

Ein Verfahren zur Schätzung der Straßenentlastungswirkung von Gütertransportverboten

VON PROF. DR. ROLF FUNCK
UND DIPL. RER. POL. (TECHN.) VOLKER BINDER, DR. WALTER PRIEBE,
DR. ALFONS STEINER, KARLSRUHE

I.

Seit durch das Auseinanderklaffen der Zuwachsraten des Fernstraßennetzes im Bundesgebiet und des Kraftverkehrs auf diesen Straßen die je Kraftfahrzeug zur Verfügung stehende Straßenfläche immer geringer geworden ist, sind als jedenfalls temporär anwendbare Maßnahmen zur Überbrückung des Engpasses wiederholt partielle Verbote von Gütertransporten diskutiert worden. Die Vorstellungen über die von einer solchen Maßnahme zu erwartende effektive Entlastung des Straßennetzes von Kraftfahrzeugverkehr sind dabei über vage Andeutungen hinaus kaum präzisiert worden. So wird etwa im Verkehrspolitischen Programm für die Jahre 1968 bis 1972 (künftig: Programm), das den Vorschlag des Verbots der Beförderung einer Reihe von Gütern im Straßenfernverkehr (künftig: Verbotsgüter) enthielt¹⁾, hierzu lediglich erklärt, daß »bei der Größenordnung dieses Verkehrs« von etwa 38 Mio. t oder rd. 27,9% des gesamten Straßengüterfernverkehrs »positive Auswirkungen für den Verkehrsfluß auf den Straßen zu erwarten« seien²⁾.

In der vorliegenden Studie wird ein aus einer Reihe von Annahmen und Rechenschritten bestehendes Verfahren entwickelt, mit Hilfe dessen die Entlastungswirkung von Gütertransportverboten für bestimmte Fernstraßen in der Bundesrepublik Deutschland geschätzt werden kann. Der Plan eines Verkehrsverbotes ist zwar inzwischen aus dem Programm herausgenommen worden³⁾. Im Zusammenhang mit diesem Plan sind jedoch sehr detaillierte Unterlagen über den Verkehr mit Verbotsgütern erarbeitet worden⁴⁾. Deshalb eignet sich die Liste der Verbotsgüter vorzüglich als Rechenbeispiel, an Hand dessen das Schätzverfahren entwickelt und demonstriert werden kann.

II.

Soll die Steigerung der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes als Straßenentlastungswirkung einer verkehrspolitischen Maßnahme ermittelt werden, so ist zunächst die Leistungsfähigkeit einer Straße zu definieren. Wir bezeichnen die Anzahl der Fahrzeuge, die je Zeiteinheit einen bestimmten Straßenquerschnitt passieren können, mit M und die

¹⁾ *Verkehrspolitisches Programm* für die Jahre 1968 bis 1972, von der Bundesregierung beschlossen am 8. November 1967, S. XII f. u. S. 19 ff.

²⁾ Vgl. *Programm*, S. XIII.

³⁾ *Presseerklärung* des Vorsitzenden der CDU/CSU-Fraktion des Deutschen Bundestages vom 25. Juni 1968, vgl. Nr. 4.

⁴⁾ *Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung*, Die Auswirkungen des Beförderungsverbotes auf die verladende Wirtschaft, Gutachten Berlin 1968 (künftig: DIW-Gutachten).

mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeugstromes mit v . Die Leistungsfähigkeit L der Straße ist dann

$$(1) L = M \cdot v.$$

Dieser Ausdruck entspricht der Summe der Wege, die von allen Verkehrsteilnehmern auf dieser Straße je Zeiteinheit zurückgelegt werden⁵⁾. Er hat folgende Eigenschaften: Bei wachsender mittlerer Geschwindigkeit v kann die Verkehrsmenge bis zu einem Maximalwert M_{\max} steigen. Danach sinkt die Möglichkeit der Straße, Verkehrsmenge aufzunehmen, wieder ab. Umgekehrt kann die mittlere Geschwindigkeit v bei wachsender Verkehrsmenge zunächst bis zu einem Maximalwert v_{\max} zunehmen, bei weiterer Steigerung der Verkehrsmenge nimmt v wieder ab, und zwar bis auf den Grenzwert null. Demzufolge gilt $M = M(v)$ und $v = v(M)$, und an die Stelle von (1) tritt

$$(2) L = M(v) \cdot v(M).$$

Die Durchschnittsgeschwindigkeit v ist außer von der Verkehrsmenge M selbst auch von der Art der Zusammensetzung des Fahrzeugstromes abhängig. Dies läßt sich schon daran erkennen, daß offensichtlich der potentiell schnellere Pkw-Verkehr durch langsame Verkehrseinheiten behindert wird. Teilt man den Fahrzeugstrom in verschiedene, durch ihre Geschwindigkeit bestimmte Klassen Z_1, Z_2 usw. auf, so ergibt sich unter Berücksichtigung dieses Zusammenhanges die mittlere Geschwindigkeit v zu

$$(3) v = v(M, Z_1, Z_2, \dots).$$

Daraus folgt für (2):

$$(4) L = M [v(M, Z_1, Z_2, \dots)] \cdot v(M, Z_1, Z_2, \dots) = f(M, Z_1, Z_2, \dots).$$

Die Leistungsfähigkeit einer Straße ist somit allein eine Funktion der Fahrzeugmenge und deren Verteilung auf die einzelnen Geschwindigkeitsklassen. Quantitative Aussagen über die Form dieser Funktion können bisher noch nicht gemacht werden⁶⁾.

Zu der Frage, in welchem Maße sich die Verkehrsmischung nach Geschwindigkeitsklassen auf die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeugstromes auswirkt, ergaben jedoch Messungen auf einer 7,20 m breiten, zweispurigen, geraden und ebenen Landstraße folgende Anhaltspunkte: »Je 100 Pkw oder leichte Lkw in jeder Richtung verringern die Pkw-Geschwindigkeit um 0,75 mph« (das sind 1,2 km/h). »Die Wirkung der mittleren Lkw in derselben Richtung ist ungefähr zweimal so groß wie die der Pkw, jene der schweren Lkw in derselben Richtung ungefähr dreimal so groß wie die der Pkw und alle Fahrzeuge in entgegengesetzter Richtung haben annähernd dieselbe Wirkung wie die der Pkw«⁷⁾. Nimmt man die erzwungene Geschwindigkeitsreduktion als Maß für die gegen-

⁵⁾ Vgl. Korte, J. W., Kotitschke, G., Mäcke, P. A., Die Leistungsfähigkeit von Landstraßen, in: Straße und Autobahn, XIV. Jahrg. 1963, S. 152. Es sind:

$$v = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M v_i$$

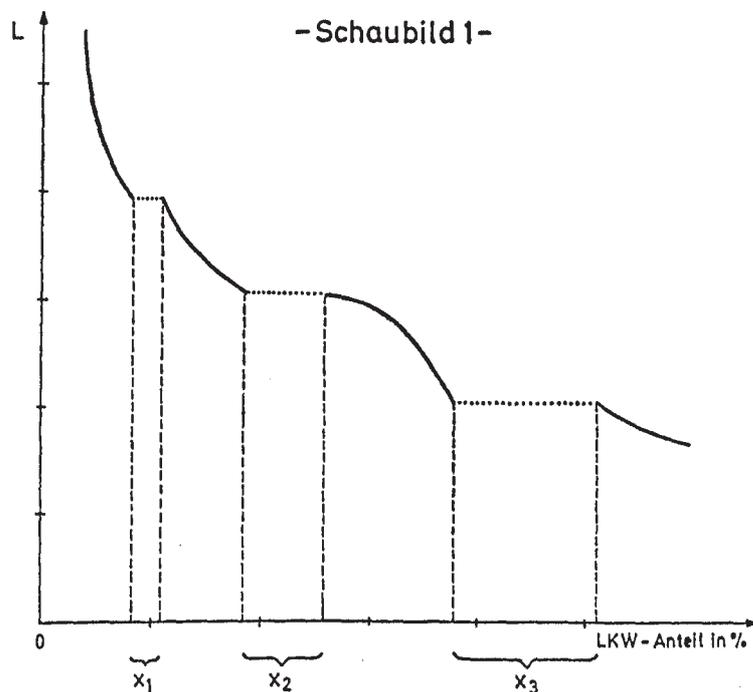
$$\text{Gesamtweg je Zeiteinheit} = \sum_{i=1}^M v_i = M \cdot v.$$

⁶⁾ Einen Versuch zur Quantifizierung unternahmen Korte u. a. Diese Untersuchung beruht auf älteren Zahlen und auf Annahmen, die von den hier zu machenden teilweise abweichen, so daß die dort benutzte Regressionsgleichung nicht übernommen werden kann. Vgl. Korte, J. W., Kotitschke, G., Mäcke, P. A., Die Leistungsfähigkeit, a.a.O., S. 196 ff.

⁷⁾ Wardrop, J. G., Duff, J. T., Faktoren, welche die Leistungsfähigkeit einer Straße beeinflussen. Bericht auf der Internationalen Studienwoche für Straßentechnik in Stresa, 1956, Teil II, Berichte zu den Themen V bis VIII, S. 4 ff.

seitige Behinderung der Fahrzeuggruppen, so lassen sich diese Angaben als vorläufige Äquivalenzwerte für die Umrechnung von Lkw-Einheiten in Pkw-Einheiten verwenden. Es erscheint gerechtfertigt, für die theoretische Darstellung des Zusammenhanges von mittlerer Geschwindigkeit v und Verkehrsmischung Z von einer diskontinuierlichen, d. h. sich durch einen unstetigen Verlauf auszeichnenden Funktion auszugehen; denn es wird jeweils erst beim Überschreiten einer bestimmten kritischen Verkehrszusammensetzung ein Effekt auf die mittlere Geschwindigkeit eintreten. Diese Form der Leistungsfähigkeitsfunktion hat für die Wirkung einer Entlastung vierspuriger Straßen von Lkw-Verkehr entscheidende Bedeutung: Trifft ein bestimmtes Transportverbot auf eine Verkehrsmischung, die gerade so weit oberhalb der jeweiligen kritischen Verkehrszusammensetzung liegt, daß die Verkehrsmischung nur innerhalb des Bereiches beeinflußt wird, in dem die Funktion eine Unstetigkeitsstelle hat, so ergibt sich keinerlei Wirkung auf die Leistungsfähigkeit der Straße. Diese Überlegung wird durch das *Schaubild 1* verdeutlicht. Dort stellen die Lkw-Anteilstufen x_1 , x_2 , x_3 die Bereiche dar, innerhalb derer eine Variation des Lkw-Anteils die Leistungsfähigkeit der Straße unbeeinflusst läßt. Praktisch bedeutet dies, daß in diesen Fällen die vierspurige Straße zwar der Anzahl der schweren Fahrzeuge nach entlastet würde, aber in einem solchen Maße, daß die entstehenden »Lücken« auf den rechten Fahrspuren vom schnellen Pkw-Verkehr nicht benutzt werden könnten.

Aus dieser Überlegung ergibt sich, daß es bei der Bemessung einer Straßenentlastung nicht allein auf die Anzahl oder den Prozentsatz der nicht mehr auf der Straße verkehren-



den Fahrzeuge einer bestimmten Kategorie ankommt, sondern auf die Auswirkungen, die hiervon auf die mittlere Geschwindigkeit der auf der Straße verbleibenden Verkehrsteilnehmer ausgehen. Da die genaue Form der Leistungsfähigkeitsfunktionen und insbesondere die Lage der Unstetigkeitsstellen nicht bekannt sind, ist es gegenwärtig nicht möglich, Straßenentlastungskoeffizienten der Wirkung nach anzugeben.

Als Hilfslösung soll das folgende Vorgehen dienen: Auf der Grundlage des vorhandenen Zahlenmaterials wird ein Entlastungskoeffizient der Fahrzeuganzahl nach errechnet. Wird dabei die Zahl der Lkw-Einheiten mit den oben angegebenen Äquivalenzwerten multipliziert, so ergibt sich der maximale Freisetzungseffekt, gemessen in Pkw-Einheiten. Von diesem Maximalwert sind dann auf Grund noch zu präzisierender qualitativer Überlegungen, in welche auch die eben behandelten Gesichtspunkte eingehen, Abstriche zu machen. Auf Grund des Ergebnisses können dann die tatsächlich zu erwartenden Straßenentlastungswirkungen eines Transportverbots abgeschätzt werden.

III.

1. Nennenswerte Wirkungen auf die Leistungsfähigkeit einer Straße können vom Einsatz einer entlastungswirksamen verkehrspolitischen Maßnahme vor allem dann erwartet werden, wenn die Kapazität dieser Straße in der Ausgangssituation bereits sehr stark in Anspruch genommen war. Steigt durch die Maßnahme die Leistungsfähigkeit einer solchen Strecke, die bisher als Engpaß gewirkt hat, so kann nunmehr auch die Leistungsfähigkeit anderer, bisher nicht voll ausgelasteter Streckenabschnitte in höherem Maße ausgenutzt werden. Durch die Beseitigung oder Überbrückung von Engpässen im Straßensystem steigt somit die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzes. Demgemäß muß sich die Untersuchung der Straßenentlastungswirkungen von Transportverboten auf die Teile des Fernstraßennetzes konzentrieren, deren Kapazität im vergleichsweise stärksten Ausmaß in Anspruch genommen wird.

Die territoriale Gestalt der Bundesrepublik und die regionale Gliederung der industriellen Standorte führen dazu, daß der weitaus größte Teil der Ferntransporte im Knotenpunktverkehr sich vollständig oder abschnittsweise entlang der Längenausdehnung des Landes vollzieht. Die vergleichsweise am höchsten belasteten Straßen sind dabei fast ausschließlich Bundesautobahnen. Deswegen erscheint es notwendig und hinreichend, die der Nord-Süd-Ausdehnung folgenden Autobahnstrecken auf Entlastungsmöglichkeiten hin zu überprüfen.

Für eine hinreichend detaillierte Untersuchung ist es zweckmäßig, die Autobahnen der Nord-Süd-Achse in einzelne Abschnitte zu untergliedern, wobei als Endpunkte markante Liefer- und Empfangsbereiche gewählt werden:

- Abschnitt I: Lübeck/Hamburg—Hannover
- II: Hannover—Frankfurt
- III: Hannover-Ruhrgebiet (Essen)
- IV: Ruhrgebiet (Essen)—Frankfurt
- V: Frankfurt—Karlsruhe
- VI: Karlsruhe—München

2. *Übersicht 1* enthält die gerundeten Schätzgrößen⁸⁾ der im Jahre 1966 im gewerblichen und im Werkfernverkehr auf diesen Autobahnabschnitten beförderten Mengen der Verbotsgüter. Die in der Übersicht angegebenen Zahlen stellen jedoch Maximalwerte dar, und zwar aus zwei Gründen: Erstens liegt der Schätzung das gesamte Beförderungsvolumen an Verbotsgütern von 38,2 Mill. t zugrunde. Die Gütermengen, die über Entfernungen von bis zu 100 km befördert wurden, sind also eingeschlossen. Eine Korrektur der für die einzelnen Streckenabschnitte ermittelten Werte mit Hilfe des Quotienten aus gesamter Verbotsgütermenge und Verbotsgütermenge im Fernverkehr (38,2 : 32,5) erfolgt in Teil IV, Nr. 1. Zweitens tritt eine systematische Überhöhung der Schätzwerte dadurch ein, daß nur ein Teil der angegebenen Mengen über den jeweiligen gesamten Streckenabschnitt transportiert worden ist, während ein anderer Teil Transporte über Teilabschnitte der jeweiligen Gesamtstrecke betrifft.

Dem steht allerdings auch ein Faktor gegenüber, der auf eine zu niedrige Schätzung der Transportmenge hinwirkt: Es wurden diejenigen Verbotsgütertransporte vernachlässigt, welche in nur geringen Mengen über die untersuchten Autobahnabschnitte gingen oder die überwiegend im Flächenverkehr durchgeführt wurden und auf den in Frage kommenden Streckenabschnitten keine ausgeprägte Bündelung aufwiesen (z. B. Getreide).

3. Auf den gesamten Güterfernverkehr bezogene Durchschnittsberechnungen⁹⁾ lassen den Schluß zu, daß die mittlere Transportmenge je Beförderungseinheit rd. 10 t beträgt. Für die Massengüter der Verbotsliste gelten jedoch andere Werte. Nach den Angaben des DIW-Gutachtens ergibt sich für die Gruppen 2–5, 6, 7–10, 16, 17–18, 20–26 als ungewogenes Mittel 18,3 t und als gewogenes Mittel 17,7 t. Es kann somit wohl im folgenden, unter Einschluß der Gruppen 1 und 19, von einem Durchschnittsgewicht je Beförderungsvorgang von 18 t ausgegangen werden. Für den Werkfernverkehr liegen keine Angaben vor. Dieser wird deshalb wie der gewerbliche Verkehr behandelt.

Um 30 Mill. t Verbotsgüter über die Nord-Süd-Achse zu bewegen, sind unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Beförderungsgewichtes fast 1,7 Mill. Transportvorgänge durchzuführen. Bei ca. 300 Fahrtagen im Jahr fallen somit werktäglich etwa 5600 Transporte an. Werden im (theoretischen) Extremfall die Verbotsgüter nur in einer Richtung transportiert, so muß die Gegenrelation jeweils entweder leer oder mit einer Ladung von Nichtverbotsgütern befahren werden. Dann läge die Gesamtzahl der erforderlichen Fahrten bei werktäglich 11 200. Die effektiv für den Verbotsgütertransport notwendige Fahrtenzahl wird jedoch dann geringer sein, wenn für die Rückfahrt Verbotsgüter geladen werden können.

Bei der Abschätzung der effektiven Fahrtenzahl ist zu beachten, daß bestimmte Transportgefäße nicht die Beförderung beliebiger Gütergruppen gestatten, und zwar aus Gründen der Fahrzeugbauart (z. B. Langholzfahrzeuge, Silofahrzeuge für Getreide, Zement u. a., Pkw-Transporter) oder aus Gründen der Güterbeschaffenheit (z. B. Kohle-, Torf-, Sandtransporte). Die Beförderung von Verbotsgütern auch im Gegenverkehr kommt jedoch in Betracht bei Holz, Baumaterialien, Steinen und Erden sowie Eisen und Stahl. Unter Zuhilfenahme der vom DIW aufgestellten Verflechtungsmatrix¹⁰⁾ läßt sich das durchschnittliche Verhältnis von Versand und Empfang dieser Güter in den einzelnen Verkehrsbezirken berechnen.

⁸⁾ Errechnet auf Grund der Angaben in DIW-Gutachten, a.a.O.

⁹⁾ Vgl. Verkehrswirtschaftliche Zahlen 1967, hrsg. v. Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs e. V., Frankfurt, S. 25.

¹⁰⁾ Vgl. DIW-Gutachten, a.a.O.

Wendet man diese Relationskoeffizienten auf die Gesamt-Transportmenge der jeweiligen Gütergruppe an, so ergibt sich im einzelnen folgendes:

Holz. Der Relationskoeffizient beträgt 0,94. Da für den Transport der Jahresmenge von rd. 3,5 Mill. t Holz werktäglich etwa 650 Beförderungen erforderlich sind, ergibt sich als Durchschnittsaufteilung auf die beiden Verkehrsrichtungen das Verhältnis 310 : 340.

Baumaterialien. Der Relationskoeffizient beträgt 1,22. Die etwa 1600 je Werktag notwendigen Fahrten teilen sich demnach auf im Verhältnis 880 : 720.

Kalk/Zement. Die Situation wird in starkem Maße durch extreme Relationen wie diese bestimmt:

$$\begin{aligned} 2273,3 &: 27,9 \text{ (Verkehrsbezirk 22)} \\ 1,8 &: 484,3 \text{ (Verkehrsbezirk 19)} \\ 0,2 &: 44,7 \text{ (Verkehrsbezirk 8)} \end{aligned}$$

Unter diesen Umständen ist es angebracht, von einem stark einstromig ausgeprägten Verkehr auszugehen, der Gegenverkehre allenfalls im Verhältnis 10 : 1 aufnimmt. Demzufolge beträgt das Aufteilungsverhältnis etwa 1000 : 100.

Steine, Erden. Die Einstromigkeit ist in nicht ganz so starkem Maße ausgeprägt wie bei Kalk/Zement. Der Relationskoeffizient liegt bei 0,48. Demnach teilt sich die werktäglich notwendige Fahrtenzahl von 650 im Verhältnis 210 : 430 auf.

Walzwerksfertigerzeugnisse. Bei einem Relationskoeffizienten von 1,33 und 840 werktäglichen Fahrten ist mit einer Aufteilung von 480 : 360 zu rechnen.

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Bei den vorstehenden Gütergruppen sind werktäglich ca. 4850 Transporte durchzuführen, wodurch 1150 Leerfahrten bzw. Rückfahrten mit Nichtverbotsgütern erforderlich werden. Für die restlichen Güter sind werktäglich 750 Transporte anzusetzen. Es sind keine nennenswerten Möglichkeiten zu sehen, hier die Gegenfahrt mit Verbotsgütern auszulasten. Es werden deshalb 750 Fahrteinheiten hinzugerechnet. Insgesamt ist somit davon auszugehen, daß die Beförderung der Verbotsgüter werktäglich $5600 + 1150 + 750 = 7500$ Fahrvorgänge notwendig macht.

4. Diese partielle werktägliche Verkehrsmenge ist in Relation zur gesamten werktäglichen Verkehrsmenge auf der Nord-Süd-Achse zu setzen. Um diese zu erfassen, wird von der durchschnittlichen täglichen Verkehrsmenge (DTV) ausgegangen, über die statistische Angaben vorliegen¹¹⁾. Die durchschnittliche werktägliche Verkehrsmenge (DWV) ergibt sich dann unter Berücksichtigung eines Korrekturkoeffizienten K zu

$$(5) \text{ DWV} = \text{DTV} \cdot \frac{\text{K}}{100},$$

wobei in K die Strukturunterschiede des Werktags- gegenüber dem Wochenendverkehr zum Ausdruck kommen. Nach uns zugegangenen Informationen wurde an Wochenenden eine um ca. 20% gegenüber dem Werktagsdurchschnitt erhöhte Pkw-Frequenz auf den Autobahnen gemessen, während wegen des Sonntagsfahrverbotes der Lkw-Verkehr am Wochenende kaum ins Gewicht fällt. Bezeichnen wir den prozentualen Anteil der Pkw an der DTV mit P und den entsprechenden Lkw-Anteil mit L, so gilt

$$(6) \text{ K} = \frac{\text{P} (365 - 65 \cdot 1,20) + \text{L} \cdot 365}{300}.$$

¹¹⁾ Vgl. Der Bundesminister für Verkehr, Abtlg. Straßenbau, Straßenverkehrszählung 1965 – Verkehrsmengen auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen, Bonn 1966.

Übersicht 1:

Belastung der Nord-Süd-Achse mit Verbotsgütern 1966 (in 1000 t)

Nr. der Verbotsliste	Güterart	Charakterisierung der Verkehrsströme	Gesamtbelastung	Belastung des Abschnitts						Durchschnittsgewicht je Transportvorgang in t
				I	II	III	IV	V	VI	
1	Getreide	Insgesamt stark flächenhafter Verkehr. Bündelungen auf die Nord-Süd-Achse nicht erkennbar	—	—	—	—	—	—	—	(20)
2-5	Holz	Bei Grubenholz Hauptströme aus dem östlichen Niedersachsen und dem nördlichen Bayern ins Ruhrgebiet. Im übrigen starke Fächerung von Versand und Empfang, aber Relationsbündelung auf der gesamten Nord-Süd-Achse	3500	500	500	500	500	500	500	20
6	Sand, Kies, Bims	Bündelung vor allem in Querströmen wie: Neuwieder Becken-Saargebiet, Niederbayern-Württemberg. Für Nord-Süd-Achse markanter Strom Südost-Westfalen-Ruhrgebiet	1000	—	—	150	—	—	—	21
7-10	Übrige Steine und Erden	Starke Bündelung, die abschnittsweise zu Konzentrationen auf die Nord-Süd-Achse führt; besonders belastet ist der norddeutsche Raum	3500	1500	—	400	—	—	—	21
11	Eisenerz	Ohne Bedeutung	—	—	—	—	—	—	—	—
12-13	Eisenschrott, NE-Metall	Bündelung über die gesamte Nord-Süd-Achse	1000	—	—	200	400	300	300	?
14	Steinkohle	Gebündelter Quellverkehr aus dem Ruhrgebiet in die Abschnitte III und IV; kurze Entfernungen	300	—	—	150	50	—	—	?
15	Braunkohle, Torf	Gebündelter Quellverkehr aus dem Braunkohlenrevier mit Hauptstromrichtung Ruhrgebiet und in den Abschnitt III	400	—	—	150	—	—	—	?
16	Kalk, Zement	Teilweise starke Mittelstreckenströme, die jedoch nicht alle die Nord-Süd-Achse berühren	6000	100	300	2000	2000	200	900	18
17-18	Baumaterialien	Starke Belastung der Nord-Süd-Achse, doch auch erhebliche Querströme u. Flächenverkehre	8500	1000	400	1500	2000	1000	800	8-18; 13
19	Roheisen, Rohstahl	Geringfügige Bedeutung	—	—	—	—	—	—	—	(21)
20-26	Walzwerkserzeugnisse	Starke Quellströme aus den Standortbereichen der Hüttenindustrie trotz Ausfächerung; nahezu vollständige Berührung der Nord-Süd-Achse	4500	400	—	900	3000	2500	1100	17
27	Personenkraftwagen	Berührung der Nord-Süd-Achse durch Gesamtverkehr; Konzentrationen auf einzelne Abschnitte	400	—	—	—	300	250	—	?
		Gesamt ca.	30000	3500	1000	5500	8000	4500	3500	18

Auf Grund von Zählungsergebnissen für das Jahr 1965¹²⁾ können für P der Wert 77, für L demgemäß der Wert 23 angesetzt werden. Setzt man diese Zahlen in (6) ein, so ergibt sich für den Korrekturkoeffizienten K der Wert 101,65.

Die gesamte werktägliche Durchschnittsbelastung der Nord-Süd-Achse bewegt sich in der weiten Spanne zwischen 10 800 und 69 700 Einheiten. Als durchschnittliche Belastung je Zählstelle kann die Zahl von 21 000 Fahrzeugeinheiten angenommen werden. Dem stehen werktäglich 7500 Transporte von Verbotsgütern gegenüber, die sich auf die 1500 km lange Nord-Süd-Achse verteilen. Durch distanzproportionale Verteilung der Gesamtzahl der werktäglichen Verbotsgüterfahrten auf die Achsenabschnitte läßt sich der durchschnittliche Belastungsanteil der Verbotsgütertransporte für jeden Achsenabschnitt ermitteln. Die Belastung der einzelnen Abschnitte mit Verbotsgütertransporten liegt werktäglich zwischen 700 und 1750, im Durchschnitt bei 1250 Einheiten. Demgemäß ist der Anteil des Transportes der Verbotsgüter an der gesamten durchschnittlichen Verkehrsbelastung in einer Größenordnung von rd. 6% zu finden, wobei die Extremwerte bei 3,3% und 8,3% liegen.

5. Im Hinblick darauf, daß die Belastungsunterschiede auf den einzelnen Abschnitten der Nord-Süd-Achse beträchtlich sind, ist es notwendig, die im einzelnen auftretenden Belastungsanteile der Verbotsgüter gesondert zu ermitteln. Zu diesem Zweck werden in der *Übersicht 2* die zur Bewältigung des Durchganges an Verbotsgütern werktäglich erforderlichen Lkw-Fahrten einschließlich der Leerfahrten (DWV_v) erfaßt. Dieser Zahl wird die mittlere werktägliche Gesamtbelastung der Strecke mit Pkw- und Lkw-Fahrten (DWV) gegenübergestellt; die oberen und unteren Grenzwerte der Streckenbelastung werden zu Kontrollzwecken mit angegeben. Diese Angaben basieren auf Zählungen der DTV¹³⁾, die mit Hilfe von Gleichung (6) auf Werktagsdurchschnitte umgerechnet wurden.

Übersicht 2: *Werktägliche Verkehrsbelastung der Nord-Süd-Achse*

Abschnitt	Verbotsgütertransporte		Werktägliche Gesamtbelastung			$\frac{DWV_v}{DWV}$ in %
	Jährliche Transportmenge in Mio. t	DWV _v	Unterer Grenzwert	Oberer Grenzwert	DWV	
I	3,5	880	11 900	39 000	19 600	4,5
II	1,0	250	10 800	23 400	14 900	1,7
III	5,5	1280	16 300	31 500	22 200	5,8
IV	8,0	2000	21 900	69 700	31 900	6,3
V	4,5	1100	21 000	49 800	31 900	3,4
VI	3,5	880	10 700	24 300	17 300	5,1

Die Ergebnisse dieser Berechnung mögen bei um bis zu 300% differierenden Extremwerten der werktäglichen Verkehrsbelastung wenig aussagekräftig erscheinen. Doch ist zu berücksichtigen, daß die Grenzwerte einen nur geringen Häufigkeitsgrad aufweisen und daß die übrigen Daten recht ausgeprägt einer Normalverteilung folgen, die überdies zur Zusammendrängung um den Durchschnittswert tendiert. Die Ergebnisse können somit als repräsentativ angesehen werden.

¹²⁾ Vgl. Der Bundesminister für Verkehr, Straßenverkehrszählung 1965, a.a.O.

¹³⁾ Vgl. Der Bundesminister für Verkehr, Straßenverkehrszählung 1965, a.a.O.

IV.

1. Der Verkehr auf den Fernstraßen der Bundesrepublik konzentriert sich vor allem auf die Tagesstunden zwischen 6 und 20 Uhr. Die Straßenentlastungswirkung eines Gütertransportverbotes muß deshalb an dem Einfluß dieser Maßnahme auf die Leistungsfähigkeit der Straße während der genannten Zeitspanne gemessen werden. Das kann dadurch geschehen, daß die in *Übersicht 2* ermittelten Anteilsziffern der Streckenbelastung mit Verbotsgütern in tageszeitliche Anteilsziffern umgerechnet werden.

Hierzu muß zunächst die Aufteilung der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsmenge (DWV) auf Personen- und Güterverkehr ermittelt werden. Diese Aufteilung läßt sich mit Hilfe der Gleichungen (5) und (6) vornehmen. Wir bezeichnen den prozentualen Pkw-Anteil an der DWV mit P' , den entsprechenden Lkw-Anteil mit L' . Es sind dann¹⁴⁾ (für $P = 77$, $L = 23$, $K = 101,65$)

$$(7) P' = \frac{P}{K} \cdot \frac{(365 - 65 \cdot 1,20) 100}{300} = 72$$

und

$$(8) L' = \frac{L}{K} \cdot \frac{365 \cdot 100}{300} = 28.$$

Weiterhin wird angenommen, daß rd. 90% des Pkw-Verkehrs während der Tageszeit von 6 bis 20 Uhr abgewickelt werden¹⁵⁾. Über die Inanspruchnahme der Bundesautobahnen durch den Lastwagenverkehr konnten Anhaltspunkte aus zwei Stichproben gewonnen werden, die zu unterschiedlichen Zeiten und an verschiedenen Autobahnabschnitten genommen wurden. Diese lassen erkennen, daß der gewerbliche Güterfernverkehr rund 56% und der Werkfernverkehr rd. 84% ihrer Fahrten während der genannten Tageszeit durchführen¹⁶⁾.

¹⁴⁾ Bezeichnen wir mit Pkw (mit Pkw_w) die Zahl der je Tag (je Werktag) im Durchschnitt verkehrenden Personenkraftwagen, so gilt

$$(a) P = \frac{Pkw}{DTV} \cdot 100$$

und

$$(b) P' = \frac{Pkw_w}{DWV} \cdot 100.$$

Unter Berücksichtigung von (5) kann (b) ersetzt werden durch

$$(c) P' = \frac{Pkw_w}{DTV} \cdot \frac{100}{K} \cdot 100.$$

Die Erläuterungen zu Gleichung (6) haben gezeigt, daß zwischen der werktäglich und der täglich verkehrenden Zahl der Personenkraftwagen folgende Beziehung besteht:

$$(d) Pkw_w = Pkw \cdot \frac{365 - 65 \cdot 1,20}{300}.$$

Durch Einsetzen dieses Ausdrucks in (c) entsteht unter Berücksichtigung von (a) die Gleichung (7). — In entsprechender Weise wird Gleichung (8) abgeleitet.

¹⁵⁾ Zur Begründung dieser Annahme mußten Aussagen von Verkehrsingenieuren herangezogen werden, da es über die Frequentierung der Bundesautobahnen während der Tages- und Nachtzeiten durch den Pkw-Verkehr noch keine Untersuchungen gibt.

¹⁶⁾ Vgl. BDF-Verkehrszählung, Stichprobenzählung von Lkw und Lastzügen vom 13. 5. 1966 und 29. 7. 1966. Der gewerbliche Güterfernverkehr und der Werkfernverkehr sind, wie die zitierten Stichprobenerhebungen erkennen lassen, zu rd. 50 bzw. 30% am gesamten Güterverkehr beteiligt. Der Rest verteilt sich auf den Güternahverkehr, den Möbelfernverkehr, den Verkehr ausländischer Fahrzeuge und Fahrzeuge von Militär und Polizei. — Eine eindeutige Einteilung dieser Verkehrsarten in Tages- und Nachtverkehr läßt sich hier nicht vornehmen. Es wird unterstellt, daß für sie die gleiche Einteilung gilt wie für den gewerblichen und den Werkfernverkehr insgesamt. Das schlägt sich in dem Koeffizienten $\frac{100}{50 + 30} = 1,25$ in Gleichung (10) nieder. Der so entstehende Schätzfehler dürfte geringfügig sein.

Wir können nun die durchschnittlich an Werktagen zur Tageszeit anfallende Verkehrsmenge (DWV_T) mit Hilfe eines Korrekturkoeffizienten T ermitteln zu

$$(9) \quad DWV_T = DWV \cdot \frac{T}{100},$$

wobei unter Berücksichtigung der oben und in Anm. 16 angegebenen Prozentsätze gilt

$$(10) \quad T = P \cdot 0,90 + L \cdot 1,25 \quad (0,50 \cdot 0,56 + 0,30 \cdot 0,84) = 83.$$

Am Ferntransport der Verbotsgüter sind der gewerbliche Güterfernverkehr zu 80%, der Werkfernverkehr zu 20% beteiligt. Für den tageszeitlichen Verkehr mit Verbotsgütern auf den einzelnen Abschnitten der Nord-Süd-Achse lassen sich dann folgende Aussagen machen, wobei die Gültigkeit der auf den Gesamtverkehr zutreffenden Angaben über die Anteile der tageszeitlichen Fahrten auch für den Verbotsgüterverkehr unterstellt wird: Ist DWV_{VT} die tageszeitliche Verkehrsmenge, die durchschnittlich werktäglich im Verbotsgütertransport anfällt und T_V der entsprechende Korrekturkoeffizient, so ist

$$(11) \quad DWV_{VT} = DWV_V \cdot \frac{T_V}{100},$$

mit

$$(12) \quad T_V = (0,80 \cdot 0,56 + 0,20 \cdot 0,84) \cdot 100 = 62.$$

Der Anteil Q_T der tageszeitlichen Streckenbelastung mit Verbotsgütern an der gesamten werktäglichen Streckenbelastung kann dann aus den in *Übersicht 2* angegebenen Ergebnissen nach der folgenden Rechenvorschrift ermittelt werden

$$(13) \quad Q_T = \frac{DWV_V}{DWV} \cdot \frac{T_V}{T}.$$

Die aus dieser Berechnung für die einzelnen Abschnitte der Nord-Süd-Achse sich ergebenden Koeffizienten sind in *Übersicht 3* zusammengestellt. Sie bedürfen einer weiteren Korrektur: Bisher wurde auf der Basis der insgesamt transportierten Verbotsgütermenge gerechnet. Unterstellt man, daß der Nahverkehrsanteil der über die Nord-Süd-Achse transportierten Verbotsgüter dem Anteil des Nahverkehrs an der insgesamt transportierten Verbotsgütermenge entspricht¹⁷⁾, so ist eine Reduktion des Koeffizienten Q_T um rd. 15% erforderlich. Auch die sich dann ergebenden Ziffern sind aus *Übersicht 3* zu entnehmen. Sie geben die maximale prozentuale Verkehrsentlastung der einzelnen Abschnitte der Nord-Süd-Achse für den Fall an, daß auf Grund eines Transportverbotes, das dem des Programms entspricht, die bis dahin im Fernverkehr über die Autobahnen beförderten Verbotsgütermengen völlig aus dem Straßenverkehr herausgenommen werden.

Diese Ziffern müssen schließlich noch mit einem Äquivalenzkoeffizienten E multipliziert werden, der die aus der Straßenentlastung entstehende Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Strecke in Pkw-Einheiten ausdrückt. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Lastkraftwagen auf allen Streckenabschnitten den gleichen Einwirkungsgrad auf die mittlere Geschwindigkeit des übrigen Verkehrs haben. Es werden also Straßensteigungen, die auf den jeweiligen Abschnitten in unterschiedlichem Umfang und mit unterschiedlichen Steigungsgraden¹⁸⁾ vorkommen, nicht berücksichtigt. Diese Einschränkung ist deshalb haltbar, weil an langen Steigungen vielfach schon Kriechspuren bestehen oder soweit im Bau sind, daß sie bei dem möglichen Inkrafttreten eines Transportverbotes benutzbar sein

¹⁷⁾ D. s. 5,7 Mio. t von 38,2 Mio. t; s. oben, Teil III, Nr. 2.

¹⁸⁾ E kann, abhängig vom Steigungsgrad einer Strecke, zwischen 2 und 8 liegen. Vgl. dazu Korte, J. W., Grundlagen der Straßenverkehrsplanung in Stadt und Land, 2. Aufl., Wiesbaden/Berlin 1960, S. 238.

könnten. Der Berechnung wird ein mittlerer Äquivalenzkoeffizient von $E = 3$ zugrunde gelegt. So erhalten wir Größen, welche die maximale Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Straße für den Pkw-Verkehr angeben (s. *Übersicht 3*).

Übersicht 3: Zusammenstellung charakteristischer Koeffizienten

Abschnitt	Q_T	Maximale Straßenentlastung in %	Maximale Erhöhung der Leistungsfähigkeit in %
I	3,4	2,9	8,7
II	1,3	1,1	3,3
III	4,4	3,7	11,1
IV	4,7	4,1	12,3
V	2,6	2,2	6,6
VI	3,8	3,2	9,6

2. Die Annahme, daß auf Grund eines Transportverbotes im Güterfernverkehr mit Lkw die gesamte Verbotsgütermenge für den Straßenverkehr entfällt, ist jedoch unrealistisch. Vielmehr stehen einige Möglichkeiten zur Umgehung der Verbotsmaßnahme zu Gebote, von denen insbesondere zwei bedeutsam sein dürften: Die Bildung von örtlichen Zwischenlagern und ein Übergang der Nachfrage auf Lieferanten, die ihren Sitz an räumlich näher gelegenen Standorten haben.

Durch Bildung von Zwischenlagern können Lieferentfernungen, die bisher im Güterfernverkehr zu überbrücken waren, in mehrere aufeinander folgende Nahverkehrstransporte zerlegt werden. Die Transportkosten werden sich in solchen Fällen durch zusätzliche Umladevorgänge und Lagerhaltungskosten — soweit sich diese nicht de facto umgehen lassen — erhöhen. Weitere zusätzliche volkswirtschaftliche Kosten können dann entstehen, wenn im Güternahverkehr Transportgefäße geringerer Kapazität als im Fernverkehr eingesetzt werden. Gleichwohl ist es möglich, daß bestimmte Verlagerer diese zusätzlichen Kosten geringer bewerten werden als die subjektiven Nachteile, die aus einem völligen Verzicht auf die Beförderung der Verbotsgüter mit Kraftfahrzeugen entstünden. Auch ist es fraglich, ob die zusätzlichen Kosten der Bildung von Zwischenlagern sich überhaupt in den Transportpreisen niederschlagen würden. Der Wechsel zu einem anderen Lieferanten hat zur Voraussetzung, daß Expansionsmöglichkeiten der Produktion in den dem Nachfrager räumlich näher gelegenen Standorten gegeben sind oder ohne Steigerung der Produktionskosten geschaffen werden können. Diese Bedingung wird nicht generell erfüllt sein. Hinzu kommt aber, daß in zahlreichen Fällen der Wechsel des Lieferanten mit einem Übergang auf die Verwendung solcher Substitutgüter, die vom Beförderungsverbot nicht betroffen werden, verbunden sein kann.

Da somit eine eindeutige Aussage über das Ausmaß der Wirkung eines Transportverbotes auf die Leistungsfähigkeit der Straßen nicht gemacht werden kann, soll auf ein Alternativschema zurückgegriffen werden. Es wird unterstellt, daß die Deutsche Bundesbahn (DB) und, soweit für die einzelnen Streckenabschnitte möglich, die Binnenschifffahrt Teile der Verbotsgütertransporte an sich ziehen. Und zwar wird in *Übersicht 4* einmal die Annahme gemacht, daß die nicht der DB zufallende Transportmenge zu gleichen Teilen im Straßenfernverkehr verbleibt und auf den Wasserweg übergeht. Alternativ

Übersicht 4:

Alternative Aufteilung der gesamten Verbotsgütermengen

		Straße	Wasserstraße
DB $\frac{1}{2}$	a	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
	b	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$
	c	$\frac{1}{2}$	—
DB $\frac{1}{3}$	a	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
	b	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$
	c	$\frac{2}{3}$	—

dazu wird unterstellt, daß, wenn die DB die Hälfte (ein Drittel) der Verbotsgütermenge übernimmt, dem Straßenverkehr ein Drittel (die Hälfte) der Gesamtmenge verbleibt.

Aufgrund dieses Schemas müssen für die Abschnitte III, IV, V der Nord-Süd-Achse Entlastungsalternativen berechnet werden, die von einem Transportmengenverbleib beim Straßenverkehr in Höhe eines Viertels, eines Drittels bzw. der Hälfte der gesamten Verbotsgütermenge ausgehen. Für die Abschnitte I, II, VI, bei denen konkurrenzfähige schienen- bzw. autobahnparallele Wasserwege nicht vorhanden sind, kommen als Alternativen für den Mengenverbleib auf der Straße die Hälfte bzw. zwei Drittel der Gesamtmenge an Verbotsgütern in Betracht. Aus diesen Alternativansätzen ergibt sich ein Spektrum möglicher Entlastungsgrade, das von 100% (bei voller Entlastung der Straße von Verbotsgütern) bis 33% reicht. Die aus diesen Alternativen resultierenden Kapazitätsfreisetzungskoeffizienten sind in *Übersicht 5* zusammengestellt.

Übersicht 5:

Alternative Grade der Kapazitätsfreisetzung zugunsten des Pkw-Verkehrs

Abschnitt	bei einer Straßenentlastung von Verbotsgütertransporten um				
	100 %	75 %	66 %	50 %	33 %
I	8,7	—	—	4,4	2,9
II	3,3	—	—	1,6	1,1
III	11,1	8,4	7,4	5,6	—
IV	12,3	9,2	8,2	6,2	—
V	6,6	5,0	4,4	3,3	—
VI	9,6	—	—	4,8	3,2

V.

Bei realistischer Einschätzung der Wirkungen eines Transportverbotes auf die Verkehrsteilung zwischen den drei an der Beförderung der Verbotsgüter partizipierenden Verkehrsträgern wird man anzunehmen haben, daß zwischen einem Drittel und der Hälfte des in Rede stehenden Gütervolumens der DB zufallen würde, der Binnenschifffahrt kaum mehr als ein Sechstel, während der Rest, die Hälfte bis ein Drittel des Volumens also, an

den Straßenverkehr, gegebenenfalls in veränderter organisatorischer Form, zurückfallen dürfte. Danach kann, wie die Untersuchung ergeben hat, mit einer erreichbaren Entlastung des tageszeitlichen Verkehrs auf den einzelnen Abschnitten der Nord-Süd-Achse der Bundesautobahnen, gemessen am jeweiligen Gesamtverkehr in Pkw-Einheiten, im Ausmaß von 1,6 bis 8,2% gerechnet werden.

Eine dynamische Betrachtung würde dieses Ergebnis nur dann erheblich beeinflussen, wenn die Zuwachsraten des Gesamttransportvolumens der Verbotsgüter von den entsprechenden Zuwachsraten für die übrigen Transporte erheblich abweichen. Solange damit gerechnet werden kann, daß der private Personenkraftverkehr überdurchschnittlich hohe Wachstumsraten aufweist, ist anzunehmen, daß der Straßenentlastungseffekt in dynamischer Betrachtung unter den genannten Mittelwerten liegen wird.

In Teil II wurde gezeigt, daß immer dann, wenn die Leistungsfähigkeitsfunktion im Variationsbereich des Lkw-Anteils am Straßenverkehr eine Unstetigkeitsstelle aufweist, diese Übersprünge werden muß, damit eine Steigerung der Leistungsfähigkeit eintritt. Angesichts der geringen Größe der aus einem Transportverbot zu erwartenden mengenmäßigen Straßenentlastung muß es zweifelhaft bleiben, ob diese Bedingung für jeden der untersuchten Straßenabschnitte erfüllt ist.

Die Frage, ob die Erzielung der errechneten Effekte den Einsatz des partiellen Transportverbotes als verkehrspolitisches Instrument rechtfertigt, kann selbstverständlich nur auf Grund eines politisch begründeten Werturteils beantwortet werden. Bei der Abschätzung des Effizienzgrades eines wirtschaftspolitischen Instrumentes im Hinblick auf ein wirtschaftspolitisches Ziel sind aber stets die gewünschten oder unerwünschten Nebenwirkungen des Mitteleinsatzes einzubeziehen.

Vom Erlaß eines begrenzten Transportverbotes gehen die im folgenden richtungsmäßig definierten Nebenwirkungen auf bestimmte Zielbereiche der Wirtschafts- und Sozialpolitik aus:

- (a) Die Freiheit der wirtschaftlichen Entscheidung derjenigen Transportleistungsnachfrager, die Güter der Verbotsliste zur Beförderung bringen wollen, wird hinsichtlich der Wahl des Transportmittels beeinträchtigt. Wenn, wie es für eine marktwirtschaftlich organisierte Volkswirtschaft wie die der Bundesrepublik Deutschland als gegeben angenommen werden kann, die wirtschaftliche Wahlfreiheit im Rahmen des staatlich fixierten Datensystems als eigenes Ziel im Rahmen des wirtschaftspolitischen Zielkomplexes anzusehen ist, geht von dem Transportverbot eine negative Wirkung auf dieses Ziel aus.
- (b) Daneben ist aber die im Wettbewerbsprinzip sich manifestierende wirtschaftliche Wahlfreiheit auch als ein Instrument zur Erreichung maximalen Wohlstandes anzusehen. Im Hinblick auf dieses höhere Ziel der Wirtschaftspolitik ist das Instrument Wettbewerb jedoch nur im Rahmen einer ganz bestimmten Bedingungskonstellation effizient. Hierzu gehört u. a. die Gleichheit der Wettbewerbsbedingungen einschließlich einer vollen Kompensation der externen Kosten und Erträge der Transportleistungserzeugung, vor allem also der externen Kosten der Verkehrswege und der spezifischen gemeinwirtschaftlichen Vorteile. Wenn und solange diese Bedingungen nicht verwirklicht sind, ist es nicht ausgeschlossen, daß Abweichungen vom Wettbewerbsprinzip den wirtschaftlichen Wohlstand erhöhen.
- (c) Soweit von dem Transportverbot mittelständische Kraftverkehrsunternehmer betroffen werden, sind mit dem Einsatz dieses verkehrspolitischen Instrumentes Ein-

kommensverteilungswirkungen verbunden, die mittelstandspolitischen Zielsetzungen zuwiderlaufen. Die betroffenen Arbeitnehmer haben Einkommenseinbußen oder die mit einem Arbeitsplatz- oder gar Berufswechsel verbundenen materiellen und immateriellen Umstellungskosten hinzunehmen; auch diese Effekte sind negativ zu bewerten.

Die Bewertungskoeffizienten, die diesen Wirkungen eines Verkehrsverbotes zuzuordnen sind, müssen, wie schon erwähnt, auf der Basis politischer Urteile gefunden werden. Die Frage nach der Effizienz des Ziel-Mittel-Systems lautet dann: Übersteigt der den direkten Zielwirkungen des partiellen Verkehrsverbotes zuzuordnende positive Wertkoeffizient die in der Summe wahrscheinlich negative Bewertungsziffer für die Nebenwirkungen, oder trifft das Gegenteil zu?

Da nach den oben angestellten Schätzungen die aus dem angenommenen Transportverbot zu erwartenden Freisetzungseffekte auf der Nord-Süd-Achse sich in recht engen Grenzen halten werden, muß es zumindest zweifelhaft sein, ob angesichts der skizzierten Nebenwirkungen der Einsatz dieses Instrumentes angemessen ist. Fällt die Antwort auf die Effizienzfrage negativ aus, so ist, wenn das gesetzte Ziel trotzdem verfolgt werden soll, nach Instrument-Alternativen zum partiellen Transportverbot Ausschau zu halten. Unsere Untersuchung hat gezeigt, daß es fast ausschließlich auf eine Entlastung der Fernstraßen während der Tageszeit ankommt. Da bereits 44% der Fahrten des gewerblichen Güterfernverkehrs, aber nur 16% der Fahrten im Werkfernverkehr zur Nachtzeit abgewickelt werden¹⁹⁾, stellt sich die Frage, ob nicht der Güterfernverkehr mit Kraftfahrzeugen, vornehmlich jedoch der Werkfernverkehr, in verstärktem Maße auf die Nachtfahrt abgedrängt werden könnten.

Frühere Forderungen nach dem Erlaß eines Tagfahrverbotes für Lkw sind, vor allem von der verladenden Wirtschaft, mit dem Argument abgewehrt worden, daß die Ladedispositionen dadurch erheblich erschwert würden. In Anbetracht des hohen direkten Wirkungsgrades, der einer solchen Maßnahme zuzumessen wäre, erschiene es jedoch angebracht, diese Frage genauer zu prüfen. Insbesondere wäre zu untersuchen,

- (a) ob es bestimmte Güter, Relationsgruppen oder Fahrzeuggruppen gibt, die sich für ein Tagfahrverbot besonders eignen,
- (b) welche Gründe für den relativ geringen Nachtfahrtanteil im Werkfernverkehr maßgebend sind, und ob diese Gründe beseitigt werden können,
- (c) welche Wirkungen von einem Tagfahrverbot auf die Dispositionsmöglichkeiten und und -kosten der Verloader verschiedener Branchen ausgehen.

Auf der Basis der Kenntnis dieser Fakten ließe sich die Zieleffizienz eines partiellen Tagfahrverbotes für Lkw ermitteln.

¹⁹⁾ S. oben, Teil IV, Nr. 1.