

Verkehrspolitik machen die weitere Zielrichtung deutlich: Gleichbehandlung wird nicht verstanden als »Gleichmacherei«, sondern vielmehr als Schaffung gleicher Startbedingungen unter den verschiedenen Verkehrsträgern; diese ist wiederum Voraussetzung für einen von echtem Wettbewerb gekennzeichneten Verkehrsmarkt.

Eine Übersicht und Kritik bestehender Ungleichheiten im Verkehrswesen der Schweiz verdeutlicht den Abstand zwischen den realen Gegebenheiten sowie dem angestrebten Leitbild im Rahmen der Gesamtverkehrskonzeption: gemeinwirtschaftliche Verpflichtungen,

unternehmungsfremde Lasten, Fragen der Abgeltung, Unterschiede in der steuerlichen Belastung der Verkehrsträger sowie in den Betriebs-, Arbeits- und Sozialbedingungen sind dabei die wesentlichen Faktoren, die die relative Startposition der verschiedenen Verkehrsträger im Wettbewerb beeinflussen. Ein Blick zurück ins eigene Land dürfte sicher deutlich machen, daß es sich hierbei jedoch nicht um ein spezifisch schweizerisches Problem handelt, daß vielmehr auch der deutsche Verkehrspolitiker durch die vorliegende Veröffentlichung angesprochen wird.

*Dipl.-Volksw. Q. Faludi, Köln*

## Die Anwendung einer verallgemeinerten Wachstumsfunktion zur Prognostizierung — gezeigt am Beispiel der PKW-Motorisierung

VON DR. TECHN. PETER CERWENKA, DARMSTADT

### 1. Begriff und Gegenstand der Prognose

Jede Planung bedarf einer Prognose. Abgesehen von intuitiven Prognosen, die mangels erprobter Verfahren sowie mangels entsprechenden Datenmaterials in gewissen Fällen die einzigen Auswege darstellen und dann auch ihre Daseinsberechtigung haben können, sollen Prognosen methodisch und datenmäßig fundiert sein und dürfen nicht auf zweckorientierten Spekulationen basieren.

Definitionsgemäß stellt eine Prognose entweder unmittelbar oder mittelbar die Abhängigkeit einer bestimmten Größe von der Zeit bzw. von zukünftigen Zeitpunkten dar. Jede Prognose beruht letztlich in irgendeiner Form auf der Auswertung von Beobachtungen der bisherigen Entwicklung. Voraussetzung für eine Prognose ist, daß keine grundlegenden (systematischen) Änderungen in der betrachteten Entwicklung eintreten, wie sie beispielsweise durch Krieg, sonstige Katastrophen oder einschneidende politische Maßnahmen hervorgerufen werden können. Solche Ereignisse sind kaum prognostizierbar.

Gegenstand der hier behandelten Prognose ist der PKW-Motorisierungsgrad, also der auf die Einwohnerzahl bezogene Bestand an PKW + Kombi mit der Dimension [PKW + Kombi/1000 E], in der Bundesrepublik Deutschland.

### 2. Prognosemethoden

Im wesentlichen sind zwei verschiedene Methodengruppen zur Erstellung von Prognosen anwendbar.

Bei der ersten Methodengruppe (Trendprognosen) wird ein direkter Zusammenhang der gesuchten Größe mit der Zeit ermittelt.

Bei der zweiten Methodengruppe (Modellprognosen) ermittelt man Kausalzusammenhänge zwischen der gesuchten Größe und bestimmten anderen Faktoren (exogenen Einflußfaktoren), von denen offensichtlich ein wesentlicher Einfluß auf die gesuchte Größe ausgeht oder wenigstens vermutet wird. Nach Ermittlung solcher Kausalzusammenhänge ist es erforderlich, die Einflußfaktoren selbst zu prognostizieren, das heißt, nunmehr unmittelbare Abhängigkeiten der Einflußfaktoren von der Zeit zu ermitteln. Mitunter unterbleibt aber dieser letzte Schritt, und man begnügt sich, die gesuchte Größe für vermutlich zeitstabile Grenzwerte oder für geplante Sollwerte der Einflußfaktoren zu ermitteln. Häufig werden Prognosewerte für die Einflußfaktoren auch durch Vergleich mit denen von analogen, in ihrer Entwicklung jedoch schon weiter fortgeschrittenen Systemen abgeschätzt.

Welche Methode man im Einzelfall auch wählt, drei Tatsachen müssen stets sorgfältig beachtet werden:

- Jede Prognose setzt gewisse Annahmen voraus und läuft letztlich unmittelbar oder mittelbar auf eine Extrapolation bzw. »Hochrechnung« hinaus.
- Jede Aussage, die aufgrund einer Prognose für einen bestimmten Prognosezeitpunkt geäußert werden kann, ist um so gesicherter, je mehr und je genauere Daten aus der vergangenen Entwicklung vorliegen, ferner, je besser es gelingt, die Gesetzmäßigkeiten der untersuchten bisherigen Entwicklung zu erfassen und zu beschreiben.
- Auch und gerade unter der Voraussetzung, daß auftretende Schwankungen in einer Entwicklung nicht durch grundlegende Veränderungen beeinflußt werden, sondern »zufällig« bedingt sind, wird ein einzelner, für einen bestimmten zukünftigen Zeitpunkt  $t$  prognostizierter (stetiger) Wert  $f_t$  mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht eintreten; es müssen vielmehr in jedem Prognosefall eine untere und eine obere Schranke ( $f_{t,u}$ ,  $f_{t,o}$ ) für die gesuchte Größe angegeben werden. Nach Möglichkeit soll dieses »Konfidenzintervall« von einem geforderten Wahrscheinlichkeitsniveau abhängen.

### 3. Literaturlauswertung

Aus einer Literaturlauswertung<sup>1)</sup> kann zunächst im wesentlichen die Gruppierung der Prognosemethoden in Trendprognosen und Modellprognosen bestätigt gefunden werden (wobei auch Kombinationen auftreten). Jede der beiden Methodengruppen wird in der Literatur teilweise mit Nachdruck als allein gültig bezeichnet, ohne daß objektive Beweise für diesen Ausschließlichkeitsanspruch gegeben werden können. Dieser darf aber auch gar nicht erhoben werden, da bei Prognosen von Entwicklungen, die der Mensch

<sup>1)</sup> Vgl. Zimmermann, H., Die künftige Entwicklung des Bestandes an Personenkraftwagen in der Bundesrepublik Deutschland (= Schriftenreihe des Rheinisch-Westfälischen Institutes für Wirtschaftsforschung, Neue Folge, Nr. 10), Essen 1955; Zimmermann, H., Der voraussichtliche Bestand an Kraftfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1967 (= Schriftenreihe des Rheinisch-Westfälischen Institutes für Wirtschaftsforschung, Neue Folge, Nr. 14), Essen 1959; Deutsche Shell, Verdoppelung des PKW-Bestandes bis 1965 – Prognose der PKW-Entwicklung bis einschließlich 1975. Sonderdruck vom 30. September 1959, Hamburg 1959; Deutsche Shell, Methodik zur Prognose des Kraftfahrzeugbestandes bis 1975. Sonderdruck vom 19. Oktober 1961, Hamburg 1961; Tanner, J. C., Forecasts of Future Numbers of Vehicles in Great Britain, in: Roads and Road Construction, Vol. 40 (1962), Nr. 477, S. 263–274; Tanner, J. C., Forecasts of Vehicle Ownership in Great Britain, in: Roads and Road Construction, Vol. 43 (1965), Nr. 515, S. 341–347, Nr. 516, S. 371–376; Leibert, B., Die Nachfrage nach Personenkraftwagen in der Bundesrepublik Deutschland (= Kieler Studien [Forschungsberichte des Instituts für Weltwirtschaft an der Universität Kiel] Nr. 60), Tübingen 1962; Siebke, J., Die Automobilnachfrage – Die Nachfrage nach Personenkraftwagen in der Bundesrepublik Deutschland mit einer Prognose bis zum Jahre 1970 (= Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 1223), Köln und Opladen 1963; Kain, J. F., Beesley, M. E., Forecasting Car Ownership and Use, in: Urban Studies, Vol. 2 (1965/66), Nr. 2, S. 163–185; Heidemann, C., Zur Vorausberechnung des Bestandes an PKW in der Bundesrepublik bis 1980, in: Straßenverkehrstechnik, 9. Jg. (1965), Nr. 9/10, S. 157–160; Kohlhauser, W., Die voraussichtliche Entwicklung des Bestandes an Personenkraftwagen bis 1975, in: Monatsberichte des Österreichischen Institutes für Wirtschaftsforschung, 38. Jg. (1965), Nr. 11, S. 400–411; Kohlhauser, W., Die voraussichtliche Entwicklung des Bestandes an Personen- und Lastkraftwagen bis 1980, in: Monatsberichte des Österreichischen Institutes für Wirtschaftsforschung, 42. Jg. (1969), Nr. 10, S. 414–421; Wolff, K., Trendberechnung des Straßenverkehrs, in: Die Straße, 7. Jg. (1967), Nr. 8, S. 342–346; Mogridge, M. J. H., The Prediction of Car Ownership, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 1 (1967), Nr. 1, S. 52–74; Bonus, H., v. Schweinitz, H., Automobile und Motorisierung in der Bundesrepublik, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 124. Band (1968), S. 541–568; Cerwenka, P., Eine Methode zur Erstellung von PKW-Motorisierungsprognosen (= Schriftenreihe Straßenforschung, Nr. 1, Herausgeber: Bundesministerium für Bauten und Technik), Wien 1972; Gerber, F., Ranfl, B., Motorisierungsprognose – Gesamtschweizerisch, kantonal und regional (= LS-Bericht Nr. 73/1, Herausgeber: Lehrstuhl für Verkehrswissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich), Zürich 1973; Sarrazin, T., Spreer, F., Tietzel, M., Die Sättigungsgrenze der Motorisierung, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 44. Jg. (1973), S. 147–162.

selbst beeinflußt und auch willkürlich steuern kann, exakte Beweise im naturwissenschaftlichen Sinne nicht möglich sind. Vielmehr ist der Planer darauf angewiesen und muß sich damit begnügen, mehr oder weniger objektive Plausibilitätskontrollen zu finden und Indizien für seine Hypothesen aufzuzeigen.

Bei den Trendprognosen wird in der überwiegenden Mehrheit die logistische Funktion<sup>2)</sup> herangezogen. Diese trägt dem Sättigungsphänomen der untersuchten Entwicklung Rechnung. Zur Anwendung dieser Funktion mit konkreten Zahlenwerten werden dabei stets Transformationen derart vorgenommen, daß ein linearer Zusammenhang entsteht. Bei den Modellprognosen überwiegen bei weitem wirtschaftliche Einflußgrößen (vor allem das jährliche Brutto sozialprodukt, bezogen auf den einzelnen Einwohner oder auf die Familie). Wie bereits angedeutet, muß eine echte Modellprognose in zwei Schritten vollzogen werden, von denen jeder mit etwa gleicher Genauigkeit durchgeführt werden sollte. In bezug auf Modellprognosen auf dem Gebiete der PKW-Motorisierung kann aus der Literatur jedoch festgestellt werden, daß das Ursachenmodell (erster Schritt) zumeist mit minutiöser Akribie erstellt wird, wohingegen für die Prognosemodelle der Einflußgrößen selbst (zweiter Schritt) entweder überhaupt nur grobe Annahmen für einen vermuteten Endzustand getroffen oder bestenfalls linear mit der Zeit sich ändernde Zusammenhänge ermittelt werden.

Gerade dieser zweite Schritt, der die eigentliche Prognose darstellt, wird vielfach nur in Form von Anmerkungen oder durch Verweis auf statistisches Material – jedenfalls häufig quantitativ nicht nachvollziehbar – mitgeteilt.

### 4. Wahl der Methodik für ein neues Prognosemodell<sup>3)</sup>

Es wird die Methode der Trendprognose gewählt. Diese Wahl wird nachstehend begründet.

Zunächst muß ein in der Literatur häufig und mit wechselnder Schärfe vorgebrachtes Argument gegen die Anwendung einer Trendprognose entkräftet werden, wonach eine Trendprognose die Bestimmungsfaktoren nicht berücksichtige, welche die untersuchte Entwicklung doch offensichtlich nachhaltig beeinflussen (bei Motorisierungsprognosen z. B. Kopfquote des Brutto sozialproduktes, Preisrelationen, Besteuerung des Kraftfahrzeugverkehrs, Ausbau des Straßennetzes), da nur die Zeit allein als »erklärende Variable« zugelassen ist. Hiergegen ist einzuwenden, daß eine Trendprognose weder die Mißachtung dieser Determinanten noch die Forderung impliziert, daß sich diese nicht ändern dürfen. Im Falle einer Motorisierungsprognose waren alle genannten und noch andere Einflüsse auch bisher wirksam und haben sich auch bisher gewandelt. Die Einflüsse werden jedoch nicht einzeln und explizit nach Art einer Ursachenanalyse erfaßt, sondern in unmittelbarer Zeitabhängigkeit und pauschal überlagert. Die Zeit darf allerdings nicht als »erklärende Variable« in dem Sinne verstanden werden, daß sie die Ursache für das Zustandekommen der untersuchten Größe darstellt. Was bei einer Trendprognose unterstellt wird, ist, daß die Änderungen der Einflüsse allmählich stattfinden und daß die Gesamtheit der Einflüsse stochastisch dem Modelltrend entspricht. Die erste Annahme erscheint bei der PKW-Bestandsentwicklung in einer demo-

<sup>2)</sup> Mathematische Definition dieser Funktion siehe Abschnitt 4.

<sup>3)</sup> Zu den generellen Grundlagen zu diesem Abschnitt vgl. Cerwenka, P., Langfristige PKW-Motorisierungsprognosen – gezeigt am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. Habilitationsschrift im Fachbereich Wasser und Verkehr der Technischen Hochschule Darmstadt 1974.

kratischen Gesellschaftsordnung ziemlich plausibel, die zweite Annahme kann bei keiner wie immer gearteten Prognose exakt bewiesen oder widerlegt werden. Sie kann aber methodisch kontrolliert und als plausibel (oder nicht plausibel) befunden werden. Gerade die Allmählichkeit des Wandels und die Vielzahl sich überlagernder und getrennt oft kaum erfassbarer Einflüsse sind somit Argumente für die Wahl einer Trendprognose. Die Anwendung der hier befürworteten Trendprognose auf die PKW-Motorisierung konnte allerdings noch bis vor einigen Jahren nicht zu gut abgesicherten Ergebnissen führen, da aus numerischen und statistischen Gründen eine Zeitreihe von mindestens etwa 20 Beobachtungen erforderlich ist.

Sieht man sich bei einer langfristigen Prognose des PKW-Motorisierungsgrades vor die Aufgabe gestellt, eine geeignete Trendfunktion festzulegen, so erhebt sich unmittelbar die grundlegende Frage nach der Existenz eines Sättigungsgrades, also nach dem Verhalten des Entwicklungsverlaufes in der (unendlich) fernen Zukunft. Sofern das Problem eines Sättigungsgrades, also eines endlichen Grenzwertes, an den sich ein Wachstumsprozeß asymptotisch annähert, vereinzelt in bisherigen Untersuchungen nicht vollständig ausgeklammert wird, besteht die einhellige Auffassung, daß ein solcher Sättigungsgrad existieren müsse. Die Ansichten über die Höhe desselben divergieren jedoch beträchtlich. Teilweise wird der Sättigungsgrad offensichtlich intuitiv (quantitativ nicht nachvollziehbar) geschätzt und pragmatisch festgesetzt, teilweise werden Überlegungen über den potentiellen Anteil von Personen mit Fahrerlaubnis an der Gesamtbevölkerung angestellt, teilweise werden auch Versuche einer endogenen Ermittlung aus der logistischen Wachstumsfunktion unternommen.

Um ein zusätzliches Indiz für die Existenz des Sättigungsgrades anzubieten, ist es erforderlich, eine Trendfunktion zu finden, welche so gebaut ist, daß sie die Existenz eines Sättigungsgrades zwar jederzeit zuläßt, aber nicht unbedingt und in jedem Falle zu einem solchen führen muß. Bisher wurde bei der praktischen Durchführung einer Trendprognose für den PKW-Motorisierungsgrad weitgehend ausschließlich die logistische Funktion zur mathematischen Beschreibung herangezogen. Diese wird üblicherweise in folgender Form angeschrieben (siehe etwa Abb. 1):

$$(1) \quad f = b_1 / [1 + \exp(b_2 - b_3 \cdot x)]$$

mit  $f$  ... Motorisierungsgrad,

$x$  ... (reduzierte) Zeit,

$b_j$  ... vorerst unbekannte Parameter ( $b_1$  ... Sättigungsgrad).

Soll die Kurve dem in Abb. 1 gezeigten Verlauf entsprechen, so gelten für die Parameter folgende Bereichseinschränkungen:

$$b_1 > 0, \quad b_3 > 0.$$

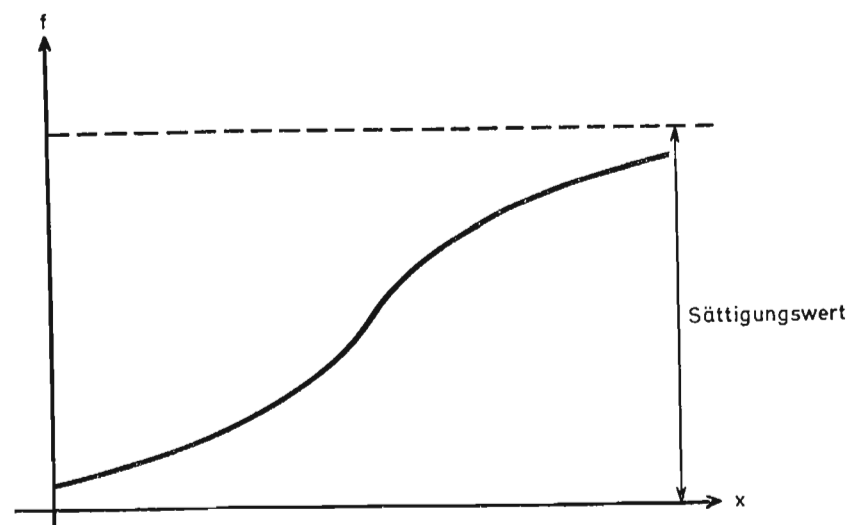
Die logistische Kurve ist bezüglich ihres Wendepunktes zentralsymmetrisch, ein Umstand, der häufig den tatsächlichen Sättigungsvorgängen nicht gerecht wird<sup>4)</sup>.

In zwei früheren Untersuchungen des Verfassers<sup>5)</sup> ist zum Zwecke der Prognostizierung

<sup>4)</sup> Gelegentlich wird das Argument der Exponentialfunktion um eine wirtschaftliche Einflußgröße (z. B. das jährliche Brutto sozialprodukt je Einwohner) erweitert.

<sup>5)</sup> Vgl. Cerwenka, P., Eine Methode ..., a.a.O.; derselbe, Langfristige PKW-Motorisierungsprognosen ..., a.a.O.

Abbildung 1: Wachstumsfunktion



des PKW-Motorisierungsgrades auch die Gompertz-Funktion herangezogen worden, die im allgemeinen in nachstehender Weise angeschrieben wird:

$$(2) \quad f = b_1 / \exp(b_2 \cdot b_3^x)$$

Die Bezeichnungen haben darin dieselben Bedeutungen wie bei der logistischen Funktion. Bei dieser Funktion (2) ist der Kurvenverlauf bezüglich des Wendepunktes nicht zentralsymmetrisch. Soll die Funktion dem in Abb. 1 gezeigten Verlauf entsprechen, so gelten hier für die Parameter nachstehende Bereichseinschränkungen:

$$b_1 > 0, \quad b_2 > 0, \quad 0 < b_3 < 1.$$

Es läßt sich zeigen, daß sowohl die logistische Funktion als auch die Gompertz-Funktion Lösungen der gemeinsamen Differentialgleichung

$$\frac{df}{dx} / f = h_1 \cdot k \cdot [1 - (f/b_1)^{1/k}]$$

sind. Die allgemeine Lösung dieser Differentialgleichung lautet:

$$(3) \quad f = b_1 / [1 + (h_2/k) \cdot \exp(-h_1 \cdot x)]^k$$

Dabei gelten folgende Zuordnungen:

$$\text{Logistische Funktion: } k = 1, \quad h_1 = b_3, \quad h_2 = \exp(b_2),$$

$$\text{Gompertz-Funktion: } k \rightarrow \infty, \quad h_1 = -\ln(b_3), \quad h_2 = b_2.$$

Allgemein kann festgehalten werden, daß sich mit

$$b_1 > 0, \quad h_1 > 0, \quad h_2 > 0 \quad \text{und} \quad k = 1, 2, 3, \dots \rightarrow \infty$$

die Funktionen, die sich mit (3) darstellen lassen, in hervorragender Weise zur mathematischen Beschreibung von Wachstumsprozessen eignen.

Vom Verfasser ist in einem Ausblick vorgeschlagen worden<sup>6)</sup>, diese verallgemeinerte Wachstumsfunktion (3) als Instrument zu einer verfeinerten Prognose heranzuziehen. Der Anstoß zu dieser Überlegung entstammt der aus der Literaturlauswertung gewonnenen Erfahrung, daß bei Fortschreibungen von Prognosen, die mit Hilfe der logistischen Funktion erstellt worden waren, Prognosewerte stets nach oben korrigiert werden mußten. Zur Erklärung dieser Erscheinung wird in einigen Untersuchungen die Hilfsvorstellung eines »gleitenden Sättigungsgrades« entwickelt. Um eine theoretische Begründung für die Verwendung der verallgemeinerten Wachstumsfunktion (3) geben zu können, ist es zweckmäßig, auf diese Hilfsvorstellung einzugehen. In einigen Untersuchungen<sup>7)</sup> wird angedeutet, daß es sinnvoll sein könnte, den Sättigungsgrad ( $b_1$ ) seinerseits zeitabhängig in die Wachstumsfunktion einzuführen. Würde man beispielsweise bei der logistischen Funktion in der Form (3) mit  $k = 1$  den Sättigungsgrad  $b_1$  selbst nach Art einer logistischen Funktion »gleiten« lassen, also den Ansatz

$$b_1 = S / [1 + H_2 \cdot \exp(-H_1 \cdot x)]$$

treffen (wobei die  $H_j$  zusätzliche Koeffizienten darstellen), so ergäbe sich nach Rückeinsetzen:

$$f = S / \{ [1 + H_2 \cdot \exp(-H_1 \cdot x)] \cdot [1 + h_2 \cdot \exp(-h_1 \cdot x)] \}$$

S wäre dann ein »Endwert« des gleitenden Sättigungsgrades oder aber selbst wieder »Sättigungsgrad«. Der Begriff des gleitenden Sättigungsgrades darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß er nur als Gedankenstütze für eine modellmäßige Vorstellung benutzt werden kann; bei Umsetzung in ein konkretes mathematisches Modell muß es nämlich stets eine Konstante geben, welche den »Endwert« zahlenmäßig repräsentiert (im vorliegenden Falle  $S$  statt  $b_1$ ), sofern man das Konzept eines tatsächlichen, endlichen Sättigungsgrades beibehalten will. Definitionsgemäß sollte ausschließlich dieser Endwert als Sättigungsgrad bezeichnet werden. Nimmt man vereinfachend an, daß die  $H_j$  den  $h_j$  entsprechen, und ersetzt man dann noch  $h_2$  durch eine andere Konstante  $h$  mit  $h = 2 \cdot h_2$ , so kann man für  $f$  nunmehr die Beziehung

$$f = S / [1 + (h/2) \cdot \exp(-h_1 \cdot x)]^2$$

anschreiben. Diese Form wird vielfach als logistische Funktion zweiter Ordnung bezeichnet. Sie entspricht genau dem Ansatz (3) mit  $k = 2$ . Die Gompertz-Funktion (mit  $k \rightarrow \infty$ ) stellt in dieser Interpretation sozusagen die logistische Funktion höchster Ordnung dar. Sie trägt somit dem Effekt des Gleitens des Sättigungsgrades von allen Funktionen der Funktionenfamilie (3) am stärksten Rechnung. Man kann daraus folgern, daß die logistische Funktion ( $k = 1$ ) und die Gompertz-Funktion ( $k \rightarrow \infty$ ) extremale Wachstumsfunktionen ihrer Familie darstellen und somit im Vergleich untereinander eine untere und eine obere Grenze einer Wachstumsentwicklung repräsentieren.

Aus numerischen und rechentechnischen Gründen ist es erforderlich, folgende, gegenüber der üblichen Schreibweise geänderte, formelmäßige Darstellung der verallgemeinerten Wachstumsfunktion zu wählen:

$$(4) \quad f = a_1 / (1 + a_2 \cdot a_3^x / a_4)^{a_4}$$

<sup>6)</sup> Vgl. Cerwenka, P., Langfristige PKW-Motorisierungsprognosen ..., a.a.O.

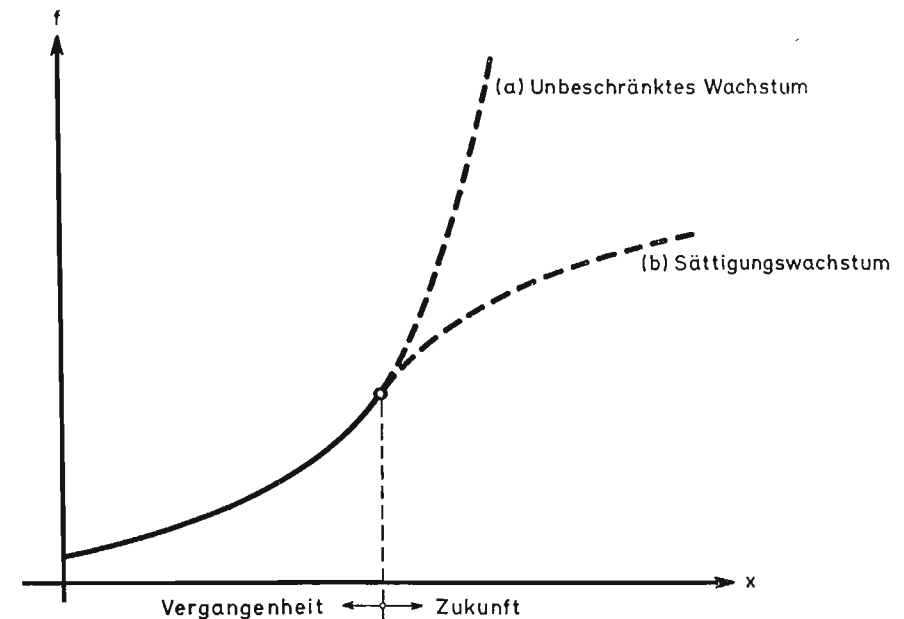
<sup>7)</sup> Vgl. z. B. Tanner, J. C., Forecasts of Future Numbers ..., a.a.O.; Siebke, J., Die Automobilnachfrage ..., a.a.O.

Dabei gelten für die neuen Koeffizienten  $a_j$  folgende Zuordnungen zwischen den inhaltlich identischen Schreibweisen (4) und (3):

$$a_1 = b_1, \quad a_2 = h_2, \quad a_3 = \exp(-h_1), \quad a_4 = k.$$

$a_1$  wird nunmehr als stetige Größe betrachtet (nicht mehr als natürliche Zahl). Der Wert von  $a_1$  stellt ein Maß für die Intensität des Gleitens dar, während  $a_1$  dem Endwert des gleitenden Sättigungsgrades entspricht. Diese Schreibweise (4) hat den Vorteil, daß mit ihr je nach Größe der Parameter  $a_2$  und  $a_3$  sowohl ein »unbeschränktes Wachstum« als auch ein »Sättigungswachstum« beschrieben werden kann (Abb. 2).

Abbildung 2: Möglichkeiten des Wachstums



Kurvenverlauf (a) stellt sich ein für

$$a_1 > 0, \quad a_2 < 0, \quad a_3 > 1, \quad a_4 > 0,$$

Kurvenverlauf (b) stellt sich ein für

$$a_1 > 0, \quad a_2 > 0, \quad 0 < a_3 < 1, \quad a_4 > 0.$$

Wenn es gelingt, die unbekanntenen Koeffizienten  $a_j$  endogen aus einem Rechenverfahren zu ermitteln, so kann aus der Zugehörigkeit der Koeffizienten  $a_2$  und  $a_3$  zu einem der oben angeführten Bereiche ein zusätzliches Indiz für oder gegen ein Sättigungswachstum angeboten werden.

Neben dieser Absicht bestand auch wegen der unbefriedigenden Vielfalt der Meinungen in der Literatur über die Höhe des Sättigungsgrades ( $a_1$ ) das Bedürfnis, die Koeffizienten  $a_j$  endogen, das heißt eben aus einem Rechenverfahren selbst, abzuschätzen. Als Rechenverfahren zur numerischen Durchführung wurde die Regressionsrechnung nach

dem Prinzip der kleinsten Quadrate gewählt. Da in der gewählten Funktion die zu schätzenden Regressionskoeffizienten  $a_j$  (mit Ausnahme von  $a_1$ ) nichtlinear auftreten, kann hier die herkömmliche Regressionsrechnung nicht angewendet werden; vielmehr handelt es sich um eine echt nichtlineare Regressionsrechnung.

5. Ermittlung von Schätzwerten für die Regressionskoeffizienten

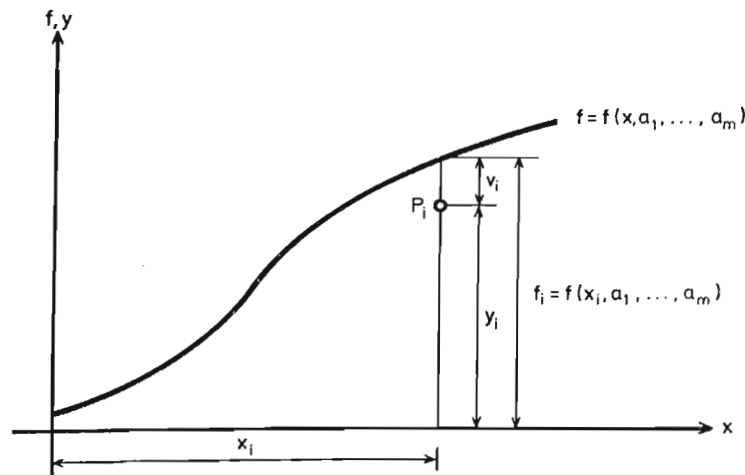
Die Methode der Regression besteht bekanntlich darin, eine statistisch gegebene, diskrete Punktfolge mittels einer zu wählenden Funktion (die eine bestimmte Anzahl von vorerst unbekanntem Parametern [Regressionskoeffizienten] aufweist) analytisch darzustellen. Die Bestimmung der Schätzwerte für diese Parameter erfolgt hier – wie bereits erwähnt – nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate.

Entsprechend Abb. 3 gilt:

$$v_i = f(x_i, a_1, \dots, a_m) - y_i.$$

Hierbei ist  $m$  die Anzahl der Parameter.

Abbildung 3: Schema der Regression



Die Bedingung für das Minimum der Fehlerquadratsumme  $V$  (Prinzip der kleinsten Quadrate) lautet:

$$V = \sum_{i=1}^n \{ [f(x_i, a_1, \dots, a_m) - y_i]^2 \} = \text{Minimum}$$

Die Summation erstreckt sich dabei über alle  $n$  Beobachtungen. Diese Funktion  $V$  ist nach den einzelnen Koeffizienten  $a_j$  partiell zu differenzieren, und die Differentialquotienten sind Null zu setzen. Im vorliegenden Fall ist  $m = 4$ . Handelt es sich bei der Funktion  $f$  um eine hinsichtlich der Parameter nichtlineare Funktion, so ergibt sich im allgemeinen ein nichtlineares Gleichungssystem für die gesuchten Koeffizienten, das meist explizit nicht lösbar ist. Das trifft auch hier zu. Somit stellt sich die Aufgabe, die Methode der

echt nichtlinearen Regression für die praktische Handhabung aufzubereiten. (Eine numerische Bewältigung ist allerdings nur noch mit Hilfe einer EDV-Anlage möglich.) Zu diesem Zweck wird die gewählte Funktion  $f$  in eine Taylor-Reihe entwickelt, bei der nur die Glieder nullter und erster Ordnung berücksichtigt werden:

$$f(x, a_1, \dots, a_m) \approx f(x, a_{1,0}, \dots, a_{m,0}) + \frac{\partial f_0}{\partial a_1} \cdot (a_1 - a_{1,0}) + \dots + \frac{\partial f_0}{\partial a_m} \cdot (a_m - a_{m,0}) = f_0 + \frac{\partial f_0}{\partial a_1} \cdot \Delta a_1 + \dots + \frac{\partial f_0}{\partial a_m} \cdot \Delta a_m$$

Die Bedingung des Fehlerquadratsummenminimums lautet damit angenähert:

$$V \approx \sum_{i=1}^n \left[ \left( f_{0,i} + \frac{\partial f_{0,i}}{\partial a_1} \cdot \Delta a_1 + \dots + \frac{\partial f_{0,i}}{\partial a_m} \cdot \Delta a_m - y_i \right)^2 \right] = \text{Minimum}$$

Nach partieller Differentiation ergibt sich mit der Hilfsbezeichnung

$$(5) \quad h_{i,j} = \frac{\partial f_{0,i}}{\partial a_j}$$

und mit den Größen

$$(6) \quad c_{j,k} = \sum_{i=1}^n (h_{i,j} \cdot h_{i,k}) \quad \text{und} \quad d_j = \sum_{i=1}^n [(y_i - f_{0,i}) \cdot h_{i,j}]$$

folgendes »Normalgleichungssystem der Regression«:

$$\begin{aligned} c_{1,1} \cdot \Delta a_1 + c_{1,2} \cdot \Delta a_2 + \dots + c_{1,m} \cdot \Delta a_m &= d_1 \\ c_{2,1} \cdot \Delta a_1 + c_{2,2} \cdot \Delta a_2 + \dots + c_{2,m} \cdot \Delta a_m &= d_2 \\ \vdots & \\ c_{m,1} \cdot \Delta a_1 + c_{m,2} \cdot \Delta a_2 + \dots + c_{m,m} \cdot \Delta a_m &= d_m \end{aligned}$$

Für die weiteren theoretischen Ableitungen ist es zweckmäßig, die Lösung dieses nunmehr linearen Gleichungssystems mittels Matrizeninversion darzustellen. Tatsächlich numerisch gelöst wird es am rationellsten nach dem Cholesky-Verfahren<sup>8)</sup>, da die Matrix  $C$  stets nur symmetrisch sein kann und im allgemeinen positiv definiert ist. Wenn man die Elemente der zu  $C$  inversen Matrix mit  $\bar{c}_{j,k}$  bezeichnet, so ergibt sich nach Matrizeninversion für die gesuchten Koeffizientenverbesserungen  $\Delta a_j$ :

$$\Delta a_j = \sum_{k=1}^m (\bar{c}_{j,k} \cdot d_k)$$

Da die Reihenentwicklung nach den Gliedern erster Ordnung abgebrochen wurde, stellt auch der Koeffizientenvektor mit den Komponenten

$$a_j = a_{j,0} + \Delta a_j \quad (j = 1, \dots, m)$$

noch nicht die endgültige Lösung dar. Vielmehr werden die nunmehr erhaltenen verbesserten Werte  $a_j$  wieder neuen Werten  $a_{j,0}$  gleichgesetzt, und das Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Bedingung

$$|\Delta a_j / a_j| < \epsilon$$

<sup>8)</sup> Vgl. Zurmühl, R., Matrizen, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1964.

für alle Werte  $a_j$  erfüllt ist.  $\varepsilon$  wird als relative Iterationsgenauigkeit bezeichnet und hier zu  $10^{-5}$  gewählt. Es läßt sich beweisen, daß das Verfahren konvergiert, sofern die Ausgangsnäherungen  $a_{j,0}$  hinreichend nahe in der Umgebung der tatsächlichen Werte  $a_j$  liegen.

Für die Ermittlung von Ausgangsnäherungen bestehen verschiedene Möglichkeiten, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird<sup>9)</sup>.

An konkreten Daten sind im vorliegenden Fall folgende Werte erforderlich:

- Zahlen der registrierten PKW + Kombi, aufgeschlüsselt nach Stichtagen<sup>10)</sup>;
- Bevölkerungszahlen, ebenfalls aufgeschlüsselt nach Stichtagen<sup>11)</sup>.

Aus diesen Werten können durch Division die entsprechenden Eingabedaten  $y_i$  (beobachtete Motorisierungsgrade) zu den einzelnen Stichtagen  $t_i$  ermittelt werden<sup>12)</sup>.

Die analytische Erfassung der Stichtage erfolgt durch Umwandlung der Datumswerte in Dezimaljahreszahlen. Aus rechentechnischen Gründen empfiehlt es sich, diese so erhaltenen vierstelligen Zeitangaben durch Subtraktion einer Konstanten zu reduzieren. Die Wahl eines praktischen Nullpunktes auf der Zeitachse ist beliebig. Hier wird die Reduktion so vorgenommen, daß von jedem Stichtag  $t_i$  das arithmetische Mittel  $t_0$  aller Stichtage abgezogen wird:

$$x_i = t_i - t_0 \quad \text{mit} \quad t_0 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (t_i)}{n} \right]$$

Die eigentliche Regressionsanalyse wird sodann mit den Wertepaaren  $(x_i, y_i)$  durchgeführt.

Mit den in vorstehender Weise ermittelten Schätzwerten für die Regressionskoeffizienten können auch Schätzwerte für Funktionen von Regressionskoeffizienten (durch Einsetzen der Schätzwerte in die Funktionen) ermittelt werden. Im vorliegenden Fall interessiert man sich außer für die Regressionsfunktion selbst auch noch für den Wendepunkt. Für die Abszisse  $t_w$  des Wendepunktes erhält man:

$$t_w = -\ln(a_2) / \ln(a_3) + t_0$$

Die zugehörige Ordinate  $y_w$  des Wendepunktes ergibt sich zu:

$$y_w = a_1 / (1 + 1/a_4)^{a_4}$$

## 6. Konfidenzintervalle<sup>13)</sup>

Eine Prognose sollte nur dann als seriös bezeichnet werden, wenn für jeden Prognose-

<sup>9)</sup> Vgl. z. B. Cerwenka, P., Langfristige PKW-Motorisierungsprognosen ..., a.a.O.

<sup>10)</sup> Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes und der Bundesanstalt für den Güterfernverkehr, 17. Jg. (1971), Nr. 10 (Oktober), S. B 1-B 7, 18. Jg. (1972), Nr. 7 (Juli), S. B 1-B 4, 19. Jg. (1973), Nr. 7 (Juli), S. B 1-B 4. Bonn-Bad Godesberg.

<sup>11)</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie A (Bevölkerung und Kultur), Reihe 1 (Bevölkerungsstand und -entwicklung), I. Bevölkerungsentwicklung, 2. Vierteljahr 1970, Stuttgart und Mainz 1970; dasselbe, Bevölkerungsstand in den Ländern des Bundesgebietes am 27. 5. 1970, 30. 6. 1970, 31. 12. 1970, 31. 3. 1971 und 30. 6. 1971 (Schnellmitteilung VII A - 22/12/07 vom 10. Januar 1972), am 30. 6. 1972 (Schnellmitteilung VII A - 22/5 vom 14. November 1972) und am 30. 6. 1973 (Schnellmitteilung VII A - 22/5 vom 1. November 1973), Wiesbaden.

<sup>12)</sup> Die aus Fortschreibungen gewonnenen Bevölkerungszahlen an den Stichtagen zwischen den beiden Volkszählungen vom 6. Juni 1961 und 27. Mai 1970 wurden proportional der Differenz zwischen dem bis zum 27. Mai 1970 fortgeschriebenen und dem an diesem Tag erhobenen Wert korrigiert.

<sup>13)</sup> Zu den generellen Grundlagen zu diesem Abschnitt vgl. Cerwenka, P., Langfristige PKW-Motorisierungsprognosen ..., a.a.O.

wert ein Bereich innerhalb einer unteren und oberen Grenze angegeben wird. Solche Bereiche (Konfidenzintervalle) sollen möglichst von einem zu definierenden Wahrscheinlichkeitsniveau abhängen. Dieses wird nachstehend als Konfidenzwahrscheinlichkeit ( $P$ ) bezeichnet und zu 90% gewählt.

Der Grundgedanke zur Berechnung von Konfidenzintervallen für eine beliebige Funktion  $g(a_1, \dots, a_m)$  der Regressionskoeffizienten besteht darin, daß die Differenz zwischen der Fehlerquadratsumme  $\bar{V}(\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_m)$  bei beliebigen Parameterkonstellationen  $\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_m$  und dem Fehlerquadratsummenminimum  $V$  (dem entsprechend Abschnitt 5 ganz bestimmte Parameter  $a_1, \dots, a_m$  zugeordnet sind) kleiner oder gleich einer Größe ist, die bei einem gegebenen Problem nur noch von der Konfidenzwahrscheinlichkeit abhängt, ansonsten aber konstant ist<sup>14)</sup>:

$$(7) \quad \bar{V}(\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_m) - V \leq K(P)$$

Diese Ungleichung wird zunächst noch von unendlich vielen Parameterkonstellationen  $\bar{a}_j$  erfüllt. Interessant sind jedoch die Extremwerte, die der Beziehung (7) im Grenzfall des Gleichheitszeichens genügen. Dieses Problem führt auf eine Extremwertberechnung unter Einhaltung der Nebenbedingung (7), die mit Hilfe des Lagrange'schen Operators bewältigt werden kann<sup>15)</sup>.

Erschwerend für die praktische Lösung wirkt sich hier wiederum die Nichtlinearität des sich ergebenden Gleichungssystems aus. Auch hier wird auf ein iteratives Verfahren mit Reihenentwicklung zurückgegriffen (Linearisierung der Funktionen wie in Abschnitt 5), von dem hier nur die formelmäßigen Ergebnisse wiedergegeben werden.

Mit den Bezeichnungen

$$e_j = \frac{\partial g}{\partial a_j}$$

und den Symbolen gemäß den Definitionen (5) und (6) sowie mit  $\bar{c}_{j,k}$  als Elementen der zur Matrix  $C$  inversen Matrix  $\bar{C}$  erhält man schließlich als Ergebnis für die Verbesserung des Ausgangswertes  $g_0$ :

$$(8) \quad \Delta g = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m (\bar{c}_{j,k} \cdot e_j \cdot d_k) + \eta \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m (\bar{c}_{j,k} \cdot e_j \cdot e_k)$$

mit

$$\eta = \sqrt{\left\{ [V - V_0 + K(P)] + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m (\bar{c}_{j,k} \cdot d_j \cdot d_k) \right\} / \left[ \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m (\bar{c}_{j,k} \cdot e_j \cdot e_k) \right]}$$

Darin bedeutet  $V_0$  die Fehlerquadratsumme im jeweils vorangegangenen Schritt und  $V$  das Fehlerquadratsummenminimum. Man beginnt zweckmäßig mit den Parameterkonstellationen des Fehlerquadratsummenminimums, so daß im ersten Rechenschritt  $V = V_0$  ist. Das iterative Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis die Bedingung

$$|\Delta g/g| < \varepsilon$$

erfüllt ist. Da in Gleichung (8) der zweite Summand auf der rechten Seite nachweislich

<sup>14)</sup> Vgl. Beale, E. M. L., Confidence Regions in Non-linear Estimation, in: Journal of the Royal Statistical Society, Vol. B-22 (1960), S. 41-76.

<sup>15)</sup> Vgl. Mangold, H., Knopp, K., Einführung in die höhere Mathematik, II. Band, Stuttgart 1965.

nur nichtnegativ sein kann, ergibt sich für das Minuszeichen stets die untere Konfidenzgrenze und für das Pluszeichen stets die obere.

Um die Formel anwenden zu können, ist nun noch die Größe K(P), Konfidenzkonstante genannt, zu definieren. Unter der Annahme von Normalverteilung der Residuen  $v_i$  hat die Konfidenzkonstante im linearen Fall folgenden Wert<sup>16)</sup>:

$$(9) \quad K(P) = m \cdot \sigma^2 \cdot F(P, m, n - m)$$

Hierin bedeutet m die Anzahl der Parameter, n die Anzahl der Beobachtungen,  $\sigma^2$  die Streuung der Beobachtungspunkte um die Regressionskurve und F(P, m, n-m) die zur F-Verteilungsfunktion (nach Fisher) inverse Funktion (»F-Wert«). Als Schätzwert für die Streuung wird die Größe

$$\sigma^2 \approx s^2 = \sqrt{V/(n - m)}$$

in Rechnung gestellt. Für nichtlineare Regressionen ist die rechte Seite der Gleichung (9) noch mit einem Nichtlinearitäts-Faktor  $B > 1$  zu multiplizieren. Dieser kann nach Beale ermittelt werden<sup>17)</sup>. Er liegt in den hier untersuchten Fällen jedoch so nahe bei Eins, daß er ohne weiteres vernachlässigt werden kann ( $B \approx 1,001$ ). Mit größer werdender Konfidenzwahrscheinlichkeit und größer werdendem Nichtlinearitäts-Faktor werden auch die Konfidenzintervalle größer.

7. Ergebnisse

Gemäß der in den vorangegangenen Abschnitten dargelegten Methodik wurde eine PKW-Motorisierungsprognose für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahre 2000 erstellt. Die zahlenmäßige Durchführung der Berechnungen erfolgte mit der SIEMENS 4004/151 des Fachbereiches Informatik der Technischen Hochschule Darmstadt. Die Rechenergebnisse wurden mit dem BENSON-Plotter des Rechenzentrums der Technischen Hochschule Darmstadt graphisch dargestellt. Die Berechnungen wurden nicht nur für das Bundesgebiet insgesamt, sondern auch differenziert nach Bundesländern durchgeführt. Aus Platzgründen können hier jedoch nur die Ergebnisse für das Bundesgebiet insgesamt wiedergegeben werden (siehe Computer-Ausdruck).

Im Computer-Ausdruck werden nach einigen statistischen Kennwerten (Anzahl der Ausreißer, F-Wert, Fehlerquadratsummenminimum, Standardabweichung S, Spannweite R der Residuen) die Schätzwerte der Parameter  $a_1, \dots, a_4$  nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate und die zugehörigen 90-%-Konfidenzgrenzen ausgedrückt. Danach werden aus Gründen der Übersichtlichkeit die Werte von  $a_1$  noch einmal als Werte für den Sättigungsgrad wiederholt. Anschließend werden in einer Tabelle für alle erfaßten Stichtage Beobachtungswerte, Regressionswerte sowie die Residuen angegeben. Für die Stichtage (1. Juli) der Jahre 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 und 2000 werden unmittelbar anschließend die nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate geschätzten Regressionswerte, ihre 90-%-Konfidenzgrenzen (MIN, MAX) und die Breite des Konfidenzintervalles (D = MAX - MIN) wiedergegeben. Abschließend folgen noch Angaben über den Bereich des Wendepunktes (WP).

<sup>16)</sup> Vgl. Beale, E. M. L., Confidence Regions . . . , a.a.O.  
<sup>17)</sup> Ebenda.

Computer-Ausdruck:

BUNDESGBIET

=====

ANZAHL DER AUSREISSER = 0 , F( 0.900,4,20) = 2.2489  
 FEHLERQUADRATSUMME = 183.61 (PKW+K/1000E)\*\*2  
 S = 3.0 PKW+K/1000E , R = 11.3 PKW+K/1000E

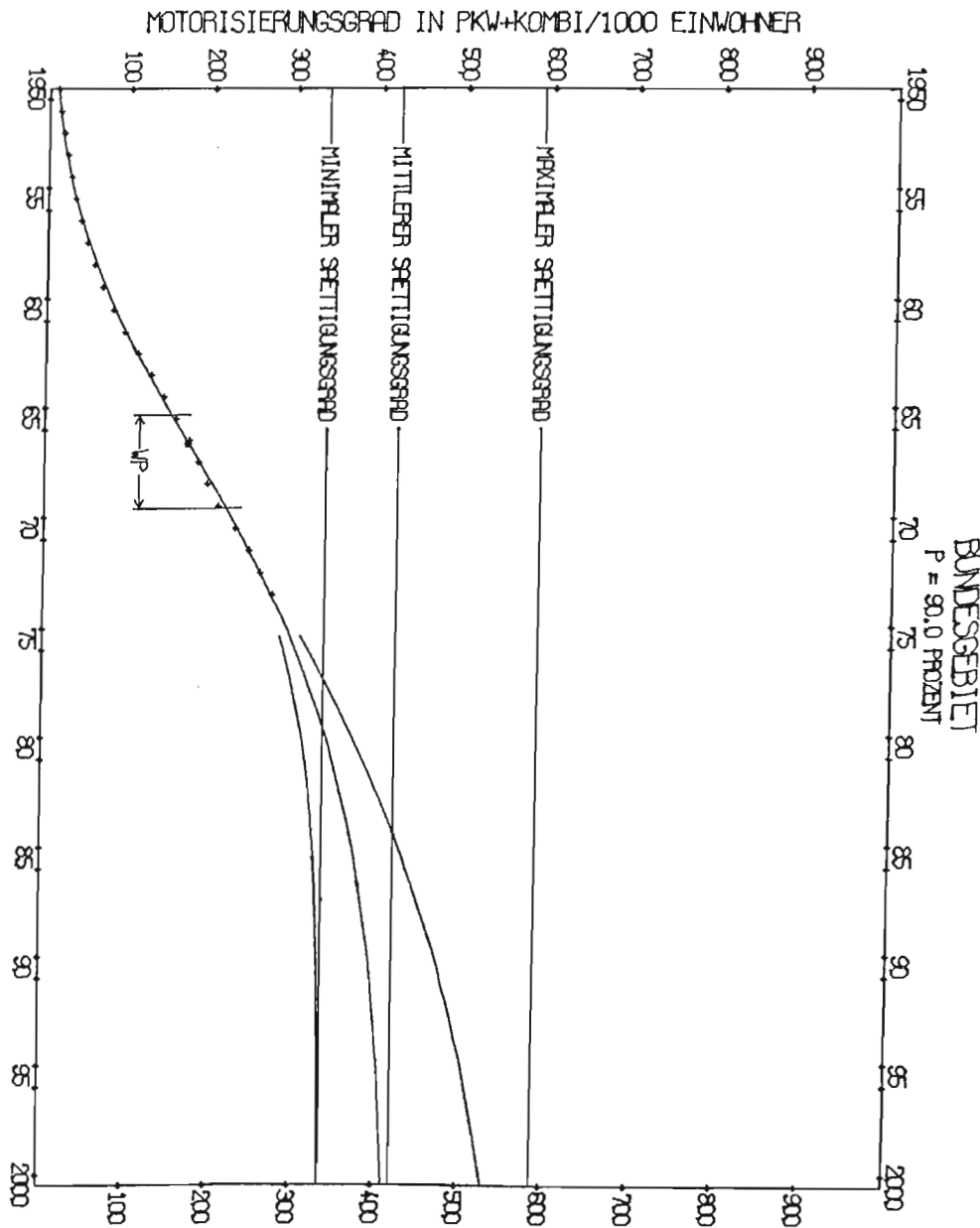
A(1) = 0.42126E 03 ( 0.33646E 03 - 0.58784E 03 )  
 A(2) = 0.16977E 01 ( 0.14556E 01 - 0.21425E 01 )  
 A(3) = 0.89290E 00 ( 0.83415E 00 - 0.92928E 00 )  
 A(4) = 0.39460E 01 ( 0.12242E 01 - UNENDLICH )

SAETTIGUNGSGRAD = 421.3 ( 336.5 - 587.8 ) PKW+K/1000E

STICHTAG	MOTORISIERUNGSGRAD (PKW+KOMBI/1000E)			KONFIDENZINTERVALLE (PKW+KOMBI/1000E)		
	BOEB.	REGR.	RES.	MIN	MAX	D
1. 7.1950	10.8	10.0	-0.8	*****	*****	*****
1. 7.1951	14.2	13.0	-1.1	*****	*****	*****
1. 7.1952	18.6	16.8	-1.7	*****	*****	*****
1. 7.1953	23.0	21.4	-1.6	*****	*****	*****
1. 7.1954	28.2	27.0	-1.2	*****	*****	*****
1. 7.1955	33.3	33.6	0.2	*****	*****	*****
1. 7.1956	40.3	41.2	0.9	*****	*****	*****
1. 7.1957	48.2	50.0	1.8	*****	*****	*****
1. 7.1958	57.0	59.9	2.9	*****	*****	*****
1. 7.1959	67.2	70.9	3.7	*****	*****	*****
1. 7.1960	81.0	82.9	1.9	*****	*****	*****
1. 7.1961	95.1	95.9	0.7	*****	*****	*****
1. 7.1962	111.5	109.6	-1.8	*****	*****	*****
1. 7.1963	127.3	124.1	-3.2	*****	*****	*****
1. 7.1964	142.8	139.1	-3.6	*****	*****	*****
1. 7.1965	158.2	154.5	-3.6	*****	*****	*****
1. 7.1966	174.3	170.1	-4.2	*****	*****	*****
1. 7.1967	185.6	185.7	0.1	*****	*****	*****
1. 7.1968	196.2	201.2	5.0	*****	*****	*****
1. 7.1969	209.2	216.4	7.1	*****	*****	*****
1. 7.1970	229.7	231.2	1.5	*****	*****	*****
1. 7.1971	246.7	245.5	-1.2	*****	*****	*****
1. 7.1972	260.3	259.2	-1.1	*****	*****	*****
1. 7.1973	274.7	272.3	-2.4	*****	*****	*****
1. 7.1975	*****	296.4	***	284.3	308.6	24.3
1. 7.1980	*****	343.7	***	313.4	376.0	62.7
1. 7.1985	*****	374.8	***	326.7	431.3	104.6
1. 7.1990	*****	394.1	***	332.4	474.4	142.0
1. 7.1995	*****	405.6	***	334.8	506.7	171.9
1. 7.2000	*****	412.3	***	335.8	530.4	194.6

WP = 1. 9.1966 (11. 5.1965 - 6. 8.1969)  
 MIT 172.8 ( 154.8 - 216.3 ) PKW+K/1000E

Abbildung 4: Plotter-Darstellung



Das Rechenergebnis ist in Abb. 4 graphisch dargestellt. »MITTLERER SÄTTIGUNGSGRAD« entspricht darin dem Schätzwert des Fehlerquadratsummenminimums, »MINIMALER SÄTTIGUNGSGRAD« und »MAXIMALER SÄTTIGUNGSGRAD« entsprechen den 90%-Konfidenzgrenzen. »WP« repräsentiert den Bereich des Wendepunktes.

Als wesentliches Ergebnis ist festzuhalten, daß sich nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate (auch bei allen Bundesländern) Parameterkonstellationen ergaben, die ein Sättigungswachstum bewirken, obwohl diese Konstellationen nicht vorausgesetzt worden waren. Der durch die durchgeführte Regressionsrechnung erfaßte langfristige Trend wird von einer Schwingung überlagert, die zweifellos mit dem Konjunkturverlauf in engem Zusammenhang steht.

Die Größe der Konfidenzintervalle für prognostizierte Funktionswerte nimmt mit zunehmender Zeit zu und nähert sich asymptotisch dem endlichen Höchstwert des Konfidenzintervalles an der Stelle  $t \rightarrow \infty$ , also dem Wert des Konfidenzintervalles für den Sättigungsgrad.

Aus den Erfahrungen beim Austesten der Programme kann berichtet werden, daß insbesondere bei der Ermittlung der Konfidenzgrenzen beträchtliche numerische Schwierigkeiten auftraten. Das Iterationsverfahren wird gerade durch die Hinzunahme des variablen Exponenten ( $k$ ) als weiteren (stochastischen) Regressionskoeffizienten ( $a_4$ ) äußerst empfindlich und erfordert neben der in Abschnitt 6 angegebenen formelmäßigen Behandlung auch eine ziemlich aufwendige, programminterne Entscheidungslogik, da bei der geforderten Konfidenzwahrscheinlichkeit von  $P = 90\%$  von einem auch nur annähernd linearen Verhalten des Parameters  $a_4$  keineswegs mehr die Rede sein kann.

Aufgrund des weitgehend objektivierten Verfahrens und der daraus erhaltenen durchaus plausiblen Ergebnisse kann geschlossen werden, daß sich eine Trendprognose unter Heranziehung des Verfahrens der echt nichtlinearen Regression mit Hilfe einer verallgemeinerten Wachstumsfunktion gut zur stochastischen Beschreibung der zukünftigen PKW-Motorisierung eignet, sofern man neben den Schätzwerten für gesuchte Funktionen auch deren Konfidenzgrenzen ermittelt. Es muß somit die Aussage:

»Die Entwicklung der privaten Motorisierung ist nicht, wie bisher zumeist unterstellt, trendabhängig, sondern abhängig von der Entwicklung des Realeinkommens<sup>18)</sup>.« wesentlich korrigiert werden. Da nachgewiesenermaßen<sup>19)</sup> volkswirtschaftliche Einflußgrößen ihrerseits hochgradig mit der Zeit autokorreliert sind, ist es relativ gleichgültig, ob die Zeit selbst oder eine solche makroökonomische Determinante als unabhängige Variable in einem Wachstumsmodell benutzt wird. (Letztere müßte übrigens für Prognosezwecke ihrerseits prognostiziert werden). Die unplausiblen Ergebnisse, die *Sarrazin*, *Spreer* und *Tietzel* aus der reinen Trendberechnung mit der einfachen logistischen Funktion erhalten und die zu der zitierten Aussage führen, scheinen somit vor allem darauf zurückgeführt werden zu können, daß (wie übrigens in allen bisherigen Untersuchungen) sämtliche Berechnungen erst nach Transformation der logistischen Funktion in einen linearen Zusammenhang erfolgen. Wie die vorliegende Untersuchung für eine verallgemeinerte Wachstumsfunktion zeigt, ist es weder erforderlich, einen solchen linearen Zusammenhang künstlich zu konstruieren, noch ist es notwendig, den Sättigungsgrad exogen vorzugeben.

<sup>18)</sup> *Sarrazin, T., Spreer, F., Tietzel, M.*, Die Sättigungsgrenze . . . , a.a.O., S. 161.

<sup>19)</sup> Vgl. *Gerber, F., Ranß, B.*, Motorisierungsprognose . . . , a.a.O.



### 8. Zusammenfassung

Zum Zweck der Prognostizierung der PKW-Motorisierung wird eine Trendprognose auf der Basis einer verallgemeinerten Wachstumsfunktion unter Anwendung der echt nichtlinearen Regression mit Hilfe des Prinzips der kleinsten Quadrate und bei endogener Ermittlung des Sättigungsgrades erstellt. Diese Gesamtmethodik bietet folgende Vorteile:

- Das gewählte Modell gewährleistet, daß sich potentiell sowohl ein unbeschränktes Wachstum als auch ein Sättigungswachstum einstellen kann. Es wird somit ein zusätzliches Indiz bezüglich der Existenz eines Sättigungsgrades angeboten.
- Alle Modellparameter (einschließlich des Sättigungsgrades  $a_1$  und des »Gleitmaßparameters«  $a_2$ ) lassen sich endogen, simultan, gleichwertig und mit gleicher Genauigkeit ermitteln. Eine exogene Festsetzung des Sättigungsgrades wird damit entbehrlich.
- Durch endogene Ermittlung wahrscheinlichkeitsabhängiger Konfidenzintervalle für sämtliche Prognosewerte wird eine echte Quantifizierung der stochastischen Betrachtungsweise ermöglicht.
- Da durch endogene Berechnung subjektive Einflüsse weitgehend reduziert werden, stellt diese Vorgehensweise im Vergleich zu vielen bisherigen Untersuchungen eine Objektivierung dar.
- Die speziell gewählte mathematische Form für die verallgemeinerte Wachstumsfunktion gewährleistete eine Konvergenz bei den angewendeten Iterationsverfahren in allen untersuchten Fällen.

Praktisch durchgeführt wurden die Berechnungen für die einzelnen Bundesländer und das gesamte Bundesgebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West). Aus Platzgründen konnten hier jedoch nur die Ergebnisse für das Bundesgebiet insgesamt wiedergegeben werden.

Die hier aufgezeigte Methodik ist bei Vorliegen einer ausreichenden Zeitreihe (mindestens ca. 20 Beobachtungen) allgemein anwendbar; daher wurden die erforderlichen Programme so variabel gehalten, daß sie auch unverändert zur Erstellung von PKW-Motorisierungsprognosen anderer Gebiete (Staaten, Länder, Bezirke) herangezogen werden können.

### Summary

For the purpose of forecasting the motorcar motorization rate, a trend forecast is prepared by means of a growth function being generalized versus the logistical function. The level of saturation is determined endogenously by means of the non-linear regression according to the principle of least squares. Confidence probability intervals are mapped on each value forecasted. The specific realization of this forecast refers to the motorcar motorization rate in the Federal Republic of Germany. The procedure proper, however, is neither limited to certain regions nor to motorcars but may be used generally to describe growths of certain characteristics.

### Résumé

En vue de la prévision du degré de motorisation en voitures de tourisme on exécute une prévision de tendance à l'aide d'une fonction de croissance généralisée par rapport à la fonction logistique. Le degré de saturation est déterminé de façon endogène à l'aide de la régression non linéaire selon le principe des plus petits carrés. Pour chaque valeur prévisionnelle il sera indiqué des intervalles de probabilité de confiance. L'exécution concrète de cette prévision a lieu en République Fédérale d'Allemagne pour déterminer le degré de motorisation en voitures de tourisme. Le procédé n'est cependant pas limité à des régions déterminées ou aux voitures de tourisme, mais peut être utilisé de façon générale pour la description de processus de croissance de certaines caractéristiques.

V.g.a.f  
v.st.b

## Arbeitsproduktivität, Freisetzung und Einsparung von Arbeitskräften im öffentlichen Personennahverkehr

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

### I. Die wirtschaftliche Lage des öffentlichen Personennahverkehrs

Die wirtschaftliche Lage der Unternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) verschlechtert sich seit geraumer Zeit permanent. Die Herstellung des Ausgleichs zwischen Kosten und Einnahmen bzw. die Erzielung eines Überschusses gelingt immer weniger Verkehrsbetrieben. 1971 waren nur noch 5% der VÖV-Mitgliedsunternehmen in der Lage, neben der Deckung des Aufwandes einschließlich der Abschreibungen und Fremdkapitalverzinsung noch eine geringfügige Verzinsung des Eigenkapitals zu erwirtschaften<sup>1)</sup>. Nur bis zur Verzinsung des Fremdkapitals haben es noch 10% der Verkehrsbetriebe gebracht, 2% nur noch bis zu den Abschreibungen, und bei 83% der Unternehmen reichten die Einnahmen noch nicht einmal zur Deckung des Betriebsaufwandes aus. Demnach befinden sich 85% der Betriebe des ÖPNV in einer schlechten Rentabilitätssituation.

Ihren Ausdruck findet diese Situation auch in der Entwicklung der Defizite der VÖV-Unternehmen. Diese wuchsen von 1969 mit 493 Millionen DM über 642 Millionen DM im Jahre 1970, 927 Millionen DM im folgenden Jahr auf 1.087 Millionen DM im Jahre 1972.

Die Unternehmen des ÖPNV konnten nicht mit eigener Kraft das Entstehen dieser schlechten finanziellen Lage verhindern. Sie waren vielmehr nur imstande, bremsend auf das immer stärkere Auseinanderklaffen von Kosten und Erlösen einzuwirken. Hauptansatzpunkt war hierfür die Verwirklichung einer kostenorientierten Modernisierungspolitik<sup>2)</sup>. Bei dieser werden in erheblichem Ausmaß Rationalisierungsmaßnahmen verwirklicht, die nicht darauf abzielen, die Attraktivität des ÖPNV zu erhöhen, sondern ganz überwiegend darauf gerichtet sind, möglichst große Kostenverringerungen herbeizuführen. Dabei erwies sich die Reduzierung der Beschäftigtenzahl aufgrund ihrer überragenden Bedeutung innerhalb der Aufwandspositionen<sup>3)</sup> als besonders wirkungsvoll.

Eine Kennziffer, die Hinweise auf die Erfolge der Bemühungen um einen wirtschaftlicheren Einsatz der Produktionsfaktoren gibt, ist die Arbeitsproduktivität. Auf deren Entwicklung in der Periode 1966–1972 und den Umfang der durch sie ermöglichten

<sup>1)</sup> Rundschreiben Nr. 18 (Allgemein) des VÖV vom 13. 7. 1972, Tabelle 1.

<sup>2)</sup> Vgl. Weimer, K.-H., Modernisierung im öffentlichen Personennahverkehr – Probleme und Lösungsvorschläge (= Ergebnisse eines Forschungsauftrages der Gewerkschaft ÖTV an das Forschungsinstitut der Friedrich-Ebert-Stiftung), Stuttgart 1973, S. 60 f.

<sup>3)</sup> Der Personalaufwand macht in den Unternehmen des ÖPNV 65–70% des Gesamtaufwandes aus, vgl. Labs, W., Personennahverkehr in Stadt und Region (= Schriftenreihe fortschrittliche Kommunalverwaltung, Band 23), Köln/Berlin 1971, S. 85.

Freisetzung und Einsparung von Arbeitskräften soll im folgenden näher eingegangen werden.

Die ermittelten Produktivitätskennziffern gelten für die 140 Nahverkehrsbetriebe, die in den drei erfaßten Jahren 1966, 1969 und 1972 Mitglied des VÖV waren. Nicht berücksichtigt wurden demzufolge einmal alle die Unternehmen, die in mindestens einem der drei Jahre noch nicht oder nicht mehr Mitglied des VÖV waren. Zum anderen mußten die Betriebe außer acht gelassen werden, für die in einer oder mehreren der der Untersuchung zugrundeliegenden »Statistischen Übersichten des VÖV« Angaben über die geleisteten Platzkilometer und/oder die Beschäftigten fehlen.

Bei den nicht erfaßten Unternehmen handelt es sich überwiegend um Kleinbetriebe. Dieses Resultat ergibt sich aus den Anteilswerten, die für die 140 Betriebe hinsichtlich der Betriebsleistungen und der Beschäftigtenzahlen gelten: Bei den Platzkilometern entfallen auf die untersuchten Verkehrsbetriebe in den drei betrachteten Jahren zwischen 96,3% und 98,9% und bei den Vollbeschäftigten zwischen 97,4% und 98,7% der für sämtliche VÖV-Unternehmen gültigen Werte.

Die Verteilung der 140 analysierten Betriebe auf die 5 gebildeten Beschäftigtengrößensklassen zeigt Tabelle 1 für das Basisjahr 1966. Relevant für die anschließend dargestellten Untersuchungsergebnisse ist, daß die Verkehrsbetriebe 1969 und 1972 in der Größenklasse eingeordnet blieben, der sie 1966 angehörten. Das bedeutet, daß sowohl das Überwechseln von Unternehmen in die nächsttiefere Größenklasse infolge der Realisierung von arbeitssparendem technischen Fortschritt<sup>4)</sup> als auch das Hineinwachsen von Betrieben in eine höhere Größenklasse primär infolge von überproportionalen Steigerungen des Leistungsangebots<sup>5)</sup> unberücksichtigt blieben.

Tabelle 1: Größenklassenspezifische Struktur der Unternehmen des ÖPNV

Beschäftigtengrößensklasse	Anzahl der Betriebe
Größenklasse I 1.000 und mehr Beschäftigte	18
Größenklasse II 500 bis 999 Beschäftigte	23
Größenklasse III 250 bis 499 Beschäftigte	13
Größenklasse IV 100 bis 249 Beschäftigte	34
Größenklasse V bis 99 Beschäftigte	52
alle Größenklassen	140

### II. Entwicklung der Arbeitsproduktivität

Als faktorbezogene Produktivität bezieht die Arbeitsproduktivität das gesamte Leistungsergebnis, dessen Quantität durch alle betrieblichen Produktionsfaktoren und deren Zusammenwirken bestimmt wird und auf das darüber hinaus auch noch außer-

<sup>4)</sup> Hiervon betroffen sind 15 Verkehrsbetriebe der Größenklassen I bis IV.

<sup>5)</sup> Dies gilt für 7 Verkehrsbetriebe der Größenklasse V.

betriebliche Faktoren — wie das Niveau der infrastrukturellen Ausstattung — einwirken, auf nur eine Verursachungsgröße. Sie ermöglicht deshalb keine analytische Erfassung und Effizienzbeurteilung des gesamten Produktionsprozesses. Die Aussagekraft des Koeffizienten, dessen Werte und Veränderungen stets von den Einflüssen aller Faktoren abhängen, ist daher nur begrenzt<sup>6)</sup>. Sein Wachstum darf nicht überwiegend oder gar ausschließlich als Steigerung der Ergiebigkeit der menschlichen Arbeitskraft interpretiert werden. Vielmehr kommt der Produktivität im Zuge einer anhaltenden Substitution von Arbeit durch Kapital auch im ÖPNV immer mehr der Charakter einer Kennziffer für den erreichten Mechanisierungsgrad bzw. für die Qualität des bestehenden Leistungsangebots der Verkehrsbetriebe zu.

Das Wachstum der Produktivität, die durch Division der produzierten Platzkilometer durch die Zahl der Vollbeschäftigten bzw. der Beschäftigtenstunden<sup>7)</sup> ermittelt wurde<sup>8)</sup>, ist in Tabelle 2 und Abbildung 1 dargestellt. Bei den dort wiedergegebenen Produktivitätswerten handelt es sich um Durchschnittskennziffern des gesamten ÖPNV bzw. einzelner Beschäftigtenklassen. Bedingt durch die Einwirkungen zahlreicher heterogener Faktoren, auf die weiter unten näher eingegangen wird, weichen die einzelbetrieblichen Werte<sup>9)</sup> z. T. erheblich von den mittleren Verhältniszahlen ab.

In der Gesamtperiode erzielten die Verkehrsbetriebe bei der Beschäftigtenproduktivität einen Wachstumsgewinn von über 26% (vgl. Tabelle 2). Dabei war die Steigerung in der ersten Hälfte der Untersuchungszeit mit durchschnittlich 5,5% pro Jahr erheblich größer als in der Zeitspanne 1969–1972, in der die entsprechende mittlere Zunahme lediglich 2,2% ausmacht. Von überragender Bedeutung für diese Entwicklung war, daß der produktivitätsfördernde Effekt der Verringerung der Beschäftigtenzahl nur in der ersten Teilperiode und zwar mit hoher Intensität wirksam war. Dagegen kommt der Produktivitätszuwachs in Teilperiode 2 ausschließlich durch die realisierte Erhöhung

<sup>6)</sup> Vgl. Bombach, G., Probleme der Produktivitätsmessung, in: Konjunkturpolitik, 5. Jg. (1959), S. 322 und Legris, R., Maßstäbe und Verbesserungen der Produktivität im öffentlichen Oberflächen-Stadtverkehr, in: 39. Internationaler Kongreß der UITP 1971 in Rom, Heft 5, Brüssel 1971, S. 27.

<sup>7)</sup> Die Statistischen Übersichten des VÖV enthalten keine Angaben über die von den Arbeitskräften des ÖPNV geleisteten Beschäftigtenstunden. Da bei den durchgeführten Berechnungen aber auch die Effekte von Arbeitszeitverkürzungen mitberücksichtigt werden sollten, mußten Näherungswerte für die Zahl der Beschäftigtenstunden ermittelt werden. Grundlagen hierfür waren Informationen über die bezahlten Lohnstunden und die entsprechenden Kopffzahlen der Lohnempfänger, die das Arbeitsbüro für den zwischenbetrieblichen Vergleich der öffentlichen Verkehrsbetriebe für die von ihm berücksichtigten Unternehmen für die drei untersuchten Jahre zur Verfügung stellte. Geht man von den Annahmen aus,

— daß die mittlere jährliche Arbeitszeit je Lohnempfänger für die im zwischenbetrieblichen Vergleich erfaßten Arbeiter nicht in relevantem Ausmaß von dem für alle VÖV-Betriebe gültigen Wert abweicht,

— daß die für alle VÖV-Unternehmen gültige Relation »Kopffzahl der beschäftigten Personen: Vollbeschäftigtenzahl« auch für die Arbeitnehmer gilt, die in den Betrieben tätig sind, die sich am zwischenbetrieblichen Vergleich beteiligen, und

— daß die geleisteten Arbeitsstunden je Angestellter in den drei Jahren in etwa den bezahlten Lohnstunden je Arbeiter entsprechen, so kann man Schätzwerte für die in den 140 untersuchten Verkehrsbetrieben insgesamt verrichteten Beschäftigtenstunden berechnen.

<sup>8)</sup> Konsequenz dieser Berechnungsmethode ist, daß qualitative Veränderungen des Leistungsangebots und des Produktionsfaktors Arbeit nur in dem Umfang Berücksichtigung finden, in dem sie zu Zu- oder Abnahmen der Betriebsleistungen bzw. der Beschäftigtenzahl führen.

<sup>9)</sup> Die betriebsindividuellen Produktivitäten, die — getrennt nach Größenklassen — für die Jahre 1966 und 1972 in den Abbildungen 2 bis 6 angegeben sind, können wiederum als Durchschnittswerte der unterschiedlichen Produktivitäten der verschiedenen Funktionsbereiche eines Verkehrsbetriebes bzw. aller in Unternehmen abgelaufenen Arbeitsprozesse aufgefaßt werden.

der Betriebsleistungen zustande. Hieraus ergibt sich, daß das für die Gesamtperiode gültige Resultat »Produktivitätsanstieg von 3,9% pro Jahr« sowohl auf Steigerungen der Platzkilometerzahl als auch auf Verringerungen des Arbeitskräftevolumens zurückzuführen ist.

Tabelle 2: Entwicklung der Beschäftigtenproduktivität und der Beschäftigtenstundenproduktivität im ÖPNV unter Beachtung von größenklassenspezifischen Differenzen

Jahr		1966	1969	1972
Größenklasse I	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,231	1,426	1,547
	Index	100,0	115,8	125,7
Größenklasse II	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,073	1,308	1,362
	Index	100,0	121,9	126,9
Größenklasse III	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,186	1,494	1,519
	Index	100,0	126,0	128,1
Größenklasse IV	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,223	1,455	1,471
	Index	100,0	119,0	120,3
Größenklasse V	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,446	1,627	1,697
	Index	100,0	112,5	117,4
alle Betriebe	Kennziffer <sup>a)</sup>	1,206	1,417	1,513
	Index	100,0	117,5	125,5
	Kennziffer <sup>b)</sup>	517,8	625,9	691,0
	Index	100,0	120,9	133,4

a) Mio Platzkilometer pro Vollbeschäftigter  
b) Platzkilometer pro Vollbeschäftigtenstunde

Bedingt durch den im Vergleich zu den Arbeitnehmern stärkeren Rückgang der Beschäftigtenstunden (18% gegenüber 13%) erreicht die Beschäftigtenstundenproduktivität mit über 33% eine größere Zunahme. Auch für die mittleren Steigerungen pro Jahr gelten mit 6,5% für die Teilperiode 1966–1969, mit 3,4% für die Teilperiode 1969–1972 und mit 4,9% für die Gesamtperiode höhere Werte für die auf der Basis der Stunden ermittelten Kennziffern als für die beschäftigtenbezogenen Verhältniszahlen.

### III. Erklärungskomponenten des Outputwachstums

Mit Hilfe der festgestellten Veränderungen der Arbeitsproduktivität einerseits und den Zu- und Abnahmen der geleisteten Beschäftigtenstunden andererseits ist es möglich, das Wachstum der Betriebsleistungen im ÖPNV zu erklären. Hierzu geht man von dem in der folgenden Gleichung wiedergegebenen Zusammenhang zwischen den drei Faktoren Platzkilometer Q, Arbeitsmenge A und Beschäftigtenstundenproduktivität Q/A aus:

$$(1) \quad Q = A \cdot \frac{Q}{A}$$

Formuliert man diese Gleichung für Entwicklungsprozesse um, so erhält man folgende Relation<sup>10)</sup>:

$$(2) \quad q = a + (q - a),$$

in der  $q$  die Wachstumsrate der Betriebsleistungen,  $a$  die Veränderungen der Arbeitsmenge und  $(q - a)$  die Zunahme der Arbeitsproduktivität bedeuten. Mit Hilfe dieser Funktion wird noch einmal verdeutlicht, daß das Outputwachstum im ÖPNV sowohl in der Gesamtperiode als auch in den beiden Teilperioden ausschließlich durch die Zunahmen der Produktivität<sup>11)</sup> ermöglicht wurde<sup>12)</sup> (vgl. Tabelle 3). Dagegen beeinflusste die Arbeitsmenge die Betriebsleistungen negativ. Dieser negative Effekt konnte aber durch die Steigerungen der Arbeitsproduktivität mehr als kompensiert werden.

Tabelle 3: *Arbeitsmenge und -produktivität als Erklärungskomponenten des Produktionswachstums im öffentlichen Personennahverkehr*

Zeitspanne	durchschnittliche jährliche Veränderung			Erklärungsanteil	
	Produktivität	Arbeitsstunden	Platzkilometer	Produktivität	Arbeitsstunden
1966-1969	+ 6,5	- 5,3	+ 0,8	542	- 442
1969-1972	+ 3,4	- 1,1	+ 2,2	148	- 48
1966-1972	+ 4,9	- 3,2	+ 1,5	288	- 108

#### IV. Größenklassenspezifische Differenzen im Produktivitätswachstum

Betrachtet man die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in den verschiedenen Beschäftigtengrößenklassen, so kann man feststellen, daß erhebliche Differenzen sowohl im Niveau der Kennziffer als auch hinsichtlich der Wachstumsintensität bestehen (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 1). Maßgebend für dieses Resultat sind einmal Unterschiede in der Veränderung des Output der Verkehrsbetriebe und zum anderen größenklassenspezifische Differenzen bei der Verwirklichung von arbeitssparendem technischen Fortschritt. Im einzelnen gilt für die verschiedenen Größenklassen folgendes:

- Für die 18 größten Verkehrsbetriebe war das Wachstum der Produktivität in Teilperiode 1 fast ausschließlich auf die Verringerung der Zahl der Volldienstkräfte (- 5,1% pro Jahr) und in Teilperiode 2 voll auf die Steigerung des Leistungsangebots (+ 2,7% pro Jahr) zurückzuführen. Abbildung 2 zeigt die Produktivitätspositionen

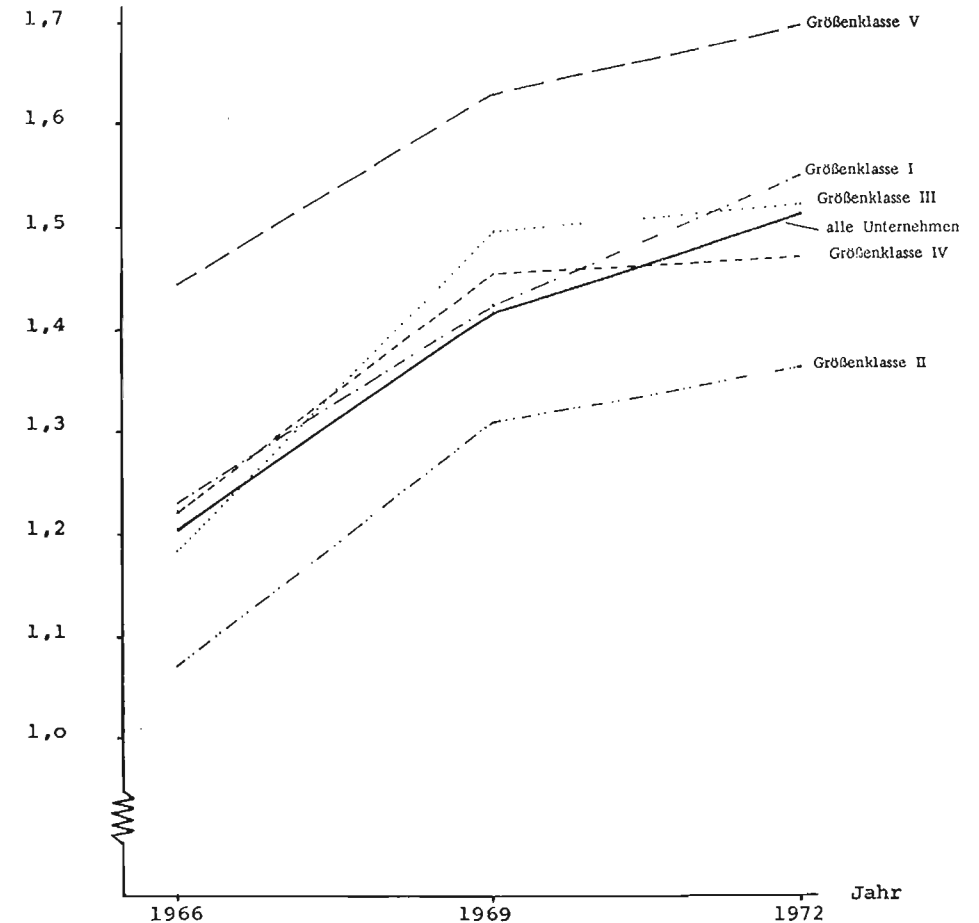
<sup>10)</sup> Zur Ableitung der Gleichung (2) aus Gleichung (1) und zur notwendigen Veränderung von Gleichung (2) beim Rechnen mit Differenzen statt infinitesimal kleinen Veränderungen vgl. Uhlmann, L., Huber, G., Technischer und struktureller Wandel in der wachsenden Wirtschaft (= Band 2 des RKW-Forschungsprojektes »Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland«), Frankfurt 1971, S. 31 f.

<sup>11)</sup> In diesem Zusammenhang muß die Beschäftigtenproduktivität auch als Ausdruck der Veränderungen der Kapitalproduktivität — z. B. durch Substitutionsprozesse oder durch Kapitalintensivierungen — und der Infrastrukturausstattung — z. B. durch die Einrichtung eigener Fahrspuren für öffentliche Verkehrsmittel, durch die eine wirtschaftlichere Produktion von Betriebsleistungen möglich wird — betrachtet werden.

<sup>12)</sup> Hierbei wurde der joint effect, der eine nur mathematisch, nicht sachlich-ökonomisch interpretierbare Größe darstellt, die immer dann explizite auftritt, wenn mehrere endliche durch Multiplikation oder Division verknüpfte Veränderungsrate — wie in (2) — addiert oder subtrahiert werden, auf die beiden Erklärungskomponenten »Produktivitätswachstum« und »Arbeitsmengenveränderung« proportional aufgeteilt. — Vgl. Uhlmann, L., Huber, G., a.a.O., S. 32.

Abbildung 1: *Beschäftigtenproduktivität nach Größenklassen*

Mio Platzkm/Beschäftigter



der einzelnen Unternehmen im Basisjahr und im Endjahr und deren erhebliche Streuung um die beiden Geraden der mittleren Produktivität ( $\Phi Q/A$ )<sup>13)</sup>. Es wird deutlich, daß zwischen den Produktivitäten verschiedener Unternehmen z. T. beträchtliche Differenzen bestehen, die auf eine Vielzahl von Faktoren, auf die weiter unten näher eingegangen wird, zurückgeführt werden können. Abbildung 2 enthält auch den für die Größenklasse I in der Untersuchungsperiode gültigen mittleren Produktivitätsvektor. Dieser bringt die Effekte der durchschnittlichen Abnahme

<sup>13)</sup> Das Unternehmen BVG Berlin wurde wegen seiner extrem hohen Werte sowohl für die Beschäftigtenzahl als auch für die Menge der produzierten Platzkilometer nicht dargestellt.

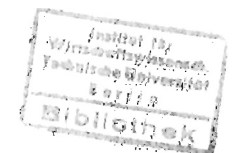


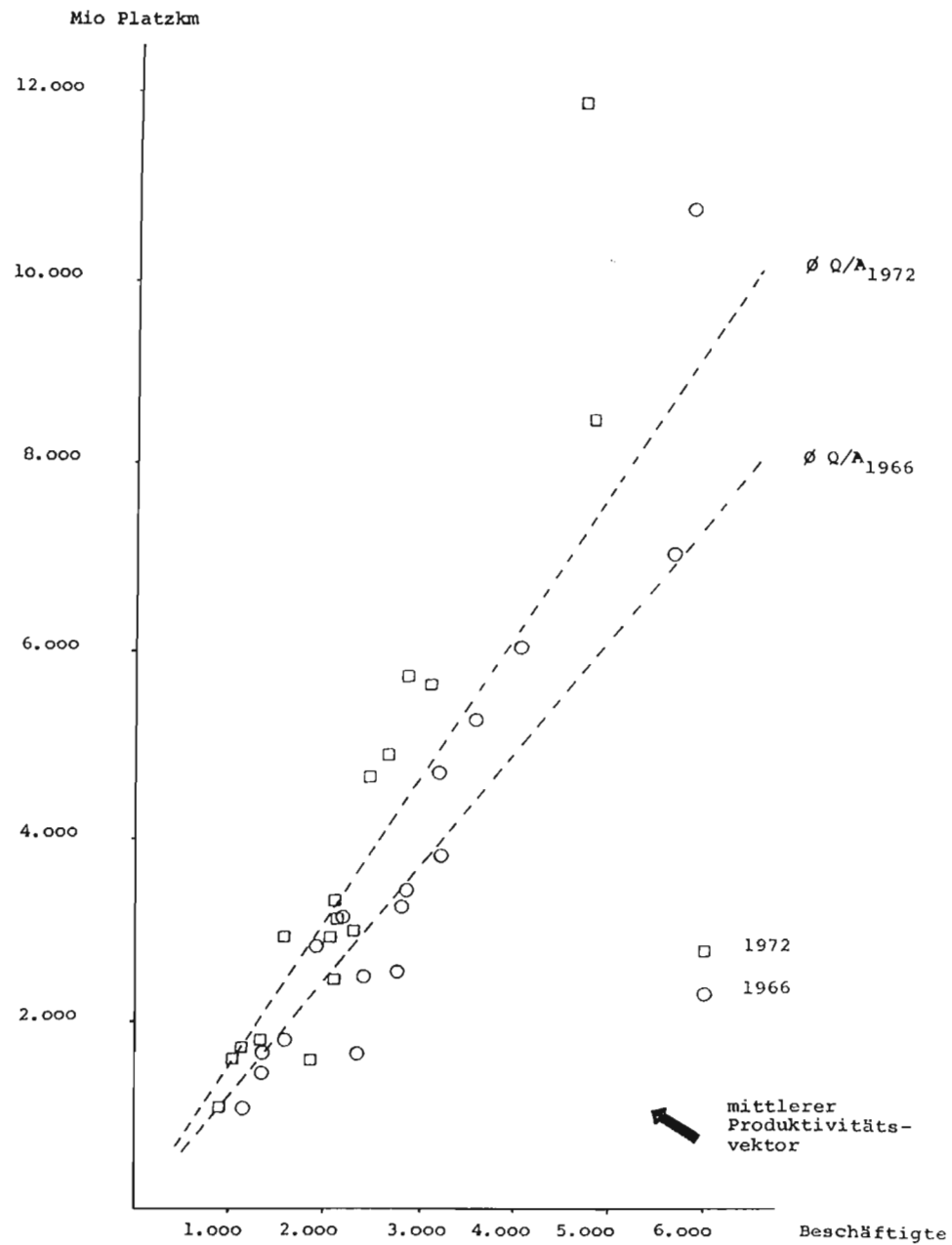
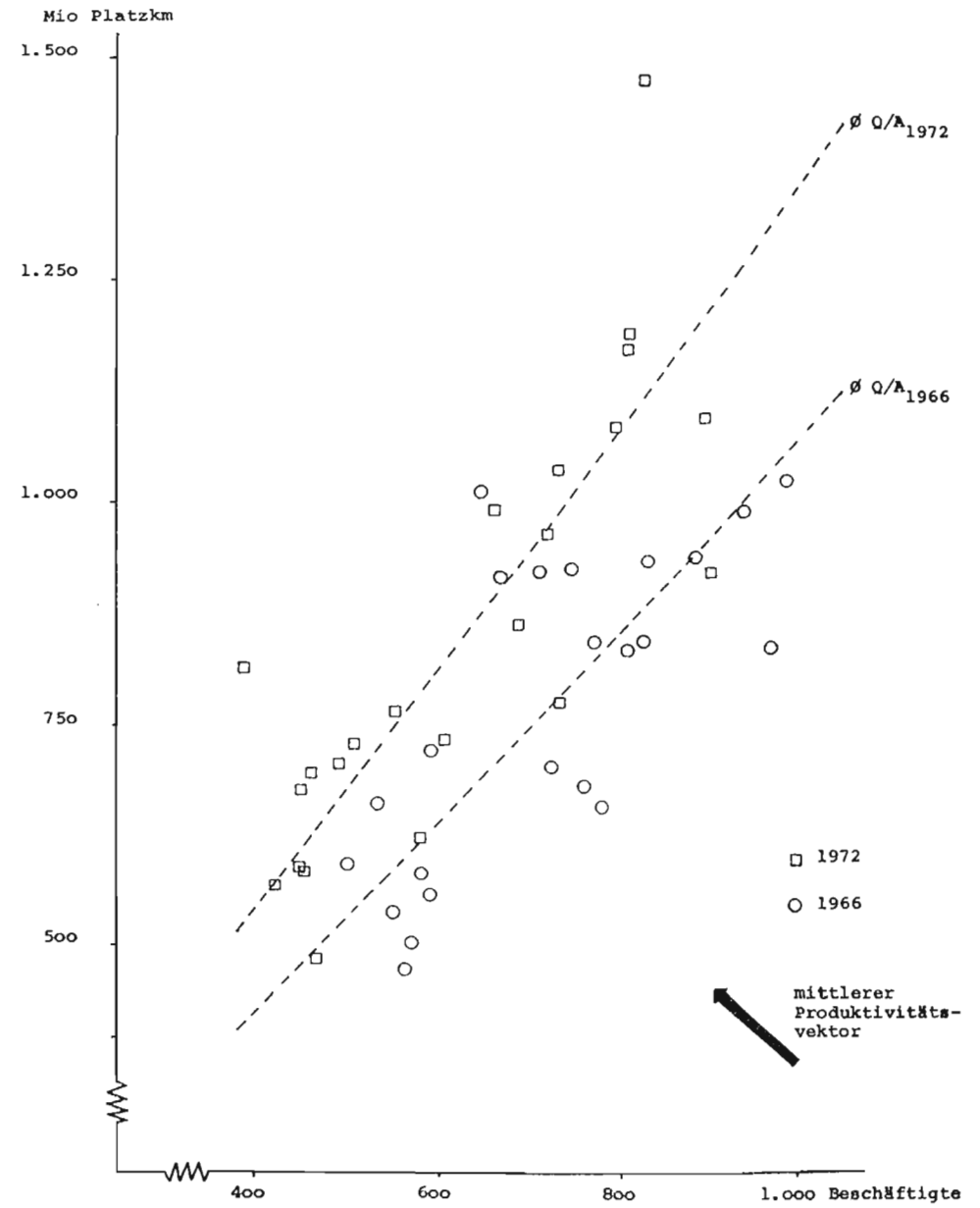
Abbildung 2: Produktivitätsentwicklung in Unternehmen der Größenklasse I  
(ohne BVG Berlin)

Abbildung 3: Produktivitätsentwicklung in Unternehmen der Größenklasse II

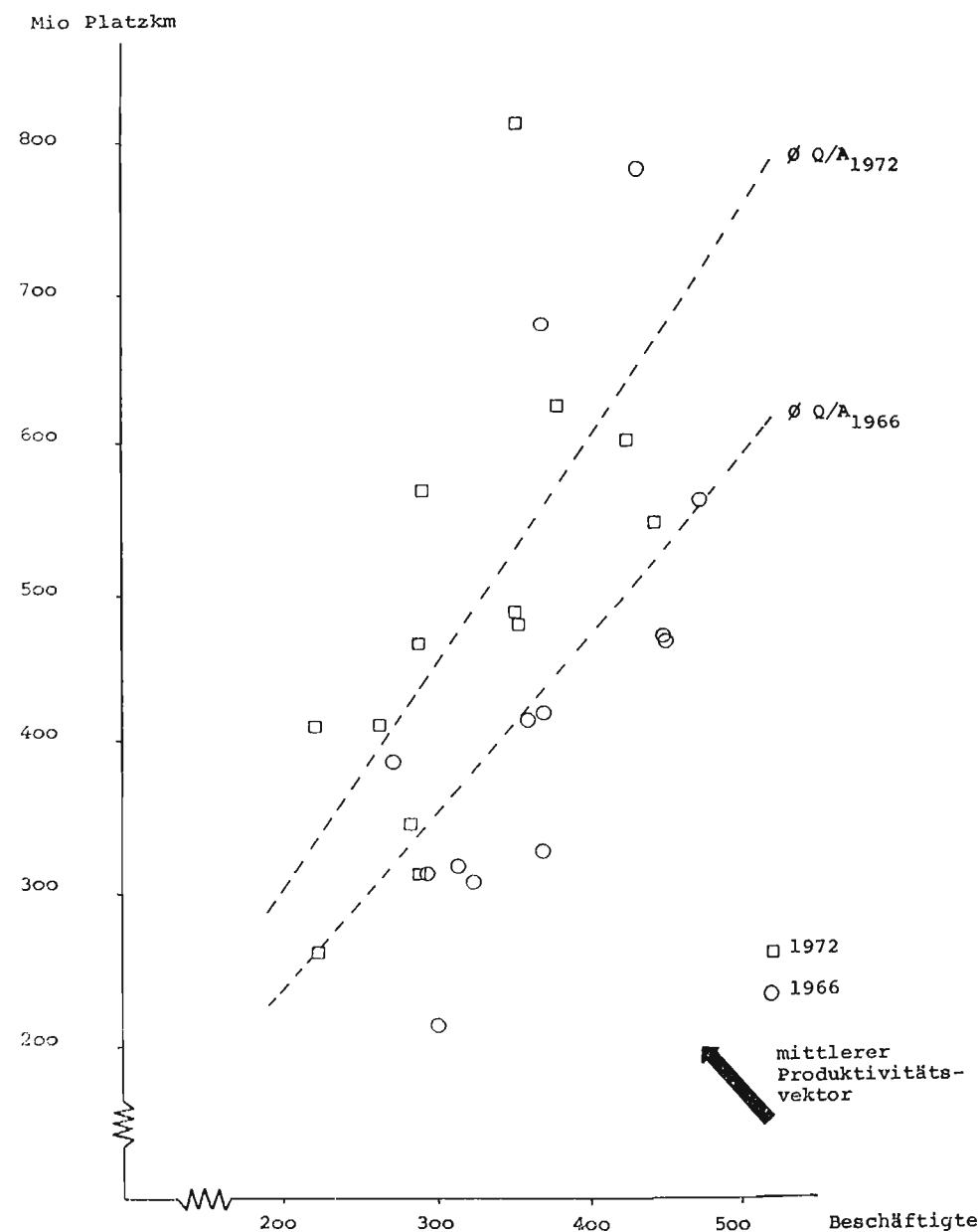


der Beschäftigten je Unternehmen um 500 Personen in der Beobachtungszeit und des entsprechenden durchschnittlichen Wachstums der Betriebsleistungen je Unternehmen um 307 Millionen Platzkilometer kombiniert als gerichtete Strecke zum Ausdruck.

- In der Größenklasse II findet der weitaus überwiegende Teil des Produktivitätswachstums in der ersten Hälfte der analysierten Zeitspanne statt. Er ist sowohl auf einen Rückgang der Personalintensität als auch – wenn auch mit geringerem Gewicht – auf die Zunahme der Platzkilometer zurückzuführen. Dagegen kann in der Teilperiode 2 infolge eines nur noch relativ bescheidenen Abbaus der Belegschaftsstärke und als Konsequenz einer Halbierung der Wachstumsquote der Betriebsleistungen lediglich eine geringfügige Produktivitätszunahme von 1,3% pro Jahr registriert werden. Erwähnenswert von der Entwicklung in dieser Größenklasse ist weiter, daß es den Unternehmen nicht gelungen ist, ihren Rückstand im durchschnittlichen Produktivitätsniveau, das in allen drei erfaßten Jahren deutlich unter dem der anderen Größenklassen liegt<sup>14)</sup>, in nennenswertem Umfang zu verringern. Schließlich soll noch hervorgehoben werden, daß der mittlere Produktivitätsvektor aufgrund der im Vergleich zu den größten Unternehmen relativ höheren Zunahme des Output und der kleineren Abnahme der Beschäftigtenzahl in Größenklasse II etwas steiler als in Gruppe I verläuft (vgl. Abbildung 3).
- Auch bei den Verkehrsbetrieben mittlerer Größe konzentriert sich die Zunahme der Produktivität im wesentlichen auf die Teilperiode 1. Output- und Beschäftigtenveränderungen besitzen dabei eine in etwa gleich starke Einflußintensität. Von 1969 bis 1972 stagniert die Produktivität dann allerdings weitgehend. Ausschlaggebend hierfür sind die nur noch bescheidene Abnahme der Arbeitnehmerzahl und die starke Verlangsamung der Steigerung der Betriebsleistungen. Trotzdem konnten die Unternehmen der Größenklasse III ihr Produktivitätsniveau, das 1966 noch unter dem Durchschnitt aller Unternehmen lag, auch in der zweiten Hälfte der Beobachtungszeit über dem für die Gesamtheit gültigen Wert halten. Schließlich sei noch angegeben, daß der Verlauf des mittleren Produktivitätsvektors in etwa dem in der Größenklasse II entspricht (vgl. Abbildung 4).
- Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Unternehmensgruppen überwiegt in Größenklasse IV die Bedeutung der Zunahme der Erhöhung der Platzkilometerzahl für das Wachstum der Arbeitsproduktivität bereits in der Zeitspanne 1966–1969. Aber auch die Verringerung der Belegschaftsstärke spielt noch eine wichtige Rolle. In Teilperiode 2 scheinen dagegen die Möglichkeiten zur Realisierung von arbeitsparendem technischen Fortschritt weitgehend ausgeschöpft zu sein, denn eine Steigerung der Zahl der Arbeitnehmer konnte trotz der sich weiter verschlechternden betrieblichen Rentabilität nicht verhindert werden. Konsequenz ist einmal ein Absinken dieser Größenklasse unter den für alle Verkehrsbetriebe gültigen durchschnittlichen Produktivitätswert, das auch nicht durch die Fortsetzung des Angebotswach-

<sup>14)</sup> Zur Frage, ob bzw. inwieweit hierbei die von Robbins erwähnte Neigung vieler Großunternehmen zur Überadministrierung eine Rolle spielt, liegen keine spezifischen Untersuchungsergebnisse vor. Allerdings deuten Ergebnisse, die der Verfasser im Zusammenhang mit einer Analyse von Fluktuationsaspekten im ÖPNV ermittelte, darauf hin, daß in den Verkehrsbetrieben der Größenklasse II keine Überadministrierung besteht. In diesen Unternehmen macht 1972 der Anteil des Verwaltungspersonals an der Gesamtzahl der Volldienstkräfte 10,5% – bei einem Mittelwert von 12,5% für alle Verkehrsbetriebe – aus. Dagegen weist die Gruppe der größten Unternehmen mit 13,5% einen überdurchschnittlich hohen Anteilswert auf. – Vgl. Robbins, R. M., Produktivität und Leitung im Betrieb des öffentlichen Nahverkehrs, in: UITP-Review, Heft 2/1970, S. 87.

Abbildung 4: Produktivitätsentwicklung in Unternehmen der Größenklasse III



tums verhindert werden konnte. Zum anderen resultiert aus der Beschäftigtenentwicklung ein im Vergleich zu den Größenklassen I–III wesentlich steilerer Verlauf des mittleren Produktivitätsvektors (vgl. Abbildung 5).

- Die Unternehmen der Größenklasse V besitzen schließlich in allen drei untersuchten Jahren die höchste Produktivität<sup>15)</sup>. Durch ein unterdurchschnittliches Wachstum der Kennziffer verringerte sich allerdings der Vorsprung der Kleinbetriebe gegenüber den übrigen Verkehrsbetrieben während der Beobachtungsperiode. Verursacht sind die Zunahmen der Kennziffer in beiden Teilzeiträumen ausschließlich durch Vergrößerungen der angebotenen Platzkilometer, die wesentlich über den Wachstumssteigerungen der übrigen Größenklassen liegen. Dagegen hat sich der Umfang des Produktionsfaktors Arbeit permanent erhöht und leistete damit einen negativen Beitrag zur realisierten Veränderung der Arbeitsproduktivität. Diese Entwicklung des Beschäftigtenvolumens deutet darauf hin, daß die nur bescheidenen Rationalisierungsmöglichkeit der kleinsten Betriebe des ÖPNV bereits zu Beginn der Untersuchungszeitspanne weitgehend ausgeschöpft waren und daß die verwirklichte Angebotsausweitung nur auf Kosten einer Zunahme der Personalintensität möglich war. Schließlich führte das Wachstum der Belegschaftsstärke in Verbindung mit der Steigerung der produzierten Platzkilometer dazu, daß der mittlere Produktivitätsvektor der Größenklasse V einen positiven Anstieg besitzt (vgl. Abbildung 6).

#### V. Ursachen der Produktivitätsdifferenzen

Die dargestellten Unterschiede im Produktivitätsniveau und in der Produktivitätsentwicklung der verschiedenen Größenklassen und auch die Abweichungen der Produktivitätswerte zwischen einzelnen Verkehrsbetrieben werden durch zahlreiche Faktoren hervorgerufen, die im folgenden kurz angedeutet werden sollen.

Zunächst sind auch für die Unternehmen des ÖPNV die Bestimmungsgrößen relevant, die allgemeingültig sind, d. h. die Produktivität der Unternehmen in allen Wirtschaftszweigen mitbestimmen. Hierzu gehören<sup>16)</sup>:

- Substitutionsvorgänge im Bereich des Faktoreinsatzes; bei der in der Realität dominierenden Substitution von Arbeit durch Kapital – z. B. bei der Einführung von Großraumfahrzeugen – nimmt die Arbeitsproduktivität zu und die Kapitalproduktivität sinkt.
- Auslastungsgrad der Produktionsfaktoren<sup>17)</sup>; wird bei einer Steigerung des Angebots – z. B. durch eine relevante Verdichtung des Fahrplans – die Zahl des Fahr- und

<sup>15)</sup> Entscheidend für dieses Resultat sind u. a. die räumlich/strukturellen Gegebenheiten, die für viele Kleinbetriebe gelten. Die Mehrzahl dieser Unternehmen besitzt ein im Vergleich zu den Groß- und Mittelbetrieben ausgedehntes, von Verkehrsstauungen weitgehend nicht betroffenes Liniennetz, in dem die Verkehrsbedienung ländlicher Regionen eine dominierende Rolle spielt.

<sup>16)</sup> Vgl. *Funck, R.*, Theoretische Aspekte, in: Drittes internationales Symposium über Theorie und Praxis der Verkehrswirtschaft 1969 in Rom. Referat zum Thema 1: »Indices économiques du développement de la productivité dans le domaine de transports notamment en ce qui concerne la répartition économique des trafics de marchandises entre les différents modes de transport«, Paris 1970, S. 19 f.

<sup>17)</sup> Eine wesentliche Ursache der geringen Auslastung und damit des uneffizienten Einsatzes der menschlichen Arbeitskraft im ÖPNV sind die nachfragebedingten Schwankungen des Angebots während eines Tages, die durch das Auseinanderklaffen von Spitzenverkehr und Normalverkehr zustande kommen. – Vgl. *Robbins, R. M.*, a.a.O., S. 85.

Abbildung 5: Produktivitätsentwicklung in Unternehmen der Größenklasse IV

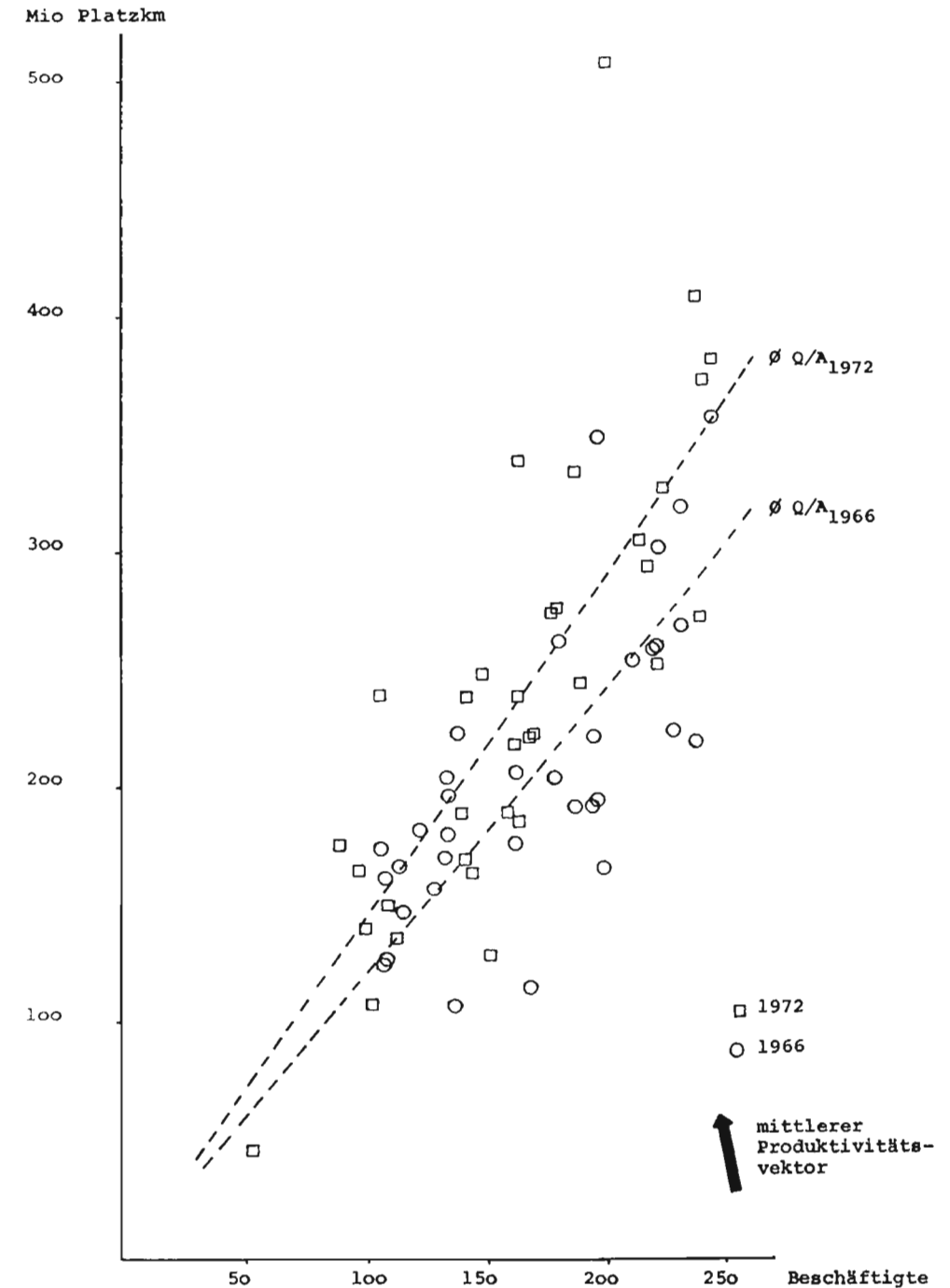
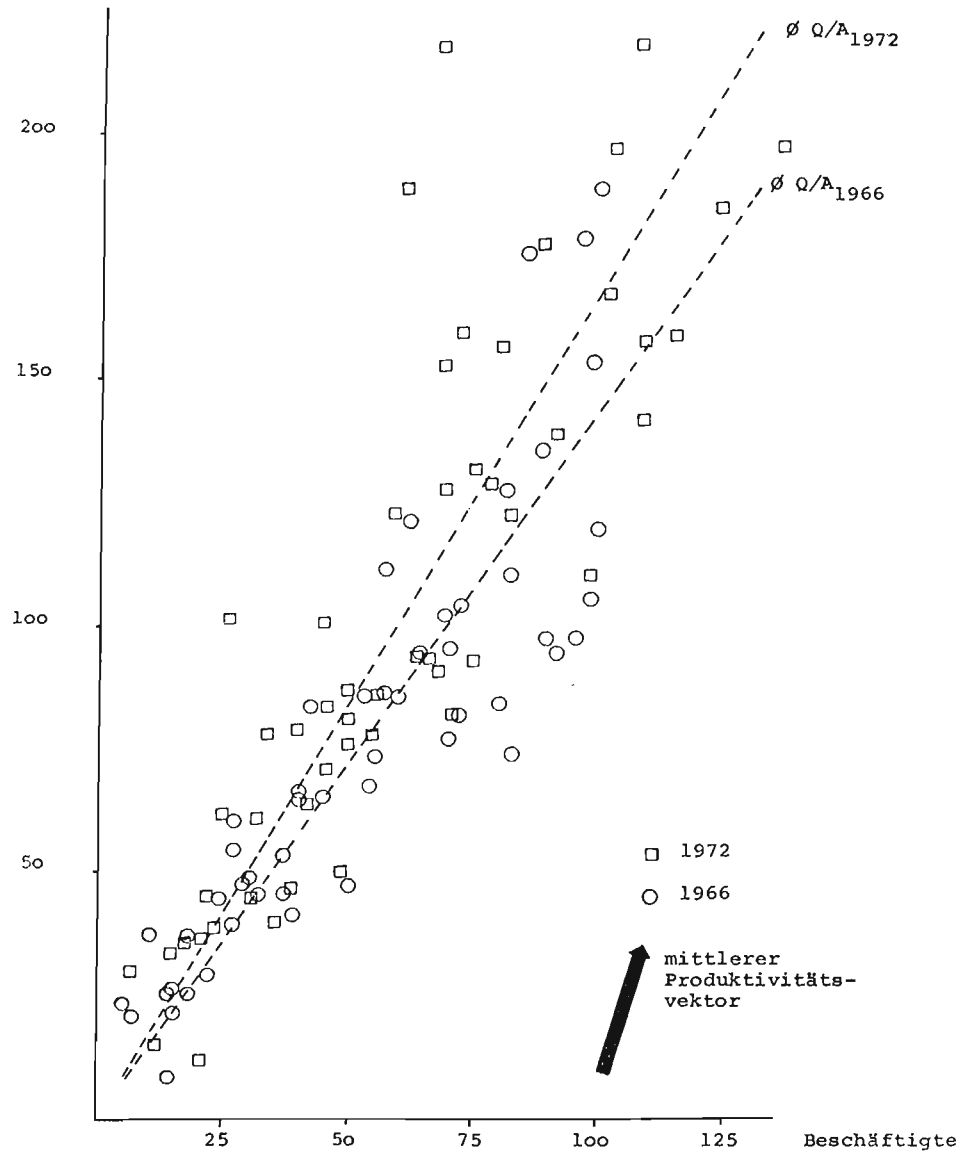


Abbildung 6: Produktivitätsentwicklung in Unternehmen der Größenklasse V  
Mio Platzkm



Aufsichtspersonals nicht im gleichen Maße erhöht, so steigt die Arbeitsproduktivität.

— Realisierung von technischem Fortschritt; arbeitssparender technischer Fortschritt

liegt dann vor, wenn — wie im Falle der Einführung des Einmannbetriebes — relativ mehr Kapital und damit weniger Arbeit im Leistungserstellungsprozeß verwendet wird.

Weiter wird die Arbeitsproduktivität durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst, die speziell in Verkehrsbetrieben Bedeutung besitzen. Diese können im wesentlichen in die zwei Gruppen »äußere Ursachen« und »betriebsinterne Ursachen« des Produktivitätsniveaus und seiner Veränderungen unterteilt werden<sup>18)</sup>. Zu den äußeren Produktivitätsfaktoren gehören:

- die räumlichen Gegebenheiten im Einflußgebiet des Verkehrsbetriebes (Unterschiede in der Stadtstruktur und in den räumlichen Faktoren wie Grad der Hügeligkeit des Geländes, Zahl der Flüsse, Klima),
- die Bevölkerung (Quantität und Bevölkerungsdichte),
- die Marktsituation (Grad der Konkurrenz des Individualverkehrs, Pkw je Einwohner, Ausbaugrad der Verkehrswege) und
- die verkehrslenkenden Maßnahmen außenstehender Institutionen<sup>19)</sup>; (dabei können kurzfristige Maßnahmen — z. B. Abbiegeverbote sowie Regelungen der Park- und Haltemöglichkeiten für den Individualverkehr<sup>20)</sup>, Reduzierung des parkplatzsuchenden Verkehrs<sup>21)</sup> durch Parkplatzleitsysteme, Vorrang für den ÖPNV bei der Schaltung von Verkehrsampeln, Einrichtung besonderer Straßenbahn-/Bus-Fahrs Spuren — und langfristige Maßnahmen — z. B. Konzentration des Baus von Wohnungen und Büros in der Nähe von Haltestellen der Massenverkehrsmittel, Anpassung der Parkplatzkapazität an die jeweilige Straßenkapazität, Schaffung von Verkehrsverbänden, Bau von U- und S-Bahnen, Staffelung der Arbeits- und Ladenschlußzeiten — unterschieden werden).

Neben den äußeren Einflußfaktoren wirken noch viele heterogene innerbetriebliche Faktoren auf die Produktivität und ihre Veränderungen ein. Hierzu sind u. a. zu rechnen:

<sup>18)</sup> Vgl. *Legris, R.*, a.a.O., S. 5 ff.

<sup>19)</sup> Aus der umfangreichen Literatur zu diesem Themenkomplex seien besonders erwähnt: *Brouwer, P.*, Maßnahmen der Verkehrsbetriebe im Kampf gegen die Schwierigkeiten infolge Verkehrsstockungen, in: 37. Internationaler Kongreß der UITP in Barcelona, Heft 1, S. 7; *Bennett, R.*, Hebung der Anziehungskraft des öffentlichen Verkehrs, in: 39. Internationaler Kongreß der UITP in Rom, Heft 1a, S. 23 ff.; *Lehner, F.*, Wechselbeziehungen zwischen Städtebau und Nahverkehr (= Schriftenreihe für Verkehr und Technik, Heft 29), Bielefeld 1966, S. 31 ff. und S. 51 ff.; Bericht der Sachverständigenkommission über eine Untersuchung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden, Bundestagsdrucksache IV/2661, S. 19 ff., S. 24 ff., S. 72 ff., S. 85 ff., S. 124 ff. und S. 137 ff.

<sup>20)</sup> Ansatzpunkte hierfür bieten verschiedene Bestimmungen der neuen Straßenverkehrsordnung sowie eine Realisierung des road-pricing-Ansatzes, der vom Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Köln wiederholt vorgetragen wurde. — Vgl. u. a. *Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln*, Preispolitische Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsteilung in Städten und Ballungszentren (bearbeitet von *H. Baum*), Köln 1970, S. 120 ff., S. 164 ff. und S. 234 ff.; *dasselbe*, Die Verbindung von Preis- und Investitionspolitik bei der Lösung von Stauungsproblemen im Straßenverkehr (bearbeitet von *W. Kentner*), Köln 1970, insb. S. 269–354; *dasselbe*, Die Finanzierung von öffentlichen Verkehrsinvestitionen in Ballungsgebieten (bearbeitet von *W. Kentner*), Köln 1971, S. 124–197; *Willeke, R.*, Auf dem Wege zu einer neuen Nahverkehrskonzeption, in: Internationales Verkehrswesen, Heft 2/1969, S. 46 ff.; *derselbe*, Die wirtschaftlichen Umriss zukunftsgerichteter Lösungen für den Verkehr in Städten und Ballungsgebieten, in: Wie sieht die Zukunft des Verkehrs in den Ballungsgebieten der Bundesrepublik aus? (= Haus der Technik — Vortragsveröffentlichungen, Heft 261), Essen 1971, S. 9.

<sup>21)</sup> Nach einer Untersuchung von *Voigt* wird der Verkehr in den Kerngebieten der Städte durch das mehrfache Befahren der Straßen bei der Parkplatzsuche zwischen 27% und 46% vergrößert. — Vgl. *Voigt, F.*, Verkehrswirtschaft, Kapitel 5: Organisation des städtischen Nahverkehrs. (Unveröffentlichtes Vorlesungsmanuscript), Bonn 1970, S. 30.



- Rationalisierung der Arbeitsabläufe im Fahrdienst, Betriebs- und Werkstätten-dienst sowie in der Verwaltung der Verkehrsbetriebe<sup>22)</sup>,
- Maßnahmen, die durch Veränderung einzelner oder verschiedener Ebenen der Verkehrswertigkeit<sup>23)</sup> die Attraktivität des ÖPNV umgestalten<sup>24)</sup> und dabei Rückwirkungen auf die Quantität des Angebots und/oder des Arbeitskräfteeinsatzes ausüben<sup>25)</sup>, und
- die Qualität des Management der Verkehrsbetriebe.

Vergleicht man die Abhängigkeit des Produktivitätsstandes im ÖPNV und dessen Veränderungen von den äußeren Bestimmungskomponenten mit der von den betriebsindividuellen Faktoren, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Umweltbedingungen für die Verkehrsbetriebe eine dominierende und viel entscheidendere Bedeutung besitzen als für die Unternehmen der Industrie und auch weite Teile des Dienstleistungssektors<sup>26)</sup>. Das bedeutet, daß die dargestellte Entwicklung der Kennziffer und die größenklassenspezifischen Unterschiede im Produktivitätsniveau weitgehend nicht das Resultat innerbetrieblicher Entscheidungen sind und daß viele produktivitätsfördernde Maßnahmen der Verkehrsunternehmen lediglich einen egalisierenden bzw. bremsenden Einfluß auf die gleichzeitig wirksamen produktivitätshemmenden äußeren Faktoren ausüben konnten.

## VI. Freisetzung und Einsparung von Arbeitskräften im öffentlichen Personennahverkehr

### 1. Begriffe und Berechnungsmethoden

Im Zuge des Wachstumsprozesses des Angebots im ÖPNV ist die steigende Produktivität einerseits Ursache dafür, daß durch die Zunahmen der Platzkilometer keine neuen Arbeitsplätze geschaffen und damit Arbeitskräfte eingespart werden. Andererseits führt der Anstieg der Arbeitsproduktivität dazu, daß die Verkehrsbetriebe Beschäftigte freisetzen, die während der untersuchten Zeitspanne im eigenen oder fremden Unternehmen

<sup>22)</sup> Vgl. dazu u. a. *Seidenfus, H. St.*, Ökonomische Rationalisierungsmöglichkeiten des öffentlichen Personennahverkehrs (Gutachten für das Bundesministerium für Verkehr), Münster 1968; *Institut für sozialwissenschaftliche Forschung*, Rationalisierung und Mechanisierung im öffentlichen Dienst (Gutachten für die Gewerkschaft ÖTV), Stuttgart 1968, Kapitel C; *Roos, C. A., Weimer, K.-H.*, Öffentlicher Personennahverkehr. Materialbericht Nr. 12 zum RKW-Forschungsprojekt »Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland«, Aachen/Bad Godesberg 1968, Kapitel 32 und 73; *Weimer, K.-H.*, Modernisierung im öffentlichen Personennahverkehr . . . , a.a.O., Kapitel 3.2.2, 3.2.3 und 3.2.4.

<sup>23)</sup> Zur Verkehrswertigkeit und deren verschiedenen Ebenen vgl. *Voigt, F.*, Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssystems, Berlin 1961, S. 36 ff.

<sup>24)</sup> Zahlreiche Maßnahmen, die die Qualität des ÖPNV und zugleich die Produktivität der Verkehrsbetriebe beeinflussen, sind z. B. in den Berichten von *Bennett, Brouwer* und *Legris* erwähnt. – Vgl. *Bennett, R.*, a.a.O., S. 14 ff.; *Brouwer, P.*, a.a.O., S. 19 ff.; *Legris, R.*, a.a.O., S. 13 ff.

<sup>25)</sup> Dabei können sowohl positive Effekte auf die Produktivität ausgehen – wie z. B. von der Erhöhung der Fahrzeugfolge – als auch negative Einflüsse auf das Niveau der Kennziffer ausgeübt werden – wie z. B. vom Einsatz von zusätzlichen Standschaffnern an den wichtigsten Haltestellen eines Unternehmens. Das letztgenannte Beispiel deutet auch den bestehenden Interessenkonflikt zwischen produktivitätsorientierten Maßnahmen und qualitätsorientierten Maßnahmen im ÖPNV an. – Vgl. dazu *Weimer, K.-H.*, Modernisierung im öffentlichen Personennahverkehr . . . , a.a.O., S. 60 f. und S. 66 f.

<sup>26)</sup> So z. B. *Bellinger, B.*, Betriebsvergleiche im öffentlichen Personennahverkehr, Berlin 1970, S. 118 und *Legris, R.*, a.a.O., S. 4, S. 29 f. und S. 43.

wiederbeschäftigt wurden, soweit sie nicht als Pensionierte oder vorzeitig in den Ruhestand Versetzte einen Teil des natürlichen personellen Abgangs<sup>27)</sup> bilden.

Mit Hilfe von Berechnungen, die hypothetischer Art sind, kann nun festgestellt werden, in welchem Ausmaß die Zunahmen der Produktivität zu Freisetzungen und Einsparungen von Beschäftigten führten<sup>28)</sup>. Dabei werden die Veränderungen der Arbeitsproduktivität im Zeitablauf berücksichtigt. Dagegen werden sowohl das Produktionsergebnis als auch die Arbeitsmenge während der analysierten Periode konstant gehalten.

Stellt man den Wachstumsgewinn der Produktivität im Beobachtungszeitraum dem Angebot und der Arbeitsmenge des Basisjahres gegenüber, dann entspricht die ermittelte Differenz von Beschäftigten der Freisetzung. Bezeichnet man die Freisetzung mit F, die Menge der Beschäftigtenstunden mit A und die Zahl der Beschäftigten mit B, die Werte des Anfangsjahres mit dem Suffix 0 und die des Endjahres mit dem Suffix 1, so ergibt sich die Freisetzung aus der folgenden Funktion:

$$(3) \quad F = \frac{Q_0}{(Q/A)_0 \cdot (A/B)_0} - \frac{Q_0}{(Q/A)_1 \cdot (A/B)_0}$$

Bei der Einsparung setzt man dagegen die Zunahmen der Produktivität in Relation zum Output und zur mittleren Jahresarbeitszeit je Beschäftigter im Endjahr der betrachteten Periode. Die Einsparung S erhält man durch Subtraktion der im Endjahr effektiv vorhandenen Vollbeschäftigten von der mit der Produktivität des Basisjahres ermittelten Arbeitskräftezahl. Es gilt also folgende Berechnungsformel:

$$(4) \quad S = \frac{Q_1}{(Q/A)_0 \cdot (A/B)_1} - \frac{Q_1}{(Q/A)_1 \cdot (A/B)_1}$$

### 2. Freisetzungen

Im analysierten Zeitraum 1966–1972 wuchs die Beschäftigtenstundenproduktivität um über 33% auf fast 700 Platzkilometer pro Vollbeschäftigtenstunde. Hätte dieses Produktivitätsniveau, das – wie dargestellt – auch in relevantem Ausmaß von der Substitution von Arbeit durch Kapital und von Umweltfaktoren beeinflusst wurde, bereits im Basisjahr bestanden, so wären bei der durchschnittlichen Jahresarbeitsstundenzahl pro Beschäftigter im Jahre 1966 nur 68.500 Arbeitskräfte für die Bereitstellung des damaligen Angebots notwendig gewesen. Effektiv hatten die untersuchten 140 Verkehrsbetriebe aber fast 91.400 Beschäftigte. Damit ergibt sich eine Freisetzung in der gesamten Beobachtungsperiode von etwa 22.900 Personen (vgl. Tabelle 4). Diese freigesetzten Arbeitnehmer machen 25% des tatsächlichen Beschäftigtenstandes des Basisjahres im ÖPNV – entsprechend einer mittleren jährlichen Freisetzungsrates von 4,2% – aus. Sie wurden 1972 nicht mehr für die Bereitstellung des Angebotsvolumens des Jahres 1966 benötigt.

<sup>27)</sup> Neben Pensionierung und vorzeitiger Pensionierung wird zum natürlichen Abgang das Verlassen eines Betriebes infolge Berufs- oder Erwerbsunfähigkeit, Krankheit, Tod und Einberufung zum Wehrdienst gerechnet.

<sup>28)</sup> Entsprechende Berechnungen haben *Uhlmann* und *Huber* für die Gesamtwirtschaft – einschließlich einer Unterteilung in primärer, sekundärer und tertiärer Wirtschaftssektor – für die Zeiträume 1950–1960, 1960–1968 und 1968–1980 durchgeführt. – Vgl. *Uhlmann, L., Huber, G.*, a.a.O., S. 71 ff.

Tabelle 4: Freisetzung von Arbeitskräften im ÖPNV

Zeitraum		1966-1969	1969-1972	1966-1972
Platzkilometer im Anfangsjahr	Millionen	110.239	112.970	110.239
Produktivität im Endjahr	Kennziffer <sup>a)</sup>	0,6259	0,6910	0,6910
hypothetisch Beschäftigte im Anfangsjahr	Personen	75.624	72.212	68.500
effektiv Beschäftigte im Anfangsjahr	Personen	91.396	79.711	91.396
Freisetzung absolut	Personen	15.772	7.499	22.896
relativ <sup>b)</sup>	%	17,3	9,4	25,1
Jahresdurchschnitt	%	5,8	3,1	4,2

a) Platzkilometer pro 1.000 Vollbeschäftigtenstunden  
b) Anteil der freigesetzten Personen an den effektiv Beschäftigten

Ein Vergleich der beiden Teilperioden 1966-1969 und 1969-1972 führt zu dem Ergebnis, daß die absolute Freisetzungsquote in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit mehr als doppelt so groß ist wie im zweiten Teilzeitraum. Auch die Differenz zwischen den relativen Freisetzungsraten pro Jahr ist mit 5,8 % gegenüber 3,1 % erheblich. Ausschlaggebend für diesen Sachverhalt ist primär die Tatsache, daß nur in der Zeitspanne 1966-1969 eine Verringerung der Zahl der Beschäftigten gelang.

### 3. Ausgleichsgrad der Freisetzung durch Wiederbeschäftigung

Trotz der realisierten Steigerung der Betriebsleistungen und der Reduzierung der Arbeitsstundenzahl pro Beschäftigter war es nicht möglich, alle durch Produktivitätswachstum freigesetzten Beschäftigten weiter in Unternehmen des ÖPNV zu beschäftigen (vgl. Tabelle 5). Dieses Resultat gilt sowohl für die gesamte Untersuchungsperiode als auch für den Zeitraum 1966-1969. In der Gesamtperiode konnte fast jedem zweiten Freigesetzten kein neuer Arbeitsplatz in einem Verkehrsbetrieb zur Verfügung gestellt werden. Für viele dieser Personen erübrigte sich aber die Suche nach einem neuen Tätigkeitsbereich in einem anderen Wirtschaftssektor. Ausschlaggebend hierfür ist, daß ein wesentlicher Teil der Verringerung des Beschäftigtenbedarfs durch Produktivitätsfortschritte durch natürlichen Abgang kompensiert werden konnte, indem freigesetzte Arbeitnehmer die betrieblichen Funktionen ihrer »pensionierten« Kollegen übernahmen. Dieser Ausgleichsgrad der Freisetzung durch natürlichen Abgang ist im ÖPNV überdurchschnittlich hoch, weil in zahlreichen Unternehmen des ÖPNV eine starke Überalterung<sup>29)</sup> der Belegschaft besteht, die primär durch einen weitgehenden betrieblichen Entlassungsschutz zustandekommt. Konsequenz hiervon ist, daß fahrdienstuntauglich gewordene (ältere) Fahrer und durch Rationalisierungsmaßnahmen freigesetzte Beschäftigte<sup>30)</sup> überwiegend in den technischen bzw. Verwaltungssektor der Verkehrsbetriebe versetzt werden<sup>31)</sup>.

<sup>29)</sup> Vgl. Weimer, K.-H., Aspekte der personellen Fluktuation im öffentlichen Personennahverkehr, in: Verkehr und Technik, Heft 10/1973, S. 449 ff. und derselbe, Modernisierung im öffentlichen Personennahverkehr . . ., a.a.O., S. 75 f.

<sup>30)</sup> Dies gilt in besonderem Maße für zahlreiche durch die Umstellung auf Einmannbetrieb freigesetzte (ältere) Schaffner.

<sup>31)</sup> Die meisten dieser innerbetrieblich umgesetzten Beschäftigten müssen Hilfsarbeiterfunktionen übernehmen. - Vgl. dazu Weimer, K.-H., Die Nichtanerkennung der Fahrdiensttätigkeiten im öffentlichen Personennahverkehr als Beruf und ihre Auswirkungen, in: Verkehr und Technik, Heft 8/1973, S. 349.

Tabelle 5: Ausgleichsgrad der Freisetzung durch Wiederbeschäftigung

Zeitraum	1966-1969	1969-1972	1966-1972
effektive Veränderung der Beschäftigtenzahl	- 11.685	+ 84	- 11.601
Freisetzung	15.772	7.499	22.896
Wiederbeschäftigte	4.087	7.499	11.295
Nicht-Wiederbeschäftigte	11.685	0	11.601
restliche Beschäftigtenzunahme	0	84	0

Da somit nur vergleichsweise wenige freigesetzte Beschäftigte für die Übernahme von offenen Stellen in anderen Unternehmen in Frage kamen, besaß der ÖPNV nur eine relativ geringe Bedeutung als Arbeitskräftereservoir für die übrige Wirtschaft<sup>32)</sup>. Hinzu kommt, daß die Position eines »Beschäftigtenlieferanten« nur kurze Zeit ausgeübt werden konnte, denn in der Periode 1969-1972 erfolgte bereits wieder ein Netto-Personalzuwachs. In dieser Zeitspanne führten also

- die Beschleunigung des Outputwachstums,
- die zusätzlichen Arbeitszeitverkürzungen,
- die Notwendigkeit der Egalisierung des natürlichen Personalabganges und
- z. T. auch der mit den Bemühungen um eine Steigerung der Angebotsqualität zunehmende Personalbedarf

dazu, daß mehr neue Arbeitsplätze in Verkehrsbetrieben zur Verfügung standen als Beschäftigte durch Produktivitätsfortschritte freigesetzt wurden. Die Absorption der freigesetzten Beschäftigten konnte also branchenintern erfolgen.

### 4. Erklärungskomponenten der Verringerung der Beschäftigtenzahl

Die Zu- und Abnahmen der effektiven Beschäftigtenzahlen können durch Veränderungen der drei Faktoren »Betriebsleistungen«, »Verkürzung der mittleren jährlichen Arbeitszeit je Beschäftigter« und »Freisetzung« erklärt werden. Zwischen diesen drei Komponenten besteht folgender Zusammenhang:

$$(5) \quad \frac{B_1}{B_0} = \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \frac{(Q/A)_0}{(Q/A)_1} \cdot \frac{(A/B)_0}{(A/B)_1}$$

Aus den Berechnungen ergibt sich, daß sowohl in der Gesamtperiode als auch in den beiden Teilzeiträumen die Freisetzung, die dem Produktivitätsrückstand des Anfangsjahres gegenüber dem Endjahr entspricht, die dominierende Bestimmungsgröße für die Entwicklung des Arbeitskräftevolumens war (vgl. Tabelle 6). Zweitwichtigster und an Bedeutung gewinnender Faktor ist die Zunahme des Angebots an Betriebsleistungen. Der Rückgang der Arbeitszeit besaß schließlich die geringste Einflußintensität für die erfolgten Veränderungen der Beschäftigtenzahl im ÖPNV. In der Teilperiode 2 war

<sup>32)</sup> Entsprechend gering ist auch der Beitrag des ÖPNV zur Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Produktion, der durch freigesetzte Beschäftigte ermöglicht wird. - Vgl. Funck, R., a.a.O., S. 28.

diese allerdings zusammen mit der Wirkung des Outputwachstums so stark, daß der die Zahl der Beschäftigten reduzierende Freisetzungseffekt mehr als kompensiert werden konnte, die Zahl der Volldienstkräfte im ÖPNV insgesamt also anstieg.

Stellt man die Bedeutung der drei Faktoren für die Zu- und Abnahmen der Zahl der Beschäftigten in der Gesamtperiode gegenüber, so erhält man folgendes Resultat: Der isolierte Einfluß der Zunahme der Betriebsleistungen hätte allein eine Vergrößerung des Beschäftigtenvolumens um knapp 8.700 Personen verursacht (vgl. Tabelle 6). Zu einem zusätzlichen Mehreinsatz von fast 5.500 Personen hätten die von den Gewerkschaften

Tabelle 6: Erklärungskomponenten der Veränderungen der Vollbeschäftigtenzahl

Zeitraum	1966-1969	1969-1972	1966-1972
<b>Erklärungskomponenten<sup>a)</sup></b>			
Produktionswachstum	+ 2,5	+ 6,8	+ 9,5
Freisetzung <sup>b)</sup>	- 17,3	- 9,4	- 25,1
Arbeitszeitverkürzung	+ 2,8	+ 3,3	+ 6,0
insgesamt <sup>c)</sup>	- 12,8	- 12,7	+ 0,1
<b>Erklärungsanteile<sup>d)</sup></b>			
<b>isolierte Wirkung<sup>e)</sup></b>			
Produktion	+ 2.285	+ 5.420	+ 8.683
Freisetzung	- 15.772	- 7.499	- 22.896
Arbeitszeitverkürzung	+ 2.559	+ 2.630	+ 5.484
kombinierte Wirkung <sup>f)</sup>	- 757	- 467	- 2.872
insgesamt	- 11.685	+ 84	- 11.601
a) Veränderungsraten der Komponenten (in %)			
b) entspricht dem Produktivitätsrückstand des Anfangsjahres gegenüber dem Endjahr			
c) entspricht nicht der Summe der Erklärungskomponenten, da diese multiplikativ verknüpft sind			
d) Erklärungsanteile der effektiven Veränderung der Beschäftigtenzahl (in Personen)			
e) Es wird angenommen, daß sich nur jeweils eine Erklärungskomponente verändert hat.			
f) Neben den isolierten Wirkungen der drei Erklärungskomponenten besteht ein weiterer Einflußfaktor (joint effect), der das zusätzliche gemeinsame und gleichzeitige Wirken der drei Komponenten erfaßt.			

durchgesetzten Arbeitszeitverkürzungen geführt. Dagegen erlaubte der Produktivitätsfortschritt die Einsparung von fast 22.900 Personen. Da die drei Erklärungskomponenten nicht unabhängig voneinander auf das Niveau des Produktionsfaktors Arbeit ein-

wirken, muß zusätzlich eine vierte Bestimmungsgröße beachtet werden, die als kombinierter Effekt (»joint effect«) der drei Faktoren zu interpretieren ist. Diese vierte Einflußgröße, für die es lediglich eine mathematische, aber keine sachlich-ökonomische Erklärung gibt, reduzierte die Beschäftigtenzahl um etwa 2.900 Personen. Faßt man die Wirkungen aller Faktoren zusammen, so erhält man für 1966-1972 für die betrachteten 140 Verkehrsbetriebe insgesamt eine Abnahme des Arbeitskräftebedarfs von 11.600 Personen.

### 5. Einsparungen

Hätte sich das Produktivitätsniveau im Beobachtungszeitraum 1966-1972 nicht verändert, so wären bei der 1972 gültigen Arbeitszeit pro Beschäftigter für die Bereitstellung des in diesem Jahr realisierten Angebots an Betriebsleistungen knapp 106.500 Personen notwendig gewesen (vgl. Tabelle 7). Tatsächlich beschäftigt waren in diesem Jahr im ÖPNV aber nur 79.800 Personen. Dementsprechend ermöglichte das Produktivitätswachstum die Einsparung von 26.700 Personen. Ohne die Zunahmen der Produktivität hätten also pro Jahr durchschnittlich 5,6% mehr Beschäftigte in Verkehrsbetrieben berufstätig sein müssen, was insgesamt zu einer Erhöhung des Arbeitskräftebedarfs um 1/3 geführt hätte. Eine solche Zunahme der Beschäftigtenzahl wäre den Verkehrsbetrieben schon allein aus finanziellen Gründen nicht möglich gewesen. Zusätzlich zur eingangs skizzierten schlechten wirtschaftlichen Lage im ÖPNV hätte auch die während der Untersuchungsperiode bestehende Arbeitsmarktsituation einer derartigen Personalintensivierung Schranken gesetzt.

Tabelle 7: Einsparung von Arbeitskräften im ÖPNV

Zeitraum		1966-1969	1969-1972	1966-1972	
Platzkilometer im Endjahr	Millionen	112.970	120.707	120.707	
Produktivität im Anfangsjahr	Kennziffer <sup>a)</sup>	0,5178	0,6259	0,5178	
hypothetisch Beschäftigte im Endjahr	Personen	96.366	80.101	106.494	
effektiv Beschäftigte im Endjahr	Personen	79.711	79.795	79.795	
Einsparung	absolut	Personen	16.655	8.306	26.699
	relativ <sup>b)</sup>	%	20,9	10,4	33,4
	Jahresdurchschnitt	%	7,0	3,4	5,6
a) Platzkilometer pro 1.000 Vollbeschäftigtenstunden					
b) Anteil der eingesparten Personen an den effektiv Beschäftigten					

Da das Volumen der Einsparungen abhängig ist von den Veränderungen der Betriebsleistungen, der Vollbeschäftigtenzahl und damit auch vom Wachstum der Produktivität, liegt sowohl die absolute als auch die relative Einsparungsquote für die Teilperiode 1 erheblich über dem für die zweite Hälfte der analysierten Zeitspanne gültigen Wert. Hiermit ist zugleich eine Erklärungskomponente für die — wenn auch nur geringfügige — Zunahme der Arbeitskräftezahl im ÖPNV während der zweiten Teilperiode gefunden, die in einer Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts bei einer Beschleunigung des Outputwachstums zu sehen ist.

## VII. Ausblick

In den kommenden Jahren ist mit einer weiteren Verringerung des Produktivitätswachstums im ÖPNV zu rechnen. Ausschlaggebend hierfür ist, daß weder wesentliche Änderungen der Beschäftigtenzahl noch relevante Steigerungen der Zunahmerate der angebotenen Betriebsleistungen zu erwarten sind. Eine Umkehrung dieses Trends könnte lediglich dadurch hervorgerufen werden, daß die in jüngster Zeit häufig gemachte Proklamation zur Vorrangstellung für den ÖPNV endlich mit der notwendigen Intensität in die Realität umgesetzt wird. Hieraus würden sich spürbare positive Produktivitätseffekte ergeben. Diese kommen dadurch zustande, daß die erheblichen Verbesserungen der Angebotsquantität und -qualität, die Konsequenz sowohl von innerbetrieblichen Maßnahmen als auch von verkehrslenkenden Maßnahmen außenstehender öffentlicher und privater gesellschaftlicher Gruppen sein können, nur von vergleichsweise geringen Ausweitungen des Beschäftigtenvolumens begleitet sein müssen.

Wesentliche Rückstände im Produktivitätsniveau konnten für eine Reihe von Verkehrsunternehmen und für die Größenklasse II festgestellt werden<sup>33</sup>). Soweit diese Resultate nicht durch eine besonders ungünstige Gestaltung der betriebsindividuellen äußeren Produktivitätsfaktoren bedingt sind, muß aus ihnen der Rückschluß auf eine unterdurchschnittliche Qualität der Unternehmensleitung gezogen werden<sup>34</sup>), da die bestehenden Möglichkeiten zur Steigerung der Produktivität bisher nicht in vollem Umfang ausgenutzt wurden. Gelingt es dem betreffenden Unternehmen in den nächsten Jahren, ihren »Nachholbedarf« an Produktivitätsfortschritt zu decken, so gehen hiervon zugleich auch Wachstumsimpulse auf die durchschnittliche Produktivität des gesamten ÖPNV aus.

Da die Möglichkeiten zur Realisierung von arbeitssparendem technischen Fortschritt im ÖPNV weitgehend ausgeschöpft sind<sup>35</sup>) und die Zunahmen des Beschäftigtenvolumens, die sich aus den Bemühungen um eine Erhöhung der Attraktivität und zusätzlichen Arbeitszeitverkürzungen ergeben, durch das Prinzip der kostendeckenden Eigenwirtschaftlichkeit<sup>36</sup>) vermutlich in relativ engen Grenzen gehalten werden, kann es den Verkehrsbetrieben in Zukunft nur dann gelingen, eine angesichts der wachsenden Verkehrsnot der Gemeinden dringend notwendige Steigerung des Leistungsangebots zu verwirklichen, wenn sie zusätzliche Verbesserungen der Arbeitsproduktivität durchzusetzen vermögen. Das bedeutet, daß die Produktivität auch weiterhin die für das Angebotswachstum im ÖPNV ausschlaggebende Erklärungskomponente bleibt.

Infolge der zu erwartenden Verringerung der Zunahmeraten der Produktivität werden in den nächsten Jahren auch die absoluten und relativen Freisetzung- und Einsparungsquoten schrumpfen. Die freigesetzten Arbeitnehmer werden aber, soweit sie nicht pensioniert oder vorzeitig in den Ruhestand versetzt werden, weiter in Unternehmen

<sup>33</sup>) 1972 hatten insgesamt 31 Verkehrsbetriebe noch nicht das mittlere Produktivitätsniveau erreicht, das 1966 für ihre Größenklasse gültig war.

<sup>34</sup>) Vgl. *Legris, R.*, a.a.O., S. 24 und S. 44.

<sup>35</sup>) Dieses Resultat gilt nach dem Stande der Betriebstechnik von heute und der überschaubaren Zukunft. Vgl. *Labs, W.*, a.a.O., S. 85 und o. V., *Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland* (= Band 1: Sieben Berichte - Kurzfassung der Ergebnisse des RKW-Forschungsprojektes A 33), Frankfurt 1970, S. 146 f.

<sup>36</sup>) Zu diesem Prinzip, das sich aus den in den Gemeindeordnungen festgelegten Grundsätzen der Wirtschaftsführung, der Eigenbetriebsverordnung und § 39 (2) Personenbeförderungsgesetz ergibt, vgl. *Seggel, R.*, Grundsätze für die Wirtschaftsführung im öffentlichen Personennahverkehr - Gemeinwirtschaftlich gebundene, kostendeckende Eigenwirtschaftlichkeit (= Handbuch der Verkehrswirtschaft öffentlicher Personen-Nahverkehrs-Unternehmen, 2. Lieferung), Düsseldorf 1965, S. 13 ff.

des ÖPNV beschäftigt werden. Ausschlaggebend hierfür ist die Fortsetzung des Outputwachstums, die sowohl durch betriebsinterne Maßnahmen als auch durch eine verstärkte Inanspruchnahme der Instrumentalfunktion der Verkehrsbetriebe<sup>37</sup>) durch die maßgebenden Politiker zustande kommen kann<sup>38</sup>) und deren Intensität die Einstellung zusätzlicher Arbeitskräfte notwendig machen wird.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch mit weiteren Verschiebungen der Bedeutung der unterschiedlichen Erklärungskomponenten der vermuteten Zunahme der Beschäftigtenzahl zu rechnen ist. Stärkeres Gewicht wird in diesem Zusammenhang der Steigerung der Betriebsleistungen zukommen. Deren Einfluß wird ein Niveau erreichen, das über dem für den an Effizienz verlierenden Produktivitätsfortschritt gültigen Wert liegt<sup>39</sup>). Gemeinsam mit dem Beschäftigungseffekt weiterer Arbeitszeitverkürzungen ergibt sich somit eine Verstärkung der Arbeitskräftenachfrage im ÖPNV. Voraussetzung für deren Befriedigung wird nicht zuletzt auch eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen im ÖPNV sein, zu der u. a. eine Neuregelung der Arbeitszeitgestaltung gehört.

## Summary

The increase in productivity of public short range passenger traffic (ÖPNV) that must be regarded to be the only cause of the increase in performance has abated considerably. There are grave differences in the levels and increase of productivity between various transportation enterprises and classes of enterprises according to their largeness. These are caused by the differences in the intensity of influence of productivity-determining »general factors«, »factors within the companies«, and »external factors«. The influence of the external factors is dominating in ÖPNV. The increase in productivity leads to considerable releases of and savings in labour. On the other hand, notices of termination of employment and releases of personnel due to productivity were only small in scope. Finally the bulk of modifications in the productive factor labour is explained by the increase in productivity. In this respect the improvement of performance in ÖPNV is gaining importance.

## Résumé

L'accroissement de la productivité du travail dans le trafic public des voyageurs à courte distance (ÖPNV) qui peut être considéré comme la cause exclusive de l'extension du rendement, s'est ralenti d'une façon visible. Il existe des différences importantes dans le niveau de productivité et l'accroissement de productivité entre les différentes entreprises de transport et les catégories d'importance des entreprises. Les différences du taux d'influence des »facteurs généraux« décisifs pour la productivité, des »facteurs internes d'exploitation« et des »facteurs extérieurs« sont déterminantes à ce sujet; l'influence des derniers facteurs nommés domine dans l'ÖPNV, le trafic public des voyageurs à courte distance. L'extension de la productivité a conduit à d'importantes libérations et réductions de travailleurs. En échange, l'importance des licenciements et mises à pied dus à la productivité n'est que minime. La partie principale des changements du facteur de production travail peut aussi s'expliquer par l'accroissement de productivité; la hausse du rendement dans l'ÖPNV prend une importance croissante dans ce contexte.

<sup>37</sup>) Vgl. *Schmidt, R.-B.*, Die Instrumentalfunktion der Unternehmung - Methodische Perspektiven zur betriebswirtschaftlichen Forschung, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 19. Jg. (1967), S. 233 ff.

<sup>38</sup>) Ansatzpunkt kann hierbei z. B. § 20a Personenbeförderungsgesetz sein, der es der Genehmigungsbehörde erlaubt, einem Verkehrsbetrieb eine Erweiterung oder Änderung des Verkehrs aufzuerlegen.

<sup>39</sup>) Maßgebend hierfür ist das angenommene Wachstum des Produktionsfaktors Arbeit.

## Bestimmung und Prognose des Tonnageangebotes in der Dry-Cargo-Fahrt unter besonderer Berücksichtigung der Eisenerzfahrt

VON KLAUS W. TOFAHRN, DUISBURG

### I. Vorbemerkungen

Nichtdelegierbare Entscheidungen zu treffen, sind die unverkennbaren Merkmale echter Führungsentscheidungen. Der Grund für diesen Vorgang ist darin zu sehen, daß die nachgeschalteten Instanzen oder Stellen nicht das notwendige Wissen über die Zusammenhänge haben oder ihm die notwendigerweise benötigten Informationen — aus welchen Gründen auch immer — vorenthalten wurden; kurzum: es fehlt ihnen das für den Entscheidungsprozeß wünschenswerte Instrumentarium.

Aber auch der Entscheidungsträger, der nun die echten Führungsentscheidungen trifft, ist neben seinem Wissen über die Zusammenhänge und den Wirkungen der einzusetzenden Instrumente auf die notwendigen Informationen angewiesen. Es ergibt sich somit für ihn ein Informationsproblem. Auch können die Informationen nicht in der Regel in dem Zustand verwendet werden, wie sie dem Entscheidungsträger in der ursprünglichen Form zugeleitet werden. Mit der Lösung des Informationsproblems ist die richtige Selektion der Daten, deren Bewertung und Aufbereitung verbunden.

Aus dem großen Bereich der Seeschifffahrt interessiert vor allem den Befrachter u. a. die Frage, wie sich die Raten im Zeitablauf entwickeln werden. Besäße der potentielle Befrachter Kenntnisse über die zukünftige Ratenentwicklung, so könnte er seine »Befrachtungspolitik« aufgrund dieses Tatbestandes entsprechend ausrichten. Damit die Frage nach der möglichen Entwicklung der Raten beantwortet werden kann, ist somit ein Prognosemodell zu entwickeln, welches die Determinanten, die auf die Rate wirken, in allgemeiner Form aufführt.

Greift man auf die mikroökonomische Theorie zurück, so bildet sich der Gleichgewichtspreis (hier: Rate) aus dem Schnittpunkt zwischen der Nachfrage- und Angebotsfunktion. Dieser Gleichgewichtspreis gilt — wenn überhaupt — aber nur für den »Erfassungszeitpunkt« ( $t_0$ ). Änderungen — genauer Verschiebungen von Angebots- und/oder Nachfragefunktionen — führen zu veränderten Konstellationen und damit auch zu neuen Gleichgewichtspreisen. Diese Änderungen werden durch eine statische Analyse<sup>1)</sup> nicht erfaßt. Will man durch ein Prognosemodell die Höhe des Tonnageangebotes und der Tonnagenachfrage bestimmen, so muß man alle Einflußgrößen und deren Ausprägungen zum Prognosezeitpunkt ( $t_n$ ) erfassen. Die statische Betrachtung muß durch eine Dynamisierung des Prognosemodells ersetzt werden.

<sup>1)</sup> Eine statische Analyse berücksichtigt nicht die Zeitkomponente, sondern ist lediglich eine »Zeitpunkt-betrachtung«.

Bevor die eigentliche Thematik durchleuchtet wird, sollen zunächst noch einige Bemerkungen über die erforderliche Abgrenzung und einige allgemeine Erklärungen über den Ratenbildungsprozeß ausgeführt werden.

Da im weiteren Verlauf vom »Tonnageangebot« und auch von »Raten« gesprochen wird, ist es von vornherein klar, daß nur die Güterschifffahrt betrachtet wird. Raten können sich nur für die Beförderung von Gütern über See bilden, so daß der Problembereich der Personenschifffahrt von vornherein ausgeklammert wird. Als Rate<sup>2)</sup> soll hier das Entgelt für eine Mengeneinheit der zu befördernden Güter über die gewünschte Route verstanden werden; also beispielsweise 19,20 DM/lgt Cassinga SE<sup>3)</sup> für die Rundreise Rotterdam—Mocamedes<sup>4)</sup>.

Desweiteren soll der Stückgutverkehr<sup>5)</sup> — dieser wird vorrangig durch die Linienschifffahrt<sup>6)</sup> über See transportiert — nicht in die Betrachtung eingeschlossen werden, da sich hier der Ratenbildungsprozeß methodisch von dem der Massengutfahrt gänzlich unterscheidet, wie die nachstehenden Ausführungen zeigen werden.

Wie bereits angedeutet, vollzieht sich die Ratenbildung der Linien- und Trampschifffahrt in unterschiedlichen Bahnen. Im Linienverkehr schließen sich die Reeder in Konferenzen — abgesehen von Außenseitern — zusammen und legen für eine Range die Rate für einen längeren Zeitraum fest.

Es herrscht kein Preiskampf, sondern der Wettbewerb der Reedereien untereinander verlagert sich auf eine andere Ebene. Schnelligkeit, schiffstechnische Ausstattungen der Schiffe, Service, Pünktlichkeit, etc. stellen die Fakten dar, die den Konkurrenzkampf der Reedereien ausmachen.

Festhalten sollte man, daß die Ratenbildung in der Linienfahrt nicht unmittelbar auf dem Zusammenhang zwischen Angebot und Nachfrage basiert und den Kräften des Marktes nicht in dem Maße ausgeliefert ist wie in der Trampschifffahrt. »Im Linienverkehr bilden sich die Raten nicht automatisch nach der jeweiligen Stärke von Angebot und Nachfrage, sondern werden in Tarifen<sup>7)</sup> fixiert.

Anders vollzieht sich dagegen die Ratenbildung in der Trampschifffahrt. Im Trampverkehr ist eine Vielfalt von möglichen Seetransport- bzw. Tonnagenutzungsleistungen festzustellen. Diese »weitentwickelte Individualisierung der Leistungen (führt) regelmäßig zur Identität von individuellem Tauschakt und Elementarmarkt«<sup>8)</sup>.

Daraus ergibt sich zwar, daß im theoretischen Sinne Reeder und Befrachter beim Ratengespräch Monopolisten auf diesem Elementarmarkt sind, aber aufgrund der ähnlich vorhandenen, anderen Leistungen (von anderen Reedern bzw. Befrachtern) »Polypolisten in der Elementarmarktgruppe sind«<sup>9)</sup>.

<sup>2)</sup> Vgl. Schondorff, H. D., Preisindizes als Nachweis konjunktureller Entwicklungen im Seefrachtenmarkt, in: Wirtschaftsdienst (1958), S. 693; Sanmann, H., Seeverkehrsmärkte (Verkehrswissenschaftliche Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Hamburg, Heft 1), Göttingen 1965, S. 25.

<sup>3)</sup> Cassinga SE = Eisenerzsorte der CML.

<sup>4)</sup> Verschiffungshafen für Eisenerze in Südafrika.

<sup>5)</sup> Vgl. Sanmann, H., »Stückgut« und »Massengut« oder »Stückgut« und »Schüttgut«, in: HANSA, 94. Jg. (1957), S. 213 ff.

<sup>6)</sup> Vgl. Sanmann, H., Seeverkehrsmärkte, a.a.O., S. 52.

<sup>7)</sup> Bertram, R., Seeschifffahrt in der Konjunktur, Hamburg 1956, S. 8.

<sup>8)</sup> Sanmann, H., Seeverkehrsmärkte, a.a.O., S. 204.

<sup>9)</sup> Sanmann, H., Seeverkehrsmärkte, a.a.O., S. 204.

So kann ein Befrachter, der eine bestimmte Menge einer Güterart mit einem geeigneten Schiff zu einem bestimmten Zeitpunkt, z. B. Narvik nach Rotterdam, befördern will, alle ähnlichen Transportleistungsangebote bei seinen Überlegungen berücksichtigen. Ein Reeder, dessen Ratenvorstellungen nicht etwa dem allgemeinen Niveau entsprechen, kommt dann nicht zum Zuge. Keiner der beiden Marktpartner (Reeder, Befrachter) besitzt somit genügend Marktmacht, um seine theoretische Monopolstellung zu wahren, also als Preisfixierer aufzutreten. Es kommt daher in der Regel zwischen Reeder und Befrachter zu einem Aushandeln der Raten, wobei sich die Ratenhöhe von prompten Abschlüssen (Reisecharter) am augenblicklich herrschenden Marktniveau, bei Zeitcharterabschlüssen an dem zum Ablieferungszeitpunkt erwarteten Marktniveau orientieren, soweit diese möglich ist.

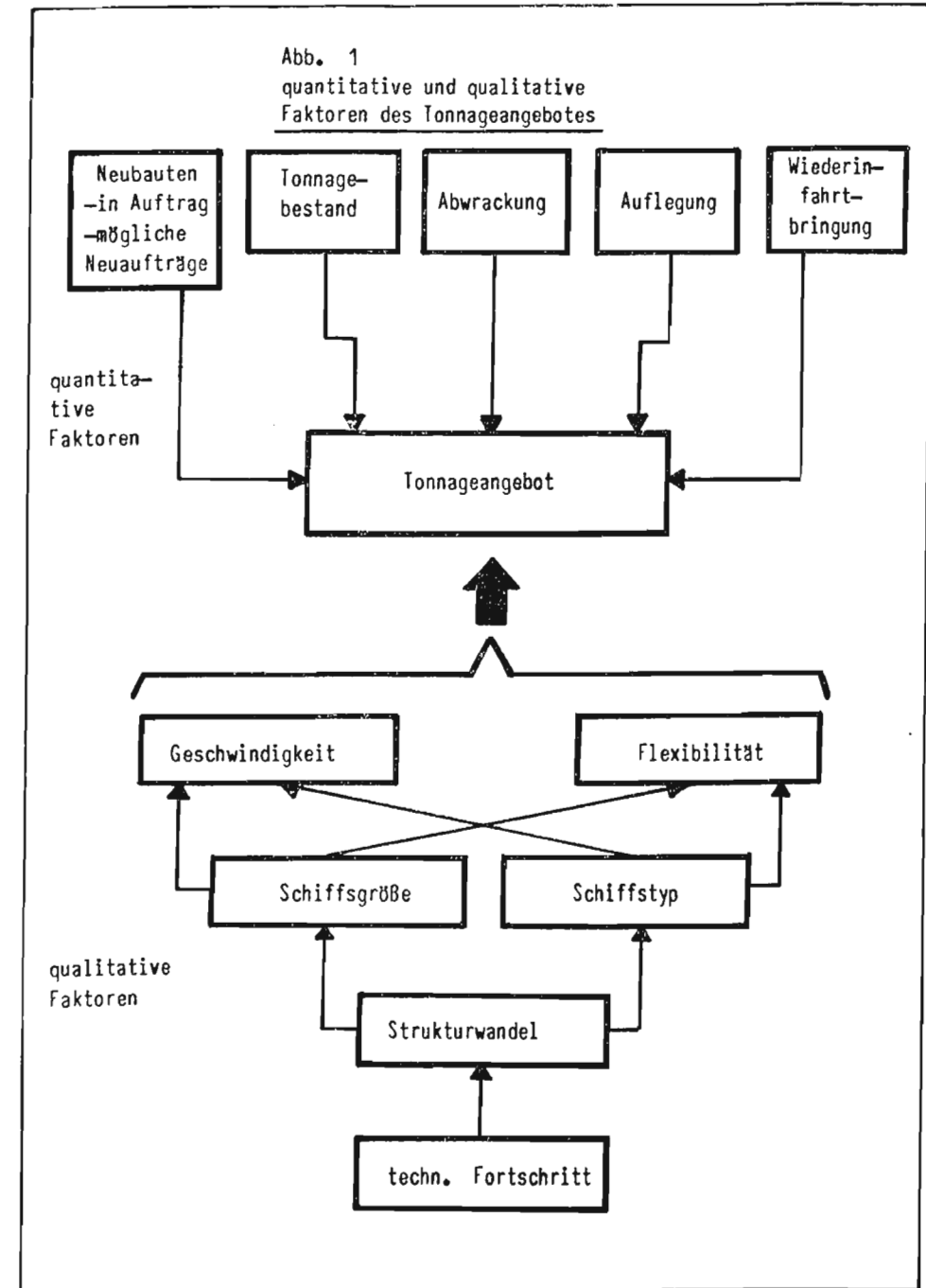
Bei den Verhandlungen über den Transport eines Gutes mit einem bestimmten Schiff wird der Reeder für seine Frachtforderung sicherlich die Kosten des Schiffes berücksichtigen. Grundsätzlich bildet sich die Rate im Trampverkehr aber aufgrund der Verhältnisse zwischen Tonnageangebot und Tonnagenachfrage auf den entsprechenden Teilmärkten. Die Messung dieser beiden Komponenten bereitet der Praxis außerordentliche Schwierigkeiten.

Fassen wir zusammen: Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit soll die Ermittlung des Tonnageangebotes für die trockene Massengutfahrt im Prognosezeitpunkt  $t_n$  sein. Dabei wird so vorgegangen, daß zunächst der theoretische Weg der Ermittlung aufgezeichnet werden soll; als Vergleich soll die praxisübliche Lösung zur Prognose des Tonnageangebotes aufgezeichnet werden.

## II. Ein theoretischer Ansatz zur Ermittlung des Tonnageangebotes

Betrachtet man das Tonnageangebot, so darf man nicht davon ausgehen, daß dieses in sich homogen strukturiert ist. Vielmehr kann man aus Sicht einer »Systembetrachtung« folgern, daß sich das Tonnageangebot aus anderen Elementen zusammensetzt. Von der Struktur her können dabei sowohl quantitative als auch qualitative Elemente unterschieden werden. Die nachstehende Abbildung 1 soll dem Befrachter zunächst einen groben Überblick über die Strukturierung des Tonnageangebotes gewähren.

Betrachten wir zunächst die quantitativen Bestimmungsgrößen des Tonnageangebotes. Wie die Übersicht zeigt, setzt sich das mengenmäßige Tonnageangebot für den Prognosezeitpunkt ( $t_n$ ) zusammen aus dem herrschenden Tonnagebestand ( $B_0$ ) im Zeitpunkt ( $t_0$ ), den »abzuliefernden Neubauten« ( $x$ ) in  $t_1 - t_{n-1}$ , aus den vorgenommenen Abwrackungen ( $y$ ) in  $t_1 - t_{n-1}$  und den eventuellen Auflegungen ( $z$ ) bis ( $t_n$ ). Allerdings muß bei den Auflegungen berücksichtigt werden, daß aufgelegte Einheiten während des Prognosezeitraumes ( $t_0 - t_n$ ) wieder in Fahrt gebracht werden können, so daß diese Wiederinfahrtbringung ( $w$ ) als Positivum zu Buche schlagen wird. Zu den »abzuliefernden Neubauten« ( $x$ ) ist dabei anzumerken, daß dieser Wert sich aus den »in Auftrag befindlichen Einheiten« ( $x'$ ) und einem nicht bekannten Teil (Regulativ) von möglichen Neubestellungen ( $x''$ ) und damit möglichen Ablieferungen zusammensetzt. Dieser nicht bekannte Teil müßte durch entsprechende Informationen in seinem realen Gehalt bestimmt werden. Für



die Berechnung des Prognosewertes [Tonnageangebot in  $t_n = T_A(t_n)$ ] läßt sich somit folgender allgemeine Ansatz entwickeln:

Bestand in $t_0$	= $B_0$
in Auftrag befindliche Einheiten	= $x_1^I, x_2^I, x_3^I$
»Regulativ«	= $x_1^{II}, x_2^{II}$
Abwrackung	= $y_1, y_2$
Wiederinfahrtbringung	= $w_1$
Auflegung	= $z_1, z_2$

$$(1) \quad T_A(t_n) = B_0 + x_1^I + x_2^I + x_3^I + x_1^{II} + x_2^{II} - y_1 - y_2 + w_1 - z_1 - z_2$$

$$(2) \quad T_A(t_n) = B_0 + \sum_1^3 x^I + \sum_1^2 x^{II} - \sum_1^2 y + \sum w - \sum_1^2 z$$

$$(3) \quad T_A(t_n) = B_0 + \sum_{i=1}^n x_i^I + \sum_{i=1}^n x_i^{II} - \sum_{j=1}^m y_j - \sum_{k=1}^l z_k + \sum_{l=1}^k w_l$$

mit  $i, j, k, l$  als Ausprägungen der Merkmalswerte

Soweit zur mengenmäßigen Berechnung des Tonnageangebotes. Aber auch die qualitativen Fakten zeigen im Zeitablauf die Auswirkungen auf das Tonnageangebot. Als wesentliche Angebotsgröße sind hier die eingesetzten Schiffstypen zu nennen. Will man die zukünftige Entwicklung des Tonnageangebotes in der Dry-cargo-Fahrt (hier Erzfahrt) beurteilen, so sollte auch die Entwicklung der Schiffstypen der in Dienst gestellten Neubauten nicht vernachlässigt werden.

Für den Erztransport kommen heute in der Regel die nachstehend aufgeführten Schiffstypen in Frage:

1. Bulk Carriers
2. Ore Carriers
3. Ore/Oil
4. Bulk/Oil.

Die unter Punkt 3 und 4 aufgeführten Schiffstypen werden in der Fachliteratur und auch im weiteren Verlauf dieser Untersuchung als »Combined Carriers« bezeichnet werden: »The combined carrier is a specialized ship designed to carry either oil or dry bulk cargoes«<sup>10</sup>).

Das Wort »heute« zeigt, daß die Gesamtheit der in der Erzfahrt anzutreffenden Schiffstypen in der Vergangenheit eine andere Zusammensetzung aufwies und sich im Zeitablauf eine Strukturwandlung vollzog. Dies ist auch tatsächlich so gewesen. »Vor dem Kriege wurden die Erztransporte mit Schiffen in der Größe von 6000 t bis 10000 t durchgeführt«<sup>11</sup>).

Der allgemeine Schiffstyp war hier der Allround Trampfer bzw. nach dem Kriege das Liberty-Schiff. Das mengenmäßige Transportangebot setzt sich — wie bereits dargestellt —

<sup>10</sup> Drewry, H. P., (Shipping Consultants) Ltd., Combined Carrier: Their rule in the bulk trades, London 1971, S. 3.

<sup>11</sup> Meier-Hedde, E., Zum Strukturwandel in der großen Trampfahrt, in: HANSA, 99. Jg. (1962), Nr. 23, S. 2419.

aus den Aggregaten der Tonnage der dargestellten Schiffstypen zusammen. Dabei kann heute die Allround- bzw. Liberty-Tonnage außer acht gelassen werden, da »die Spezialisierung des Erzverkehrs auf diese Schiffe (Spezialtonnage) inzwischen soweit fortgeschritten (ist), daß der Einsatz sonstiger Einheiten, meist Zwischendecker, nur einen sehr geringen Prozentsatz ausmacht«<sup>12</sup>).

Will man bei der Tonnageangebotsprognose die Zusammensetzung nach den diversen Schiffstypen berücksichtigen, so muß zunächst der Tonnagebestand  $B_{0B(t_0)}$  nach den entsprechenden Schiffstypen aufgesplittet werden und anschließend die Prognose nach den Bedingungen der Gleichungen (1) bis (3) erfolgen. Es gilt daher:

$$(4) \quad T_{AB}(t_n) = B_{0B} + \sum_{i=1}^n x_{iB}^I + \sum_{i=1}^n x_{iB}^{II} - \sum_{j=1}^m y_{jB} - \sum_{k=1}^l z_{kB} + \sum_{l=1}^k w_{lB}$$

$$(5) \quad T_{AO}(t_n) = B_{0O} + \sum_{i=1}^n x_{iO}^I + \sum_{i=1}^n x_{iO}^{II} - \sum_{j=1}^m y_{jO} - \sum_{k=1}^l z_{kO} + \sum_{l=1}^k w_{lO}$$

$$(6) \quad T_{AC}(t_n) = B_{0C} + \sum_{i=1}^n x_{iC}^I + \sum_{i=1}^n x_{iC}^{II} - \sum_{j=1}^m y_{jC} - \sum_{k=1}^l z_{kC} + \sum_{l=1}^k w_{lC}$$

$$(7) \quad T_A^*(t_n) = T_{AB}(t_n) + T_{AO}(t_n) + T_{AC}(t_n)$$

Die zusätzlich angeführten Indices B, C, O bezeichnen die eingesetzten Schiffstypen: also Bulk Carriers (B), Ore Carriers (O) und Combined Carriers (C).

Zum Tonnageangebot der Combined Carriers müssen noch einige klärende Worte gegeben werden. Da dieser Schiffstyp in der Lage ist, sowohl flüssige als auch trockene Massengüter zu transportieren, kann er zum einen dem Bereich der Dry-cargo-Fahrt, zum anderen dem Bereich der Tankerfahrt zugeordnet werden. Für die Bestimmung des jeweiligen Tonnageangebotes ergeben sich daher Zurechnungsschwierigkeiten. Eine Lösung dieses Problems läßt sich dadurch erreichen, daß man auf herrschende Beschäftigungsverhältnisse der Combined Carriers abstellt. Die entsprechenden Informationsgrundlagen sind allen herkömmlichen Schiffsstatistiken<sup>13</sup>) entnehmbar. Auch auf die in der Prognoseperiode abzuliefernden Neubauten läßt sich das aufgeführte Verfahren übertragen, da ja derartige Einheiten meist aufgrund von Beschäftigungsverträgen gebaut werden. Setzt man einen Faktor (a) für die Beschäftigung der Combined Carriers in der »Dry-cargo-Fahrt« an, so ergibt sich mathematisch betrachtet, folgende Tonnageangebotsgleichung:

$$(8) \quad T_{AC}(t_n) \text{ Dry cargo} = a \cdot T_{AC}(t_n)$$

$$(9) \quad T_A^*(t_n) = T_{AB}(t_n) + T_{AO}(t_n) + [a \cdot T_{AC}(t_n)]$$

Als weiterer qualitativer Einflußfaktor kann aus der Abbildung 1 die Schiffsgröße ange-

<sup>12</sup> Hüsgen, J., Die Erzschiifahrt im Jahre 1975, Vortrag bei der Arbeitsgemeinschaft Exploration am 20. Oktober 1970 in Düsseldorf (unveröffentlichtes Manuskript), S. 1.

<sup>13</sup> Vgl. Drewry, H. P., Shipping Statistic and Economics, Number 23, September 1972, London, S. 24 ff.; Drewry, H. P., COMBINED CARRIERS: Their rule in the bulk trades. An economic study prepared by the research division, London 1971; Feamley & Egers, »REVIEW«, Oslo 1972, S. 15.

sehen werden. Über die Entwicklungen der Seeschiffsgrößen, ihre Probleme und die zukünftigen Tendenzen ist schon viel gesagt und geschrieben worden<sup>14)</sup>.

Daraus läßt sich erkennen, welche Bedeutung der Schiffgröße zugemessen wird. Damit der Befrachter einen Überblick über die Entwicklung der Seeschiffsgrößen bekommt, sollen diese in der Tabelle 1 für den Zeitraum 1960, 1965 und 1972 aufgezeichnet werden.

Tabelle 1:

*Übersicht über die Entwicklung der durchschnittlichen Schiffgrößen bei den diversen Schiffstypen für die Jahre 1960, 1965, 1972 (Angaben in tdw)*

Jahr	1960	1965	1972
1. Tanker			
in Fahrt	20 833	28 117	52 541
abgelieferte Neubauten	34 417	62 141	147 804 <sup>1)</sup>
in Auftrag	35 507	62 933	176 962
2. Combined Carriers			
Ore/Oil	23 945	33 275	74 945
Bulk/Oil	28 000	48 000	93 779
abgelieferte Neubauten	29 667	52 583	134 142 <sup>1)</sup>
in Auftrag	35 714	57 095	152 380
3. Bulk Carriers			
Ore Carriers	20 817	23 210	34 693
other Bulk Carriers	14 318	20 291	28 868
abgelieferte Neubauten	19 354	30 943	38 103 <sup>1)</sup>
in Auftrag	19 448	31 340	41 979

1) Die Zahl ist auf 1971 zu beziehen.  
Quelle: Eigene Berechnungen.

Wie aber beeinflusst die Schiffgröße das Tonnageangebot der Erzfahrt? Für die deutsche Stahlindustrie und insbesondere für die Gesellschaften der Rohstoffhandel GmbH ist der Einsatz von Schiffgrößen < 50 000 tdw aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen weitgehend uninteressant. Sicherlich wurden hier und da schon mal Abschlüsse für diese Größen getätigt, doch dürfte hier der Anteil der »Kleinschiffe« so unbedeutend sein, daß sie bei der Berechnung des Tonnageangebotes vernachlässigt werden können. Das Tonnageangebot muß somit um den Anteil der Schiffgrößen < 50 000 tdw gekürzt werden. Somit berechnet sich das Tonnageangebot unter Berücksichtigung der einsetzbaren Schiffstypen und der eingesetzten üblichen Schiffgrößen wie folgt:

<sup>14)</sup> Vgl. *Hulsmann, K.*, Probleme des Wachstums der Seeschiffsgrößen (Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Heft 44), Göttingen 1966; *Hüsgen, J.*, Überlegungen über die optimale Schiffgröße für den Erzverkehr, Vortrag bei der Arbeitsgemeinschaft Exploration (unveröffentlichtes Manuskript), Düsseldorf 1970; *derselbe*, Die Erzschiffahrt im Jahre 1975, Vortrag bei der Arbeitsgemeinschaft Exploration (unveröffentlichtes Manuskript), Düsseldorf 1970; *Astrup, D.*, Massentransport per Seeschiff, Fourth Annual Meeting and Conference, Paris 1970; *Bertram, R.*, Seeschiffahrt in der Konjunktur, Vortrag aus Anlaß des deutschen Reedertages 1956 in Düsseldorf; *Stroux*, Übersceverschiffung von Massengütern (unveröffentlichtes Manuskript), Essen 1970; *Verband Deutscher Reeder*, Schiffgröße und Kostendegression bei Massengut- und Tankschiffen, Hamburg 1970.

$$(10) \quad T_{A(t_n)}^* = T_{AB \geq 50.000 \text{ tdw } (t_n)} + T_{AO \geq 50.000 \text{ tdw } (t_n)} + [a \cdot T_{AC \geq 50.000 \text{ tdw } (t_n)}]$$

Zu dem unter (10) berechneten Tonnageangebot muß noch bemerkt werden, daß dieser Wert die potentielle Eignung der Schiffstonnage für die Erzfahrt bezeichnet. Gleichwohl muß man davon ausgehen, daß dieser Wert nicht nur durch die Erzfahrt aufgesogen wird, da ja auch die anderen trockenen Massengüter wie Kohlen, Bauxite, Phosphate, Getreide, Aluminium ebenfalls mit diesen Schiffen transportiert werden.

Es ist somit nur ein grundsätzlicher Weg, das Tonnageangebot für den Dry-Cargo-Sektor zu ermitteln. Wieviel % dieses Wertes man unter die Erzfahrt subsumieren kann, ist noch von anderen Faktoren — so z. B. allgemeiner Branchenentwicklung der Stahlindustrie, Entwicklungen in den anderen Wirtschafts- und Transportsektoren — abhängig.

Kommen wir nun zum dritten Einflußfaktor: der Geschwindigkeit eines Schiffes.

Diese Einflußgröße bestimmt nicht unmittelbar die bestandsmäßige Höhe des Tonnageangebotes, sondern zeigt ihre Auswirkungen vielmehr hinsichtlich der Beförderungskapazität. Unter Beförderungskapazität wollen wir die Fähigkeit eines Schiffes verstehen, innerhalb einer Periode ( $x \cdot t$ ) Güter zu befördern. Betrachtet man ferner noch die gefahrenen Seemeilen, so gelangt man zur Leistungskapazität, wobei das als Äquivalent gemessen in t sm pro Zeitperiode dargestellt werden kann. Die Geschwindigkeit und Größe eines Schiffes bestimmen vorrangig diese Leistungsfähigkeit (L).

$$(11) \quad L = f(G, \text{Geschw.})$$

Zieht man einen Vergleich zwischen Schiffen gleicher Schiffgröße, so kann die Schiffgröße vernachlässigt werden.

Es gilt daher:

$$(12) \quad L = f(\text{Geschw.})$$

Wie sehr die Geschwindigkeit die Beförderungs- und Leistungskapazität des Schiffes beeinflusst sowie die Kosten- und Gewinnsituation zeigt das nachstehend durchgerechnete Beispiel.

Beispiel 1:

1. Ausgangsdaten	Schiff X <sub>1</sub>	Schiff X <sub>2</sub>
Tragfähigkeit	140 000 tdw	140 000 tdw
Geschwindigkeit	15 kn/h	17 kn/h
Rundreiseentfernung	10200 sm	10200 sm
Tageskosten	44 044 DM	45 000 DM <sup>1)</sup>
Verbräuche		
Bunker	100 t/Tag	140,5 t/Tag <sup>2)</sup>
Diesel	2 t/Tag	2 t/Tag
Preise		
Bunker	57,91 DM	57,91 DM
Diesel	80,08 DM	80,08 DM
Hafenkosten	134 788 DM	134 788 DM
Betriebstage/Jahr	345	345
Hafenzeit/Reise	5	5



## 2. Berechnung

Reisezeit	$\frac{10\,200\text{ sm}}{360\text{ sm/t}}$	$\frac{10\,200\text{ sm}}{408\text{ sm/Tag}}$
	= 28,3 Tage	= 25 Tage
Rundreisezeit (Reisezeit und Hafenzzeit):	33,3 Tage	30 Tage
Reisen/Jahr	$\frac{345\text{ Tage}}{33,3\text{ Tage}}$	$\frac{345\text{ Tage}}{30\text{ Tage}}$
	= 10,36 Reisen	= 11,50 Reisen
Kosten für $X_1$		
Tageskosten	$44\,044 \times 33,3\text{ Tage}$	
	= 1 466 665, – DM	
Bunker	$28,3\text{ Tage} \times 100\text{ t}$	
	= 2830 t $\times$ 57,91 DM	
	= 163 885, – DM	
Diesel	$33,3\text{ t} \times 2\text{ t}$	
	= 66,6 t $\times$ 80,08 DM	
	= 5 333, – DM	
Hafenkosten	134 788, – DM	
Summe	<u>1 770 671, – DM</u>	
Kosten/tdw	<u>12,64 DM</u>	
Kosten für $X_2$		
Tageskosten	$45\,000 \times 30\text{ Tage}$	
	= 1 350 000, – DM	
Bunker	$25\text{ Tage} \times 140,5\text{ t}$	
	= 3512 t $\times$ 57,91 DM	
	= 203 408, – DM	
Diesel	$30\text{ Tage} \times 2\text{ t}$	
	= 60 t $\times$ 80,08 DM	
	= 4 804, – DM	
Hafenkosten	134 788, – DM	
Summe	<u>1 693 000, – DM</u>	
Kosten/tdw	<u>12,09 DM</u>	
Beförderungskapazität	$10,36 \times 140\,000$	$11,50 \times 140\,000$
	= 1,45 Mio t	= 1,61 Mio t

Einfahrergebnis	= 1,45 Mio t	1,61 Mio t
Bruttoumsatz	$\times 13,–\text{ DM/t}$	$\times 13,–\text{ DM/t}$
	= 18 850 000 DM	= 20 930 000 DM
./ Kosten	<u>18 328 000 DM</u>	<u>19 464 900 DM</u>
Gewinn v. Steuern	<u>= 522 000 DM</u>	<u>= 1 465 100 DM</u>

<sup>1)</sup> Höhere Tageskosten ergeben sich aus den höheren Baukosten.

<sup>2)</sup> Höherer Bunkerverbrauch ergibt sich aus der höheren installierten Antriebsleistung. 15 kn 29 500 Pse; 17 kn 41 000 Pse.

Das vorstehende Beispiel zeigt einwandfrei, wie sich gesteigerte Geschwindigkeiten auswirken. Sie verkürzen die Rundreisezeiten eines Schiffes und erhöhen die möglichen Umläufe pro Jahr. Gleichzeitig wächst dadurch die Beförderungskapazität, in diesem Beispiel von 1,45 Mio t auf 1,61 Mio t. Die weitere Folge ist daher eine Erhöhung des Tonnageangebotes. Die Kostenstruktur wird durch die Erhöhung der Geschwindigkeit im Vergleich zu langsameren Schiffen nachhaltig wie folgt beeinflusst:

1. Eine höhere Geschwindigkeit läßt sich nur durch eine Erhöhung der installierten Antriebsleistung erreichen. Es kommt somit zu einer Erhöhung der Baukosten.
2. Eine Erhöhung der installierten Antriebsleistung führt zu höheren Brennstoffverbräuchen.
3. Kostensenkend – pro tdw – wirkt sich die geringere Anzahl von Reisetagen aus, so daß durch diesen Tatbestand ein Kompensationseffekt zu verzeichnen ist.

In unserem Beispiel werden die höheren Tages- und Brennstoffkosten durch eine Verkürzung der Reisezeit mehr als kompensiert. Der Vergleich der Frachtraten auf Vollkostenbasis macht dieses besonders deutlich. Auch die Einnahmeseite des Reeders kann durch eine Erhöhung der Geschwindigkeit positiv beeinflusst werden. Durch die höhere Beförderungskapazität steigen die Einnahmen in ihrer absoluten Höhe. Die günstigere Kostensituation führt zu einer beachtlichen Verbesserung des Betriebsergebnisses.

Durch die höhere Geschwindigkeit führt der Einsatz von Großschiffen bei entsprechendem Ladungsaufkommen tendenziell zu folgenden Ergebnissen:

1. Verkürzung der Reisezeiten
2. Verbesserung der Kostenstruktur
3. Erhöhung der Beförderungskapazität
4. Erhöhung der Einnahmen in ihrer absoluten Höhe
5. Verbesserung der Gewinnsituation
6. Erhöhung des Tonnageangebotes und dadurch möglicherweise Druck auf das Rateniveau

Wir haben gesehen, von welchen Einflußfaktoren die Höhe des Tonnageangebotes bestimmt wird. Will ein Befrachter zu aussagefähigen Ratenprognosen gelangen, so muß versucht werden, die Wirkungen der Einflußgrößen für den Prognosezeitraum möglichst in ihren realen Ausprägungen zu bestimmen. Zunächst muß daher die eine Determinante (Tonnageangebot) des Prognosemodells ermittelt werden. Es wurde ferner gezeigt, daß das Tonnageangebot nicht nur durch die quantitativen Größen bestimmt, sondern auch von

den qualitativen Größen strukturiert wird. Wenden wir uns nun einer »praxisnahen« Bestimmung des Tonnageangebotes zu.

### III. Die Ermittlung des Tonnageangebotes durch die Praxis

Wir wollen nun anhand einer tatsächlich durchgeführten Untersuchung über die Höhe des Tonnageangebotes in  $t_n$  den Weg der Praxis darlegen.

Dabei wird als Informationsgrundlage eine Untersuchung der deutschen Stahlindustrie und der Gränges-Gruppe herangezogen. In dieser umfangreichen Studie ging es u. a. auch darum, das Tonnageangebot für den Zeitraum von 1970 bis 1975 für die einsatzfähigen Schiffstypen (Bulk Carriers, Combined Carriers) zu prognostizieren. In der Untersuchung wurde methodisch so vorgegangen, daß der Prognosezeitraum unterteilt wurde und eine Prognose für den Zeitraum 1970 bis 72 und eine solche für den Zeitraum 1973 bis 75 gegeben wurde.

Für die nun anstehende Analyse soll lediglich der 1. Prognoseabschnitt betrachtet werden, da die Vorgehensweise dieselbe bleibt.

Ausgangspunkt für die Ermittlung des Tonnageangebotes war in der Studie der Bestand an Schiffsraum (tdw) im Zeitpunkt ( $t_0 = 1. 1. 1970$ ). Dabei wurden die notwendigen Daten den bekannten Publikationen entnommen. Die Bestandsermittlung wurde so durchgeführt, daß der jeweilige Tonnagebestand der Schiffstypen (Bulk Carriers, Combined Carriers) Ausgangspunkt für die weitere Berechnung war. Bemerkenswert ist noch dazu, daß hier die Ore Carriers unter dem Begriff der Bulk Carriers subsumiert wurden; somit gilt für den Tonnagebestand, der von der Arbeitsgemeinschaft ermittelt wurde, die Beziehung:

$$(13) \quad T_{A(t_0)}^* = T_{AB(t_0)} + T_{AC(t_0)}$$

Dieses Prognoseverfahren wäre methodisch nur gerechtfertigt, wenn die nachstehend aufgeführten Voraussetzungen erfüllt gewesen wären:

1. Durch die in »Auftrag genommenen Einheiten« müßten die Kapazitäten aller Werften maximal ausgelastet sein.
2. Alle »in Auftrag gegebenen Einheiten« müßten auch tatsächlich per 31. 12. 72 abgeliefert worden sein.
3. Die Werften müßten bis zu diesem Ablieferungszeitraum auf Anpassungsmaßnahmen jeglicher Art verzichten, da sie sonst den »Produktionsrythmus« und die Ablieferungszeitpunkte beeinflussen.

Alle 3 aufgeführten Forderungen sind in der Realität nicht haltbar. Innerhalb einer Periode (hier: 1. 1. 70–31. 12. 72) sind sicherlich die Werftkapazitäten nicht voll ausgelastet; außerdem erscheint es fraglich, ob tatsächlich alle Ablieferungen bis zum Prognosezeitpunkt erfolgten. Weiter kann man davon ausgehen, daß gerade die Werftindustrie auf Anpassungsmöglichkeiten kaum verzichten wird.

Zur Entlastung der Vorgehensweise der »Joint Working Group« muß gesagt werden, daß diese beim Ansatz von

$$\begin{aligned} & \text{Tonnagebestand in } t_0 \\ & + \text{ in Auftrag befindliche Einheiten} \\ & = \text{Tonnagebestand } t_n \end{aligned}$$

Informationen potenter Werften zugrundegelegt hat. Nach deren Aussagen waren die Werftkapazitäten bis Ende 1972 völlig ausgelastet, so daß kein zusätzlicher Ausstoß — durch Neubestellungen — für diesen Prognosezeitraum mehr erfolgen könnte. Offenbar waren diese Angaben aber unrichtig, denn wie könnte sonst die hohe Differenz zwischen dem Prognosewert und der tatsächlichen Entwicklung glaubwürdig erklärt werden? Die Vermutung wurde mit bei einem Arbeitsgespräch bei »BLOHM & VOSS« am 11. 7. 1973 in Hamburg bestätigt und in überzeugender Weise auch mit entsprechendem Belegmaterial untermauert. So stellt sich bereits hier die Frage, wie der Informationsgehalt dieser Institutionen (Werften) bewertet werden soll. Ist die Glaubwürdigkeit von vornherein in Frage gestellt, so sind entsprechende Informationen wertlos.

Auf dieses Problem wird aber noch an anderer Stelle zurückgegriffen werden. Nur teilweise wurde berücksichtigt, daß der Bestand an Combined Carriers nicht voll für die trockene Massengutfahrt zur Verfügung steht. Es wurde nicht auf die Beschäftigungsverhältnisse abgestellt, sondern lediglich mit alternativen Planwerten gerechnet. Die Beziehung der Gleichung (8) wurde dabei in dieser Form außer acht gelassen. Es wäre richtiger gewesen, hier einen Beschäftigungsfaktor — auch sonst arbeitet ja die Praxis bekanntlicherweise mit diesen Werten — für die Combined Carriers-Flotte in der trockenen Massengutfahrt anzusetzen.

Für die nun zu entwickelnden Prognosewerte (1. 1. 70–31. 12. 72) hat man in der Untersuchung die »in Auftrag befindlichen Einheiten« — mit Stichtag 1. 1. 70 — angesetzt, auf den Tonnagebestand hinzu aggregiert und erhielt so den Prognosewert per 31. 12. 1972:

$$(14) \quad T_{A(t_n)}^* = B_{OB(t_0)} + A_{B(1.1.70)} + B_{OC(t_0)} + A_{C(1.1.70)}$$

wobei  $A_B$  = in Auftrag befindliche Bulk Carriers.

$A_C$  = in Auftrag befindliche Combined Carriers.

Füllt man die unter (14) dargelegte Beziehung mit Zahlen aus, so prognostizierte die »joint working group« für den Prognosezeitpunkt ( $t_n = 1. 1. 73$ ) nachstehende Werte:

Tabelle 2:

Angebot von Bulk Carriers incl. Combined Carriers per 1. 1. 73  
(Angaben in Mio tdw)

	Bulk Carriers	Combined Carriers	
Existing fleet 1. 1. 70	54,2	12,2	66,4
Est. del. 1. 1. 70–31. 12. 72	13,9	14,5	28,4
= on order			
	68,1	26,7	94,8

Quelle: »Joint Working Group«, S. 1a.

Die tatsächlichen Werte per 1. 1. 73 sahen dagegen wie folgt aus.

Tabelle 3: Existing fleet per 1. 1. 1973 (Angaben in Mio tdw)

Bulk Carriers	78,6
Combined Carriers	28,5

Quelle: Fearnley & Egers, »World Bulk Fleet«, 1973.

Der Vergleich von Prognosewerten und tatsächlichem Bestand in 1973 offenbarte eine Mehrablieferung von ca. 12,3 Mio tdw, so daß der Prognosewert um 13,03% überschritten wurde. Diese Abweichung muß für den Vergleich zwischen  $T_{A(t_n)}$  und  $T_{N(t_n)}$ <sup>15)</sup> als zu hoch angesehen werden, da hierdurch irrealer Tendenzaussagen über die Ratenhöhe zu Tage kommen könnten. Ein Vergleich der im Kapitel II und III dargelegten Verfahren führt zu folgenden Ergebnissen.

Prognoserechnung: Kapitel II

$$(15) \quad T_{A(t_n)}^* = B_{0B} + \sum_{i=1}^n x'_{iB} + \sum_{i=1}^n x''_{iB} - \sum_{j=1}^m y_{jB} - \sum_{k=1}^l z_{kB} + \sum_{l=1}^k w_{lB} \\ + B_{0O} + \sum_{i=1}^n x'_{iO} + \sum_{i=1}^n x''_{iO} - \sum_{j=1}^m y_{jO} - \sum_{k=1}^l z_{kO} + \sum_{l=1}^k w_{lO} \\ + \left[ a \cdot (B_{0C} + \sum_{i=1}^n x'_{iC} + \sum_{i=1}^n x''_{iC} - \sum_{j=1}^m y_{jC} - \sum_{k=1}^l z_{kC} + \sum_{l=1}^k w_{lC}) \right]$$

Prognoserechnung: Kapitel III

$$(16) \quad T_{A(t_n)}^* = B_{0B} + x'_{iB} + B_{0O} + x_{iO} + B_{0C} + x_{iC}$$

Der Vergleich macht deutlich, daß die »Praxislösung« nicht den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht und damit den Anforderungen der Praxis ebenfalls nicht gewachsen ist. Insbesondere muß dabei folgendes bemängelt werden:

1. Durch die Gleichsetzung von »abgelieferten Neubauten« und »in Auftrag befindlichen Einheiten« wird ein starres System geschaffen, so daß Änderungen im System aufgrund von Neubestellungen nicht berücksichtigt werden können.
2. Die Nichtbeachtung von Abwrackungen und eventuell möglichen Auflegungen bringt weiterhin Schätzfehler mit sich und sollte wenigstens global beachtet werden.
3. Desweiteren führt die Nichtbeachtung der Beschäftigungsverhältnisse der »Combined-Carrier-Flotte« zu unrealen Ergebnissen. Die Folge ist, daß das Tonnageangebot für den Dry-cargo-Verkehr zu hoch angesetzt werden kann und bei einem Vergleich von Tonnageangebot und Tonnagenachfrage die Tendenzmessungen über die Ratenhöhe verzerrt werden.

Dieser Ansatz der Berechnungen ist daher aus methodischer Sicht abzulehnen, da er von vornherein zu nicht gegebenheitskonformen Ergebnissen führt.

Bei der Anwendung des Ansatzes der im Kapitel II dargelegten Rechnung entsteht allerdings ein Informationsproblem, denn es muß der nicht bekannte Anteil der Ablieferungen ( $x''_i$ ) durch entsprechende Informationen bestimmt werden. Gelingt dieses, so kann der errechnete Prognosewert ( $T_{A(t_n)}$ ) den tatsächlichen Werten entsprechen. Ob und wie das Informationsproblem gelöst werden kann, soll in dem nun folgenden Abschnitt besprochen werden.

<sup>15)</sup>  $T_{A(t_n)}$  = Tonnageangebot im Prognosezeitpunkt  
 $T_{N(t_n)}$  = Tonnagenachfrage im Prognosezeitpunkt

IV. Das Informationsproblem

Wie in der Einleitung bereits angedeutet wurde, ist die Qualität einer vorzunehmenden Entscheidung abhängig von der Exaktheit des zugrunde liegenden Prognose- und Entscheidungsmodells. Die Prognose ist wiederum abhängig in ihrer Qualität von den verfügbaren Informationen.

Welche Informationen werden nun für die Durchführung der Flußrechnung benötigt? Die Gleichung (16) im III. Abschnitt vermittelt unmittelbar einen Eindruck über den notwendigen Informationsbedarf. So müssen, um eine exakte Durchführung der Rechnung zu gewährleisten, folgende Informationen gegeben sein:

1. Tonnagebestand ( $B_0$ ) der für die Dry-Cargo-Fahrt geeigneten Schiffstypen im Zeitpunkt  $t_0$ .
2. Informationen über die im Bau befindlichen Einheiten ( $x'_i$ ) (getrennt nach Schiffstypen).
3. Informationen über deren Ablieferungszeitpunkte für den Prognosezeitraum  $t_0 - t_n$ .
4. Informationen über den Beschäftigungsgrad ( $a$ ) der Combined-Carriers-Flotte.
5. Informationen über den Auslastungsgrad der Werften; zur Bestimmung von ( $x''_i$ ).
6. Informationen über mögliche Anpassungsmaßnahmen bzw. Betriebsgrößenvariationen seitens der Werften.
7. Informationen über die Abwrackaktionen der Reeder und mögliche Auflegungen.

Die vorstehende Aufzählung des Informationsbedarfs zeigt, daß die Informationsstruktur des Modells sehr komplex ist. Der Vergleich zwischen dem Informationsbedarf der Block- und Flußrechnung – dargestellt in der Abbildung 2 – zeigt dieses ebenfalls sehr deutlich.

Abbildung 2  
 Vergleich über den Informationsbedarf

Blockrechnung	Flußrechnung
1. Tonnagebestand im Zeitpunkt $t_0$	1. Tonnagebestand der Schiffstypen im Zeitpunkt $t_0$
2. »Neubauten in Auftrag« im Zeitpunkt $t_0$	2. Informationen über die in Bau befindlichen Schiffstypen
	3. Informationen über deren Ablieferungszeitpunkt
	4. Informationen über die Beschäftigung der »Combined-Carriers-Flotte«
	5. Informationen über den Auslastungsgrad der Werften
	6. Informationen über mögliche Anpassungsmaßnahmen bzw. Betriebsgrößenvariationen der Werften
	7. Informationen über Auflegepläne der Reeder
	8. Informationen über Abwrackaktionen der Reeder

Abb. 3a  
Informationsfluß und -quellen  
"Flußrechnung"

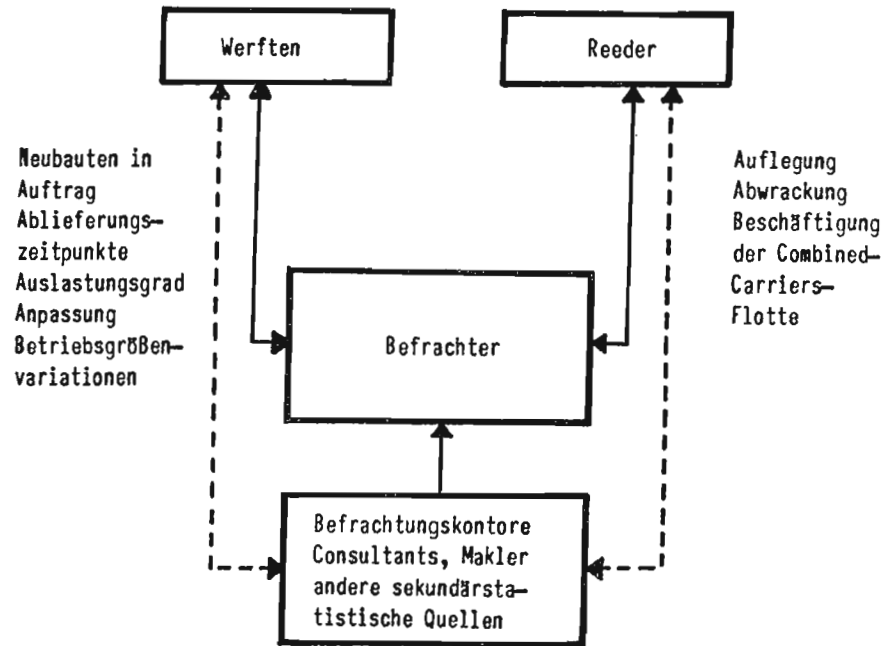
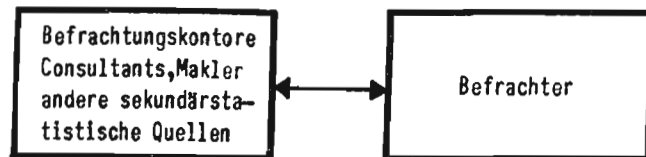


Abb. 3b  
Informationsquellen der Blockrechnung



Auch von den Informationsquellen her betrachtet, stellt das Modell der »Flußrechnung« höhere Anforderungen. Wie aus den Abbildungen 3a und 3b zu entnehmen ist, wird bei der Berechnung des Tonnageangebotes im Zeitpunkt  $t_n$  ausschließlich auf sekundärstatisches Material zurückgegriffen; so zum Beispiel für die Beurteilung der Situation auf den Teilmärkten der Dry-Cargo-Fahrt auf die Veröffentlichungen aus dem Hause *Fearnley & Egers*<sup>16)</sup>.

Die Flußrechnung hingegen muß – will sie das Informationsproblem lösen – auf primärstatische Quellen zurückgreifen und in Form von direkten Kontakten bzw. Befragungen zu den Werften und Reedereien die notwendigen Informationen beschaffen.

Daß dieses Unterfangen mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, und daß die vorhandenen »Informationsbarrieren« bzw. »Mißtrauensbarrieren« abgebaut werden müssen, kann nicht geleugnet werden. Die Auskunftsbereitschaft und der natürliche Interessengegensatz zwischen Befrachter und Reeder stellen ein nicht zu unterschätzendes Problem des Informationsaustausches dar.

Die Ermittlung des Tonnagebestandes als Ausgangswert zur Prognose dürfte keine Schwierigkeiten bereiten, da diese den herkömmlichen Schiffsstatistiken entnommen werden können. Auch die Aufteilung des Tonnagebestandes nach den diversen Schiffstypen (Bulk-, Ore-, Combined Carriers) ist in diesen Veröffentlichungen durchgeführt worden.

Nun werden im nächsten Schritt Informationen über die im Bau befindlichen Einheiten – getrennt nach Schiffstypen – und deren Ablieferungszeitpunkte gebraucht. Diese Angaben sind ebenfalls in den Schiffsstatistiken<sup>17)</sup> aufgeführt und ebenso die ungefähren Ablieferungszeitpunkte. Da sich aber der Auftragsbestand, ausgehend vom Betrachtungszeitpunkt  $t_0$  durch Neuaufträge laufend ändern kann, müßte dieser um die Neubestellungen nach dem Betrachtungszeitpunkt korrigiert werden.

Hier beginnt das eigentliche Informationsproblem, nämlich die Bestimmung des »Regulatives« ( $x^i$ ). Wollte man hier zu Lösungsansätzen kommen, so bedürfte es Informationen aus erster Hand, insbesondere von den Werften. Gäben beispielsweise die Werften zum Ermittlungszeitpunkt  $t_0$  Mitteilungen über ihren Auslastungsgrad, ihre vorzunehmenden Anpassungen bzw. durchzuführenden Betriebsgrößenvariationen bekannt, so könnte aus diesen Angaben ein Rückschluß erfolgen, welches Potential an Kapazitäten noch bis  $t_n$  genutzt und somit auch abgeliefert werden könnte. Beachten müßte man allerdings bei dieser Vorgehensweise, daß die Angaben über die fremden Werftkapazitäten – sie erfolgen in  $t_{dw}$  – nicht unmittelbar vergleichbar sind und somit aggregiert werden können. Man muß dabei auf die technische Struktur der Werft, deren Fertigungsprogramm und somit letztlich auf die zu erstellenden Schiffstypen abstellen.

Ein Bau eines Kühlschiffes gestaltet sich arbeitsintensiver als der Bau eines Tankers<sup>18)</sup>, d. h. mit anderen Worten: meldet eine Werft eine freie Kapazität von 150 000 tdw/Periode, so könnte damit wohl ein Tanker gebaut werden, nicht aber 5 Kühlschiffe à 30 000 tdw. Mit Hilfe einer Schlüsselung müßten die Angaben der freien Werftkapazitäten vergleichbar gemacht werden.

Bei diesem Stand der Analyse müßte also der Übergang von der Sekundär- zur Primärinformation erfolgen, d. h. es sollten direkte Informationsflüsse zwischen dem Befrachter

<sup>16)</sup> Vgl. dazu *Fearnley & Egers*, World Bulk Fleet; Trades of World Bulk Carriers; Review.

<sup>17)</sup> Vgl. *Fairplay International Shipping Journal*, World ships on order, Oslo.

<sup>18)</sup> Nach Angaben von *Blohm & Voss* vom 11. 7. 73.

und den Werften bestehen. Der übliche Weg, diese Informationen zu bekommen, wäre der einer direkten Befragung, wobei die Möglichkeit einer Vollerhebung bzw. die Notwendigkeit einer Teilerhebung gesondert untersucht werden müßten.

Auch die Art der Befragung sowie bei einer Teilerhebung deren Umfang müßten noch durch die Stichprobentheorie geklärt werden. Die Informationen über mögliche Anpassungen bzw. Betriebsgrößenvariationen ließen sich im gleichen Schritt gewinnen. Zusätzlich könnte man noch die Erwartungen bzw. Einstellungen der Werften und Reedereien in ordinaler Form messen.

Man muß allerdings noch kritisch anmerken, daß es äußerst schwierig sein dürfte, derartige Informationen von den Werften zu bekommen. Deren Auskunftswilligkeit und vor allem aber die Richtigkeit der Angaben — die Richtigkeit kann im Zeitpunkt  $t_0$  nicht überprüft werden — beeinflussen in starkem Maße die Qualität des im Kapitel II diskutierten Prognoseansatzes zur Ermittlung des Tonnageangebotes in  $t_n$ . Gelänge es allerdings, ausreichende Informationen für den zu prognostizierenden Zeitpunkt zu bekommen, so kann man damit die Werte für »wahrscheinlich« abzuliefernde Neubauten ( $x_t^{(1)}$ ) bestimmen und somit auch die Höhe von  $T_A^*(t_n)$ .

Der Beschäftigungsfaktor der Combined-Carriers-Flotte ließe sich aus der durchschnittlichen Beschäftigung dieser Flotte im Zeitablauf ableiten. Grunddaten sind wiederum den sekundärstatistischen Quellen entnehmbar<sup>19)</sup>.

Für die Festlegung der Abwrackungen kann ebenfalls auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Diese halten sich — das haben die Aufschreibungen bewiesen — im allgemeinen auf einem ziemlich gleichen Stand<sup>20)</sup>.

Signifikant abgesicherte Informationen über die möglichen Auflegungen bzw. Wiederinfahrtbringungen zu bekommen, ist äußerst schwierig, da gerade diese Werte durch das Verhältnis Tonnageangebot und Tonnagenachfrage entsprechend beeinflußt werden. Ist eine Situation gegeben, in der für den Prognosezeitpunkt ( $t_n$ ) gilt  $T_N > T_A$ , so ist mit Auflegungen kaum zu rechnen. Gilt dagegen  $T_N < T_A$ , so ist die Höhe der Auflegungen von der Höhe des Überhanges des Tonnageangebotes und dem Zeitraum dieser Situation sowie von den Einstellungen der Reeder abhängig. Alle diese Größen zu quantifizieren und sie entsprechend in deren Ansatz zu verarbeiten, ist nicht möglich.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Der hohe Informationsbedarf und die Notwendigkeit, diesen durch primärstatistische Erhebungen zu decken, schränkt die Praktikabilität und somit die Aussagefähigkeit des Modells zweifellos ein. Bestehende Kontakte zu den Werften und Reedereien sowie eine Ausweitung dieser Informationsbeziehungen sollten eigentlich eine befruchtende Wirkung zeigen, um so der Lösung einer Tonnageangebotsprognose näher zu kommen. Allerdings steht hier das Problem der Auskunftsbereitschaft und -richtigkeit an, dessen Lösung wohl äußerst schwierig sein dürfte. Der Ansatz der im Kapitel III dargelegten Rechnung ist von vornherein abzulehnen, da er — wie gezeigt wurde — von vornherein nicht zu richtigen Ergebnissen führen kann. Die Abweichung zwischen den Prognosewerten und der tatsächlichen Entwicklung ist zu groß und kann daher zu falschen und verhängnisvollen Tendenzaussagen führen.

<sup>19)</sup> Vgl. *Fearnley & Egers, Review*, S. 15.

<sup>20)</sup> Vgl. *ebenda*, S. 10.

## Summary

In comparison to the development of the tonnage demand, a forecast of the tonnage offer will permit trend statements on the future development of the rates only if an almost correct rating of the quantitative and qualitative influencing factors is arrived at. A forecast pattern must satisfy this requirement and therefore also solve the resulting information problem. Such a solution will not be found on the exclusive basis of secondary statistical data, but rather from primary ones. Should it be possible to obtain the relevant information from shipping companies and wharves the solution of a »correct« forecast of the tonnage offer will have been approximated to more closely. From the methodical point of view, a simple addition of the expected tonnage to be delivered to the existing tonnage on stock must be rejected.

## Résumé

Une prévision de l'offre de tonnage permet de ne donner par rapport au développement de la demande en tonnage des indications sur la tendance du développement à venir des quote-parts que lorsque l'on parvient à une appréciation approximativement correcte de ses facteurs quantitatifs et qualitatifs. Un modèle de prévision doit tenir compte de cette exigence et pour cette raison résoudre également le problème d'information se présentant. Cette résolution ne peut être effectuée uniquement sur la base de données statistiques secondaires; il faut pour cela passer à la statistique primaire. Si l'on parvient à obtenir les informations appropriées des armateurs et chantiers navals, on doit être alors arrivé à approcher de plus près la solution d'une prévision »correcte« de l'offre de tonnage. Toute simple addition des livraisons de tonnage attendues à l'effectif de tonnage existant doit être écarté pour des raisons de méthode.

## Buchbesprechungen

**Merkle, Alexander, ABC des Güterkraftverkehrs.** Zweite, wesentlich erweiterte Auflage, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg 1971, Ganzlinson DM 48,—.

Mit großen Erwartungen nimmt man dieses fast 900 Seiten starke »ABC des Güterkraftverkehrs« in die Hand und stellt sogleich staunend fest, daß die zweite wesentlich erweiterte Auflage mit rund 700 Stichworten in der alleinigen Verantwortung eines Verfassers steht. Er hat es nach Ansicht des Verlags verstanden, »den umfangreichen und schwierigen Stoff . . . in eine Form zu bringen, die das Buch zu einem unentbehrlichen Nachschlagewerk für alle am nationalen und internationalen Straßengüterverkehr Beteiligten macht«.

Das Nachschlagewerk beginnt mit »AASHO« und endet mit »Zwischenlagerung«. Dazwischen werden auch eine Fülle von Abkürzungen erklärt wie z. B. ADR, ADSp, AGNB, BAG, BSL, BZG, CEMT, CIM, DKS, DSBG, FCR, FGT usw. Die Breite des Themenkreises sei mit Hilfe einer Zufallsauswahl von 12 Stichworten demonstriert: »Abmessungen und Gewichte«, »Fernfahrerschule«, »Hinausragen der Ladung nach hinten«, »Informationsstelle für Verkehr«, »Mehrwertsteuer«, »Nebel«, »Schmerzensgeld«, »Schmiergelder«, »Sitzkarre«, »Tankwagen-Fahrpersonal«, »Wegepolizei« und »Weihnachtsbäume«. Im Anhang des Buches wird eine Übersicht über die wichtigsten nationalen und internationalen Gewerbeorganisationen, die Laderaumverteilungsstellen und der Carnet TIR-Grenzübergänge ab Bundesrepublik Deutschland geboten.

Selbst bei sorgfältiger Lektüre fällt es schwer, die für die Auswahl und den Erklärungsumfang der Stichworte maßgeblichen Kriterien zu finden. So sind »Heimkehrer« bzw. »Heimatvertriebener im Sinne des GüKG« wohl mittlerweile ebenso überholt wie »Straßengüterverkehrssteuer«. Obwohl vor Erscheinen des Buches bekannt war, daß diese Steuer im Jahr 1971 auslaufen würde, werden dem entsprechenden Gesetzestext einschließlich Verwaltungsvorschriften noch rund 33 Seiten gewidmet. Dem-

gegenüber werden aktuelle Begriffe wie z. B. »Container« eher stiefmütterlich und nur indirekt behandelt, indem auf das Stichwort »Behälter« verwiesen wird, zu dessen Erklärung bereits 2 Seiten ausreichen. Dem »Huckepackverkehr« wird eine halbe Seite, dem »kombinierten Verkehr« nur deshalb 4 Seiten gewidmet, weil die — inzwischen ausgelaufenen — Richtlinien zur Förderung des kombinierten Verkehrs und des Gleisanschlußverkehrs abgedruckt sind. Das Stichwort »Verkehr« wird gar auf einer halben Seite mit Hilfe von zwei Zitaten von eher populärwissenschaftlichen Werken erklärt. Ebenfalls zu knapp geraten sind die Stichworte »Allgemeine Deutsche Spediteurbedingungen« (1/2 S.), Bundesbahn (1/4 S.) CMR (1/4 S.), GüKG (2 1/2 S.) und die Erklärung der internationalen Handelsklauseln (1 Satz).

Im Gegensatz hierzu werden einige Stichworte in einer Ausführlichkeit behandelt, die im Rahmen des Gesamtwerkes kaum berechtigt erscheint; so z. B.: »Anerkennung von Betrieben zur Untersuchung ihrer Fahrzeuge im eigenen Betrieb« (16 S.), »Arbeitsmaschinen« (20 S.), »Beförderung gefährlicher Güter« (40 S.), »Güternahverkehrstarif« (18 S.), »Kontrollgerät« (18 S.) oder »Wegebaukosten« (15 S.). Die Behandlung des Internationalen Straßengüterverkehrs stellt mit einem Umfang von 105 Seiten ein Buch im Buch, eine umfassende Gesetzessammlung innerhalb des Lexikons dar.

Der Grund für die unterschiedliche Gewichtung dürfte in der Person des Verfassers liegen, der als Regierungsdirektor i. R. ein intimer Kenner der einschlägigen Gesetze, Erlasse, Verordnungen und sonstigen Richtlinien ist und in der Regel die wichtigsten juristischen Vorschriften im Wortlaut bringt. Abgesehen davon, daß die beste Einführung in die vielfach schwierige Gesetzesmaterie nicht immer über den Wortlaut erfolgt, muß damit das Gesamtwerk leider sehr schnell veralten. Beispielhaft sei neben der bereits genannten Straßengüterverkehrssteuer auf die Tarife verwiesen. Wenn etwa der GNT im einzelnen abgedruckt ist und gleichzeitig im Waschlappen vom Verlag behauptet wird, daß

das Buch Fragen beantwortet, »die dem Güterkraftverkehrsunternehmer bei seiner täglichen Arbeit gestellt werden«, so trifft dies im Hinblick auf das genannte Beispiel nur bedingt zu. Bei der Abfassung des »ABC« muß bereits klar gewesen sein, daß sich die Gütertransporttarife mindestens einmal jährlich ändern werden und ohnehin zum Handwerkszeug jedes Transportunternehmers gehören.

Der Verlag hätte sich ein Beispiel an einem anderen Buch seiner eigenen Schriftenreihe nehmen sollen. Bei dem im Jahr 1972 erschienenen »Leitfaden für die Berufsausbildung des Speditors« ergab sich bereits nach einem Jahr die Notwendigkeit, eine Beilage mit allen Ergänzungen und Änderungen infolge neuer Gesetze zu veröffentlichen.

Bei den mehr ökonomisch als juristisch orientierten Stichworten hat sich der Autor vielfach eine Neufassung in der zweiten Auflage erspart, so daß besonders die Literaturhinweise als überholt gelten müssen. Ebenso ist das Literaturverzeichnis im Anhang nicht auf den Stand vor der Veröffentlichung gebracht worden. So wird auf einen Kommentar zum Straßenverkehrsrecht aus dem Jahre 1961 verwiesen; ferner fehlen oftmals Angaben über das Erscheinungsjahr (nebenbei: Die »Zeitschrift für Verkehrswissenschaft« erscheint nicht im Verkehrsverlag J. Fischer, sondern im Verlag Handelsblatt GmbH).

Eine kritische Würdigung des Gesamtwerkes kommt zu dem Ergebnis, daß diese Fundgrube an Fakten und das kenntnisreiche, redliche Bemühen des Verfassers die Schwächen der Konzeption nicht ganz auszugleichen vermögen, nämlich sowohl Lexikon der wichtigsten Fachwörter als auch Nachschlagewerk für die Gesetzes- und Verordnungstexte sein zu wollen. Hier wäre eine Trennung sinnvoller und vermutlich auch kommerziell ergiebiger, indem die sich laufend ändernden juristischen Vorschriften in einer separaten Loseblattsammlung angeboten werden. Das Fachlexikon müßte dann vom Verlag straffer redigiert und wie üblich von einem Autorenteam verfaßt werden, so daß die vielfältigen fachübergreifenden Probleme eine ausgewogenere, die betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekte einschließende Darstellung erfahren. Ein derartiges Nachschlagewerk steht von diesem renommierten Verkehrsverlag noch aus.

Dr. W. Kentner, Köln

**Meißner, Friedrich, Das Recht der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft im Verhältnis zur Rheinschiffsahrtsakte von Mannheim** (= Schriften zum Völkerrecht, Band 27), Berlin 1973, 158 S., DM 44,—.

Die revidierte Mannheimer Rheinschiffsahrtsakte vom 17. Oktober 1868 ist ein völkerrechtlicher Vertrag. Vertragspartner sind seit der Revision vom 20. November 1963 die EG-Mitgliedstaaten Belgien, die Bundesrepublik, Frankreich, die Niederlande, Großbritannien, ferner als Drittstaat, die Schweiz. Die Bevollmächtigten dieser Partner bilden die Zentralkommission für die Rheinschiffahrt.

Der Verfasser stellt in den Mittelpunkt seiner Abhandlung die völkervertragsrechtliche Bedeutung des Art. 234 EWGV, nach dessen Abs. 1 Rechte und Pflichten aus Übereinkünften, die vor Inkrafttreten dieses Vertrages zwischen Mitgliedstaaten einerseits und dritten Ländern andererseits geschlossen wurden, nicht berührt werden, während nach Abs. 2 die Mitgliedstaaten bemüht sein sollen, Unvereinbarkeiten zu beheben, die sich aus dem EWG-Vertrag und früheren völkerrechtlichen Vertragsbeziehungen ergeben. Die Mitgliedstaaten sollen dabei einander Hilfe leisten und eine gemeinsame Meinung äußern. Meißner ist darin beizupflichten, daß eine Lösung dieser Diskrepanz kaum möglich erscheint, wenn das Recht der EWG als eine Rechtsordnung verstanden wird, die uneingeschränkt den allgemeinen Regeln des Völkerrechts unterliegt. Eine Vorrangstellung im Sinne von Art. 234 Abs. 2 EWGV kann damit nicht durchgesetzt werden, weil im Falle von Kollision zwischen den Normen von zwei Verträgen kein Partner einen Vorrang vor dem anderen begehren kann. Die Normen des von den Europäischen Gemeinschaften erlassenen Rechts sind, wie auch das Bundesverfassungsgericht bestätigt hat, weder Völkerrecht noch nationales Recht der Mitgliedstaaten. Demzufolge hat sich das Gemeinschaftsrecht vornehmlich nach gemeinschaftsinternen Maßstäben zu richten.

Unbestritten heischt die gemeinsame Verkehrspolitik in Fragen beispielsweise der Abgabenerhebung, der Frachtenbildung, der Kapazitätsregelung für das schiffbare Rheinstromgebiet ordnend wirksame Rechtsregeln. Eingeschlossen dabei ist die auch vom Verfasser geprüfte

Frage, ob das Gebot zur Gleichbehandlung in Art. 4 der Rheinschiffahrtsakte nicht die Sektoren des modernen Wirtschaftsrechts – Bekämpfung von Wettbewerbsverzerrungen und Diskriminierungen – erfasst. Auch die Kritik zu der umstrittenen Frage, ob die Schifffahrtswelt die Freiheit des Handels und des Frachtemarktes einschließt oder ob sie sich auf das Recht, in die Flüsse, Kanäle und Häfen einzufahren, beschränkt, verdient Beachtung.

Während die in der Zentralkommission vertretenen Staaten der Auffassung sind, daß alle die Rheinschiffahrt angehenden Angelegenheiten im Hinblick auf die Einheit des Rheinregimes nur im Einvernehmen aller in der Zentralkommission vertretenen Staaten getroffen werden dürfen, ist die EG-Kommission der Meinung, daß dieses Einheitsprinzip keinerlei Verpflichtungen für die in der Zentralkommission vertretenen Staaten in sich schließt. Eine Kompetenz der Zentralkommission zur Betätigung im Wirtschaftssektor wird in Frage gestellt, zumal die Verwirklichung einer einheitlichen Verkehrspolitik primär in dem im EWG-Vertrag verankerten institutionellen Rahmen zu erfolgen hat. Eine Ausgleichung dieser Diskrepanzen wird noch erschwert durch die Zweifelsfrage, ob dritte Staaten als vollberechtigte und verpflichtete Vertragsstaaten der Mannheimer Akte anzusprechen sind.

Der Verfasser hat sich mit aller Sorgfalt um die Klärung dieser Sachverhalte bemüht und dabei mit eigenem Urteil nicht gespart. Er hat es sich auch angelegen sein lassen, Mittel und Wege anzuzeigen, ob und in welcher Weise Konflikte und Kollisionen durch eine harmonische Auslegung der Verträge oder durch Einsatz geeigneter Rechtsregeln behoben werden können. Allseits dürfte man sich aber darüber klar sein, daß befriedigende Lösungen sich nicht von heute auf morgen erreichen lassen.

Wie der Verfasser eingehend berichtet, hat sich der Europäische Gerichtshof für den Fall institutioneller Konflikte, die sich aus dem EWG-Vertrag und der Rheinschiffahrtsakte ergeben können, mit seinem Urteil vom 31. März 1971 über die im Gerichtsverfahren von maßgebender Seite vorgetragene bedeutsamen rechtspolitischen Bedenken hinweggesetzt und mit seiner Entscheidung die ausschließliche Zuständigkeit zur Aushandlung und zum Abschluß von Ver-

einbarungen mit Drittstaaten – soweit sie die Gemeinschaftsmaterie angehen – allein der Gemeinschaft zugesprochen. Eine konkurrierende Zuständigkeit der Mitgliedstaaten ist ausgeschlossen. Diese Außenkompetenz der Gemeinschaft wird damit begründet, daß allein die Gemeinschaft in der Lage sei, vertragliche Verpflichtungen wirksam gegenüber dritten Staaten für den gesamten Geltungsbereich der Gemeinschaftsrechtsordnung zu übernehmen und zu erfüllen. Auch sei es den Mitgliedstaaten nach Art. 5 EWGV untersagt, mit Drittstaaten vertragliche Verpflichtungen einzugehen, welche Gemeinschaftsrechtsnormen, die zur Verwirklichung der Vertragsziele ergangen sind, beeinträchtigen oder in ihrer Tragweite ändern können. Unter Hinweis auf Art. 75 Abs. 1 EWGV sagt der Gerichtshof, daß diese Bestimmungen für den innergemeinschaftlichen Streckenteil auch den Verkehr aus oder nach dritten Staaten betrifft. Sie setzt voraus, daß die Zuständigkeit der Gemeinschaft sich auf Beziehungen erstreckt, die dem internationalen Recht unterliegen, womit die Notwendigkeit eingeschlossen ist, mit den beteiligten dritten Ländern Abkommen zu schließen. Der Hinweis des Verfassers ist beachtlich, daß nach den bisherigen in der Literatur verzeichneten Meinungen der Gemeinschaft eine Außenkompetenz nur dort zuzubilligen sei, wo eine solche durch Vertrag ausdrücklich zugewiesen worden sei (Art. 113 und 114 EWGV). Maßgebend für die Ausschließlichkeitsentscheidung dürfte in der Vorsorge zu suchen sein, eine Aushöhlung der der Kommission nach dem Vertrag zustehenden Verhandlungsbefugnisse zu verhindern und die Stellung der Gemeinschaft gegenüber den Mitgliedstaaten zu stärken.

Die fleißige, gut durchdachte Untersuchung verdient Anerkennung. Sie wird bei den zu erwartenden Beratungen der zuständigen Gremien nützliche Dienste leisten können. Zu vermerken ist noch, daß seit Erscheinen der vorstehenden im Dezember 1972 abgeschlossenen Bonner Dissertation zwei weitere Schriften zur Thematik veröffentlicht worden sind: *Ipsen*, Hans Peter, Europäisches Gemeinschaftsrecht, Tübingen 1972 und Dale S. *Collinson*, The Rhine Regime in Transition-Relations between the European Communities and the Central Commission for Rhine Navigation, Columbia Law Review, New York 1972.

Prof. Dr. Dr. W. Böttger, Köln

**Nelson, Harald-Fritjof, Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen Bargecarriern und Vollcontainerschiffen. Eine Systemanalyse, Diss., 478 Seiten, DIN A 4, Wien 1973.**

Ein Kostenvergleich zweier neuer Transportsysteme, die zudem schon in der Praxis realisiert sind, kann immer mit einem hohen Maß an Interesse rechnen. *Nelsons* Untersuchung reiht sich nahtlos in die sich neuerdings häufenden Bargecarrier-Elogen ein. Unter den bisherigen Veröffentlichungen dürfte jedoch die Akribie und Fundiertheit seiner Studie einzigartig sein.

Anhand von speziell entwickelten Computer-Programmen werden von jedem Transportsystem je 25 Schiffe verschiedener Größe und Geschwindigkeit verglichen. Das Programm ist jedoch für weitere Varianten offen und ermöglicht so jedem Interessenten die Berechnung eines auf seine Bedürfnisse abgestimmten Schiffstyps. Bei den Bargecarriern wird hauptsächlich das Lash-System zugrunde gelegt, da es am meisten verbreitet ist und schon viele praktische Erfahrungen vorliegen.

Ausgangspunkt der Wirtschaftlichkeitsberechnungen bilden der Nettogewinn sowie die »Required Freight Rate«, jener Tarif, der die Vollkosten-Deckung markiert. Die Required Freight Rate ist jedoch abhängig vom Auslastungsgrad der Schiffe. Angesichts der bestehenden Überkapazitäten in der Container-Fahrt schafft das Barge-System aufgrund der hohen Umlaufgeschwindigkeiten neue Angebotsüberhänge. *Nelson* kalkuliert aber die Skeptiker der Neueinführung des Barge-Systems in die Defensive: Gerade aufgrund seines schnellen Umschlags und der Unabhängigkeit von hafenseitigen Anlagen vermag der Bargecarrier gegenüber dem Containerschiff zum Teil erhebliche Kostenvorteile zu erzielen.

*Nelson* stellt Berechnungen für drei verschiedene Routen an, einer langen Reise mit wenigen Häfen (Hamburg, London, Singapur und zurück), einer typischen Lash-Carrier-Rundreise (USA–Italien 9 Häfen) und einer extrem kurzen Reise mit 7 angelaufenen Häfen. Es ergeben sich bei allen Variationen Transportkostenvorteile zugunsten des Barge-Systems. Besonders eindrucksvoll gestalten sich die Ergebnisse bei kurzen Reisen mit vielen Hafenanläufen. Hier kann das Lash-System seine Stärke,

die hohe Umschlaggeschwindigkeit, voll ausspielen. Die weitgehende Unabhängigkeit von Hafenzuständen beeinträchtigt auch unter letzteren Extrembedingungen kaum die Leistungsfähigkeit des Barge-Systems. Dagegen kann das Containerschiff, bedingt durch die langen Hafenziegezeiten, eine solche Fahrt nicht rentabel durchführen. Auch liegt bei gleichem Auslastungsgrad die Required Freight Rate beim Bargeschiff niedriger.

*Nelson* tröstet jedoch selber die Container-Reeder und -Verfechter. Mit der wachsenden Anpassung der Hafensuprastrukturen an die Erfordernisse ihrer Schiffe werden weitere Produktivitätsfortschritte möglich sein. Außerdem endet *Nelsons* Berechnung im Seehafen. Und da nicht jeder Verleger die Möglichkeit des Umschlags am Wasser besitzt und nicht jeder Hafen über einen leistungsfähigen Wasserweg in das Hinterland verfügt, werden die höheren Kosten der unterbrochenen Transportkette die Expansion des Barge-Carriers ebenso bremsen wie das vorerst ungenügende Transportaufkommen.

*Nelson* gibt dem Barge-System jedoch langfristige beste Zukunftschancen. Die konventionellen Stückgut-Frachter haben also auch von dieser Seite mit starkem »Gegenwind« zu rechnen.

Noch ein Wort zur Übersichtlichkeit: eine Kurzfassung, die Zusammenfassung der einzelnen Kapitelinhalte in der Einleitung und Kurzbeschreibungen zu Beginn der einzelnen Abschnitte dokumentieren das gesteigerte Interesse des Verfassers, die ohnehin gute Lesbarkeit seiner Untersuchung zu erhöhen.

Dipl.-Volksw. K.-H. Lindenlaub, Köln

**Muth, Wolfgang, Leitfaden zur CMR (Übereinkommen über den Beförderungsvertrag im internationalen Straßengüterverkehr), 2. neubearbeitete Auflage, Gesetz und Recht, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1969, 92 S.**

Während im internationalen Frachtrecht für die Transporte auf der Schiene, auf dem Wasserweg und in der Luft bereits seit rund 50 und 80 Jahren multinationale Abkommen bestehen, fehlte lange Zeit ein entsprechendes Regelwerk für die internationalen Transportvorgänge auf der Straße. Erst das Abkommen »Convention

relative au Contrat de transport international de Marchandise par Route (CMR)« schuf hier Abhilfe, indem auf internationaler privatrechtlicher Basis die Beförderungsbedingungen für den grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr aufgestellt wurden.

Die CMR wurde im Binnenverkehrsausschuß der Europäischen Wirtschaftskommission (ECE) im Mai 1956 in Genf abgeschlossen und von 10 Staaten unterschrieben. Nach der anschließenden Ratifizierung durch einen Teil der Signaturstaaten, die jedoch in der Regel nicht die Verpflichtung enthielt, die nationalen Güterbeförderungsbedingungen für den Straßenverkehr der CMR anzupassen, trat die CMR im Juli 1961 in Kraft. Für die Bundesrepublik Deutschland wurde damit ein Teil der Bestimmungen der Kraftverkehrsordnung (KVO) im internationalen Straßengüterverkehr abgelöst. Gleichwohl bildet die CMR keinen Teil des offiziellen »Tarifs« wie die KVO, sondern bildet ein von der nationalen Gesetzgebung losgelöstes, eigenständiges Regelwerk. Deswegen bedurfte es für die vielfältigen Rechtsprobleme der Praxis erst einer Auslegung mit Hilfe der Wissenschaft und der ständigen Rechtsprechung. Das vorliegende Buch bringt neben dem vollständigen Text der CMR auch das Unterzeichnungsprotokoll, das Gesetz zur Einführung der CMR in der Bundesrepublik und dessen amt-

liche Bekanntmachung. Von besonderem Wert dürften aber die ausführlichen Kommentare zu jedem Artikel der CMR sein, die auch eine Reihe von höher- und höchstgerichtlichen deutschen, holländischen und belgischen Urteilen ausgewertet haben.

Wie notwendig diese Kommentare zum Verständnis des Gesetzestextes sind, geht besonders aus dem Kern der CMR, dem Kapitel IV über die »Haftung des Frachtführers« hervor. Aus den Gesetzesformulierungen ist nicht eindeutig ersichtlich, ob eine Verschuldens- oder eine Gefährdungshaftung vorliegt. Der Verfasser kommt zu der Auffassung, daß »für die Unternehmerhaftung nach der CMR nur das Prinzip der Gefährdungshaftung gelten kann« (S. 41).

Besonders zu begrüßen ist, daß die 2. Auflage auch die Fragen einer Novellierung der CMR behandelt und Anregungen zu einer Anpassung an die sich fortlaufend ändernden Verhältnisse im internationalen Straßengüterverkehr bietet. Es wird nämlich vor allem von der IRU eine periodische Revision der CMR nach dem Muster des Übereinkommens über den internationalen Eisenbahnfrachtverkehr (CIM) angestrebt.

Dem verdienstvollen Werk von *Wolfgang Muth* ist eine weite Verbreitung in all den Kreisen, die sich mit dem internationalen Straßengüterverkehr beschäftigen, zu wünschen.

*Dr. W. Kentner, Köln*