

Beitrag zur Weiterentwicklung der vergleichenden Wegekostenrechnung

VON DR.-ING. DIETRICH MEYER, AUGSBURG

1. Ziel und Grundlagen der Untersuchung

1.1. Ziel der Untersuchung

Auf dem Gebiet der Wegekostenrechnung sind in den vergangenen Jahren, teilweise selbst von Fachleuten unbemerkt, ermutigende Fortschritte erzielt worden, die sowohl die Grundlagen wie auch die praktische Durchführung der Berechnungen betreffen.

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Probleme der Wegekostenrechnung einmal im Zusammenhang zu betrachten und mit Hilfe der genannten Fortschritte die Wegekosten der vier Binnenverkehrsmittel in methodisch einheitlicher Ausrichtung wenigstens größenordnungsmäßig zu ermitteln. Für das Hauptproblem der Wegekostenrechnung, die Verteilung der Straßenkosten auf den Personen- und den Güterverkehr, wird eine neue Lösung zur Diskussion gestellt.

Beim systematischen Durchdenken der Stufen der Wegekostenrechnung — Ermittlung der Wegekosten, Erfassung der Leistungen, Verteilung der Wegekosten — wird deutlich, daß die zukünftigen höheren Anforderungen an den Genauigkeitsgrad der Wegekostenrechnung vor allem Verbesserungen in der Buchung wünschenswert scheinen lassen, die mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen heutzutage nicht mehr unmöglich erscheinen.

1.2. Methode der Untersuchung

Das Schrifttum über Methoden zur Ermittlung und Anlastung der Wegekosten ist umfangreich. Befruchtet vom internationalen Gedankenaustausch hat sich das wissenschaftliche Interesse in den vergangenen Jahren mehr und mehr auf die Ausgabenrechnung und die damit verwandten Methoden gerichtet, wogegen die betriebswirtschaftliche Kostenrechnung unverdient in den Hintergrund gedrängt wurde. Die methodischen Probleme der vergleichenden Wegekostenrechnung für Schiene, Straße und Binnenwasserstraße sind 1962 in einem umfangreichen Gutachten¹⁾ behandelt worden, das einen umfassenden Überblick über die vielfältigen Methoden gibt.

Wenn man die Wegekosten der Verkehrsmittel berechnen will, muß man sich für eine bestimmte Methode entscheiden. Diese Untersuchung soll den Prinzipien der industriellen Kostenrechnung hauptsächlich deshalb folgen, weil es — insbesondere angesichts des

¹⁾ Böttger, Napp-Zinn, Riebel, Seidenfus und Webner, Methodische Probleme der vergleichenden Wegekostenrechnung für Schiene, Straße und Binnenwasserstraße, Manuskript 1962.

rasch zunehmenden und langlebigen Anlagevermögens der Straßeninfrastruktur — unerläßlich scheint, die hohen Investitionen der Gegenwart über die langen Nutzungszeiten der Straßen zu verteilen, und sie nicht allein den gegenwärtigen Benutzern aufzubürden. Es soll hier also keine Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Bau neuer Verkehrswege aufgestellt werden, sondern es sollen die Jahreskosten der vorhandenen Anlagen ermittelt werden. Die Schwierigkeit der Bewertung der älteren Anlagen, die der Kostenrechnung eigentümlich ist, wurde bei der Deutschen Bundesbahn in Verbindung mit der neuen Inventur der Bahnanlagen gelöst; man kann nach denselben Grundsätzen auch das Anlagevermögen der Wasserstraßen und Straßen bewerten.

Diese Untersuchung lehnt sich auch in anderen Punkten gedanklich an die Betriebskostenrechnung der Deutschen Bundesbahn an, die in ihren Grundzügen bereits vor 40 Jahren von *K. Tecklenburg* entwickelt und jetzt von *W. Effmert* vervollkommen wurde.²⁾ Für die Eisenbahnen war es von jeher selbstverständlich, die Wegekosten in ihre Betriebskostenrechnung einzubeziehen. Dabei wird jeder einzelnen Leistung und damit jedem Kostenträger soviel an Kosten zugeschrieben, wie es ihrem Anteil an der Inanspruchnahme der Anlagen entspricht; man geht also nach dem Benutzungsprinzip vor. Das andere Anlastungsprinzip, das Veranlasserprinzip, erscheint für eine Kostenrechnung von vorhandenen Verkehrswegen deshalb weniger brauchbar, weil man wegen der viele Jahrzehnte betragenden Nutzungsdauer der Verkehrswege häufig gar nicht mehr weiß, wer eigentlich als Veranlasser beim Bau einstmals aufgetreten war. Das Benutzungsprinzip geht dagegen von der wirklichen Benutzung im Jahr der Kostenlegung aus und berücksichtigt so in einfacher Weise auch die ständige Änderung der Belastung der Verkehrswege.

1.3. Unterlagen der Berechnungen

In den vergangenen Jahren wurden die für eine Wegekostenrechnung benötigten Unterlagen bei den Eisenbahnen und Straßen erweitert und verfeinert. So wurde bei der Deutschen Bundesbahn — beginnend im Jahr 1961 — eine neue Inventur durchgeführt, die in Verbindung mit einer zeitnahen Bewertung und laufenden Fortschreibung der Werte der Bahnanlagen auch genauere Unterlagen für die Wegekostenrechnung liefert.³⁾ Unter Ausnutzung der Möglichkeiten moderner Datenverarbeitungsanlagen und zweckentsprechender Verschlüsselung der einzelnen Bestandteile des Fahrweges (Oberbau, Unterbau, Brücken, Tunnel usw.) wird es damit grundsätzlich möglich, wesentliche Bestandteile der Wegekosten einzelner Strecken schneller und präziser als bisher zu berechnen.

Die Fortschritte bei den Unterlagen für die Straßenkostenrechnung liegen auf einer mehr elementaren Ebene. Die statistischen Angaben über Länge, Breite und Fahrbahnbefestigung der Straßen in der Bundesrepublik einschließlich der Gemeindestraßen wurden entscheidend verbessert; sie werden jetzt periodisch vom Statistischen Bundesamt veröffent-

²⁾ *Effmert, W.*, Die Kostenrechnung der Deutschen Bundesbahn heute, in: *Die Bundesbahn*, 39. Jg. (1965), S. 504 ff.

³⁾ a) *Diederich, H.*, Wandlungen im Jahresabschluß der Deutschen Bundesbahn, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 35. Jg. (1964), S. 187 ff.

b) *Meyer, A.*, Der Jahresabschluß der Deutschen Bundesbahn für das Geschäftsjahr 1965, in: *Die Bundesbahn*, 41. Jg. (1967), S. 93 ff.

c) *Meyer, A.*, Der Jahresabschluß der Deutschen Bundesbahn für das Geschäftsjahr 1966, in: *Die Bundesbahn*, 41. Jg. (1967), S. 1004 ff.

licht. Auch auf dem Gebiet der Verkehrszählungen konnten Fortschritte erzielt und neue Möglichkeiten eröffnet werden.⁴⁾ Schließlich wurden, insbesondere durch den großen amerikanischen Straßenversuch — unter dem Namen AASHO-Road-Test bekannt —, neue Unterlagen zur Frage der gewichtsabhängigen Einflüsse der Achslasten auf die Wegekosten gewonnen, die Beachtung verdienen.

2. Probleme der praktischen Wegekostenrechnung

Zunächst erscheint es nützlich, einen Überblick über die Probleme der praktischen Wegekostenrechnung und den Stand ihrer Lösung zu geben (*Abb. 1*). In der Darstellung, die unabhängig von der Methode der Wegekostenrechnung ist, sind die Verkehrsmittel nach steigendem Schwierigkeitsgrad ihrer Wegekostenrechnung geordnet. Zur *Abb. 1* ist zu bemerken:

- a) Da bei Fernleitungen die bei anderen Verkehrsmitteln naturgegebene Trennung von Fahrweg und Fahrzeugen fehlt, hängen die Wegekosten ganz eng mit den eigentlichen Betriebskosten zusammen, so daß sie im allgemeinen nicht getrennt berechnet werden. Besondere Probleme treten nicht auf.
- b) Die Wegekostenrechnung der Binnenschifffahrt ist dadurch erschwert, daß die Wasserstraßen meistens mehreren Zwecken dienen: Nur ein Teil der Gesamtwegekosten entfällt auf die eigentlichen Verkehrszwecke, während ein anderer Teil, der von Fall zu Fall in weiten Grenzen schwankt, sonstigen Nutzern zuzuscheiden ist. Dazu zählen hauptsächlich: Erzeugung elektrischer Energie, Hochwasserschutz, Wasserwirtschaft der Gemeinden (Wasserversorgung und -abführung), Be- und Entwässerung für die Landwirtschaft; daneben noch Fischerei, Flößerei und Wassersport. Das neu auftretende Problem der Verteilung der Wegekosten auf Verkehr und sonstige Nutzer ist bei den Wasserstraßen außerordentlich verzwickelt.⁵⁾
- c) Bei den Eisenbahnen befindet sich — im Gegensatz zu den Straßen — der Fahrweg in der Hand weniger großer Unternehmen, die zur Aufstellung von Jahresabschlüssen mit Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnungen seit langem gesetzlich verpflichtet sind. Das erleichtert auch die Kostenrechnung. Ein kleiner Teil der Vorhaltungskosten der Bahnanlagen, der u. a. Anlagen für kommerzielle Zwecke und für Fahrzeugbehandlung betrifft, muß von den eigentlichen Wegekosten getrennt werden. Das Problem der Aufteilung der Wegekosten auf den Personen- und den Güterverkehr kann bei den Eisenbahnen als gelöst angesehen werden.
- d) Die Straßenkostenrechnung ist die schwierigste der Wegekostenrechnungen. Abgesehen von den Schwierigkeiten der Erfassung und Bewertung des längsten Wegenetzes, das es gibt, trifft man hier auf ein neues Problem, das eng mit der Verteilung auf den

⁴⁾ a) Statistische Angaben in »Wirtschaft und Statistik«, hrsg. vom Statistischen Bundesamt, Wiesbaden.

b) Steierwald, G. und Sandkaulen, B., Anwendung elektronischer Rechenanlagen zur Aufbereitung und Auswertung der Verkehrszählungen auf Bundes- und Landstraßen (= Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 14), Bonn 1961.

⁵⁾ Fülling, F. und Walter, J., Wirtschaftliche Probleme der Binnenwasserstraßen und der Binnenschifffahrt, in: Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, 22. Jg. (1967), S. 18 ff.

Personen- und den Güterverkehr verknüpft ist: Die Verteilung der Wegekosten auf Fahrzeuge unterschiedlicher Achslast. Die Probleme der Straßenkostenrechnung wird man zunächst – auch bei verbesserter Buchführung – nur näherungsweise lösen können. Insbesondere kommt es darauf an, den gewichtsabhängigen Teil der Straßenkosten des Kraftverkehrs genauer zu berechnen und auf die nach Achslasten gegliederten Kraftfahrzeuggruppen gerecht aufzuteilen.

Abb. 1: Probleme der Wegekostenrechnungen

Verkehrsweg	Ermittlung der Wegekosten	Erfassung der Leistungen	Aufteilung der Wegekosten		
			nach Verkehr und sonst. Nutzern	nach Pers.- und Güterverkehr	nach Achslasten der Fahrzeuge
Fernleitungen					
Binnenwasserstraßen					
Eisenbahnen					
Straßen					
Zeichenerklärung	 Problem gelöst  Problem weitgehend gelöst  Problem mit größerem Arbeitsaufwand zu lösen  besonders umstrittene Probleme				

3. Ermittlung der Wegekosten

Eine amtliche Berechnung der Wegekosten der Verkehrsnetze gibt es in der Bundesrepublik Deutschland noch nicht. Um aber wenigstens von der Größenordnung der Wegekosten einen Begriff zu geben, wurde versucht, aus bekannten Daten – insbesondere über

Länge und Art der Verkehrswege — und aus Angaben über die Bau- und Unterhaltungskosten die Jahreskosten für die Fernrohrleitungen, Wasserstraßen, Eisenbahnen und Straßen in der Bundesrepublik Deutschland näherungsweise zu ermitteln.

3.1 Begriffsbestimmung

Folgend den Grundsätzen der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung wurden dabei unter »Wegekosten« alle der Allgemeinheit durch die Vorhaltung eines betriebsfähigen Verkehrsweges entstehenden Kosten verstanden. Zum Begriff des Verkehrsweges gehören auch die Verkehrsstationen.

Zu den Wegekosten wurden, wie es in der westdeutschen Verkehrswissenschaft weithin üblich ist, folgende Kostenarten gerechnet:

- Die kalkulatorischen Zinskosten (hier gerechnet mit 6 Prozent je Jahr vom Zeitwert des investierten Kapitals),
- die Abschreibungskosten (basierend auf dem Wiederbeschaffungswert der Anlagen und ihren erfahrungsgemäßen Nutzungszeiten),
- die Unterhaltungsausgaben,
- die Ausgaben für Verkehrssicherung,
- die Verwaltungsausgaben.

Die Unfallschäden und der Zeitgewinn, die insbesondere bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen für neue Verkehrswege eine Rolle spielen und in der Literatur steigende Beachtung finden, blieben hier unbewertet.⁶⁾

3.2 Wegekosten der Verkehrsnetze

In der *Tabelle 1* sind die Länge und das Anlagevermögen der Verkehrswege in der Bundesrepublik angegeben. Außerdem wurde aus amtlichen Angaben und aus Einzelangaben über Baukosten, Unterhaltungsausgaben, Ausgaben für Verkehrssicherung und Verwaltung ein Mosaik zusammengesetzt, das einen vergleichsfähigen Überblick über die Größenordnung der Wegekosten der Verkehrsmittel ermöglicht.

Die Längen der Verkehrswege werden vom Statistischen Bundesamt in Wiesbaden jährlich bekanntgegeben; lediglich die Längen der Gemeindestraßen werden wegen des großen Arbeitsaufwandes nur alle 5 Jahre genau erhoben. Bemerkenswert erscheint das Verhältnis 1 : 10 : 100 (abgerundete Zahlen) zwischen den Längen der Wasserstraßen, der Eisenbahnen und der Straßen in der Bundesrepublik, das den großen Umfang und damit eine wesentliche Schwierigkeit der Straßenkostenrechnung erkennen läßt.

Bei dem Anlagevermögen der Verkehrswege sind in *Tabelle 1* außer den erwähnten Streckenlängen auch die Stationen — also vor allem die öffentlichen Häfen und die Bahnhöfe — in Rechnung gestellt. Eine genaue Bewertung und Fortschreibung des Anlagevermögens nehmen nur die Rohrleitungs- und die Eisenbahnunternehmen vor. Bei Wasserstraßen und vor allem bei dem ausgedehnten Straßennetz ist man vorläufig auf Schätzun-

⁶⁾ Willeke, R., Bögel, H.-D. und Engels, K., Möglichkeiten einer Wirtschaftlichkeitsrechnung im Straßenbau unter besonderer Berücksichtigung der Unfallkosten (= Forschungsberichte des Instituts für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln, Heft 11), Düsseldorf 1967.

Tabelle 1:

Schätzung der Wegekosten in der Bundesrepublik Deutschland (1962)

Verkehrsweg	Fernleitungen	Wasserstraßen	Eisenbahnen	Straßen
1. Länge (Km)	Gasleitungen rd. 1 000	Rhein 1 200	Deutsche Bundesbahn 30 500	Klassifiz. Straßen 137 000
	Ölleitungen rd. 1 000	Sonst. Flüsse u. Kanäle, soweit v. Binnenschiffen ben. 2 300	Sonstige Eisenbahnen 5 000	Gemeinde-Straßen 241 000
	Zusammen rd. 2 000	Zusammen 3 500	Zusammen 35 500	Zusammen 378 000
2. Anlage- vermögen (Fahrweg u. Stationen) Wiederbe- schaffungswert (Mrd DM)	Öl- u. Gasleitungen 0,60	Wasserstraßen (ohne Rhein) 6,0	Deutsche Bundesbahn 32,6	Klassifiz. Straßen 64
		Häfen 1,0	Sonstige Eisenbahnen 1,4	Gemeinde-Straßen 35
	Zeitwert (Mrd DM)		Zusammen 7,0	Zusammen 34,0
	0,45	4,0	20,5	58
3. Wegekosten (Mio DM/Jahr)	60	500	3 300	9 200

gen angewiesen, die von vorsichtigen Bewertungsannahmen ausgehen müssen. Da die Grundsätze für die Bewertung der Verkehrswege entscheidend die Höhe der kalkulatorischen Zins- und Abschreibungskosten beeinflussen, kam es auf ihre einheitliche Ausrichtung besonders an. Nach den Bewertungsgrundsätzen der Deutschen Bundesbahn, die auch der neuesten Inventur und der Fortschreibung ihres Sachanlagevermögens zugrunde liegen, wurde auch die Bewertung der Wasserstraßen und der Straßen so gut wie möglich vorgenommen. Demgemäß wurden die am 31. 12. 1961 vorhandenen Sachanlagen ganz überwiegend mit ihrem Wiederbeschaffungswert zum Preisstand 1961 bewertet, die seitdem erstellten Anlagen zum Erstellungswert.

Die schließlich in *Tabelle 1* genannten Wegekosten haben sich aus eingehenden Berechnungen ergeben; sie bewegen sich zwischen 7 und 10% des Wiederbeschaffungswertes der Wegeanlagen.

Da die Länge und die Wegekosten des gesamten Straßennetzes, das die klassifizierten Straßen und die Gemeindestraßen umfaßt, die entsprechenden Zahlen der anderen Verkehrsmittel weit übertreffen, dürfte eine Aufgliederung der Wegekosten nach Straßenarten und Kostenarten interessieren (*Tabelle 2*).

Tabelle 2:

Das westdeutsche Straßennetz und seine Wegekosten (1962)

Straßenart	Länge	Wieder- beschaf- fungswert	Gesamter Wieder- beschaf- fungswert (1962)	Jahreskosten 1962						Durchschn. Jahres- kosten der Straßen
				Abschr. u. Zinsen	Unter- haltung	Verkehrs- polizei	Anteil Bahnüb.	Verwal- tung	Wegekosten insgesamt	
	km	DM/km	Mio DM	Millionen DM						DM/km
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Klassifizierte Straßen	(1. 1. 62)									
1.1 Autobahnen	2 831	3 000 000	8 493	479	51	60	—	35	625	220 000
1.2 Bundesstraßen	26 510	520 000	13 785	823	138	180	12	60	1 213	46 000
1.3 Landstraßen I. Ordnung	56 892	430 000	24 465	1 531	244	180	25	110	2 090	37 000
1.4 Landstraßen II. Ordnung	50 578	340 000	17 197	1 077	172	60	18	75	1 402	28 000
Summe	136 811	465 000	63 940	3 910	605	480	55	280	5 330	39 000
2. Gemeindestraßen	(1. 1. 61) 241 090	im Mittel 143 000	34 510	2 335	400	880	85	170	3 870	16 000
3. Insgesamt (Anteil des Kraftverkehrs)	377 901		98 450	6 245	1 005	1 360	140	450	9 200 (85% = 7 800)	

Die Ansätze für die Berechnung der kalkulatorischen Zins- und Abschreibungskosten wurden, wie oben bereits erwähnt, in Anbetracht ihrer ausschlaggebenden Bedeutung vorsichtig gewählt. Der durchschnittliche Wiederbeschaffungswert (Preisstand 1961) dürfte weit unter den Baukosten moderner Straßen liegen, da er vom Ausbaustand der damals vorhandenen Straßen ausgeht. Die kalkulatorischen Abschreibungs- und Zinskosten berücksichtigen eine durchschnittliche Nutzungsdauer der Anlagenteile der Straßen von 36 Jahren und die 6%ige Verzinsung des Zeitwerts der Straßen. Die Unterhaltungskosten basieren auf den Ausgaben im Jahre 1962 in Höhe von 1005 Mio DM. Die Ausgaben für Verkehrspolizei und Verkehrssicherung sind mit 1360 Mio DM angesetzt, eine nicht ganz gesicherte Zahl, die aus Angaben des Bundesfinanzministeriums über die Stärke der Verkehrspolizei abgeleitet wurde. Für die Sicherung der Bahnübergänge wurde der von der Deutschen Bundesbahn geforderte hälftige Anteil an den Gesamtkosten von 280 Mio DM (1962) in der Gliederung nach Straßenarten eingesetzt. Die Ausgaben für Verwaltung ergaben sich wie die für Unterhaltung aus amtlichen Angaben des Bundesverkehrsministeriums.

Für die Gemeindestraßen, die nach Art, Breite und Fahrbahnarten in viele Gruppen zerfallen, wurde eine im Prinzip gleiche, differenzierte Rechnung aufgestellt, deren Ergebnisse in die *Tabelle 2* übertragen sind. Insgesamt ergeben sich demnach als Wegekosten des westdeutschen Straßennetzes für das Jahr 1962 rund 9200 Mio DM.

In diesem Zusammenhang ist eine Gegenüberstellung der Kosten und der Ausgaben für Abschreibung und Verzinsung des Straßennetzes von Interesse, für den Bereich also, der den wesentlichen Unterschied zwischen der Kosten- und der Ausgabenrechnung ausmacht:

Kalkul. Abschreibungskosten	2,75 Mia DM
Kalkul. Zinskosten	3,50 „ „
Summe der Kosten (1962) lt. Tab. 2:	<u>6,25 Mia DM</u>
Ausgaben für Investitionen	4,90 Mia DM
Ausgaben für Zinsendienst	0,30 „ „
Summe der Ausgaben (1962) nach Angaben des BVM:	<u>5,20 Mia DM</u>

Wegen der stark steigenden Straßeninvestitionen dürften jetzt die betreffenden Ausgaben die Kosten übertreffen.

3.3. Wegekosten einzelner Strecken

In Anbetracht der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit und der unterschiedlichen Bau- und Vorhaltungskosten der einzelnen Strecken kann man sich generell nicht mehr damit begnügen, die Wegekosten für die Netze zu ermitteln; die Untersuchung der Wegekosten von einzelnen Streckenabschnitten ist zumindest in besonderen Fällen dringend. Während bei den Fernrohrleitungen und den Wasserstraßen eine streckenbezogene Wegekostenrechnung nahezu selbstverständlich erscheint, und es auch den Eisenbahnen mit Hilfe moderner Datenverarbeitungsanlagen grundsätzlich möglich ist, die Wegekosten ihrer Strecken zu ermitteln, ist das bei den Straßen vorläufig nur in Einzelfällen durchführbar. Hoffentlich wird dieses Buchungsproblem, bei den hochwertigen Bundesfernstraßen beginnend, in den nächsten Jahren schrittweise gelöst werden.

4. Erfassung der Leistungen

4.1. Begriffsbestimmungen

Um die spezifischen Wegekosten, ausgedrückt in Pfennig je Fahrzeugkilometer oder je Achskilometer (bzw. je Personenkilometer oder je Tonnenkilometer) berechnen zu können, benötigt man auch die Angabe der auf einem Wegenetz bzw. auf einzelnen Strecken erbrachten Leistungen. Dabei ist nach Betriebsleistungen und nach Verkehrsleistungen zu unterscheiden, wobei die beiden Begriffe hier wie folgt verwendet werden sollen:

Die Betriebsleistung sei als Zahl der in der Zeiteinheit verkehrenden Züge oder Fahrzeuge oder als Anzahl der Zug- bzw. Fahrzeugkilometer verstanden. Sie kann auch in Bruttotonnen-Kilometer ausgedrückt werden; diese Angabe umfaßt dann das Fahrzeuggewicht und die Nutzlast.

Die Verkehrsleistung sei durch die in der Zeiteinheit beförderten Personen oder Gütertonnen (Nettotonnen), ohne Rücksicht auf das Gewicht der zur Beförderung benutzten Fahrzeuge, ausgedrückt.

Nur bei Rohrleitungen decken sich die Begriffe Betriebsleistung und Verkehrsleistung. Für die Wegekostenrechnung sind vor allem die Betriebsleistungen wichtig.

4.2. Leistungen auf den Verkehrsnetzen

Über die Betriebs- und Verkehrsleistungen auf den Verkehrsnetzen sind im allgemeinen ausreichende amtliche Angaben verfügbar, da die entsprechenden Zählungen für weite Bereiche des Verkehrswesens — meist für Zwecke der Steuererhebung — schon seit langem angeordnet sind. Nennenswerte Schwierigkeiten bestehen nur für den Straßenverkehr, insbesondere im Bereich des Nahverkehrs, da man wegen des Umfanges des Netzes und der großen Zahl der Fahrzeuge weitgehend auf Repräsentativ-Zählungen angewiesen ist.

4.3. Leistungen auf einzelnen Strecken

Die Leistungen auf einzelnen Strecken sind aus den Streckenbelastungskarten zu entnehmen, die für Wasserstraßen, Eisenbahnen und die klassifizierten Straßen in periodischen Abständen aufgrund von Verkehrszählungen an einzelnen Stichtagen aufgestellt werden. Allerdings wäre eine einheitliche Ausrichtung der Angaben in den Streckenbelastungskarten wünschenswert.

Die Streckenbelastungskarten lassen große Unterschiede in der Belastung der einzelnen Verkehrswege erkennen. So schwankt bei den Wasserstraßen die Belastung zwischen wenigen Millionen Tonnen auf einigen Kanälen bis zu 70 Mio t/Jahr auf dem Unterlauf des Rheins bei Emmerich. Bei den Eisenbahnen reichen die täglichen Belastungen von einem Zugpaar auf einigen Nebenbahnen bis zu 150 Zugpaaren auf stark belasteten zweigleisigen Hauptbahnen. Auf den Straßen schwankt der Verkehr in 24 Stunden von wenigen Kraftfahrzeugen auf Feldwegen bis zu Mengen in der Größe von 50 000 Kraftfahrzeugen auf einzelnen Autobahnstrecken und Hauptverkehrsstraßen der Großstädte.

Infolge der Verkehrsschwankungen ist es nicht ohne Risiko, aus Repräsentativzählungen für ausgewählte Tage auf die Verkehrsbelastung während eines ganzen Jahres zu schlie-

ßen. Außerdem wird bei den Straßen nur die Zahl der Kraftfahrzeuge, aber im allgemeinen nicht die Aufteilung nach Größen und Achslasten erfaßt. Hier sind noch Präzisionen der bisherigen Verfahren anzustreben.

5. Verteilung der Wegekosten auf die Nutzer der Verkehrswege

Die eigentlichen, bei den Straßen noch heftig umstrittenen Probleme der Wegekostenrechnung treten auf, sobald man die Wegekosten auf die Nutzer der Verkehrswege aufzuteilen versucht, um die spezifischen Wegekosten des Verkehrs zu ermitteln. Bei der Verteilung der Wegekosten sind zwei Stufen zu unterscheiden:

- a) Die Verteilung nach Verkehr und sonstigen Nutzern,
- b) die Verteilung nach Personen- und Güterverkehr.

5.1. Verteilung auf Verkehr und sonstige Nutzer

Bei den Eisenbahnen sind diejenigen Kostenbestandteile auszuscheiden, die entsprechend der unter 3.1 gegebenen Begriffsbestimmung nicht für Zwecke der Wegevorhaltung des Personen- und Güterverkehrs auf der Schiene dienen, das sind beispielsweise Kosten für Gleise im Bereich der Bahnbetriebswerke und Ausbesserungswerke, Bauten für kommerzielle Zwecke, Überführungen von Straßen über die Bahn. Die Kosten der Vorhaltung und Sicherung der Bahnübergänge sind nach Ansicht der Deutschen Bundesbahn den Eisenbahnen nur zur Hälfte anzulasten.

Bei den Straßen sind ebenfalls die Benutzer zu trennen nach Kraftfahrzeugen und sonstigem Verkehr; dazu gehören Fußgänger, Radfahrer, von Tieren gezogene Fahrzeuge, Tiere und Herden, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen (soweit sie nicht zu den Kraftfahrzeugen rechnen). Dieser sonstige Verkehr kommt auf Autobahnen und anderen Fernverkehrsstraßen so gut wie gar nicht vor, allenfalls auf Gemeindestraßen und Ortsverbindungsstraßen spielt er eine — wenn auch geringe — Rolle.

Unter Berücksichtigung der staats- und sozialpolitischen Funktionen der Straßen, die freilich bei der Wegekostenrechnung anderer Verkehrsmittel — soweit bekannt — bisher unberücksichtigt geblieben sind, seien als Eckwerte für den Anteil des Kraftverkehrs an den gesamten Straßenkosten nur zwei Zahlen genannt: 70%, die zuerst in einem Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesminister für Verkehr⁷⁾ im Jahre 1954 genannt wurden, und 85%, die vor kurzem von R. Adamek⁸⁾ berechnet wurden.

Wenn man bedenkt, daß der Kraftfahrzeugverkehr in den westeuropäischen Ländern lawinenartig wächst, scheint der neueren Zahl die höhere Wahrscheinlichkeit beizumessen zu sein. Der Satz von 85% umfaßt dabei, das sei unterstrichen, die Wegekosten aller zivilen und militärischen Kraftfahrzeuge, unabhängig davon, ob sie voll besteuert werden oder aus irgendwelchen Gründen steuerbegünstigt sind.

⁷⁾ a) *Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesverkehrsministerium*, Grundsätze für die Aufbringung der Kosten der Verkehrswege, Bielefeld 1954.

b) *Dreskornfeld, W.*, Die Wegekosten als Harmonisierungsproblem, in: *Der Güterverkehr*, 15. Jg. (1966), S. 142 ff.

⁸⁾ *Adamek, R.*, Der Anteil der öffentlichen Hand an den Straßenausgaben eine Konstante? in: *Internationales Archiv für Verkehrswesen*, 18. Jg. (1966), S. 111 ff.

5.2. Verteilung auf Personen- und Güterverkehr

5.2.1. Allgemeines

Das Problem der Aufteilung der Wegekosten auf den Personen- und den Güterverkehr kann bei den Eisenbahnen als gelöst angesehen werden. Ausgehend von der Betriebsleistungsstatistik, die die erforderlichen Daten über Zug- und Achs-Kilometer der Reise- und Güterzüge aufzeigt, werden die Wegekosten im wesentlichen nach zwei Schlüsseln aufgeteilt: nach Zug-km und nach Bruttotonnen-km. Und zwar werden die Erneuerungs- und Unterhaltungskosten des Oberbaues, also lastabhängige Anteile der Wegekosten, nach Bruttotonnen-km verteilt; dagegen werden die Kosten des Betriebs- und Bahnbewachungsdienstes sowie die der Erhaltung der übrigen Bahnanlagen nach ponderierten Zugkilometern verteilt.

Dieses Verfahren liefert auch einen Ansatzpunkt für das weit schwierigere Problem der Verteilung des dem Kraftfahrzeugverkehr anzulastenden Teiles der Straßenkosten auf die Fahrzeuge des Personen- und Güterverkehrs mit ihren stark unterschiedlichen Achslasten. Selbst wenn man die Mopeds und Motorräder einmal außer Betracht läßt, schwanken die Achslasten der die Straßen hauptsächlich benutzenden Kraftfahrzeuge von 0,4 t bei Pkw bis auf 10 oder gar 13 t bei Lkw, also im Verhältnis 1 : 25 (oder 1 : 32 für 13 t Achsen).

Früher hat man in Europa und in den USA versucht, sich mit einer Aufteilung der gewichtsabhängigen Straßenkosten nach der Laufleistung und dem Bruttogewicht der Fahrzeuge (dem sog. Tonnen-Kilometer-Schlüssel) zu behelfen.⁹⁾ ¹⁰⁾ Die umfangreichen Straßenversuche in Nordamerika, die unter dem Namen AASHO-Road-Test bekannt wurden, haben neue Erkenntnisse zu diesem Kernproblem der Straßenkostenrechnung geliefert, die nunmehr behandelt werden sollen.

5.2.2. Der AASHO-Road-Test (ART) und seine Ergebnisse

Bei früheren Straßenversuchen war über die Versuchsabschnitte der normale, nach Achslasten stark gemischte Straßenverkehr geleitet worden. Der Fortschritt des ART liegt darin, daß erstmals der normale Mischverkehr aufgegliedert wurde, um den Einfluß von 10 Fahrzeugtypen bestimmter Achslasten jeweils für sich zu untersuchen. Damit wurde die Hauptursache für die Abnutzung der Straßenfahrbahnen experimentell erfaßt und es ermöglicht, zahlenmäßige Vergleiche zwischen den Einflüssen der Fahrzeuge mit unterschiedlichen Achslasten zu ziehen.

Die Versuchsstrecke, die bei Ottawa (Illinois) lag, bestand aus 6 Versuchsschleifen mit je 2 Fahrbahnen, die zahlreiche Abschnitte unterschiedlicher Bauart enthielten. Die Versuchsschleife 1 wurde nicht dem Verkehr ausgesetzt; die Schleifen 2 bis 6 wurden 1,14 Mio Fahrzeuggrundfahrten unterworfen. Jede Fahrbahn bestand aus einer Folge von 30 m langen Versuchsabschnitten mit verschiedenen Konstruktionsmerkmalen (flexible und starre Deckenbauweisen, Decken von verschiedener Stärke). Die Wahl dieser Merk-

⁹⁾ Schmitt, A., Systemgerechte Sonderbesteuerung des Kraftwagens, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 25. Jg. (1954), S. 199 ff.

¹⁰⁾ Müller, J. H. und Willeke, R. J., Zum Problem einer systemgerechten Belastung des Kraftverkehrs mit Wegekosten, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 33. Jg. (1962), S. 200 ff.

male und die Anordnung von Vergleichsabschnitten gleicher Konstruktion waren das Ergebnis sorgfältiger Studien über die bautechnischen Fragen der Versuchsanordnung. Beim AASHO-Road-Test wurden 10 Fahrzeugtypen mit einfachen Achsen von 2, 6, 12, 18, 22 und 30 Kips (1 Kip = 453 kg) und Doppelachsen von 24, 32, 40 und 48 Kips verwendet. Das entspricht Achslasten von 0,9 bis 13,6 t für Einzelachsen und von 10,9 bis 21,8 t für Doppelachsen. Die Gesamtgewichte der Fahrzeuge reichten von 4 bis 108 Kips (1,8 bis 48,0 t).

Die Versuche wurden auf einer Reihe von Versuchsabschnitten in Asphalt- und in Betonbauweise durchgeführt, die bis zur Unbefahrbarkeit oder bis zum Ende des Tests überrollt wurden. Die Versuchsanordnung, die Versuche selbst und die zahlreichen und umfassenden Meßergebnisse nebst Auswertungen sind in 7 Berichten eingehend beschrieben.¹¹⁾ Vom besonders interessanten Bericht 5 über das Verhalten der Fahrbahnbefestigungen ist eine deutsche Übersetzung veröffentlicht.¹²⁾

Entgegen den Erwartungen der entwerfenden Ingenieure wurden beim Testverkehr statt 68 nur 29% der Betonabschnitte unbefahrbar, so daß die gemessenen Werte nicht sehr zahlreich sind. Bei den flexiblen Fahrbahnen dagegen entsprach die Zerstörung recht gut den Erwartungen.

Für die Straßenkostenrechnung sind die Versuche auf den flexiblen Fahrbahnen besonders interessant, weil diese Fahrbahnart bei den bestehenden Straßen sehr häufig ist. Aus den Angaben und graphischen Darstellungen¹³⁾ des amtlichen Berichtes über den ART lassen sich — mit gewisser Idealisierung — folgende Abhängigkeiten über die Bemessung und Abnutzung der Straßen ableiten:

I. Bemessungsfunktion:

Die Stärke, die einer Straßendecke gegeben werden muß, damit sie eine bestimmte Anzahl von Befahrungen mit Achsen des Gewichts P aushält, ändert sich annähernd mit der Potenz $\frac{2}{3}$ dieser Achslast ($d \propto P^{\frac{2}{3}}$). Beispielsweise müßte danach eine für 10 t Achslast gebaute Straße mit 62 cm Dicke um 19% = 12 cm auf 74 cm verstärkt werden, wenn sie die gleiche Zahl von Achsen mit 13 t bei unveränderter Nutzungsdauer aushalten soll. Diese Abhängigkeit ist eine Faustformel, die umständliche Berechnungen ersparen hilft und mit Berechnungen der Straßenkörper nach der theoretischen Elastizitäts-Methode einigermaßen übereinstimmt.

II. Abnutzungsfunktion:

Auf einer gegebenen Straße von bestimmter Stärke und Struktur steigt die Beschädigung durch das Befahren mit einer Achse von Gewicht P mit der Potenz n dieser Achslast ($a \propto P^n$). Diese Faustformel ist eigentlich nicht neu; strittig ist lediglich die als Potenz einzusetzende Zahl. Als man vor 10 Jahren bei Straßenkostenberechnungen noch überwiegend mit dem Schlüssel »Bruttotonnenkilometer« arbeitete, hat man $n = 1$ gesetzt. Seitdem hat sich aber der Eindruck mehr und mehr verstärkt, daß n größer als 1 sein müsse. Aus den Ergebnissen des ART läßt sich nun für n eine Größe von 3,5 bis 5,3 ab-

¹¹⁾ Highway Research Board, The AASHO-Road-Test, Report 1 bis 7, Washington D. C. 1961/63.

¹²⁾ Deutsche Übersetzung des Berichtes Nr. 5: Verhalten der Befestigungen (= Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 27), Bonn 1963.

¹³⁾ Bericht Nr. 5, a.a.O., Fig. 22.

leiten, wobei man unter Berücksichtigung einer Sicherheit $n = 4$ gesetzt hat. Dieser Näherungswert trifft aller Wahrscheinlichkeit nach die richtige Größenordnung besser als der frühere Wert 1.

Mit dieser experimentell festgestellten Abhängigkeit ist die früher vielfach vertretene Ansicht, wonach die Abnutzung der Straßen linear proportional mit der Verkehrsleistung zunähme, eindeutig zahlenmäßig widerlegt. Für die Straßenabnutzung ist es keineswegs gleichgültig, ob eine bestimmte Fracht mit einem schweren oder mit mehreren leichteren Fahrzeugen befördert wird. Im Hinblick auf die in Mitteleuropa erörterte Achslasterhöhung sei angeführt, daß eine 13-t-Achse die Straßen nach der oben genannten Beziehung 2,86 mal höher als eine 10-t-Achse abnutzen würde.

5.2.3. Übertragung der Ergebnisse des AASHO-Road-Tests (ART) auf europäische Verhältnisse

Wie in der Naturwissenschaft üblich, haben auch die amerikanischen Straßenforscher beim ART versucht, die wirklichen Verhältnisse bei der Abnutzung von Straßen zahlenmäßig zu erfassen, mit Hilfe der mathematischen Statistik durchsichtig zu machen und auf wenige Elemente zurückzuführen, die isoliert betrachtet wurden. Zu den wesentlichen Elementen des Verhaltens der Straßenfahrbahnen unter Verkehrsbelastung haben sie offenbar gezählt: Größe und Häufigkeit der Achslasten, Material und Stärke der Fahrbahn. Wenn andere Elemente sekundären Ranges, wie Witterungs- und Untergrundverhältnisse sowie die Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge, beim Test nicht untersucht werden konnten, so ist er jedoch damit nicht einfach als wertlos zu bezeichnen. Vielmehr liefert er trotz mancher Einwände, auf die weiter unten noch eingegangen werden soll, verbesserte Arbeitshypothesen zur Lösung mancher Probleme, darunter des der Verteilung der Straßenkosten auf Kraftfahrzeuge unterschiedlicher Achslasten.

Zunächst ist zu prüfen, ob die Ergebnisse der auf besonders gebauten Straßen durchgeführten Versuche auf Straßen in anderen Gebieten übertragen werden können. Es ist eingewendet worden, daß die klimatischen und geologischen Verhältnisse des Versuchsorts in Illinois von denjenigen anderer Gebiete, z. B. in Mitteleuropa, verschieden sind. In der Tat wechseln das Klima und die Untergrundverhältnisse in den USA in einem größeren Ausmaß als in Westeuropa. Es ist aber kaum anzunehmen, daß die amerikanischen Straßenforscher die bedeutenden Ausgaben für diesen Test in Höhe von 27 Millionen \$ aufgewendet hätten, wenn sie von vornherein die Anwendung der Ergebnisse auf andere Teile und Gegenden für unmöglich gehalten hätten. So haben die amtlichen amerikanischen Stellen, die die Testergebnisse ausgewertet haben, ihre Gültigkeit auch für andere Gebiete der USA angenommen (siehe 6.1.). Die Übertragung der Schlußfolgerungen bezüglich der Straßendecken auch auf die europäischen Straßennetze erscheint daher im großen und ganzen gerechtfertigt, wenn man von einigen wenigen Straßenabschnitten mit extremen Klima- und Untergrundverhältnissen absieht.

Zwei andere Einwendungen beziehen sich auf die Stetigkeit und Höhe der Geschwindigkeiten während des Versuchs sowie auf die Gleichartigkeit der Verkehrslasten der einzelnen Fahrbahnen. Die erste Einwendung ist nicht unbegründet, aber — wie allgemein beobachtet werden kann — steigt die Straßenabnutzung durch Bremsen und Beschleunigen der Kraftfahrzeuge über die Abnutzung bei Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit. Die Tatsache, daß diese Abnutzungen und auch die in Kurven vernachlässigt worden sind,

macht also die Schlußfolgerungen aus dem AASHO-Road-Test für die schweren Fahrzeuge keinesfalls ungünstiger. Die zweite Einwendung bezüglich der Eigenschaft des normalen Straßenverkehrs, daß er aus verschiedenen schweren Fahrzeugarten zusammengesetzt ist, steht der Auswertung des ART nicht entgegen. Im Ingenieurwesen ist es üblich und normalerweise zulässig, Kräfte und ihre Auswirkungen – Spannungen und Verformungen – zunächst isoliert zu untersuchen und dann für die praktische Anwendung zu überlagern. Alle Umstände sprechen dafür, daß das Superponieren der Auswirkungen verschiedener Achslasten auf eine Fahrbahn ebenfalls zulässig ist.

Man hat auch eingewendet, daß die Dauer der Versuche kurz war im Vergleich zur normalen Lebensdauer der Straßenfahrbahnen und daß die Fahrbahnen im allgemeinen zu dünn bemessen waren im Vergleich zu den neuzeitlichen Baunormen. Die Auswertung der graphischen Testergebnisse macht es aber möglich, feste Verhältniswerte für den Aufbau und die Stärke der Fahrbahnen herauszuschälen, die ein Extrapolieren auf die üblichen Fahrbahndecken nicht von vornherein verbieten. Wollte man dieses Verfahren anzweifeln, so müßte man jedes notwendigerweise zeitlich und räumlich beschränkte Experimentieren ablehnen.

Auch der Hinweis auf die an den ART anschließenden Satellitentests in den Vereinigten Staaten verbietet nicht die Auswertung des Hauptversuchs; denn die zusätzlichen Versuche dienen nicht etwa der Widerlegung, sondern der Ergänzung und Vertiefung der durch den AASHO-Test gewonnenen Erkenntnisse.

Alles in allem hält der Verfasser die Übertragung der sich aus dem ART ergebenden Abhängigkeiten auf europäische Verhältnisse für zulässig, insbesondere ihre Anwendung auf die Probleme der Aufteilung der Straßenkosten, bis sie durch entsprechende Versuche hier verfeinert oder – was freilich kaum zu erwarten ist – widerlegt werden.

5.2.4. Verteilungsschlüssel für die Straßenkosten

Für die Verteilung der dem Kraftverkehr anzulastenden Straßenkosten muß man von den Kostenarten, unterteilt nach Bauteilen mit unterschiedlicher Nutzungszeit, ausgehen. Die zugehörigen Verteilungsschlüssel, die den ökonomischen und physikalischen Gegebenheiten etwa entsprechen, sind in *Tabelle 3* angegeben. Unter Beschränkung auf die wesentlichen Einflüsse wurden die folgenden 4 Schlüssel vorgesehen:

- Fahrleistung,
- Fahrleistung \times Faktor des dynamischen Flächenbedarfs,
- Fahrleistung \times Bemessungsfaktor,
- Fahrleistung \times Abnutzungsfaktor.

Dazu sind folgende Erläuterungen zu geben:

- a) Die Fahrleistung ergibt sich aus der Zahl der Fahrzeuge und ihrer Laufleistung auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder Straßenabschnitt, wobei als Zeiteinheit zweckmäßigerweise das Jahr gewählt wird.
- b) Die Faktoren des dynamischen Flächenbedarfs der einzelnen Fahrzeugarten beziehen sich auf den fließenden Verkehr und berücksichtigen außer der Grundfläche der Kraftfahrzeuge auch deren Geschwindigkeit und die Sicherheitsabstände nach vorn und den Seiten.
- c) Die Bemessungsfaktoren berücksichtigen die verschiedenen Fahrbahnstärken, die je nach Achslasten der Fahrzeugarten erforderlich werden. Das Problem der Zurechnung

der unterschiedlichen Baukosten auf die verschiedenen Fahrzeugarten kann z. B. nach der Methode der alternativen Einzelbereitstellung gelöst werden.¹⁴⁾ Zur Bestimmung der jeweils erforderlichen Fahrbahnstärke kann die oben erwähnte Bemessungsfunktion dienen.

- d) Die Abnutzungsfaktoren der einzelnen Fahrzeugarten zeigen entsprechend den Ergebnissen des AASHO-Road-Tests eine starke Progression in Abhängigkeit von der Achslast der Fahrzeuge. Bei den Lastkraftwagen ist daher möglichst auch die Auslastung der Fahrzeuge in Rechnung zu stellen; aufgrund von Umfragen kann folgende Annahme dafür als recht gute Näherung gelten:
- 50% der Laufleistung mit voller Nutzlast,
 - 25% der Laufleistung mit halber Nutzlast,
 - 25% der Laufleistung als Leerfahrten.

Tabelle 3: *Kostenarten und Verteilungsschlüssel*

Kostenart und Bauteile	Verteilungsschlüssel
	(FL = Fahrleistung)
1. Kalk. Zinskosten	
1.1 Gelände	} FL
1.2 Erdkörper	
1.3 Kunstbauten (Pfeiler, Widerlager) (Überbauten)	
1.4 Fahrbahn	FL × Flächenfaktor
1.5 Sonstige Anlagen	FL × Bemessungsfaktor
	FL
2. Abschreibungskosten	
2.1 Erdkörper	} FL × Flächenfaktor
2.2 Kunstbauten	
2.3 Fahrbahn	FL × Abnutzungsfaktor
2.4 Sonstige Anlagen	FL
3. Unterhaltungskosten	
3.1 Achslastabhängige Unterhaltung	FL × Abnutzungsfaktor
3.2 Sonstige Unterhaltung	FL
4. Verkehrssicherung und Verwaltung	FL

Der Verteilungsschlüssel »Fahrleistung und Abnutzungsfaktor« ist, wie aus *Tabelle 3* hervorgeht, nach Ansicht des Verfassers nur auf die Abschreibungskosten der Fahrbahn und schätzungsweise auf die Hälfte der Unterhaltungskosten der Straße anzuwenden, die andere Hälfte der Unterhaltungskosten (Reinigungsarbeiten, Schneeräumung, Brückenanstrich usw.) ist nicht achslastabhängig und nach der reinen Fahrleistung aufzuteilen.

Die *Tabelle 4* zeigt die Verteilung der Wegekosten des Kraftverkehrs in der BRD – im Jahr 1962 insgesamt 85% von 9200 = 7800 Millionen DM – auf die 4 Verteilungsschlüssel sowie auf Kraftfahrzeuge des Personen- und Güterverkehrs. Die Zahlen haben sich aus eingehenden Berechnungen über die Kostenarten und Nutzungszeiten der einzelnen Bauteile unter Anwendung der in *Tabelle 3* dargestellten Grundsätze und der vom

¹⁴⁾ Vgl. Fußnote 1), S. 44 ff. des Gutachtens.

Verfasser schon früher entwickelten Gedanken¹⁵⁾ ergeben. Danach beträgt der Anteil der gewichtsabhängigen Straßenkosten an den Wegekosten des Kraftverkehrs 22,6 + 31,7 = 54,3%. Er ist also höher, als bisher vielfach angenommen wurde. Ausschlaggebend dafür ist der Anteil der Baukosten der Fahrbahn, dem der Abnutzung besonders unterworfenen Bauteil der Straßen, an den Gesamtinvestitionen für den Bau einer Straße. Nach eingehenden Ermittlungen beträgt dieser Anteil für neue Straßen im Mittel für

Autobahnen (kreuzungsfrei)	etwa 30%
Bundesstraßen (nicht kreuzungsfrei)	etwa 50%
Landstraßen	etwa 60%
Gemeindestraßen	70 bis 80%

Der Anteil der jährlichen Abschreibungskosten der Fahrbahn an den Straßenkosten liegt zwangsläufig höher, weil die Nutzungszeit der Fahrbahn mit 25 bis 30 Jahren anzusetzen ist, die der übrigen wesentlichen Bauteile dagegen mit 70 bis 100 Jahren.

Tabelle 4: Verteilung der Wegekosten des Kraftverkehrs in der BRD auf Personen- und Güterverkehr (1962)

Verkehrsart	Fahrleistung aller Kfz. im Jahr 1962 Mio Fzg-km	Verteilungsschlüssel für die Wegekosten								Summe der Wegekosten	
		Fahrleistung (FL)		FL × Flächenfaktor		FL × Bemessungsfaktor		FL × Abnutzungsfaktor			
		%	Mio DM	%	Mio DM	%	Mio DM	%	Mio DM	%	Mio DM
Personenverkehr	128 800	80,7	1 743	63,7	894	21,2	373	9,4	232	41,5	3 242
Güterverkehr	30 800	19,3	417	36,3	510	78,8	1 390	90,6	2 241	58,5	4 558
Insgesamt	159 600	100	2 160 (27,7)	100	1 404 (18,0)	100	1 763 (22,6)	100	2 473 (31,7)	100	7 800 (100)

6. Bemerkungen zu neueren Berechnungen über die Verteilung der Straßenkosten

6.1. Vereinigte Staaten von Amerika

Das Bureau of Public Roads, eine Abteilung des Handelsministeriums der USA, hat eingehende Studien über die Straßenkosten durchgeführt, die dem Kongreß vorgelegt wurden und auch veröffentlicht sind.¹⁶⁾

Im Bericht Nr. 54 wurden 4 Methoden zur Kostenverteilung auf die Fahrzeuggruppen mit verschiedenen Gewichten und Abmessungen behandelt:

- mit Tonnenmeilen (ton-mile study),

¹⁵⁾ Meyer, D., Zur Auswertung des AASHO-Road-Tests für die Aufschlüsselung der Straßenkosten, in: Straße und Autobahn, 15. Jg. (1964), S. 382 ff.

¹⁶⁾ Bureau of Public Roads (BPR) beim Secretary of Commerce der USA:

- Final Report of the Highway Cost Allocation Study vom 26. 1. 61, House Document Nr. 54,
- Maximum Desirable Dimensions and Weights of Vehicles operated the Federal-Aid-System vom 18. 8. 64, House Document Nr. 354,
- Supplementary Report of the Highway Cost Allocation Study vom 24. 3. 65, House Document Nr. 124.

- mit der Kostenfunktion (cost-function study),
- mit Zuwachskosten (incremental study),
- nach dem Differenzialnutzen (differential benefits).

Die beiden letzten, besonders interessanten Methoden wurden im Bericht Nr. 124, der nach Abschluß des AASHO-Road-Tests erstellt wurde, eingehend beschrieben und auch durchgerechnet.

Die Zuwachsmethode (»incremental method«) geht davon aus, daß die Bauteile der Straßen und ihre Kosten in Zuwachsbeträge zerlegt werden können, die durch das Verkehren von Fahrzeugen bestimmter Gewichte und Abmessungen verursacht werden. Im Bericht Nr. 124 wird diese Überlegung am Beispiel der Erneuerung einer Straßendecke erläutert, wobei — immer gleiche Nutzungszeit der Fahrbahn vorausgesetzt — für die leichten Fahrzeuge nur eine Fahrbahn geringer Dicke D_1 erforderlich wäre; für mittelschwere Fahrzeuge wird eine Verstärkung D_2 erforderlich, für die schweren Fahrzeuge D_3 , für die schwersten Fahrzeuge D_4 . Die Kosten der Grundfahrbahn werden auf alle Fahrzeuge verteilt, die der Zuwachsstärken nur auf die Fahrzeuge, die sie verursacht haben.

Nach der Methode des Differentialnutzens (»differential benefits«) werden die Kosten einer neuen Straße auf die verschiedenen Kraftfahrzeuge im Verhältnis zu dem Nutzen aufgeteilt, der aus der Benutzung gezogen wird. Diese Methode bezieht also die Ersparnis an Betriebskosten (Kraftstoff, Reifen usw.) und den Wert des Zeitgewinns ein. Sie ähnelt den üblichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die vor dem Bau neuer Straßen aufgestellt werden, kann aber für die Verteilung der Kosten eines vorhandenen Straßennetzes praktisch nicht angewendet werden.

Beide Methoden wurden vom Bureau of Public Roads verwendet, um die Verteilung der veranschlagten Ausgaben für die Erweiterung des Federal Aid Highway Systems, also der mit Bundeszuschüssen finanzierten Fernstraßen auf die Benutzer zu verteilen. Es handelt sich im Prinzip um eine Investitionsrechnung, bei der sich der Begriff »total cost« keineswegs mit dem deutschen Begriff »Wegekosten« deckt. Immerhin ist es verdienstvoll, wenn in den USA derartige Probleme von amtlicher Seite untersucht und dabei auch nach Klärung der theoretischen Grundlagen zwei Methoden durchgerechnet werden. Im Bericht Nr. 124 wird von der Zuwachsmethode gesagt:¹⁷⁾

»Die »incremental method« ist so tief auf den Ergebnissen der Straßenbauforschung gegründet, daß ihre Resultate volle Würdigung und Vertrauen finden sollten. Indem sie die Analyse der Fahrbahnkostenaufteilung auf die Ergebnisse des AASHO-Road-Tests bei Ottawa stützt, benutzt die Studie nach der »incremental method« die neuesten und besten Erkenntnisse, die über die Einwirkungen von Achslasten von wechselnder Frequenz und Höhe auf feste und flexible Straßendecken verschiedener Bauart zur Verfügung stehen.«

6.2. Niederlande

J. H. W. Gerlings und J. Walter haben Berechnungen über die Zulastung der Kosten für das ganze Straßennetz in den Niederlanden an die Benutzergruppen aufgestellt.¹⁸⁾ Da

¹⁷⁾ House Document Nr. 124, S. 23.

¹⁸⁾ Geerlings, J. W. H. und Walter, J., Zulastung der Wegekosten in den Niederlanden an einige Gruppen Straßenbenutzer, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 35. Jg. (1964), S. 92 ff.

amtliche Angaben über die Kosten der Straßen seit 1957 nicht veröffentlicht worden sind, wurden die Einnahmen des Jahres 1961 den Berechnungen zugrunde gelegt. Mit Hilfe mehrerer Verteilungsschlüssel und unter Anwendung der Ergebnisse des AASHO-Tests wurde festgestellt, inwieweit die einzelnen Fahrzeugkategorien unter- oder überbelastet sind. Den Berechnungen ist zu entnehmen, daß den Pkw in den Niederlanden 40,5 % der Wegekosten anzulasten sind.

6.3. Belgien

A. Devreker hat kürzlich die Anlastung der Infrastrukturkosten untersucht und dann für Belgien die Wegekosten des Straßenverkehrs, der Eisenbahnen und der Binnenwasserstraßen ermittelt.¹⁹⁾ Besonders eingehend hat er sich mit den Straßenkosten beschäftigt, die er sowohl als tatsächliche Ausgaben wie als vollständige Kosten für die Jahre 1950 bis 1964 erhoben und verglichen hat. Während früher die Kosten größer als die tatsächlichen Ausgaben waren, übersteigen seit 1962 in Belgien die Ausgaben für die Straßen die Kosten — eine Folge des intensivierten Straßenbaues.

Zur Aufteilung der Wegekosten auf die Fahrzeuggruppen werden mehrere Verteilungsschlüssel benutzt: neben der Fahrleistung und dem Flächenbedarf auch die Beziehung zwischen dem Fahrzeuggewicht und der Stärke der Straßendecken. Die Ergebnisse des AASHO-Road-Tests wurden dabei verwendet. Für das Jahr 1962 ergibt sich danach folgende Aufteilung der Wegekosten:

	Mio belg. Fr.	%
Krafträder	308	3,1
Pkw	4 682	46,3
Omnibusse	396	3,9
Lastkraftwagen	4 727	46,7
	10 113	100,0

6.4. Bundesrepublik Deutschland

Als charakteristisches Beispiel für die Stimmen, die die Anwendung der Ergebnisse des AASHO-Road-Tests auf die Verteilung der Straßenkosten ablehnen, sei der von der »International Road Transport Union« (IRU) im Sommer 1966 veröffentlichte »Technische und ökonomische Forschungsbeitrag zu dem Problem Straßenbau und Straßenverkehr« erwähnt.²⁰⁾

In der Schrift wird der Wert der Ergebnisse des AASHO-Road-Tests und ihre Übertragbarkeit auf europäische Verhältnisse bestritten. Dem ist vor allem entgegenzuhalten, daß die experimentell gefundenen physikalisch-technischen Beziehungen allgemein gültig sind und daß die neuen Erkenntnisse solange verwendet werden sollten, bis noch bessere

¹⁹⁾ Devreker, A., Anlastung der Infrastrukturkosten, Manuskript des Vortrages auf dem Zweiten internationalen Symposium über Theorie und Praxis in der Verkehrswirtschaft, München 1967.

²⁰⁾ Castiglia, C. u. a., Technischer und ökonomischer Forschungsbeitrag zu dem Problem Straßenbau und Straßenverkehr. Analyse und Beurteilung des AASHO-Road-Tests, hrsg. von der International Road Transport Union, Genf 1966.

Forschungsergebnisse vorliegen. Im übrigen wird auf die Ausführungen unter 5.23 verwiesen.

Ohne hier auf Einzelheiten eingehen zu wollen, sind doch einige Bemerkungen erforderlich.²¹⁾ Den Verfassern kann zugestimmt werden, wenn sie dort feststellen, daß das Gewicht ein Zurechnungskriterium ist, das nur auf einen Teil der gesamten Wegekosten angewandt werden kann. Allerdings erscheinen die Zahlenangaben, »daß die Fahrbahnkosten nur 5 bis 15 % der Gesamtwegekosten ausmachen« und »daß das Gewicht nur einen sehr geringen Einfluß — von 2 bis 8 % — auf die Gesamtwegekosten hat«, nach den Ausführungen unter 5.24 wesentlich zu niedrig zu sein. Widersprochen werden muß auch der Ansicht, »eine differenzierte und gerechte Verteilung der Aufwendungen für das Straßenwesen auf die verschiedenen Benutzer kann somit nicht aufgrund der verursachten Kosten erreicht werden, sondern muß über andere Bemessungswerte und andere ökonomische Theorien vorgenommen werden«. Die Wegekostenrechnungen der Eisenbahnen und die obenstehenden Ausführungen über die Straßenkostenrechnung lassen jedoch eine Verteilung aufgrund der verursachten Kosten durchaus als möglich erscheinen.

Als Anhang I zur erwähnten Schrift ist der »Versuch einer Quantifizierung von Grenzbereichen für verkehrspolitische Entscheidungen zur Verteilung der Wegekosten zwischen den einzelnen Kraftfahrzeugkategorien, dargestellt am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland« wiedergegeben. Die Aufwendungen für den abgabepflichtigen Kraftverkehr werden dort nach 3 Schlüsseln verteilt:

Aufteilungsschlüssel	Untere Grenze zugunsten des Schwerlastverkehrs	Obere Grenze zuungunsten
Spitzenverkehr	25 %	15 %
Bruttotonnenkilometer	15 %	25,5 %
Raumkoeffizient K_R	60 %	59,5 %
	100 %	100 %

Nach den dort beigegebenen Berechnungen liegt »der Anteil der dem Güterkraftverkehr anzulastenden Aufwendungen für das Straßenwesen in der BRD zwischen den Grenzen von 24,79 und 29,79 %. Der tatsächliche Anteil dieser Fahrzeugkategorien am Gesamtaufkommen an Mineralölsteuer und Kraftfahrzeugsteuer lag 1964 zwischen 34 und 35 %.« Damit sind erstmals die Schätzwerte für die Anteile des Spitzenverkehrs genannt, die noch einer sorgfältigen Prüfung und Begründung bedürfen. Bei den anderen Schlüsseln fällt der geringe Betrag für den Schlüssel Bruttotonnenkilometer und der hohe Betrag für den Schlüssel Raumkoeffizient auf. Daß keine Schlüssel mit Hilfe des AASHO-Road-Tests gebildet werden, liegt auf der Linie der Schrift; dafür erscheinen dann aber die Anteile des Bruttotonnenkilometerschlüssels wesentlich zu niedrig.

Zusammenfassend läßt sich zu diesen ausdrücklich als Versuch bezeichneten Berechnungen sagen: Der Grundgedanke einer Eckwertrechnung ist sicherlich nützlich, jedoch sind die gewählten Verteilungsschlüssel insofern unvollständig, als sie die Straßenabnutzung nicht oder zumindest nicht genügend berücksichtigen.

²¹⁾ Castiglia, C. u. a., Technischer und ökonomischer Forschungsbeitrag . . . , a.a.O., S. 102.

7. Ausblick

In den obigen Ausführungen wurde versucht, die Wegekostenrechnungen der Binnenverkehrsmittel einmal im Zusammenhang zu betrachten und dabei nach einer einheitlichen Methodik, hier der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung, vorzugehen. Daraus ergeben sich — unabhängig von der gewählten Methode — folgende Aufgaben zur Weiterentwicklung der praktischen Wegekostenrechnung:

1. Die Berechnung der Wegekosten für einzelne Strecken oder zumindest Bezirke muß ermöglicht werden; man denke beispielsweise an den Verkehr in Großstädten und Ballungsräumen.
2. Die neuen Kostenrechnungsmethoden, auf die hier nicht näher eingegangen werden konnte, bringen Begriffe mit sich — wie Grenzkosten, Zuwachskosten usw. —, die noch präzisiert und berechenbar gemacht werden müssen.
3. Am Problem der Verteilung der gewichtsabhängigen Teile der Straßenkosten des Kraftverkehrs wird weiter gearbeitet werden müssen; der unter 5.24 gemachte Vorschlag beansprucht keineswegs, in jeder Hinsicht vollkommen zu sein. Dazu gehört auch die Untersuchung weiterer Einflüsse sekundären Ranges auf die Nutzungsdauer der Straßen.
4. Als Grundlage für derartige Verfeinerungen der Straßenkostenrechnung wären genauere Buchungsverfahren dringend erwünscht. Ähnlich wie die Eisenbahnen sollten auch die vielen Baulasträger der Straßen ihre Ausgaben nach einem einheitlichen Kontenrahmen buchen und dabei nach Ausgabenarten, Bauteilen der Straßen und nach der Örtlichkeit differenzieren.