die gesamte Bandbreite der unternehmensindividuellen Kennziffern der Regelmäßigkeit in zehn gleich große Rangstufen unterteilt und die Resultate der 30 Untersuchungsbetriebe in die entsprechenden Rangstufen einsortiert. Dabei zeigt sich, daß die einzelnen Niveaus der Qualitätskomponente »Regelmäßigkeit« wie folgt mit Beobachtungsunternehmen besetzt sind:

- Regelmäßigkeitsniveau 1: Verkehrsbetrieb 1
- Regelmäßigkeitsniveau 2: unbesetzt
- Regelmäßigkeitsniveau 3: Verkehrsbetriebe 4 und 12
- Regelmäßigkeitsniveau 4: Verkehrsbetriebe 2, 3, 5, 9 und 14
- Regelmäßigkeitsniveau 5: Verkehrsbetriebe 11 und 13
- Regelmäßigkeitsniveau 6: Verkehrsbetriebe 6, 8, 15 und 18
- Regelmäßigkeitsniveau 7: Verkehrsbetriebe 7, 10 und 19
- Regelmäßigkeitsniveau 8: Verkehrsbetriebe 17, 21 und 23
- Regelmäßigkeitsniveau 9: Verkehrsbetriebe 16, 22, 26 und 28
- Regelmäßigkeitsniveau 10: Verkehrsbetriebe 20, 24, 25, 27, 29 und 30

Zwischen vielen Verkehrsbetrieben bestehen also bedeutende Unterschiede im Realisierungsgrad der Qualitätskomponente »Regelmäßigkeit«. Diese sind zum großen Teil zwar bedingt durch Differenzen, die zwischen den verkehrlichen Aufgaben existieren, die die einzelnen Unternehmen zu lösen haben. So bestehen z. B. in einem großstädtischen Verkehrsbetrieb andere qualitative Anforderungen als in einem Unternehmen, das primär im Überlandverkehr tätig ist, und von diesen beiden Betriebstypen heben sich wiederum die Funktionsbereiche von Unternehmen mit Aufgabenschwerpunkt in mittelgroßen bzw. kleinen Städten deutlich ab. Neben diesen Unterschieden, die mit der Quantität und Qualität der Verkehrsnachfrage zusammenhängen, muß aber noch eine

zweite Erklärungskomponente der Abweichungen der Regelmäßigkeitsindizes beachtet werden. Diese berücksichtigt, daß die Regelmäßigkeit auch mit von Betrieb zu Betrieb zum Teil stark schwankenden Intensitäten als qualitätswirksamer Aktionsparameter angewandt wird und daß dementsprechend auch unterschiedlich große Spielräume für regelmäßigkeitbezogene Modernisierungsmaßnahmen in verschiedenen Unternehmen des ÖPNV bestehen.

Vergleicht man weiter die Regelmäßigkeitsindizes der Verkehrsmittel Straßenbahn und Bus, so kann man einmal feststellen, daß in allen Untersuchungsbetrieben die Kennziffer des Straßenbahnsektors über dem entsprechenden Omnibuswert liegt (vgl. Tabelle 2). Dabei gelten für das Ausmaß der Abweichung der betriebsindividuellen Indizes starke Differenzen. Diese sind einmal darauf zurückzuführen, daß in allen Unternehmen für die Straßenbahn ein höherer Anteil taktmäßig produzierter Betriebsleistungen an der (Straßenbahn-)Betriebsdauer ermittelt werden konnte als für den Busbereich. Hiermit wird aber in den meisten Fällen nur ein relativ geringer Teil der konstatierten Unterschiede erklärt. Ausschlaggebend hierfür ist, daß auch in diesem Zusammenhang die Struktur der angewandten Taktarten von dominierender Bedeutung für die festgestellten Untersuchungsergebnisse ist. Dies kann leicht anhand von Untersuchungsbetrieb 12 nachgewiesen werden. Von diesem Verkehrsbetrieb werden bei der Straßenbahn 95,1% und beim Bus 93,5% der Betriebsleistungen in Taktform angeboten. Hieraus ergibt sich eine Relation der verkehrsmittelindividuellen Takt Dauern von 1 : 0,98. Die entsprechende Relation der Regelmäßigkeitsindizes lautet aber 1 : 0,50. Da sich dieses Ergebnis nur im Niveau, nicht aber in der Tendenz von den für die übrigen analysierten Unternehmen gültigen Resultaten unterscheidet, kann für alle untersuchten Verkehrsbetriebe festgestellt werden, daß in bezug auf das Verkehrsmittel Omnibus ein erheblich größerer bisher ungenutzter Spielraum für Qualitätserhöhungen des Taktbetriebes durch Übergang auf höhere Taktichten besteht, bei dessen Umsetzung in die betriebliche Praxis aus Wirtschaftlichkeitsgründen allerdings auch Aspekte der Verkehrsnachfrage zu beachten sind.

Die Differenzen, die zwischen den betriebsindividuellen Kombinationen der Taktarten und zwischen den quantitativen Aspekten der Realisierungsgrade der Qualitätsdimen-

Tabelle 2:

Regelmäßigkeitsindex und Spaltenrang der Verkehrsmittel Straßenbahn und Omnibus in 10 Untersuchungsbetrieben

Unternehmen	Straßenbahn		Omnibus	
	Regelmäßigkeitsindex	Spaltenrang	Regelmäßigkeitsindex	Spaltenrang
1	762,2	4	639,8	1
2	548,8	10	416,3	2
3	681,2	5	387,2	5
4	945,2	1	402,4	3
5	769,0	3	334,0	7
6	588,4	9	281,1	8
7	627,2	8	170,6	9
9	632,8	7	371,8	6
10	637,2	6	113,8	10
12	784,0	2	393,2	4

sion »Regelmäßigkeit« in verschiedenen Unternehmen bestehen, haben auch zur Konsequenz, daß die einzelnen Untersuchungsbetriebe bei den beiden eingesetzten Verkehrsmitteln unterschiedlich gute relative, gegenüber den übrigen Unternehmen gültige Ergebnisse erreichen. Dies dokumentieren die Spaltenrangwerte der Regelmäßigkeitsindizes von Straßenbahn und Bus, die – wie Tabelle 2 zeigt – für die meisten analysierten Betriebe mehr oder weniger stark voneinander abweichen. Bei den Spaltenrangwerten bleibt aber unberücksichtigt, wie groß der Abstand zu den benachbarten Kennziffernwerten ist und wie nahe verschiedene betriebsspezifische Resultate beieinander liegen. Dieser Nachteil kann dadurch ausgeschaltet werden, daß man bei der Analyse von 10 gleich großen Bereichen ausgeht, in die der Spielraum zwischen dem höchsten und dem geringsten Indexwert unterteilt wird. Diese 10 Regelmäßigkeitsgruppen befinden sich bei Straßenbahn und Bus wegen der höheren Attraktivität im Straßenbahnbereich auf unterschiedlichen Niveaus und besitzen aufgrund der verschiedenen hohen Distanz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Beobachtungswert auch unterschiedlich große Bandbreiten. Ordnet man bei beiden Verkehrsmitteln die unternehmensindividuellen Ergebnisse in die entsprechenden Attraktivitätsstufen ein, so kommt man zu folgendem Resultat:

Tabelle 3:

Regelmäßigkeitsniveau	Straßenbahn	Omnibus
1	Verkehrsbetrieb 4	Verkehrsbetrieb 1
2	–	–
3	–	–
4	–	–
5	Verkehrsbetriebe 1, 5 und 12	Verkehrsbetriebe 2, 3, 4 und 12
6	–	Verkehrsbetriebe 5 und 9
7	Verkehrsbetrieb 3	Verkehrsbetrieb 6
8	Verkehrsbetriebe 9 und 10	–
9	Verkehrsbetrieb 7	Verkehrsbetrieb 7
10	Verkehrsbetriebe 2 und 6	Verkehrsbetrieb 10

Es zeigt sich also, daß bei den beiden Verkehrsmitteln jeweils ein Verkehrsbetrieb ein Realisierungsniveau der Qualitätsdimension »Regelmäßigkeit« aufweist, das sehr deutlich über den Indizes aller übrigen Beobachtungsunternehmen rangiert und das deshalb von den anderen Betrieben als Zielniveau aufgefaßt werden kann. Weiter gibt die Unternehmensverteilung grobe Hinweise auf die Dringlichkeit der Realisierung von Maßnahmen, die eine Erhöhung des Erfülltheitsgrades des Attraktivitätselements »Regelmäßigkeit« ermöglichen. Dementsprechend sind besonders in den Unternehmen 7 (Straßenbahn und Bus), 2 und 6 (Straßenbahn) sowie 10 (Omnibus) starke Verbesserungen des Taktbetriebes in quantitativer und qualitativer Hinsicht notwendig und auch realisierbar.

Sämtliche bisher dargestellten Untersuchungsergebnisse basieren – wie erwähnt – auf einer Auswertung des Fahrplans der Beobachtungsbetriebe. Sie sind deshalb als Sollwerte der Regelmäßigkeit aufzufassen. Diese Resultate werden überlagert von den effektiven Werten, die sich im täglichen Betrieb für die einzelnen Taktarten ergeben. Bei empiri-

schen Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß die verschiedenen Taktichten mit unterschiedlicher Güte eingehalten werden. Primär bedingt durch räumliche und zeitliche Schwankungen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsbehinderungen ergeben sich sowohl positive als auch negative Fahrplan- und damit Regelmäßigkeitsabweichungen.

In der erwähnten umfangreichen Qualitätsanalyse für 32 Verkehrsbetriebe Nordrhein-Westfalens konnte über problemadäquate empirische Erhebungen auch festgestellt werden, welche Ausmaße die Abweichungen vom Solltakt im einzelnen aufweisen. Dabei wurden folgende Taktichten – zum Teil zeitlich und räumlich differenziert – untersucht:<sup>5)</sup>

- 10-Minuten-Takt (in 2 Untersuchungsbetrieben)
- 12-Minuten-Takt (in 1 Untersuchungsbetrieb)
- 15-Minuten-Takt (in 3 Untersuchungsbetrieben)
- 20-Minuten-Takt (in 3 Untersuchungsbetrieben)
- 30-Minuten-Takt (in 5 Untersuchungsbetrieben)
- 60-Minuten-Takt (in 5 Untersuchungsbetrieben)

Beispielhaft seien an dieser Stelle die Untersuchungsergebnisse skizziert, die für die Qualität der Einhaltung des 30-Minuten-Taktes ermittelt werden konnten (vgl. Abbildung 6). Zu dieser Taktichte liegen

- für das Unternehmen 10 insgesamt 106 Meßwerte,
- für das Unternehmen 17 insgesamt 1457 Meßwerte,
- für das Unternehmen 19 insgesamt 1330 Meßwerte und
- für das Unternehmen 25 insgesamt 102 Meßwerte

vor. Ordnet man diese Unternehmen nach dem Grad der exakten Takteinhaltung und berücksichtigt zusätzlich das Ausmaß der akzeptablen Takteinhaltung – letzteres umfaßt Taktabweichungen aus dem Verfrühungs- und Verspätungsbereich und erstreckt sich auf Fahrzeugfolgezeiten zwischen 28 und 32 Minuten –, dann ergibt sich folgende Reihenfolge:

- Unternehmen 10 : bei 32 % der Meßwerte exakte Takteinhaltung bzw. bei 76 % der Meßwerte akzeptable Takteinhaltung
- Unternehmen 25: 26 % bzw. 66 %
- Unternehmen 19: 19 % bzw. 70 %
- Unternehmen 17: 18 % bzw. 66 %

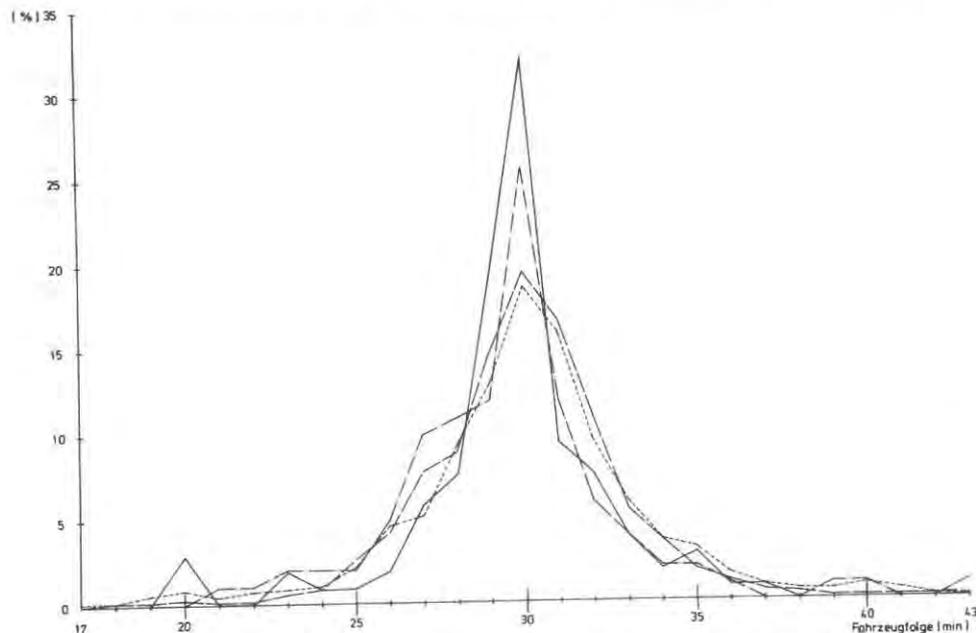
Hieraus folgt, daß besonders in den Untersuchungsbetrieben 25 und 17 Maßnahmen zur Erhöhung des Regelmäßigkeitsniveaus erforderlich erscheinen.

Betrachtet man ergänzend die beiden Bereiche der zu großen Taktabweichungen, so läßt sich konstatieren, daß in den Unternehmen 10, 17 und 19 die deutlichen Verspätungen und Verfrühungen in etwa die gleiche Bedeutung besitzen. Deshalb werden Schwerpunktmaßnahmen zur vorrangigen Reduzierung eines Unregelmäßigkeitsbereiches nicht für notwendig gehalten. Vielmehr müssen in etwa gleich starke Aktivitäten zur Reduzierung der positiven und negativen Fahrplanabweichungen entfaltet werden. Anders ist die Situation im Beobachtungsbetrieb 25. Hier besitzen die zu

5) Ebenda, Kap. 5.2.3., S. 134 f.

Abbildung 6:

Einhaltung des Taktintervalls »30 Minuten« in vier Untersuchungsbetrieben  
(Anteile der verschiedenen Fahrzeugfolgezeiten an der Gesamtzahl der Meßwerte in %) )



kurzen Verkehrsmittelfolgezeiten ein deutliches Übergewicht, das durch problemadäquate Maßnahmen abgebaut werden muß.

#### 4. Ansatzpunkte zur Verbesserung der Regelmäßigkeitsstruktur

Durch die Untersuchung konnte nachgewiesen werden, daß die meisten Verkehrsbetriebe über einen erheblichen Spielraum zur Erhöhung des Regelmäßigkeitsniveaus verfügen. Dabei kann es nicht das Ziel einer auf eine Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV ausgerichteten Verkehrspolitik sein, in allen Unternehmen die gleiche Kombination und Anwendungsbreite verschiedener Taktichten zu realisieren. Eine solche Vorgehensweise würde unberücksichtigt lassen, daß bei der Entscheidung, ob die Verkehrsmittel im Taktbetrieb fahren sollen und von welchen Taktichten gegebenenfalls Gebrauch zu machen ist, aus ökonomischen Gründen auch die linienindividuelle Verkehrsnachfrage beachtet werden muß.

Für alle Unternehmen gilt aber, daß dann, wenn der ÖPNV zu einer akzeptablen Alternative des Individualverkehrs ausgebaut werden soll, auch Maßnahmen im Bereich der Qualitätskomponente »Regelmäßigkeit« verwirklicht werden müssen, die unternehmensspezifisch zu dimensionieren sind. Diese Maßnahmen müssen sich zwar auf die

Dauer der Nutzung aller Taktichten in einem Unternehmen beziehen. Vorrangig ist aber in den meisten Fällen der Übergang auf kürzere Fahrzeugfolgezeiten.

Werden in einem Unternehmen verschiedene Verkehrsmittel eingesetzt, so empfiehlt es sich, differenzierte Maßnahmen zu realisieren. Da der Nachholbedarf an Regelmäßigkeit im Omnibussektor in der Regel erheblich größer als bei der Straßenbahn ist, erscheinen primär Aktivitäten zugunsten des Busverkehrs notwendig und auch erfolgversprechend.

Wichtig ist, daß die Verkehrsbetriebe nicht nur die angewandten Taktarten extensiver nutzen und zusätzlich von neuen Taktarten Gebrauch machen. Vielmehr sind auch verstärkte Aktivitäten erforderlich, die sicherstellen, daß die im Fahrplan vorgegebenen Taktarten auch im täglichen Betrieb in zufriedenstellendem Ausmaß eingehalten werden. Wie durch die durchgeführten empirischen Erhebungen nachgewiesen wurde, sind dabei in einem Teil der ÖPNV-Betriebe ausgewogene Maßnahmen zur Reduzierung der positiven und negativen Fahrplanabweichungen und in anderen Unternehmen Schwerpunktmaßnahmen zur Verringerung eines der beiden nicht akzeptabel erscheinenden Unregelmäßigkeitsbereiche zu verwirklichen. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß bei der Dosierung der qualitätswirksamen Aktivitäten dringend die zeitlichen und räumlichen Unterschiede des Regelmäßigkeitsdefizits zu berücksichtigen sind.

Abschließend muß noch betont werden, daß Maßnahmen, die sich auf eine isolierte Verbesserung der Qualitätsdimension »Regelmäßigkeit« beziehen, nur geringe Erfolge versprechen. Ausschlaggebend hierfür ist, daß einmal in sämtlichen Betrieben des ÖPNV bei fast allen relevanten Attraktivitätsaspekten ein mehr oder weniger stark ausgeprägter Nachholbedarf besteht, und daß zum anderen in der individuellen Bedeutung der meisten Qualitätskomponenten für den Gesamtkomplex »Attraktivität« keine gravierenden Differenzen bestehen<sup>6)</sup>. Deshalb erscheint es günstiger, die Regelmäßigkeit nur als ein – wenn auch wesentliches – verkehrspolitisches Instrument innerhalb eines mehrdimensionalen Maßnahmenbündels anzuwenden, dessen Elemente aufeinander abgestimmt und in dem die derzeitigen Erfülltheitsgrade der verschiedenen Qualitätsfaktoren betriebsindividuell berücksichtigt sind. Nur wenn man sich für eine solche Strategie entscheidet, kann mit einer nennenswerten Substitution von Individualverkehr durch öffentlichen Verkehr gerechnet werden.

6) Vgl. Weimer, K.-H., Die Bedeutungsdifferenzen . . . , a.a.O., S. 468 ff.

#### Summary

The regularity offered by transport operators is one of the essential elements of the complex sizes »attractivity of public urban traffic«. By way of quantifying this quality component carried out for 32 transport enterprises under observing their specific transport particularities, one was able to state important differences between the enterprises as to the structure of fixed-cycle operation and the regularity indices which are formed by concentration of all fixed-cycle systems. These differences make clear that the enterprises are provided with more or less great scopes to increase their regularity level. It is possible to explore these margins by a more

intensive utilization of already employed fixed-cycle systems and by introduction of additional fixed-cycle block systems. It must however be insured that also for the daily service scheduled regularities are observed in a satisfying measure.

### Résumé

La régularité de l'offre des entreprises de transport est un élément essentiel du facteur complexe «attractivité du transport public urbain». A l'aide de la quantification de cette composante qualitative appliquée pour 32 entreprises de transport en tenant compte des particularités typiques des moyens de transport on a pu établir des différences importantes entre les entreprises à l'égard de la structure des entreprises travaillant au cycle et des indices de régularité formés par le rassemblement de toutes sortes de cycle. Ces différences rendent clair que les entreprises disposent sur des marges plus ou moins grandes leur permettant d'augmenter le niveau de régularité. En épuisant ces marges, ce qui est possible, par une utilisation plus extensive des sortes de cycle déjà appliquées et par l'introduction de densités additionnelles de cycle, il faut aussi assurer que la régularité fixée à l'horaire sera observée d'une mesure satisfaisante de même au service quotidien.

## Zur Frage der Preisbildung auf Grenzkostenbasis bei Verkehrsunternehmen — dargestellt am Beispiel eines Binnenhafens

VON PROFESSOR DR. DR. WILHELM BÖTTGER, KÖLN

### I. Grundfragen

1. Die öffentlichen Binnenhäfen, in denen die Verfrachter jederzeit nach Maßgabe der bestehenden Tarife, Hafenordnungen, Polizeiverordnungen ohne Einschränkungen löschen, laden und einlagern können, wenden bei der Preiskalkulation größtenteils noch die Durchschnittsvollkostenrechnungsmethode an. Dabei wird von der Vorstellung ausgegangen, daß infolge der Mannigfaltigkeit der Leistungen, soweit sie in Verbundwirtschaft erbracht werden, eine genaue Zurechnung der Einzelkosten auf die unterschiedlichen Leistungsbereiche nur beschränkt möglich ist. Die durchschnittlichen Kosten sind im Einzelfalle kein verlässlicher Maßstab für die Preisbildung. So weist *Herbert Schmitz*<sup>1)</sup> darauf hin, daß die zahlreichen auf die Kosten der Leistungserstellung einwirkenden Einflußfaktoren eine exakte Bestimmung der gesamten Kosten eines spezifischen Leistungsvorganges nicht zulassen, zumal gerade in öffentlichen Hafenerbetrieben die Beschäftigung und die auf die einzelne Leistungseinheit entfallenden Fixkostenanteile sehr stark schwanken und daher zu einem unsteten und für die Preisbemessung nicht auswertbaren Kostenverlauf führen. Die Entgelte sind ausgerichtet auf die jeweils umgeschlagene Transportmenge. Eine lineare Preiserhöhung kann eine Abwanderung nach sich ziehen, wenn die Konkurrenz dem Verkehrsnutzer ein besseres Angebot vorlegt oder eine potentielle Transportleistung wegen der Höhe der Entgelte überhaupt transportunfähig wird. Nur wenn eine einzige Leistungsart oder wenn eine Vielheit von Leistungsarten ohne Verbund getätigt wird, ist die unmittelbare Zurechnung der Einzelkosten auf die Leistung möglich. Sie ist dann zugleich eine Kalkulationsbasis für die Preisbildung. Aber das ist nicht die Regel.

2. Der öffentliche Binnenhafen kann geführt werden in Form eines Regiebetriebes als Teil der allgemeinen Verwaltung mit Ausrichtung auf die Kameralistik des Haushaltsrechts. Diese wird häufig ersetzt durch beweglichere Unternehmensformen in Anlehnung an eine mehr privatwirtschaftliche Ordnung. Dazu zählen Eigenbetriebe und Eigenesellschaften, an welchen die öffentliche Hand (Bund, Länder, Gemeinden, Gemeindeverbände) ganz oder zumindest mit maßgebenden Anteilen beteiligt sind. Möglich

#### *Anschriß des Verfassers:*

Professor Dr. Dr. W. Böttger  
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln  
Universitätsstraße 22  
5000 Köln 41

<sup>1)</sup> *Schmitz, H.*, Die Kostenrechnung der öffentlichen Binnenhäfen und Möglichkeiten eines kostenorientierten Preissystems, Köln 1966, S. 109.