

IV. Ergebnis

Die statistische Beteiligung von Ausländern an Ordnungswidrigkeitenverfahren einerseits bzw. Unfällen beim Transport gefährlicher Güter auf der Straße andererseits läßt die Aussage zu, daß ausländische Gefahrgut-Lkw eine im wesentlichen vergleichbare Sicherheit aufweisen wie deutsche Gefahrgut-Lkw;⁴⁾ Ausnahmen bestätigen die Regel. Wenn dem so ist, dann haben wir in der Bundesrepublik Deutschland das legislative Optimum überschritten. Mit anderen Worten: Weniger wäre gleichviel.

Abbildung 6: Wassergefährdende Stoffe-Straße-Beteiligung von Ausländern an Unfällen (1990)

	Tankfahrzeug	Stückgutfahrzeug
Deutsche Kfz:	132 (= 92%)	54 (= 79%)
Ausländische Kfz:	12 (= 8%)	14 (= 21%)
	144 (= 100%)	68 (= 100%)

Quelle: UBA, Berlin

Abbildung 7: Entzündbare Flüssigkeiten-Straße-Aufkommen (Mio t) und Unfälle BRD (1987), Frankreich (1987), Italien (1986)

	BRD	Frankreich	Italien
Aufkommen	135	64	66
Unfälle	95	23	24

Quelle: Facchini/Brockhoff

Abstract

Transporting dangerous goods by road is being given critical attention due to numerous accidents. In particular foreign dangerous goods HGV in border-crossing and cabotage traffic come into the firing line through "horror reports". Implications have been made that not only the vehicles but also the drivers have lower standards in comparison to German vehicles and drivers. An exact analysis about foreigners involved in traffic offence cases as well as in accidents when transporting dangerous goods has shown, however, that this hypothesis cannot be maintained.

4) Gleiches Ergebnis Baum H. et al., a.a.O., S. 167.

ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRS- WISSENSCHAFT

INHALT DES HEFTES:

Vernachlässigung der Bahn
bei Infrastruktur-Investitionen?

Von Thomas Selz, Freiburg i.Br.

Seite 179

Interdependenzen zwischen
Telekommunikation und
Personenverkehr

Von Stefan Köhler, Heilbronn

Seite 205

Volkswirtschaftliche Kosten
von Arbeits- und Wegeunfällen

Von Herbert Baum, Köln

Seite 222

Buchbesprechung: Umweltökonomie

Seite 252

Manuskripte sind zu senden an die Herausgeber:

Prof. Dr. Herbert Baum

Prof. Dr. Rainer Willeke

Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln

50923 Köln

Verlag – Herstellung – Vertrieb – Anzeigen:

Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 40237 Düsseldorf

Telefon: (02 11) 9 91 93-0, Telefax (02 11) 6 80 15 44

Telex 8 586 633 vvf

Einzelheft DM 21,25 – Jahresabonnement DM 78,15

zuzüglich MwSt und Versandkosten

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 10 vom 1. 1. 1994

Erscheinungsweise: vierteljährlich

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Vernachlässigung der Bahn bei Infrastruktur-Investitionen?

VON THOMAS SELZ, FREIBURG I. BR.

v f k . b
b . v c e
5

1. Verkehrsentwicklung und Infrastruktur

Die Entwicklung des Personenverkehrs war in der Zeit vom Zweiten Weltkrieg bis heute durch eine stürmische Zunahme des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung gekennzeichnet. Allein im Zeitraum 1961 bis 1991 wuchs die Zahl der Personenfahrten auf dem Gebiet der alten Bundesländer um 75% von 24,0 Mrd auf 42,0 Mrd Personenfahrten pro Jahr. Die Leistung stieg im gleichen Zeitraum um 165% von 277,3 Mrd Pkm auf 735,3 Mrd Pkm. Von diesem Wachstum profitierte in erster Linie der Individualverkehr, dessen Aufkommen in der Zeit 1961 – 1991 um 111% von 16,2 auf 34,2 Mio Personenfahrten anstieg. Bei der Leistung waren es 228%. Die Eisenbahn erlebte dagegen einen leichten Rückgang der Anzahl der beförderten Personen von 1,3 Mrd Personen auf 1,2 Mrd Personen, während sie bei der Beförderungsleistung eine Steigerung um 14% von 40,9 Mrd Pkm auf 46,7 Mrd Pkm verzeichnen konnte.¹⁾ In Tabelle 1.1 sind die genannten Werte und entsprechende Zahlen für Bus- und Luftverkehr nochmals zusammengestellt.

In der öffentlichen Diskussion wird häufig die Meinung vertreten, das starke Wachstum des Individualverkehrs sei auf eine „einseitige“ verkehrspolitische Förderung des Individualverkehrs zu Lasten der Bahn zurückzuführen.²⁾ Das Hauptargument für diese These ist die Infrastrukturausstattung der beiden Verkehrsträger. Andere Aspekte, wie die unterschiedliche Qualität von Betriebsmitteln oder die fehlende Anlastung negativer externer Effekte spielen in der Diskussion eine untergeordnete Rolle.

Implizit wird in der genannten These unterstellt, die Verkehrsnachfrage werde zu einem großen Teil von der infrastrukturbedingten Angebotsqualität beeinflusst. Zur Begründung werden meist globale Investitionssummen für Straßen- und Eisenbahn-Infrastruktur verglichen, oder es werden Streckenlängen von Straßenbauten den Neubaumaßnahmen der Bahn gegenübergestellt. Wie aus Tabelle 1.2 für den Zeitraum 1961 – 1991 ersichtlich wird, geht dieser Vergleich recht eindeutig zugunsten der Straße aus. Bei einer so globalen Betrachtung bleibt jedoch die Infrastrukturnutzung außer Betracht. Deshalb werden in einer nächsten Stufe ebenfalls globale Verkehrsleistungs- und Aufkommenswerte auf die Investitionen bezogen. Th. Sarrazin bildet als ähnliche Kenngröße die „Verkehrsnutzung“ und die „Ausgabenintensität“.³⁾ Unter „Verkehrsnutzung“ wird der Quotient aus Personen-/Tonnenkilo-

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Volksw. Thomas Selz
c/o Fa. Kessel + Partner
Schwimmbadstraße 15
79100 Freiburg

1) Verkehr in Zahlen 1979, S. 154, 156, dto 1989, S. 177, 179.

2) Vgl. G. Lütge, Auf der Strecke geblieben, in: Die Zeit 22. 09. 89, S. 33.

3) Th. Sarrazin, Die DB aus finanzpolitischer Sicht (Referat vor dem Verkehrsforum Bahn eV.), Bonn, 02. 12. 1986.

metern des jeweiligen Verkehrsträgers und dem Netto-Anlagevermögen verstanden. „Ausgabenintensität“ ist das Verhältnis von Investitions- und Betriebsausgaben zu Pkm bzw. tkm. Für 1985 beträgt die Verkehrsnutzung bei der Bahn 0,85, bei der Straße dagegen 1,84. Die Ausgabenintensität liegt für die Bahn bei 12,2, für die Straße bei 3,5. Die Ableitung einer „Investitions-Effizienz“ aus den in Tabelle 1.2 aufgeführten Investitions- und Verkehrsleistungswerten ergibt wie bei Th. Sarrazin deutlich höhere Werte als bei der Straße. Das geringe Niveau der Bahn – gegenüber den Straßeninvestitionen könnte durch den Effizienz- bzw. Nutzungsvergleich gerechtfertigt werden; umgekehrt läßt sich geringere Effizienz als Folge geringerer Investitionen interpretieren. Weiterhin ist der niedrigere spezifische Investitionsbedarf der Straße eine Folge der Systemeigenschaft individueller Verkehrsführung mit geringeren Fixkosten für die Betriebsführung.

Tabelle 1.1: Aufkommens- und Leistungsentwicklung im Personenverkehr 1961 – 1991

Verkehrsart	Aufkommen (Mrd Personenfahrten/Jahr)			Leistung (Mrd Pkm/Jahr)		
	1961	1991	%	1961	1991	%
Pkw	16,24	34,18	+ 110	183,3	601,0	+ 228
Eisenbahn	1,30	1,20	- 8	40,9	46,7	+ 14
– Nahverkehr	1,17	1,09	- 7	18,1	18,1	+ 0
– Fernverkehr	0,13	0,12	- 8	22,8	28,6	+ 25
Bus	6,27	6,13	- 2	36,1	58,7	+ 63
– Linienverkehr	6,20	6,04	- 3	25,3	33,8	+ 34
– Gelegenheitsverkehr	0,07	0,08	+ 14	10,8	24,9	+ 131
Luft	0,006	0,061	+ 917	1,7	17,7	+ 941
Taxi	0,14	0,39	+ 179	0,9	2,5	+ 178
Gesamt	23,96	41,96	+ 75	277,3	735,3	+ 165

Zu Bus: Linienverkehr einschließlich Straßenbahn/U-Bahn

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 305, 309, dto 1992, S. 193, 195

Tabelle 1.2: Investitionssumme, Neubau-Streckenlänge und Verkehrsleistungen von Schienen- und Straßennetz 1961 – 1991

	Brutto-Inv. (Mio DM zu jew. Preisen)	Neubau- Streckenlänge (km)	Verkehrs- leistungen (Mrd Pkm)	Investitions- Effizienz Pkm/DM)
Schiennetz	89268	762	1248,6	0,014
Straßennetz	374840	46400	12545,3	0,033

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 41-43, 308-309, dto 1992, S. 31, 193, 195

Die realisierte Verkehrsleistung selbst sagt jedoch als Ertragsgröße in einer Effizienzanalyse wenig aus, da die Qualität dieser Verkehrsleistung unberücksichtigt bleibt. Gerade eine unterschiedliche Qualitätsentwicklung von Bahn und Straße in der Nachkriegszeit könnte aber wesentlich zu den großen Unterschieden in der Nachfrageentwicklung beider Verkehrsträger beigetragen haben. Daher setzt eine Beurteilung der Investitionen über einen längeren Zeitraum einen Vergleich der Leistungsfähigkeitsänderungen während dieses Zeitraums voraus. Die Analyse der Leistungsfähigkeit soll dabei ebenso wie die Erfassung der Investitionssummen nach den unterschiedlichen Netzteilen differenziert werden.

2. Methodik des Vergleichs der Infrastrukturentwicklung von Schiene und Straße

Ein überschlagsmäßiger Vergleich von Infrastrukturnetzen kann zunächst von der jeweiligen Netzlänge ausgehen. Der reine Vergleich von Netzlängen oder der Veränderung von Netzlängen sagt jedoch nur wenig über die Qualität der von einem Netz potentiell zu erbringenden oder tatsächlich erbrachten Verkehrsleistungen aus. Deshalb soll die Qualität der jeweiligen Verkehrsleistung der primäre Beurteilungsmaßstab sein. Sie drückt sich besonders in der erzielbaren Durchschnittsgeschwindigkeit aus. Da die Durchschnittsgeschwindigkeit im Personenverkehr bei Schienen- und Straßennetz wesentlich über der des Güterverkehrs liegt und der Personenverkehr von Kapazitätsengpässen qualitativ weit stärker betroffen ist als der Güterverkehr, kann der Vergleich auf den Personenverkehr beschränkt werden. Das Schienen- und das Straßennetz bestehen aus Netzteilen unterschiedlicher Erschließungsfunktion und unterschiedlichen Ausbauzustands. Die Analyse muß deshalb differenziert nach unterschiedlichen Streckenkategorien bzw. Straßenklassen erfolgen. Für jeden der beiden Verkehrsträger werden die Brutto-Investitionen des Zeitraums 1961 – 1988 dargestellt. Anschließend wird die entsprechende Entwicklung der qualitativen Leistungsfähigkeit auf den einzelnen Netzteilen analysiert. Erst auf Basis der Netzteile erfolgt ein Vergleich der Netzlänge. Als Bezugspunkt für die Investitions-Analyse wurden die Brutto-Investitionen, also die Summe aus Ersatz- und Erweiterungs-Investitionen, gewählt, da über die Netto-Investitionen kein nach Streckenkategorien bzw. Straßenklassen differenziertes Datenmaterial vorliegt. Durch die nach Qualität und Quantität abgestufte Vergleichsmethodik ergeben sich daraus keine Verzerrungen. Der Einfluß unterschiedlicher Modernitätsgrade in den Teilen des jeweiligen Verkehrsnetzes wird durch die qualitative Komponente erfaßt, während die Netzlängen sowohl in bezug auf die Brutto- als auch auf die Netto-Investitionen verglichen werden können. In Abhängigkeit vom jeweiligen Modernitätsgrad könnten sich allenfalls unterschiedliche Investitionseffizienzen ergeben. Diese sind hier jedoch nicht der eigentliche Untersuchungsgegenstand.

Aufgrund der Datenverfügbarkeit sind nur die alten Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland einbezogen. Aus dem gleichen Grund wurden die Nichtbundeseigenen Eisenbahnen bei der Analyse des Schiennetzes vernachlässigt.

Um Verzerrungen im Investitionsniveau durch die zusätzlichen Investitionen infolge der Ostöffnung zu vermeiden, wurde 1988 als Bezugsjahr gewählt. Zudem lag die aktuellste

Statistik nach Straßenklassen nur für 1986 vor. Gravierende Umschichtungen zwischen Bahn und Straße sind aus Sicht der westlichen Bundesländer in den Jahren seit der Ostöffnung nicht erfolgt, so daß die wesentlichen Aussagen weiterhin zutreffen.

Die 1991 eröffneten Neubaustrecken der DB sind mit ihren anteiligen Investitionen bis 1988 berücksichtigt. Beim Leistungsfähigkeitsvergleich werden die 1991 erzielten Geschwindigkeitssteigerungen nachrichtlich ausgewiesen.

Die Leistungssteigerung von Schiene und Straße im Untersuchungszeitraum wird zusätzlich untersucht. Neben oder statt der hier als Vergleichsmaßstab gewählten qualitativen Leistungsfähigkeit von Schienenstrecken und Straßen könnte auch deren quantitative Leistungsfähigkeit, also die Kapazität, herangezogen werden. Gerade angesichts der Diskussion um Überlastungserscheinungen scheint dies zunächst nahezuliegen. Darauf wurde jedoch verzichtet. Kapazitätsvergleiche zwischen Schiene und Straße sind wegen der unterschiedlichen Systemeigenschaften nur begrenzt möglich und methodisch umstritten.⁴⁾ Die hier zu untersuchende Frage unterschiedlicher Prioritäten für die Verkehrsträger bei den Investitionen ist primär auf die Entwicklung ihrer jeweiligen Marktchancen gerichtet. Diese drücken sich jedoch vorwiegend in qualitativen Kriterien aus. Die Qualität wird natürlich bei starker Auslastung wiederum von der Kapazität beeinflusst, dies wird aber durch den Vergleich von realisierbaren Durchschnittsgeschwindigkeiten im Schienennetz ausreichend berücksichtigt.

3. Entwicklung der Brutto-Investitionen im Schienennetz

In den einschlägigen Veröffentlichungen wie etwa „Verkehr in Zahlen“ werden die Investitionen im Bahnnetz nicht nach Streckentypen spezifiziert; auch die sachliche Gliederung erfolgt nicht in ausreichender Differenzierung. Daher wurde die DB um die Bereitstellung zeitlich, sachlich und nach Streckentypen gegliederten Datenmaterials gebeten.⁵⁾ Wenn auch nicht alle Differenzierungswünsche erfüllt werden konnten, war doch eine fundierte Datenbasis gegeben. In Tabelle 3.1 sind die Brutto-Investitionen (im folgenden kurz „Investitionen“) nach Sachgebieten gegliedert. Das Sachgebiet „Unter- und Oberbau“ umfaßt Fahrweg und Kunstbauten wie Tunnel und Brücken.

Gemäß Tabelle 3.1 sind etwa zwei Drittel der gesamten DB-Investitionen der eigentlichen Infrastruktur zuzurechnen. Auf Schienenfahrzeuge entfällt ein Viertel, auf Hochbauten/Maschinen ein Zehntel der Investitionen.

Für die Zuordnung der einzelnen Streckenkategorien stand nicht für den gesamten Untersuchungszeitraum differenziertes Datenmaterial zur Verfügung. Zur Vorbereitung dieser Zurechnung wurde die in Tabelle 3.2 dokumentierte Verteilung der Investitionen auf Investitionsarten vorgenommen. Die Investitionsarten Neubau- (NBS) und Ausbaustrecken (ABS) konnten direkt aus den DB-Unterlagen übernommen werden. Für die Rangier-

4) W. Schwanhäuber, Die Leistungsfähigkeit moderner Eisenbahnstrecken, in: IV 36, 1984, S. 32-37 und E. Mühlhans, Was kann eine Eisenbahnstrecke tatsächlich leisten, in IV 36, 1984, S. 38 ff.

5) Schreiben Herr Einwohlt, Z.ZP der DB, vom 06. 03. 1990 mit entsprechenden statistischen Unterlagen.

bahnhöfe (Rbf) stand für die Jahre bis 1980 nur ein Globaleckwert von 3,17 Mrd DM Brutto-Investitionen des Zeitraums 1973-1985⁶⁾ zur Verfügung. Dieser Wert wurde unter Berücksichtigung der gelieferten Werte zur Rahmenplanung Rbf (überwiegend Erweiterungs-Investitionen) auf die entsprechenden Jahre verteilt und mit einem Baupreisindex deflationiert. Für die vorherigen Jahre bis 1961 wurden aus Konsistenzgründen Werte entsprechend der Entwicklung 1973-1985 extrapoliert, da in diesen Jahren nennenswerte Ersatz- und Rationalisierungs-Investitionen in Rbf vorgenommen wurden.

Tabelle 3.1: Brutto-Investitionen im Schienennetz nach Sachgebieten 1961-1988
(Mio DM zu jeweiligen Preisen)

Sachgebiet	Brutto-Investitionen 1961 – 1988	Sachgebiet	Brutto-Investitionen 1961 – 1988
Unter- und Oberbau	47 487	Hochbau	3 889
Bahnstromanlagen	4 389	Fahrzeuge	24 991
Signal-, Fernmeldeanlagen	10 368	Maschinen, Geräte	6 256
Infrastruktur gesamt	62 244	Investitionen gesamt	97 380

Quelle: vgl. Anm. 5, 6

Tabelle 3.2: Brutto-Investitionen im Schienennetz nach Investitionsarten 1961-1988
(Mio DM zu jeweiligen Preisen)

Investitionsart	Brutto-Investitionen 1961 – 1988	Investitionsart	Brutto-Investitionen 1961 – 1988
NBS	13 770	Elektrifizierung	5 275
ABS	1 175	Infrastruktur gesamt	62 244
sonstiger Ausbau	23 917	Hochbau	3 889
Rbf	5 263	Maschinen, Geräte	6 256
KLV	1 846	Fahrzeuge	24 991
S-Bahn	10 998	Investitionen gesamt	97 380

Quelle: vgl. Anm. 5, 6, 7; eigene Berechnungen

6) F. Jung, Interdependenzen zwischen Hochgeschwindigkeitspersonenverkehr der DB und dem nationalen Luftverkehr (unveröff. Diplomarbeit am Lehrstuhl VWL I der Uni Gießen), Gießen 1987.

Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis erklärt. In den Jahren 1986-1988 konnten bereits Maßnahmen der BVWP'85 verwirklicht werden. Entsprechende Wertansätze lagen vor.⁷⁾ Kombiniertes Ladungsverkehr (KLV) wird seit 1968 betrieben. Da Investitionsdaten erst ab 1985 verfügbar waren, wurden für die Jahre 1968-1984 Werte in Analogie zur Investitionsentwicklung der Rbf angesetzt. Für die Elektrifizierungs-Investitionen konnte aus vorhandenen Untersuchungen und Elektrifizierungs-Projekten ein km-spezifischer Satz über die Jahre des Betrachtungszeitraums von 1,39 Mio DM/km mit Stand 1987 abgeleitet werden.⁸⁾ Mit den jeweiligen Steigerungen der elektrischen Streckenlängen erfolgte die Umsetzung in jährliche Werte (deflationiert).⁹⁾ Die S-Bahn-Investitionen wurden nach dem Globaleckwert von 7,6 Mrd DM in den Jahren 1967-1981 bzw. 11,0 Mrd DM in den Jahren 1967-1986 auf die Jahre verteilt, deflationiert¹⁰⁾ und um anteilige Elektrifizierungs-Investitionen vermindert. In den Elektrifizierungen der 60er-Jahre sind die Elektrifizierungen der später so definierten Ausbaustrecken (ABS) mit enthalten. Diese Trennung von Elektrifizierungs- und Unter-/Oberbaumaßnahmen ist jedoch durchaus gewünscht. Die gewählte Vorgehensweise der Verteilung von relativ pauschalen Werten auf die Jahre des Betrachtungszeitraums ist gerechtfertigt, da keine Genauigkeit einzelner Zahlen, sondern nur eine angebotsorientierte und auf einen langen Zeitraum gerichtete Zuordnung der Investitionen beabsichtigt ist. Der vorwiegend aus Ersatzinvestitionen bestehende Maßnahmenblock „sonstiger Ausbau“ macht ein Drittel der Infrastrukturinvestitionen aus. S-Bahn- und Neubaustrecken stellen jeweils ein Fünftel der Infrastrukturinvestitionen, während die Elektrifizierungen weniger ins Gewicht fallen.

Die eigentliche Zurechnung auf Streckenkategorien orientiert sich an der von der DB in der Vergangenheit häufig verwendeten Einteilung in:

- Hauptabfuhrstrecken (HAS)
- Nebenfernstrecken (NFS)
- Regionalverkehrsstrecken (RVS)

Von den Regionalverkehrsstrecken werden S-Bahn-Strecken (SBS) als zusätzliche Kategorie abgespalten. Da die DB diese Einteilung derzeit nicht anwendet, waren hierzu keine Daten vorhanden.¹¹⁾ Deshalb wurden die Strecken nach dem Kriterium „Angebot im Personenverkehr“ eingeteilt.

HAS sind sämtliche Strecken mit IC-Verkehr (1988) / F-Zug-Verkehr (1961), Strecken mit internationalem Personenfernverkehr sowie sonstige Strecken mit bedeutendem Personenfernverkehr. Aus Gründen der Netzsystematik wurden einige für den Güterverkehr bedeutende Strecken in Ballungsräumen als HAS eingestuft, obwohl sie im Personenverkehr kein besonderes Angebot bieten.

7) Schreiben Herr Roth, Z ZP der DB, vom 16. 08. 1991, mündliche Auskunft Herr Roth 28. 02. 1992.

8) K. Gresser, Th. Selz, Elektrifizierung Nürnberg-Hof/Bayreuth (Untersuchung im Auftrag der DB), Freiburg 1988, S. 25, oV, Oberleitung nach Norden, in: Blickpunkt DB, 1991, Nr. 7, S. 3.

9) Verkehr in Zahlen 1975, S. 66, dtv 1990, S. 52.

10) Schriftenreihe der DVWG, Band B 73, Bergisch Gladbach 1981, S. 124f; W. Hamm, Verkehrssubventionen als Instrument regionalpolitischer Fehlsteuerungen, in: IV 41, 1989, S. 233-236, hier S. 234.

11) Diese Einteilung wird heute von der DB nicht mehr streckenspezifisch, sondern nach den realisierten Angeboten IC/ICE, IR, RSB, RB vorgenommen. Da die Abgrenzung nach Strecken einen Zusammenhang zwischen Infrastruktur und Angebot besser ausdrückt, wurde sie hier verwendet.

Als NFS wurden alle sonstigen Strecken, die mindestens D-Züge oder RSB-Züge mit Bedeutung für den Fernverkehr (1988) bzw. Fern-E-Züge (1961) aufweisen, bezeichnet. S-Bahn-Strecken können aus dem Kursbuch abgeleitet werden. Alle übrigen sind Regionalverkehrsstrecken, wobei nur solche mit Personenverkehr einbezogen wurden.

Tabelle 3.3: Brutto-Investitionen im Schienennetz nach Streckenkategorien und Fahrzeug-Investitionen 1961-1988 (Mio DM zu jeweiligen Preisen); Streckenlängen nach Streckenkategorien 1961-1988 (km)

	Brutto-Investitionen 1961 - 1988	Streckenlänge ¹²⁾	
		1961	1988
Hauptabfuhrstrecken (HAS)	26 055	5 193	5 193
Nebenfernstrecken (NFS)	10 416	9 395	8 470
S-Bahn-Strecken (SBS)	14 365	106	1 300
Regionalverkehrsstrecken (RVS)	4 299	13 406	6 037
Infrastruktur gesamt	55 135	28 100	21 000
Fahrzeuge Personenverkehr	12 249		
Infrastruktur und Fahrzeuge	67 384		

Quelle: vgl. Anm. 5, 6, 7; eigene Berechnungen

In Tabelle 3.3 sind die personenverkehrsrelevanten Brutto-Investitionen im Schienennetz nach Streckenkategorien differenziert und mit den jeweiligen Streckenlängen verglichen. Für 1991 beträgt die Netzlänge der HAS unter Einschluß der Neubaustrecken 5 534 km.

Die Investitionen in HAS bestehen zum einen aus den Investitionen in NBS/ABS aus Tabelle 3.2 sowie aus dem Anteil an den Elektrifizierungs-Investitionen, der auf die im Untersuchungszeitraum elektrifizierten HAS entfällt. Zum anderen wurden den HAS Investitionen des „sonstigen Streckenausbau“ zugeschlagen, bei denen es sich überwiegend um Ersatz-Investitionen handelt. Die Elektrifizierungen bei NFS und RVS ergeben sich aus den Streckenlängen. Anteile am „sonstigen Streckenausbau“ können wie bei den HAS aus den Anteilen der jeweiligen Streckenkategorie an den Verkehrsleistungen des Personenverkehrs abgeleitet werden. Den Streckenkategorien wurden folgende Verkehrsanteile zugeordnet:

12) Nur Strecken mit Personenverkehr.

Tabelle 3.4: Verkehrsanteile nach Streckenkategorien

	Anteil der Fernverkehrsleistung		Anteil der S-Bahn-Verkehrsleistung		Anteil der Nahverkehrsleistung		Anteil der gesamten Personenverkehrsleistung	
	1961	1988	1961	1988	1961	1988	1961	1988
HAS	0,52	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	0,41	0,42
NFS	0,38	0,33	0,00	0,00	0,30	0,30	0,34	0,25
SBS	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,03	0,24
RVS	0,10	0,06	0,00	0,00	0,40	0,40	0,22	0,09

Quelle: eigene Schätzung; Verkehr in Zahlen 1991, S. 87-89, 309-312

Vereinfachend wurde den S-Bahn-Strecken keine Fernverkehrsleistung zugerechnet. Änderungen der Anteile wurden entsprechend dem zeitlichen Verlauf berücksichtigt.

Die Investitionen in S-Bahn-Strecken können aus Tabelle 3.2 übernommen werden. Hinzu kommt der Anteil am sonstigen Ausbau, der der S-Bahn-Verkehrsleistung entspricht. Da die Personenverkehrsleistungsfähigkeit untersucht werden soll, erscheinen die Rbf- und KLV-Investitionen in Tabelle 3.3 nicht mehr. Weiterhin sind nur noch die Fahrzeug-Investitionen für Personenverkehr aufgeführt. Dazu wurden die Reisezugwagen, die Triebwagen sowie 60% der Lokomotiven gezählt.

Aufgrund fehlender Vergleichsdaten des Straßenverkehrs wurden die Investitionsarten Hochbau und Maschinen/Gerät in Tabelle 3.3 nicht mehr aufgenommen. Aus Tabelle 3.3 geht die Konzentration der Investitionen auf die Hauptabfuhrstrecken hervor. Knapp die Hälfte der personenverkehrsrelevanten Investitionen ist diesen zuzurechnen. Besonders die echten Erweiterungs-Investitionen kommen dieser Streckenkategorie zugute. Nennenswerte Erweiterungs-Investitionen sind auch bei den S-Bahn-Strecken zu verzeichnen, während die Investitionen in NFS vorwiegend und die Investitionen in RVS fast ausschließlich Ersatz-Investitionen sind.¹³⁾ Die Fahrzeuginvestitionen machen knapp 20% der personenverkehrsrelevanten Investitionen aus.

4. Entwicklung der Leistungsqualität des Schienennetzes

Wie in Abschnitt 2. erläutert, wurde zur Ermittlung der Leistungsqualität in den einzelnen Streckenkategorien die realisierte Durchschnittsgeschwindigkeit aus den Kursbüchern des Personenverkehrs herangezogen.¹⁴⁾ Weil innerhalb einer Streckenkategorie keine flächendeckende Feststellung der Geschwindigkeiten vorgenommen werden konnte, wurde eine

¹³⁾ Mündliche Auskunft Herr Janiak, Z ZP der DB 14. 02. 1989.

¹⁴⁾ Vgl. DB-Kursbuch Winter 1960/61, Sommer 1988.

Auswahl von Strecken getroffen. Dabei wurden die Strecken nach Regionen geschichtet und innerhalb einer Region so gewählt, daß unterschiedliche Angebotsstandards und topographische Verhältnisse repräsentativ vertreten waren. Bei jeder ausgewählten Strecke wurde die Durchschnittsgeschwindigkeit für 1961 und 1988 ermittelt:

- 1) Hauptabfuhrstrecken (IC/D-Zug): Wahl des schnellsten Zuges, Feststellung der Durchschnittsgeschwindigkeit ohne Halt.
- 2) Nebenfernstrecken (IR/D-Zug/E-Zug): Wahl des schnellsten Zuges, Feststellung der Durchschnittsgeschwindigkeit ohne Halt.
- 3) S-Bahn-Strecken (S-Bahn): Feststellung der Durchschnittsgeschwindigkeit eines ausgewählten Zuges auf 2 Teilstücken einer Strecke unter Abzug von 60 sec. für Halt-, Brems- und Beschleunigungszeit für jeden Halt.
- 4) Regionalverkehrsstrecken (RB/N-Zug): Feststellung der Durchschnittsgeschwindigkeit des jeweils schnellsten Zuges unter Abzug von 60 sec. für Halt-, Brems- und Beschleunigungszeit für jeden Halt.

Die vereinfachte Herausrechnung der Halt- und Beschleunigungszeiten vermindert die Aussagekraft nicht, weil 1961 wie 1988 das gleiche Verfahren angewendet wurde.

Einflüsse verbesserter Betriebsmittel könnten den Vergleich der Leistungsfähigkeit verzerren, weil einerseits die Streckenhöchstgeschwindigkeit möglicherweise nicht ausgenutzt wurde und andererseits durch schnelleres Beschleunigen und Bremsen eine vom Streckenzustand nicht verursachte Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit eintreten könnte. Daher wird eine zusätzliche Untersuchung der Entwicklung der Fahrzeug-Leistungsfähigkeit im Berichtszeitraum vorgenommen.

Die in den vier Streckenkategorien 1961 und 1988 realisierten Durchschnittsgeschwindigkeiten wurden nach der in Abschnitt 3 beschriebenen Methodik ermittelt. Die einzelnen Durchschnittsgeschwindigkeiten innerhalb einer Streckenkategorie wurden mit der jeweils zugrundeliegenden Streckenlänge gewichtet, da die unterschiedlichen Raumtypen bereits in der Streckenauswahl berücksichtigt worden waren. Die Gewichtung der Streckenkategorien bei der Ermittlung des Durchschnitts aller Kategorien erfolgte nach den in Abschnitt 3 erläuterten Verkehrsleistungsanteilen. Danach ergeben sich für die einzelnen Streckenkategorien die in Tabelle 4.1 ausgewiesenen Durchschnittsgeschwindigkeiten. Im zeitlichen Vergleich zeigen sich in allen Streckenkategorien Zuwächse der Durchschnittsgeschwindigkeit in ähnlicher Größenordnung zwischen +18 und +26%. Erwartungsgemäß liegen die Steigerungsraten bei den Hauptabfuhr- und Nebenfernstrecken höher als bei den Regionalverkehrsstrecken. Die Geschwindigkeitserhöhungen belegen, daß keine pauschale Aussage einer investiven Vernachlässigung der Schiene getroffen werden kann. Die geringen Unterschiede der Leistungsqualitätsentwicklung zwischen den Streckenkategorien und das Ausmaß der Beschleunigung für die Regionalverkehrsstrecken erstaunen zunächst. Hier muß der Einfluß aus Fahrzeugverbesserungen zusätzlich zur Wirkung der Infrastrukturinvestitionen berücksichtigt werden. Dazu wurden die Bestände der wichtigen im Personenverkehr eingesetzten Triebfahrzeuge der DB für 1961 und 1988 aus veröffentlichten Statistiken abgeleitet.¹⁵⁾

¹⁵⁾ Quelle wie Tabelle 4.2; die dabei erreichte Genauigkeit ist für die Zwecke eines größenordnungsmäßigen Leistungsvergleichs ausreichend.

Aus den jeweiligen, in PS ausgedrückten Leistungsfähigkeiten ergeben sich durchschnittliche Leistungsfähigkeiten des Bestandes für die beiden Zeitpunkte. In Tabelle 4.2 sind die entsprechenden Leistungsdaten aufgeführt. Die Aufteilung nach elektrischen/nicht elektrischen Triebfahrzeugen wurde nach Betriebsleistungsanteilen vorgenommen.¹⁶⁾

Für alle Streckenkategorien sind erhebliche Steigerungen der Triebfahrzeugleistungsfähigkeit zu verzeichnen. Die höchsten Werte erreichen die Hauptabfuhr- und Nebenfernstrecken mit +82 bzw +271%. Der sehr hohe Wert bei den NFS liegt an der überproportionalen Zunahme des Anteils elektrifizierter Strecken. Die wenigen 1961 schon vorhandenen S-Bahn-Strecken waren fast ausschließlich elektrifiziert, so daß in dieser Kategorie die relativ geringste Leistungssteigerung anfällt. Bei den RVS liegt die Zunahme der Leistungsfähigkeit an der Substitution von Dampf- durch Dieseltraktion. Die resultierende Leistungssteigerung von 126% im Durchschnitt aller Strecken ist vorwiegend auf die vermehrte elektrische Zugförderung zurückzuführen.

Tabelle 4.1: Streckenlängen und Durchschnittsgeschwindigkeiten des Personenverkehrs im Schienennetz nach Streckenkategorien 1961 und 1988

Streckenkategorie	1961		1988		1961 – 1988
	km	km/h	km	km/h	
HAS	5 193	87	5 193	109	+26%
NFS	9 395	64	8 470	81	+26%
SBS	106	50	1 300	62	+24%
RVS	13 406	47	6 037	55	+18%
gesamt	28 100	69	21 000	85	+24%

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 83-85, DB-Kursbuch Winter 1960/61, Sommer 1988, eigene Berechnungen

Mit Berücksichtigung der 1991 eingeführten ICE-Triebfahrzeuge steigt die Fahrzeugleistungsfähigkeit auf HAS um 89%, insgesamt um 131%.

Ein in Tabelle 4.3 nochmals dokumentierter Vergleich der Geschwindigkeitszuwächse auf den Strecken sowie der Fahrzeug-Leistungssteigerungen verdeutlicht das Ausmaß der gestiegenen Fahrzeugleistung. Eine kausale Trennung der Fahrzeug- und der Infrastruktureinflüsse erscheint jedoch kaum möglich, weil die Umsetzung von Leistungssteigerungen in Geschwindigkeitssteigerungen nur auf ausgebauten Strecken möglich ist. Eine Ausnutzung der Fahrzeug-Leistungsfähigkeit fand somit auf allen Streckenkategorien nur in eingeschränktem Umfang statt. Für die Zeit vor Eröffnung der Neubaustrecken 1991 gilt dies auch für Hauptabfuhrstrecken. Auf Regionalverkehrsstrecken bewirken die Fahrzeugverbesserungen die Geschwindigkeitserhöhung fast ausschließlich (Einflüsse aus dem Wegfall von Halten waren durch die gewählte Methodik eliminiert worden).

16) Verkehr in Zahlen 1991, S. 83-85.

Tabelle 4.2: Leistungsfähigkeit personenverkehrsrelevanter Triebfahrzeuge der DB nach Traktionsarten bzw. Streckenkategorien 1961 und 1988

		1961	1988	1961 – 1988
		PS	PS	
Traktionsart	Dampflokomotive	1271	–	–
	Diesellokomotive	1713	1758	+ 3%
	Dieseltriebwagen	274	569	+108%
	Elektrolokomotive	3669	5026	+ 37%
	Elektrotriebwagen	1298	5575	+330%
Streckenkategorie	HAS	2721	4960	+ 82%
	NFS	1141	4237	+271%
	SBS	1652	2775	+ 68%
	RVS	885	1572	+ 78%
	gesamt	1748	3590	+126%

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 83-85¹⁷⁾

Tabelle 4.3: Geschwindigkeitszuwächse des Personenverkehrs und Steigerung der Fahrzeugleistungsfähigkeit im Schienennetz nach Streckenkategorien 1961-1988 (Steigerung in %)

	1961 – 1988	
	Durchschnittsgeschwindigkeit	Fahrzeugleistungsfähigkeit
HAS	+26%	+ 82%
NFS	+26%	+271%
SBS	+24%	+ 68%
RVS	+18%	+ 78%
gesamt	+24%	+126%

Nach Eröffnung der Neubaustrecken 1991 ergeben sich etwas höhere Geschwindigkeitssteigerungen von 30% auf den HAS bzw. 26% im Durchschnitt aller Strecken. Trotz ihrer großen Bedeutung für das Fernverkehrsnetz tritt durch die Neubaustrecken bei globaler netzweiter Betrachtung keine fundamentale Änderung der Leistungsfähigkeit ein.

17) H.J. Obermayer, Taschenbuch Dt. Dampflokomotiven, Stuttgart 1977, passim
H.J. Obermayer, Taschenbuch Dt. Diesellokomotiven, Stuttgart 1977, passim
H.J. Obermayer, Taschenbuch Dt. Elektrolokomotiven, Stuttgart 1979, passim
C. Schüssler, Bundesbahn-Lexikon 1988, Freiburg 1988, passim

5. Die Entwicklung der Brutto-Investitionen im Straßennetz

Im Gegensatz zum Schienennetz können für das Straßennetz Investitionsdaten nach Straßenklassen aus Statistiken abgeleitet werden.¹⁸⁾ Aus den Investitionssummen für das gesamte Straßennetz wurden die Investitionen in Gemeindestraßen herausgerechnet. Die Aufteilung auf die verbleibenden Klassen erfolgte nach dem Verhältnis der (investiven und nicht-investiven) Nettoausgaben der Baulasträger. Für die in den Statistiken nicht enthaltenen Grunderwerbskosten wurde ein Zuschlag von 1% der jeweiligen Summe angesetzt. Da die Statistik Werte für Bundes- und Landesstraßen gemeinsam ausweist, wurden diese Investitionen nach Fahrleistungen auf die beiden Klassen zugerechnet. Aus Fahrleistungs-, Belastungs- und Netzlängenstatistiken ergeben sich als Fahrleistungsanteile:

Tabelle 5.1: Fahrleistungsanteile der Straßenklassen

	1961	1988
BAB	0,13	0,36
B	0,42	0,28
L	0,34	0,23
K	0,11	0,13

In Tabelle 5.2 sind die Brutto-Investitionen im Zeitraum 1961-1988 und die Netzlängen für die einzelnen Straßenklassen zusammengestellt. Es sind nur die Straßen des überörtlichen Verkehrs berücksichtigt. Da nach befestigten Breiten differenzierte Netzdaten nur für 1986 vorliegen, werden die Netzlängen für 1986 ausgewiesen. Die Änderungen in den verbleibenden 2 Jahren sind nicht gravierend, so daß die leichte Zeitverschiebung in Kauf genommen werden kann. 1988 betragen die Netzlängen:

BAB	8 618 km
B	31 200 km
L	63 400 km
K	70 400 km ¹⁹⁾

Die Fahrleistungsanteile können für 1986 und 1988 gleich angenommen werden, ebenso gelten die gleichen RAS-Q-Geschwindigkeiten. Die Zurechenbarkeit auf Investitionsdaten bis 1988 und die Vergleichbarkeit mit dem Bahnnetz sind also nicht eingeschränkt. Um eine Vergleichbarkeit mit dem Schienenverkehr herzustellen, wurden die Anschaffungsausgaben für Pkw zusätzlich ausgewiesen. Dazu wurde die Struktur der Pkw-Flotte aus dem ADAC-Katalog ermittelt und ein durchschnittlicher Anschaffungspreis von DM 28 240 pro Pkw für 1988 abgeleitet.²⁰⁾ Dieser Anschaffungspreis wurde mit dem Index der Pkw-Anschaffungsausgaben eines Durchschnittshaushalts auf den Untersuchungszeitraum ver-

18) Verkehr in Zahlen 1975, S. 102-104; dto 1984, S. 132, dto 1989, S. 139.

19) Verkehr in Zahlen 1991, S. 173.

20) ADAC (Hg), Pkw-Katalog 1992, München 1991, passim.

teilt. Für 1961 resultierte ein Preis von DM 7230 pro Pkw. Die gesamten Anschaffungsausgaben ergeben sich aus den Zulassungszahlen und dem Durchschnittspreis. Die so ermittelten Pkw-Beschaffungen stellen einen unteren Schätzwert dar, weil Motorräder, Kombi und Reisebusse nicht enthalten sind. Dennoch überwiegen die Fahrzeugausgaben die Infrastrukturinvestitionen bei weitem, während sie bei der Bahn nur ein Fünftel dieser Investitionen erreicht hatten (vgl. Tabelle 3.3).

Tabelle 5.2: Brutto-Investitionen im Straßennetz nach Straßenklassen und sonstigen Investitionsarten 1961-1988 (Mio DM zu jeweiligen Preisen); Netzlängen nach Straßenklassen 1961 und 1986 (km)

	Brutto-Investitionen in Mio DM 1961 - 1988	Netzlänge in km	
		1961	1986
BAB	59 922	2 671	8 350
B	55 027	25 262	31 372
L	44 546	57 766	63 296
K	24 248	50 749	70 222
Summe 1)-4) überörtl. Straßen	183 743	136 448	173 240
Pkw-Anschaffung	906 008	-	-
Straßenbau- + Pkw-Anschaffung	1 089 751	-	-

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 21-23, 186f.

Das Niveau der Infrastrukturinvestitionen liegt im Straßennetz beim etwa Dreifachen der Infrastrukturinvestitionen des Bahnnetzes. Die Verteilung auf die Straßenklassen fällt ausgeglichener als beim Bahnnetz aus. Auf die Autobahnen und Bundesstraßen entfällt je etwa ein Drittel der Investitionen. Die Landesstraßen beanspruchen ein Viertel, die Kreisstraßen ein Achtel.

Ein Vergleich der Investitionsstruktur der Netzlängenanteile und der Verkehrs- bzw. Fahrleistungsanteile nach den Streckenkategorien bzw. Straßenklassen zeigen Tabelle 5.3 und Abb. 5.1.

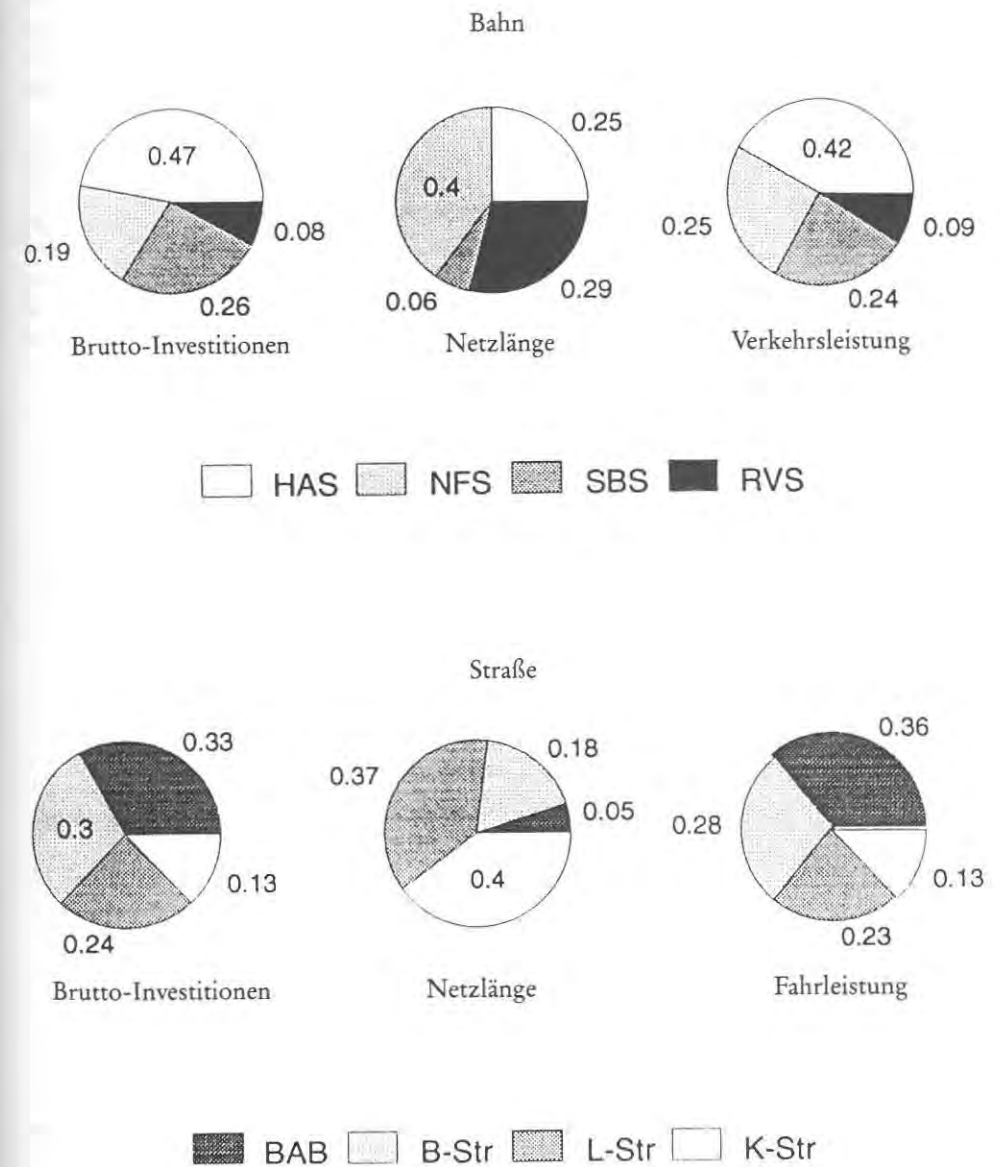
Die Struktur der auf Schienen- und Straßennetz erbrachten Leistungen sieht bei den Anteilen von HAS/BAB und NFS/Bundesstraßen relativ ähnlich aus. Im jeweiligen nachgeordneten Netz ist die Vergleichbarkeit geringer, im Trend ist aber auch hier eine Angleichung erkennbar. Bei den Netzlängen unterscheiden sich die Anteile wegen verschiedener Systemmerkmale der Verkehrsträger. Die Investitionen verteilen sich bei beiden Verkehrsträgern zu zwei Dritteln auf das Fernnetz und zu einem Drittel auf das nachgeordnete Netz. Bei der Bahn ist jedoch eine Konzentration auf die wichtigsten Fernstrecken (HAS) und die bedeutenden Nahverkehrsstrecken (SBS) feststellbar.

Tabelle 5.3: Struktur der Brutto-Investitionen, Netzlängen und Verkehrs-/Fahrleistungen im Schienen- und Straßennetz nach Streckenkategorien bzw. Straßenklassen (Anteile)

Schienennetz					
Strecken-kategorie	Anteil an Brutto-Investition	Anteil an Netzlänge		Anteil an Verkehrsleistung	
		1988	1961	1988	1988
HAS	0,47	0,25	0,41	0,42	0,42
NFS	0,19	0,40	0,34	0,25	0,25
SBS	0,26	0,06	0,03	0,03	0,24
RVS	0,08	0,29	0,22	0,29	0,09

Straßennetz					
Straßenklasse	Anteil an Brutto-Investition	Anteil an Netzlänge		Anteil an Fahrleistung	
		1988	1961	1988	1988
BAB	0,33	0,05	0,13	0,36	0,36
B	0,30	0,18	0,42	0,28	0,28
L	0,24	0,37	0,34	0,23	0,23
K	0,13	0,40	0,11	0,13	0,13

Abbildung 5.1: Struktur der Brutto-Investitionen 1961-1988 sowie der Netzlängen und Verkehrs-/Fahrleistungen im Schienen- und Straßennetz 1988 nach Streckenkategorien bzw. Straßenklassen (Anteile)



6. Entwicklung der Leistungsqualität des Straßennetzes

In Tabelle 6.1 sind die Netzlängen im Straßennetz nach Straßenklassen und befestigten Breiten gegliedert. Der Begriff „befestigte Breite“ umfaßt neben der Fahrbahn die befestigten Randstreifen und ist mit RAL-Q/RAS-Q kompatibel. Wie in Abschnitt 5 angedeutet, waren zum Bearbeitungszeitpunkt die jüngsten Erhebungsdaten in dieser Disaggregation für 1986 verfügbar. Die Tabelle veranschaulicht die deutliche Längenerweiterung des Gesamtnetzes um 27%. Das Bundesfernstraßennetz ist daran mit einer Verlängerung um über 40% überproportional beteiligt. Im Vergleich zur Bahn fällt der weit größere Anteil des nachgeordneten Netzes an der Gesamtnetzlänge auf.

Analog zur Vorgehensweise beim Straßennetz wurde als Kriterium der Leistungsqualität die realisierbare Durchschnittsgeschwindigkeit verwendet. Dazu stehen einerseits die Geschwindigkeitsfunktionen der RAS-W²¹⁾, andererseits die Verkehrs- bzw. Bemessungsgeschwindigkeiten nach RAL-Q/RAS-Q²²⁾ zur Verfügung. Zur Analyse wurden die Werte von RAS-Q verwendet, weil sie wie die verfügbaren Netzlängen nach befestigten Breiten differenziert werden können und weil sie für die Eckjahre des Untersuchungszeitraums in der jeweils gültigen Form vorliegen. Die RAS-W-Funktionen können dagegen nicht ohne weiteres auf 1961 übertragen werden.

21) FGSV (Hg), Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W), Köln 1986

22) FGSV (Hg), Richtlinie für die Anlage von Landstraßen, Teil I: Querschnittsgestaltung (RAL-Q), Bad Godesberg 1956
FGSV (Hg), Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q), Köln 1982

Tabelle 6.1: Netzlängen im Straßennetz nach Straßenklassen und befestigten Breiten 1961-1986 (km; Steigerung in %)

	BAB			B		
	1961	1986	%	1961	1986	%
< 5,0 m ¹⁾	–	–	–	3 355	55	– 98
5,0– 7,0 m ¹⁾	–	–	–	16 885	6 978	– 59
7,0– 9,0 m ¹⁾²⁾	71	94	+ 32	3 258	17 078	+424
9,0– 12,0 m	–	–	–	1 022	3 665	+259
> 12,0 m	2 600	8 256	+218	742	3 596	+385
gesamt	2 671	8 350	+213	25 262	31 372	+ 24
	L			K		
	1961	1986	%	1961	1986	%
< 5,0 m ¹⁾	35 537	4 378	– 88	43 255	15 814	– 63
5,0– 7,0 m ¹⁾	20 364	42 562	+109	6 960	48 980	+ 604
7,0– 9,0 m ¹⁾²⁾	1 151	12 630	+997	311	4 145	+1233
9,0– 12,0 m	505	2 519	+399	150	862	+ 475
> 12,0 m	209	1 207	+478	73	421	+ 477
gesamt	57 766	63 296	+ 10	50 749	70 222	+ 38
	überörtl. Verkehr					
	1961	1986	%			
< 5,0 m ¹⁾	82 147	20 247	– 75			
5,0– 7,0 m ¹⁾	44 209	98 520	+123			
7,0– 9,0 m ¹⁾²⁾	4 791	33 947	+609			
9,0– 12,0 m	1 677	7 046	+320			
> 12,0 m	3 624	13 480	+272			
gesamt	136 448	173 240	+ 27			

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 174 f.; Schlüsselung der nicht nach Fahrbahnbreiten ausgewiesenen Strecken 1986: 196 km B auf 7-9 m, 319 km L und 264 km K auf 5-7 m.

1) 1961 B, L, K < 5,5 m, 5,5– 7,5 m, 7,5– 9,0 m einschließlich befestigte Randstreifen.

2) Bei BAB einbahnige Strecken.

Die Umsetzung der statistischen Daten in Durchschnittsgeschwindigkeiten für 1961 zeigt Tabelle 6.2. Die Werte für Autobahnen und Bundesstraßen wurden darüber hinaus noch nach 3-4 und 5-6-streifigen Strecken differenziert. Die Zuordnung von Fahrbahnbreite und Fahrstreifenanzahl ergibt sich aus dem Regelquerschnitt. Für die BAB von 7-9 m und die B-Straßen unter 5 m Breite wurden halbierte Querschnitte, also Äste für eine Richtung, herangezogen. Die Ausbaugeschwindigkeit dient als Maßstab für die Dimensionierung, während die Verkehrsgeschwindigkeit die eigentliche Durchschnittsgeschwindigkeit darstellt.²³⁾ Dementsprechend wurde sie für 1961 direkt verwendet bzw. durch Mittelung gebildet. Bei den Autobahnen wurde die Ausbaugeschwindigkeit innerhalb des Regelquerschnitts entsprechend den Fahrstreifenanzahlen gestaffelt. Für zweistreifige Kreisstraßen ist kein niedrigerer Querschnitt als RQ 9,0 in der RAL-Q enthalten. Daher wurde die nächstniedrigere Ausbau-/Verkehrsgeschwindigkeit verwendet und ein entsprechender „RQ 7,5“ interpoliert.

Im Vergleich dazu sind in Tabelle 6.3 die Durchschnittsgeschwindigkeiten für 1986 aus der RAS-Q abgeleitet. Die Bezeichnungen der Regelquerschnitte sind gegenüber der RAL-Q um eine Abkürzung für Breite, Fahrstreifenanzahl und Standstreifen erweitert. Die Gesamtbreiten der Regelquerschnitte sind etwas verschoben. Statt der Ausbaugeschwindigkeit wird der Begriff Entwurfsgeschwindigkeit in der Differenzierung nach Streckenklassen und Regelquerschnitten verwendet. Die Bemessungsgeschwindigkeit als „planerisch angestrebte Pkw-Durchschnittsgeschwindigkeit“ bzw. Mittelwert der Reisegeschwindigkeit aller Pkw ist die Basis für die verwendete Durchschnittsgeschwindigkeit.²⁴⁾ Die Bemessungsgeschwindigkeit ist realisierbar bei der sogenannten Bemessungsverkehrsstärke, ebenfalls einem Durchschnittswert. Weitere Bedingungen sind freie Strecke, flache Gradienten, mittlere Kurvigkeit und ein durchschnittlicher Lkw-Anteil von 10%. Die Streckenkategorie ist gegenüber der RAL-Q eine zusätzliche Differenzierung, die auf Besiedlungs- und Raumtypen abstellt. Für den Untersuchungszweck sind die folgenden Kategorien maßgebend:

BAB	A I	großräumige Verbindung
B	A II	regionale Verbindung
L	A III	zweischengemeindliche Verbindung
K	A IV	flächenerschließende Verbindung

Die Landes- und Kreisstraßen über 7 Meter Breite wurden jeweils eine Kategorie höher eingruppiert, also A II statt A III bzw. A III statt A IV, weil die entsprechenden Regelquerschnitte in der Kategorie A III nur unter speziellen Bedingungen gelten (überproportionaler Lkw- bzw. landwirtschaftlicher Verkehr) bzw. in der Kategorie A IV gänzlich fehlen.

23) RAL-Q, S. 9.

24) RAS-Q, S. 7, 16 f., 27.

Tabelle 6.2: Einstufung und Geschwindigkeiten im Straßennetz nach RAL-Q 1961

Straßenklasse	befest. Breite in m	Fahrbahnbreite in m	Fahrstreifen	Regelquerschnitt	$v_A^{1)}$	$v_{Verk}^{2)}$	$v^{3)}$
					km/h	km/h	km/h
BAB	7-9	7,50	2	RQ 28,5	100	73	73
BAB	> 12	11,25-15,00	3,4	RQ 28,5	100,110	77	77
BAB	> 12	18,75-22,50	5,6	RQ 28,5	100,120	80	80
B	< 5	3,75-6,00	1,2	RQ 11,5, RQ 9,0	60,100	52,73	62
B	5-7	6,50	2	RQ 9,0	60	52	52
B	7-9	7,50	2	RQ 10,5	80	64	64
B	9-12	7,50-11,25	2,3	RQ 14,0, RQ 19,0	100	73	73
B	> 12	13,50	4	RQ 23,0	100	73	73
L	< 5	3,00	1,2	RQ 9,0	60	52	52
L	5-7	6,00	2	RQ 9,0	60	52	52
L	7-9	6,50	2	RQ 10,5	80	64	64
L	9-12	6,50-9,75	2,3	RQ 13,0, RQ 10,5	80	64	64
L	> 12	9,75-13,00	3,4	RQ 16,0	80	64	64
K	< 5	3,00	1,2	(RQ 7,5)	50	44	44
K	5-7	6,00	2	RQ 9,0	60	52	52
K	7-9	6,50	2	RQ 10,5	80	64	64
K	9-12	6,50-9,75	2,3	RQ 13,0, RQ 10,5	80	64	64
K	> 12	9,75-13,00	3,4	RQ 16,0	80	64	64

1) v_A = Ausbaugeschwindigkeit, bei BAB zur Vermeidung von Verzerrungen bei mehr als vier Fahrstreifen gemäß RAL-Q Tabelle S. 9 höher gesetzt.

2) v_{Verk} = Verkehrsgeschwindigkeit (Erklärung der Begriffe im Text)

3) realisierbare Durchschnittsgeschwindigkeit (Verkehrsgeschwindigkeit bzw. bei Bandbreiten deren Mittelwert)

Tabelle 6.3: Einstufung und Geschwindigkeiten im Straßennetz nach RAS-Q 1986

Straßenklasse	befest. Breite in m	Fahrbahnbreite in m	Fahrestreifen	Straßen-Kategorie
BAB	7-9	3,75-7,50	1,2	A I
BAB	> 12	11,25-15,00	3,4	A I
BAB	> 12	18,75-30,00	5,6,7,8	A I
B	< 5	3,75	1	A II
B	5-7	6,50	2	A II
B	7-9	7,50	2	A II
B	9-12	7,50-9,75	2,3	A II
B	> 12	14,00	4	A II
B	> 12	21,00	5,6	A II
L	< 5	3,25	1	A III
L	5-7	6,00-6,50	2	A III
L	7-9	7,50	2	A II
L	9-12	7,50-9,75	2,3	A II
L	> 12	13,00	4	A II
K	< 5	3,00	1	A IV
K	5-7	7,00	2	A IV
K	7-9	7,50	2	A III
K	9-12	7,50-9,75	2,3	A III
K	> 12	12,50	4	A III
Straßenklasse	Regelquerschnitt	$v_E^{1)}$ km/h	$v_B^{2)}$ km/h	$v^{3)}$ km/h
BAB	a 1/2 ms RQ 29	100-120	90-110	100
BAB	a 3/4 ms RQ 29	100-120	90-110	100
BAB	a 5 ms..a 8 ms RQ 37,5	100-120	90-110	100
B	b 1 RQ 12	80-100	60- 70	65
B	d 2 RQ 10	80-100	60- 70	65
B	b 2 RQ 12	80-100	60- 80	70
B	b 2 s, d 3 RQ 14, RQ 16	80-100	70- 80	75
B	b 4 ms RQ 26	90-100	70- 90	80
B	b 6 ms RQ 26	90-100	70- 90	80
L	d 1 RQ 10	60- 80	50- 70	60
L	e 2, d 2 RQ 9	60- 80	50- 70	60
L	b 2 RQ 12	80-100	60- 80	70
L	b 2 s, d 3 RQ 14, RQ 16	80-100	60- 80	70
L	c 4 m RQ 20	90-100	70- 80	75
K	e 1 RQ 9	60- 80	40- 60	50
K	d 2 RQ 10	60- 80	40- 60	50
K	b 2 RQ 12	70- 80	50- 70	60
K	b 2 s, d 3 RQ 14, RQ 16	70- 80	60- 70	65
K	d 4 RQ 16	70- 80	60- 80	70

1) v_E = Entwurfsgeschwindigkeit2) v_B = Bemessungsgeschwindigkeit (Erklärung der Begriffe im Text)

3) realisierbare Durchschnittsgeschwindigkeit (Mittelwert der Bandbreiten)

Bei den Autobahnen mit 7-9 m Breite und den B-, L- und K-Straßen unter 5 m Breite wurden wie 1961 zur Abbildung von Fahrbahnästen Querschnitte halbiert. Die dreistreifigen Querschnitte erforderten eine ähnliche Aufteilung.

In Tabelle 6.4 ist die Entwicklung der Durchschnittsgeschwindigkeit nach Straßenklassen und befestigten Breiten dargestellt. Die der befestigten Breite jeweils zuzuordnende Fahrestreifenzahl und die Netzlängen sind zusätzlich ausgewiesen. Bei den BAB- und B-Straßen standen für 1986 Daten zur Fahrestreifenaufteilung zur Verfügung, so daß der Bereich über 12 m Breite feiner untergliedert werden konnte. Für 1961 wurde die Aufteilung geschätzt. Die Gewichtung innerhalb einer Straßenklasse erfolgte nach Netzlängen. Zwischen den Straßenklassen, also für die überörtlichen Straßen insgesamt, wurde nach den in Abschnitt 5 erläuterten Fahrleistungsanteilen gewichtet. Damit ergibt sich für den Untersuchungszeitraum eine Steigerung der durchschnittlichen Pkw-Geschwindigkeit um 35% von 57 auf 77 km/h. Dieser Wert liegt über den Steigerungsraten der einzelnen Straßenklassen, weil die überproportionale Zunahme des Verkehrs auf Autobahnen durch die Fahrleistungsgewichtung in die Geschwindigkeitsberechnung eingeht. Da die realisierbare Durchschnittsgeschwindigkeit betrachtet werden soll, ist das auch beabsichtigt. Diese Steigerung ist größer als diejenige im Bahnnetz ohne (+24%) bzw. mit (+26%) ICE-Berücksichtigung. Bei einer Gewichtung nach Netzlängen erhält man eine Steigerung um 20% von 51 auf 61 km/h für die Gesamtheit der überörtlichen Straßen.

Wie beim Bahnnetz lassen sich die ermittelten Geschwindigkeiten nicht ausschließlich aus Infrastruktureinflüssen herleiten, da die Berechnung der RAL-Q/RAS-Q-Geschwindigkeiten die Fahrzeugtechnik berücksichtigt. Deshalb soll die Leistungsentwicklung der Pkw zusätzlich analysiert werden. Dazu werden den nach Hubraumklassen unterschiedenen Pkw-Bestandszahlen durchschnittliche PS-Werte zugewiesen und mit dem Anteil am jeweiligen Gesamtbestand gewichtet. Daraus resultiert, wie Tabelle 6.5 zeigt, eine Leistungssteigerung der Pkw im Untersuchungszeitraum von 131%. Der Wert liegt in vergleichbarer Größenordnung wie bei den Schienenfahrzeugen (+126%, bzw. +131% mit ICE). Auch hier liegt die Zunahme der Fahrzeugleistung wesentlich über der Qualitätssteigerung der Infrastruktur.

Tabelle 6.4: Netzlängen und Durchschnittsgeschwindigkeiten im Straßennetz nach Straßenklassen und befestigten Breiten 1961 und 1986 (km/h; Steigerung in %)

Straßenklasse	Befestigte Breite	Fahrstreifen-zahl	Netzlänge		Durchschnittsgeschwindigkeit		
			in km		km/h	km/h	in %
			1961	1986	1961	1986	1961-1986
BAB	7-9	1,2	71	94	73	100	+37
BAB	> 12	3,4	2404	6599	77	100	+30
BAB	> 12	5-8	196	1657	80	100	+25
BAB	gesamt		2671	8350	77	100	+30
B	< 5	1,2	3355	55	62	65	+ 5
B	5-7	2	16885	6978	52	65	+25
B	7-9	2	3258	17078	64	70	+ 9
B	9-12	2,3	1022	3665	73	75	+ 3
B	> 12	4	742	3403	73	80	+10
B	> 12	5,6	0	193	73	80	+10
B	gesamt		25262	31372	56	71	+27
L	< 5	1,2	35537	4378	52	60	+15
L	5-7	2	20364	42562	52	60	+15
L	7-9	2	1151	12630	64	70	+ 9
L	9-12	2,3	505	2519	64	70	+ 9
L	> 12	3,4	209	1207	64	75	+17
L	gesamt		57766	63296	53	63	+19
K	< 5	1,2	43255	15814	44	50	+14
K	5-7	2	6960	48980	52	50	- 4
K	7-9	2	311	4145	64	60	- 6
K	9-12	2,3	150	862	64	65	+ 2
K	> 12	3,4	73	421	64	70	+ 9
K	gesamt		50749	70222	46	51	+11
	< 5	1,2	82147	20247	57	60	+ 5
	5-7	2	44209	97937	52	60	+15
	7-9	2	4791	33876	66	79	+20
	9-12	2,3	1677	7046	68	71	+ 4
	> 12	3,4	3624	13964	70	85	+21
Summe überörtliche Straßen gesamt			136448	173240	57	77	+35

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 174 f.; Schlüsselung der nicht nach Fahrbahnbreiten ausgewiesenen Strecken 1986: 196 km B auf 7-9 m, 319 km L und 264 km K auf 5-7 m; eigene Berechnungen (Erklärung im Text).

Tabelle 6.5: Pkw-Bestand und Leistungsfähigkeit nach Hubraumklassen 1961 und 1988

Hubraum in cm ³	1961		1988	
	PS	Anzahl in 1000	PS	Anzahl in 1000
< 999	25	1487	40	2057
1000 - 1499	35	3111	65	9170
1500 - 1999	60	543	90	13552
> 2000	80	203	120	4099
gesamt		5344		28878

Quelle: Verkehr in Zahlen 1991, S. 225-227

In Tabelle 6.6 und Abbildung 6.1 sind die Steigerungen von Geschwindigkeit und Fahrzeugleistungsfähigkeit im Schienen- und Straßennetz nochmals miteinander verglichen. Eine Differenzierung der Pkw-Leistungsfähigkeit nach Straßenklassen wäre nicht sinnvoll. Die universelle Einsetzbarkeit ist eine wesentliche Eigenschaft des Pkw.

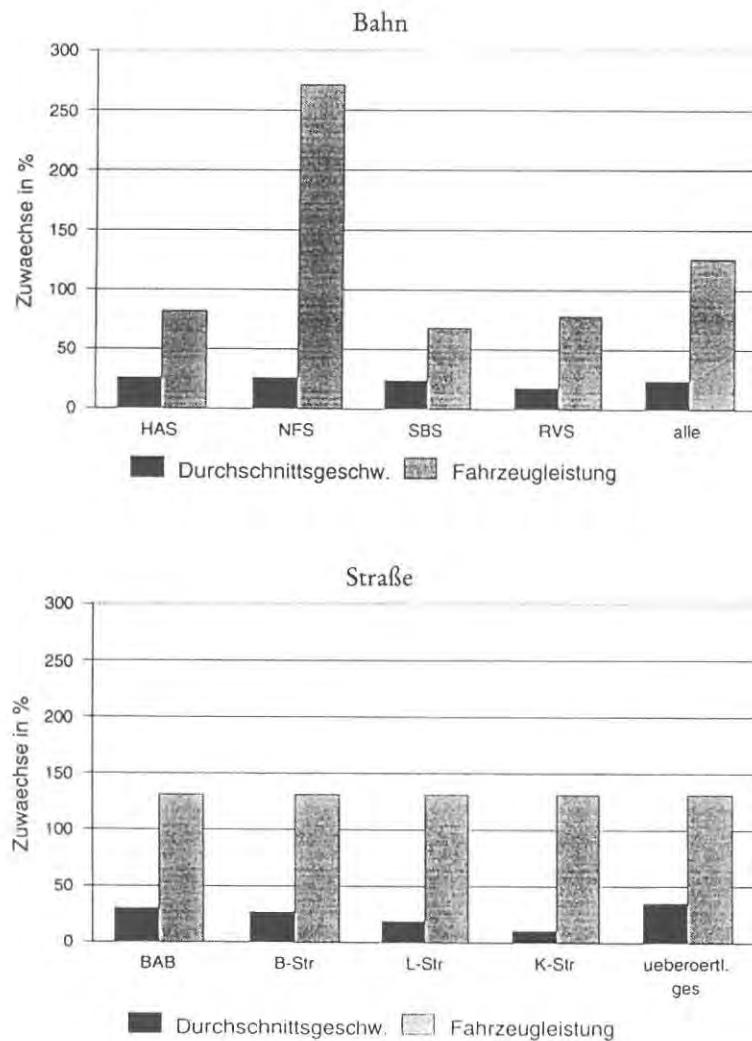
Tabelle 6.6: Geschwindigkeitszuwächse und Steigerung der Fahrzeugleistung im Schienen- und Straßennetz nach Streckenkategorien bzw. Straßenklassen 1961-1988/1986 (Steigerung in %)

Strecken-kategorie	Durchschn.-geschw.	Fahrzeug-leistungsf.	Straßen-klasse	Durchschn.-geschw.	Fahrzeug-leistungsf.
HAS	+26%	+ 82%	BAB	+30%	+131%
NFS	+26%	+271%	B	+27%	+131%
SBS	+24%	+ 68%	L	+19%	+131%
RVS	+18%	+ 78%	K	+11%	+131%
alle Strecken	+24%	+126%	überörtliche Straßen	+35%	+131%

Im Straßen- wie im Bahnnetz liegt die Geschwindigkeitszunahme in den höherwertigen Netzteilen über derjenigen im nachgeordneten Netz. Eine Einbeziehung der 1991 eröffneten Neubaustrecken der DB würde das Spektrum der Geschwindigkeitssteigerungen im Bahnverkehr ausweiten und für die HAS einen Wert um 30% ergeben. Auch bei der Fahrzeugleistung würden höhere Werte bei den HAS und im Durchschnitt resultieren. Die geringe Streuung der Geschwindigkeitssteigerungen auf dem hier ausgewiesenen Stand 1988 ist damit zu erklären, daß Elektrifizierung, signaltechnische Verbesserungen und begrenzter Streckenausbau bei HAS und NFS per Saldo nicht zu einer spürbar höheren Geschwindigkeitssteigerung gegenüber den Regionalverkehrsstrecken führen, deren

Geschwindigkeitszuwächse fast ausschließlich durch Fahrzeugverbesserungen zustande kommen. Auch bei den NFS haben Fahrzeugverbesserungen einen großen Anteil an der Leistungssteigerung. Die relativ starke Streuung der Geschwindigkeitszuwächse im Straßennetz liegt an den unterschiedlichen Ausbaustandards, die den Straßenklassen zugeordnet sind.

Abbildung 6.1: Geschwindigkeitszuwächse und Steigerung der Fahrzeugleistung im Schienen- und Straßennetz nach Streckenkategorien bzw. Straßenklassen 1961-1988/1986 (Steigerung in %)



7. Beurteilung der Investitionen im Schienen- und Straßennetz

Die ermittelten Daten zeigen eine größere Übereinstimmung der Investitionen in das Schienen- bzw. Straßennetz, als es zu erwarten war. Dies betrifft die Verteilung der Investitionen, aber auch die Entwicklung der Leistungsfähigkeit in den Streckenkategorien bzw. Straßenklassen. Die Leistungssteigerung der Straßen-Infrastruktur liegt mit 35% etwa beim 1,5fachen der Geschwindigkeitszunahme im Bahnverkehr von 24%. Während im Straßennetz in allen Straßenklassen qualitätsverbessernde Investitionen vorgenommen wurden, konzentrieren sich diese bei der Bahn, abgesehen von signaltechnischen Maßnahmen, auf Hauptabfuhr- und S-Bahn-Strecken. Bei Regionalverkehrs-, teilweise auch bei Nebenfernstrecken, sind Leistungssteigerungen vorwiegend auf Fahrzeugverbesserungen zurückzuführen.

Die eingangs gestellte Frage einer Vernachlässigung der Bahn bei Investitionen muß in der pauschalen Form verneint werden. Sie trifft allenfalls für Regionalverkehrs- und Nebenfernstrecken zu. Gerade bei diesen Strecken ergeben Wirtschaftlichkeitsrechnungen in aller Regel keine Vorteilhaftigkeit einer qualitätsverbessernden Investition. Eine Differenzierung des in Abschnitt 1 (Tabelle 1.2) durchgeführten Vergleichs der Investitionseffizienz nach Straßenklassen dürfte für die Straßen des nachgeordneten Netzes allerdings ebenfalls zu relativ schlechten Ergebnissen führen. Man kann sicherlich konstatieren, daß der Straßenbau im Untersuchungszeitraum „hinter der steil ansteigenden Nachfrage hinterherhinkte.“²⁵⁾ Davon unberücksichtigt bleibt jedoch die Frage, ob durch höhere qualitätsverbessernde Investitionen in das Schienennetz nicht auch dort Verkehrszuwächse möglich gewesen wären. Die Neubaustrecken 1991 und auch örtlich begrenzte Einzelmaßnahmen wie die City-Bahnen und einige Regionalschnellbahnstrecken sind dafür eindeutige Beispiele.

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Ausbaustrecke
BAE, B, L, K	Straßenklassen (Bundesautobahn, Bundes-, Landes-, Kreisstraße)
BVWP	Bundesverkehrswegeplanung
DVWG	Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft
D, E, F, IC, ICE, IR, N, RSB, S	Zuggattungen (Schnell-, Eil, Fernschnell-, Intercity-, Intercity-Express-, Interregio-, Nahverkehrszug, Regionalbahn, Regionalschnellbahn, Stadtschnellbahn)
FGSV	Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen
HAS	Hauptabfuhrstrecke
IV	Internationales Verkehrswesen
KLV	Kombinierter Ladungsverkehr
NBS	Neubaustrecke
NFS	Nebenfernstrecke

25) U. v. S untum, Verkehrspolitik, München 1986, S. 106.

RAL-Q	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen, Teil I: Querschnittsgestaltung
RAS-Q, -W	Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teile: Querschnitte, Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
Rbf	Rangierbahnhof
RQ	Regelquerschnitt
RVS	Regionalverkehrsstrecke
SBS	S-Bahn-Strecke
Z ZP	Zentrale der DB, Zentralstelle Produktion

Abstract

The huge increase of road traffic volume during the last decades is often attributed to the enlargement and improvement of road infrastructure. On the other hand the stagnation of railway demand is explained by an insinuated neglecting of railway infrastructure. A direct comparison of investment expenditure on road and rail infrastructure in West Germany shows that the amount of road investments is about four times the amount of rail infrastructure investments for the period 1961-1988. A judgement of the investment policy must consider the transport quality carried out in the infrastructure. Therefore the development of average road speed was compared with the development of average rail speed for the period 1961-1988. The road speed was analyzed for different classes of roads, the rail speed was differentiated in classes of railway lines. The resulting development of speed is an increase of about 35% in average road speed and an increase of 24% in rail speed, respectively. An additional consideration of the High Speed Lines opened in 1991 enlarges the rail increase to 26%. The increase in the power of vehicles in the same period must be considered as well. It comes to an amount of 131% for motor cars and to an amount of 126% for locomotives. Thus a certain part of speed increase must be attributed to the enlargement of vehicle power. Although the increase in realized road speed is a little larger than the increase in rail speed, an explicit neglecting of rail infrastructure cannot be derived from these results.

S.M.D.K
r. S.T.L
S

Interdependenzen zwischen Telekommunikation und Personenverkehr Theoretische Überlegungen und empirische Befunde am Beispiel der Auswirkungen von Videokonferenzen auf den Geschäftsreiseverkehr

VON STEFAN KÖHLER, HEILBRONN

1. Problemstellung und Zielsetzung

Verkehr beinhaltet sowohl den Transport von Personen und Gütern als auch von Informationen (Nachrichtenverkehr). Während der Personen- und Gütertransport immer auf materieller Basis erfolgt und damit physische Ortsveränderungen bedingt, kann die Übermittlung von Informationen materiell, wie z.B. im Brief- und Paketverkehr, oder unter der Verwendung (opto-) elektronischer Hilfsmittel in der Telekommunikation vollzogen werden.

Angesichts anhaltend hoher Zuwachsraten im Personenverkehr stößt die nur begrenzt erweiterungsfähige Infrastruktur für Personen- und Gütertransport zunehmend an ihre Kapazitätsgrenzen, wie auch zugleich die Verkehrsentwicklung generell in verstärktem Maße gesellschafts- und umweltbezogene Verträglichkeitsgrenzen berührt. Innovationen in der Telekommunikation, welche gegenüber physischen Personentransportmitteln hinsichtlich ihres Energie- und Flächenbedarfs als vergleichsweise ressourcenschonend anzusehen sind und zudem deutlich weniger Emissionen verursachen (vgl. z.B. Schmid u.a. 1984), finden auch im Bereich der Verkehrswissenschaften und der Verkehrsplanung verstärkt Beachtung, vor allem hierbei unter dem Aspekt einer „intelligenten“ Verkehrslenkung (siehe hierzu z.B. Stergiou/Stathopoulos 1989; Takada/Wada 1990). Eine geringere Beachtung wird dagegen der Frage zuteil, ob und inwieweit der Verschmelzungsprozeß von Telekommunikation und Informatik (Telematik) es erlaubt, bestimmte Tätigkeiten, für die zuvor physischer Verkehr in Form von Ortsveränderungen notwendig war, „in der Ferne“ (tele, griechisch »in der Ferne«) zu erledigen. Im Bereich der Sprachkommunikation weist hier das Fernsprechen (Tele-Phonieren) bereits eine lange Tradition auf. Hinzu kommen nun neuartige Fern-Anwendungsformen der Telekommunikation wie beispielsweise die Tele-Heimarbeit, die Tele- bzw. Videokonferenz, Tele-Banking oder Tele-Shopping.

In ersten Plausibilitätsüberlegungen (vgl. z.B. Milzkott 1982; Türke 1984) und hypothesengestützten Modellrechnungen (vor allem Henckel/Nopper/Rauch 1984; Rotach/Keller 1987; Boghani et al. 1991) wurde davon ausgegangen, daß neue Telekommunikationsanwendungen bei großer Marktdurchdringung eine bis zu rund 20%ige Reduzierung des Verkehrsaufkommens im Berufsverkehr bei Tele-Heimarbeit, des Geschäftsreiseverkehrs bei Tele-Konferenzen (Videokonferenz) oder des Einkaufsverkehrs bei Tele-Shopping bewir-

Anschrift des Verfassers:
Dr.-Ing. Stefan Köhler
Regionalverband Franken
Frankfurter Straße 8
74072 Heilbronn

ken. Nicht zuletzt mangels empirischer Untersuchungen ist bis heute allerdings weitgehend unklar, ob sich solche verkehrsreduzierenden Effekte überhaupt einstellen, oder ob sie nicht gar durch andere oder zusätzliche, d.h. neuinduzierte Verkehre, die durch die neuartigen Anwendungen der Telekommunikation ausgelöst werden, kompensiert werden. Grundsätzlich wird bei den bislang angestellten Überlegungen und Untersuchungen die Frage übergangen, inwieweit Telekommunikation unter Kosten-/Nutzen-Gesichtspunkten tatsächlich eine wirtschaftliche Alternative zu physischem Verkehr darstellt, d.h. kostengünstiger ist und unter einer solchen Maxime, sofern sie erfüllt wird, dann auch zur Reduzierung von Fahrten herangezogen wird. Denn nur im Falle einer starken Nachfrage nach diesen Technologien im allgemeinen und deren betonten Anwendung unter dem Aspekt einer Verkehrsreduzierung im besonderen sind bemerkenswerte Reduktionen im Personenverkehr überhaupt erzielbar. Ob eine Verkehrsreduktion wirklich erreicht werden kann und welches Ausmaß sie einnehmen könnte, ist empirisch zu ermitteln.

2. Interdependenzen in der Entwicklung von Telekommunikation und Personenverkehr

Telekommunikation und Personen- und Gütertransport sind auf vielfältige Art und Weise miteinander verknüpft und hängen, was ihre Entwicklung, Verbreitung und Art der Anwendung anbetrifft, stark voneinander ab (vgl. z.B. *Kreuz/Schultz-Wild 1975; Heinze 1984; Hartmann/Latzer/Sint 1988; Köhler 1993a*). Wie Abbildung 1 verdeutlicht, sind bei der (Weiter-)Entwicklung der einzelnen Verkehrssysteme der Telekommunikation und des Personen- und Gütertransportes ähnliche Prozesse hinsichtlich der sukzessiven Erweiterung der Angebotsvielfalt, des Ausbaus und der Verfeinerung der Organisationsform und der zunehmenden Vernetzung der Infrastruktur sowohl innerhalb beider Verkehrssysteme, d.h. „systemintern“ wie auch zwischen diesen Verkehrssystemen („systemübergreifend“) festzustellen.

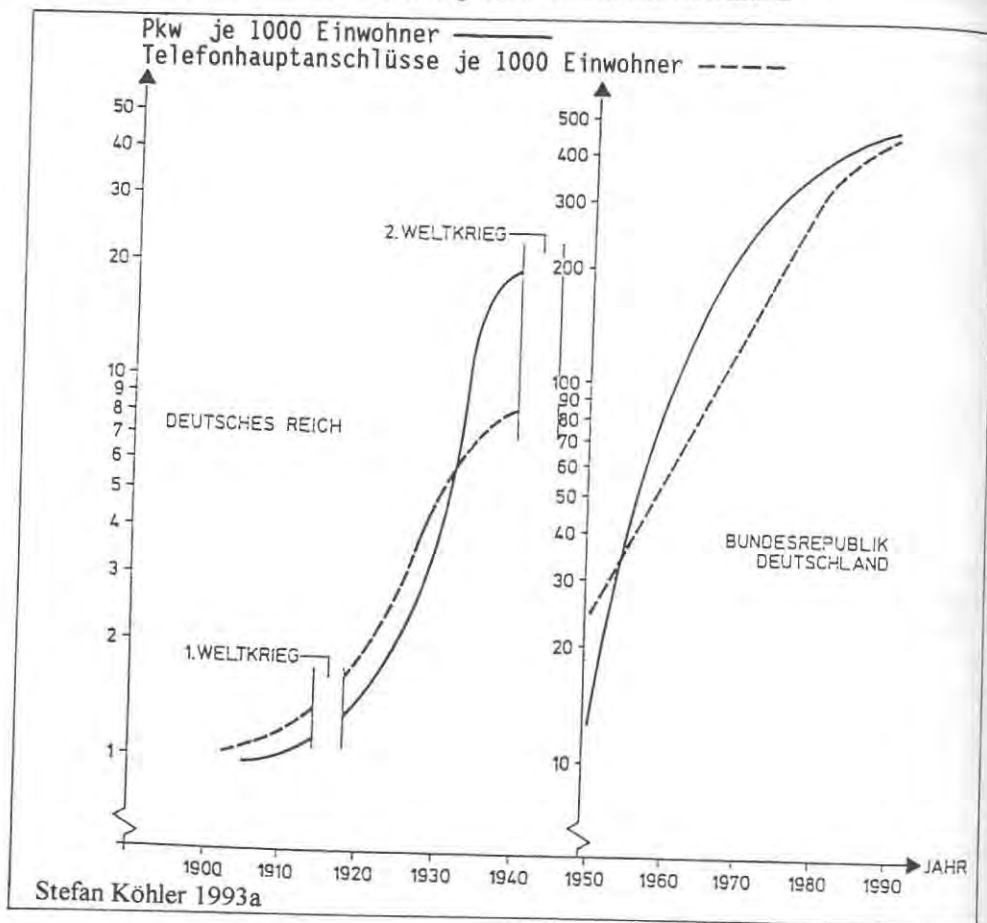
Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß Nachrichtenverkehr von Beginn an dazu herangezogen wurde, physischen Verkehr gezielt zu lenken und zu steuern. So diente der Telegraph im vorigen und bis in die Mitte von diesem Jahrhundert neben militärischen Anwendungszwecken vorrangig der Organisation und Koordination des Eisenbahnverkehrs (vgl. *Sax 1920; Schivelbusch 1977*). Eine ähnliche Funktion nahm später das den Telegraph zunehmend ablösende Telefon ein, dessen Verbreitungsprozeß wie Abbildung 2 verdeutlicht, in etwa dem Diffusionsverlauf des Individualverkehrsmittels Automobil gleicht. Auch wenn das Telefon vermehrt für private zwischenmenschliche Kommunikationszwecke Verwendung findet (vgl. *Lange 1989*), so dienen den Ergebnissen einer empirischen Untersuchung aus Frankreich zufolge (vgl. *Claisse 1989*) auch noch heute mehr als ein Drittel aller Telefongespräche der Vorbereitung, Organisation und Abstimmung von Tätigkeiten, die mit Ortsveränderungen – sprich Verkehr – verbunden sind. Die parallele Entwicklung und Verbreitung bei den bislang angesprochenen Telekommunikations- und Personentransportmitteln spiegelt sich im übrigen auch in der jeweiligen Infrastruktur wider: Telegraphenlinien führten überwiegend entlang der Eisenbahnlinien, die Fernmeldenetze für Telefon, Telex, Datex oder Btx sind zumeist unterirdisch im Straßenraum verlegt.

Abbildung 1: Entwicklung der Verkehrssysteme im Personenverkehr und in der Telekommunikation

Charakteristika der Netz-/Organisationsform	Räumliche Charakteristik		Angebotscharakteristik
	Verkehrsmedium	Kommunikationsmedium	
Anfänge des Eisenbahnwesens und des Telegraphenverkehrs			Angebotserstellung. Streng hierarchisch vertikale Organisationsform; starre, linienhafte Verkehrsrichtung und Kommunikationskanäle. Keine oder nur äußerst geringe Flexibilität bei Kapazitätsengpässen
Ausbau des Eisenbahnnetzes und Beginn des Individualverkehrs; Ausbau des Telegraphennetzes, Beginn des Telefonverkehrs			Angebotsweiterung. Ausbau der vertikalen Organisationsform mit Ansätzen von horizontalen Verbindungen. Ansatzweise Mischung von linienhaften mit flächenhaften Erschließungsprinzipien. Geringe Flexibilität, begrenzte Umsteigemöglichkeiten
Ausweitung und Erweiterung des Angebots an Verkehrsmitteln des Individualverkehrs; Ausbau des Telefonnetzes und Erweiterung von Kommunikationsmedien (Telex, Datex)			Angebotsdifferenzierung und Angebotsvervollständigung. Netzwerkartige Organisationsform. Hierarchische Struktur mit vielfältigen horizontalen Verbindungen, flächendeckendes Erschließungsprinzip, gute Umsteigemöglichkeiten innerhalb der einzelnen Verkehrsbereiche. Ansätze einer Integration von physischem Verkehr und Nachrichtenverkehr. Erhöhte Flexibilität
Ausdifferenzierung und Verbindung/Integration verschiedener Verkehrsangebote, Verbesserung der Umsteigebeziehungen und Kompatibilität			Angebotsintegration. Weit gestreute und stark vernetzte Organisationsform. Keine oder nur bedingt festgelegte Verkehrsverbindungen und Kommunikationskanäle. Koordinierte und flexibilisierte Umsteigemöglichkeiten innerhalb der einzelnen Verkehrsbereiche (Synchronisation). Zunehmende Integration von physischem Verkehr und Nachrichtenverkehr

Stefan Köhler 1993a

Abbildung 2: Entwicklung der Nachfrage nach Telefon und Automobil



Insbesondere eine vergleichende Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Nachfrage nach den gängigsten Verkehrsmitteln bzw. Verkehrsträgern bei Telekommunikation, dem Telefon, und physischem Personenverkehr, dem Automobil, weist auf Interdependenzen zwischen beiden Verkehrssystemen hin (Abbildung 2). Aber auch Daten zur Nutzungsintensität belegen solche gegenseitigen Zusammenhänge. Ähnlich wie sich die Nutzung des Individualverkehrsmittels Automobil auf Kosten von Öffentlichem Verkehr und von Fahrrad und Zu-Fuß-Gehen steigerte und die durchschnittliche Reiseweite stetig zunahm, so hat sich auch die durchschnittliche Gesprächshäufigkeit je Einwohner und Jahr im Telefonverkehr allein zwischen 1979 und 1985 von rund 300 auf 500 erhöht. Statistische Angaben zur durchschnittlichen Entfernung, über die Telefonate geführt werden, liegen nicht vor. Anhand einer Differenzierung von Orts- und Ferngesprächen läßt sich jedoch eine räumliche Ausdehnung des Gesprächsradius belegen. Während beispielsweise im Jahr 1950 die

Anzahl der Ortsgespräche noch sechsmal so hoch wie die der Ferngespräche war, betrug dieser Faktor im Jahr 1988 – trotz zwischenzeitlicher Ausweitung der Ortsnetzwahlbereiche – nur noch 1,5. Gerade in den letzten Jahren zeigte sich, daß unter den Ferngesprächen vor allem die Auslandsgespräche die höchsten Zuwachsraten aufweisen (Maschke 1989).

Diese auffallend nahe beieinander liegenden Entwicklungsverläufe legen die Schlussfolgerung nahe, daß bezüglich verkehrlicher Effekte der Anwendung von Telekommunikationstechniken, so wie es Cerwenka (1984, S. 246) erstmalig formulierte eher „ergänzende Symbioseeffekte“ als reine Substitutionsbeziehungen zwischen beiden Verkehrssystemen bestehen. Zu beachten ist jedoch, daß eine rein sekundärstatistische Analyse die Vielfalt von verkehrlichen Einzelwirkungen verdeckt, die sich in der Regel innerhalb eines Saldos bzw. einer Bilanzierung verbergen. Aus einer Vielzahl von Einzelbeispielen, insbesondere hier aus industriesoziologischen Studien (z.B. Reinke 1988) sowie aus verkehrsgeographischen und kommunikationswissenschaftlichen Untersuchungen (Thorngren 1970; Cherry 1977) ist bekannt, daß Telekommunikation den Personenverkehr nicht ausschließlich stimuliert hat, sondern auch eine Substitution einzelner Verkehre bewirkte.

Starke Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Nachweisbarkeit verkehrlicher Effekte. Während die Substitutionseffekte in Form von Ursache-Wirkungs-Ketten vergleichsweise einfach zu bestimmen sind, treten hingegen verkehrsinduzierende Wirkungen nur selten unmittelbar, sondern eher in Form von sogenannten Sekundäreffekten vermittelt auf. Zur Veranschaulichung der Komplexität mittelbarer verkehrlicher Effekte sei hier die Teleheimarbeit exemplarisch herausgegriffen. So wird von der Praktizierung von Teleheimarbeit eine Suburbanisierung von Wohnstandorten als direkte Folgewirkung erwartet. Sollten infolge von Teleheimarbeit tatsächlich dezentraler gelegene Wohnstandorte gewählt werden, so würden hieraus unter Umständen längere Fahrten für andere Verkehrszwecke (Einkaufen etc.) oder eine Verlängerung der wenigen verbleibenden Fahrten zum Arbeitgeber bzw. alten Arbeitsplatz resultieren. Denkbar sind aber auch Verlagerungen auf andere Fahrtzwecke, wie z.B. auf häufigere und/oder weitere Fahrten im Freizeitverkehr als Kompensation „eingesparter“ Zeit und Kosten im Berufsverkehr (vgl. Köhler 1993b). An diesem Beispiel wird deutlich, daß eine empirische Erhebung solcher Sekundäreffekte nicht nur unter methodischen Gesichtspunkten kompliziert ist, sondern auch dadurch erschwert wird, daß die Folgeeffekte erst mit zeitlicher Verzögerung auftreten (können) und schwerlich aus einem Bündel anderer Faktoren herauszufiltrieren sind, wie dies Veränderungen in Randbedingungen der wirtschaftlichen Entwicklung allgemein oder beispielsweise der Kostenentwicklung bei einzelnen Verkehrsträgern im speziellen darstellen.

In Form von Panel-Studien wurden in den Vereinigten Staaten für den Bereich der Teleheimarbeit, welche im Gegensatz zur Bundesrepublik dort bereits eine gewisse Verbreitung erfahren hat, erste Erhebungen zu den verkehrlichen Wirkungen durchgeführt (vgl. Kitamura et al. 1991; Mokhtarian 1991; Nilles 1991). Diese Langzeitstudien, die das verkehrliche Verhalten von Arbeitnehmern vor und nach der Einführung von Teleheimarbeit protokollierten, belegen bei Teleheimarbeit Substitutionseffekte in einer Größenordnung von bis zu einer um 50% verringerten Fahrtenhäufigkeit im Berufsverkehr. Verkehrliche Folgeeffekte in Form zusätzlicher Fahrten oder Wege für andere Verkehrszwecke zeigen sich diesen Begleituntersuchungen zufolge dagegen (noch) nicht. Auch bezüglich des Wohnstandort-

verhaltens haben sich bei Teleheimarbeitern keine Veränderungen eingestellt. Bemerkenswert ist hier somit nicht nur die außerordentlich hohe Reduktionsrate von Fahrten im Berufsverkehr im Falle einer Praktizierung von Teleheimarbeit, sondern auch das Ausbleiben von Folgeeffekten in Form von Wegeverlängerungen oder von Fahrten zu anderen Zwecken (Einkaufsverkehr, Freizeitverkehr). Dies kann als ein erster Hinweis dahingehend festgehalten werden, daß bei neueren Telekommunikationsanwendungen andere Wirkungsmechanismen als zwischen Telefon und Automobil bestehen könnten. So beeindruckend diese amerikanischen Forschungsergebnisse auch sind, so ist doch einschränkend darauf zu verweisen, daß sich in den Vereinigten Staaten für Teleheimarbeit besonders solche Personen interessiert gezeigt haben, bei denen stark überdurchschnittliche Entfernungen zwischen Arbeitsplatz und Wohnort vorlagen. Zum einen dürfte damit bei den amerikanischen Teleheimarbeitern ein besonderes Interesse an einer Reduktion der Fahrtenhäufigkeit und gefahrener Wege bestehen. Zum anderen ist von einem vermutlich geringen Interesse an einer Verlagerung des Wohnstandortes auszugehen, da die Teleheimarbeiter überwiegend bereits sehr dezentral wohnen. Dieses Beispiel zeigt damit zugleich, daß die Randbedingungen für die Analyse und die Interpretation von empirischen Erhebungen zu den verkehrlichen Effekten neuerer Telekommunikationsanwendungen nicht außer Betracht gelassen werden dürfen.

3. Videokonferenzen und Geschäftsreiseverkehr

Nachfolgend werden die Auswirkungen der Anwendung von Videokonferenzen auf den Geschäftsreiseverkehr untersucht. Die Videokonferenz als moderne und leistungsfähige Form einer interaktiven Bildkommunikation wurde für eine empirische Untersuchung ausgewählt, weil hierzu bislang nur ansatzweise Erkenntnisse zu den verkehrlichen Auswirkungen bestehen (vgl. beispielsweise Biermann 1984; Ollmann 1990). Unter methodischen Gesichtspunkten bietet sich die Videokonferenzanwendung insofern an, als sie zum einen seit nunmehr bald 10 Jahren auf dem Markt verfügbar ist und somit seitens der Nutzer mittlerweile von einer Routine- bzw. Regelanwendung gesprochen werden kann, die aus dem Erprobungsstadium herausgeschritten ist (Quadt 1991). Zum anderen ist von Vorteil, daß die Videokonferenz fast ausschließlich das relativ trennscharf abgrenzbare Segment des Geschäftsreiseverkehrs betrifft.

Zur Ermittlung empirischer Angaben wurden Gespräche mit Experten aus insgesamt 25 verschiedenen Unternehmen, welche die Videokonferenztechnik mehr oder weniger erfolgreich anwenden, durchgeführt. Ergänzend dazu wurden mittels Fragebogentechnik bundesweit insgesamt 98 verschiedene Teilnehmer an Videokonferenzen schriftlich befragt, ob und inwiefern sich ihre Geschäftsreisefähigkeit durch die Bildkommunikation verändert hat.

3.1 Diffusion und Akzeptanz der Videokonferenzanwendung

Die Übertragung von Bildern wurde bereits wesentlich früher erfunden und ausprobiert, als dies mit der offiziellen Einführung dieses Dienstes durch die Deutsche Bundespost im

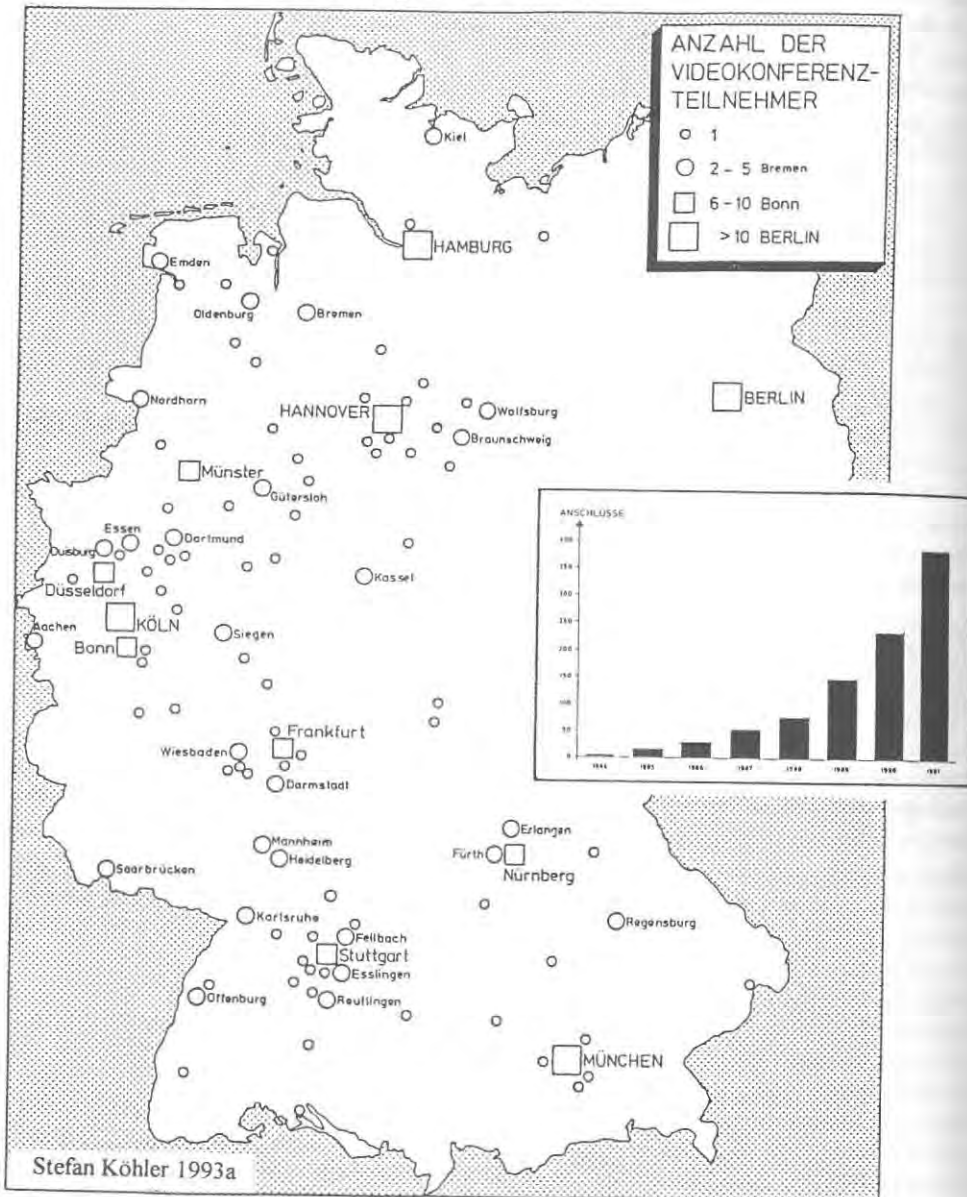
Jahr 1984 der Fall war. Bereits 1927 gelang es den Bell Laboratories erstmalig Bewegtbilder über eine Telefonleitung zu übertragen. 1936 wurden von der damaligen Reichspost erste „Fernseh-Sprechverbindungen“ in Deutschland installiert, mangels fehlender wirtschaftlicher Tragfähigkeit sowie wegen minderwertiger Qualität und geringer Nachfrage dann aber zugunsten anderweitiger Verwendungszwecke aufgelöst (Reuter 1990).

Die „Wiederentdeckung“ der Bildkommunikation in Form der Videokonferenz in der Mitte der 80er Jahre erfolgte von Beginn an unter der Prämisse, daß Bildauflösung und Bildübertragungsqualität der des Fernsehens entsprechen müssen, um überhaupt eine entsprechende Akzeptanz zu erzielen. Zur Gewährleistung dieses Anspruches war allerdings auch ein leistungsfähiges Übertragungsnetz notwendig, welches auf der Basis des glasfasrigen Vermittelnden-Breitband-Netzes (VBN) mit einer Kapazität von 140 Mbit durch die Deutsche Bundespost bereitgestellt wurde. Technische Verbesserungen bei Bildkodieralgorithmen und Bildtransformation verringern zwischenzeitlich in zunehmenden Maße den Bildqualitätsverlust bei der Verwendung von Übertragungsnetzen geringerer Dimensionierung, so daß das schmalbandigere ISDN-Netz von den Anwendern zunehmend bevorzugt wird. Auch wenn derzeit noch drei oder sechs ISDN-Anschlüsse für eine Bildübertragung in akzeptabler Qualität zusammengeführt werden müssen, wird die Bildkommunikation in Zukunft allein aus Kostengründen, wie es weiter unten noch deutlich belegt werden wird, verstärkt über das ISDN laufen. Das Bildtelefon, welches seit knapp einem Jahr als „arbeitsplatzorientierte“ Ergänzung zur „repräsentativeren“ Videokonferenz angeboten wird, bestreitet bereits diesen Weg.

Angesichts einer von an die 500 herangehenden Anzahl von Teilnehmern im Breitbandnetz Ende 1991 (Deutsche Bundespost Telekom 1992) ist die Nachfrage nach Videokonferenzen als bescheiden zu charakterisieren (vgl. Abbildung 3). Auch der vielzitierte Golfkrieg mit den Reiseverboten im mittleren und gehobenen Management verhalf der Bildkommunikation nicht zum Durchbruch – obwohl Tageszeitungen und Zeitschriften hierzu ganz andere Ansichten verbreiteten (vgl. z.B. Zumbusch 1991). Auch dem Bildtelefon scheint nach derzeitiger Marktbeobachtung keine rasche Diffusion vergönnt, wobei angesichts der kurzen Markteinführungszeit ein abschließendes Urteil jedoch noch verfrüht ist.

Bei der Videokonferenz stellen sich gleich mehrere Gründe als akzeptanzhemmend heraus. So spielen organisatorische Gesichtspunkte, wie z.B. die Frage der Lokalisation der Anlage im Unternehmen, eine nicht zu unterschätzende Rolle. Auch auf individueller Ebene einzelner Mitarbeiter zeigt sich häufig eine der Technik gegenüber ablehnende Einstellung, besonders dann, wenn z.B. befürchtet wird, auf eine vielleicht selten anstehende und von daher als „Privileg“ empfundene Dienstreise verzichten zu müssen (vgl. Köhler 1993c). Entscheidend für die geringe Nachfrage sowie auch die mit durchschnittlich 10 Konferenzen je angeschlossenem Unternehmen und Monat geringe Auslastung bestehender Anlagen sind weiter die hohen Investitionskosten, die in der Regel bereits zwischen DM 50.000 und 250.000 für technische Geräte und evtl. erforderliche Raumbauten (Akustik, Beleuchtung etc.) ausmachen. Hinzu kommen Grundgebühren und – wie es im folgenden Abschnitt vertiefend behandelt wird – ausgesprochen hohe Übertragungsgebühren.

Abbildung 3: Videokonferenzteilnehmer in der Bundesrepublik Deutschland 1991 und zeitliche Entwicklung von 1984 bis 1991



3.2 Kostenvergleich Geschäftsreise/Videokonferenz

Zumal seitens der Telekom als Netzbetreiber sowie von diversen Geräteherstellern damit geworben wird, daß eine Videokonferenzanwendung Reisezeiten und Reisekosten reduziere, wird vorweg anhand von Modellrechnungen hinterfragt, inwieweit allein unter Berücksichtigung ökonomischer Kriterien das Abhalten einer Konferenz via Bildschirm günstiger ist als im Rahmen der Durchführung einer Geschäftsreise.

Um die einzelnen Tarifzonen abzudecken, wurden sechs verschiedene Geschäftsreise- bzw. Videokonferenzrelationen von ein und demselben Bezugsort Stuttgart aus für die Vergleichsrechnung herangezogen. Es sind die Relationen von Stuttgart nach Böblingen, Karlsruhe, Frankfurt, Hamburg, Madrid und San Francisco. Wie Abbildung 4 für das Beispiel Stuttgart-Karlsruhe verdeutlicht, ist die Videokonferenz im Breitbandnetz (VBN) nur dann kostengünstiger, wenn der Parameter „Besprechungszeit“ kurz ist und/oder die Anzahl der Teilnehmer steigt. Im ISDN wird die Bildkommunikation insbesondere dann eine Alternative darstellen, wenn die Bildübertragungsqualität bei Verwendung eines einzigen Anschlusses für den gewünschten Anwendungszweck ausreichend ist. Da derzeit noch sechs oder mindestens drei ISDN-Anschlüsse zur Gewährleistung einer ausreichenden Qualität gekoppelt werden müssen, sind diese „optimalen“ Werte um den entsprechenden Faktor zu multiplizieren.

Bei einer Betrachtung des „Entfernungsparameters“ als Teilgröße zeigt sich, daß Videokonferenzen mit zunehmender Entfernung günstiger werden, da die Übertragungskosten auf den einzelnen Kilometer bezogen stärker abnehmen als dies bei der Wahl von Personenverkehrsmitteln der Fall ist. Lediglich die Gebührenstaffelung nach Tarifzonen führt gewisse „Sprünge“ mit sich, die bei Videokonferenzen über Staatsgrenzen hinweg trotz geringer Entfernungen (z.B. Karlsruhe-Straßburg) hohe Gebühren verursachen kann.

Zu berücksichtigen ist bei diesen Vergleichsrechnungen, daß die Besprechungszeit, wie Analysen des Geschäftsreiseverkehrsverhaltens empirisch ermittelt haben, im Mittel um den Faktor 1,2 über der Reisezeit liegt (vgl. vor allem Merckens 1984). Es zeigt sich somit, daß mit zunehmender Entfernung und in der Regel damit einhergehender steigender Reisezeit, die Besprechungszeit zunimmt. Eine Betrachtung der beiden Abbildungen 4 und 5 dahingehend verdeutlicht, daß die Videokonferenz im VBN in den seltensten Fällen (eigentlich nur bei hoher Teilnehmer- bzw. Reisendenzahl) wirtschaftlicher ist. Im ISDN ist die Bildkommunikation zwar bereits wesentlich öfters kostengünstiger, stellt aber selbst auch dann noch bei weitem nicht in allen Fällen die erstrebenswerte Alternative zu einer Geschäftsreise dar.

Ein Kosten-Nutzen-Vergleich sollte aber auch qualitative Effekte der Videokonferenzanwendung berücksichtigen, die nicht oder nur schwerlich monetarisierbar sind, einem Unternehmen jedoch enorme wirtschaftliche Vorteile, z.B. durch verbesserte Position im Wettbewerb, bescheren können. Eine Befragung von 98 Anwendern hat gezeigt, daß von ihnen die Bildkommunikation weniger unter dem Aspekt der Reduzierung von Dienstreisen als vielmehr unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung kommunikativer Strukturen im Unternehmen und zu Geschäftspartnern sowie einer Effektivierung von Arbeitsprozessen zustimmend bewertet wird. Je häufiger die Befragten dabei an Videokonferenzen teilgenommen haben, desto positiver ist in dieser Hinsicht ihr Eindruck von der Technik der Bildkommunikation (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 4: Reisekosten Stuttgart-Karlsruhe im Vergleich zu Übertragungskosten im VBN und der künftig voraussichtlich günstigsten Alternative im ISDN-Netz

Stuttgart-Karlsruhe														
		nur für FH-Ingenieure Dauer der Besprechung (in Stunden)						nur für Manager Dauer der Besprechung (in Stunden)						
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Anzahl der Mitarbeiter	1	Auto Zug VK	363 422 480	363 422 960	363 422 1440	363 422 1920	363 422 2400	363 422 2880	630 744 480	630 744 960	630 744 1440	630 744 1920	630 744 2400	630 744 2880
	2	Auto Zug VK	630 764 480	630 764 960	630 764 1440	630 764 1920	630 764 2400	630 764 2880	1164 1408 480	1164 1408 960	1164 1408 1440	1164 1408 1920	1164 1408 2400	1164 1408 2880
	3	Auto Zug VK	897 1106 480	897 1106 960	897 1106 1440	897 1106 1920	897 1106 2400	897 1106 2880	1697 2072 480	1697 2072 960	1697 2072 1440	1697 2072 1920	1697 2072 2400	1697 2072 2880
	4	Auto Zug VK	1258 1528 480	1258 1528 960	1258 1528 1440	1258 1528 1920	1258 1528 2400	1258 1528 2880	2326 2816 480	2326 2816 960	2326 2816 1440	2326 2816 1920	2326 2816 2400	2326 2816 2880
	5	Auto Zug VK	1525 1870 480	1525 1870 960	1525 1870 1440	1525 1870 1920	1525 1870 2400	1525 1870 2880	2860 3470 480	2860 3470 960	2860 3470 1440	2860 3470 1920	2860 3470 2400	2860 3470 2880
	6	Auto Zug VK	1792 2052 480	1792 2052 960	1792 2052 1440	1792 2052 1920	1792 2052 2400	1792 2052 2880	3394 4144 480	3394 4144 960	3394 4144 1440	3394 4144 1920	3394 4144 2400	3394 4144 2880

Randbedingungen Stuttgart-Karlsruhe

Reise ist teurer als VK (Fettdruck)

Stundensatz:
FH-Ingenieur = 100.-- DM
Manager = 200.-- DM

Fahrzeit mit dem Auto: 160 Min.
d.h. Kosten für Fahrzeit:
FH-Ingenieur = 267.-- DM
Manager = 534.-- DM

Fahrzeit mit dem Zug + Taxi:
2*(50+2*20) Min. = 180 Min.
FH-Ingenieur = 300.-- DM
Manager = 600.-- DM
(jeweils 'Tür-zu-Tür'/
Hin und zurück)

Fahrkosten mit dem Auto:
0,52 DM/km * 184 km = 95.68 DM
d.h.: FH-Ingenieur = 96.-- DM
Manager = 96.-- DM
(wobei für 1-3 Personen = 1 Auto,
4-6 Personen = 2 Autos)

Fahrkosten mit dem Zug:
FH-Ingenieur = 122.-- DM (2.Klasse+Taxi)
Manager = 144.-- DM (1.Klasse+Taxi)
(wobei 1-3 Personen = 1 Taxi,
4-6 Personen = 2 Taxen)
(Berechnungen für Bahnreise ohne
Ermäßigung durch Gruppenkarte o.ä.)

Beispiel:
Kosten für zwei Stunden Besprechung
mit drei Managern bei Fahrt mit Zug:
3*(600+64) DM + 2*2*20 DM = 2072.-- DM

Stefan Köhler 1993a

Abbildung 5: Modellrechnung zu den kilometerspezifischen Kosten von Videokonferenzen und Geschäftsreisen

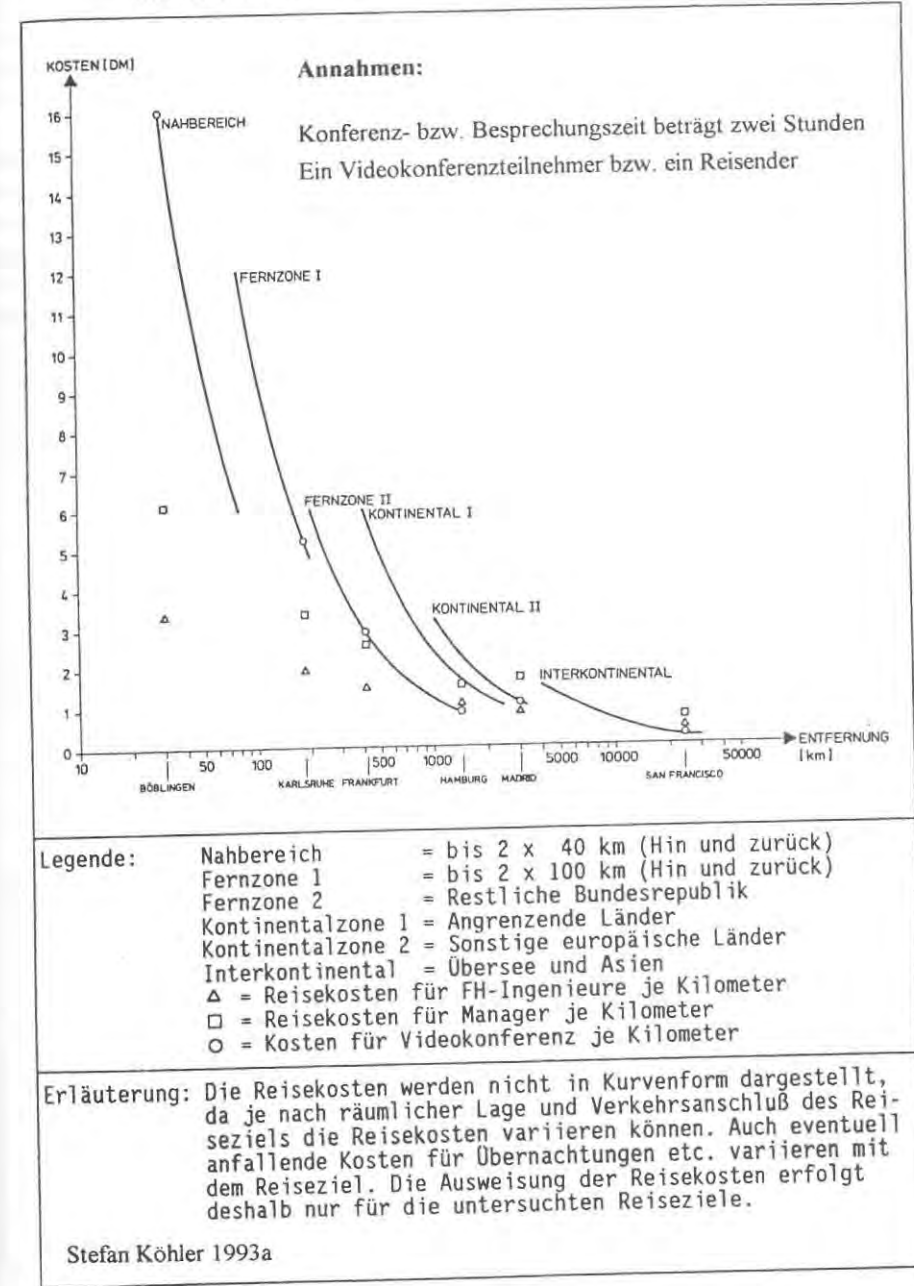
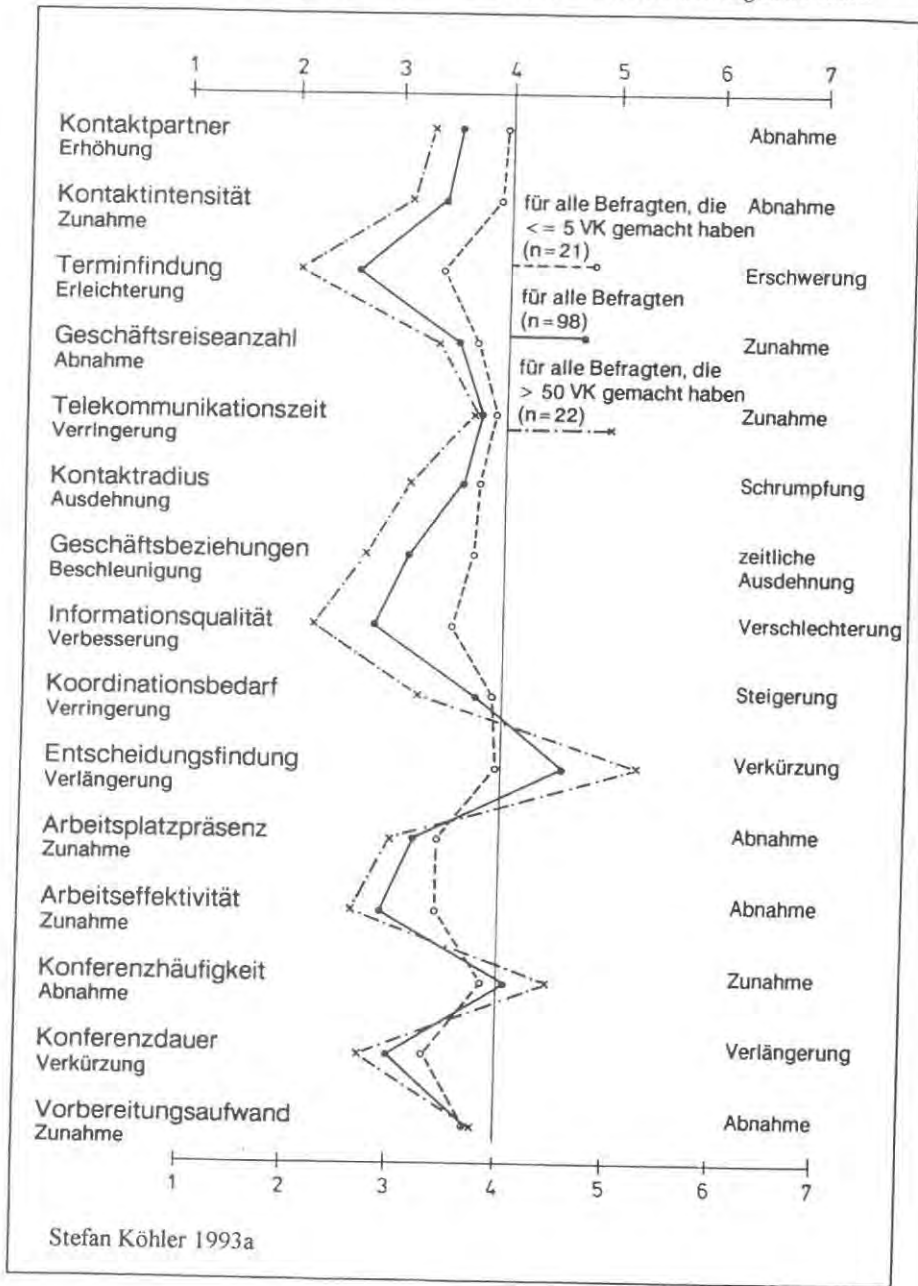


Abbildung 6: Polarisationsprofil zu den durch Videokonferenz bewirkten Veränderungen bei allen Befragten, bei „Vielanwendern“ und bei „Weniganwendern“



3.3 Verkehrliche Effekte

Nicht jede Dienstreise kann durch ein Telekommunikationsmedium ersetzt werden. Diverse kommunikationssoziologische Untersuchungen haben dies vor allem am Beispiel sensibler und komplexer Besprechungsinhalte verdeutlicht, welche nur bei face-to-face-Kontakten für beide Gesprächspartner befriedigend behandelt und gelöst werden können (vgl. z.B. Klingenberg/Kränzle 1983). Reisen mit dem Ziel von Vertragsverhandlungen oder vertrauensbildender Maßnahmen sowie geschäftliche Erstkontakte, so die nahezu einhellige Meinung aller einbezogenen Expertenaussagen (vgl. Köhler 1993c), sind ebenfalls durch ein technisches Medium kaum zu ersetzen. Werden solche Reiseanlässe ausgesondert, so bleibt diversen verkehrswissenschaftlichen Analysen zufolge (Fischer 1985; Ollmann 1990; Köhler 1993a) ein Substitutionspotential von bis zu maximal 30% aller Geschäftsreisen übrig.

Eine schriftliche Befragung bei 98 Personen, die bereits gelegentlich oder häufiger Videokonferenzen durchgeführt haben, hat gezeigt, daß dieses theoretische Einsparungspotential bei weitem nicht erreicht wird. Die Auswertung der Fragebögen ergab lediglich bei knapp einem Drittel aller Befragten (30,5%) überhaupt eine Substitution eines Teils ihrer Dienstreisen. Die Verminderung der Reisetätigkeit bei diesem Personenkreis betrug im Durchschnitt 20%. Während ungefähr ein Viertel der Befragten (26,3%) darauf verwies, sich wegen der geringen Anzahl ihrer Videokonferenzen noch kein Urteil zur Entwicklung ihrer Reisetätigkeit bilden zu können, merkte ein gutes Drittel aller Befragten (34,7%) an, daß die Reisetätigkeit unverändert geblieben sei, da infolge von Videokonferenzen eingesparte Dienstreisekosten und Dienstreisezeiten für Reiseanlässe genutzt wurden, welche zuvor aus Zeitgründen nicht realisierbar waren. Eine geringe Anzahl der Befragten (5,3%) gab an, daß die Gesprächspartner ansonsten hätten reisen müssen, ein noch geringerer Prozentsatz (3,2%) verwies auf eine Zunahme der Reisetätigkeit infolge der geführten Videokonferenz.

Abbildung 7: Geschäftsreiseentwicklung der befragten Videokonferenzteilnehmer

Geschäftsreisetätigkeit	Anzahl	Anteil in %	
		(ohne 2)	
1 hat abgenommen	29	30,5	41,4
2 blieb gleich, da Anzahl der Videokonferenzen bislang gering	25	26,3	–
3 blieb gleich, da Gesprächspartner hätten reisen müssen	5	5,3	7,2
4 blieb gleich, da gewonnene Freiräume für andere Reisen genutzt	33	34,7	47,1
5 hat zugenommen	3	3,2	4,3
Insgesamt	95	100,0	100,0

³ Antwortverweigerungen (Missing Values)

Stefan Köhler 1993a

Neben den verkehrsreduzierenden Effekten zeigen sich somit sehr deutlich auch die mittels verbesserter kommunikationstechnischer Anlagen ausgelösten verkehrsgenerierenden Effekte. Sie führen allerdings nur in den seltenen Fällen zu einer Erhöhung des Geschäftsreiseverkehrs, sondern meistens bewirken sie „lediglich“ eine Kompensation eingesparter Reisen durch die Wahrnehmung anderer mit Reisen verbundener Kontakte.

Unter Ausschluss der Befragten, die bislang kaum Videokonferenzen geführt haben, ergibt sich für alle verbleibenden Befragten im Mittel eine Verringerung der Geschäftsreisetätigkeit in einer Größenordnung von knapp unter 10%. Basierend auf die Ergebnisse der Expertengespräche und der Befragungen lässt sich hieraus das Volumen eingesparter Reisen durch Videokonferenzen für die gesamte Videokonferenzanwendung in der Bundesrepublik Deutschland hochrechnen.

Bei rund 500 Unternehmen mit Videokonferenzanschluß und durchschnittlich 10 Videokonferenzen im Monat je Unternehmen werden jährlich ca. 60.000 Videokonferenzen geführt (Bezugsjahr 1992), an denen bei durchschnittlicher Teilnahme von insgesamt 6 Personen insgesamt 360.000 Videokonferenzteilnehmer vorlagen. Bei den laut Befragungsergebnissen 20 geführten Videokonferenzen pro Teilnehmer im Jahr ergibt dies 18.000 Personen, die die Bildkommunikation nutzten. Die Befragten gaben eine Anzahl von 3 Geschäftsreisen pro Monat an, so daß sich hochgerechnet 648.000 Reisen bei 18.000 Personen ergeben. Gemäß der Reduktionsrate von knapp 10% hat somit eine Substitution von ursprünglich rund 720.000 Reisen um gut 70.000 Reisen stattgefunden. Bei einer Annahme von einer durchschnittlichen Reiseweite von 200 km entspricht dies 14 Millionen eingesparten Personenkilometern. 1992 umfaßte das Geschäftsreiseverkehrsaufkommen rund 100 Milliarden Personenkilometer. Demnach hat die Videokonferenzanwendung in der Bundesrepublik, unter der Annahme, daß das Kommunikations- und Geschäftsreiseverkehrsverhalten aller Videokonferenzteilnehmer dem der Befragten und den Angaben der Expertengespräche entspricht, um ca. 0,014% abgenommen. Wenngleich diese Berechnung nur einen ungefähren Anhalt zur Größenordnung der Substitutionseffekte gibt, so vermittelt sie jedoch deutlich, daß die Bildkommunikation eine noch viel breitere Anwendung erfahren muß, um das Geschäftsreiseverkehrsaufkommen spürbar beeinflussen zu können.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Mit einer durchschnittlichen Substitutionsrate von knapp 10% sind die Einsparungspotentiale im Geschäftsreiseverkehr zwar nicht außerordentlich hoch, aber dennoch beachtenswert. Der Videokonferenz kommt dabei allerdings nicht nur eine verkehrsreduzierende, sondern zugleich auch eine verkehrsvorbereitende und -ergänzende Funktion zu. Die Angebote an Telekommunikationsdienstleistungen und die Möglichkeiten zur Realisierung physischen Verkehrs erfahren mittels der Videokonferenz damit eher eine qualitative Verbesserung als eine Verdrängung. Resultat hiervon ist letztendlich eine Steigerung der Effizienz und eine Erhöhung der Flexibilität bei der Gestaltung tagtäglich anfallender und mit Verkehr verbundener Aktivitäten. Diese Effizienzsteigerung setzt neue Kapazitäten infolge eingesparter Ressourcen (Zeit, Kosten) frei, die nicht selten dazu verwendet werden, den

(geschäftlichen) Aktionsradius auszuweiten. Hieraus ergibt sich häufig neuer Verkehr oder Verkehr über größere Entfernungen, wobei zur Zeit maximal eine Kompensation eingesparter Fahrten, nicht aber eine Steigerung des Geschäftsreiseverkehrs bewirkt wird.

Resümierend ist somit festzuhalten: Die Videokonferenz kann zu einer Milderung von verkehrlichen Problemen durch eine, wenn auch geringfügige Substitution von Geschäftsreisen beitragen. Sofern sich aber diese Technologie nicht auf breiter Basis in der geschäftlichen Kommunikation durchsetzt und sie nicht ganz gezielt unter der Prämisse einer Vermeidung unnötiger und unwirtschaftlicher Verkehre eingesetzt wird, werden sich die Einsparungspotentiale im Geschäftsreiseverkehr weiterhin in einer quantitativ solch außerordentlich bescheidenen Größenordnung bewegen, daß sie allein durch die allgemeinen jährlichen Verkehrszuwächse im Personenverkehr überdeckt werden.

Literatur

- Biermann, Th.* (1984): Konsequenzen der Neuen Medien für Aufkommen und Struktur des Luftverkehrs. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 4, S. 251-255.
- Boghani, A.B. et. al.* (1991): Can Telecommunication help solve Americans Transportation Problems. Cambridge: Arthur D. Little Multiclient Study.
- Cerwenka, P.* (1984): Strukturwandel im Mobilitätsbudget durch Telekommunikation. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 4, S. 240-250.
- Cherry, C.* (1977): The Telephone System. Creator of Mobility and Social Change. In: Sola Pool, I. (Hrsg.): The Social Impact of the Telephon, S. 112-126, Cambridge/London: MIT-Press.
- Claisse, G.* (1989): Telefon, Kommunikation und Gesellschaft – Daten gegen Mythen, In: Lange, U; K. Beck und A. Zerdick (Hrsg.): Telefon und Gesellschaft. Beiträge zu einer Soziologie der Telefonkommunikation, S. 255-282, Berlin: Spiess.
- Deutsche Bundespost Telekom (1992): Videokonferenz – Weltweites Videokonferenz-Teilnehmerverzeichnis. Bonn.
- Fischer, E.* (1985): Auswirkungen neuer Telekommunikationsmedien auf unternehmerische Kommunikationsentscheidungen. Pfaffenweiler: Centaurus.
- Hartmann, B.; M. Latzer und P. Sindt* (1988): Telekommunikation und Transport – Ausgewählte Aspekte. Wien: Forschungsbericht des Instituts für Sozio-ökonomische Entwicklungsforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Heinze, G. W.* (1984): Zur Evolution von Verkehrssystemen. Perspektiven der Telekommunikation. In: Klatt, S. (Hrsg.): Perspektiven verkehrswissenschaftlicher Forschung. Festschrift für Fritz Voigt zum 75. Geburtstag, S. 271-322. Berlin: Duncker & Humblot.
- Henckel, D; E. Nopper und N. Rauch* (1984): Informationstechnologie und Stadtentwicklung, Stuttgart: Kohlhammer.

- Kitamura, R. et. al.* (1991): An Evaluation of Telecommuting as a Trip Reduction Measure. In: Proceedings of the 19th PTRC Summer Annual Meeting, 9.-13. Sept. Sussex, England.
- Klingenberg, H. und H.-P. Kränzle* (1983): Kommunikationstechnik und Nutzerverhalten. Die Wahl zwischen Kommunikationsmitteln in Organisationen. München: CW-Publikationen.
- Köhler, S.* (1993a): Interdependenzen zwischen Telekommunikation und Personenverkehr. Karlsruhe: Schriftenreihe des Instituts für Städtebau und Landesplanung, Heft 24.
- Köhler, S.* (1993b) Teleheimarbeit: Eine Technikfolgenabschätzung für den Berufsverkehr. In: Standort – Zeitschrift für angewandte Geographie, Heft 4, S. 30-33.
- Köhler, S.* (1993c): Einführung, Nutzung und Folgen von Videokonferenzen – Vergleich von 25 Unternehmen in Deutschland. Bad Honnef: Diskussionsbeiträge des Wissenschaftlichen Instituts für Kommunikationsdienste Nr. 105.
- Kreuz, D. W. und R. Schultz-Wild* (1975): Verkehr und Kommunikation. Kommission für wirtschaftlichen und sozialen Wandel. Bd. 47. Göttingen: Schwartz & Co.
- Lange, U.* (1989): Von der ortsgebundenen „Unmittelbarkeit“ zur raumzeitlichen „Direktheit“. In: *Lange, U.; K. Beck und A. Zerdick* (Hrsg.), Telefon und Gesellschaft. Beiträge zu einer Soziologie der Telefonkommunikation, S. 167-185. Berlin: Spiess.
- Maschke, W.* (1989): Telefonieren in Deutschland. Zahlen, Daten, Fakten. In: *Lange, U.; K. Beck und A. Zerdick* (Hrsg.): Telefon und Gesellschaft. Beiträge zu einer Soziologie der Telefonkommunikation, S. 97-100, Berlin: Spiess.
- Merckens, R.* (1984): Analyse des Verkehrsmittelwahlverhaltens von Geschäftsreisenden. Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“ des Bundesministers für Verkehr, Heft 414, Bonn – Bad Godesberg.
- Mokhtarian, P. L.* (1991): Telecommuting and Travel: State of the Practice, State of the Art. In: *Transportations*, Serie 18, Nr. 4, S. 319-342.
- Milzkott, R.* (1982): Substitutionsbeziehungen zwischen Verkehr und Kommunikation. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 3, S. 213-220.
- Nilles, J. M.* (1991): Telecommuting and Urban Sprawl: Mitigator or Inciter? In: *Transportations*, Serie 18, Nr. 4, S. 411-432.
- Ollmann, R.* (1990): Substitution von Personenverkehr durch Telekommunikation. In: *Henckel, D.* (Hrsg.): Telematik und Umwelt, S. 166-197, Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Quadt, H. P.* (1991): Räumlich getrennt zusammenarbeiten: Die Videokonferenz als Dienst der DBP Telekom. In: *net – Nachrichten, Elektronik und Telematik*, Heft 6, S. 244-246.
- Reinke, H.* (1988): Die Einführung und Nutzung des Telefons in der Industrie des Deutschen Reiches 1880-1939. Köln: Discussion Paper 88/6 des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung.

- Reuter, M.* (1990): Telekommunikation: Aus der Geschichte in die Zukunft. Heidelberg: R. v. Deckerÿs.
- Rotach, M. und P. Keller* (1987): Chancen und Risiken der Telekommunikation für Verkehr und Siedlung in der Schweiz. Zürich: Verlag der Fachvereine.
- Sax, E.* (1920): Die Verkehrsmittel in Volks- und Staatswirtschaft. Bd. II: Land- und Wasserstraßen, Post, Telegraph, Telephon. Berlin: Springer (2. Aufl.).
- Schivelbusch, W.* (1977): Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert. Wien: Carl Hanser.
- Schmid, W. u.a.* (1984): Direkte Beziehungen zwischen Telekommunikation und natürlicher Umwelt. MANTO-Teilbericht 2.15. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule.
- Stergiou, B. und A. Stathopoulos* (1989): Traffic models and Road Transport Informatics (RTI) systems. In: *Traffic Engineerings + Control*, Nr. 12, S. 580-586.
- Takada, K. und T. Wada* (1990): Progress of road-automobile communication systems. In: *Journal of Transportation Engineering*, Nr. 4, S. 436-441.
- Thorngren, B.* (1970): How do Contact systems affect Regional Development? In: *Environment and Planning*, Vol. 2, S. 409-427.
- Türke, K.* (1984): Die Entwicklung von Siedlungen, Verkehr und Informationstechniken – beobachtete und vermutete Beziehungen zwischen kommunizierenden Systemen. In: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, Heft 4, S. 226-239.
- Zumbusch, J.* (1991): Kommunikation – Mit dem Golfkrieg wuchs der Informationsfluß. In: *Wirtschaftswoche*, Nr. 11, S. 56/57.

Abstract

Interactions between telecommunications and transport have been an issue for much speculative assessment but little empirical research. This paper focuses on the business travel impacts of one of the spectacular new telecommunications application in Germany, the teleconferencing by the technical system of „Videokonferenz“. A comparative analyses of teleconference/business travel costs shows that at this time in Germany teleconferencing is only more economical than travelling if the number of conference participants is high and the duration of teleconference/meeting time short. Main evaluation results for business travel impacts are following: The videoconference system is not favorite used to reduce travel. Better, quicker and more effectiveness in business communication are the most important reasons to take part at teleconference meetings. Videoconferencing reduce travel in case of about 30% of the users. For the other participants of teleconferences the business travel rate has not changed, because additional travel was created to fulfill the travel time budget of some of the substituted business meetings or because the using rate of this technology was too low to identify travel impacts until now. The average rate of reduced travel about all users is a little less than 10%. At this time effects on the whole business travel in Germany could not be registered practically, cause the number of user with about 500 companys (firms) and about 10 conferences per month and company is very moderate.

Volkswirtschaftliche Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen

VON HERBERT BAUM, KÖLN

v.g.a.g
b.g.n.a.s

1. Problemstellung

Das Unfallgeschehen in der Arbeitswelt – bestehend aus Arbeits- und Wegeunfällen – in Deutschland stellt eine erhebliche Belastung für das Ressourcenpotential und damit für die Wachstumsspielräume dar. Um das Problemgewicht zu charakterisieren und Ansatzpunkte für sicherheitssteigernde Maßnahmen herauszuarbeiten, ist die Kenntnis der volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeits- und Wegeunfälle erforderlich. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz hat mit mehreren Studien in den 70er und den frühen 80er Jahren die volkswirtschaftlichen Kosten ermitteln lassen.¹⁾ Seither sind erhebliche Änderungen in den Sicherheitsstandards in der Arbeitswelt, in den medizinischen Wiederherstellungs- und Rehabilitationschancen und in der gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Unfällen eingetreten, so daß eine Neuberechnung der Ressourcenverluste erforderlich wurde. Das Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln hat diese Aufgabe übernommen. Die Untersuchung bezieht sich auf das Jahr 1989 (alte Bundesländer). Dieser Beitrag berichtet über Vorgehensweise und Ergebnisse des Forschungsvorhabens.²⁾

2. Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

2.1 Abgrenzung der Unfallarten

Zunächst ist zu definieren, welche Unfälle als Arbeits- und Wegeunfälle zu gelten haben. Meldepflichtig sind die Unfälle, bei denen eine versicherte Person durch einen Unfall getötet oder so verletzt wird, daß sie stirbt oder für mehr als drei Tage völlig oder teilweise arbeitsunfähig ist.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Herbert Baum
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22
50923 Köln

1) Vgl. Voigt, F., Franke, A., Jokl, St., Die gesamtwirtschaftliche Problematik der Arbeitsunfallfolgekosten (= Forschungsbericht Nr. 108 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung), Dortmund 1973; Franke, A., Jokl, St., Prognose der volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle (= Forschungsbericht Nr. 149 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung), Dortmund 1976; Franke, A., Jokl, St., Die volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle (= Forschungsbericht Nr. 148 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung), Dortmund 1980; Jokl, St., Die volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle (= Forschungsbericht Nr. 328 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung), Dortmund 1983.

2) Vgl. Baum, H., Niehus, K., Volkswirtschaftliche Ressourcenverluste durch Arbeits- und Wegeunfälle (= Forschungsbericht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Nr. 675), Dortmund 1993.

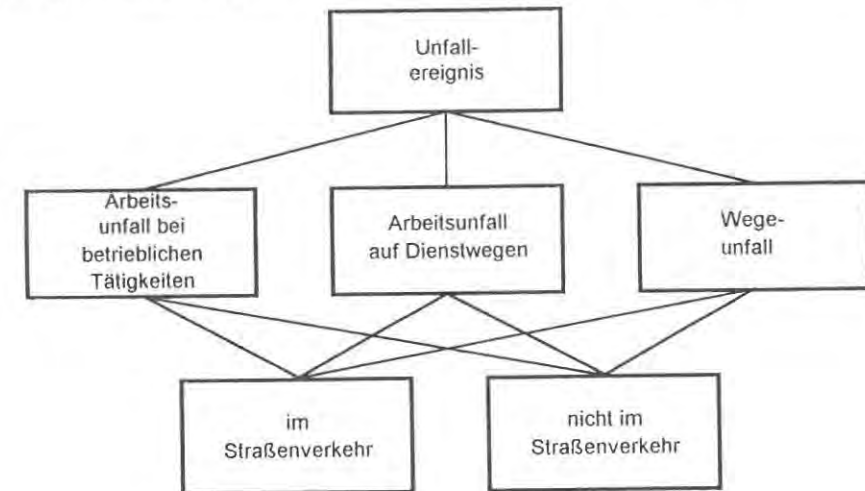
Die gesetzlichen Unfallversicherer unterscheiden dabei nach Arbeits-, Dienstwege- und Wegeunfällen und danach, ob sich der Unfall im Straßenverkehr oder außerhalb des Straßenverkehrs ereignet hat.³⁾ Ein Arbeitsunfall ist ein Unfall, den eine versicherte Person bei der Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit innerhalb oder außerhalb der Arbeitsstätte erleidet. Unter den Dienstwegeunfällen werden Verkehrsunfälle erfasst, die sich auf betrieblichen oder dienstlichen Wegen ereignen. Wegeunfälle sind Unfälle zwischen Wohnung und Arbeitsstätte. Bei den Wegeunfällen überwiegen die Straßenverkehrsunfälle, wobei Straßenverkehrsunfälle, die nur zu Sachschäden führen, nicht in der Statistik der Wegeunfälle berücksichtigt werden. Mit diesen Abgrenzungen werden folgende Unfallereignisse erfasst:

- Personenschäden ohne Sachschäden
- Personenschäden in Verbindung mit Sachschäden.

Hinsichtlich des Ziels, die volkswirtschaftlichen Verluste von Arbeits- und Wegeunfällen zu erfassen, weist diese Erfassungskonzeption der gesetzlichen Unfallversicherer jedoch zwei Mängel auf.

- 1) Es werden nur die Sachschäden berücksichtigt, die in Verbindung mit einem Personenschaden entstehen. Gerade Sachschäden ohne Personenschaden verursachen jedoch ebenfalls erhebliche volkswirtschaftliche Verluste. So haben z.B. Straßenverkehrsunfälle oft nur Sachschäden zur Folge. Insofern ist es notwendig, Sachschäden auch ohne Personenschäden zu berücksichtigen.⁴⁾ Für die weitere statistische Auswertung wird daher nach sechs Unfallarten unterschieden (Abbildung 1).

Abbildung 1: Gliederungssystematik der berufsgenossenschaftlichen Unfallereignisse



3) Vgl. Klöckner, J.H., Wegeunfälle – Eine Situationsübersicht, Manuskript der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 1984, S. 3.

4) Vgl. Nill, E., Schadenkontrolle, Erweiterung der Arbeitssicherheitskonzeption, in: Schriftenreihe Arbeitssicherheit der Industriegewerkschaft Metall, Frankfurt a.M., 1980, S. 8.

2) Ein weiteres Defizit der herkömmlichen Abgrenzung der Arbeits- und Wegeunfälle ist, daß nur die Unfälle erfaßt werden, bei denen eine versicherte Person getötet oder verletzt wird. Diese Einengung des Personenkreises ist aus ökonomischer Sicht nicht gerechtfertigt. Arbeits- und Wegeunfälle erleiden ebenfalls Personen, die nicht gesetzlich versichert sind. Die mengenmäßige Erfassung des Unfallgeschehens muß daher um folgende Personengruppen erweitert werden:

- Unfälle von nicht versicherten Erwerbstätigen, die nicht von der Berufsgenossenschaft erfaßt werden. Dazu zählen Unfälle von Beamten, Soldaten und Richtern.⁵⁾ Zu den nicht gesetzlich Versicherten gehört auch der Kreis der Selbständigen, die entweder keine Möglichkeit haben, einer gesetzlichen Unfallversicherung beizutreten oder von der Möglichkeit des freiwilligen Beitritts keinen Gebrauch gemacht haben.
- Unfallopfer, die durch Arbeitsunfälle körperlich geschädigt werden, ohne Unfallversicherungsschutz als Erwerbstätige zu genießen. Dazu zählen vor allem unfallbeteiligte Dritte (z.B. Hausfrauen, Kinder) im Straßenverkehr.

Durch den differenzierten Ausweis der Unfallarten und die Erweiterung des Mengengerüsts können die Unfallfolgekosten genauer erfaßt und berechnet werden. Zudem werden die Daten zum Unfallgeschehen dadurch mit dem amtlichen und versicherungsbezogenen Straßenverkehrsunfallstatistiken vergleichbar.

2.2 Abgrenzung der Unfallschwerekategorien

Um eine Zuordnung und Berechnung der volkswirtschaftlichen Verluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen vornehmen zu können, müssen neben den absoluten Unfallzahlen die unterschiedlichen Folgen eines Unfalls erfaßt werden. In der Vergangenheit wurde dazu eine Reihe von Untersuchungen auf Basis von AIS-Codes durchgeführt.⁶⁾ Bei dieser Skalierungsmethode wird die Verletzungsschwere vor allem in Abhängigkeit von der Lebensbedrohung ermittelt. Diese Vorgehensweise übersieht jedoch, daß die Folgekosten einer Verletzung nur zum Teil von der Lebensbedrohung abhängen.⁷⁾ Desweiteren führt die ausschließliche Ausrichtung an der Lebensbedrohung innerhalb der Unfallschwerekategorien zu großen Streuungen der Unfallfolgekosten, so daß eine derartige Klassifizierung unbefriedigend ist. Eine genauere Erfassung der Unfallfolgekosten ist möglich, wenn die Unfallkategorien nach der Verletzungsart oder dem verletzten Körperteil untergliedert werden. In einer Studie von *Mattern et al.* wurden 140 verschiedene Verletzungsarten definiert und in ihren Folgekosten untersucht.⁸⁾ Eine ähnliche Analyse des Hauptverbandes der

5) Bei diesen Berufsgruppen wird die Unfallfassung nur von den jeweiligen Dienstherren vorgenommen.

6) Vgl. AIS 1985, The Abbreviated Injury Scale (1985 Revision), American Association for Automotive Medicine, Arlington Heights IL 60005 USA.

7) So kann beispielsweise eine komplizierte Oberschenkelfraktur, die keine Lebensbedrohung nach sich zieht, zu einer dauerhaften Minderung der Erwerbsfähigkeit und damit zu relativ hohen Aufwendungen führen, während eine lebensbedrohende Kopfverletzung unter Umständen nur geringe Kosten verursacht.

8) Vgl. *Mattern, R., et al.*, Verletzungsfolgekosten nach Straßenverkehrsunfällen, Schriftenreihe Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., Nr. 73, Frankfurt a.M., 1988.

gewerblichen Berufsgenossenschaften untersucht die Verletzungsfolgen in Abhängigkeit vom verletzten Körperteil und von der Verletzungsart (z.B. Fraktur, Verbrennung).⁹⁾ Mit diesen diagnosebezogenen Verletzungsskalen können zwar den verschiedenen Unfallfolgen die Kosten annähernd genau zugeordnet werden, aber der damit verbundene umfangreiche Erhebungsaufwand führt nicht zu einer wesentlich genaueren gesamtwirtschaftlichen Aussage über die Ressourcenverluste.¹⁰⁾

Ausgehend vom Ziel dieser Untersuchung, die monetär bewerteten Ressourcenverluste durch Arbeits- und Wegeunfälle zu ermitteln, reicht es aus, die Unfallschwerekategorien nach den aus den Unfällen resultierenden Kosten abzugrenzen. Die Höhe der Ressourcenverluste hängt vor allem von der Art der medizinischen Behandlung, von der Dauer des Arbeitsausfalls und vom Minderungsgrad der Erwerbsfähigkeit ab. Es werden daher entsprechend der Systematisierung in den berufsgenossenschaftlichen Statistiken folgende sechs Unfallschwerekategorien gebildet:

- bis 3 Tage arbeitsunfähig, ambulant behandelt,
- länger als 3 Tage arbeitsunfähig, ambulant behandelt,
- länger als 3 Tage arbeitsunfähig, stationär behandelt,
- erstmals entschädigt, ambulant behandelt,
- erstmals entschädigt, stationär behandelt,
- erstmals entschädigt, tödlich.

3. Datenmaterial und Datenerhebungskonzept

Das statistische Datenmaterial zum Mengengerüst stammt aus unterschiedlichen Quellen. Die Anzahl der Arbeits- und Wegeunfälle kann den „Unfallverhütungsberichten“ des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung entnommen werden, die aus den Daten der gesetzlichen Unfallversicherung zusammengestellt werden. Träger der Unfallversicherung in der Bundesrepublik Deutschland sind 54 Berufsgenossenschaften und 40 Versicherungsbehörden der öffentlichen Hand, die in drei Verbänden (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand) zusammengeschlossen sind. Die Unfallstatistiken dieser Organisationen decken den größten Teil des gesamten Unfallgeschehens ab. Darüber hinaus ist eine detaillierte Analyse der Unfalldaten durch Sonderauswertungen des gesamten erfaßten Unfallgeschehens der gesetzlichen Unfallversicherungsträger möglich.

Alle weiteren Daten zum Mengengerüst, wie Arbeitszeiten, Freizeitverwendung usw., können aus leicht zugänglichen Quellen (z.B. Statistisches Jahrbuch, Fachserien des Statistischen Bundesamtes) beschafft werden.

9) Vgl. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. (Hrsg.), Arbeits- und Wegeunfälle in der medizinischen Rehabilitation, Bonn 1983.

10) Vgl. *Hoffmann, B.*, Arbeitsschutz und Unfallstatistik 1988 (= Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.), Sankt Augustin 1990, S. 77.

Um die Sachschäden infolge von Arbeits- und Wegeunfällen zu erfassen, muß auf Informationen aus der Versicherungswirtschaft zurückgegriffen werden. Der Versuch, durch Befragung von Großunternehmen Sachschadensdaten zu erheben, scheiterte. Die wenigsten der befragten Unternehmen verfügen über Sachschadensstatistiken, auch öffentliche Stellen erfassen keine Sachschadensdaten.

Weitere Datenerhebungsprobleme ergeben sich dadurch, daß die Datensätze oftmals unterschiedlich strukturiert (z.B. nicht einheitliche Unterteilung der Unfälle nach Altersstruktur, Unfall schwere und Unfallart) und teilweise lückenhaft (z.B. landwirtschaftlicher Bereich, Unfälle der nicht gesetzlich Versicherten) sind. Diese Mängel im vorliegenden Mengengerüst können jedoch beseitigt werden, indem die unterschiedlich strukturierten Datensätze durch Schätzungen angeglichen werden und das unvollständige Datenmaterial durch die Übertragung von Anteilsstrukturen ergänzt wird.

4. Häufigkeit und Schweregrad der Arbeits- und Wegeunfälle

4.1 Anzahl der Arbeits- und Wegeunfälle

Das Unfallgeschehen für das Jahr 1989 in allen angesprochenen Beschäftigungsbereichen unter Einbeziehung der nicht-gemeldeten Unfälle und der geschädigten Dritten stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 1: Zusammenfassung der Arbeits- und Wegeunfälle mit Personenschaden im Jahr 1989

	Arbeitsunf. Betrieb	Arbeitsunf. Str.verk.	Dienstw. unf. n. Str.verk.	Dienstw.unf. Str.verk.	Dritte Str.verk.
< 3 Tage amb.	426.053	7.191	3.127	3.808	8.189
> 3 Tage amb.	1.565.392	16.278	10.885	11.960	25.332
EE > 3 Tage amb	10.248	72	282	175	201
stat. Beh.	75.089	1.480	965	2.063	3.390
EE stat. Beh.	31.572	673	569	1.042	1.368
EE Todesfälle	1.240	157	23	251	244
Gesamt	2.109.594	25.850	15.851	19.299	38.723

	Wegeunf. n. Str.verk.	Wegeunf. Str.verk.	Gesamt n. Str.verk.	Gesamt Str.verk.	Gesamt
< 3 Tage amb.	18.952	29.166	448.132	48.354	496.486
> 3 Tage amb.	67.922	96.010	1.644.199	149.580	1.793.779
EE > 3 Tage amb	977	737	11.507	1.185	12.692
stat. Beh.	4.153	13.082	80.208	20.015	100.222
EE stat. Beh.	2.191	4.996	34.332	8.079	42.411
EE Todesfälle	41	788	1.304	1.439	2.743
Gesamt	94.236	144.779	2.219.682	228.652	2.448.334

mit: Str.verk = im Straßenverkehr, n. Str.verk. = nicht im Straßenverkehr, amb. = ambulant behandelt, EE = erstmals entschädigte Fälle

Quelle: Eigene Berechnungen

Insgesamt sind 2.448 Tsd. Unfälle mit Personenschaden bzw. 1.952 Tsd. Unfälle mit mehr als drei Tagen Arbeitsunfähigkeit zu verzeichnen. Davon waren 143 Tsd. Unfälle so schwerwiegend, daß eine stationäre Behandlung notwendig wurde. 55 Tsd. Unfälle führten zu einer vorübergehenden oder dauerhaften Minderung der Erwerbsfähigkeit, so daß die Zahlung einer Abfindung oder einer Rente erforderlich wurde.

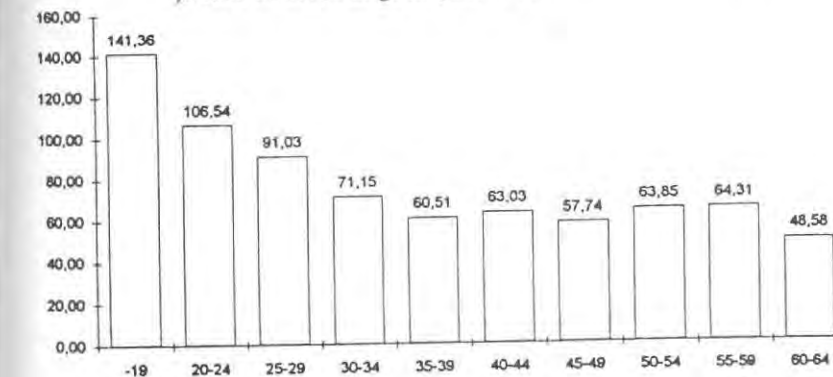
4.2 Struktur der Arbeits- und Wegeunfälle

Um die volkswirtschaftlichen Verluste berechnen zu können, ist diese hochaggregierte Darstellung des Unfallgeschehens unzureichend. Durch eine differenzierte Erfassung verschiedener Teilgruppen können nicht nur die Bewertung der Ressourcenverluste im Jahre 1989, sondern auch die Prognose der Arbeits- und Wegeunfallzahlen und die Fortschreibung der Ressourcenverluste erheblich verbessert werden. Es werden daher die Daten zum Unfallgeschehen nach den Kriterien Altersstruktur, Beschäftigtenstatus und Wirtschaftszweige gegliedert.

4.2.1 Altersstruktur

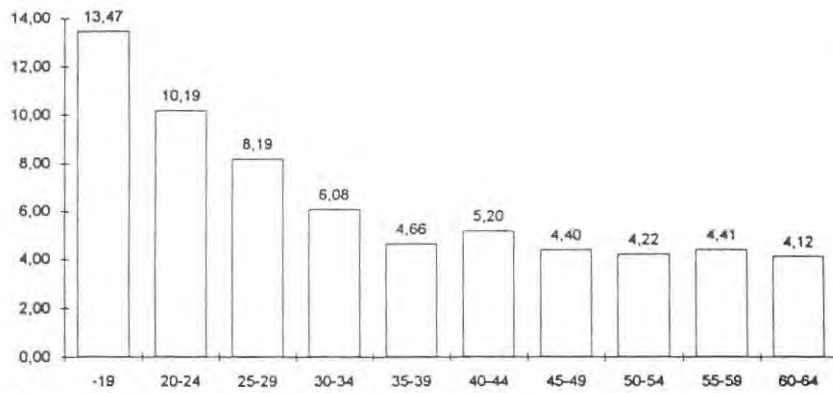
Die Aufgliederung der Unfalldaten nach der Altersstruktur ist erforderlich, um die Dauer des Arbeitsausfalls von dauerhaft geschädigten und tödlich Verletzten zu ermitteln. Aussagekräftiger als die absolute Verteilung der Arbeits- und Wegeunfälle auf die verschiedenen Altersgruppen ist die Verteilung der relativen Unfallhäufigkeit, die sich aus dem Verhältnis von Unfallzahlen zu Erwerbstätigen errechnet. Mit dieser relativen Unfallhäufigkeit kann die Abhängigkeit der Unfallart und des Unfallschweregrads vom Alter der Unfallopfer herausgearbeitet werden. Es zeigt sich, daß bei Unfällen im Betrieb und im Straßenverkehr, die keine Entschädigung zur Folge haben, die Altersgruppen der bis 30jährigen eine überdurchschnittliche Unfallgefährdung aufweisen (Abbildung 2 und 3). Wenn sich entsprechend der vorhergesagten Bevölkerungsentwicklung der Anteil der älteren Erwerbstätigen erhöht, werden sich daher die Arbeits- und Wegeunfälle mit geringfügigen Verletzungsfolgen verringern.

Abbildung 2: Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle (ohne EE) im Betrieb je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

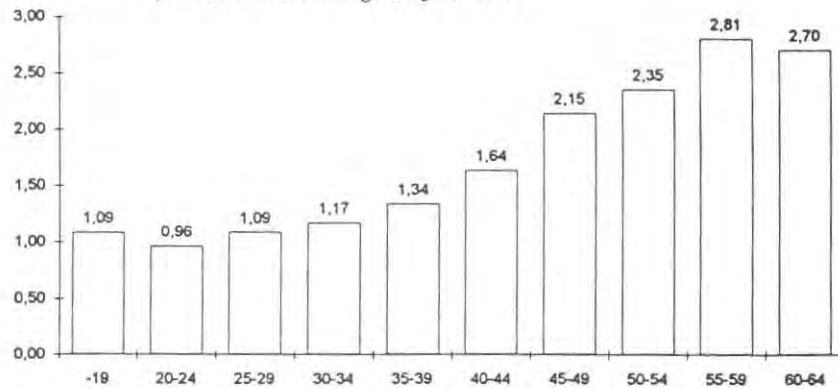
Abbildung 3: Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle (ohne EE) im Straßenverkehr je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

Bei den erstmals entschädigten Unfällen zeigt sich, daß dauerhafte Schädigungen infolge eines Unfalls im Betrieb vor allem bei den älteren Altersgruppen auftreten (Abbildung 4). Bei der zu erwartenden Veränderung der Altersstruktur werden demnach schwere Unfälle, die zu Entschädigungszahlungen führen, zunehmen.

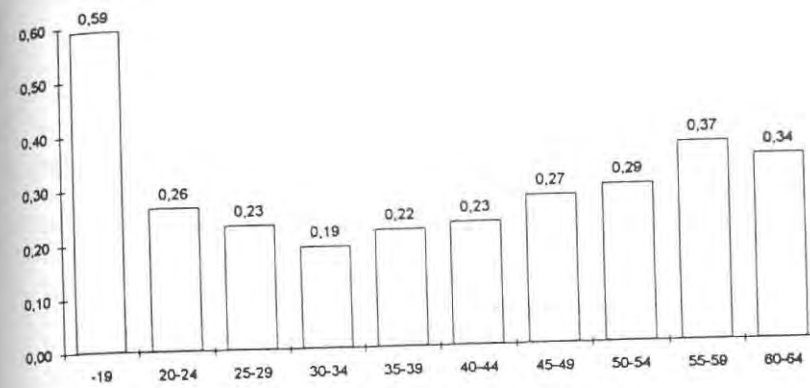
Abbildung 4: Erstmals entschädigte (ohne Todesfälle) Arbeits- und Wegeunfälle im Betrieb je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

Bei den erstmals entschädigten Arbeits- und Wegeunfällen im Straßenverkehr sind wiederum die jüngeren Altersgruppen besonders unfallgefährdet. Allerdings unterliegen auch die älteren Erwerbstätigen einer relativ hohen Unfallhäufigkeit (Abbildung 5).

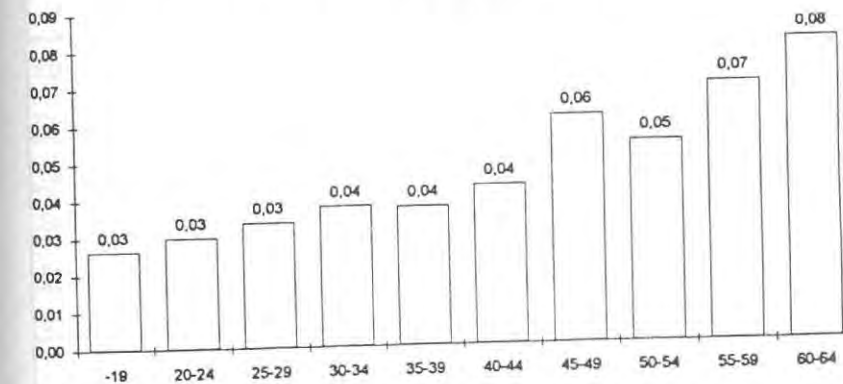
Abbildung 5: Erstmals entschädigte (ohne Todesfälle) Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

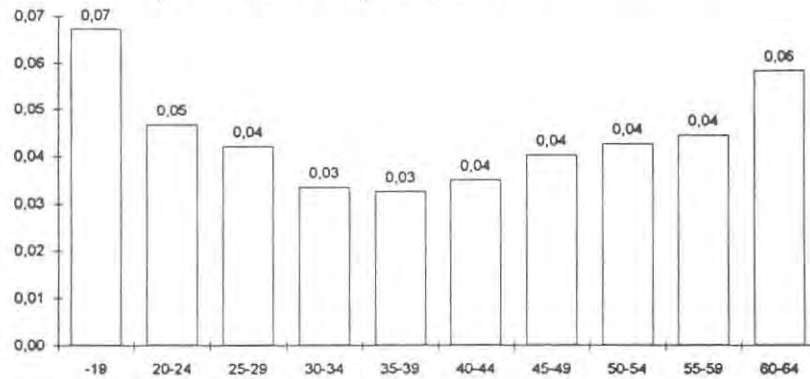
Bei den Unfällen im Betrieb mit Todesfolge ist die Gefährdung der älteren Erwerbstätigen am stärksten ausgeprägt (Abbildung 6). Bei den Unfällen im Straßenverkehr haben sowohl die jüngeren als auch die älteren Erwerbstätigen eine hohe relative Unfallhäufigkeit (Abbildung 7).

Abbildung 6: Tödliche Arbeits- und Wegeunfälle im Betrieb je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 7: Tödliche Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

4.2.2 Beschäftigtenstatus

Mit der Verteilung der Arbeits- und Wegeunfälle nach dem Beschäftigtenstatus ist es möglich, die Beeinträchtigung des Arbeitspotentials zu ermitteln. So führt die Arbeitsunfähigkeit eines Vollzeitbeschäftigten zu größeren Produktionsverlusten als der Unfall eines Teilzeitbeschäftigten¹¹⁾ oder eines Auszubildenden. Es ergibt sich die in Tabelle 2 dargestellte Unfallverteilung auf die verschiedenen Beschäftigtenkategorien.

Tabelle 2: Arbeits- und Wegeunfälle nach Beschäftigtenstatus im Jahr 1989

	Azubis	Teilzeitb.	Vollzeitb.	Gesamt
< 3 Tage amb.	40.702	44.055	403.450	488.297
> 3 Tage amb.	147.734	159.040	1.461.673	1.768.447
EE > 3Tage amb	494	1.151	10.846	12.491
stat. Beh.	8.089	9.119	79.624	96.833
EE stat. Beh.	1.624	3.859	35.560	41.043
EE Todesfälle	131	254	2.114	2.500
Gesamt	198.864	217.479	1.993.267	2.409.611

Quelle: Eigene Berechnungen

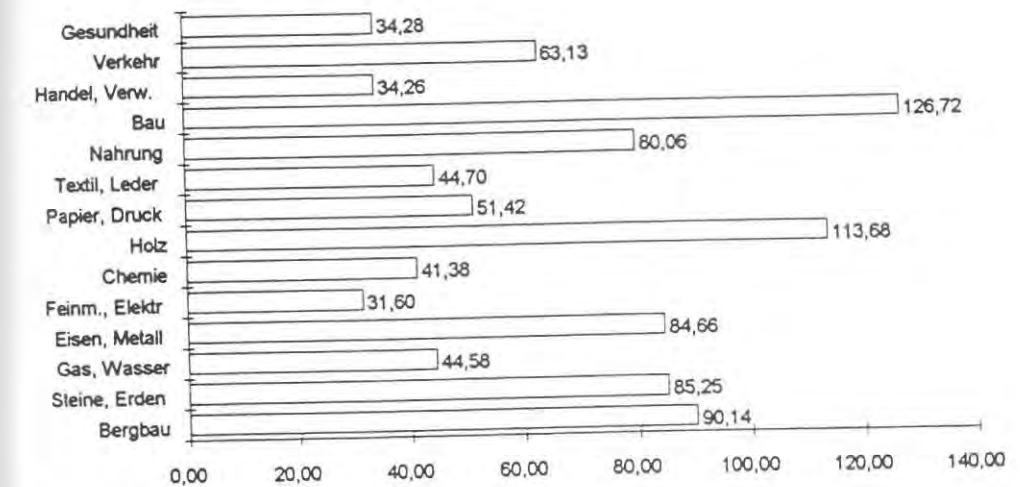
11) Als Teilzeitbeschäftigter wird entsprechend der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes ein Erwerbstätiger eingestuft, der eine Regelwochenarbeitszeit von weniger als 36 Stunden hat.

Die Auszubildenden sind danach an 8% aller Unfälle mit Personenschaden beteiligt. Der Anteil der Unfälle mit schweren Folgen ist jedoch bei den Auszubildenden geringer als bei den Unfällen der Teilzeit- und Vollzeitbeschäftigten. Die Zahl der Arbeits- und Wegeunfälle der Teilzeitbeschäftigten hat einen Anteil von 9% an allen Unfällen.

4.2.3 Wirtschaftszweige

Die Aufschlüsselung der Arbeits- und Wegeunfälle nach Wirtschaftszweigen ermöglicht es, besonders unfallträchtige Branchen zu identifizieren. Darüber hinaus können zukünftige Bedeutungsveränderungen zwischen den Wirtschaftsbranchen berücksichtigt werden, was besonders für die Fortschreibung und Prognose der Arbeits- und Wegeunfälle wichtig ist. Um aussagekräftige relative Unfallhäufigkeiten für die verschiedenen Branchen zu erhalten, bietet es sich hier an, die absoluten Unfallzahlen auf die Zahl der Vollarbeiter¹²⁾ zu beziehen. Die Vollarbeiterzahlen für die gesetzlich versicherten Erwerbstätigen können den Unfallverhütungsberichten entnommen werden. Für die nicht gesetzlich Versicherten ist eine eigene Schätzung der Vollarbeiterzahlen notwendig. Für den Bereich der gewerblichen Berufsgenossenschaften ergeben sich die in Abbildung 8 dargestellten relativen Unfallhäufigkeiten.

Abbildung 8: Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle im gewerblichen Bereich je 1000 Vollarbeiter im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

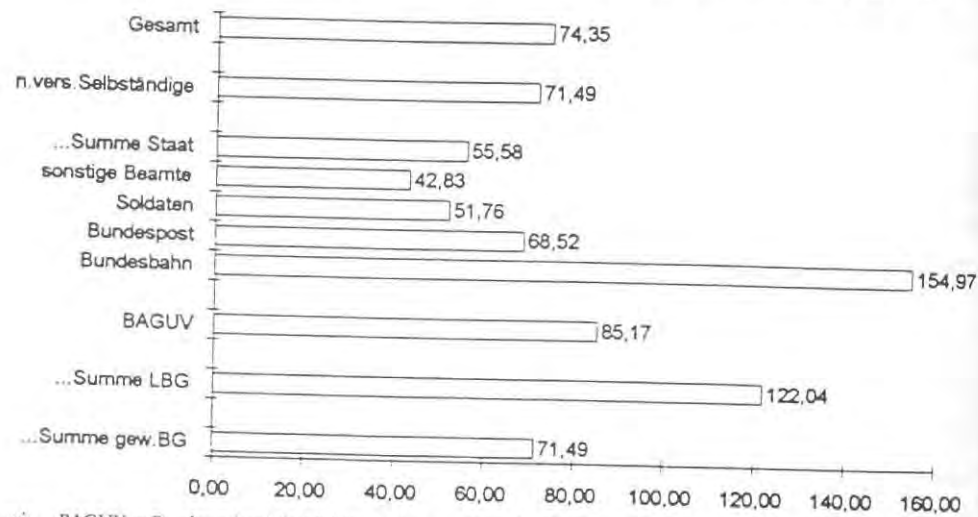
Der produzierende Sektor hat danach die höchste relative Unfallhäufigkeit. Eine besonders hohe Unfallhäufigkeit mit über 100 Verletzten pro 1000 Vollarbeiter pro Jahr haben in diesem Sektor die Wirtschaftszweige Holz und Bau. Der Dienstleistungssektor hat mit

12) Um die Zahl der Vollarbeiter zu ermitteln, werden die verschiedenen zeitlichen Beschäftigungsverhältnisse (z.B. Teilzeitbeschäftigung, Überstunden) auf Beschäftigungsverhältnisse mit ganz normaler Arbeitszeit umgerechnet.

weniger als 40 Unfällen pro 1000 Vollarbeiter eine relativ geringe Unfallhäufigkeit. Die stark unterschiedlichen relativen Unfallhäufigkeiten zwischen den Wirtschaftssektoren ergeben sich vor allem aus den Unterschieden in den Arbeitsunfällen im Betrieb; die Wegeunfälle sind dagegen über alle Sektoren annähernd gleich verteilt.

Abbildung 9 gibt einen Überblick über das Unfallgeschehen der Wirtschaftsbereiche, in denen nicht gesetzlich versicherte Erwerbstätige beschäftigt sind. Die Bundesbahn und der landwirtschaftliche Sektor weisen eine überdurchschnittlich hohe Unfallhäufigkeit auf. Werden jedoch die erstmals entschädigten Unfälle betrachtet, ergibt sich eine völlig andere Struktur der Unfallhäufigkeiten. Danach haben die Unfälle bei der Bundesbahn überwiegend nur geringfügige Verletzungsfolgen. Dagegen führen die Unfälle im landwirtschaftlichen Bereich und bei der Bundeswehr relativ häufig zu einer dauerhaften Minderung der Erwerbsfähigkeit (Abbildung 10).

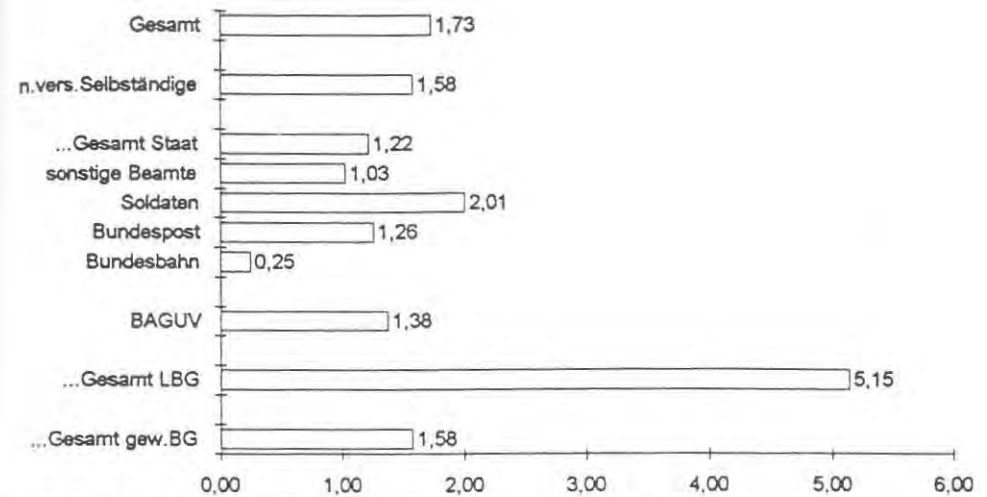
Abbildung 9: Arbeits- und Wegeunfälle nach Branchen je 1000 Vollarbeiter im Jahr 1989



mit: BAGUV = Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
 LBG = landwirtschaftliche Berufsgenossenschaften
 gew. BG = gewerbliche Berufsgenossenschaften

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 10: Erstmals entschädigte Arbeits- und Wegeunfälle nach Branchen je 1000 Vollarbeiter im Jahr 1989



mit: BAGUV = Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
 LBG = landwirtschaftliche Berufsgenossenschaften
 gew. BG = gewerbliche Berufsgenossenschaften

Quelle: Eigene Berechnungen

4.3 Unfallfolgen

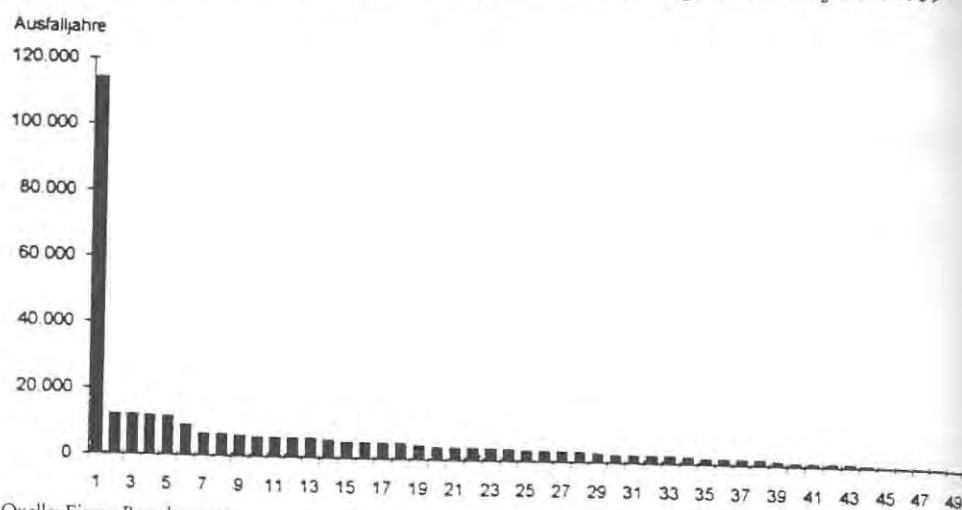
Die entscheidenden Größen, um die Ressourcenverluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen berechnen zu können, sind die Verluste an Arbeitsvermögen und die Heilbehandlungskosten bei stationärer Behandlung. Beide Größen hängen vor allem von der Dauer der Arbeitsunfähigkeit und/oder der stationären Behandlung ab.

4.3.1 Arbeitsausfälle

Arbeitsausfälle infolge von Arbeits- und Wegeunfällen entstehen durch behandlungs- und genesungsbedingte Arbeitsunfähigkeit, zeitlich begrenzte oder dauerhafte Erwerbsfähigkeitsminderung und schließlich durch Todesfälle. Die durchschnittlichen Arbeitsausfalltage bzw. -jahre können anhand des vorliegenden Datenmaterials und eigener Berechnungen ermittelt werden. Als Folge der Arbeits- und Wegeunfälle des Jahres 1989 errechnen sich insgesamt 312.396 Arbeitsausfalljahre. Neben der Gesamtzahl der ausgefallenen Arbeitsjahre ist allerdings ihre Verteilung auf das Unfalljahr und auf die Folgejahre von besonderer Bedeutung. In Anlehnung an die Altersstruktur der Unfallopfer verteilen sich die Arbeitsausfälle der lebenslang Geschädigten auf bis zu 48 Folgejahre.¹³⁾ Es ergibt sich die in Abbildung 11 dargestellte Arbeitsausfallverteilung durch die im Jahr 1989 verursachten Arbeits- und Wegeunfälle.

13) Bei einer Klassenmitte der jüngsten Altersgruppe von 17 Jahren ergibt sich bis zum Rentenalter von 65 Jahren eine Restarbeitszeit von 48 Jahren.

Abbildung 11: Jährlicher Arbeitsausfall durch Arbeits- und Wegeunfälle des Jahres 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

Der Verlust an potentieller Arbeitsleistung ist in der ersten Periode (= Unfalljahr) am höchsten. In den ersten vier Folgejahren beträgt der Arbeitsausfall zunächst etwa 10.000 Arbeitsausfalljahre pro Jahr, bis zum Ende des Betrachtungszeitraums sinkt der Arbeitsausfall auf 190 Ausfalljahre. Damit wird deutlich, daß auch der gesamte Arbeitsausfall in den Folgejahren zu erheblichen volkswirtschaftlichen Verlusten führt.

4.3.2 Dauer der stationären Behandlung

Zu einer stationären Heilbehandlung kommt es bei den stationär behandelten Fällen mit und ohne erstmalige Entschädigung und bei den tödlichen Unfällen, die vor Eintritt des Todes zur Behandlung in ein Krankenhaus eingeliefert werden. Für alle betrachteten Fälle kann die durchschnittliche Behandlungsdauer anhand einer Sonderauswertung der Rehabilitationsstatistik und der Statistik der erstmals entschädigten Fälle der gewerblichen Berufsgenossenschaften ermittelt werden. Tabelle 3 faßt die stationäre Behandlungsdauer differenziert nach Unfallschweregrad und Unfallart zusammen:

Tabelle 3: Dauer der stationären Behandlung je Unfall und insgesamt in Tagen im Jahr 1989

	Betrieb		Str.verk.	
	je Fall	zusammen	je Fall	zusammen
stationär	9,84	789.602	10,26	205.377
EE mit stat.	36,74	1.261.493	59,60	481.496
EE Todesfall	8,84	11.526	6,46	9.294
Gesamt Tage		2.062.621		696.167

	Gesamt	
	je Fall	zusammen
stationär	9,92	993.808
EE mit stat.	40,48	1.716.834
EE Todesfall	7,70	21.123
Gesamt Tage		2.731.765

Quelle: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.): Sonderauswertung: Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle im Jahre 1989, Bonn 1991; eigene Berechnungen

Es zeigt sich, daß vor allem Straßenverkehrsunfälle zu schwerwiegenden Unfallfolgen führen. So ist die Dauer der stationären Behandlung mit 59 Tagen bei Straßenverkehrsunfällen 23 Tage länger als bei Unfällen im Betrieb.

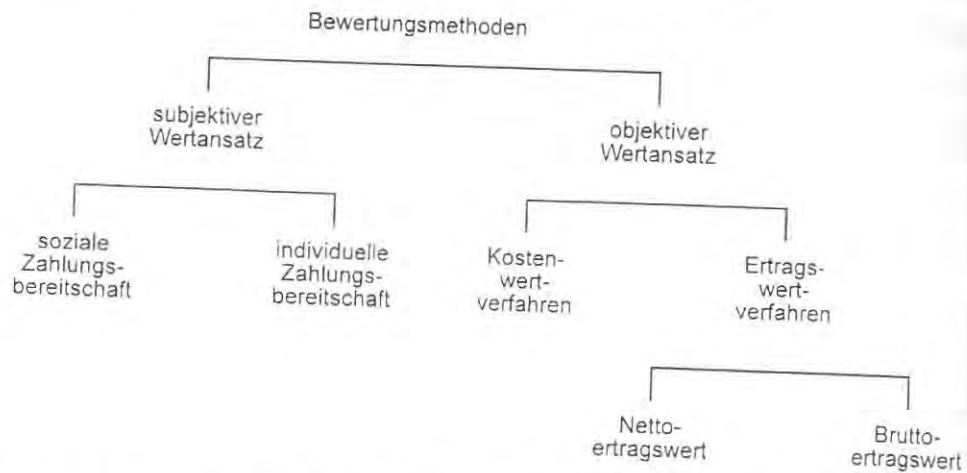
5. Bewertung der Unfallfolgen

5.1 Bewertungskonzepte

Um die volkswirtschaftlichen Schäden infolge von Arbeits- und Wegeunfällen als Kosten zu bewerten, ist zunächst zu klären, an welchen Größen die Ressourcenverluste identifiziert und gemessen werden sollen. Die Alternativen bestehen in dem objektiven Ansatz der gesamtwirtschaftlichen Produktionsausfälle („Ressourcentheorie“) und in subjektiven

Ansätzen der individuellen bzw. sozialen Zahlungsbereitschaft. Abbildung 12 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Konzepte zur Bewertung für die Zerstörung zuvor nutzbarer Ressourcen als Folge von Arbeits- und Wegeunfällen.

Abbildung 12: Konzepte zur Bewertung volkswirtschaftlicher Schäden



Es ist zu prüfen, inwieweit die verschiedenen Bewertungsansätze geeignet sind, die volkswirtschaftlichen Schäden durch Arbeits- und Wegeunfälle zu erfassen.¹⁴⁾ Die objektiven Wertansätze erlauben vor allem eine „ex-post“-Quantifizierung der Auswirkungen bereits stattgefundener Unfälle. Demgegenüber liegt den subjektiven Wertansätzen die Überlegung zugrunde, daß nicht das, was aufgrund potentieller Produktionsverluste eintreten könnte, die volkswirtschaftlichen Kosten repräsentiert. Die Kosten ergeben sich vielmehr aus dem, was der Einzelne oder die Gesellschaft für die Vermeidung oder Verringerung von Unfällen zu zahlen bereit ist. Der Vorteil des subjektiven Wertansatzes wird vielfach darin gesehen, daß damit die Wertschätzung der Gesellschaft „ex-ante“, d. h. unter Einschluß der potentiellen Unfallopfer und ihres Wohlstandsverlustes, erfaßt wird. Das Konzept des subjektiven Wertansatzes hat zwei Varianten:

¹⁴⁾ Zur Diskussion der verschiedenen Bewertungsansätze siehe: *Broome, J.*, Uncertainty in Welfare Economics, and the Value of Life, in: *Jones-Lee, M.W.*, (Hrsg.), *The Value of Life and Safety – Proceedings of a Conference held by the "Geneva Association"*, Amsterdam, New York, Oxford 1982, S. 201-216, S. 201; *Dickie, M., Gerking, S.*, Benefits of Reduced Morbidity from Air Pollution Control: A Survey, in: *Follmer, H., Van Ierland, E.* (Hrsg.), *Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics (= Studies in Environmental Science, 36)*, Amsterdam, New York 1989, S. 103-122, S. 120; *Helms, E.*, Die Systematik der Verkehrsunfallfolgen – Ein ökonomisches Problem, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 43. Jg., 1972, S. 14-22, S. 17; *Mishan, E.J.*, Cost-Benefit-Analysis, London 1971, S. 153; *Ridker, R.G.*, Economic Costs of Air Pollution, New York, Washington, London 1967, S. 35f; *Rothengatter, W.*, Soziale Zusatzkosten des Verkehrs, in: *Vierteljahresshefte zur Wirtschaftsforschung*, Heft 1, Berlin 1989, S. 64; *Schulz, W.*, Der monetäre Wert besserer Luft – Eine empirische Analyse individueller Zahlungsbereitschaften und ihre Determinanten auf der Basis von Repräsentativumfragen (= Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd. 644), Frankfurt a.M., Bern, New York 1985, S. 61; *Viscusi, K.W.*, The Valuation of Risks of Life and Health, in: *Bentkover, J.D., Covello, V.T., Mumpower, J.* (Hrsg.), *Benefits Assessment: The State of the Art*, Dordrecht 1986, S. 193-210, S. 210.

- Die soziale Zahlungsbereitschaft ermittelt die Kosten aufgrund von Ausgaben des Staates zur Unfallverringering (z.B. Verkehrssicherheitsprojekte, Investitionen im Arbeits- und Gesundheitsschutz oder in die Verkehrsinfrastruktur).
- Die individuelle Zahlungsbereitschaft ermittelt die Kosten aufgrund der Aufwendungen von Individuen zum Schutz vor Tod oder Verletzungen bzw. zum Schutz vor den materiellen Folgen von Unfällen (z.B. für die Familie mit Lebensversicherungen).

Die Zahlungsbereitschaftsmethode wird jedoch ihrer grundlegenden Wertprämissen als problematisch angesehen. Die Schwächen der Bewertung von Unfallfolgen aufgrund von Zahlungsbereitschaften liegen in folgenden Punkten:

- Dem Individuum liegen nur unvollständige Informationen vor. Gerade beim Gut „Sicherheit“ kann davon ausgegangen werden, daß die Individuen ihr Unfallrisiko vielfach nicht kennen und auch nicht in der Lage sind, für ein Unfallereignis eine Auftretenswahrscheinlichkeit zu nennen. Damit ist ein direkter Vergleich mit anderen Gütern, wie er zur Bewertung notwendig ist, nicht durchführbar.
- Individuen neigen zu einer Unterbewertung zukünftigen Konsums und vernachlässigen damit rationale Erwägungen.
- Die Bedürfnisse zukünftiger Generationen werden unterbewertet.

Anhand von Zahlungsbereitschaften durchgeführte Untersuchungen weisen ein weites Spektrum für den Wert des menschlichen Lebens auf. Angesichts der erheblichen theoretischen und empirischen Schwierigkeiten der subjektiven Methoden bieten vor allem die objektiven Wertansätze die sachgerechtere Lösung. Werden die Ertragswertansätze zugrunde gelegt, stellt sich die Frage, ob bei der Bewertung der verlorenen produktiven Erträge getöteter Unfallopfer ihre Konsumausgaben bis zur Restlebenszeit abgezogen (Nettoertragswert) oder miteingerechnet (Bruttoertragswert) werden sollen. Welches Prinzip anzuwenden ist, wird kontrovers diskutiert. Die Wahl des Bewertungsverfahrens hängt vor allem vom Untersuchungsziel ab. Folgende Verfahrensregel läßt sich empfehlen:

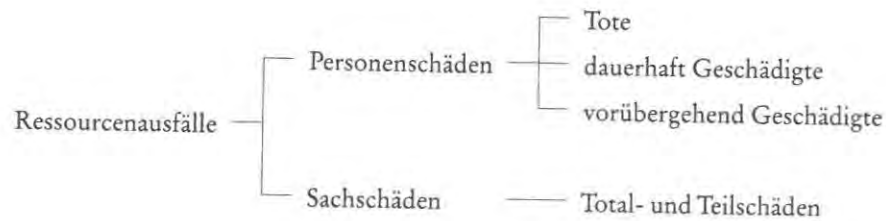
- Wenn die volkswirtschaftlichen Unfallkosten ermittelt werden sollen, wird mit dem Nettoprinzip gerechnet. Der Konsum der Verunglückten wird subtrahiert, weil dieser nicht für die Gesellschaft (mit Ausnahme der Unfallopfer) zur Verfügung gestanden hätte.
- Wenn im Rahmen von Nutzen-Kosten-Analysen Maßnahmen zur Unfallverringering evaluiert werden sollen, wird das Bruttoprinzip angewendet. Der Konsum der durch diese Maßnahmen geretteten Personen bleibt einbezogen, weil in diesem Fall die Gesellschaft auch die vermiedenen Unfallopfer umfassen würde.

Es wird daher in dieser Untersuchung der Bruttoertragswertansatz als spezielle Ausprägung des objektiven Ansatzes verwendet. Ressourcen werden definiert als potentielle Produktionsfaktoren. Dazu zählen sachliche und personelle Ressourcen, die durch Arbeits- und Wegeunfälle vernichtet oder in ihrer Nutzbarkeit eingeschränkt werden. Danach werden die Schäden infolge von Unfällen entweder mit den Kosten einer Ersatzbeschaffung oder mit den entgangenen künftigen Erträgen bewertet. Um diesen Ansatz zur Messung der gesamt-

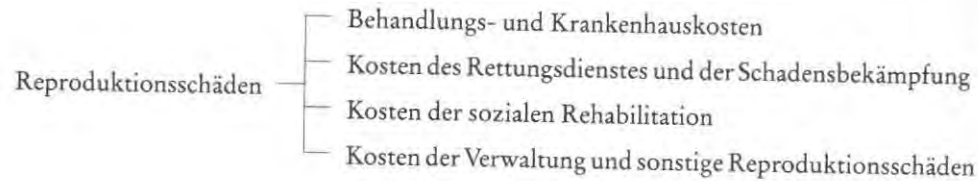
wirtschaftlichen Schäden anwenden zu können, muß daher zwischen zwei Kostenpositionen unterschieden werden:¹⁵⁾

- Ressourcenausfälle: Arbeits- und Wegeunfälle entziehen der Gesamtwirtschaft Ressourcen, die für den Produktionsprozeß fehlen. Diese Einschränkung in der Einsatzmöglichkeit und der Leistungsfähigkeit der Ressourcen ist zu ermitteln und monetär zu bewerten.
- Kosten der Reproduktion: Um die Folgen von Arbeits- und Wegeunfällen zu beseitigen und den Zustand vor dem Unfall wiederherzustellen, werden Ressourcen eingesetzt. Dieser Einsatz von Ressourcen führt bei den Trägern der Maßnahmen zu Kosten, die als Grundlage für die monetäre Bewertung des Reproduktionsaufwandes herangezogen werden.

Im einzelnen ergibt sich demnach folgendes Gerüst an Unfallfolgen, die zu Ressourcenausfällen führen:



Die Aufwendungen für die Wiederherstellungen, die zu Reproduktionskosten führen, umfassen folgende Positionen:



5.2 Berechnung der Ressourcenausfälle durch Arbeits- und Wegeunfälle

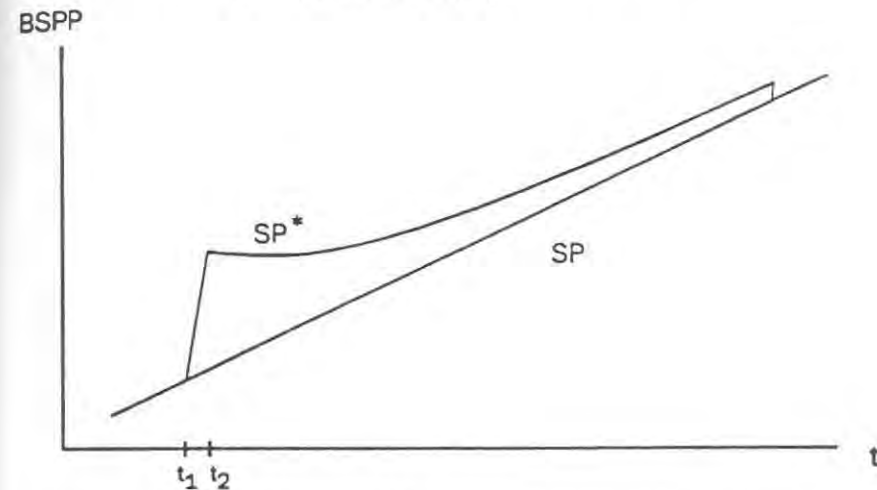
5.2.1 Methodische Vorgehensweise

Um die Ressourcenverluste zu berechnen, ist zunächst der Wert aller im Untersuchungs-jahr erzeugten Sachgüter und Dienstleistungen zu ermitteln. Dieses tatsächlich erwirtschaftete Sozialprodukt ist jedoch nicht identisch mit dem ohne Arbeits- und Wegeunfälle erreich-

15) Vgl. Krupp, R., Hundhausen, G., Volkswirtschaftliche Bewertung von Personenschäden im Straßenverkehr, Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Bergisch Gladbach 1984, S. 4.

baren Sozialprodukt. Es ist daher notwendig, für eine unterstellte Idealsituation, in der es zu keinen Arbeits- und Wegeunfällen kommt, das potentielle Sozialprodukt zu ermitteln. Da allerdings die Unfallereignisse des Jahres 1989 auch – wie bereits gezeigt – in den Folgejahren zu Produktionsausfällen führen, werden sowohl für das tatsächliche als auch das potentielle Sozialprodukt die jeweiligen Entwicklungspfade berechnet. Die Differenz der beiden Entwicklungspfade ergibt die volkswirtschaftlichen Schäden des Produktionsausfalls (Abbildung 13).

Abbildung 13: Alternative Wachstumspfade mit und ohne Unfälle der betrachteten Periode $t_1 - t_2$



mit: SP^* = potentielles Sozialprodukt ohne Unfälle, SP = potentielles Sozialprodukt mit Unfällen

Der Realfall mit Unfällen zeichnet sich durch ein Wachstum des Sozialproduktes aus, wie es aus der Entwicklung in der Vergangenheit abgeleitet werden kann. Der Idealfall ohne Unfälle weist dagegen ein größeres Wachstum aus, da über mehr Produktionsfaktoren verfügt werden kann. Die Produktionsausfälle errechnen sich also als

$$\Delta SP = \sum_{t=1}^n (SP^*_t - SP_t)$$

mit: SP = potentielles Sozialprodukt mit Unfällen
 SP^* = potentielles Sozialprodukt ohne Unfälle
 n = Zahl der Perioden, in denen die Folgen der Unfälle wirksam werden

Das gesamtwirtschaftliche Produktionsergebnis kann wertmäßig durch verschiedene Sozialproduktgrößen abgebildet werden. Es ist daher zu klären, welche volkswirtschaftliche Sozialproduktgröße geeignet ist, um die Ressourcenausfälle infolge von Arbeits- und Wegeunfällen zu messen. Das Produktionsergebnis, das durch die Arbeits- und Wegeunfälle verringert wird, wird in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung am besten durch

das Nettosozialprodukt zu Faktorkosten abgebildet. Gegenüber dem weiter gefaßten und gebräuchlicheren Bruttosozialprodukt zu Marktpreisen fehlen beim Nettosozialprodukt zu Faktorkosten die Abschreibungen für den Ersatz der Wertminderungen beim Produktionsvermögen und die indirekten Steuern (vermindert um die Subventionen). Die Abschreibungen dürfen in einer gesamtwirtschaftlichen Unfallkostenrechnung nicht berücksichtigt werden, da sie der Gesellschaft nicht in Form von Gütern und Leistungen zur Verfügung stehen und ebenfalls nicht der Bildung von Kapital dienen und insofern nicht durch Arbeits- und Wegeunfälle vermindert werden. Die indirekten Steuern sind herauszurechnen, da sie keinen Produktionsbeitrag darstellen, sondern nur den Erlös der Unternehmen vermindern.

Um das potentielle Nettosozialprodukt zu Faktorkosten errechnen zu können, muß der quantitative Zusammenhang zwischen dem Sozialprodukt und dem Arbeits- und Kapitalvermögen spezifiziert werden. Der funktionale Zusammenhang kann anhand einer Produktionsfunktion beschrieben werden. Derzeit liegen allerdings keine Produktionsfunktionen vor, in denen das Nettosozialprodukt zu Faktorkosten als abhängige Größe eingeht. Es kann jedoch ersatzweise auf gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktionen¹⁶⁾ zurückgegriffen werden, bei denen als abhängige Sozialproduktgröße das Bruttosozialprodukt zu Marktpreisen zugrunde gelegt wird. Da die jährlichen Anteile des Nettosozialprodukts zu Faktorkosten am Bruttosozialprodukt in den letzten 10 Jahren zwischen 77% und 78% liegen, kann das mit Hilfe der Produktionsfunktion ermittelte potentielle Bruttosozialprodukt durch Multiplikation mit einem konstanten Gewichtungsfaktor in die Größe „potentielles Nettosozialprodukt zu Faktorkosten“ umgerechnet werden. Für die Berechnung des potentiellen Bruttosozialprodukts wird die CES-Produktionsfunktion der Deutschen Bundesbank verwendet. In diese Funktion gehen als unabhängige Variablen die Produktionsfaktoren Arbeit, genutzter Kapitalstock und importierte Vorleistungen ein:

$$Y = f(A, K, M)$$

mit: A = Arbeitsvolumen in Stunden
K = genutzter Kapitalstock
M = importierte Vorleistungen

Um die Entwicklungspfade für das tatsächliche und das potentielle Sozialprodukt ermitteln zu können, ist es zweckmäßig, die Produktionsfunktion durch Differenzieren in Wachstumsraten zu transformieren. Die Parameter der Funktion werden regressionsanalytisch geschätzt. Das potentielle Bruttosozialprodukt kann errechnet werden, indem die tatsächlichen durch die potentiellen Einsatzmengen der Produktionsfaktoren ersetzt werden. Es gilt folgende Funktion:

16) Vgl. Deutsche Bundesbank (Hrsg.), Struktur und Eigenschaften einer neuen Version des ökonomischen Modells der Deutschen Bundesbank, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, Nr. 8, 1982; Deutsche Bundesbank (Hrsg.), Die Verwendung des ökonomischen Modells der Deutschen Bundesbank zu gesamtwirtschaftlichen Vorausschätzungen, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, Nr. 5, 1989, S. 29-36.

$$SP = \exp \left[\left(\frac{1,2057}{100} \right) + 0,9059 \cdot \left[ELA \cdot \left(\ln(0,001 \cdot EW_t \cdot TA_t) - \ln(0,001 \cdot EW_{t-1} \cdot TA_{t-1}) \right) + (1-ELA) \cdot \left(\ln(KR_t) - \ln(KR_{t-1}) \right) \right] \right] \cdot SP_{t-1}$$

mit: SP = potentielles Bruttosozialprodukt in Preisen von 1980
EW = Erwerbspersonen in Mio.
TA = tarifliche Arbeitszeit in Stunden
KR = Kapitalbestand (reproduzierbares Sachvermögen) in Preisen von 1980 am Anfang des Jahres in Mrd. DM
ARV = geleistetes Arbeitsvolumen in Mrd. Stunden
ELA = Produktionselastizität der Arbeit relativ zur Produktionselastizität von Arbeit und Kapital mit:

$$ELA = \frac{0,44 \cdot \left(\frac{ARV_{t-1}}{11,5481} \right)^{-2,17}}{0,44 \cdot \left(\frac{ARV_{t-1}}{11,5481} \right)^{-2,17} + 0,29 \cdot \left(\frac{KR_{t-1}}{6017} \right)^{-2,17}}$$

Der Vorteil dieser Vorgehensweise gegenüber anderen vorliegenden Studien ist, daß durch das Einsetzen der potentiellen Produktionsfaktoren der Auslastungsgrad der Faktoren nicht berücksichtigt werden muß. Die bisherigen Ansätze auf Basis eingesetzter Produktionsfaktoren übersehen, daß bspw. ausgefallene Arbeitskräfte durch Arbeitslose ersetzt werden können. Der potentialorientierte Ansatz umgeht dieses Problem, da Unfälle mit Personenschaden in jedem Fall zur Minderung des Erwerbspersonenpotentials führen. Dieser Rechenansatz bietet darüber hinaus den Vorteil, daß konjunkturell bedingte Auslastungsschwankungen, die nichts über den realen Ressourcenverlust aussagen, unberücksichtigt bleiben. Der Potentialausfall von Sachschäden wird ebenfalls berücksichtigt.

Neben den gesamtwirtschaftlichen Produktionsverlusten müssen ebenfalls die Freizeitverluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen bei den Ressourcenverlusten miteinbezogen werden. Die Freizeitverluste setzen sich zusammen aus den Einbußen an produktiver

Freizeit, Hausarbeitszeit und disponibler bzw. reiner Freizeit. Bisher werden die Freizeitverluste analog zur Arbeitszeit bewertet.

Dagegen erfolgt hier eine differenzierte Bewertung der verschiedenen Freizeitverwendungsformen. Für die produktive Freizeit kann als Bezugsgröße der Nettolohn angesetzt werden, da das Opportunitätskostenprinzip gilt, und der Nettolohn den alternativen Verdienst des Faktors Arbeit beschreibt. Der durchschnittliche Nettolohnsatz wird entsprechend dem Opportunitätskostenansatz ebenfalls für die Bewertung der Verluste an Hausarbeitszeit zugrunde gelegt. Die Opportunitätskostenansätze versagen jedoch bei der Bewertung der reinen Freizeit. Es wird daher für diese Form der Freizeitverwendung auf die Ergebnisse von Zahlungsbereitschaftserhebungen zurückgegriffen.

Als ein weiterer Ressourcenverlust müssen auch die externen Kosten infolge von Arbeits- und Wegeunfällen einbezogen werden. Dazu zählen insbesondere Schädigungen Dritter durch Wegeunfälle (z.B. Lkw-Verkehr, Pkw im Berufsverkehr). Als Bezugsgröße für diese volkswirtschaftlichen Verluste wird der friktionale Nutzungsausfall von produktiv und konsumtiv genutzten Kraftfahrzeugen herangezogen. Die durch Reparatur bedingten Nutzungsausfälle eines Kraftfahrzeugs lassen sich ohne empirische Erhebung relativ leicht ermitteln. Unter Berücksichtigung der Lebensdauer und der durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung eines Kraftfahrzeugs wird ein durchschnittlicher täglicher Nutzungsausfall-satz errechnet.

Die Summe der gesamten Ressourcenausfälle ergibt sich aus den ermittelten Schäden durch Produktionsausfall, Verlusten an nicht bezahlter Arbeitszeit, Nutzungsausfällen konsumtiv genutzter Kraftfahrzeuge und Verlusten durch friktionsbedingten Stillstand der Kraftfahrzeuge.

5.2.2 Ergebnisse

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Ressourcenausfälle durch Arbeits- und Wegeunfälle für das Jahr 1989.

Tabelle 4: Ressourcenausfälle durch Arbeits- und Wegeunfälle des Jahres 1989 in TDM

	Betrieb	Str.verk.	Gesamt
Verluste an NSFP	13.659.360	6.290.403	19.949.763
Verluste an produktiver Freizeit	1.231.537	574.324	1.805.861
Verluste an Hausarbeitszeit	4.406.668	2.142.825	6.549.493
Verluste an disponibler Freizeit	1.541.463	1.771.046	3.312.508
Summe Zeitverluste1)	5.638.205	2.717.149	8.355.354
zerstörte Konsumgüter		4.422.317	4.422.317
Stillstand konsumtive Kfz.		131.545	131.545
Summe konsumtive Sachschäden		4.553.862	4.553.862
Stillstand produktive Kfz.		136.258	136.258
Gesamtsumme	19.297.565	9.143.810	28.441.375
Alternativrechnung incl. Konsumausfälle	20.839.027	15.468.718	36.307.746

1) Ausschließlich Verluste an disponibler Freizeit
Quelle: Eigene Berechnungen

Erwartungsgemäß kommt den Verlusten an Wertschöpfung, ausgedrückt durch die Größe „potentielles Nettosozialprodukt zu Faktorkosten“, die größte Bedeutung zu. Mit 19,95 Mrd. DM werden durch Produktionsausfälle 70% der gesamten Ressourcenausfälle begründet.

Eine weitere erhebliche Schadenskategorie ergibt sich durch die Bewertung der Einschränkungen in den Freizeitnutzungsmöglichkeiten. Die Einbeziehung der Ausfälle an produktiver, aber unbezahlter Freizeit ist unstrittig und führt zu Verlusten in Höhe von 8,36 Mrd. DM.

Hingegen werden die Einschränkungen der disponiblen Freizeit, die volkswirtschaftliche Verluste in Höhe von 3,31 Mrd. DM zur Folge haben, nur in einer Alternativrechnung berücksichtigt.

Die Nutzungsausfälle an konsumtiv genutzten Gütern, die ausschließlich für Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr ermittelt wurden, betragen 4,42 Mrd. DM. Hinzu kommen Nutzungsausfälle durch reparaturbedingte Stillstands- und beschaffungsbedingte Wartezeiten in Höhe von 131,55 Mio. DM.

Insgesamt betragen die Ressourcenausfälle 28,44 Mrd. DM. Werden ebenfalls die Verluste an disponibler Freizeit und die Schäden an konsumtiven Gütern berücksichtigt, erhöhen sich die Ressourcenausfälle um 27,7% auf 36,31 Mrd. DM.

5.3 Berechnung der Reproduktionskosten durch Arbeits- und Wegeunfälle

5.3.1 Methodische Vorgehensweise

Die Reproduktionskosten setzen sich aus folgenden Schadenskategorien zusammen:

- Wiederherstellungskosten,
- Kosten des Rettungsdienstes und der Schadenseindämmung (z.B. Feuerwehr),
- Verwaltungskosten.

Die Wiederherstellungskosten umfassen die Aufwendungen für die medizinische Akutbehandlung sowie für die Pflege und für die Rehabilitation von Verletzten. Da sowohl die Dauer als auch die Art der Behandlung die Höhe der Wiederherstellungskosten beeinflussen, ist es zweckmäßig, die Gesamtkosten in folgende Kostenkomponenten zu zerlegen:

- Kosten der stationären Behandlung,
- Kosten der ambulanten Behandlung,
- Kosten für sonstige Heilbehandlung und ergänzende Leistungen,
- Kosten der beruflichen und sozialen Rehabilitation.

Um diese Kosten zu ermitteln, kann auf Daten des Statistischen Bundesamtes, des Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung sowie der Berufsgenossenschaften zurückgegriffen werden.

Die Kosten des Rettungsdienstes und der Schadensbegrenzung setzen sich zusammen aus den Aufwendungen für die Rettung und die Erstbehandlung von Personen sowie für die Begrenzung und Eindämmung von Sachschäden. Die Kostenermittlung für diese Positionen gestaltet sich jedoch schwierig. Für die Begrenzung und Eindämmung von Sachschäden sind die Feuerwehren zuständig. Die für diese Aufwendungen entstehenden Sachschadenskosten können jedoch nicht ermittelt werden, da die Feuerwehreinsätze kostenmäßig nicht nach den Einsatzleistungen (z.B. Personenrettung und Verhinderung von Sachschäden) abgegrenzt werden und zudem die Datenlage dürftig ist. Insofern können nur die Kosten für den Personenrettungsbereich ermittelt werden. Schwierigkeiten bei der Kostenermittlung, die sich aus der Struktur des Rettungswesens und dessen Finanzierungssystems ergeben, können durch den Rückgriff auf bereits durchgeführte Untersuchungen und durch eigene Schätzungen beseitigt werden.

Verwaltungskosten entstehen im gesamten Verlauf der Schadensbearbeitung von der Erfassung eines Unfalls bis hin zur vollständigen Reproduktion der entstandenen Schäden. Erfassungskosten werden durch die Arbeit der Polizei, durch Schadensbeauftragte der Versicherungen sowie durch innerbetriebliche Arbeitsschutzabteilungen oder -beauftragte verursacht. Zu den Nachbearbeitungskosten zählen die Rechtsfolgekosten und die Verwaltungskosten des Versicherungswesens. Die Polizeikosten (Personal- und Sachkosten) können nur für Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr ermittelt werden. Zur Berechnung der Rechtsfolgekosten nach Straßenverkehrsunfällen wird auf das Datenmaterial der Rechtschutzversicherer zurückgegriffen. Die Rechtsfolgekosten durch Unfälle im Betrieb können wegen der eingeschränkten Datenverfügbarkeit nur anhand von Hilfsgrößen (z.B. Kosten der Unfallversicherungen für Rechtsverfolgung) ermittelt werden. Die Verwaltungskosten der gesetzlichen Unfallversicherer werden anhand der Anteile aller geschädigten Personen, die Verwaltungskosten der Lebensversicherungen anhand der Anzahl der tödlich Verletzten und erstmals entschädigten Personen ermittelt. Die Verwaltungskosten für Arbeits- und Wegeunfälle im Bereich der Kraftfahrzeug-, Transport-, Sach- und technischen Versicherung können relativ genau ermittelt werden. Dagegen können die betrieblichen Verwaltungskosten nur den Arbeits- und Wegeunfällen im Betrieb zugeordnet werden.

5.3.2 Ergebnisse

Tabelle 5 faßt die berechneten Reproduktionskosten aufgegliedert nach Unfallarten zusammen.

Tabelle 5: Reproduktionskosten infolge von Arbeits- und Wegeunfällen des Jahres 1989 in TDM

	Betrieb	Str.verk.	Gesamt
Gesundheit	1.709.315	358.765	2.068.081
Rettungswesen	6.425	14.185	20.610
Verwaltung	2.209.049	2.594.108	4.803.157
Gesamt	3.924.789	2.967.059	6.891.848

Quelle: Eigene Berechnungen

Im Jahr 1989 sind 6,89 Mrd. DM zur Beseitigung der Schäden durch Arbeits- und Wegeunfälle aufgewendet worden. Auffällig sind die hohen Kosten, die durch die Verwaltung der Unfallfolgen entstanden sind. Dieser Wert ergibt sich vor allem aus den Verwaltungsaufwendungen der Kraftfahrzeugversicherer für Unfallereignisse mit „nur Sachschaden“.

5.4 Ergebnis: Volkswirtschaftliche Ressourcenverluste

Es ergeben sich insgesamt Ressourcenverluste in Höhe von 35,3 Mrd. DM (Tabelle 6). Erwartungsgemäß wird der größte Teil der gesamten volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von 28,4 Mrd. DM durch Ressourcenausfälle verursacht. Bemerkenswert ist jedoch, daß die Unfälle im Straßenverkehr mit 34% einen hohen Anteil an den gesamten Ressourcenverlusten haben, obwohl der Anteil der im Straßenverkehr verletzten Personen am gesamten Unfallgeschehen mit 12,6% relativ gering ist. Werden die durch Straßenverkehrsunfälle beschädigten konsumtiv genutzten Sachgüter und die Ausfälle an konsumtiver Freizeit berücksichtigt, haben die Straßenverkehrsunfälle an den sich dann ergebenden Ressourcenverlusten in Höhe von 43,2 Mrd. DM sogar einen Anteil von 43%. Ursache für die erheblichen volkswirtschaftlichen Verluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen im Straßenverkehr ist, daß die Straßenverkehrsunfälle vielfach zu schwerwiegenden Personenschäden führen, so daß auch die Kosten der medizinischen Behandlung und die Verluste an Arbeitsausfall höher sind. Zudem hat ein Straßenverkehrsunfall in der Regel immer einen Sachschaden zur Folge, so daß entsprechend höhere Verluste am konsumtiv und produktiv genutzten Sachvermögen entstehen.

Tabelle 6: Ressourcenverluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen des Jahres 1989 in TDM

	Betrieb	Straßenverkehr	Gesamt
Ressourcenausfallkosten	19.297.565	9.143.810	28.441.375
Ressourcenausfallkosten incl. konsumtiver Verluste	20.839.027	15.468.718	36.307.745
Reproduktionskosten	3.924.789	2.967.059	6.891.848
Ressourcenverluste	23.222.353	12.110.870	35.333.223
Ressourcenverluste incl. konsumtiver Verluste	24.763.816	18.435.778	43.199.594

Quelle: Eigene Berechnungen

6. Prognose der künftigen Arbeits- und Wegeunfälle

Um Aussagen über die künftige Entwicklung des Unfallgeschehens treffen zu können, ist die Erarbeitung eines Prognosemodells notwendig, das das Unfallgeschehen mit Hilfe von signifikanten Einflußgrößen erklären kann. Da die Zahl und die Schwere von Unfällen im Straßenverkehr von anderen Einflußfaktoren abhängen als das Unfallgeschehen im Betrieb, werden die Unfälle im Betrieb und im Straßenverkehr getrennt geschätzt.

Für die Unfälle im Betrieb können als wesentliche Einflußfaktoren die in der folgenden Funktion dargestellten Variablen spezifiziert werden:

$$UB = f(AL, \ddot{U}B, AQ, BS, TF, AA, PP)$$

mit: UB = Unfälle im Betrieb
 AL = Arbeitsleistung (Erwerbstätige im Inland \times Arbeitszeit; in 1000 h)
 $\ddot{U}B$ = Überstundenbelastung (in h)
 AQ = Arbeitsqualität (Beamte und Angestellte zu Erwerbstätigen in Prozent)
 BS = Beschäftigungsstruktur (Anteil Dienstleistung an Bruttowertschöpfung in Prozent)
 TF = technischer Fortschritt
 AA = Ausländeranteil (in Prozent)
 PP = Auslastungsgrad des Produktionspotentials

Die schrittweise durchgeführte regressionsanalytische Überprüfung¹⁷⁾ ergibt, daß die Unfälle im Betrieb durch den Auslastungsgrad des Produktionspotentials, die Arbeitsleistung und den technischen Fortschritt beeinflusst werden. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Regressionskoeffizienten und die statistischen Prüfmaße.

Tabelle 7: Regressionsmodell: Unfälle im Betrieb

	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	Signifikanzniveau
Konstante	-4.315.341	464.947,9	-9,2813	0,0000
PP	43.057,78211	4.970,03562	8,6635	0,0000
AL	0,062093	0,010276	6,0424	0,0000
TF	-14.925,5169	3.024,9181	-4,9342	0,0001

mit: $R^2 = 99,11\%$ Durbin-Watson = 1,223
 PP = Auslastungsgrad des Produktionspotentials
 AL = Arbeitsleistung
 TF = technischer Fortschritt:

Quelle: Eigene Berechnungen

Das Bestimmtheitsmaß erreicht einen Wert von $R^2 = 99,11\%$. Folglich passen sich die geschätzten Werte gut an die tatsächlichen Unfälle an. Der Durbin-Watson-Test, mit dem die Autokorrelation zwischen den Variablen überprüft wird, zeigt ein befriedigendes Ergebnis. Auch wenn vom optimalen Durbin-Watson-Wert in Höhe von 2,0 abgewichen wird, liegt der Testwert im nicht signifikanten Bereich, d. h. das Vorliegen von Autokorrelation kann nicht signifikant belegt werden.¹⁸⁾

17) Vgl. zur schrittweisen Regression: Draper, N.R., Smith, H., Applied Regression Analysis, New York 1981.

18) Der nicht signifikante Bereich p des Durbin-Watson-Tests stellt sich dar als $0 + d_0 < p < 4 - d_0$. Bei 25 Beobachtungen und 3 zu schätzenden Parametern beträgt $d_0 = 1,21$ auf $\alpha = 5\%$ -Niveau. Vgl. dazu: Schneeweiß, H., Ökonometrie, Heidelberg 1990, S. 188 u. S. 374.

Für die Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr können zunächst folgende Einflußfaktoren spezifiziert werden:

$$UST = f(AL, AE, FL, \ddot{U}B, VD, TF, AA)$$

mit: UST = Unfälle im Straßenverkehr
 AL = Arbeitsleistung (Erwerbstätige im Inland \times Arbeitszeit; in 1000 h)
 AE = effektive jährliche Arbeitstage
 FL = Fahrleistung
 $\ddot{U}B$ = Überstundenbelastung (in h)
 VD = Verkehrsdichte
 TF = technischer Fortschritt
 AA = Ausländeranteil (in Prozent)

In dem schrittweise entwickelten Modell werden nur noch der Auslastungsgrad des Produktionspotentials und die Arbeitsqualität berücksichtigt. Überraschend ist hier, daß die Variablen Verkehrsdichte und -leistungen keinen signifikanten Einfluß auf das Unfallgeschehen haben. Das kann allerdings darauf zurückgeführt werden, daß nicht die gesamten Straßenverkehrsunfälle betrachtet werden, sondern nur die Teilmenge von Straßenverkehrsunfällen, die zugleich als Arbeits- und Wegeunfälle einzustufen sind. Bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 92,41\%$ und einem Durbin-Watson-Wert von 1,654 liegt ein gutes Schätzergebnis vor (Tabelle 8).

Tabelle 8: Regressionsmodell: Unfälle im Straßenverkehr

	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	Signifikanzniveau
Konstante	-238.458,7	75.031,65	-3,1781	0,0044
PP	5.170,9052	733,36426	7,0509	0,0000
AQ	230.501,6	21.252,44	-10,8459	0,0000

mit: $R^2 = 92,41\%$ Durbin-Watson = 1,654
 PP = Auslastungsgrad des Produktionspotentials
 AQ = Arbeitsqualität

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Überprüfung der Prognosegüte des auf den beiden Schätzfunktionen basierenden Modells liefert der Vergleich zwischen der tatsächlichen und der prognostizierten Entwicklung der Arbeits- und Wegeunfälle für den Zeitraum von 1965 bis 1989 (siehe Abbildung 14).

Abbildung 14: Tatsächliche und prognostizierte Entwicklung der gemeldeten Arbeits- und Wegeunfälle von 1965 bis 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

Es zeigt sich, daß die tatsächliche Entwicklung sehr gut durch die nachträglich prognostizierten Unfallzahlen abgebildet wird. Die Abweichung zwischen prognostizierten und tatsächlichen Unfällen ist mit einem maximalen Wert in Höhe von 71.762 Arbeits- und Wegeunfällen im Jahr 1974 insgesamt so gering, daß sie angesichts von durchschnittlich 2,2 Mio. Unfällen pro Jahr vertretbar ist.

7. Entwicklung eines Fortschreibungsmodells der Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen

Die vorgelegte Untersuchung zeigt, daß die Ermittlung der Ressourcenverluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen mit einem erheblichen Datenerhebungsaufwand verbunden ist. Für eine kontinuierliche Berichterstattung über die durch Arbeits- und Wegeunfälle verursachten Ressourcenverluste bietet sich eine solche rechercheinensive Vorgehensweise nicht an. Das für das Jahr 1989 erarbeitete Mengen- und Kostengerüst kann jedoch herangezogen werden, um ein vereinfachtes und standardisiertes Fortschreibungsmodell zu entwickeln. Um den Datenbeschaffungsaufwand so gering wie möglich zu halten, wird die Anzahl der unabhängigen Variablen auf folgende Größen begrenzt:

- Anzahl der gemeldeten Unfälle,
- Preisentwicklung des Bruttosozialprodukts,
- Preisentwicklung für die stationäre Behandlung,
- Produktivitätsentwicklung je durchschnittlichem Erwerbstätigen,
- Entwicklung der Anzahl der Unfälle mit nur Sachschaden.

Diese Daten können dem Statistischen Jahrbuch und dem jeweils aktuellen Unfallverhütungsbericht entnommen werden.

Für die Konstruktion des Fortschreibungsmodells werden zunächst aus den in den Unfallverhütungsberichten veröffentlichten Arbeits- und Wegeunfallzahlen die Arbeits- und Wegeunfälle, einschließlich der in der amtlichen Statistik nicht erfaßten Personengruppen berechnet. Anhand von Strukturkoeffizienten können die so ermittelten gesamten Arbeits- und Wegeunfälle auf die verschiedenen Unfallarten und Unfallschwerekategorien aufgeteilt werden. In einem weiteren Schritt werden aus den Ressourcenverlusten des Jahres 1989 Kostensätze für die Unfallfolgen (d. h. für den Arbeitsausfall, die medizinische Behandlung und den Verwaltungsaufwand) berechnet. Für eine genaue Berechnung ist es darüber hinaus erforderlich, innerhalb jeder Kostenkategorie die Kostensätze differenziert nach Unfallarten und Unfallschweregraden zu bestimmen. Im letzten Schritt der Berechnung wird die aktualisierte Zahl der Arbeits- und Wegeunfälle mit den berechneten Kostensätzen multipliziert. Die Rechnung stellt sich wie folgt dar:

$$VP_{ij} = U_{ij} \cdot (AA_{ij} + MB_{ij} + VK_i)$$

mit: VP = volkswirtschaftliche Kosten durch Unfälle mit Personenschaden
 U = Zahl der Unfälle
 AA = Kostensatz für Arbeitsausfall
 MB = Kostensatz für medizinische Behandlung
 VK = Kostensatz für Verwaltung
 i = Unfallart
 j = Unfallschweregrad

Damit ergibt sich:

$$VP = \sum \sum VP_{ij}$$

mit: VP = volkswirtschaftliche Verluste durch Unfälle mit Personenschäden insgesamt

In Verbindung mit den Unfällen ohne Personenschäden ergibt sich der gesamte volkswirtschaftliche Verlust als:

$$VV = VP + SSE \cdot SSK$$

mit: VV = volkswirtschaftliche Verluste insgesamt
 VP = volkswirtschaftliche Verluste durch Unfälle mit Personenschäden insgesamt
 SSE = Sachschadensereignisse ohne Personenschäden
 SSK = Kosten pro Sachschadensereignis ohne Personenschäden

Um die Genauigkeit dieses Fortschreibungsmodells zu überprüfen, werden mit den Unfallzahlen des Jahres 1989 nochmals die volkswirtschaftlichen Verluste errechnet. Es zeigt sich, daß die geschätzten Ressourcenverluste von den tatsächlichen Ressourcenverlusten nur um 0,27% nach unten abweichen.

Mit Hilfe der gewonnenen Daten und des entwickelten Konzeptes zur Bewertung, Prognose und Fortschreibung ist es möglich, auch zukünftig die volkswirtschaftlichen Nutzen von Unfallvermeidungsmaßnahmen abzuschätzen.

Abstract

The research study is targeted on measuring the number and severity of occupational accidents. Based on this, economic losses of resources are derived. A calculation of the single accident specific costs adds to the cost computation. This calculation is of basic importance for the operational conduction of cost-benefit-analyses. Furthermore, a method is developed and proofed to extrapolate and predict the number and costs of occupational accidents. The result is transferred into an information concept, which lays down the foundation for a user oriented computer program. Therefore, the study is methodological as also result driven.

1994.1063
Cansier, Dieter: Umweltökonomie.

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena 1993 (ISBN 3-8252-1749-3), DM 42,80.

Humane Aktivitäten können vielfältige Wirkungen erzeugen. Deren ausreichend umfassende Abwägung fällt nicht immer leicht. Vorzug genießt nicht selten gar eindimensionale Beurteilung. Zu weite Verbreitung findet das auch im Umweltschutz. Ökonomische Betrachtungen erfreuen sich da allzu selten gebührender Beliebtheit. Kein Wunder, daß insoweit Fehlentscheidungen und -investitionen drohen. Schließlich eignen Menschen und Personengruppen mannigfache Bedürfnisse. Für deren Befriedigung stehen meist nur knappe, teils spezifische, obwohl oft verschiedene, teils unpezifische, aber dann oft gleiche oder wenigstens ähnliche, substituierbare Ressourcen zur Verfügung („Mittelheterogenität quasihomogener Zwecke“ bzw. „Zweckheterogenität quasihomogener Mittel“). Alle, die Bereitstellung bestimmter (Sach- und/oder Dienst-) Leistungen verzehrt, fehlen für zusätzliche oder andere.

Es tut not, dafür den Blick zu schärfen. Das gelingt dem oben bezeichneten Werk. Es spannt seinen Bogen von der Fundamentalproblematik der Umweltbelastungen und politischen Instrumenten zu ihrer Bewältigung über Methoden zur angemessenen Qualifizierung, Quantifizierung und Evaluierung der Kosten und der Nutzen des Umweltschutzes bis hin zu internationalen Aspekten der europäischen Integration sowie nicht zuletzt des Verhältnisses zwischen der modernisierten und der sich erst entwickelnden Welt. Dabei greift der Autor tüchtig in die Schatzkammer der Erkenntnisse aus traditioneller und neuester Wirtschaftswissenschaft. Eine breit aufgefächerte und tiefschürfende Analyse der ökologischen Effekte von Input, Faktorenkombination, Output, Absatz und Genuß der von den Individuen und der Gesellschaft benötigten Leistungen aus ökonomietheoretischer Sicht bildet denn auch das Kernkapitel des in seiner Vollständigkeit, Transparenz und Prägnanz einzigartigen Fachbuchs.

Nicht allein die Studenten der Universität, an der der Autor lehrt, können sich im Hinblick auf die praktischen Anstrengungen, zu denen der Umweltschutz in fast allen Berufen zwingt, in denen sich akademisch unterwiesene Ökonomen heutzutage bewähren müssen, einer derartigen Gelegenheit, Einblick in einschlägige Informationen und deren kompetente Interpretation zu gewinnen, glücklich preisen. Vielmehr sollten sich damit ebenso all diejenigen vertraut machen, die sich längst in solchen Positionen des Erwerbslebens betätigen oder sich anderswo darauf vorbereiten, für die der Umweltschutz mehr und mehr eine erhebliche Rolle spielt und spielen muß.

Das trifft nicht zuletzt auf das Verkehrswesen im allgemeinen und auf die marktwirtschaftliche Planung von Projekten, die die Infrastruktur suprastruktureller Beförderungsvorgänge verbessern sollen, im besonderen zu. Auch dem damit Befassten rät die hier erörterte Veröffentlichung durchaus im Lichte konträrer Paradigma von zeitgenössischer Konjunkturtheorie, sukzessive Phasen von Umweltschutzprogrammen sorgsam auseinanderzuhalten. Tatsächlich beginnen diese nach einer Auswahl aussichtsreicher Alternativen mit formaler oder materieller Implementierung, um in konkrete Anwendung auf permanente Investitions-, Produktions-, Distributions- und Konsumtionsprozesse zu münden. Dabei kann jedes einzelne Stadium auch abstrakt eigenständige Zusammenhänge aufweisen, so daß in einem die Vor-, in einem anderen die Nachteile dominieren. Als vor allem beherzigungs-

bedürftig erscheint die Warnung davor, unberücksichtigt zu lassen, daß per Saldo kürzerfristig der gewohnte oder der erhoffte Lebensstandard Einbußen erleiden muß, wenn Umweltschutz, den die Bevölkerung mit gutem Grund begehrt, Produktionsfaktoren beansprucht, die sonst Güter und Dienste des täglichen Bedarfs beschert hätten (SS. 334/335 und 343/345). Manch einer mag darob auf Anhieb stutzen: Welchen Segen kann denn ein Umweltschutz, der immerhin prompte Versorgung beeinträchtigt, überhaupt noch stiften? Doch gemacht, ertragreiche Lektüre erfordert eben unermüdete Geduld! Der Zweifel des zunächst erschrockenen Lesers schwindet, sobald dieser im Kontext moderner Wachstumstheorie erfährt, daß Umweltschutz letztlich „Rationalisierungserfolge“ erringen soll. Umweltschutz, der sich anthropologischer Ziele verpflichtet weiß, darf nämlich nicht gleichsam als „l'art pour l'art“ geschehen, sondern dient mindestens hauptsächlich dazu, umweltbelastungsbedingte Minderung der Qualität und der Quantität von volkswirtschaftlichen Produktivkräften zu vereiteln oder rückgängig zu machen (SS. 347/348). Verallgemeinert heißt das, daß volkswirtschaftlich rentabler Umweltschutz die Mehrung des Sozialprodukts jedenfalls längerfristig nicht verlangsamt, sondern im Gegenteil beschleunigt. Bezeichnet Y_u das „unbelastete“, Y_b das „belastete“ und Y_s das „sanierte“ Sozialprodukt, S die es schmälern den Schäden und M die diese bannenden Maßnahmen (jeweils in pretialer Terminologie), so gilt definitionsgemäß $Y_b = Y_u - S$ und $Y_s = Y_u - M$. Dabei verlangt das Postulat volkswirtschaftlicher Rentabilität, daß M hinter S zurückbleibt. Dann aber unterschreitet Y_s zwar Y_u , es übertrifft jedoch Y_b . Darüber hinaus kann jeder, der die volkswirtschaftliche Rentabilität von Umweltschutzprogrammen schätzen will, dem Umstand systematische Aufmerksamkeit zollen, daß Umweltschutz mindestens häufig mit anderen Zwecken konkurriert, indem er einfach dafür sorgt, daß die bewertungstechnische Aufwendigkeit des jeweiligen Projekts im Sinne von „Opportunitätskosten“ sämtliche Nutzen spiegelt, die projektinduziert verbrauchte Ressourcen alternativ maximal spenden können.

Gewiß entging schon den Vorklassikern (zumal den „Physiokraten“) und den Klassikern der theoretischen Nationalökonomie die Bedeutung von Natur und Umwelt für die Vergrößerung der individuellen und der sozialen Wohlfahrt keineswegs. Dennoch galt lange alles, was nicht direkt zu „Boden, Kapital und Arbeit“ gehörte, als „freies Gut“, mithin als „kostenlos“. Erst die Wahrnehmung, daß die im wesentlichen hygienischem und medizinischem Fortschritt geschuldete Vermehrung der Bevölkerung sowie die Mechanisierung und die „Chemisierung“ der Produktion überlebenswichtige Angebote von Atmo-, Hydro- und Biosphäre verknappen, rückte Natur- und Umweltschutz ins Zentrum allgemeinen Interesses. Dessen Pendel schlägt allerdings „ins andere Extrem“ aus, wenn die novitäre Sorge um Natur und Umwelt bis in unsere Tage dazu tendiert, sich sogar insoweit schlichthin unvergleichlich zu wähnen, als ihrem Objekt endliche Preise zukommen, weil es sich zu anderen Ressourcen allenfalls partiell limitational verhält. In verdienstvoller Aktualisierung ehrwürdiger Traditionen von Nestoren der Umweltökonomie wie *Arthur Cecil Pigou* und *William Kapp* verdeutlicht die äußerst anregende Studie von Professor Dr. *Cansier*, daß es sich bei der Volkswirtschaftslehre um eine Wissenschaft handelt, die nicht etwa andere Disziplinen komplementiert (im Sinne irrümlicher Enumerationen wie von „Umweltfreundlichkeit“ und „Wirtschaftlichkeit“ als Entscheidungskriterien), sondern von solchen teils über Natur, teils über Kultur gelieferte Daten und Auskünfte erst rational miteinander kompatibel und aggregierbar macht.

Dr. Erhard Moosmayer, Bonn