

# Volkswirtschaftliche Kosten von Arbeits- und Wegeunfällen

VON HERBERT BAUM, KÖLN

v.g.a.g.  
b.g.u.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.<sup>1)</sup> 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.<sup>2)</sup>

## 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.

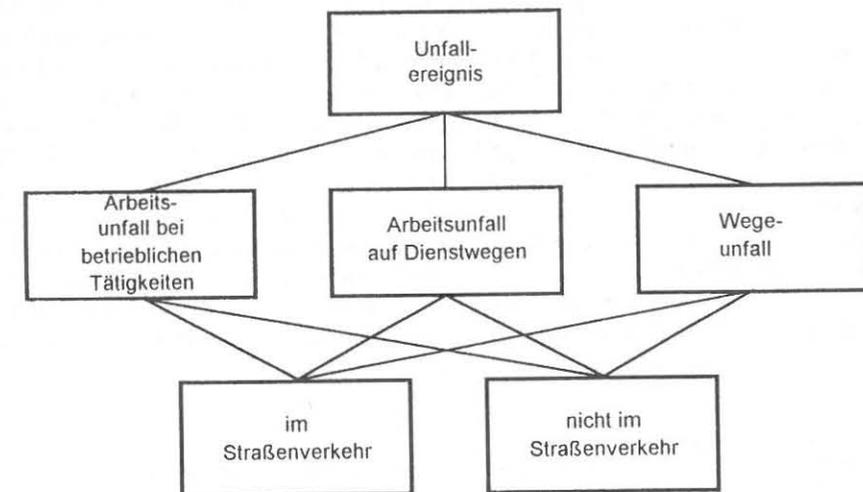
Die gesetzlichen Unfallversicherer unterscheiden dabei nach Arbeits-, Dienstwege- und Wegeunfällen und danach, ob sich der Unfall im Straßenverkehr oder außerhalb des Straßenverkehrs ereignet hat.<sup>3)</sup> Ein Arbeitsunfall ist ein Unfall, den eine versicherte Person bei der Ausübung ihrer beruflichen 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.<sup>4)</sup> 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.<sup>5)</sup> 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.<sup>6)</sup> 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.<sup>7)</sup> 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.<sup>8)</sup> Eine ähnliche Analyse des Hauptverbandes der

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

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

7) So kann beispw. 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).<sup>9)</sup> 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.<sup>10)</sup>

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.

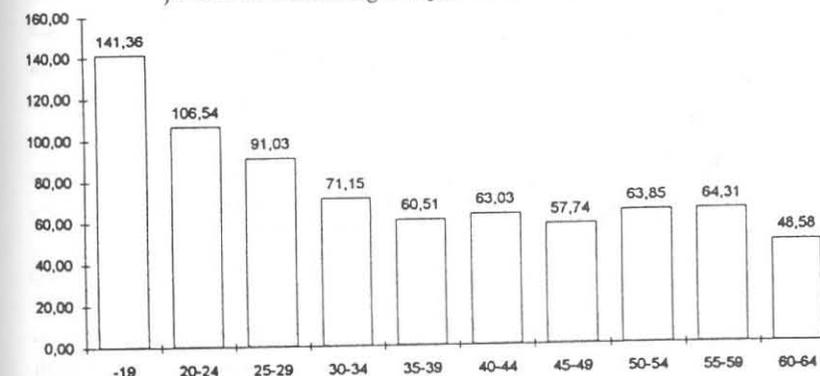
##### 4.2 Struktur der Arbeits- und Wegeunfälle

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

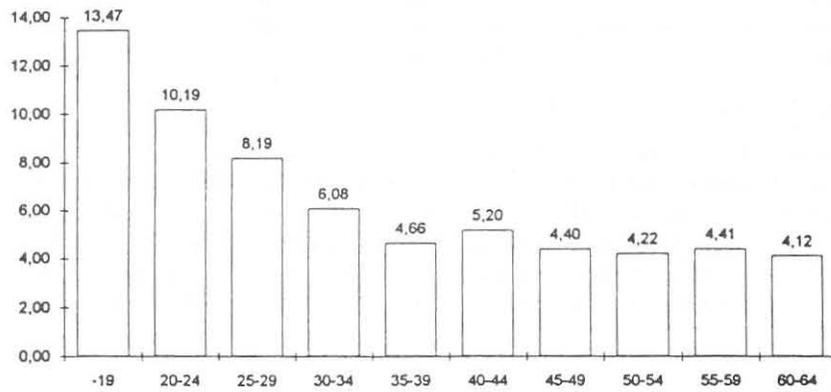
Die Aufgliederung der Unfalldaten nach der Altersstruktur ist erforderlich, um die Dauer des Arbeitsausfalls von dauerhaft geschädigten und tödlich Verletzten zu ermitteln. Aussagekräftiger als die absolute Verteilung der Arbeits- und Wegeunfälle auf die verschiedenen Altersgruppen ist die Verteilung 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

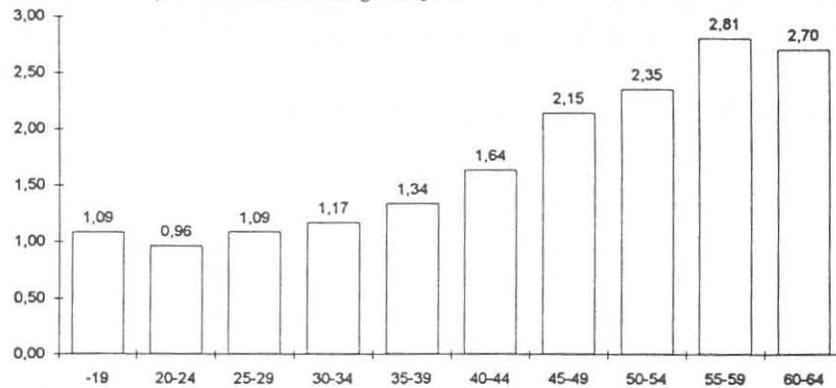
Abbildung 3: Meldepflichtige Arbeits- und Wegeunfälle (ohne EE) im Straßenverkehr je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



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.

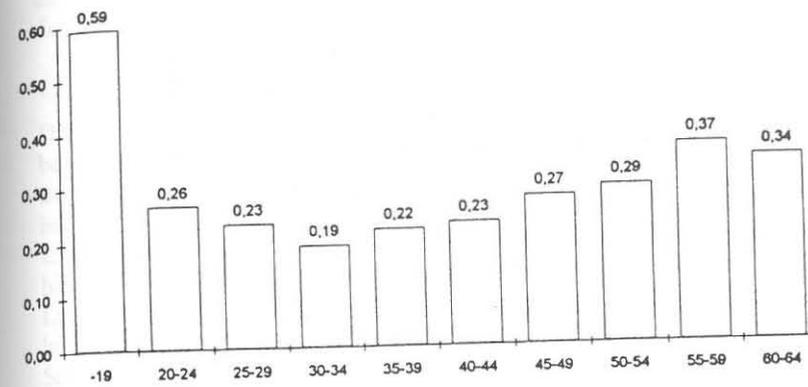
Abbildung 4: Erstmals entschädigte (ohne Todesfälle) Arbeits- und Wegeunfälle im Betrieb je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



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).

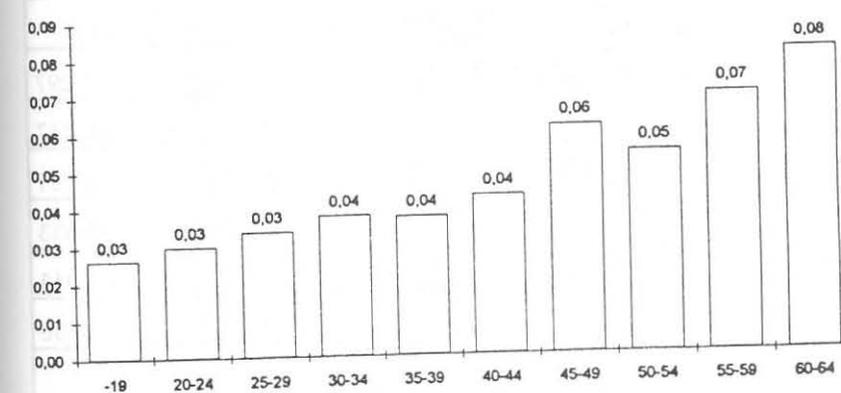
Abbildung 5: Erstmals entschädigte (ohne Todesfälle) Arbeits- und Wegeunfälle im Straßenverkehr je 1000 Erwerbstätige im Jahr 1989



Quelle: Eigene Berechnungen

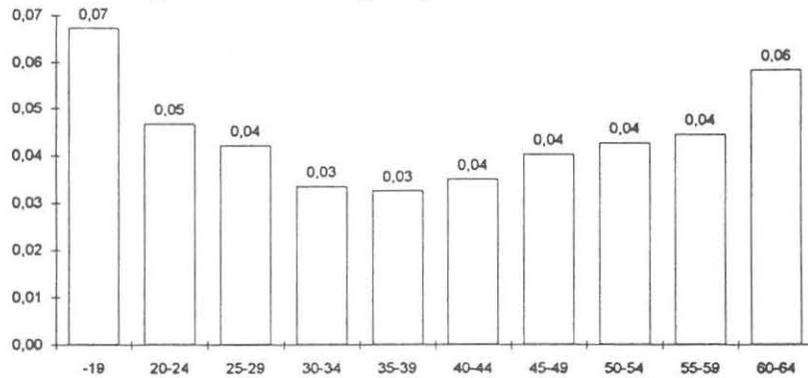
Bei den Unfällen im Betrieb mit Todesfolge ist die Gefährdung der älteren Erwerbstätigen am stärksten ausgeprägt (Abbildung 6). Bei den Unfällen im Straßenverkehr haben sowohl die jüngeren als auch die älteren Erwerbstätigen eine hohe relative Unfallhäufigkeit (Abbildung 7).

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 Teilzeitbeschäftigten<sup>11)</sup> 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
<b>Gesamt</b>	<b>198.864</b>	<b>217.479</b>	<b>1.993.267</b>	<b>2.409.611</b>

Quelle: Eigene Berechnungen

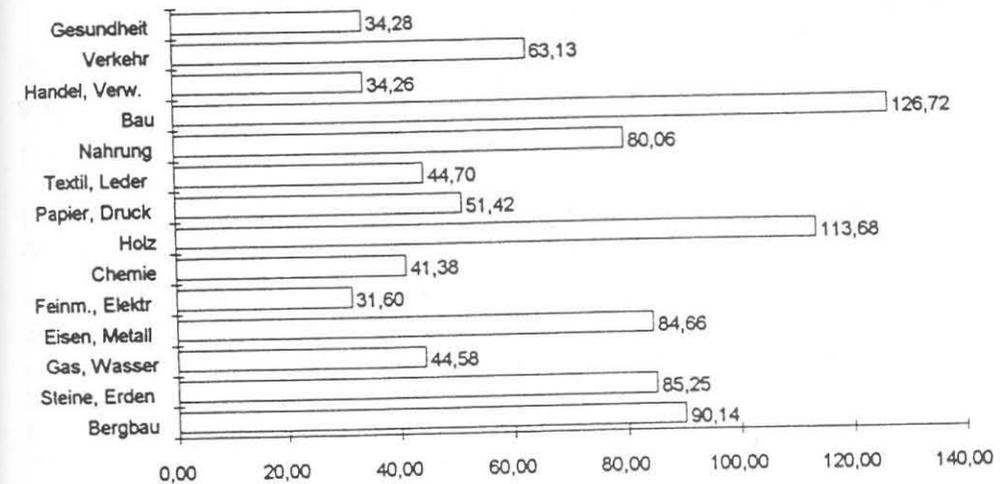
11) Als Teilzeitbeschäftigter wird entsprechend der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes ein Erwerbstätiger eingestuft, der eine Regelwochenarbeitszeit von weniger als 36 Stunden hat.

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 Vollarbeiter<sup>12)</sup> 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

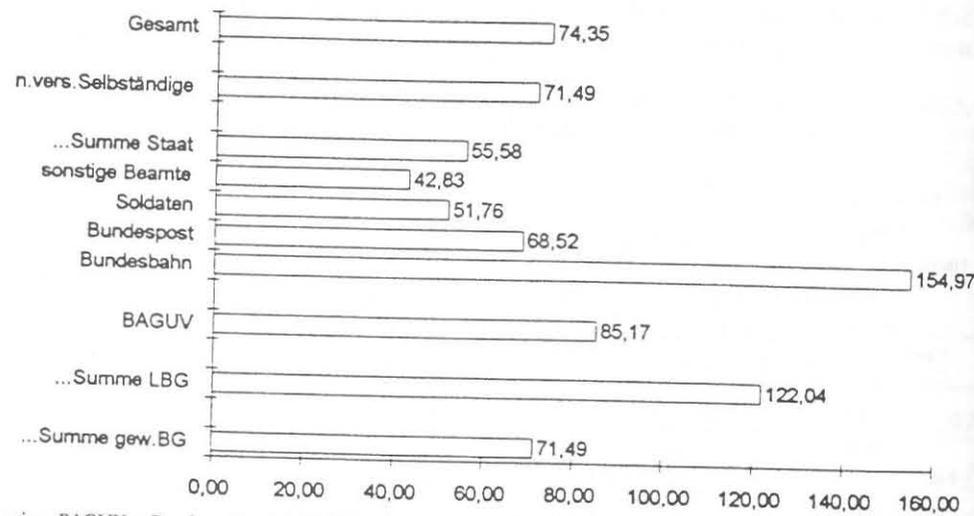
Der produzierende Sektor hat danach die höchste relative Unfallhäufigkeit. Eine besonders hohe Unfallhäufigkeit mit über 100 Verletzten pro 1000 Vollarbeiter pro Jahr haben in diesem Sektor die Wirtschaftszweige Holz und Bau. Der Dienstleistungssektor hat mit

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).

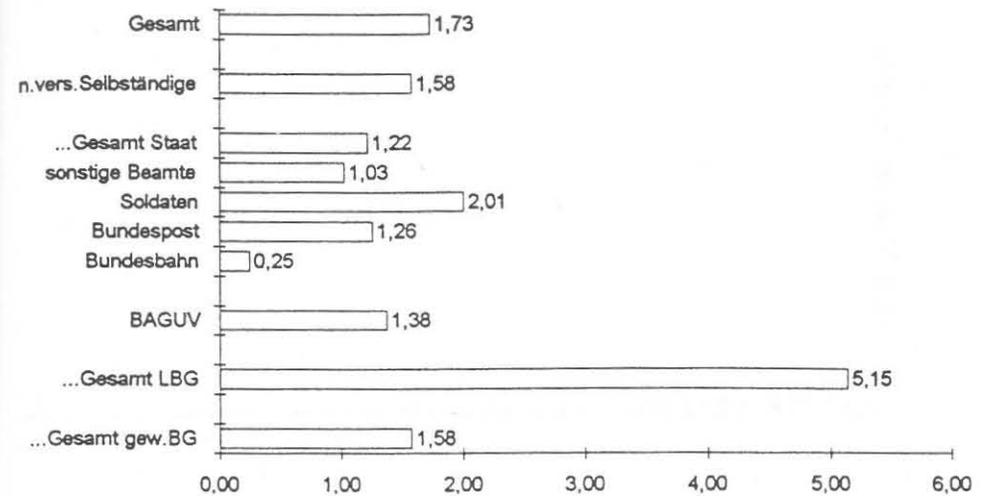
Abbildung 9: Arbeits- und Wegeunfälle nach Branchen je 1000 Vollarbeiter im Jahr 1989



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

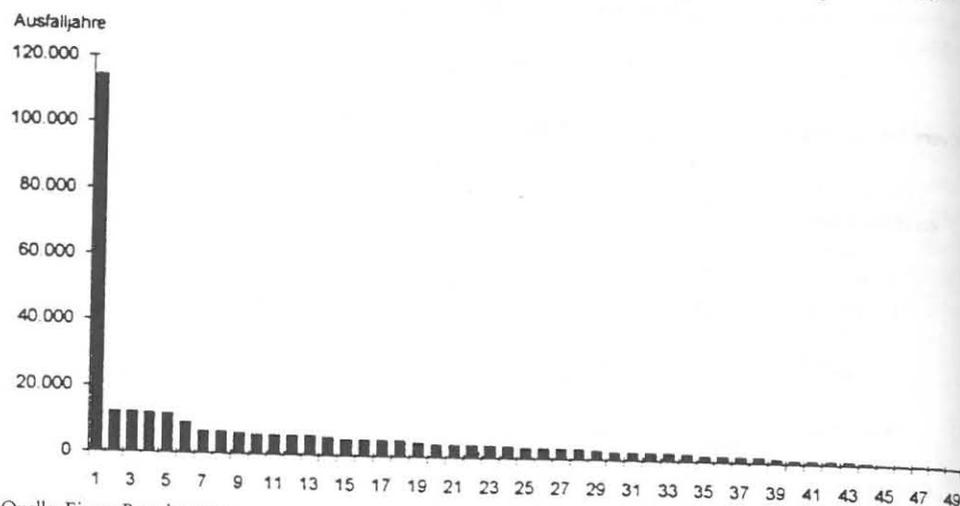
Die entscheidenden Größen, um die Ressourcenverluste infolge von Arbeits- und Wegeunfällen berechnen zu können, sind die Verluste an Arbeitsvermögen und die Heilbehandlungskosten bei stationärer Behandlung. Beide Größen hängen vor allem von der Dauer der Arbeitsunfähigkeit und/oder der stationären Behandlung 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.<sup>13)</sup> 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
<b>Gesamt Tage</b>		<b>2.062.621</b>		<b>696.167</b>

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

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.

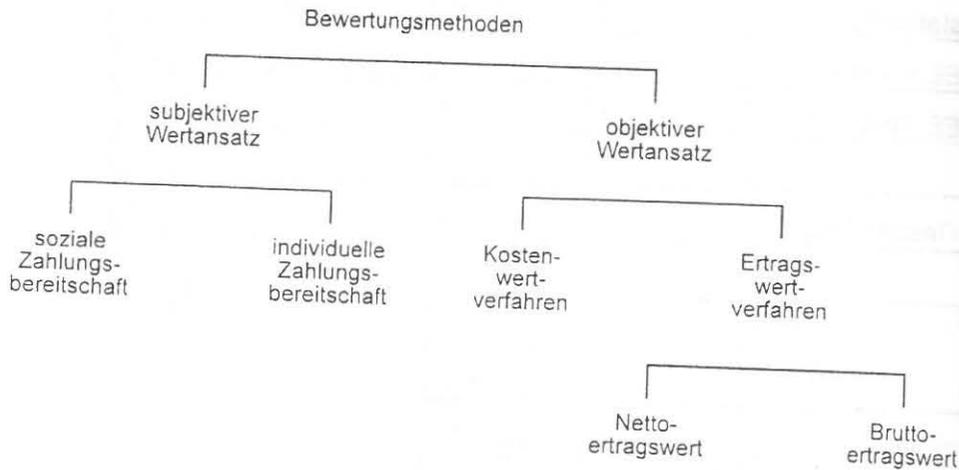
## 5. Bewertung der Unfallfolgen

### 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.<sup>14)</sup> 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:

<sup>14)</sup> 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: Vierteljahrshefte 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., Covelto, 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:

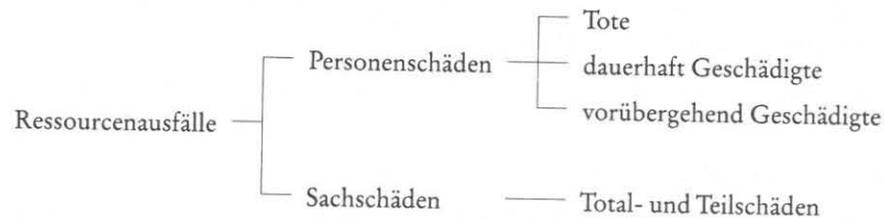
- Wenn die volkswirtschaftlichen Unfallkosten ermittelt werden sollen, wird mit dem Nettoprinzip gerechnet. Der Konsum der Verunglückten wird subtrahiert, weil dieser nicht für die Gesellschaft (mit Ausnahme der Unfallopfer) zur Verfügung gestanden hätte.
- Wenn im Rahmen von Nutzen-Kosten-Analysen Maßnahmen 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-

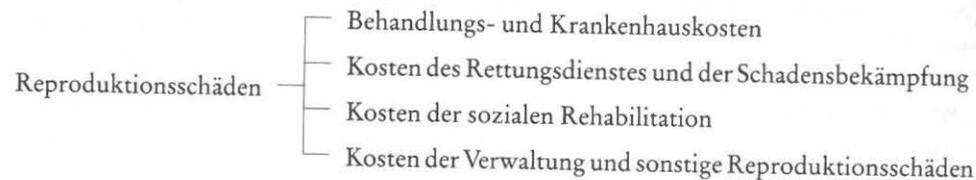
wirtschaftlichen Schäden anwenden zu können, muß daher zwischen zwei Kostenpositionen unterschieden werden:<sup>15)</sup>

- 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

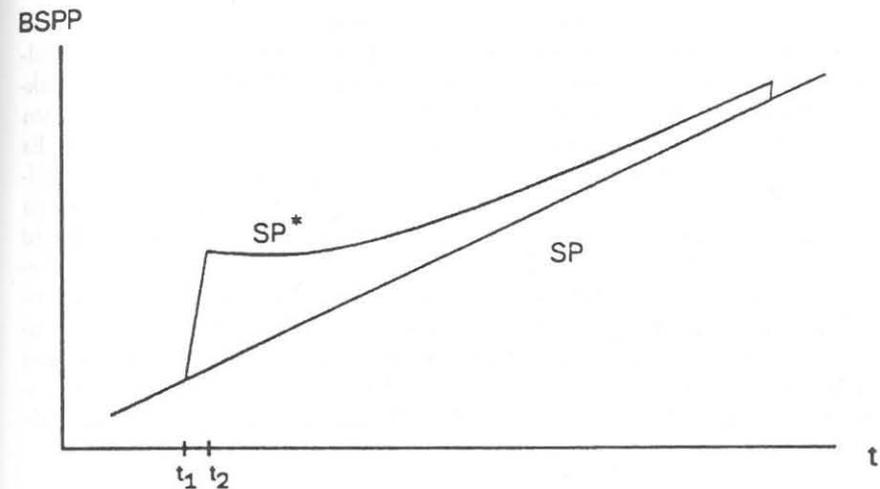
### 5.2.1 Methodische Vorgehensweise

Um die Ressourcenverluste zu berechnen, ist zunächst der Wert aller im Untersuchungsjahr 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 Produktionsfunktionen<sup>16)</sup> 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 „potentielle 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.

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

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:

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

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 Kraftfahrzeuges 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
<b>Verluste an NSFP</b>	<b>13.659.360</b>	<b>6.290.403</b>	<b>19.949.763</b>
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
<b>Summe Zeitverluste1)</b>	<b>5.638.205</b>	<b>2.717.149</b>	<b>8.355.354</b>
zerstörte Konsumgüter		4.422.317	4.422.317
Stillstand konsumtive Kfz.		131.545	131.545
<b>Summe konsumtive Sachschäden</b>		<b>4.553.862</b>	<b>4.553.862</b>
Stillstand produktive Kfz.		136.258	136.258
<b>Gesamtsumme</b>	<b>19.297.565</b>	<b>9.143.810</b>	<b>28.441.375</b>
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
<b>Gesundheit</b>	1.709.315	358.765	2.068.081
<b>Rettungswesen</b>	6.425	14.185	20.610
<b>Verwaltung</b>	2.209.049	2.594.108	4.803.157
<b>Gesamt</b>	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
<b>Ressourcenverluste</b>	<b>23.222.353</b>	<b>12.110.870</b>	<b>35.333.223</b>
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 Überprüfung<sup>17)</sup> 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.<sup>18)</sup>

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

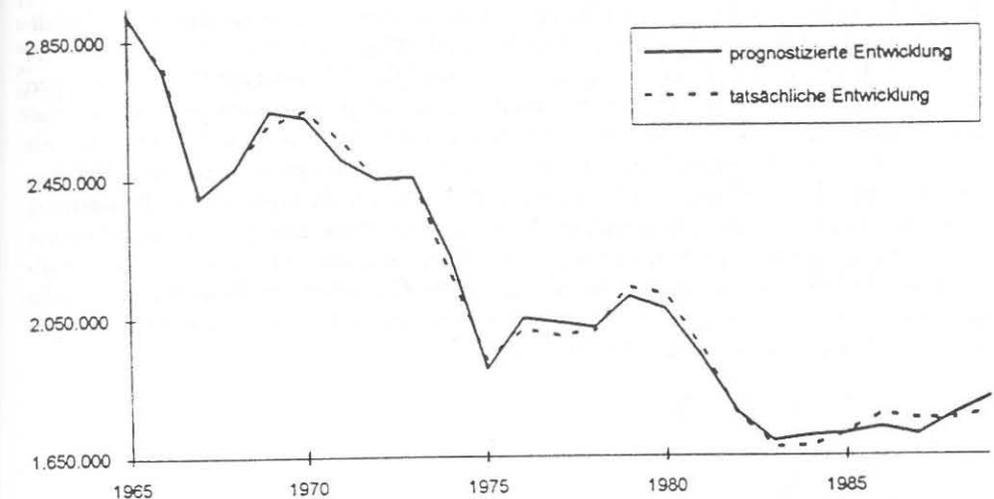
	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	Signifikanzniveau
Konstante	-238.458,7	75.031,65	-3,1781	0,0044
PP	5.170,9052	733,36426	7,0509	0,0000
AQ	230.501,6	21.252,44	-10,8459	0,0000

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 rechercheinintensive 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 Personenschaden  
 SSK = Kosten pro Sachschadensereignis ohne Personenschaden

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.