

Kalus, Falk

**Working Paper**

## Analyse der Straßenverkehrsnachfrage und des Verkehrsunfallrisikos: Eine vergleichende Betrachtung westdeutscher und gesamtdeutscher Modelle

Dresden Discussion Paper Series in Economics, No. 05/00

**Provided in Cooperation with:**

Technische Universität Dresden, Faculty of Business and Economics

*Suggested Citation:* Kalus, Falk (2000) : Analyse der Straßenverkehrsnachfrage und des Verkehrsunfallrisikos: Eine vergleichende Betrachtung westdeutscher und gesamtdeutscher Modelle, Dresden Discussion Paper Series in Economics, No. 05/00, Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Dresden

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/48153>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# SNUS 3.0

## Analyse der Straßenverkehrsnachfrage und des Verkehrsunfallrisikos – Eine vergleichende Betrachtung westdeutscher und gesamtdeutscher Modelle

Falk Kalus

Technische Universität Dresden

Lehrstuhl für VWL, insb. Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung

email: [kalus@wipo.wiwi.tu-dresden.de](mailto:kalus@wipo.wiwi.tu-dresden.de)

Dresdner Beiträge zur Volkswirtschaftslehre, Nr. 05/00

29. Mai 2000

## **Zusammenfassung**

In einem dreistufigen Modell werden im folgenden Determinanten der Straßenverkehrsnachfrage, der Unfallhäufigkeit und der Unfallschwere mit Hilfe eines ökonomischen Modellansatzes untersucht. Dabei werden zwei Ziele verfolgt. Erstens können mit Hilfe der ökonomischen Schätzmodelle sowohl qualitative als auch quantitative Wirkungszusammenhänge bezüglich politisch entscheidungsrelevanter Variablen abgeleitet werden. Zweitens sind die Modelle so formuliert, daß eine Analyse auch für den Zeitraum nach der deutschen Wiedervereinigung 1990 möglich ist, deren Ergebnisse direkt mit den Modellen für Westdeutschland vor 1990 vergleichbar sind. Es zeigt sich, daß einige in der aktuellen politischen Diskussion stehende Determinanten der Verkehrsnachfrage bzw. des Unfallrisikos nicht die Wirkung entfalten, die ihnen allgemein zugebilligt wird. Weiterhin ist erkennbar, daß nach 1990 ein Anpassungsprozeß insbesondere in Ostdeutschland stattgefunden hat, der sich deutlich in den Ergebnissen der drei Modellstufen niederschlägt. Die Resultate der gesamtdeutschen Modelle nach 1990 weichen sowohl in der Höhe und teilweise auch in ihrer Richtung mitunter stark von den gewonnenen Ergebnissen für Westdeutschland vor 1990 ab.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>7</b>
<b>2 Modellbildung</b>	<b>8</b>
2.1 Modellierung der Straßenverkehrsnachfrage . . . . .	11
2.1.1 Messung der Straßenverkehrsnachfrage . . . . .	11
2.1.2 Faktoren zur Bestimmung der Straßenverkehrsnachfrage . . . . .	14
2.2 Unfallhäufigkeits- und Unfallschweremodelle . . . . .	17
2.2.1 Modelldifferenzierung . . . . .	17
2.2.2 Faktoren zur Bestimmung des Unfallrisikos . . . . .	20
2.3 Bildung des ökonometrischen Modells . . . . .	24
2.4 Variablenauswahl und Generierung der Schätzmodelle . . . . .	27
<b>3 Darstellung der Schätzergebnisse</b>	<b>30</b>
3.1 Vorgehensweise . . . . .	30
3.2 Das Straßenverkehrsnachfragemodell . . . . .	32
3.3 Unfallhäufigkeit und Unfallschwere . . . . .	37
<b>4 Interpretation</b>	<b>49</b>
4.1 Zusammenfassung . . . . .	49

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	3
4.2 Ausblick . . . . .	51
<b>A Schätzergebnisse für Westdeutschland</b>	<b>53</b>
<b>B Schätzergebnisse für Gesamtdeutschland</b>	<b>56</b>
<b>C Unfallmodelle für Westdeutschland</b>	<b>58</b>
<b>D Modelle für Gesamtdeutschland</b>	<b>62</b>
<b>E Datenbankdokumentation</b>	<b>67</b>
<b>Literatur</b>	<b>91</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Vier-Stufen-Modell (vgl. Ortúzar und Willumsen (1994), S. 24) . . .	9
2	Anteil der LKW am gesamten Bestand an LKW und PKW (ab 1991 Gesamtdeutschland) . . . . .	13
3	Anzahl der Unfälle mit Sach- bzw. Personenschaden (ab 1991 Ge- samtdeutschland) . . . . .	19
4	Anzahl der Unfallopfer differenziert nach Schweregraden (ab 1991 Gesamtdeutschland) . . . . .	20
5	Wirkung der Parameter im Straßenverkehrsnachfragemodell (SVN)	33
6	Wirkung des Parameters KMPKW . . . . .	37
7	Wirkung des Parameters PKWPB . . . . .	39
8	Wirkung des Parameters RBIBFS . . . . .	40
9	Wirkung des Parameters RBPN . . . . .	42
10	Wirkung der Dummy-Variablen . . . . .	43
11	Wirkung des Parameters BIERPB . . . . .	43
12	Wirkung des Parameters JUNG . . . . .	44
13	Wirkung des Parameters REU . . . . .	46
14	Wirkung des Parameters RF . . . . .	47
15	Wirkung des Parameters TFF . . . . .	48
16	Resultate für Westdeutschland – Teil 1 . . . . .	53
17	Resultate für Westdeutschland – Teil 2 . . . . .	54
18	Resultate für Westdeutschland – Teil 3 . . . . .	55

19	Resultate für Gesamtdeutschland – Teil 1 . . . . .	56
20	Resultate für Gesamtdeutschland – Teil 2 . . . . .	57
21	Unfallhäufigkeit . . . . .	58
22	Unfälle mit leichten Sachschäden . . . . .	59
23	Unfälle mit schweren Sachschäden . . . . .	59
24	Unfälle mit Personenschäden . . . . .	60
25	Leichtverletzte je Unfall mit Personenschaden . . . . .	60
26	Schwerverletzte je Unfall mit Personenschaden . . . . .	61
27	Getötete je Unfall mit Personenschaden . . . . .	61
28	Straßenverkehrsnachfrage . . . . .	62
29	Unfallhäufigkeit . . . . .	63
30	Unfälle mit leichten Sachschäden . . . . .	63
31	Unfälle mit schweren Sachschäden . . . . .	64
32	Unfälle mit Personenschäden . . . . .	64
33	Leichtverletzte je Unfall mit Personenschaden . . . . .	65
34	Schwerverletzte je Unfall mit Personenschaden . . . . .	65
35	Getötete je Unfall mit Personenschaden . . . . .	66

## Tabellenverzeichnis

1	Bestimmungsgrößen der Straßenverkehrsnachfrage . . . . .	14
2	Unfallhäufigkeits- und Unfallschweremodelle . . . . .	18
3	Bestimmungsgrößen des Unfallrisikos im Straßenverkehr . . . . .	21
4	Exogene im Straßenverkehrsnachfragemodell (vgl. auch Tabelle 1, S. 14) . . . . .	29
5	Exogene in den Unfallmodellen (vgl. Tabelle 3, S. 21) . . . . .	31
6	Basisperioden zur Berechnung der Elastizitäten . . . . .	32



# 1 Einführung

Seit vielen Jahren ist der PKW bzw. das Kraftfahrzeug Gegenstand vielfältiger Diskussionen, die große Teile der Bevölkerung erfassen und die Gesellschaft in zunehmendem Maße sensibilisieren. Einerseits werden insbesondere die positiven Wirkungen des Straßengüterverkehrs herausgestellt.<sup>1</sup> Andererseits, und dieser Aspekt überwiegt zumindest bezüglich der Quantität der veröffentlichten Arbeiten bei weitem, werden vielfältige Gefahren und Probleme analysiert, die mit der Nutzung von Kraftfahrzeugen verbunden sind. Zu diesen Problemen zählen beispielsweise Umweltbelastungen, Unfallrisiken oder die Stauproblematik.<sup>2</sup>

Im folgenden werden zwei dieser Aspekte, nämlich die Straßenverkehrsnachfrage und das Unfallrisiko detailliert untersucht. Das zugrundeliegende Modell besteht aus drei Stufen: einem Straßenverkehrsnachfragemodell, einem Unfallhäufigkeitsmodell und einem Unfallschweremodell (SNUS – Straßenverkehrsnachfrage, Unfälle und ihre Schwere). Mit der Modellbildung werden zwei Ziele verfolgt. Erstens werden die Modelle so formuliert, daß qualitative und quantitative Aussagen zu politisch entscheidungsrelevanten Variablen hinsichtlich der Straßenverkehrsnachfrage und des Unfallrisikos empirisch abgeleitet werden können. Insofern unterscheidet sich der gewählte Ansatz nicht wesentlich von anderen Arbeiten zum SNUS-Modell.<sup>3</sup> Zweitens erfolgt eine Modellierung der Zusammenhänge sowohl für Westdeutschland als auch für Gesamtdeutschland nach der Wiedervereinigung 1990. Dabei wird insbesondere Wert gelegt auf eine weitgehend identische Datenbasis der westdeutschen und der gesamtdeutschen Modelle, so daß vergleichende Betrachtungen möglich sind. In diesem Aspekt stellt der gewählte Ansatz eine Erweiterung bzw. Neuformulierung der SNUS-Modelle dar. Es wird

---

<sup>1</sup>Auf die kontroverse Diskussion insbesondere hinsichtlich des Straßengüterverkehrs weisen z. B. Aberle und Engel (1993) hin.

<sup>2</sup>Vgl. z. B. Button (1993), Frey (1994), Mauch und Rothengatter (1995), von Holst et al. (1995) und die dortigen Beiträge zur Verkehrssicherheit.

<sup>3</sup>Vgl. z. B. Foos und Gaudry (1986), Blum et al. (1988), Fournier und Simard (1997), Fridström (1999) und Blum und Gaudry (2000).

ein erster Versuch unternommen, mit Hilfe einer Längsschnittanalyse die Zusammenhänge zwischen Straßenverkehrsnachfrage, Unfallrisiko und deren Determinanten für Gesamtdeutschland zu beschreiben sowie Anpassungsprozesse infolge der deutschen Wiedervereinigung zu analysieren.

Die Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut. Erstens werden die zur Beschreibung der Zusammenhänge notwendigen Modelle formuliert. Dazu zählen die Kausalmodelle, das zugrundeliegende ökonometrische Modell und die daraus abgeleiteten Schätzmodelle. Zweitens erfolgt die detaillierte Darstellung der Schätzergebnisse, welche drittens zusammengefaßt und interpretiert werden.

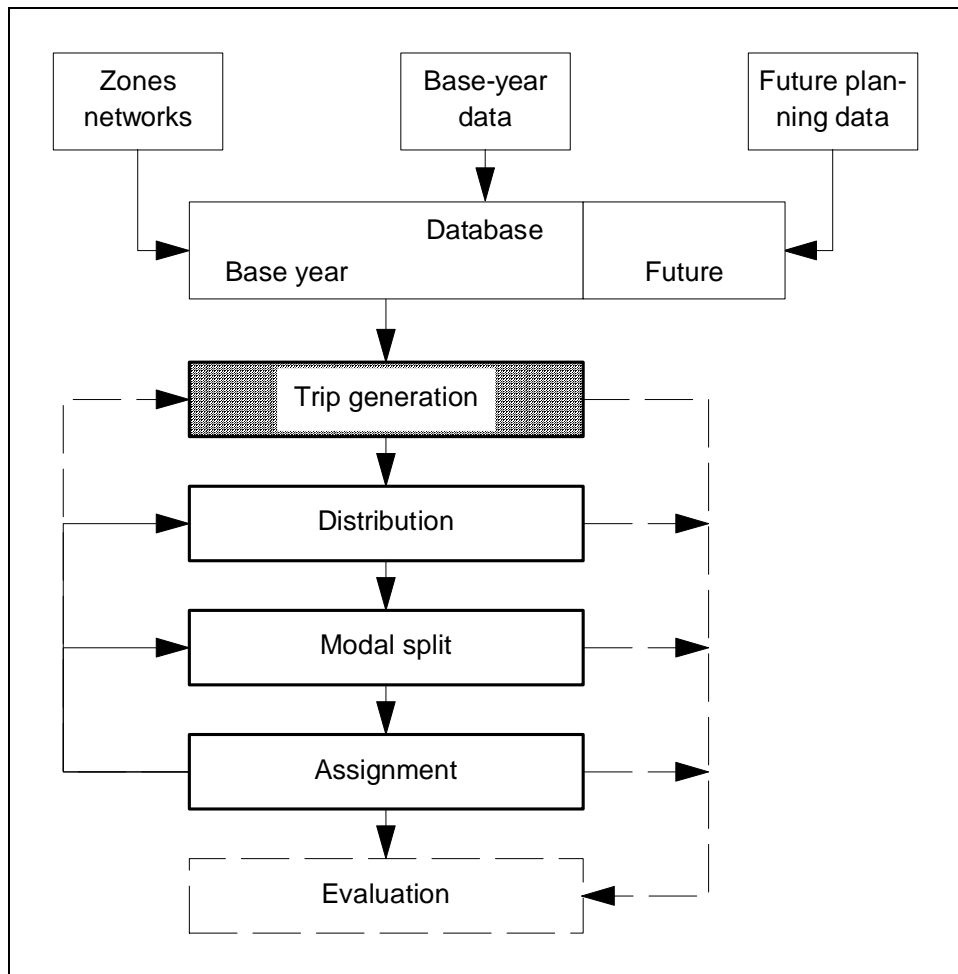
## 2 Modellbildung

Bereits aus den sechziger Jahren stammt ein Metamodell für Verkehrsuntersuchungen, welches auch im folgenden angewandt wird (vgl. Abbildung 1). Trotz Verbesserung der Modellierungstechniken bleibt dieses Modell bis heute im wesentlichen unverändert. Das folgende Verkehrsnachfragemodell und die darauf basierenden Unfallmodelle lassen sich in die erste Stufe (*Trip generation*) einordnen. Alle weiteren in Abbildung 1 angegebenen Bestandteile sind wegen der Rückkopplungsprozesse insbesondere für die Auswahl der Parameter für die verschiedenen Modelle relevant.

Neben dieser Einordnung der folgenden Analyse in die Verkehrsforschung allgemein läßt sich die Untersuchung auch hinsichtlich des modelltheoretischen, sachlichen, räumlichen und zeitlichen Aspekts abgrenzen. Erstens werden modelltheoretisch *aggregierte Niveaumodelle* betrachtet. Dies bedeutet, daß alle einfließenden Parameter aggregiert über eine Grundgesamtheit in die Modelle eingehen.<sup>4</sup> Weiterhin gehen die beobachteten Parameter *direkt* in die jeweiligen Modelle ein,

---

<sup>4</sup>Beispielsweise entspricht das Verhalten eines einzelnen Individuums einer Beobachtung in der Grundgesamtheit. Im Modell berücksichtigt wird jedoch nur das aggregierte Verhalten aller Individuen.



**Abbildung 1:** Vier-Stufen-Modell (vgl. Ortúzar und Willumsen (1994), S. 24)

d. h. es werden absolute Verkehrsnachfrage- und Unfallgrößen sowie deren Bestimmungsgründe untersucht.<sup>5</sup> Zweitens umfaßt die Analyse sachlich die aggregierte individuelle Straßenverkehrsnachfrage und das daraus resultierende Unfallrisiko. Irrelevant sind insbesondere die Gütertransportnachfrage und die Verkehrsnach-

---

<sup>5</sup>Nahezu alle Variablen liegen originär als Niveau- bzw. Levelvariable vor und gehen so auch in die Modelle ein. Im Gegensatz dazu stehen Anteilsmodelle, die relative Zusammenhänge zwischen verschiedenen Größen beschreiben. Die Endogenen der Unfallschweremodelle werden im folgenden als Anteilswerte abgebildet.

frage, welche durch öffentliche Verkehrsmittel befriedigt wird.<sup>6</sup> Räumlich gliedert sich die Untersuchung drittens in zwei Teile. Es wird zunächst ein Referenzmodell für Westdeutschland analysiert, welches dann auf das Gebiet der gesamten Bundesrepublik nach der Wiedervereinigung 1990 übertragen wird. Daraus ergibt sich viertens der zeitliche Rahmen der Untersuchung. Das Modell für Westdeutschland umfaßt den Zeitraum von Januar 1968 bis Dezember 1990. Im gesamtdeutschen Modell wird der Zeitraum Januar 1991 bis Juni 1997 betrachtet. Die Analyse verwendet Monatsdaten aus der SNUS-Datenbank.<sup>7</sup>

Die Modellbildung erfolgt in drei Schritten. Erstens werden die kausalen Zusammenhänge hinsichtlich der Straßenverkehrsnachfrage, der Unfallhäufigkeit und der Unfallschwere dargestellt. Daran schließt sich eine Beschreibung des ökonometrischen Grundmodells und dessen Restriktionen bezüglich der zu verwendenden Variablen an. Drittens werden aus dem Kausalmodell unter Beachtung der ökonometrischen Restriktionen die Schätzmodelle generiert.

Zur Modellbildung werden im folgenden insbesondere Makrovariablen herangezogen, welche zum großen Teil durch das Setzen entsprechender regulierender Rahmenbedingungen relativ leicht beeinflußbar sind. Ein ähnliches Vorgehen wählt beispielsweise auch Güntensperger (1993) in einer Analyse der PKW- und Kraftstoffnachfrage. Dies dient dem Ziel, die Wirkung politisch entscheidungsrelevanter Parameter zu bestimmen. Die Modelle werden so formuliert, daß die Wirkung verschiedener Parameter sowohl im Unfallhäufigkeits- als auch im Unfallschweremodell analysiert werden kann. Weiterführend ist demzufolge auch die Beschreibung von Wechselwirkungen infolge der Änderung einzelner Parameter auf verschiedenen SNUS-Modellebenen möglich.

---

<sup>6</sup>Vgl. dazu im Detail Kapitel 2.1.

<sup>7</sup>Die SNUS-Datenbank verknüpft und aggregiert verschiedene öffentlich zugängliche Statistiken für Zwecke der Verkehrsforschung.

## 2.1 Modellierung der Straßenverkehrsnachfrage

### 2.1.1 Messung der Straßenverkehrsnachfrage

Die aggregierte Straßenverkehrsnachfrage als abgeleitete Nachfrage<sup>8</sup> wird üblicherweise anhand der zurückgelegten Wegstrecke angegeben.<sup>9</sup> Damit wird explizit der mit Verkehrsnachfrage verbundene Nutzen, nämlich die Raumüberwindung, gemessen.

Hinsichtlich verschiedener Antriebskonzepte der Fahrzeuge kann die Straßenverkehrsnachfrage befriedigt werden erstens durch Fahrzeuge mit Benzinmotor, zweitens durch Fahrzeuge mit Dieselmotor und drittens durch Fahrzeuge mit anderen Antriebsquellen.<sup>10</sup> Die dritte Gruppe spielt für die Gesamtnachfrage derzeit nur eine untergeordnete Rolle, so daß diese im folgenden nicht weiter betrachtet wird.

Bezüglich Fahrzeugen mit Dieselmotor existieren erhebliche Probleme, die relevante Straßenverkehrsnachfrage zu ermitteln. Diese folgen aus einer grundsätzlichen Schwäche bei der Messung der zurückgelegten Wegstrecke (KM) und damit der Verkehrsnachfrage, welche sich aus dem mengenmäßigen Verbrauch an (Diesel-)Kraftstoff gemessen in Tonnen (DV) und dem spezifischen Energieverbrauch (SEV) der einzelnen Fahrzeugarten, wie PKW und LKW,<sup>11</sup> gemessen in Liter je 100 Kilometer ergibt. Der Kraftstoffverbrauch in Tonnen wird mittels der spezifischen Dichte von Diesel in den Kraftstoffverbrauch in Liter umgerechnet.

$$KM[100km] = \frac{DV[t] \cdot 1190 \frac{l}{t}}{SEV \left[ \frac{l}{100km} \right]} \quad (1)$$

---

<sup>8</sup>Vgl. Blum (1998).

<sup>9</sup>Vgl. z. B. Blum und Gaudry (2000) und Güntensperger (1993).

<sup>10</sup>Andere Antriebsquellen können beispielsweise Elektromotoren oder erdgasbetriebene Verbrennungsmotoren sein.

<sup>11</sup>PKW und LKW vereinen den weitaus größten Teil der Straßenverkehrsnachfrage in sich. Gemessen am Kraftstoffverbrauch besitzen andere Fahrzeugarten (Krafträder und Omnibusse) lediglich einen Anteil von etwa 2,5 % (DIW (1998), S. 283).

Der gesamte Dieselverbrauch setzt sich im wesentlichen zusammen aus dem Verbrauch im Straßenverkehr, dem Verbrauch in der Landwirtschaft, dem Verbrauch im Schienenverkehr, dem Verbrauch in der Schifffahrt und Fischerei sowie dem sonstigen Verbrauch. Der Anteil des Straßenverkehrs am Gesamtverbrauch beträgt 1998 etwa 88 %.<sup>12</sup> Probleme bestehen insbesondere bei der Ermittlung des spezifischen Energieverbrauchs einzelner Fahrzeugarten. Für Personenkraftwagen mit Benzin- bzw. mit Dieselmotor werden hierzu jährlich Zahlen durch das DIW veröffentlicht. Allerdings existieren solche Werte nicht für Lastkraftwagen. Für diese Fahrzeugart ist eine erhebliche Spannbreite des spezifischen Energieverbrauchs zu erwarten, da neben „klassischen“ LKW in verschiedenen Größenklassen auch PKW-ähnliche Fahrzeuge aufgrund bestimmter Merkmale als LKW zugelassen werden.

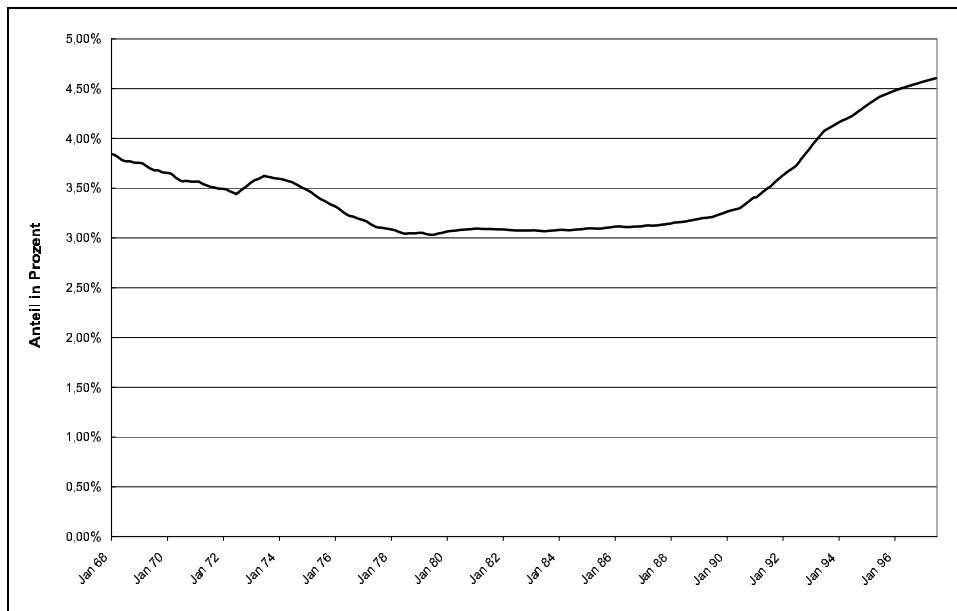
In früheren SNUS-Versionen, in welchen nur Westdeutschland und der Zeitraum bis Dezember 1989 Gegenstand der Untersuchung ist, wird durch restriktive Annahmen ein durchschnittlicher spezifischer Energieverbrauch für die gesamte Dieselflotte ermittelt.<sup>13</sup> Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs mit Dieselmotor setzt sich demzufolge zusammen aus dem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von LKW, Bussen und PKW mit Dieselmotor. Diese a priori gesetzten Annahmen führen z. B. dazu, daß der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der gesamten PKW-Flotte mit Dieselmotor für Dezember 1997 bei 5,25 Liter je 100 Kilometer liegen würde, was mit der Realität nur schwer vereinbar ist. Das DIW gibt für die Jahre 1994 bis 1996 einen Dieselverbrauch von 7,6 Liter je 100 Kilometer für die PKW-Flotte an.<sup>14</sup> Dies bedeutet, daß auf dieser Annahme beruhende Modelle umso ungenauer werden, je neuer das betrachtete Sample ist. Nachfrageschätzungen für die jüngere Vergangenheit der 90er Jahre werden damit zu ungenau. Frühere SNUS-Modelle mit einem Betrachtungszeitraum bis Ende der 80er Jahre betrifft diese Annahme weniger stark. Sie können auch mit dieser Annahme gute Ergebnisse liefern.

---

<sup>12</sup>Vgl. Mineralölwirtschaftsverband (1998), S. 30.

<sup>13</sup>Vgl. z. B. Blum und Gaudry (2000).

<sup>14</sup>Vgl. DIW (1997), S. 276 f.



**Abbildung 2:** Anteil der LKW am gesamten Bestand an LKW und PKW  
(ab 1991 Gesamtdeutschland)

Aufgrund der genannten Probleme wird die Straßenverkehrsnachfrage für Fahrzeuge mit Dieselmotor anhand der Verkehrsnachfrage von PKW mit Dieselmotor beschrieben, da für LKW mit Dieselmotor wegen der großen Spannbreite keine zuverlässigen Angaben zum durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauch vorliegen. Eine Nichtberücksichtigung von LKW ist nur zulässig, wenn die Verkehrsnachfrage von PKW als Indikator für die gesamte Nachfrage von PKW *und* LKW gelten kann. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, ist der Anteil der LKW am gesamten Fahrzeugbestand nahezu konstant und mit 3 % bis 4,5 % eher gering.<sup>15</sup> Selbst wenn aufgrund der vorwiegend gewerblichen Nutzung von LKW eine im Durchschnitt wesentlich höhere Fahrleistung je LKW im Vergleich zu PKW unterstellt wird, ist die durch LKW befriedigte Verkehrsnachfrage im Vergleich zu

---

<sup>15</sup>Damit die Verkehrsnachfrage bezüglich PKW als Indikator für die gesamte Verkehrsnachfrage bezüglich PKW *und* LKW gelten kann, muß die Varianz dieser Nachfrage für beide Fahrzeuggruppen in etwa übereinstimmen. Allerdings kann die Varianz erst bestimmt werden, wenn die Verkehrsnachfrage bekannt ist, was für LKW, wie beschrieben, nicht hinreichend genau möglich ist. Deshalb wird angenommen, daß die Varianz der Verkehrsnachfrage bezüglich PKW die Varianz der Nachfrage bezüglich LKW hinreichend genau abbildet.

PKW weiterhin gering.

Die gesamte Straßenverkehrsnachfrage ergibt sich schließlich aus der bereits beschriebenen Verkehrsnachfrage von PKW mit Dieselmotor und der Verkehrsnachfrage von PKW mit Benzinmotor. Zur Bestimmung letzterer wird angenommen, daß der gesamte Inlandsabsatz an Ottokraftstoffen von PKW mit Benzinmotor verbraucht wird. Lediglich 4 % des gesamten Inlandsabsatzes an Ottokraftstoffen 1997 wird nicht von PKW verbraucht, was im folgenden vernachlässigt wird.<sup>16</sup> Die Berechnung der zurückgelegten Wegstrecke erfolgt in Anlehnung an (1), wobei die durchschnittliche Dichte des Ottokraftstoffs 1340 Liter je Tonne beträgt.

### 2.1.2 Faktoren zur Bestimmung der Straßenverkehrsnachfrage

**Tabelle 1:** Bestimmungsgrößen der Straßenverkehrsnachfrage

Gruppe	Größe
direkte Kosten	Kraftstoff
	Reparaturen und Ersatzteile
	Fahrzeuganschaffung
	Steuern, Versicherungen
Substitute (z. B. ÖPNV)	Kosten der Substitute
	Qualität der Substitute
Fahrzeuge	Bestand an Fahrzeugen
Infrastruktur	Qualität der Straßeninfrastruktur
Aktivitätsniveau der Volkswirtschaft	Güternachfrage
sonstige Parameter	Wetter
	Wiedervereinigung

<sup>16</sup>Eigene Berechnung in Anlehnung an DIW (1997), S. 280 ff.



Es lassen sich mehrere Gruppen von Einflußfaktoren auf die Straßenverkehrsnachfrage abgrenzen (vgl. Tabelle 1). Erstens ist zu analysieren, welche Wirkung veränderte Kosten- bzw. Preisstrukturen ausüben. Hinsichtlich der Preisreaktion werden normale und anomale Güter unterschieden.<sup>17</sup> Im ersten Fall sinkt die Nachfrage bei steigenden Preisen. Umgekehrt steigt sie im zweiten Fall mit steigenden Preisen. Anomales Preisverhalten läßt sich insbesondere bei Luxusgütern und meist nur für einen beschränkten Nachfragerkreis beobachten. Ein solches Verhalten ist für die Straßenverkehrsnachfrage nicht zu erwarten. Nicht ausgeschlossen ist jedoch der Fall, daß eine Preisänderung zu keinerlei Nachfragerreaktion führt. Die Nachfrage reagiert in diesem Fall nicht bzw. unelastisch auf Preisänderungen.

**Hypothese 1** *Steigende direkte Kosten der individuellen Straßenverkehrsnachfrage wirken entweder nachfragedämpfend oder besitzen keine Wirkung auf die Nachfrage.*

Der Straßenverkehrsnachfrage als abgeleiteter Nachfrage liegt der Wunsch nach Raumüberwindung zugrunde.<sup>18</sup> Dafür kommen im Personenverkehr verschiedene Verkehrsträger in Frage, wie beispielsweise der private PKW oder der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV). Es existieren demzufolge bei gegebener Nachfrage nach Raumüberwindung mehrere sich gegenseitig substituierende Verkehrsangebote. Die relative Attraktivität öffentlicher Verkehrsangebote kann gesteigert werden einerseits durch c.p. relativ niedrigere Preise bzw. andererseits durch c.p. relativ bessere Qualität im Vergleich zur individuellen Nachfrage mit PKW.

**Hypothese 2** *Eine für die Nachfrageseite attraktivere Gestaltung alternativer Verkehrsangebote zum privaten PKW wirkt dämpfend auf die individuelle Verkehrsnachfrage mit PKW.*

Mit steigendem Bestand an Fahrzeugen und damit steigender Anzahl der Transportmittel ist eine verstärkte Straßenverkehrsnachfrage zu erwarten. Allerdings

---

<sup>17</sup>Vgl. Blum (2000).

<sup>18</sup>Vgl. Blum (1998).

wird die Nachfragesteigerung zunehmend geringer ausfallen, da mit wachsendem Fahrzeugbestand eine Sättigung des Marktes eintritt.<sup>19</sup> Ein weiteres Indiz für diese Entwicklung ist die sinkende durchschnittliche jährliche Fahrleistung je Fahrzeug.<sup>20</sup>

**Hypothese 3** *Ein zunehmender Fahrzeugbestand führt zu einer steigenden Straßenverkehrsnachfrage. Der Nachfragezuwachs fällt aufgrund von Sättigungseffekten zunehmend geringer aus.*

Ein Ausbau der Straßeninfrastruktur kann erstens die Länge und zweitens die Qualität des Straßennetzes betreffen. In beiden Fällen ist ein verringerter Widerstand bei der Raumüberwindung zu erwarten, da zusätzlicher Verkehrsraum geschaffen wird bzw. bestehender Verkehrsraum intensiver genutzt werden kann. Eine damit verbundene steigende Verkehrsnachfrage ist insbesondere dann zu erwarten, wenn im gesamten Netz bzw. in Teilen des Netzes die Kapazitätsgrenze erreicht worden ist, so daß Nutzungskonkurrenz ohne Erweiterung der Netzinfrastruktur keinen weiteren Anstieg der Verkehrsnachfrage zulassen würde.<sup>21</sup>

**Hypothese 4** *Eine verbesserte Straßeninfrastruktur führt zu einer zunehmenden Straßenverkehrsnachfrage.*

Im Aktivitätsniveau der Volkswirtschaft spiegelt sich der Umfang der wirtschaftlichen Aktivitäten wider. Eine Änderung der konjunkturellen Lage beeinflusst sämtliche Bereiche der Volkswirtschaft und damit auch die Nachfrage nach Verkehrsleistungen. Höhere volkswirtschaftliche Aktivität (Hochkonjunktur) führt zu einer daraus abgeleiteten höheren Verkehrsnachfrage. Zwar scheint dieser Wirkungsmechanismus in erster Linie für den gewerblichen Bereich und damit für die

---

<sup>19</sup>Dieser Sättigungseffekt entspricht dem Konzept des abnehmenden Grenznutzens, vgl. Blum (2000). Dies bedeutet, daß das erste angeschaffte Fahrzeug intensiver genutzt wird als jedes zusätzlich hinzukommende Fahrzeug.

<sup>20</sup>Vgl. z. B. DIW (1998), S. 282 f.

<sup>21</sup>Vgl. z. B. White und Demetsky (1991).

Güterverkehrsnachfrage zu gelten, welche jedoch nicht explizit betrachtet wird. Allerdings gehört erstens zur gewerblichen Verkehrsnachfrage auch individuelle Verkehrsnachfrage mit PKW. Zweitens wirkt sich höhere volkswirtschaftliche Aktivität mit dem damit verbundenen höheren Einkommen mittelfristig auch auf die privaten Haushalte aus. Wird eine normale Einkommensreaktion der individuellen Verkehrsnachfrage unterstellt, führt steigendes Einkommen zu einer höheren Verkehrsnachfrage.<sup>22 23</sup>

**Hypothese 5** *Höhere volkswirtschaftliche Aktivität führt zu einer höheren Verkehrsnachfrage.*

Schließlich sind von den vorherrschenden Witterungsbedingungen Wirkungen auf die Straßenverkehrsnachfrage zu erwarten. Die im folgenden betrachtete Straßenverkehrsnachfrage mit PKW ist zum Großteil von stärker wetterbedingter privater Nachfrage abhängig im Gegensatz zur gewerblichen Güterverkehrsnachfrage, welche relativ wetterunabhängig ist. Insbesondere nicht berufsbedingte Fahrten beispielsweise am Wochenende oder zu Urlaubszwecken werden bei schlechten Witterungsbedingungen eher entfallen.

**Hypothese 6** *Ungünstige Witterungsbedingungen infolge niedriger Temperaturen oder infolge von Niederschlägen wirken nachfragedämpfend.*

## 2.2 Unfallhäufigkeits- und Unfallschweremodelle

### 2.2.1 Modelldifferenzierung

Die Unfallmodelle beziehen sich auf zwei SNUS-Modellebenen. Sie beschreiben auf Basis des Straßenverkehrsnachfragemodells einerseits die Unfallhäufigkeit (SNUS-

---

<sup>22</sup>Vgl. Blum (2000).

<sup>23</sup>In einigen Bereichen kann die Straßenverkehrsnachfrage auch inferiore Eigenschaften besitzen, d. h. steigendes Einkommen führt zu sinkender Nachfrage. Dies betrifft beispielsweise den Fall, daß Urlaubsreisen aufgrund höheren Einkommens nunmehr mit dem Flugzeug und nicht mehr mit dem PKW unternommen werden.

Modellebene 2) und andererseits die Unfallschwere (SNUS-Modellebene 3). Beide Ebenen werden in ähnlichen Modellen abgebildet, wobei die Unfallschweremodelle auf den Unfallhäufigkeitsmodellen basieren.

**Tabelle 2:** Unfallhäufigkeits- und Unfallschweremodelle

Modell	SNUS-Modellebene	Endogene
UH	Unfallhäufigkeit	UG
ULSS	Unfallschwere	AULSS
USSS	Unfallschwere	AUSSS
UPS	Unfallschwere	AUPS
LVER	Unfallschwere	LVERPUPS
SVER	Unfallschwere	SVERPUPS
TOD	Unfallschwere	TODPUPS

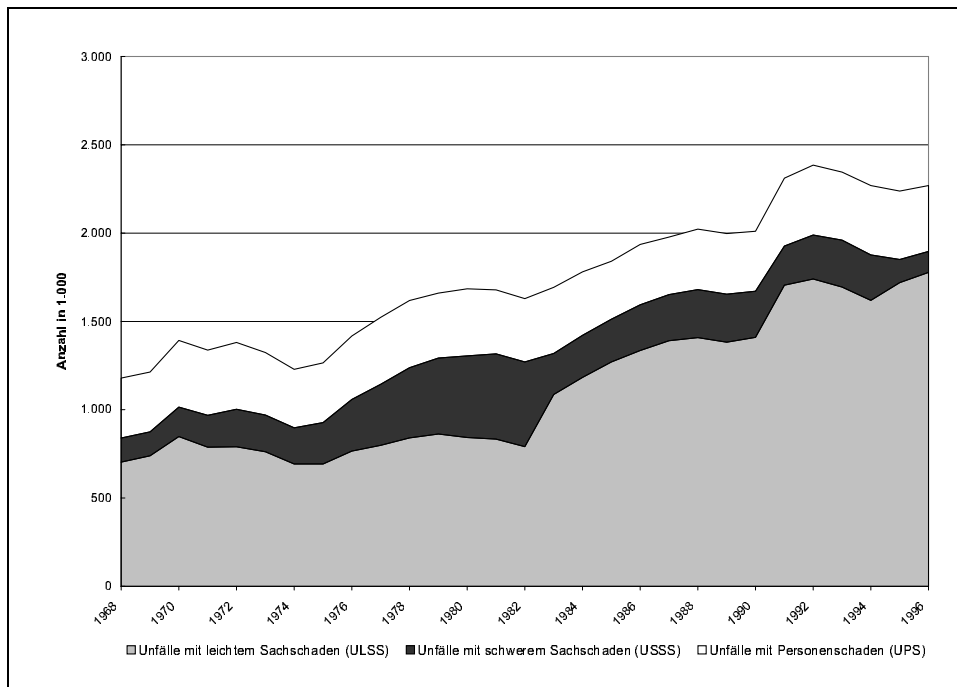
Im folgenden werden neben einem Modell zur Beschreibung der Unfallhäufigkeit sechs weitere Modelle zur Beschreibung unterschiedlich schwerer Unfallfolgen betrachtet (vgl. Tabelle 2). Die Differenzierung der Unfallschweremodelle ergibt sich aus der Klassifizierung der Unfallfolgen erstens in Sach- bzw. Personenschäden (Abbildung 3) und zweitens in unterschiedlich schwere Personenschäden (Abbildung 4).<sup>24</sup> Lediglich im Unfallhäufigkeitsmodell (UH) werden absolute Unfallzahlen, nämlich die Gesamtzahl der Unfälle (UG), betrachtet. In den Unfallschweremodellen werden Anteilswerte verwendet, die sich entweder auf die Gesamtzahl der Unfälle (AULSS, AUSSS, AUPS) oder auf die Zahl der Unfälle mit Personenschäden beziehen (LVERPUPS, SVERPUPS, TODPUPS).

Mit Hilfe dieses breiten Spektrums an Unfallmodellen kann die Wirkung verschiedener exogener Größen detailliert analysiert werden. Insbesondere bietet sich die Möglichkeit, die Verlagerung von Unfallrisiken zu erkennen, d. h. die Wirkung exogener Größen kann in manchen Unfallhäufigkeits- bzw. -schweremodellen<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup>In den Abbildungen (3) und (4) sind zur besseren Übersicht die Monatswerte zu Jahreswerten aggregiert.

<sup>25</sup>Wird sowohl auf Unfallhäufigkeits- als auch auf Unfallschweremodelle bezug genommen,



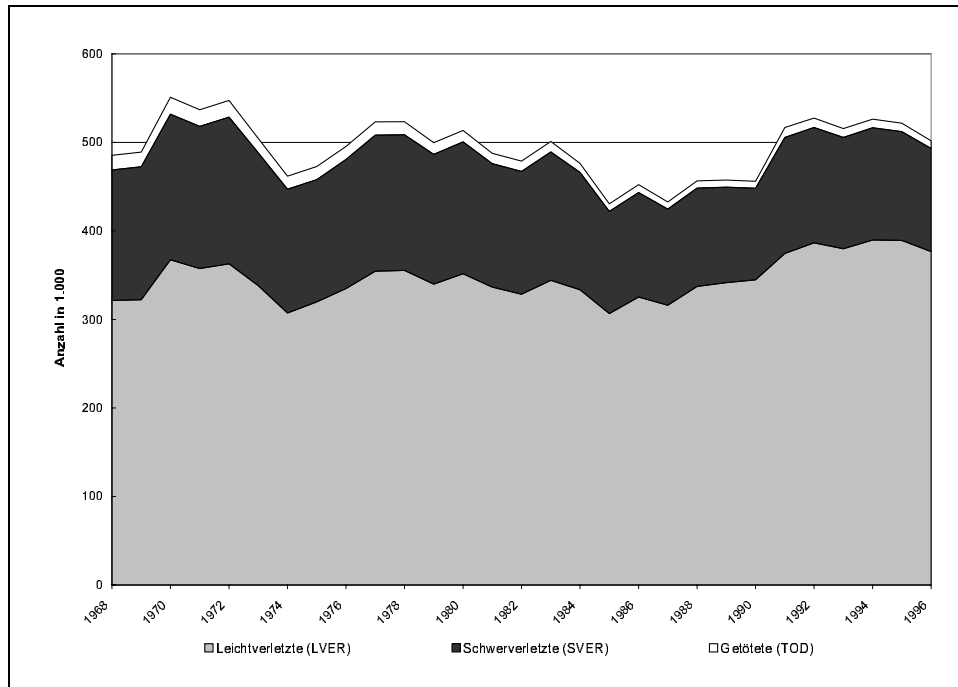
**Abbildung 3:** Anzahl der Unfälle mit Sach- bzw. Personenschaden (ab 1991 Gesamtdeutschland)

beispielsweise positiv in anderen dagegen negativ sein.

Auf zwei Besonderheiten hinsichtlich der betrachteten Unfallmodelle sei an dieser Stelle hingewiesen. Erstens erfaßt die offizielle Statistik lediglich die von der Polizei aufgenommenen Unfälle. Nicht enthalten sind insbesondere leichtere Unfälle mit zumeist geringfügigen Sachschäden, zu denen die Polizei nicht hinzugezogen wird. Insofern wird vor allem die Zahl der Unfälle mit leichtem Sachschaden in den Modellen unterschätzt. Zweitens erfolgt die Einordnung eines Unfalls in eine der Kategorien leichter bzw. schwerer Sachschaden bzw. Personenschaden durch einen, den Unfall aufnehmenden Polizeibeamten. Insbesondere die Klassifizierung leichter bzw. schwerer Sachschäden erscheint nicht unproblematisch, da diese Entscheidung individuell vom Polizeibeamten anhand der bei der Unfallaufnahme sichtbaren Schäden getroffen wird. Deshalb wird im folgenden angenommen, daß in Erwartung der Unfall richtig zugeordnet wird. Hinzu kommt, daß

---

wird im folgenden lediglich von Unfallmodellen gesprochen.



**Abbildung 4:** Anzahl der Unfallopfer differenziert nach Schweregraden  
(ab 1991 Gesamtdeutschland)

sich die Klassifizierung in eine der beiden Sachschadenskategorien am geschätzten Schaden orientiert, wobei sich die Grenze, ab der ein Sachschaden als schwer zu klassifizieren ist, 1983 von 1000 DM auf 3000 DM und 1991 von 3000 DM auf 4000 DM erhöht hat. Treten Personenschäden auf, wird der Unfall unabhängig von der Höhe des vorhandenen Sachschadens immer als Unfall mit Personenschäden klassifiziert.

### 2.2.2 Faktoren zur Bestimmung des Unfallrisikos

In Tabelle 3 sind verschiedene Gruppen von Einflußfaktoren auf das Unfallrisiko zusammengefaßt. Bezugsbasis für die Unfallmodelle ist die in der ersten Ebene geschätzte Straßenverkehrsnachfrage, welche Grundvoraussetzung für das Auftreten von Unfällen ist. Hinsichtlich verschiedener Unfallmodelle sind unterschiedliche Wirkungen der Verkehrsnachfrage zu erwarten. Einerseits wird die Unfallhäufigkeit bei zunehmender Verkehrsnachfrage aufgrund der damit verbun-

**Tabelle 3:** Bestimmungsgrößen des Unfallrisikos im Straßenverkehr

Gruppe	Größe
Verkehrsnachfrage	zurückgelegte Wegstrecke
Fahrzeuge	Bestand an Fahrzeugen
Infrastruktur	Infrastrukturinvestitionen
staatliche Regulierungsmaßnahmen	Tempo-/Alkohollimits, Führerschein auf Probe
Verhalten der Fahrzeugführer	Alkoholkonsum
Aktivitätsniveau der Volkswirtschaft	Güternachfrage
sonstige Parameter	Wetter

denen höheren Verkehrsdichte c.p. steigen. Andererseits wird aus dem gleichen Grund die Schwere der Unfälle sinken, da mit zunehmender Verkehrsdichte eine durchschnittlich geringere Geschwindigkeit der Fahrzeuge zu erwarten ist, welche einen maßgeblichen Indikator für die Schwere der Unfallfolgen darstellt.<sup>26</sup>

**Hypothese 7** *Eine zunehmende Verkehrsnachfrage führt zu einer steigenden Unfallzahl bei abnehmender Unfallschwere.*

Aufgrund der mit einer Ausweitung des Fahrzeugbestandes c.p. verbundenen höheren Verkehrsdichte ist hinsichtlich dieses Bestandes eine ähnliche Wirkung in den Unfallmodellen zu erwarten, wie sie bereits für die Straßenverkehrsnachfrage beschrieben worden ist. Das heißt, ein steigender Fahrzeugbestand führt zu mehr Unfällen mit im Durchschnitt weniger schwerwiegenden Folgen. Insofern wirkt eine Veränderung des Fahrzeugbestandes über die damit verbundene Änderung der Verkehrsnachfrage indirekt auf das Unfallrisiko (vgl. Hypothese 3).

**Hypothese 8** *Ein steigender Fahrzeugbestand führt zu einer steigenden Unfallzahl bei abnehmender Unfallschwere.*

---

<sup>26</sup>Vgl. Jaeger (1997).

Die Wirkungen des quantitativen und des qualitativen Ausbaus der Straßeninfrastruktur sind ex ante schwer zu prognostizieren. Einerseits führt eine Verlängerung des Netzes zu einer Verringerung der Verkehrsdichte, die jedoch vom Zuwachs des Fahrzeugbestandes überkompensiert wird, so daß die Effekte einer weiterentwickelten Infrastruktur kaum noch erkennbar sind.<sup>27</sup> Andererseits führt der qualitative Ausbau der Straßeninfrastruktur auch hinsichtlich verbesserter Sicherheitstechnik (z. B. Leitplanken) zu weniger schweren Unfallfolgen.

**Hypothese 9** *Eine verbesserte Straßeninfrastruktur bewirkt höchstens ein leichtes Absinken der Unfallhäufigkeit bei gleichzeitigem Absinken der Unfallschwere.*

Regulierungsmaßnahmen des Staates zielen in zweierlei Richtung. Erstens ist eine Verringerung der Unfallhäufigkeit und zweitens eine Verringerung der Unfallschwere zu erwarten. Welcher der beiden Effekte eintritt, ist entscheidend von der konkreten Maßnahme abhängig. Grundsätzlich ist zu vermuten, daß solche Maßnahmen entweder die Unfallhäufigkeit (z. B. Alkohollimits) oder die Unfallschwere (z. B. Tempolimits) senken. Hinsichtlich der verschiedenen Unfallschweremodelle kann eine Regulierungsmaßnahme wiederum unterschiedliche Wirkung zeigen. Ein Tempolimit könnte z. B. schwerste Personenschäden vermeiden, führt jedoch dazu, daß nunmehr verstärkt Unfälle mit Sachschäden zu verzeichnen sind, da die Unfallhäufigkeit nicht zwangsläufig ebenfalls sinken muß.

**Hypothese 10** *Durch staatliche Regulierungsmaßnahmen sinkt entweder die Unfallhäufigkeit oder die Unfallschwere.*

Auch durch ihr individuelles Verhalten können Verkehrsteilnehmer ihr Unfallrisiko beeinflussen. Zwar ist das mögliche Verhalten durch staatliche Regulierungsmaßnahmen beschränkt, welche bereits in den Modellen berücksichtigt werden.

---

<sup>27</sup>Die Länge des gesamten überörtlichen Straßennetzes in Westdeutschland ist von 1968 bis 1990 lediglich um etwa 8 % gestiegen. Im gleichen Zeitraum hat sich jedoch allein der Bestand an PKW und Kombi nahezu verdreifacht (vgl. DIW, verschiedene Jahrgänge).



Diese direkte Verhaltensbeeinflussung z. B. durch Geschwindigkeitsbegrenzungen spielt allerdings im folgenden keine Rolle. Vielmehr werden Verhaltensweisen analysiert, welche nur indirekt auf das Unfallrisiko wirken.<sup>28</sup> Zu erwarten ist beispielsweise, daß ein erhöhter Alkoholkonsum zu einer steigenden Unfallhäufigkeit führt, da die Konzentrationsfähigkeit abnimmt. Andererseits kann in diesem Fall die Unfallschwere abnehmen, wenn dieser Wirkungsmechanismus bekannt ist und durch ein entsprechend vorsichtiges Verhalten beim Fahren unter (leichter) Alkoholeinwirkung antizipiert wird.

**Hypothese 11** *Durch ihr Verhalten und damit verbundene indirekte Risikowirkungen können die Verkehrsteilnehmer ihr individuelles Unfallrisiko (Unfallhäufigkeit oder Unfallschwere) beeinflussen.*

Eine veränderte wirtschaftliche Aktivität impliziert eine veränderte Verkehrsnachfrage (vgl. Kapitel 2.1) und damit c.p. eine veränderte Verkehrsdichte. Insofern ist von einer höheren volkswirtschaftlichen Aktivität eine ähnliche Wirkung zu erwarten wie von einer zunehmenden Verkehrsnachfrage, d. h. die Unfallhäufigkeit nimmt tendenziell zu, und die durchschnittliche Schwere der Unfallfolgen nimmt tendenziell ab. Die volkswirtschaftliche Aktivität besitzt demzufolge eine ähnliche indirekte Wirkung auf das Unfallrisiko wie der Fahrzeugbestand (vgl. Hypothese 5).

**Hypothese 12** *Steigende volkswirtschaftliche Aktivität führt zu einer steigenden Unfallhäufigkeit bei abnehmender Unfallschwere.*

Schließlich üben die gegebenen Witterungsbedingungen einen entscheidenden Einfluß auf das Unfallgeschehen aus. Zu erwarten ist, daß sich verschlechternde Witterungsbedingungen (Regen, Schnee, Eis) zu einer Erhöhung der Unfallhäufigkeit führen, die durchschnittliche Unfallschwere jedoch sinkt. Beispielsweise erscheint es plausibel, daß bei vereister Fahrbahn sehr vorsichtig gefahren wird. Unfälle mit meist leichtem Sachschaden lassen sich dennoch nicht vermeiden sondern sind vielmehr typisch für diese Situation.

---

<sup>28</sup>Vgl. z. B. Catchpole et al. (1994) und Berg (1994).

**Hypothese 13** *Ungünstige Witterungsbedingungen infolge niedriger Temperaturen oder infolge von Niederschlägen führen zu einer steigenden Unfallzahl bei abnehmender Unfallschwere.*

### 2.3 Bildung des ökonometrischen Modells

Das ökonometrische Modell wird abgeleitet aus dem vorher aufgestellten Kausalmodell. Ziel dieser Modellbildung ist die Spezifizierung einer Regressionsgleichung der Form

$$y_t^{(\lambda_y)} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_{i,t}^{(\lambda_x)} + u_t \quad (2)$$

In Erweiterung eines linearen Regressionsmodells bietet Gleichung (2) den Vorteil der flexiblen Anpassbarkeit der funktionalen Form des Modells. Dies wird erreicht durch eine Box-Cox-Transformation<sup>29</sup> der Endogenen und der Exogenen

$$z_t^* = \begin{cases} (z_t^\lambda - 1)/\lambda & \lambda \neq 0 \\ \ln z_t & \lambda = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Die Box-Cox-Transformation enthält als Spezialfälle sowohl das lineare Modell ( $\lambda = 1, z_t^* = z_t - 1$ ) als auch das log-Modell ( $\lambda = 0, z_t^* = \ln z_t$ ), welche in der Praxis häufig verwendet werden. Die Regressionsgleichung nach (2) wird jedoch nicht auf diese Spezialfälle beschränkt. Vielmehr werden die Parameter  $\lambda$  ebenfalls geschätzt. Mit dieser genaueren Anpassung der funktionalen Form ist auch ein verbesserter Erklärungsgehalt des Modells verbunden.<sup>30</sup>

Die Spezifizierung der Regressionsgleichung erfolgt in mehreren Schritten. Erstens werden die einzubeziehenden Prozesse  $y_t$  und  $x_t$  bestimmt, welche sich grundsätzlich aus dem Kausalmodell ergeben. Einer möglichst vollständigen Modellbeschreibung durch eine große Variablenanzahl steht die Forderung nach Un-

---

<sup>29</sup>Vgl. Box und Cox (1964).

<sup>30</sup>Der Erklärungsgehalt des Modells wird üblicherweise mit  $R^2$ , der erklärten Varianz, oder dem log-Likelihood-Kriterium angegeben.

abhängigkeit der einbezogenen Prozesse gegenüber. Zur Vermeidung von Multikollinearitäten wird ein Testverfahren nach Belsley et al. (1980) verwendet. Treten Multikollinearitäten auf, werden die betroffenen Prozesse entweder als Quotient bezogen auf eine Basisgröße dargestellt oder durch einen anderen Prozeß aus der gleichen Gruppe ersetzt. Weder mit diesem Verfahren noch mit anderen bekannten Verfahren läßt sich die „wahre“ Modellstruktur abbilden, da niemals alle relevanten exogenen Prozesse bekannt sind.

Zweitens erfolgt die Anpassung der funktionalen Form bzw. die Bestimmung von  $\lambda$ . Aufgrund einer möglichst sparsamen Parametrisierung des Modells werden maximal zwei verschiedene Werte für  $\lambda$  zugelassen. Mit  $\lambda_y$  wird die Endogene transformiert und mit  $\lambda_x$  entsprechend alle Exogenen.<sup>31</sup> Neben diesem Modell mit zwei verschiedenen Werten für  $\lambda_y$  und  $\lambda_x$  werden das lineare Modell ( $\lambda_y = \lambda_x = 1$ ), das log-log-Modell ( $\lambda_y = \lambda_x = 0$ ) und ein Modell mit  $\lambda_y = \lambda_x$  geschätzt. Alle vier Modelle werden auf ihre Anpassungsgüte anhand des log-Likelihood-Kriteriums untersucht. Die Auswahl der funktionalen Form erfolgt erstens anhand der Anpassungsgüte und zweitens anhand der noch vorhandenen Multikollinearitäten im transformierten Modell.

Schließlich werden drittens die Residuen  $u_t$  angepaßt. Aufgrund der Unvollkommenheit der Modellbeschreibung mit Hilfe der verwendeten Variablen im ersten Schritt entsprechen die Residuen  $u_t$  nicht einem weißen Rauschen, sondern sind autokorreliert. Autokorrelierte Störterme  $u_t$  führen zwar zu unverzerrten, aber ineffizienten Schätzern  $\beta_i$  in (2). Aufgrund der Verzerrung der geschätzten Varianz sind die darauf basierenden Teststatistiken nicht mehr gültig.<sup>32</sup> Zur Lösung dieses Problems wird im folgenden ein angepaßtes Box-Jenkins-Bereinigungsverfahren verwendet.<sup>33</sup> Im Grundmodell werden die Residuen an ein ARMA(p,q)-Modell der

---

<sup>31</sup>Eine Transformation ist für Dummy-Variablen nicht möglich.

<sup>32</sup>Vgl. Judge et al. (1985).

<sup>33</sup>Vgl. Box et al. (1994).

Form

$$u_t = \sum_{i=1}^p \rho_i u_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

angepaßt, wobei für  $\varepsilon_t$  gilt  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ . Eine vollständige Formulierung der Struktur eines Prozesses, wie in (4) beschrieben, ist nur möglich, wenn die Ordnungen  $p$  bzw.  $q$  des autoregressiven Modells bzw. des Moving-Average-Modells bekannt sind. Das ist in der Praxis in den meisten Fällen nicht gegeben. Im folgenden wird (4) durch ein  $AR(p')$ -Modell approximiert, was bei entsprechender Wahl von  $p'$  beliebig genau möglich ist.

$$u_t = \sum_{j=1}^{p'} \rho_j u_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Trotzdem bleibt  $p'$  unbekannt, so daß zusätzliche Kriterien zur Bestimmung dieses Parameters herangezogen werden müssen. Einen ersten Anhaltspunkt liefert die Durbin-Watson-Statistik bezüglich  $\varepsilon_t$ . Allerdings wird damit lediglich getestet, ob  $\varepsilon_t$  einem  $AR(1)$ -Prozeß entspricht oder nicht. Fehler höherer Ordnung werden nicht analysiert. Für die Modellbildung wird deshalb angenommen, daß ein maximaler Wert für  $p'$ , nämlich  $p' = 12$ , existiert. Diese Annahme erscheint aufgrund der Analyse von Monatsdaten plausibel. Sie impliziert, daß die Beobachtung zum Zeitpunkt  $t$  von allen Ereignissen im gesamten Vorjahr beeinflusst werden kann. Wird ein vollständiges  $AR(p')$ -Modell mit  $p' = 12$  gebildet, besteht die Gefahr, daß sich dieses wesentlich sparsamer als  $MA(q')$ -Modell mit  $q' < p'$  darstellen läßt. Deshalb werden sämtlich  $\rho_j$  in (5) anhand der  $t$ -Statistik auf Signifikanz überprüft. Sämtliche  $\rho_j$ , welche nicht signifikant von null verschieden sind, werden gleich null gesetzt und damit aus dem Modell entfernt.

Da alle auf der geschätzten Varianz beruhende Teststatistiken bei autokorrelierten Störtermen  $u_t$  ungültig sind, wird bereits im zweiten Schritt, bei der Anpassung der funktionalen Form, eine erste Bereinigung der Residuen vorgenommen. Dabei wird  $u_t$  an einen vollständigen  $AR(12)$ -Prozeß angepaßt, d. h. an dieser Stelle bleiben zunächst auch insignifikante  $\rho_j$  im Modell enthalten.

## 2.4 Variablenauswahl und Generierung der Schätzmodelle

Die schließlich zu schätzenden Regressionsmodelle leiten sich in erster Linie aus den postulierten kausalen Zusammenhängen ab, wie sie in Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2 beschrieben worden sind. Daneben sind einige wichtige ökonometrische Restriktionen zu beachten, welche die Modellbildung beeinflussen (vgl. Kapitel 2.3).

Die Straßenverkehrsnachfragemodelle besitzen für Westdeutschland bzw. für Gesamtdeutschland folgende Form:

$$\text{KMPKW}_{\text{west}} = f(\text{RBPN}, \text{PV}, \text{PKMBPB}, \text{PKWPB}, \text{RBIBFS}, \text{RZN}, \text{REU}, \text{RF}, \text{TFF}, \text{D1990}) \quad (6)$$

$$\text{KMPKW}_{\text{gesamt}} = f(\text{RBPN}, \text{PV}, \text{PKMBPB}, \text{PKWPB}, \text{RBIBFS}, \text{RZN}, \text{REU}, \text{RF}, \text{TFF}) \quad (7)$$

Der Preis für Normalbenzin (RBPN) wird als Indikator für die allgemeine Preisentwicklung bei Kraftstoffen angesehen. Eine Aggregation von Preisen für verschiedene Kraftstoffarten, wie sie in früheren SNUS-Ansätzen vorgenommen wird und scheinbar zu einer realistischeren Abbildung dieser Preisentwicklung führt, findet nicht statt, da die Preise für Normal- und Superbenzin sowie für Dieselmotorkraftstoff in identischer Weise schwanken und demzufolge eine dieser Größen zur Abbildung dieser Schwankungen ausreichend ist.

PV wird als Quotient aus dem Preis für individuelle Verkehrsnachfrage mit PKW und dem Preis von Verkehrsleistungen im öffentlichen Personenverkehr gebildet. PV beschreibt demzufolge die relative Preisentwicklung des individuellen Personenverkehrs mit PKW im Vergleich zum öffentlichen Personenverkehr. PKMBPB umfaßt insbesondere die Qualität des Verkehrsträgers Bahn, welcher als ein Substitut für die individuelle Verkehrsnachfrage gelten kann. Es wird angenommen, daß PKMBPB die Qualität aller die individuelle Verkehrsnachfrage substituierenden Verkehrsangebote abbildet. PKWPB beschreibt den Ausstattungsgrad der Bevölkerung mit PKW, welcher die grundlegende Voraussetzung für die be-

trachtete individuelle Verkehrsnachfrage ist.

Mit Hilfe von RBIBFS wird der Zustand der Straßeninfrastruktur gemessen. Dies bezieht sowohl die Länge des Straßennetzes (Quantität) als auch den qualitativen Zustand der vorhandenen Infrastruktur mit ein. Insofern ist diese Größe ein besser geeignetes Maß zur Beschreibung der Straßeninfrastruktur als ein einfaches Längenmaß, welches lediglich Aufschluß über die Entwicklung der Netzlänge gibt und beispielsweise den Ausbau von Straßen (Anzahl und Breite der Fahrspuren, Sicherheitstechnik) nicht beinhaltet. Da dieser Parameter lediglich die Investitionen des Bundes in Bundesfernstraßen (Bundesstraßen und Autobahnen) umfaßt, wird angenommen, daß sich die Investitionen aller anderen Institutionen (Bundesländer, Gemeinden) in das von ihnen verwaltete Straßennetz in gleicher Weise entwickeln.

Mit RZN sowie mit REU wird die Entwicklung der Aktivität der Volkswirtschaft gemessen. Dies geschieht auf zwei Ebenen. Erstens wird mit Hilfe von RZN eine Änderung der Zwischennachfrage modelliert, welche die Nachfrage nach Investitionsgütern umfaßt. Diese Variable kann demzufolge als Frühindikator für eine Änderung der konjunkturellen Lage gelten. Zweitens mißt die Variable REU die realen Einzelhandelsumsätze und stellt somit einen Spätindikator für eine Änderung der volkswirtschaftlichen Aktivitäten dar.

Außerdem enthält das Modell zwei Variablen zur Beschreibung der Witterungsbedingungen (RF, TFF). Als Indikator für die Wettersituation in Deutschland werden die Wetterbedingungen in Frankfurt/M. herangezogen. Bezüglich dieser Variablen ist ein Kompromiß zwischen einer möglichst genauen Beschreibung der Witterungssituation und der vorhandenen Datenbasis zu finden. Wetterdaten werden nur für bestimmte Orte erhoben und sind nicht ohne weiteres aggregierbar, so daß mit der Verwendung der Daten eines bestimmten Ortes kein größerer Fehler eingegangen wird als mit einer restriktiven Aggregation der Daten verschiedener Orte.

Schließlich beinhaltet das Straßenverkehrsnachfragemodell für Westdeutschland eine Dummy-Variable zur Beschreibung der Effekte der deutschen Wiedervereinigung im Jahr 1990 (D1990). Es gilt  $D1990 = 1$  ab Juli 1990, dem Zeitpunkt der

Einführung der D-Mark in Ostdeutschland. Ab diesem Zeitpunkt ist aufgrund der Währungsunion eine potentielle individuelle Verkehrsnachfrage in Form einer Nachfrage nach Kraftstoffen der ostdeutschen Bevölkerung in Westdeutschland vorhanden.

**Tabelle 4:** Exogene im Straßenverkehrsnachfragemodell (vgl. auch Tabelle 1, S. 14)

Gruppe	Variablen (West)	Variablen (Gesamt)
direkte Kosten	RBPN, PV	RBPN, PV
Substitute	PV, PKMBPB	PV, PKMBPB
Fahrzeuge	PKWPB	PKWPB
Infrastruktur	RBIBFS	RBIBFS
Aktivitätsniveau der Volkswirtschaft	RZN, REU	RZN, REU
sonstige Parameter	RF, TFF, D1990	RF, TFF

Die Unfallhäufigkeits- und die Unfallschweremodelle sind bezüglich der verwendeten Exogenen identisch und besitzen für Westdeutschland bzw. für Gesamtdeutschland folgende Form:

$$y_{\text{west}} = f(\text{KMPKW, PKWPB, RBIBFS, FSP, P08, HHG, NHG, BIERPB, JUNG, RBPN, REU, RF, TFF, D1990}) \quad (8)$$

$$y_{\text{gesamt}} = f(\text{KMPKW, PKWPB, RBIBFS, BIERPB, JUNG, RBPN, REU, RF, TFF}) \quad (9)$$

Sie basieren auf dem Straßenverkehrsnachfragemodell und beinhalten die dort geschätzte Nachfragegröße KMPKW als Exogene. Wie im Straßenverkehrsnachfragemodell werden auch in den Unfallmodellen die Größen PKWPB zur Beschreibung des Fahrzeugbestandes, RBIBFS zur Beschreibung der Infrastrukturinvestitionen, RBPN zur Beschreibung der Preisentwicklung bei Kraftstoffen, REU zur Beschreibung der volkswirtschaftlichen Aktivität,<sup>34</sup> RF und TFF zur

---

<sup>34</sup>Auf die Variable RZN zur genaueren Modellierung der volkswirtschaftlichen Aktivität muß

Beschreibung der Witterungsverhältnisse sowie die Dummy-Variable D1990 verwendet.

Weiterhin enthalten die Modelle für Westdeutschland einige Dummy-Variablen, welche staatliche Regulierungsmaßnahmen wie die Einführung des Führerscheins auf Probe (FSP), die Einführung der Blutalkoholgrenze von 0.8‰ (P08) und die Einführung verschiedener Tempolimits (HHG, NHG) beschreiben. Auf solche Variablen muß in den gesamtdeutschen Modellen verzichtet werden, da im betrachteten Zeitraum von Januar 1991 bis Juni 1997 keine klar zeitlich und inhaltlich abgrenzbaren Regulierungsmaßnahmen getroffen worden sind, welche Relevanz für das Unfallrisiko besitzen.

Hinzu kommen zwei Indikatoren zur Beschreibung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer. Für BIERPB als Indikator für den Alkoholkonsum wird angenommen, daß dieser die allgemeine Entwicklung des Alkoholkonsums beschreibt. Außerdem wird die Variable JUNG als Indikator für die Altersstruktur der Verkehrsteilnehmer in die Unfallmodelle integriert. Die Gruppe der jungen männlichen Fahrzeugführer zwischen 18 und 25 Jahren besitzt ein überdurchschnittlich hohes Unfallrisiko, welches durch diese Größe abgebildet wird. Hinzu kommt die Dummy-Variable SSKI zur Klassifizierung leichter bzw. schwerer Sachschäden. Bis auf die Dummyvariablen sind die Modelle für Gesamtdeutschland mit den Modellen für Westdeutschland identisch.

## 3 Darstellung der Schätzergebnisse

### 3.1 Vorgehensweise

Die Auswertung der Schätzergebnisse gliedert sich in zwei Schritte. Erstens erfolgt eine Untersuchung des Straßenverkehrsnachfragemodelle bezüglich verschiedener Exogener. Daran schließt sich zweitens eine Analyse der Wirkung der Exogenen

---

aufgrund hoher Multikollinearität verzichtet werden.



**Tabelle 5:** Exogene in den Unfallmodellen (vgl. Tabelle 3, S. 21)

Gruppe	Variablen (West)	Variablen (Gesamt)
Verkehrsnachfrage	KMPKW	KMPKW
Fahrzeuge	PKWPB	PKWPB
Infrastruktur	RBIBFS	RBIBFS
staatliche Regulierungsmaßnahmen	NHG, HHG, P08, FSP, RBPN	RBPN
Verhalten der Fahrzeugführer	BIERP, JUNG	BIERP, JUNG
Aktivitätsniveau der Volkswirtschaft	REU	REU
sonstige Parameter	RF, TFF, D1990, SSKI	RF, TFF

bezüglich verschiedener Unfallmodelle an.<sup>35</sup>

Sämtliche qualitative Aussagen werden mit Hilfe des Signifikanztests (*t*-Test) und anhand des Vorzeichens der geschätzten Koeffizienten abgeleitet. Damit lassen sich Schlußfolgerungen über die Wirkungsrichtung der Exogenen im Modell treffen. Außerdem ist ablesbar, ob tatsächlich ein positiver oder negativer Zusammenhang zwischen Exogener und Endogener vorliegt oder ob dieser Zusammenhang insignifikant ist. Die quantitative Auswertung basiert auf den berechneten Elastizitäten der Endogenen bezüglich verschiedener Exogener.

$$\phi_{xit} = \frac{\delta E(y_t)}{\delta x_{it}} \cdot \frac{x_{it}}{E(y_t)} \quad (10)$$

Es werden jeweils zwei verschiedene Elastizitäten für die westdeutschen und die gesamtdeutschen Modelle berechnet, die einen zeitlichen Vergleich der Wirkungen

---

<sup>35</sup>Eine Übersicht der Ergebnisse der Unfallmodelle bezüglich *verschiedener Exogener* findet sich in Anhang C, S. 58.

**Tabelle 6:** Basisperioden zur Berechnung der Elastizitäten

Modell	EP, estimation period	SP, selected period
west	01/1969-12/1990	01/1989-12/1990
gesamt	07/1991-06/1997	07/1996-06/1997

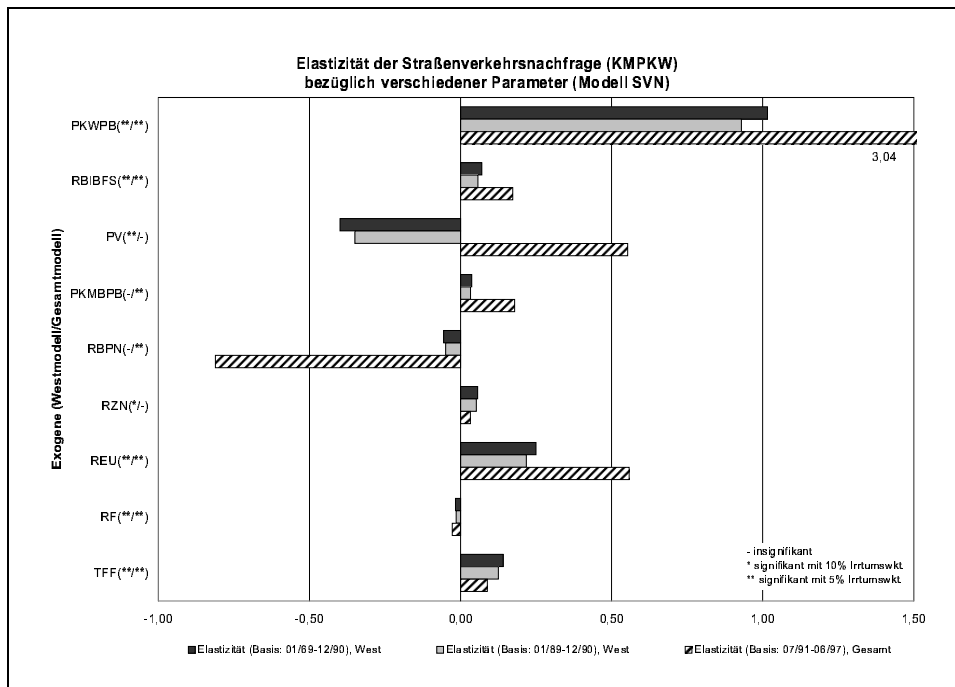
einzelner Exogener erlauben. Für  $\phi_{EP}$ , die durchschnittliche Elastizität über die gesamte Schätzperiode (*estimation period*), werden die beiden Quotienten in (10) für *jede* Beobachtung  $t$  gebildet und das arithmetische Mittel berechnet.  $\phi_{SP}$ , die durchschnittliche Elastizität für eine ausgewählte Periode (*selected period*), wird auf ähnliche Weise berechnet, jedoch werden lediglich die Quotienten und entsprechend das arithmetische Mittel über die Beobachtungen in der *ausgewählten* Periode gebildet. Aufgrund der Spezifizierung der Schätzmodelle mit autoregressiven Prozessen zur Bereinigung der Autokorrelation der Residuen ergeben sich die in Tabelle 6 dargestellten Basisperioden zur Ermittlung der verschiedenen Elastizitäten.  $\phi_{SP}$  gibt demzufolge die Wirkung der Exogenen bezüglich der *letzten* Beobachtungen des gesamten Samples wieder.<sup>36</sup>

### 3.2 Das Straßenverkehrsnachfragemodell

Eine insignifikante Wirkung auf die Straßenverkehrsnachfrage im westdeutschen Modell besitzt der Preis für Kraftstoffe (vgl. Abbildung 5). Dies bedeutet, daß mit dieser Größe in der Vergangenheit keine signifikante Steuerung der Verkehrsnachfrage möglich war. Im Gegensatz zum westdeutschen Modell führt eine Erhöhung der Kraftstoffpreise im Modell für Gesamtdeutschland jedoch zu einem signifikanten Rückgang der Straßenverkehrsnachfrage. Dieser Rückgang fällt jedoch unterproportional aus. Es gilt  $|\phi_{RBPN}^{SVN_{gesamt}}| < 1$ ;  $\phi_{RBPN}^{SVN_{gesamt}} = -0,81$ . Damit wird

---

<sup>36</sup>In den Modellen für Gesamtdeutschland zeigt sich, daß keine wesentlichen Unterschiede zwischen  $\phi_{EP}$  und  $\phi_{SP}$  existieren. Dies läßt sich auf die Kürze des Beobachtungszeitraums zurückführen, welcher insgesamt lediglich 78 Beobachtungen umfaßt. Eine Darstellung der Ergebnisse für Gesamtdeutschland mit  $\phi_{EP}$  und  $\phi_{SP}$  findet sich in Anhang D, S. 62.



**Abbildung 5:** Wirkung der Parameter im Straßenverkehrsnachfragemodell (SVN)

die Steuerungsfunktion der Kraftstoffpreise in jüngerer Vergangenheit signifikant.

**Ergebnis:** Ein Anstieg der direkten Kosten (vgl. Hypothese 1) für Kraftstoffe führt nur im gesamtdeutschen Modell zu einem unterproportionalen Rückgang der Straßenverkehrsnachfrage. Im westdeutschen Modell bis 1990 ist keine signifikante Wirkung einer Preisänderung für Kraftstoffe erkennbar.

Das Verhältnis PV der Preise für individuelle Verkehrsnachfrage mit PKW und der Preise für Verkehrsnachfrage mit öffentlichen Verkehrsmitteln zeigt für Westdeutschland die erwartete Wirkung im Straßenverkehrsnachfragemodell, nämlich daß c.p. steigende Preise für individuelle Verkehrsnachfrage diese signifikant dämpfen. Die gleiche Wirkung kann mit c.p. sinkenden Preisen für öffentliche Verkehrsmittel erreicht werden. Allerdings reagiert die Verkehrsnachfrage unelastisch, d. h. eine relative Preiserhöhung hinsichtlich der individuellen Verkehrsnachfrage mit PKW führt lediglich zu einem unterproportionalen Rückgang der individuellen Nachfrage. Auch nimmt der Einfluß dieses Preisverhältnisses im Laufe des beobachteten Zeitraums im westdeutschen Modell ab, was sich entsprechend in ei-

ner sinkenden Elastizität ausdrückt. Damit wird es zunehmend schwieriger, die Nachfrage mit Hilfe von relativen Preisunterschieden zwischen individuellen und öffentlichen Verkehrsmitteln zu steuern. Diese Entwicklung setzt sich im gesamtdeutschen Modell fort, in dem nunmehr die Reaktion der Verkehrsnachfrage auf eine Änderung des Preisverhältnisses PV insignifikant ist.

**Ergebnis:** *Relativ attraktivere Preise alternativer Verkehrsangebote (vgl. Hypothese 2) führen zu einer nur leicht (Westdeutschland) bzw. insignifikant (Gesamtdeutschland) sinkenden individuellen Straßenverkehrsnachfrage mit PKW. Dies bedeutet, daß c.p. steigende direkte Kosten (vgl. Hypothese 1) der individuellen Verkehrsnachfrage diese Nachfrage nur unterproportional dämpfen.*

Die Wirkung des Qualitätsparameters öffentlicher Verkehrsmittel PKMBPB ist insignifikant im Modell für Westdeutschland, d. h. diese Variable besitzt in diesem Modell keine Steuerungsfunktion. Eine Ausweitung der Verkehrsleistungen öffentlicher Verkehrsmittel führt in der Vergangenheit in Westdeutschland nicht zu einer signifikanten Reaktion der individuellen Verkehrsnachfrage mit PKW. Hingegen ist im gesamtdeutschen Modell eine signifikant positive Reaktion der Straßenverkehrsnachfrage hinsichtlich der Verkehrsleistungen der Bahn im Personenverkehr zu verzeichnen. Werden einerseits die individuelle Verkehrsnachfrage mit PKW und andererseits die Verkehrsleistung der Bahn im Personenverkehr als gegenseitige Substitute zur Befriedigung einer allgemeinen Verkehrsnachfrage aufgefaßt, erscheint diese Reaktion unplausibel. Allerdings ist eine Substitution im Modell für Westdeutschland ebenfalls nicht zu erkennen. Dies bedeutet, daß beide Verkehrsträger im gesamtdeutschen Modell von der steigenden Verkehrsnachfrage in den 90er Jahren profitieren.

**Ergebnis:** *Mittels steigender Qualität alternativer Verkehrsangebote (vgl. Hypothese 2) läßt sich die Verkehrsnachfrage mit PKW nicht steuern.*

Für Westdeutschland ist erkennbar, daß der Fahrzeugbestand (PKWPB) einen signifikant positiven Einfluß auf die Straßenverkehrsnachfrage ausübt. Die Änderung des Fahrzeugbestandes führt bei Betrachtung der Elastizität über die gesamte Schätzperiode zu einer nahezu genau proportionalen Änderung der Verkehrs-

nachfrage, d. h. die zunehmende Dichte an Fahrzeugen bezogen auf die Gesamtbevölkerung wird vollständig in zunehmende Verkehrsnachfrage umgesetzt. Erst im letzten Teil der betrachteten Periode ist eine Abnahme dieser Elastizität erkennbar. Die Verkehrsnachfrage steigt nur noch unterproportional mit steigender Fahrzeugdichte. Dies kann damit erklärt werden, daß beispielsweise „Zweitwagen“ mehr und mehr dazu dienen, Verkehrsnachfrage zu substituieren, die vorher mit dem „Erstwagen“ befriedigt worden ist. Beispiele hierfür sind Cabriolets oder Geländewagen, die im Privatgebrauch eher zu den Freizeitfahrzeugen gezählt werden.

Vor allem der steigende Fahrzeugbestand bezogen auf die Bevölkerung in Ostdeutschland und die damit einhergehende Erneuerung und starke Ausweitung der Fahrzeugflotte führen zu einem signifikanten überproportionalen Anstieg der Verkehrsnachfrage im gesamtdeutschen Modell. Im Gegensatz zum westdeutschen Modell steigt die Elastizität der Straßenverkehrsnachfrage bezüglich des Fahrzeugbestandes auf  $\phi_{PKWPB}^{SVN_{gesamt}} = 3.04$ . Dies bedeutet, daß vor allem der Fahrzeugbestand in Ostdeutschland weit überdurchschnittlich hohe Fahrleistungen im Vergleich zum Fahrzeugbestand in Westdeutschland aufweist. Die Nutzung der Fahrzeuge ist in Ostdeutschland intensiver, was aufgrund des zu Beginn der 90er Jahre im Vergleich zu Westdeutschland nur geringen Fahrzeugbestandes plausibel erscheint.

**Ergebnis:** *Ein steigender Fahrzeugbestand (vgl. Hypothese 3) führt zu steigender Verkehrsnachfrage, wobei Sättigungseffekte für Westdeutschland erkennbar sind. Unmittelbar nach der deutschen Wiedervereinigung führt der Anstieg des Fahrzeugbestandes vor allem in Ostdeutschland zu einem weit überdurchschnittlichen Anstieg der Verkehrsnachfrage.*

Durch Investitionen in die Straßeninfrastruktur (RBIBFS) kann entweder mehr Verkehr induziert werden, oder die Durchlässigkeit des Netzes wird bei gegebener Verkehrsnachfrage verbessert. Zwar führen solche Investitionen im Modell zu einer signifikant höheren Verkehrsnachfrage. Allerdings ist diese Zunahme gering, d. h. durch ein verbessertes Infrastrukturangebot wird nur vergleichsweise wenig neuer Verkehr erzeugt. Infrastrukturinvestitionen bewirken demnach eine

höhere Durchlässigkeit des Straßennetzes für den bestehenden Verkehr, was bei gegebener Verkehrsnachfrage beispielsweise zu Zeiteinsparungen der Nachfrager führt. Die Reaktion der Verkehrsnachfrage hinsichtlich der Infrastrukturvariablen RBIBFS ist sowohl im westdeutschen als auch im gesamtdeutschen Modell signifikant. Absolut ist die Reaktion jedoch nur unterproportional positiv. Die leicht verstärkte Reaktion der Verkehrsnachfrage im gesamtdeutschen Modell erscheint plausibel, da zu Beginn der neunziger Jahre eine nur unterdurchschnittlich entwickelte Straßeninfrastruktur in Ostdeutschland existiert, deren Ausbau in erster Linie zu wesentlich höheren Kapazitäten bei Bundesstraßen und Autobahnen führt.

**Ergebnis:** *Steigende Investitionen in die **Straßeninfrastruktur** (vgl. Hypothese 4) führen lediglich zu einer geringen Zunahme der Verkehrsnachfrage. Demzufolge ist insbesondere mit einer höheren Durchlässigkeit des Straßennetzes zu rechnen.*

Die Verkehrsnachfrage reagiert sowohl im westdeutschen als auch im gesamtdeutschen Modell unterschiedlich auf Änderungen der volkswirtschaftlichen Aktivität. Nimmt die Nachfrage nach Endprodukten (REU) zu, steigt die Verkehrsnachfrage ebenfalls. Weniger signifikant (westdeutsches Modell) bzw. insignifikant (gesamtdeutsches Modell) ist die Reaktion der Verkehrsnachfrage auf eine Änderung der Nachfrage nach Zwischenprodukten (RZN). Dies erscheint aufgrund der im Modell betrachteten individuellen Nachfrage mit PKW folgerichtig.

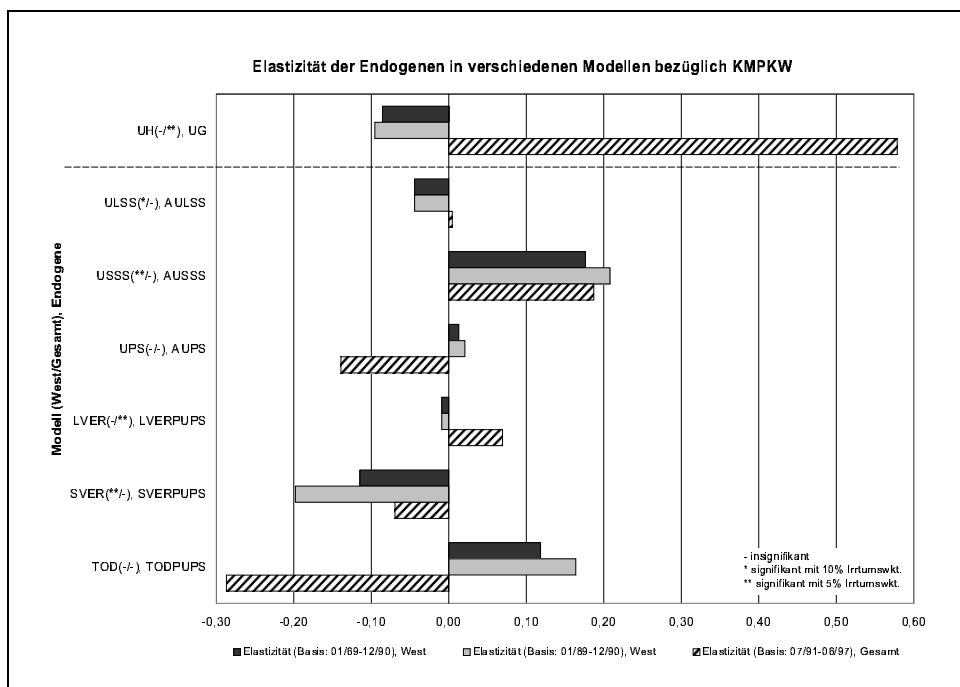
**Ergebnis:** *Steigende **volkswirtschaftliche Aktivität** (vgl. Hypothese 5) bewirkt eine steigende Verkehrsnachfrage. Stärker ausgeprägt ist die Änderung der Verkehrsnachfrage bei einer Änderung des Spätindikators REU.*

Signifikante Wirkung auf die Straßenverkehrsnachfrage zeigen auch die Variablen zur Beschreibung der Witterungsbedingungen. Es zeigt sich, daß vergleichsweise schlechte Witterungsbedingungen mit niedrigen Temperaturen und viel Niederschlag nachfragedämpfend wirken. Die Wirkung einer Temperaturänderung ist dabei größer als die Wirkung einer Änderung von RF. Daraus läßt sich ableiten,

daß insbesondere in der warmen Jahreszeit eine höhere Verkehrsnachfrage besteht. In dieser Zeit stehen verstärkt Urlaubsfahrten an (Sommerferien). Damit läßt sich insbesondere die These stützen, daß die individuelle Straßenverkehrsnachfrage verstärkt abhängig von Freizeitaktivitäten ist.

**Ergebnis: Ungünstige Witterungsbedingungen** (vgl. Hypothese 6) dämpfen die Straßenverkehrsnachfrage.

### 3.3 Unfallhäufigkeit und Unfallschwere



**Abbildung 6:** Wirkung des Parameters KMPKW

Die Straßenverkehrsnachfrage (KMPKW) besitzt nur in wenigen Unfallmodellen eine signifikante Wirkung (vgl. Abbildung 6). Außerdem sind die Wirkungen in den Modellen für Westdeutschland verschieden von denen in den Modellen für Gesamtdeutschland. Die Unfallhäufigkeit ist im westdeutschen Modell weitgehend unabhängig von dieser Nachfrage. Im Vergleich dazu zeigt sich im gesamtdeutschen Modell eine signifikant positive Wirkung auf die Unfallhäufigkeit. Im Modell für Westdeutschland sind vor allem bei mittelschweren Unfallfolgen

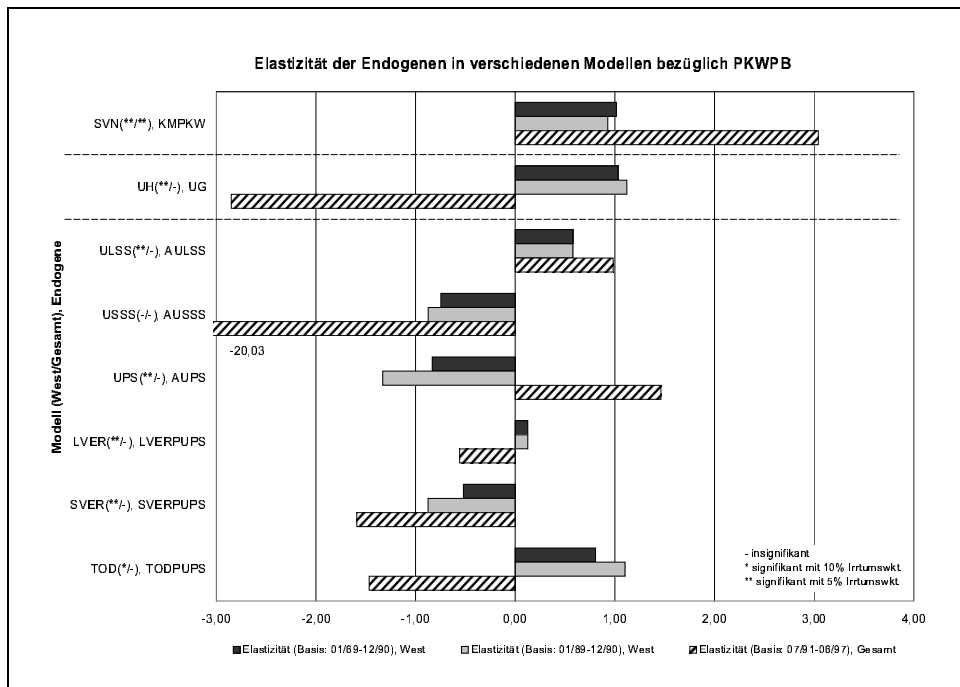
im allgemeinen (Unfälle mit schweren Sachschäden, USSS) bzw. bei mittelschweren Unfallfolgen bezogen auf Unfälle mit Personenschaden (Schwerverletzte je Unfall mit Personenschaden, SVER) signifikant positive bzw. negative Wirkungen erkennbar. Diese Wirkungen verstärken sich am Ende des Beobachtungszeitraums im Vergleich zum gesamten betrachteten Zeitraum. Im Gegensatz dazu ist im gesamtdeutschen Modell lediglich eine signifikant positive Wirkung der Verkehrsnachfrage auf die Zahl der Leichtverletzten je Unfall mit Personenschaden erkennbar. In allen andern gesamtdeutschen Unfallschweremodellen ist die Wirkung dagegen insignifikant.

Insgesamt ist keine einheitliche Tendenz in den Unfallmodellen bezüglich des Parameters KMPKW erkennbar, so daß eine systematische Erklärung der Wirkungszusammenhänge kaum möglich ist. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Schwere der Verletzungen bei Personenschäden eher zurückgeht. Dies führt jedoch zu einem Anstieg der Unfälle mit schweren Sachschäden. Allerdings wird diese Tendenz weder im Modell UPS noch im Modell TOD bestätigt, da die Wirkung der Straßenverkehrsnachfrage in diesen Modellen insignifikant ist.

**Ergebnis:** *Eine steigende Verkehrsnachfrage (vgl. Hypothese 7) führt nur im gesamtdeutschen Modell zu einer steigenden Unfallhäufigkeit. Bezüglich der Unfallschwere ist keine einheitliche Tendenz erkennbar.*

Eine Änderung des Fahrzeugbestandes bezogen auf die Gesamtbevölkerung (vgl. Abbildung 7) führt lediglich in den Unfallmodellen für Westdeutschland zu signifikanten Reaktionen. In allen Unfallmodellen für Gesamtdeutschland ist die Wirkung dieses Parameters hingegen insignifikant. Dies läßt sich darauf zurückführen, daß mit der deutschen Wiedervereinigung insbesondere in Ostdeutschland eine starke Erneuerung bzw. Erweiterung der Fahrzeugflotte stattfindet, welche nicht mit einer „normalen“ Entwicklung vergleichbar ist, wie sie für Westdeutschland angenommen werden kann. Insofern führt der Parameter PKWPB im gesamtdeutschen Modell zu scheinbar extremen Reaktionen. Eine signifikant positive Reaktion ist im Unfallhäufigkeitsmodell für Westdeutschland beobachtbar. Hier bewirkt ein Anstieg der Fahrzeugdichte eine überproportionale Zunahme der absoluten Unfallzahlen, welche sich am Ende des Beobachtungszeitraums sogar noch





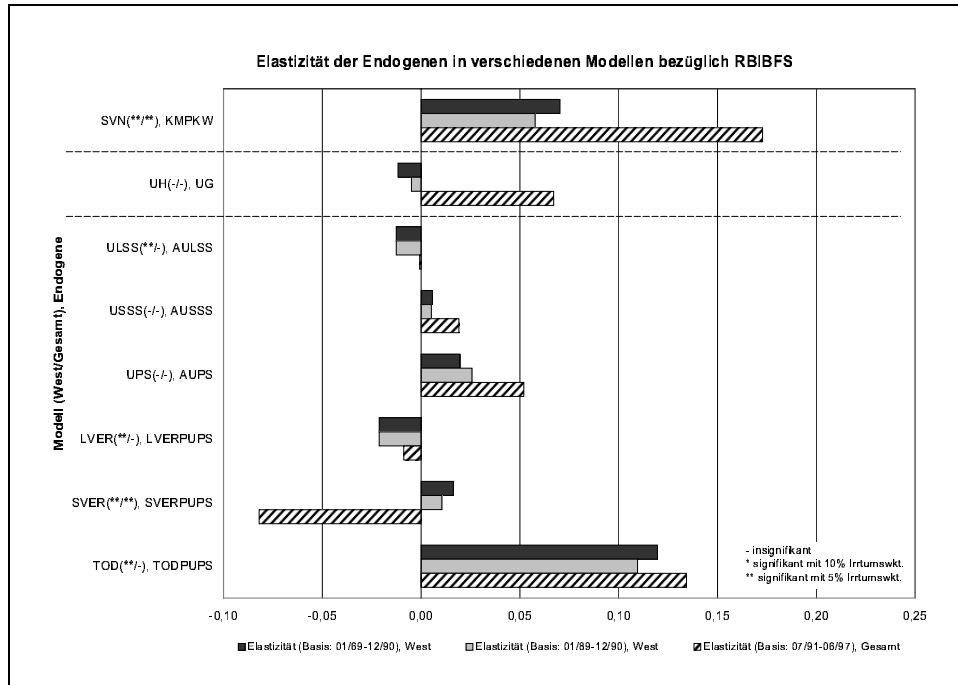
**Abbildung 7:** Wirkung des Parameters PKWPB

verstärkt ( $\phi_{SP}^{UH_{west}} > \phi_{EP}^{UH_{west}} > 1$ ).

Im Gegensatz dazu nimmt die durchschnittliche Unfallschwere im westdeutschen Modell infolge eines steigenden Fahrzeugbestandes ab. Zumindest gilt dies für den Anteil der Unfälle mit Personenschaden (AUPS), welcher signifikant und gegen Ende des Beobachtungszeitraums stark überproportional abnimmt. Hingegen nimmt der Anteil der Unfälle mit leichten Sachschäden (AULSS) bezogen auf die Fahrzeugdichte im Modell für Westdeutschland signifikant zu. Teilweise kann diese Verlagerung der Unfallschwere zu leichteren Unfallfolgen auch hinsichtlich der durchschnittlichen Schwere eines Unfalls mit Personenschaden bestätigt werden. Die Anzahl der Schwerverletzten je Unfall nimmt im Gegensatz zur Anzahl der Leichtverletzten je Unfall signifikant ab. Lediglich die Ergebnisse im Modell TOD für Westdeutschland sprechen teilweise gegen eine Abnahme der Unfallschwere aufgrund steigender Fahrzeugdichte. Die Anzahl der getöteten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden nimmt zu. Jedoch kann diese Aussage nur mit einer relativ hohen Irrtumswahrscheinlichkeit getroffen werden. Für nahezu alle westdeutschen Unfallmodelle gilt, daß die absolute Wirkung einer Änderung der

Fahrzeugdichte gegen Ende des Beobachtungszeitraums größer ist als bei einer Betrachtung des gesamten Zeitraums ( $\phi_{SP}^{west} > \phi_{EP}^{west}$ ).<sup>37</sup>

**Ergebnis:** Ein steigender Fahrzeugbestand (vgl. Hypothese 8) führt in den westdeutschen Modellen zu einer steigenden Unfallzahl bei abnehmender Unfallschwere.



**Abbildung 8:** Wirkung des Parameters RBIBFS

Ein Ausbau der Straßeninfrastruktur führt zu schwerwiegenderen Unfallfolgen, wie die Resultate der westdeutschen Modelle zeigen (vgl. Abbildung 8). Die durchschnittliche Schwere von Unfällen mit Personenschaden nimmt zu, d. h. sowohl die Anzahl der schwerverletzten als auch die Anzahl der getöteten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden nimmt im Gegensatz zur Anzahl der Leichtverletzten je Unfall mit Personenschaden mit steigenden Infrastrukturinvestitionen

<sup>37</sup>ULSS und LVER sind aufgrund ansonsten vorhandener Multikollinearitäten in den transformierten Modellen für Westdeutschland als log-log-Modelle spezifiziert, d. h. es gilt  $\lambda_y = \lambda_x = 0$ . Aufgrund dessen sind die berechneten Elastizitäten unabhängig von der gewählten Basisperiode.

signifikant zu. Bestätigt wird diese Interpretation ebenfalls durch eine signifikante Abnahme des Anteils der Unfälle mit leichten Sachschäden.

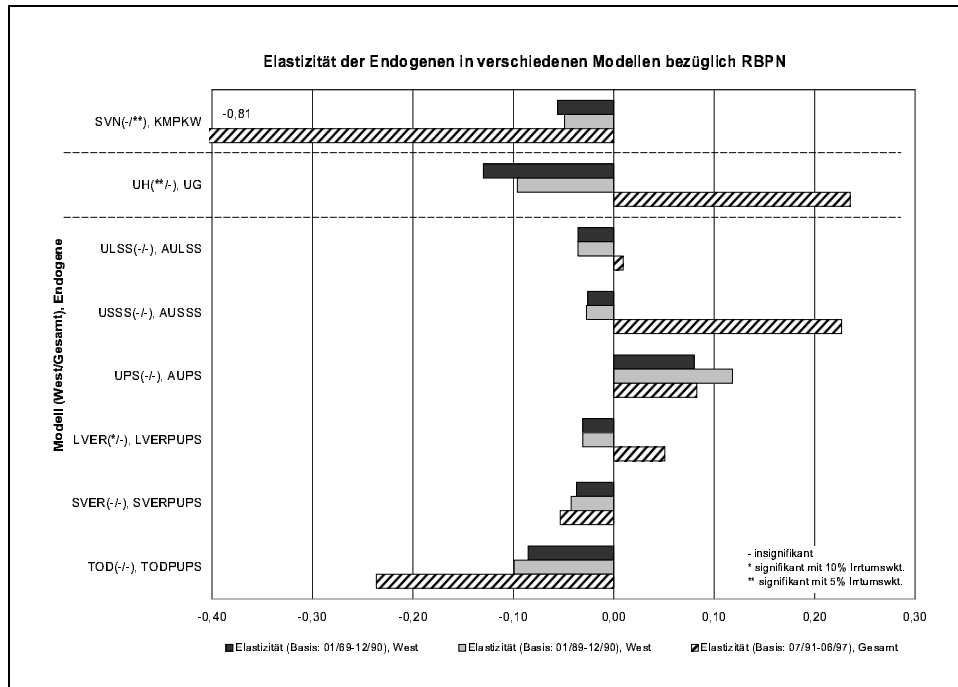
Insgesamt sind die Wirkungen der Infrastrukturinvestitionen auf die Unfallschwere absolut gering, was sich in Elastizitäten von  $|\phi| < 0,15$  ausdrückt. Das im Modell betrachtete Maß für Infrastrukturinvestitionen beschreibt die Investitionen in Bundesfernstraßen und damit insbesondere in Autobahnen und Bundesstraßen. Wird mehr Verkehr auf Bundesfernstraßen verlagert, kommt es aufgrund der dort möglichen höheren Geschwindigkeiten zu im Durchschnitt schwereren Unfallfolgen, was die Resultate der Unfallmodelle für Westdeutschland bezüglich dieses Parameters belegen.

Diese Tendenz setzt sich jedoch nicht in den Modellen für Gesamtdeutschland fort. Dort ist die Wirkung zusätzlicher Infrastrukturinvestitionen meist insignifikant. Lediglich im Modell SVER zeigt sich eine signifikante Wirkung dieser Investitionen, die im Gegensatz zum westdeutschen Modell nunmehr negativ ist. Dies bedeutet, daß die Erneuerung der Straßeninfrastruktur insbesondere in Ostdeutschland auch zu einer größeren Verkehrssicherheit beiträgt. Jedoch wird dieses Resultat nicht signifikant in den weiteren Unfallmodellen unterstützt.

**Ergebnis:** *Zusätzliche Investitionen in die Straßeninfrastruktur (vgl. Hypothese 9) führen in den westdeutschen Modellen zu einer Senkung der Unfallhäufigkeit bei zunehmender Unfallschwere.*

Der Kraftstoffpreis RBPN als Instrument zur indirekten Beeinflussung der Unfallrisiken zeigt in nahezu keinem der Unfallmodelle für West- und für Gesamtdeutschland eine signifikante Wirkung (vgl. Abbildung 9). Zur Steuerung der Unfallrisiken ist dieser Parameter nicht geeignet. Lediglich die Unfallhäufigkeit im westdeutschen Modell (UH) nimmt bei steigenden Kraftstoffpreisen signifikant ab. Allerdings ist die absolute Wirkung mit  $|\phi^{west}| < 0,15$  gering.

Die Erhöhung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Landstraßen auf 100 km/h seit Oktober 1972 mit einer Unterbrechung infolge der ersten Ölkrise von November 1973 bis März 1974 zeigt in keinem der Unfallmodelle eine signifikante Wirkung. Hingegen führt das Tempolimit von 80 km/h auf Landstraßen und 100



**Abbildung 9:** Wirkung des Parameters RBP

km/h auf Autobahnen während der ersten Ölkrise erstens zu einer signifikanten Abnahme der Unfallhäufigkeit und zweitens zu einem ebenfalls signifikanten Sinken der Zahl der Todesopfer je Unfall mit Personenschaden und damit zu einer durchschnittlich geringeren Schwere von Unfällen mit Personenschaden. Der Führerschein auf Probe führt nur im Unfallhäufigkeitsmodell zu einer wenig signifikanten Abnahme der Zahl der Unfälle. Die Unfallschwere wird von dieser Größe nicht signifikant beeinflusst. Schließlich zeigt sich hinsichtlich der Einführung einer Blutalkoholgrenze von 0,8‰, daß sowohl die Unfallhäufigkeit als auch die Schwere von Unfällen mit Personenschaden signifikant sinkt. Es ist ein Rückgang erstens der Zahl der leichtverletzten und zweitens der Zahl der getöteten Unfallopfer zu verzeichnen.

**Ergebnis: Staatliche Regulierungsmaßnahmen** (vgl. Hypothese 10) zeigen unterschiedliche Wirkung hinsichtlich der Verbesserung der Unfallrisiken. Signifikant positive indirekte Wirkungen über Preisänderungen bei der Verkehrsnachfrage werden kaum erzielt. Andererseits führt insbesondere die Einführung einer Alkoholpromillegrenze und teilweise die Einführung von Tempolimits zu einer si-

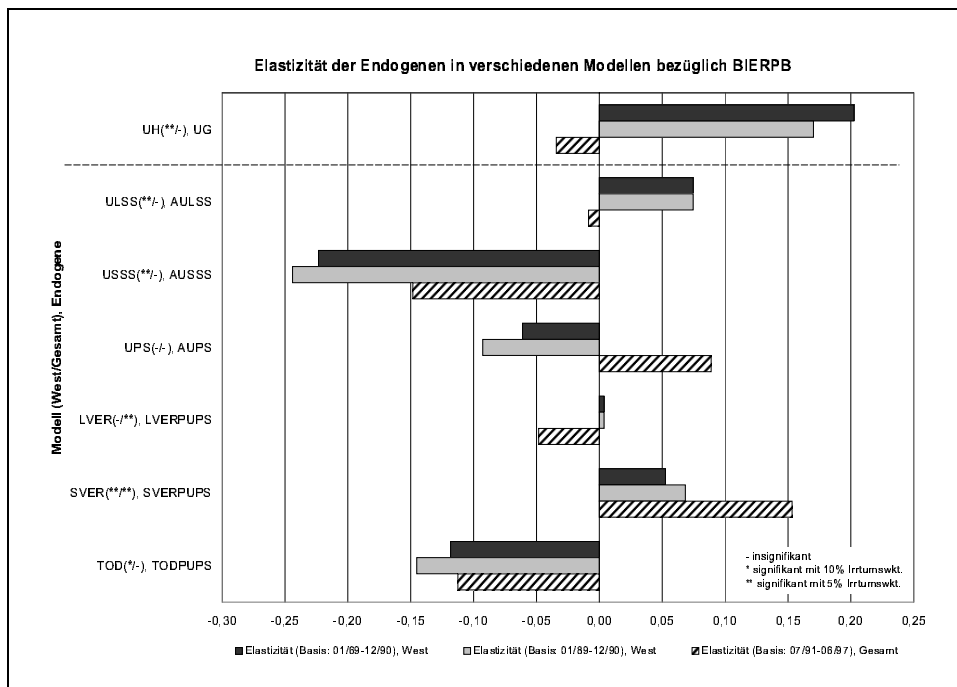
**Wirkungsrichtung der Dummyvariablen in verschiedenen Modellen**

Dummy	P08	(-)**	(+)	(-)	(+)	(-)**	(-)	(-)**	
	HHG	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	
	NHG	(-)**	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)**	
	FSP	(-)*	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	
	D1990	(+)**	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	
	SSKI		(+)**	(-)**					
		SVN (KMPKW)	UH (UG)	ULSS (AULSS)	USSS (AUSSS)	UPS (AUPS)	LVER (LVERPUPS)	SVER (SVERPUPS)	TOD (TODPUPS)
		Modell (Endogene)							

\* signifikant mit 10% Irrtumswkt  
\*\* signifikant mit 5% Irrtumswkt

**Abbildung 10:** Wirkung der Dummy-Variablen

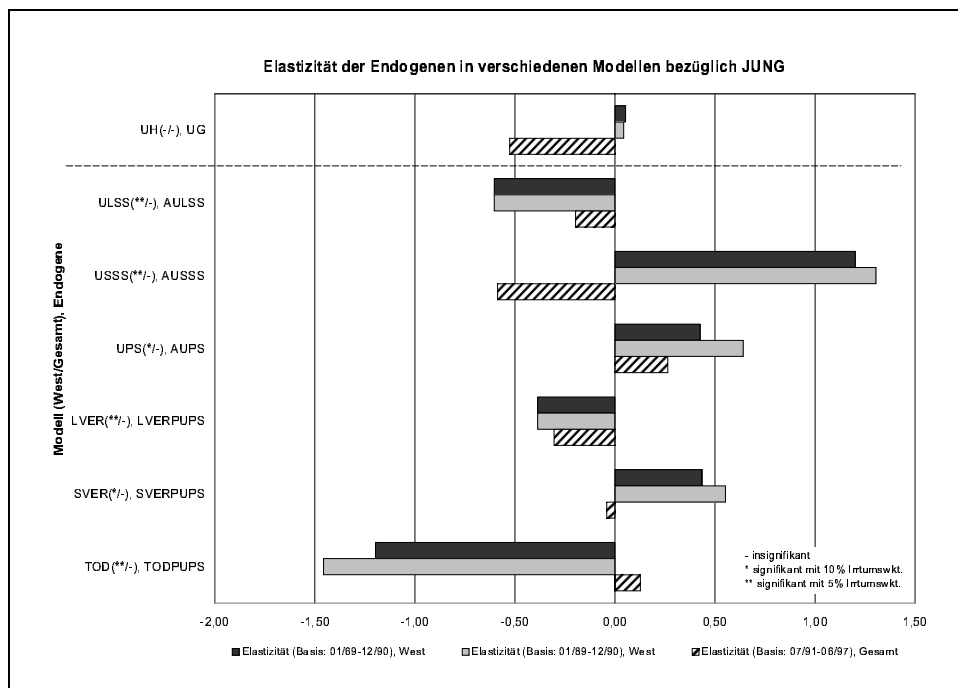
gnifkanten Verringerung der Unfallrisiken. Die Hypothese, daß sich entweder die Unfallhäufigkeit oder die Unfallschwere mit Regulierungsmaßnahmen verbessern läßt, kann nicht bestätigt werden. Vielmehr sind Verbesserungen in beiden Risikokategorien zu verzeichnen.



**Abbildung 11:** Wirkung des Parameters BIERPB

Der Bierausstoß (vgl. Abbildung 11) als Indikator für die Entwicklung des Alkoholkonsums zeigt in allen Unfallmodellen eine nur schwache absolute Wirkung

( $|\phi| < 0.25$ ). Diese Variable übt insbesondere eine signifikant positive Wirkung auf die Unfallhäufigkeit in den Modellen für Westdeutschland aus. Außerdem ist eine leichte Verschiebung hin zu weniger schweren Unfallfolgen bezüglich Sachschäden beobachtbar (Modelle ULSS und USSS), welche sich allerdings in den gesamtdeutschen Modellen nicht signifikant bestätigen läßt. Nicht bzw. nur schwach signifikant ist die Wirkung von BIERPB auf den Anteil der Unfälle mit Personenschäden bzw. die Anzahl der getöteten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden. Kommt es dennoch zu Unfällen mit Personenschaden, nimmt deren Schwere zu, was sich aus dem signifikanten Anstieg von SVERPUPS erkennen läßt. Bezogen auf das Ende des Untersuchungszeitraums im westdeutschen Modell nimmt die absolute Wirkung des Alkoholkonsums auf die Unfallschweremodelle im Vergleich zum gesamten Beobachtungszeitraum für nahezu alle Modelle zu ( $|\phi_{SP}^{west}| > |\phi_{EP}^{west}|$ ).



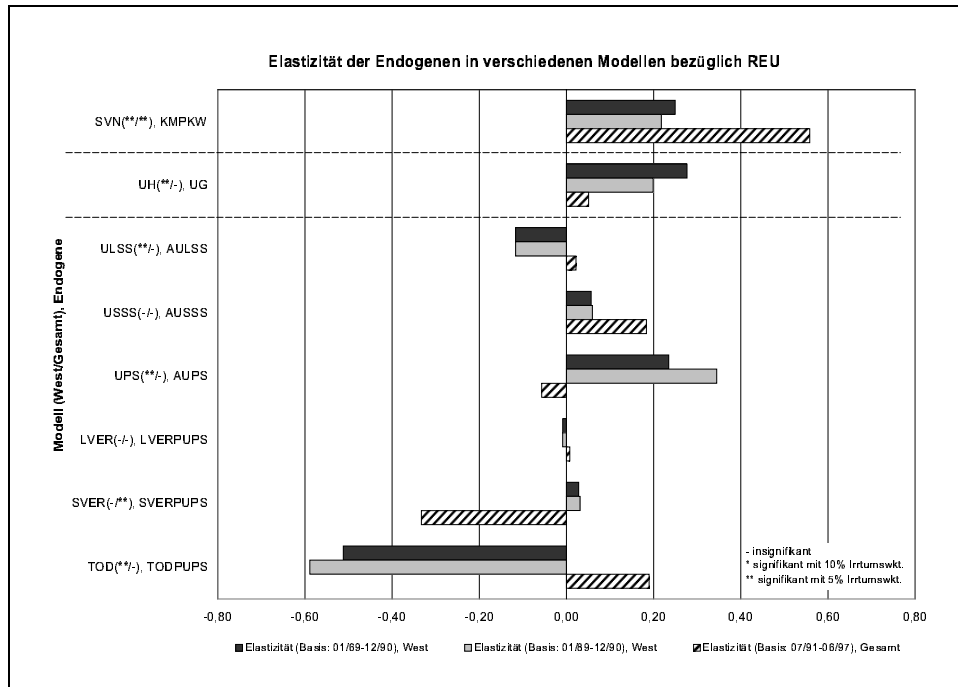
**Abbildung 12:** Wirkung des Parameters JUNG

Die Wirkung des Parameters JUNG als Indikator für den Anteil der jungen männlichen Bevölkerung zwischen 18 und 25 Jahren, welche aufgrund noch unzureichender Fahrpraxis und Überschätzung der eigenen Fähigkeiten ein besonders hohes Unfallrisiko besitzt, ist in den Unfallmodellen für West- und für Gesamt-

deutschland zweigeteilt (vgl. Abbildung 12). Das erhöhte Unfallrisiko dieser Personengruppe wird in den westdeutschen Modellen bestätigt durch einen signifikanten Anstieg des Anteils schwerer Unfälle (AUSSS, AUPS), dem eine Abnahme des Anteils der Unfälle mit leichten Sachschäden gegenübersteht. Dies bedeutet, daß bezüglich des Anteils der jungen Bevölkerung eine Verlagerung zu schwereren Unfallfolgen zu verzeichnen ist. Allerdings steht dem eine signifikante Abnahme schwerster Personenschäden (TODPUPS) wie auch leichter Personenschäden (LVERPUPS) gegenüber, der wiederum ein weniger signifikanter Anstieg der Anzahl der schwerverletzten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden gegenübersteht. In den Unfallmodellen für Gesamtdeutschland ist die Wirkung dieses Parameters hingegen weitgehend insignifikant. Auch für diesen Parameter gilt, daß die absolute Wirkung im Modell für Westdeutschland bezogen auf das Ende des Beobachtungszeitraums stärker ist als bezogen auf den gesamten Zeitraum ( $|\phi_{SP}^{west}| > |\phi_{EP}^{west}|$ ). Außerdem ist die absolute Wirkung von JUNG in verschiedenen Unfallschweremodellen stark überproportional (TOD, USSS).

**Ergebnis:** *Durch indirekt wirkende Verhaltensweisen (vgl. Hypothese 11) tragen die Verkehrsteilnehmer mit zur Verbesserung oder Verschlechterung ihrer Unfallrisiken bei. Mit zunehmendem Alkoholkonsum steigt im westdeutschen Modell die Zahl der Unfälle bei leicht abnehmender Unfallschwere. Ein höherer Anteil junger Fahrzeugführer führt einerseits zu einem zunehmenden Anteil von Unfällen mit Personenschäden, welche andererseits weniger schwerwiegende Folgen aufweisen.*

In den Unfallmodellen ist die Wirkung volkswirtschaftlicher Aktivität zweigeteilt in den west- bzw. gesamtdeutschen Modellen (vgl. Abbildung 13). Die Unfallhäufigkeit nimmt im Modell für Westdeutschland mit steigender wirtschaftlicher Aktivität signifikant zu. Bezüglich der Unfallschweremodelle ergibt sich in den Modellen für Westdeutschland ein differenziertes Bild. Der Anteil der Unfälle mit schweren Personenschäden nimmt im Gegensatz zum Anteil der Unfälle mit leichten Sachschäden ebenfalls signifikant zu. Hingegen sinkt die Anzahl der getöteten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden, d. h. einem zunehmenden Anteil von Unfällen mit Personenschaden stehen weniger getötete Unfallopfer bei solchen Unfällen gegenüber. Es ist jedoch keine Verlagerung hin zu leichten bzw.



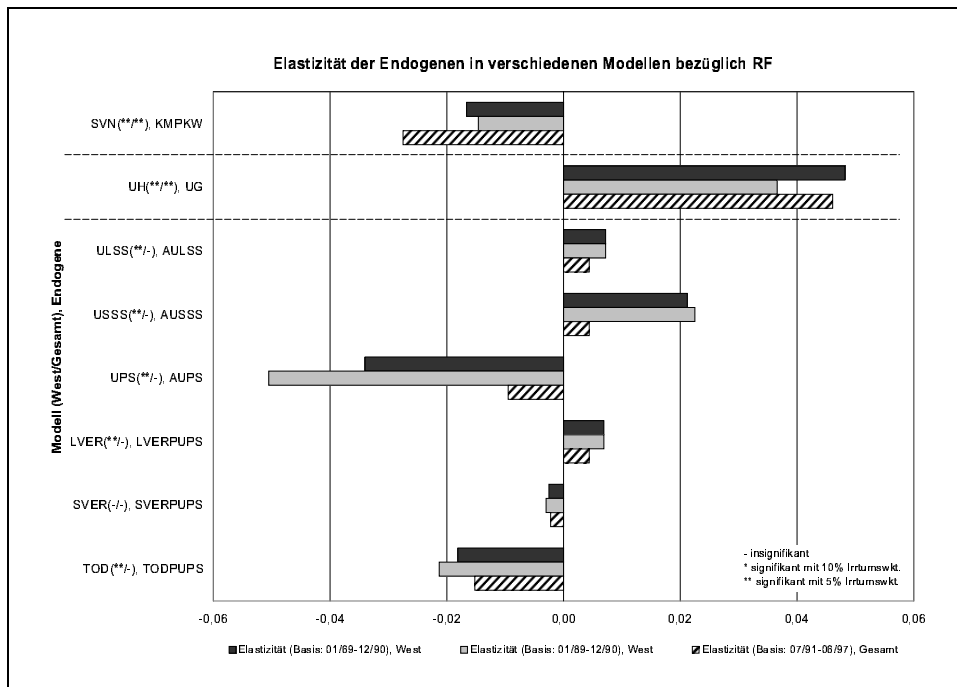
**Abbildung 13:** Wirkung des Parameters REU

schweren Verletzungen erkennbar. In den Unfallmodellen für Gesamtdeutschland ist die Wirkung der volkswirtschaftlichen Aktivität weitgehend insignifikant.

**Ergebnis:** *Steigende volkswirtschaftliche Aktivität führt im westdeutschen Modell zu einer steigenden Unfallhäufigkeit. Außerdem ist ein größerer Anteil von Unfällen mit Personenschaden zu verzeichnen, welche jedoch weniger schwerwiegende Folgen aufweisen.*

Bezüglich der Variablen zur Beschreibung der Witterungsbedingungen, RF und TFF, zeigt sich ein einheitliches Bild in den westdeutschen Modellen (vgl. Abbildungen 14 und 15). Beide Größen besitzen in nahezu jedem der Modelle eine hochsignifikante Wirkung, wobei die absolute Reaktion der Endogenen auf eine Änderung von RF in allen Modellen geringer ist als auf eine Änderung von TFF ( $|\phi_{RF,max}^{west}| < 0,06$ ,  $|\phi_{TFF,max}^{west}| < 0,9$ ). Die Unfallhäufigkeit sinkt infolge ungünstiger Witterungsbedingungen bei steigender durchschnittlicher Unfallschwere. Neben einem steigenden Anteil der Unfälle mit Personenschäden nimmt auch die durchschnittliche Schwere dieser Unfälle zu (TODPUPS).





**Abbildung 14:** Wirkung des Parameters RF

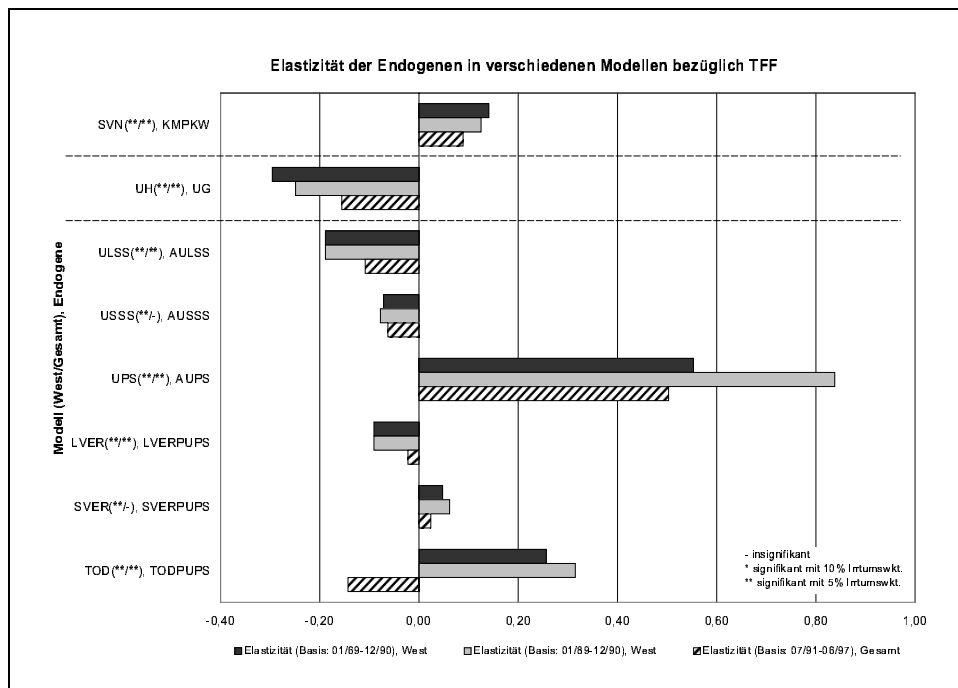
Bezüglich der Variablen zur Beschreibung der Niederschläge (RF) bleiben sämtliche Unfallschweremodelle für Gesamtdeutschland unbeeinflusst. Dies gilt auch für die Variable TFF in den Modellen USSS und SVER. Hinsichtlich der getöteten Opfer je Unfall mit Personenschaden zeigt sich im gesamtdeutschen Modell eine andere Wirkung als im Modell für Westdeutschland. Nunmehr nimmt die Zahl der getöteten Unfallopfer mit steigenden Temperaturen signifikant ab, d. h. insbesondere in der warmen Jahreszeit mit vergleichsweise vielen Urlaubsfahrten sind weniger Verkehrstote zu beklagen. Allerdings ist die absolute Wirkung des Parameters TFF im Modell TOD gering.

Diese Wirkungsweise der Witterungsvariablen läßt sich zurückführen auf die mit günstigen Witterungsbedingungen verbundenen Freizeitaktivitäten. Insbesondere Urlaubsfahrten werden vor allem im Sommer und verstärkt auf gut ausgebauten Fernstraßen (Bundesstraßen, Autobahnen) durchgeführt. Dort sind zwar absolut weniger Unfälle zu verzeichnen. Aufgrund der höheren Durchschnittsgeschwindigkeit auf diesen Straßen sind die Unfallfolgen jedoch schwerwiegender.

Erkennbar ist weiterhin, daß die Schwere der Unfallfolgen bezogen auf den letz-

ten Teil des Beobachtungszeitraums für Westdeutschland bei schlechten Witterungsbedingungen wesentlich stärker abnimmt als bei Betrachtung des gesamten Beobachtungszeitraums ( $|\phi_{SP,RF}^{UPS_{west}}| > |\phi_{EP,RF}^{UPS_{west}}|$ ). Dies könnte ein Indiz für die Wirksamkeit der verstärkt seit Anfang der 80er Jahre installierten zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen in Fahrzeugen (z. B. ABS, Airbag) sein. Diese verbessern die Fahrsicherheit vor allem in kritischen Fahrsituationen, wie sie bei schlechten Witterungsbedingungen auftreten.

**Ergebnis:** *Ungünstige Witterungsbedingungen (vgl. Hypothese 13) führen zu steigenden Unfallzahlen bei gleichzeitig abnehmender Unfallschwere. Absolut sind die Auswirkungen veränderter Witterungsbedingungen jedoch gering.*



**Abbildung 15:** Wirkung des Parameters TFF

## 4 Interpretation

### 4.1 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, daß mit der deutschen Wiedervereinigung zumindest vorübergehend eine gravierende Änderung der Wirkungszusammenhänge hinsichtlich der Straßenverkehrsnachfrage und der Unfallrisiken einhergeht. Insbesondere die indirekten Effekte auf die Straßenverkehrsnachfrage infolge einer Erhöhung des Fahrzeugbestandes sind für Gesamtdeutschland bis Mitte 1997 nicht mit denen in Westdeutschland vor der deutschen Wiedervereinigung vergleichbar. Im gesamtdeutschen Modell wirkt die wesentlich intensivere Nutzung des Fahrzeugbestandes in Ostdeutschland im Vergleich zu Westdeutschland zu Beginn der 90er Jahre infolge des damals dort noch vergleichsweise niedrigen Fahrzeugbestandes extrem nachfragesteigernd. Für diese Variable ist eine zunehmende Anpassung an die Verhältnisse in Westdeutschland vor der Wiedervereinigung absehbar, da zu erwarten ist, daß sich einerseits der Fahrzeugbestand und andererseits das Verkehrsnachfrageverhalten nach vollzogenem Anpassungsprozeß in Ostdeutschland mehr und mehr an das westdeutsche Niveau annähern werden. Auch würde drittens langfristig die Entwicklung der Straßeninfrastruktur mit den Verkehrsnachfragewirkungen einer Erhöhung des Fahrzeugbestands, wie sie in der Untersuchung für Gesamtdeutschland beobachtet worden sind, nicht schritthalten können, was zu zunehmenden Kapazitätsproblemen und damit zu einer Dämpfung der Nachfrage führt. Werden langfristig für Gesamtdeutschland anteilige Investitionen in die Straßeninfrastruktur unterstellt, wie sie in Westdeutschland vor 1990 vorgenommen wurden, sind zukünftig rückläufige Investitionen in die Straßeninfrastruktur insbesondere in Ostdeutschland zu erwarten. Dies ergibt sich aus dem in diesem Bereich beobachtbaren Anpassungsprozeß in Ostdeutschland, welcher sich in hohen Investitionen in die Anfang der neunziger Jahre im Vergleich zu Westdeutschland noch unterentwickelte Infrastruktur widerspiegelt. Insofern wird die Verkehrsnachfrage mittel- und langfristig nur in dem Maße über eine Regulierung des Fahrzeugbestandes steuerbar sein, wie dies bereits in Westdeutschland vor 1990 der Fall war, auch wenn die Ergebnisse des

gesamtdesischen Modells eine stark überproportionale Steuerungswirkung ergeben.

Für die Regulierung der Verkehrsnachfrage besonders relevant ist deren Reaktion auf verschiedene Preisänderungen, welche die Kostenstruktur dieser Nachfrage direkt oder indirekt beeinflussen. Aus verkehrspolitischer Sicht spielt vor allem die relative Attraktivität des öffentlichen Personenverkehrs im Vergleich zur individuellen Verkehrsnachfrage mit PKW eine Rolle. Öffentliche Verkehrsangebote werden in der politischen Diskussion häufig als Instrument angeführt, mit dem sich die mit individueller Verkehrsnachfrage verbundenen höheren Unfallrisiken oder ökologischen Probleme mildern lassen. Tatsächlich kann eine solche Steuerungswirkung beobachtet werden, nämlich daß relativ höhere Preise für die individuelle Verkehrsnachfrage diese Nachfrage dämpfen. Für gegenwärtige bzw. künftige politische Entscheidungen besitzt dieser Zusammenhang noch wenig Bedeutung, da im gesamtdesischen Modell die Steuerungswirkung des Preisverhältnisses insignifikant wird. Auch dies läßt sich mit dem Anpassungsprozeß in Ostdeutschland begründen, der sich hinsichtlich der individuellen Nachfrage schneller vollzieht als im öffentlichen Personenverkehr, der zum großen Teil von öffentlichen Investitionen beispielsweise in Bahnnetze abhängt.

Die Wirkung von Änderungen des Kraftstoffpreises, der wesentlich von der Höhe der Mineralölsteuer bestimmt wird, ist im gesamtdesischen Modell vergleichsweise stark ausgeprägt, d.h. steigende Preise führen zu einer sinkenden Nachfrage. Ob und in welchem Maße diese Wechselwirkung zwischen Kraftstoffpreis und Verkehrsnachfrage langfristig anhält, läßt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse nur schwer prognostizieren. Es besteht die Möglichkeit, daß eine Preisänderung für Kraftstoffe wie bereits im westdeutschen Modell insignifikante Wirkungen zeigt und damit langfristig wieder ungeeignet für eine Steuerung der Straßenverkehrsnachfrage wird.

Die Unfallsituation läßt sich indirekt über eine Steuerung der Straßenverkehrsnachfrage nur wenig beeinflussen. Zwar nimmt im gesamtdesischen Modell die Unfallhäufigkeit mit steigender Verkehrsnachfrage zu. Wird jedoch der Argumentation hinsichtlich der Entwicklung der Verkehrsnachfrage in Ostdeutschland ge-

folgt, läßt sich dieser Anstieg der Unfallhäufigkeit auf die kurzfristig stark zunehmende Verkehrsnachfrage bei noch unterentwickelter Infrastruktur zurückführen.

Regulierende Maßnahmen bezüglich des Verhaltens der Fahrzeugführer besitzen unterschiedliche Wirkungen. Einerseits bewirken die Blutalkoholgrenze von 0,8‰ und die Einführung des Führerscheins auf Probe eine Senkung der Gesamtzahl der Unfälle. Andererseits führen diese Maßnahmen nur in wenigen Unfallschwermodellen zu einer Reaktion der Endogenen. Meist betrifft dies jedoch besonders schwere Unfallfolgen, wie die Anzahl der getöteten Unfallopfer je Unfall mit Personenschaden. Das Risiko, bei einem Unfall getötet zu werden, sinkt beispielsweise mit der Einführung der Alkoholpromillegrenze. Eine Prognose der Wirkungen von Regulierungsmaßnahmen in Gesamtdeutschland fällt anhand der gewonnenen Ergebnisse schwer, da keine solche Maßnahme in den gesamtdeutschen Modellen explizit modelliert werden kann.

## 4.2 **Ausblick**

Die Untersuchung liefert erste Ergebnisse zur individuellen Straßenverkehrsnachfrage und zur Unfallsituation in Gesamtdeutschland nach der Wiedervereinigung im Jahr 1990. Aufgrund der nahezu äquivalenten Formulierung der westdeutschen und der gesamtdeutschen Modelle können Schlußfolgerungen über die Wirkungsweise verschiedener Parameter über den Vereinigungsprozeß hinweg gezogen werden. Es zeigt sich, daß sich die Ergebnisse des Referenzmodells für Westdeutschland nicht ohne weiteres auf Gesamtdeutschland übertragen lassen. Es treten zum Teil erhebliche Unterschiede in der quantitativen Wirkung der Parameter in den verschiedenen Modellen auf, die sich zum größten Teil auf den Anpassungsprozeß in Ostdeutschland zurückführen lassen.

Für politische Entscheidungen hinsichtlich der Beeinflussung der Verkehrsnachfrage oder des Unfallrisikos bedeutet dies, daß die gewonnenen Ergebnisse für Gesamtdeutschland nur vor dem Hintergrund der genannten Anpassungsprozesse interpretiert werden können. Langfristig ist zu erwarten, daß sich die Wirkungen in den gesamtdeutschen Modellen zumindest teilweise an das Niveau der west-

deutschen Modelle anpassen werden.

## Anhang

## A Schätzergebnisse für Westdeutschland

Modell Variante Modellform Endogene	SVN BV W18_AR03_kiv BOX-COX (2) KMPKW	UH UH W21_AR02 linear UG	ULSS ULSS W21_AR02 log-log AULSS	USSS USSS W21_AR02_logiv BOX-COX (1) AUSSS	UPS UPS W21_AR03_kiv BOX-COX (2) AUPS	LVER LVER W21_AR02_logiv log-log LVERPUPS	SVER SVER W21_AR02 linear SVERPUPS	TOD TOD W21_AR03_kiv BOX-COX (1) TODPUPS
<b>Konstante</b>								
beta	2475,45	-1606,86	-0,63	-0,63	1,77	-0,73	0,44	-2,99
t-Statistik	15,37	-0,05	-1,05	-1,05	1,45	-8,81	-0,16	-4,20
<b>Exogene</b>								
<b>KMPKW</b>								
beta	0,00	0,00	-0,04	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Elastizität (EP)	-0,09	-0,09	-0,04	-0,04	0,18	0,01	-0,01	-0,11
Elastizität (SP)	-0,10	-0,10	-0,04	-0,04	0,21	0,02	-0,01	0,16
t-Statistik	-1,03	-1,03	-1,74	-1,74	4,21	0,21	-0,36	1,28
<b>PKWPB</b>								
beta	995,34	390304,63	0,58	0,58	-0,62	-0,13	0,13	0,31
Elastizität (EP)	1,02	1,03	0,58	0,58	-0,75	-0,83	0,13	-0,52
Elastizität (SP)	0,93	1,12	0,58	0,58	-0,87	-1,33	0,13	1,10
t-Statistik	15,34	8,47	2,33	2,33	-1,00	-4,40	2,42	-3,69
<b>RBIBFS</b>								
beta	9,74	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00
Elastizität (EP)	0,07	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,02	-0,02	0,12
Elastizität (SP)	0,06	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,03	-0,02	0,11
t-Statistik	3,17	-0,31	-2,65	-2,65	0,47	1,12	-2,62	3,09
<b>PV</b>								
beta	-34,556	-0,40						
Elastizität (EP)	-0,40							
Elastizität (SP)	-0,36							
t-Statistik	-3,89							
<b>PKMFBP</b>								
beta	44,99							
Elastizität (EP)	0,04							
Elastizität (SP)	0,03							
t-Statistik	1,12							
<b>BIERP</b>								
beta	2174,42							
Elastizität (EP)	0,20							
Elastizität (SP)	0,17							
t-Statistik	3,15							
<b>JUNG</b>								
beta	113944,95							
Elastizität (EP)	0,05							
Elastizität (SP)	0,04							
t-Statistik	0,31							
<b>RBPB</b>								
beta	-48,71	-17395,73	-0,04	-0,04	-0,02	0,01	-0,03	-0,02
Elastizität (EP)	-0,06	-0,13	-0,04	-0,04	-0,03	0,08	-0,04	-0,09
Elastizität (SP)	-0,05	-0,10	-0,04	-0,04	-0,03	0,12	-0,04	-0,10
t-Statistik	-1,56	-2,90	-0,99	-0,99	-0,46	1,31	-1,75	-1,30
<b>RZN</b>								
beta	51,45							
Elastizität (EP)	0,06							
Elastizität (SP)	0,05							
t-Statistik	1,86							
<b>REU</b>								
beta	213,81	32437,07	-0,12	-0,12	0,03	0,03	-0,01	-0,12
Elastizität (EP)	0,26	0,28	-0,12	-0,12	0,06	0,23	-0,01	-0,51
Elastizität (SP)	0,22	0,20	-0,12	-0,12	0,06	0,34	0,03	-0,59
t-Statistik	2,93	2,36	-2,45	-2,45	0,67	2,81	-0,23	-2,81
<b>RF</b>								
beta	-11,23	71257	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Elastizität (EP)	-0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	-0,03	0,01	0,00
Elastizität (SP)	-0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	-0,05	0,01	-0,02
t-Statistik	-4,18	6,99	4,31	4,31	7,37	-8,24	4,22	-2,34

Abbildung 16: Resultate für Westdeutschland – Teil 1

Modell	SVN	UH	ULSS	USSS	UPS	LVER	SVER	TOD
Variable	BV_W19_AR03_kjy	UJL_W21_AR02	ULSS_W21_AR02_loggy	USSS_W21_AR03_kjy	UPS_W21_AR02_kjy	LVER_W21_AR02_loggy	SVER_W21_AR02	TOD_W21_AR03_kjy
Endogene	linear	linear	log-log	linear	linear	log-log	linear	linear
	KLIPKOW	UG	AULLS	BOX-COX (1)	BOX-COX (2)	LVERPUIPS	SVERPUIPS	BOX-COX (1)
				AUSSS	AUPS			TODPUIPS
<b>TFF</b>								
beta	78,34	-803,00	-0,19	-0,19	-0,02	0,03	-0,09	0,01
Elastizität (EP)	0,14	-0,30	-0,19	-0,19	-0,07	0,86	-0,09	0,26
Elastizität (SP)	0,13	-0,25	-0,19	-0,19	-0,08	0,84	-0,09	0,32
t-Statistik	7,92	-6,76	-23,07	-23,07	-5,67	27,77	-7,12	5,43
<b>P08</b>								
beta	-7144,78	-0,05	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	-0,01
Elastizität (EP)	-0,04	-0,04	0,00	0,00	0,02	0,02	-0,03	-0,08
Elastizität (SP)	-0,04	-0,04	0,00	0,00	-0,05	0,04	-0,03	-0,10
t-Statistik	-2,01	-2,01	0,20	0,20	-1,09	0,76	-4,03	-2,23
<b>HHG</b>								
beta	-4873,43	-0,04	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,01
Elastizität (EP)	-0,04	-0,04	0,00	0,00	-0,02	0,02	-0,01	-0,03
Elastizität (SP)	-0,03	-0,03	0,00	0,00	-0,02	0,04	-0,01	-0,03
t-Statistik	-1,46	-1,46	0,25	0,25	-0,32	1,15	-0,93	-0,94
<b>NHG</b>								
beta	-12885,70	-0,10	0,03	0,03	-0,03	0,00	-0,01	-0,02
Elastizität (EP)	-0,10	-0,10	0,03	0,03	-0,05	-0,01	-0,01	-0,09
Elastizität (SP)	-2,59	-2,59	1,48	1,48	-0,60	-0,48	-0,95	-2,17
t-Statistik								
<b>FSP</b>								
beta	-5046,61	-0,04	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01
Elastizität (EP)	-0,04	-0,04	-0,01	-0,01	0,00	0,01	0,00	-0,03
Elastizität (SP)	-0,03	-0,03	-0,01	-0,01	0,00	0,02	0,00	-0,04
t-Statistik	-1,79	-1,79	-0,45	-0,45	-0,04	0,46	-0,21	-1,33
<b>D1990</b>								
beta	46,22	-5117,47	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00
Elastizität (EP)	0,05	-0,04	0,00	0,00	0,02	-0,01	-0,01	0,00
Elastizität (SP)	0,05	-0,03	0,00	0,00	0,02	-0,01	-0,01	0,01
t-Statistik	3,07	-0,97	0,23	0,23	0,36	-0,25	-0,26	0,09
<b>SSKI</b>								
beta			0,30	0,30	-0,51			0,17
Elastizität (EP)			0,30	0,30	-0,81			0,00
Elastizität (SP)			0,30	0,30	-0,88			0,00
t-Statistik			16,99	16,99	-43,56			1,58
<b>Lambda</b>								
lambda (V)	0,40					1,40		
t-Statistik (lambda=0)	2,95					10,63		
t-Statistik (lambda=1)	-4,33					3,06		
<b>lambda (X)</b>								
lambda (X)	0,11				0,27	0,20		0,42
t-Statistik (lambda=0)	0,60				2,52	1,34		2,51
t-Statistik (lambda=1)	-4,67				-6,83	-6,29		-3,48
<b>Autokorrelation</b>								
Lag 1								
rho	0,21	0,21	0,69	0,69	0,52	0,49	0,27	0,34
t-Statistik	4,36	4,36	16,84	16,84	8,16	8,43	4,34	5,38
Lag 2								
rho					0,29	0,10		
t-Statistik					4,41	2,06		
Lag 3								
rho	0,10	-0,18					0,24	
t-Statistik	2,28	-3,84					4,09	
Lag 4								
rho								0,21
t-Statistik								3,27
Lag 5								
rho	0,34							
t-Statistik	6,79							

Abbildung 17: Resultate für Westdeutschland – Teil 2



Modell	SVN BV_W18_AR03_kjv BOX-COX (2) KMPKW	UH UH_W21_AR02 linear UG	ULSS ULSS_W21_AR02 log-log AULSS	ULSS ULSS_W21_AR03_kjv BOX-COX (1) AULSS	UPS UPS_W21_AR02_kjv BOX-COX (2) AUPS	LVER LVER_W21_AR02_logxy log-log LVERPUPS	SVR SVR_W21_AR02 linear SVRFPUPS	TOD TOD_W21_AR03_kjv BOX-COX (1) TODRUPS
Lag 6								
rho				0,17				
t-Statistik				3,88				
Lag 8								
rho		-0,16						
t-Statistik		-3,82						
Lag 10								
rho	-0,31							
t-Statistik	-5,50							
Lag 11								
rho			0,29		0,21			0,37
t-Statistik			7,20		3,21			9,35
Lag 12								
rho	0,52	0,60			0,17	0,30		0,32
t-Statistik	11,66	11,97			2,59	4,96		5,59
Log Likelihood	-3883,37	-2693,51	882,89	1045,18	820,69	760,94	903,69	1278,48
R <sup>2</sup>	0,96	0,92	0,69	0,99	0,97	0,82	0,96	0,96
Durbin-Watson-Statistik	1,80	0,85	0,00	0,00	0,45	0,35	0,30	0,01
Beobachtungen	264	264	264	264	264	264	264	264

Abbildung 18: Resultate für Westdeutschland – Teil 3

# B Schätzergebnisse für Gesamtdeutschland

Modell	SVN	UH	ULSS	USSS	UPS	LVER	SVER	TOD
Variante	BV_D10_AR02_lky	UH_D21_AR03_lky	ULSS_D21_AR02_lky	USSS_D21_AR02_lky	UPS_D21_AR03_lky	LVER_D21_AR04_lky	SVER_D21_AR03_lky	TOD_D21_AR03_lky
Modellform	BOX-COX (1)	BOX-COX (2)	BOX-COX (2)	log-log	BOX-COX (2)	BOX-COX (2)	log-log	log-log
Endogene	KMPKW	UG	AULSS	AUSSS	AUPS	LVERPUPS	SVERPUPS	TODPUPS
<b>Konstante</b>								
beta	2475,45	-1,60E+08	-0,63	1,77	-0,73	-0,16	0,44	-2,99
t-Statistik	15,37	-0,05	-1,05	1,45	-8,81	-0,35	4,41	-4,20
<b>Exogene</b>								
<b>KMPKW</b>								
beta		1,40E+14	0,00	0,19	-0,02	0,00	-0,07	-0,29
Elastizität (EP)		0,56	0,00	0,19	-0,14	0,07	-0,07	-0,29
Elastizität (SP)		0,90	0,00	0,19	-0,14	0,07	-0,07	-0,29
t-Statistik		4,38	0,09	0,63	-1,54	2,56	-1,04	-1,42
<b>PKWPB</b>								
beta	0,06	-7,50E+15	3,17	-20,03	0,81	-0,70	-1,59	-1,47
Elastizität (EP)	3,04	-2,05	0,98	-20,03	1,48	-0,96	-1,59	-1,47
Elastizität (SP)	3,03	-2,97	1,11	-20,03	1,47	-0,96	-1,59	-1,47
t-Statistik	2,25	-0,43	0,25	-0,44	0,58	-0,64	-0,93	-0,31
<b>RBIBFS</b>								
beta	0,11	2,24E+13	0,00	0,02	0,01	0,00	-0,08	0,13
Elastizität (EP)	0,17	0,07	0,00	0,02	0,05	-0,01	-0,08	0,13
Elastizität (SP)	0,18	0,07	0,00	0,02	0,05	-0,01	-0,08	0,13
t-Statistik	3,48	1,27	-0,03	0,14	1,45	-0,65	-2,95	1,59
<b>PV</b>								
beta	0,01							
Elastizität (EP)	0,85							
Elastizität (SP)	0,85							
t-Statistik	0,95							
<b>PKMIBPB</b>								
beta	0,00							
Elastizität (EP)	0,18							
Elastizität (SP)	0,18							
t-Statistik	2,54							
<b>BIERPB</b>								
beta		-5,00E+13	0,00	-0,15	0,04	-0,02	0,15	-0,11
Elastizität (EP)		-0,03	-0,01	-0,15	0,09	-0,05	0,15	-0,11
Elastizität (SP)		-0,04	-0,01	-0,15	0,09	-0,05	0,15	-0,11
t-Statistik		-0,35	-0,34	-0,73	1,64	-2,67	4,56	-0,95
<b>JUNG</b>								
beta		-1,04E+15	-3,61	-0,59	0,17	-0,74	-0,04	0,13
Elastizität (EP)		-0,53	-0,20	-0,59	0,26	-0,30	-0,04	0,13
Elastizität (SP)		-0,54	-0,20	-0,59	0,26	-0,31	-0,04	0,13
t-Statistik		-0,26	-0,17	-0,04	0,34	-1,05	-0,08	0,09
<b>RBPN</b>								
beta	-0,02	5,64E+14	0,02	0,23	0,04	0,05	-0,05	-0,24
Elastizität (EP)	-0,81	0,24	0,01	0,23	0,08	0,05	-0,05	-0,24
Elastizität (SP)	-0,81	0,25	0,01	0,23	0,08	0,05	-0,05	-0,24
t-Statistik	-3,92	0,90	0,10	0,31	0,53	1,08	-0,50	-0,62
<b>RZN</b>								
beta	0,00							
Elastizität (EP)	0,03							
Elastizität (SP)	0,03							
t-Statistik	0,29							
<b>REU</b>								
beta	0,01	1,24E+14	0,04	0,18	-0,03	0,01	-0,33	0,19
Elastizität (EP)	0,65	0,05	0,02	0,18	-0,05	0,01	-0,33	0,19
Elastizität (SP)	0,65	0,05	0,02	0,18	-0,05	0,01	-0,33	0,19
t-Statistik	3,40	0,24	0,33	0,39	-0,40	0,16	-2,68	0,61
<b>RF</b>								
beta	0,00	8,36E+13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02
Elastizität (EP)	-0,03	0,05	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,02
Elastizität (SP)	-0,03	0,05	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,02
t-Statistik	-3,32	3,76	1,25	0,19	-1,08	1,62	-0,61	-1,00

Abbildung 19: Resultate für Gesamtdeutschland – Teil 1

Modell	SVN	UH	ULSS	USSS	UPS	LVER	SYER	TOD
Variante	BV_D18_AR02_lky	UH_D21_AR03_lky	ULSS_D21_AR02_lky	USSS_D21_AR02_lky	UPS_D21_AR03_lky	LVER_D21_AR04_lky	SYER_D21_AR03_lky	TOD_D21_AR03_lky
Modellform	BOX-COX (1)	BOX-COX (2)	BOX-COX (2)	log-log	BOX-COX (2)	BOX-COX (2)	log-log	log-log
Endogene	KMPKW	UG	AULSS	AUSSS	AUPS	LVERPUPS	SYERPUPS	TODPUPS
<b>TFF</b>								
beta	0,00	-2,27E+14	-0,01	-0,01	-0,06	0,20	-0,01	0,02
Elastizität (EP)	0,09	-0,16	-0,11	-0,11	-0,06	0,50	-0,02	0,02
Elastizität (SP)	0,09	-0,16	-0,12	-0,12	-0,06	0,50	-0,02	0,02
t-Statistik	2,38	-2,49	-6,65	-6,65	-0,45	19,28	-2,91	0,91
<b>Lambda</b>								
lambda (V)	-0,22	2,91	-2,07	-2,07	0,36	-2,16	-2,16	
t-Statistik (lambda=0)	-0,61	1,74	-0,91	-0,91	0,53	-0,50	-0,50	
t-Statistik (lambda=1)	-3,47	1,15	-1,35	-1,35	-0,93	-0,73	-0,73	
lambda (K)	-0,22	0,13	0,78	0,78	0,07	0,29	0,29	
t-Statistik (lambda=0)	-0,61	0,26	0,88	0,88	0,15	0,24	0,24	
t-Statistik (lambda=1)	-3,47	-1,76	-0,25	-0,25	-2,09	-0,58	-0,58	
<b>Autokorrelation</b>								
Lag 1								
Rho		0,42	0,55	0,55	0,94			0,34
Centr. Stud.T		2,84	5,64	5,64	14,10			8,00
Lag 2								
Rho			0,37	0,37				0,40
Centr. Stud.T			4,01	4,01				2,88
Lag 5								
Rho	0,35							-0,33
Centr. Stud.T	2,82							-2,18
<b>Lag Likelihood</b>								
Log Likelihood	-1129,92	-753,81	250,77	250,77	270,24	289,84	241,55	362,73
R <sup>2</sup>	0,71	0,52	0,94	0,94	0,94	0,96	0,78	0,60
<b>Durbin-Watson-Statistik</b>								
Durbin-Watson-Statistik	2,11	1,14	0,10	0,10	0,04	2,11	2,24	1,39
<b>Beobachtungen</b>	72	72	72	72	72	72	72	72

Abbildung 20: Resultate für Gesamtdeutschland – Teil 2

## C Detaillierte Auswertung der Unfallmodelle für Westdeutschland

Im folgenden sind die Schätzergebnisse der Unfallmodelle für Westdeutschland aufgeführt. Im Gegensatz zu Kapitel 3.3, in dem die Wirkung *einer* Variablen in verschiedenen Modellen dargestellt ist, sind hier die Wirkungen verschiedener Variablen in *einem* Modell erkennbar.

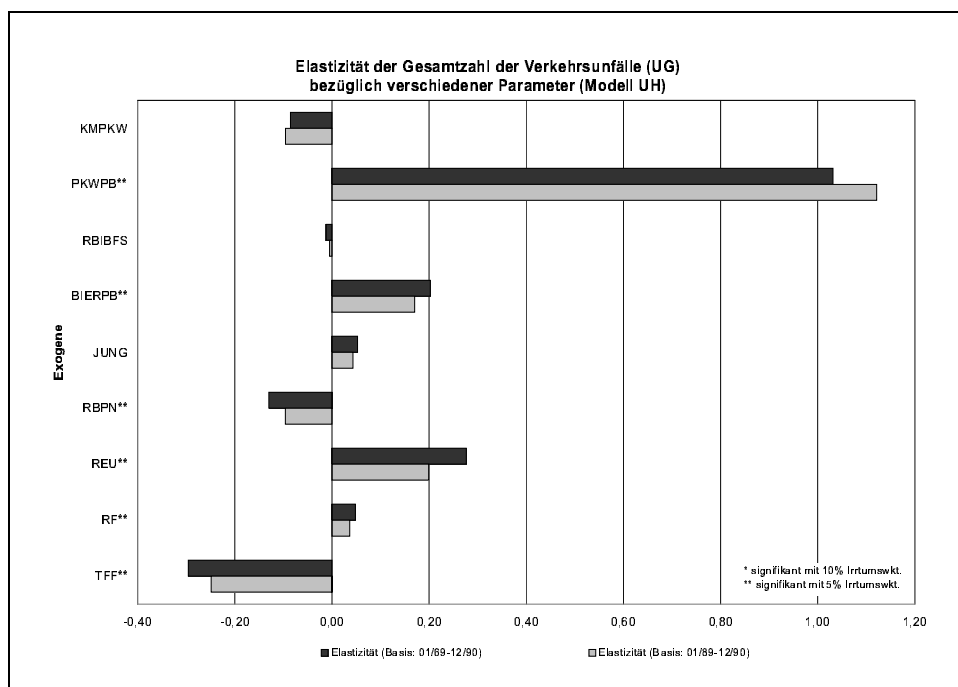
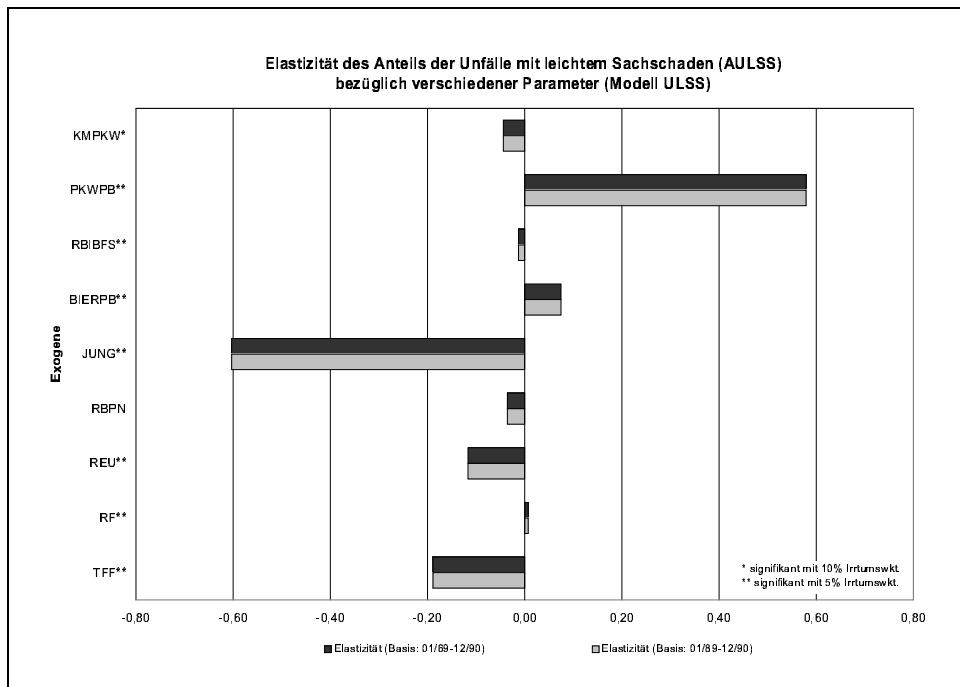
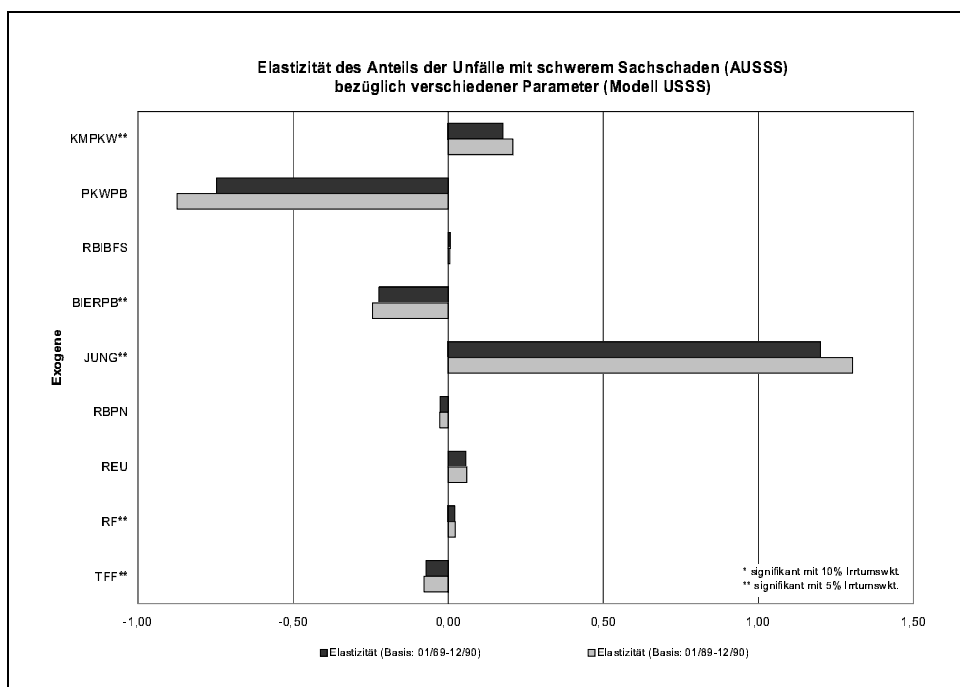


Abbildung 21: Unfallhäufigkeit



**Abbildung 22:** Unfälle mit leichten Sachschäden



**Abbildung 23:** Unfälle mit schweren Sachschäden

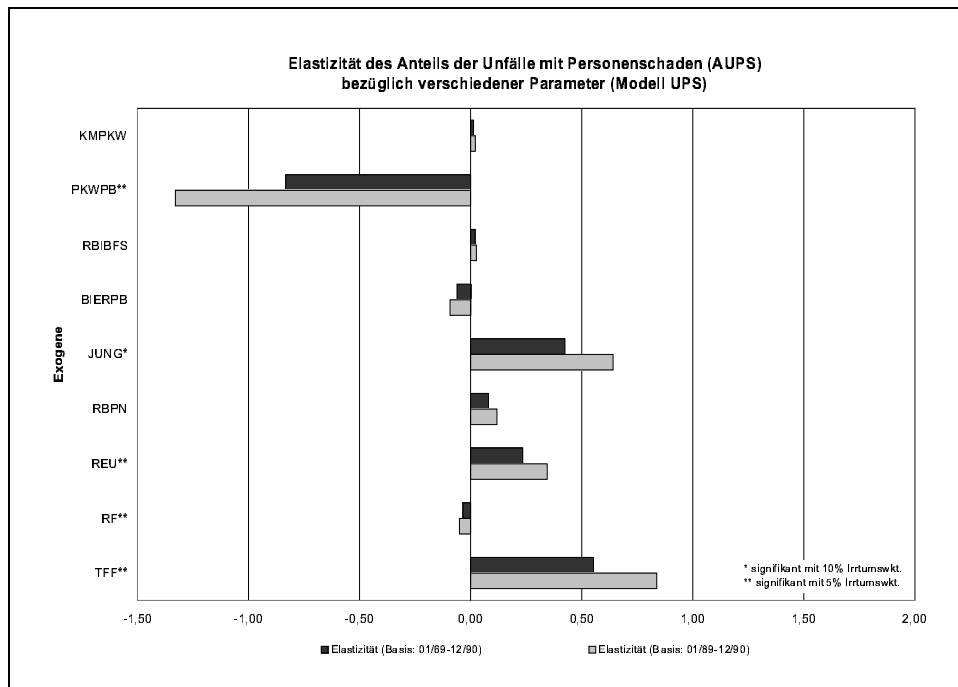


Abbildung 24: Unfälle mit Personenschäden

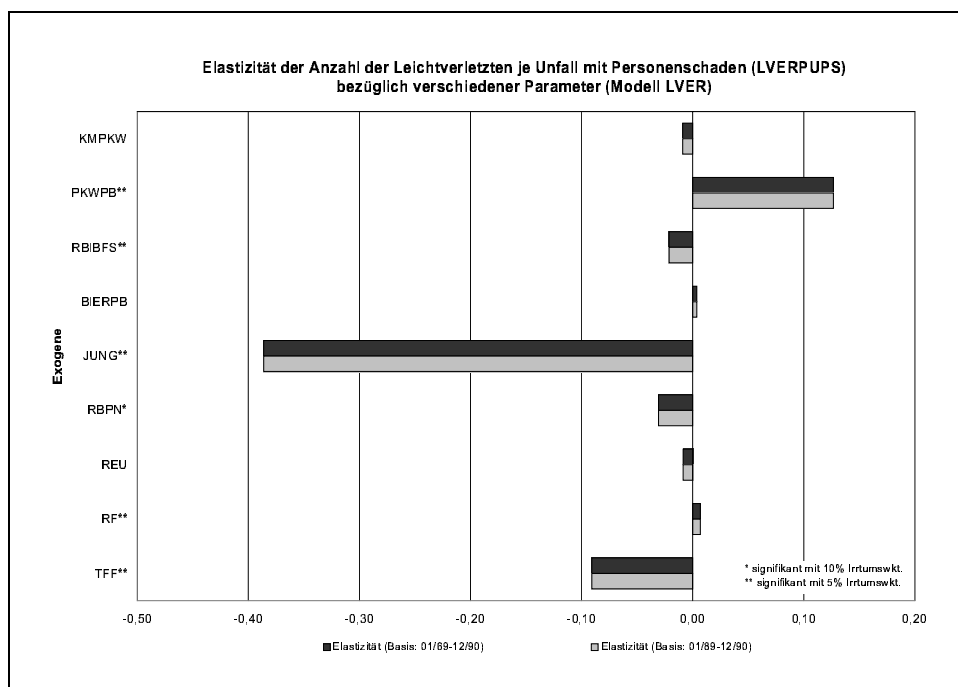
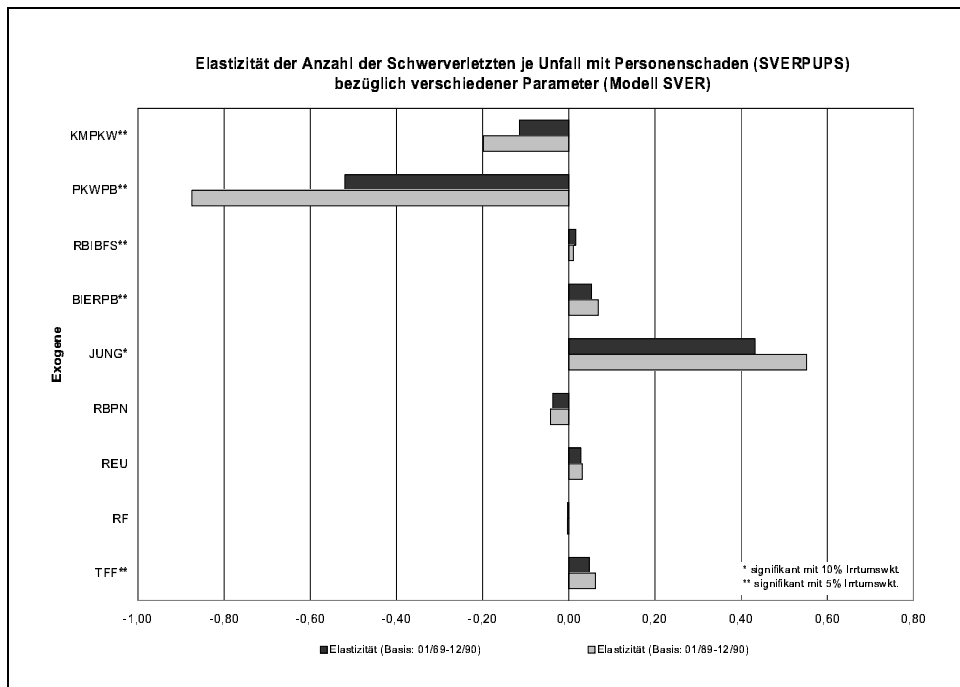
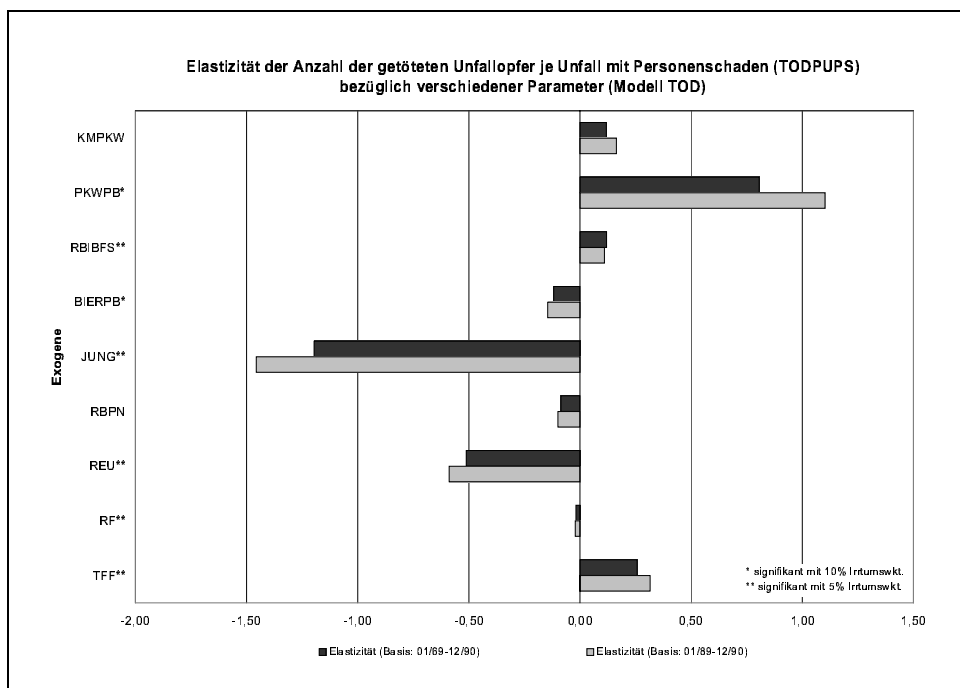


Abbildung 25: Leichtverletzte je Unfall mit Personenschaden



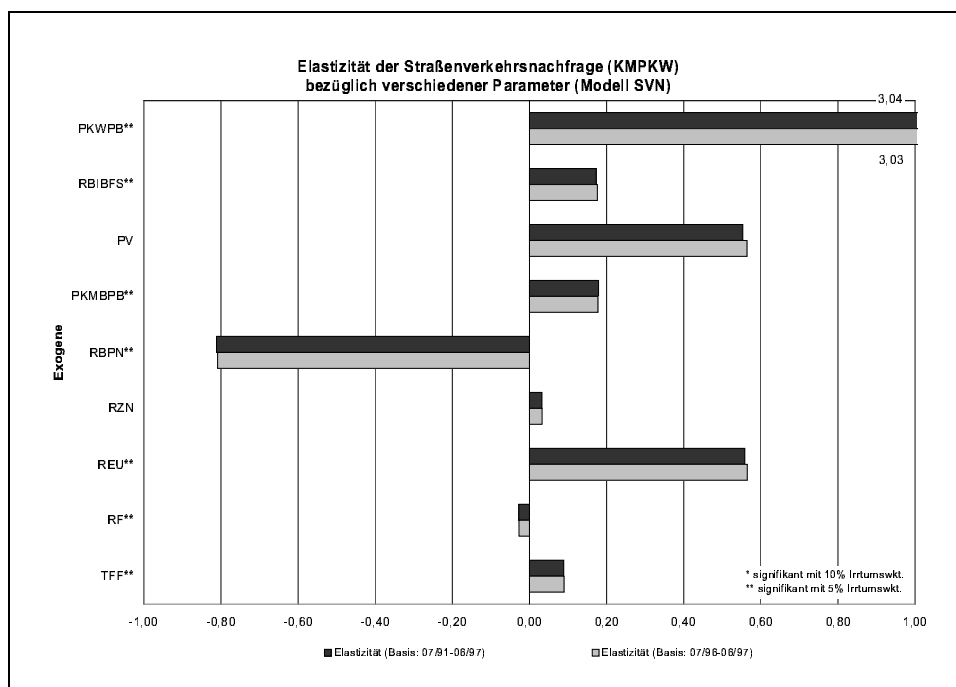
**Abbildung 26:** Schwerverletzte je Unfall mit Personenschaden



**Abbildung 27:** Getötete je Unfall mit Personenschaden

## D Detaillierte Auswertung der Modelle für Gesamtdeutschland

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen die Wirkung verschiedener Parameter in jeweils einem Schätzmodell für Gesamtdeutschland. Außerdem sind Elastizitäten für verschiedene Basiszeiträume aufgeführt, wie dies für die westdeutschen Modelle bereits in Kapitel 3 dargestellt ist. Allerdings sind die Unterschiede der Elastizitäten in den gesamtdeutschen Modellen nur schwach ausgeprägt, was sich auf den absolut nur kurzen Beobachtungszeitraum zurückführen läßt.



**Abbildung 28:** Straßenverkehrsnachfrage



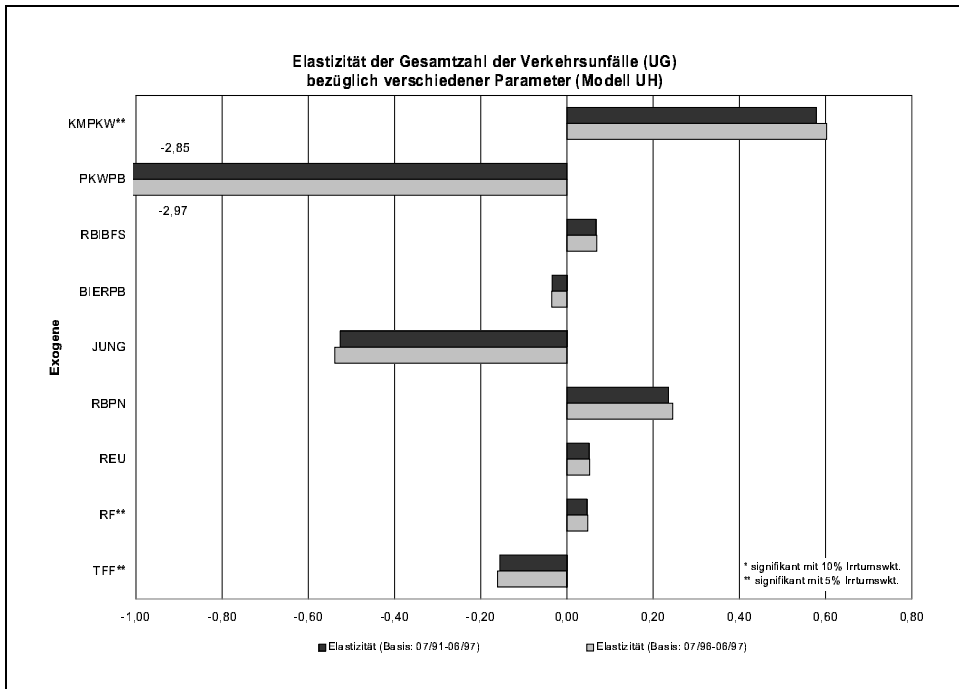


Abbildung 29: Unfallhäufigkeit

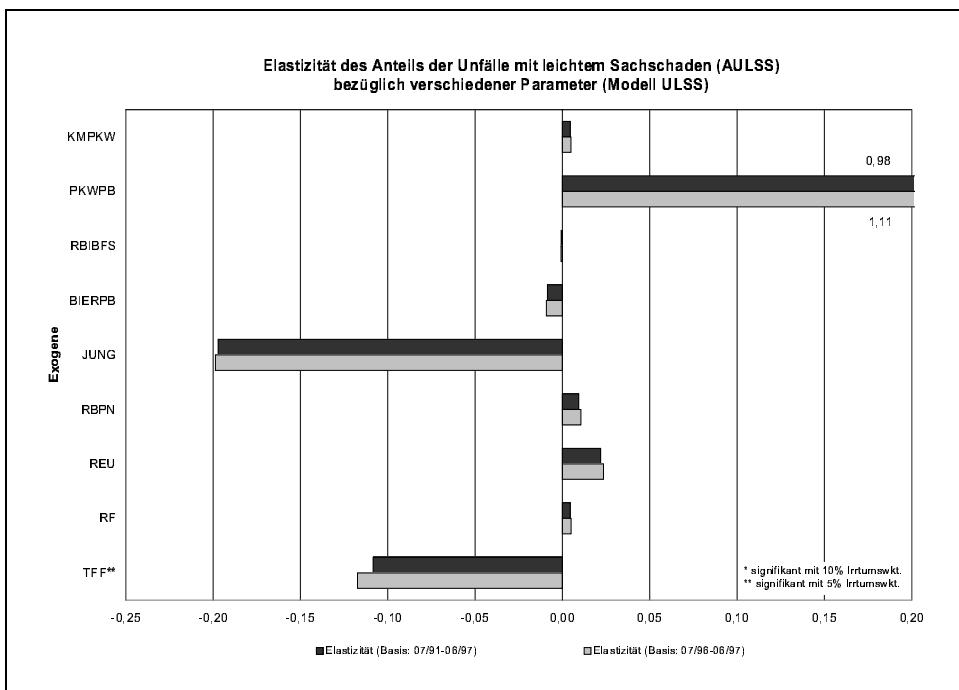


Abbildung 30: Unfälle mit leichten Sachschäden

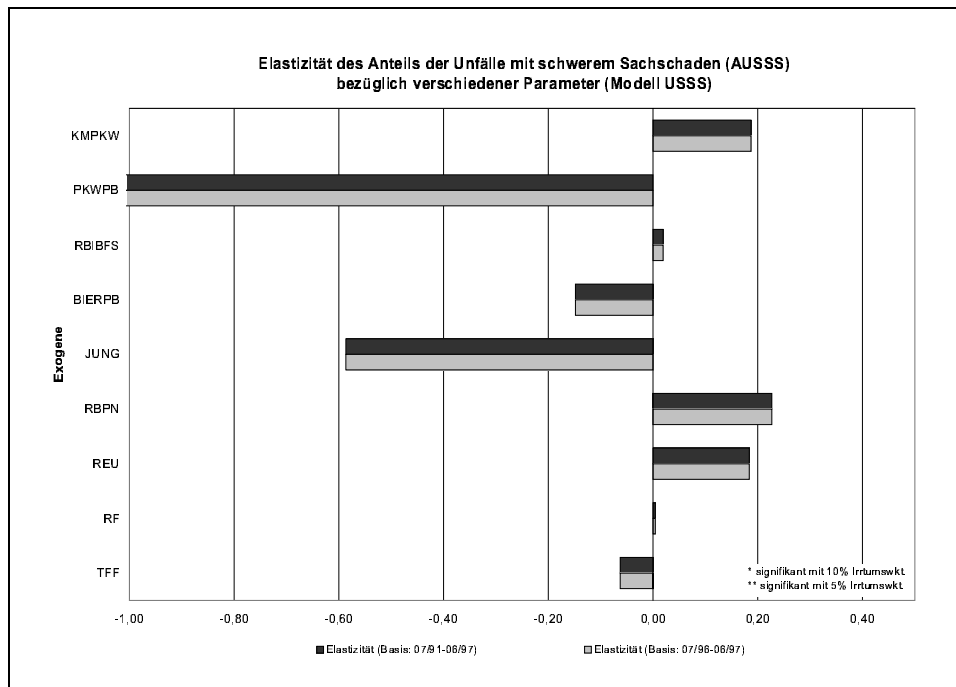


Abbildung 31: Unfälle mit schweren Sachschäden

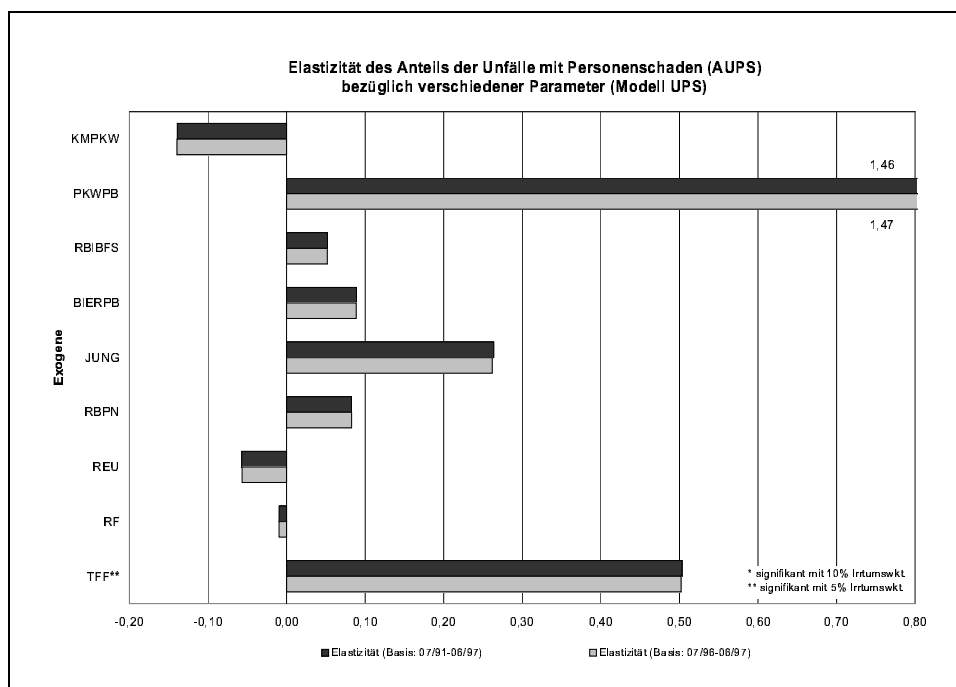


Abbildung 32: Unfälle mit Personenschäden

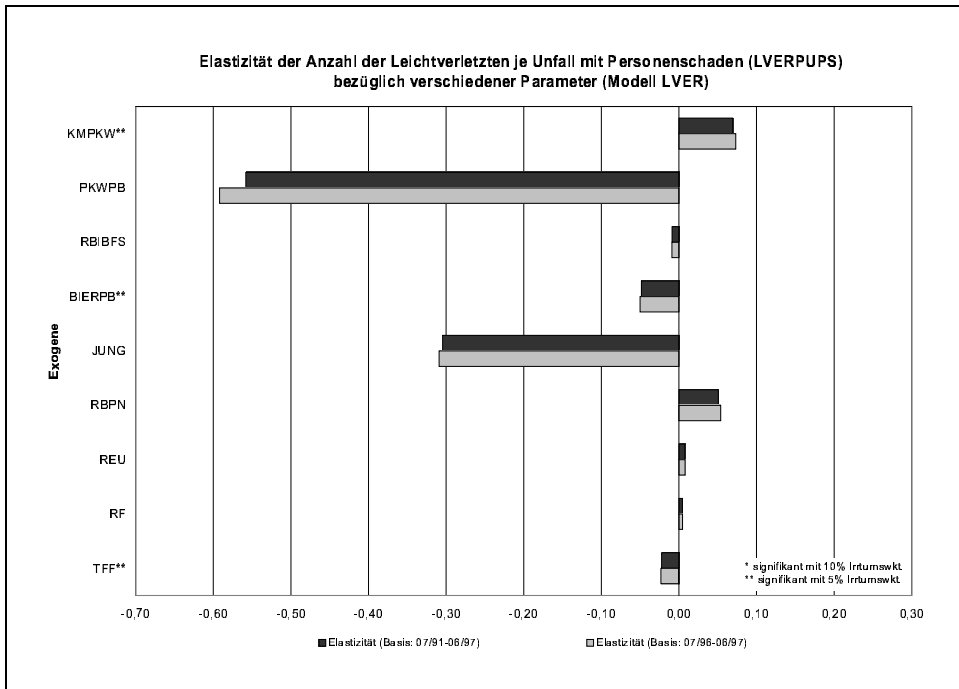


Abbildung 33: Leichtverletzte je Unfall mit Personenschaden

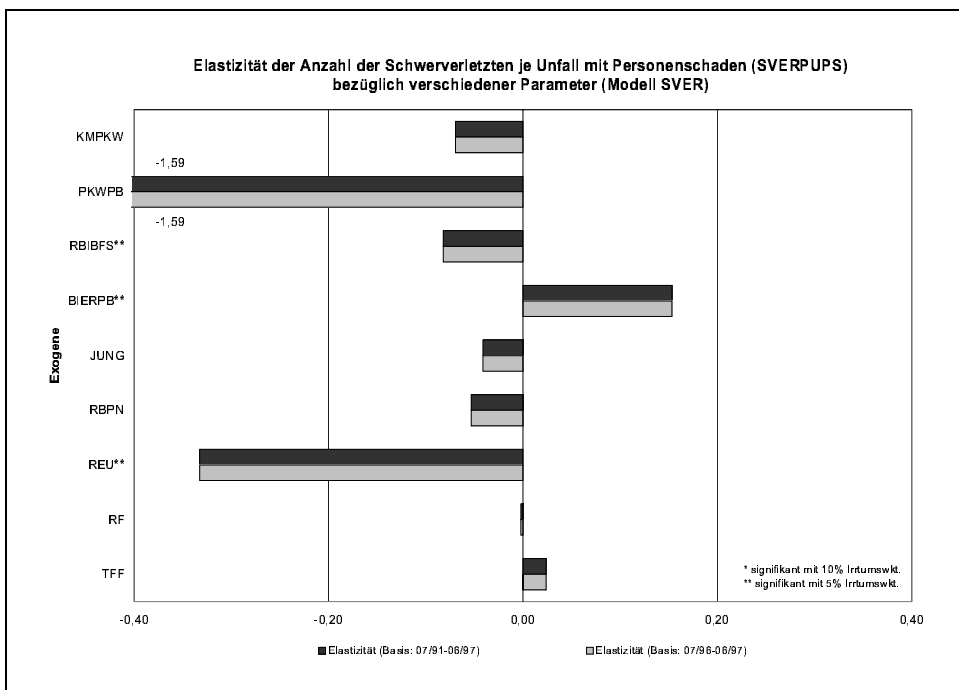
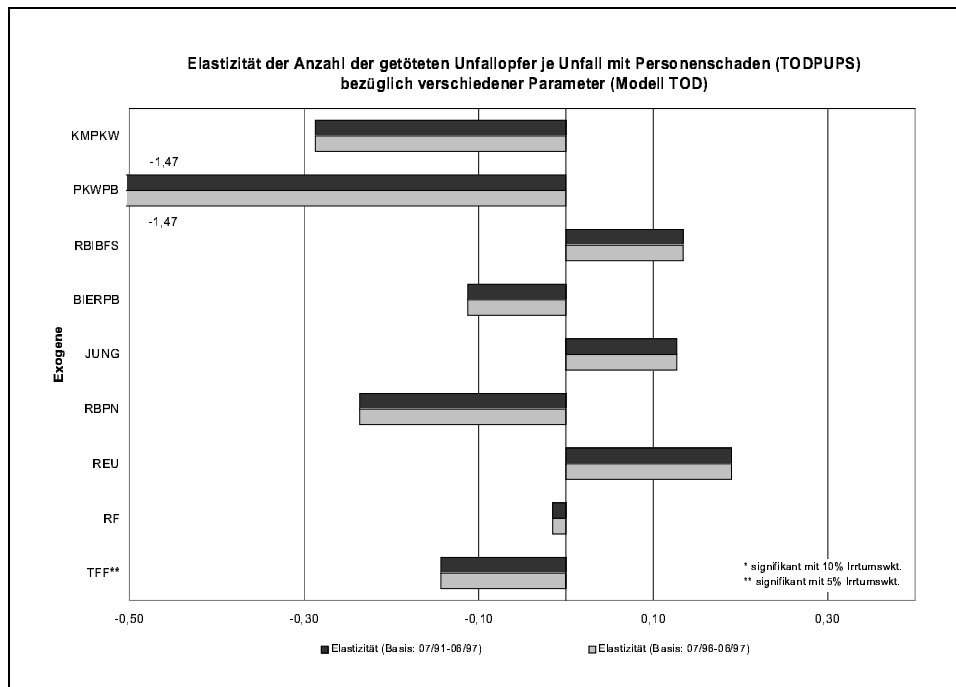


Abbildung 34: Schwerverletzte je Unfall mit Personenschaden



**Abbildung 35:** Getötete je Unfall mit Personenschaden

## E Datenbankdokumentation

**AULSS: Anteil der Unfälle mit leichtem Sachschaden an Unfällen insgesamt**

$$AULSS = \frac{ULSS}{UG}$$

**Quellen**

ULSS, UG

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**AUPS: Anteil der Unfälle mit Personenschaden an Unfällen insgesamt**

$$AUPS = \frac{UPS}{UG}$$

**Quellen**

UPS, UG

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**AUSSS: Anteil der Unfälle mit schweren Sachschäden an Unfällen insgesamt**

$$AUSSS = \frac{USSS}{UG}$$

**Quellen**

USSS, UG

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**B: Bevölkerung**

Der Bevölkerungsstand insgesamt ergibt sich aus der Summe der männlichen und der weiblichen Bevölkerung. Es erfolgt eine lineare Interpolation der Quartalswerte auf Monatswerte. Die amtliche Statistik weist Reihen für Westdeutschland ( $B_{west}$ ) und Gesamtdeutschland ( $B$ ) auf. Demzufolge ergibt sich die Reihe für Ostdeutschland folgendermaßen:

$$B_{ost} = B - B_{west}$$

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 35, Reihen 1 und 2
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 684, Reihen 1 und 2

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 10/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97
- neue Bundesländer: 01/91 bis 10/97

**BIBFS: Bruttoinvestitionen in Bundesfernstraßen**

Die Reihe beschreibt die Bruttoinvestitionen in Bundesfernstraßen. Diese werden auf Jahresbasis vom DIW ermittelt.

**Berechnung**

Zunächst werden die Angaben für die Jahre 1968 bis 1976 von der Preisbasis 1976 auf die Preisbasis 1991 umgerechnet. Grundlage hierfür ist die Überlappung beider Zeitreihen in den Jahren 1977 bis 1982. Auf Basis dieser Werte wird ein mittlerer Umrechnungsfaktor gebildet. Die umbasierte Reihe wird anschließend in Quartalswerte umgerechnet. Der Gewichtungsfaktor wird aus den anteiligen Gesamtinvestitionen des Staates im jeweiligen Quartal bezogen auf das gesamte

Jahr ermittelt. Die so ermittelten Quartalswerte ( $Q_j$ ) werden wie folgt in Monatswerte umgerechnet:

$$BI_{1,j} = \frac{Q_j - \frac{Q_{j+1} - Q_j}{3}}{3}$$

$$BI_{2,j} = \frac{Q_j}{3}$$

$$BI_{3,j} = \frac{Q_j + \frac{Q_{j+1} - Q_j}{3}}{3}$$

- $BI_{i,j}$ , Bruttoinvestitionen im Monat  $i$  des Quartals  $j$
- Für das 4. Quartal 1996 wird angenommen, daß die Bruttoinvestitionen in jedem Monat gleich hoch sind.

### Quellen

- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1983, S. 44 f.
- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1998, S. 32 f.
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2623, Reihe 8
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4926, Reihe 8

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/97

### BIER: Bierabsatz

In der Reihe wird der monatliche Ausstoß (bis Dezember 1990) bzw. der monatliche Absatz (ab Januar 1991) von Bier in Liter abgebildet. Es wird angenommen, daß Absatz und Ausstoß den gleichen Sachverhalt beschreiben.

### Quelle

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (auf Anfrage)

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 01/98

**BIERP B: Bierproduktion pro Bevölkerung**

$$BIERP B = \frac{BIER}{B}$$

**Quellen**

BIER, B

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**BPN: Preis für Normalbenzin**

Die Reihe beschreibt den Preisindex für Normalbenzin (1991 = 100). Die Reihen liegen jeweils separat für Deutschland (West) und Deutschland (Ost) vor. Der gemeinsame Preisindex für Gesamtdeutschland ergibt sich wie folgt:

$$BPN = BPN_{west} \cdot \frac{B_{west}}{B} + BPN_{ost} \cdot \frac{B_{ost}}{B}$$

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4201, Reihe 254
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4202, Reihe 254
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Fachserie 17, Reihe 7
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (auf Anfrage)
- B

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/98
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/98



## BV: Benzinverbrauch

Die Reihe beschreibt den monatlichen Benzinverbrauch in 1000 Tonnen. Die aus den genannten Quellen ermittelten Daten erfassen den monatlichen Inlandsabsatz von Ottokraftstoff (Bundesamt für Wirtschaft) bzw. den monatlichen Inlandsabsatz von Motorenbenzin (Mineralölwirtschaftsverband). Es wird angenommen, daß monatlicher Absatz und monatlicher Verbrauch übereinstimmen. Für die Berechnung der Monatswerte des Jahres 1990 für Westdeutschland werden Anteilswerte auf Basis der gesamtdeutschen Monatswerte berechnet, da für dieses Jahr nur der Jahreswert für Westdeutschland vorliegt.

### Quellen

- Mineralölwirtschaftsverband, Hamburg (auf Anfrage)
- Bundesamt für Wirtschaft, Eschborn (auf Anfrage)

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/90 bis 12/97

## CPI: Consumer Price Index

Die Reihe beschreibt den Preisindex für die Lebenshaltung aller privaten Haushalte (1991 = 100). Die Reihen liegen jeweils separat für Deutschland (West) und Deutschland (Ost) vor. Der gemeinsame Preisindex für Gesamtdeutschland ergibt sich wie folgt:

$$CPI = CPI_{west} \cdot \frac{B_{west}}{B} + CPI_{ost} \cdot \frac{B_{ost}}{B}$$

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4201, Reihe 1
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4202, Reihe 1
- B

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/98
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/98

## D1990: Dummy-Variable zur Beschreibung der Effekte der deutschen Wiedervereinigung

Die Variable beschreibt den Effekt der deutschen Wiedervereinigung in den Modellen infolge der Währungsunion zum 01.07.1990. Es gilt:

$$D1990 = \begin{cases} 1 & 07/90-12/90 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

## DV: Dieselverbrauch

Die Reihe beschreibt den monatlichen Dieselverbrauch in 1000 Tonnen. Die aus den Quellen ermittelten Daten erfassen den monatlichen Inlandsabsatz von Dieselmotorkraftstoff. Es wird angenommen, daß monatlicher Absatz und monatlicher Verbrauch übereinstimmen. Für die Berechnung der Monatswerte des Jahres 1990 für Westdeutschland werden Anteilswerte auf Basis der gesamtdeutschen Monatswerte berechnet, da für dieses Jahr nur der Jahreswert für Westdeutschland vorliegt.

### Quellen

- Mineralölwirtschaftsverband, Hamburg (auf Anfrage)
- Bundesamt für Wirtschaft, Eschborn (auf Anfrage)

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/90 bis 12/97

## DVPKW: Kraftstoffverbrauch von PKW mit Dieselmotor

Die Reihe beschreibt den Dieselverbrauch von PKW in 1000 Tonnen. Da der Dieselverbrauch von PKW lediglich als Jahreswert ( $DVPKW_i$ ) für jedes Jahr  $i$  vorliegt, muß dieser zunächst in Monatswerte umgerechnet werden. Dazu wird im ersten Schritt der anteilige Dieselverbrauch von PKW im Jahr  $i$  ( $ADV_{PKW_i}$ ) anhand des kumulierten Dieselverbrauchs der Monate  $j$  im Jahr  $i$  ( $DV_{i,j}$ ) ermittelt:

$$ADV_{PKW_i} = \frac{DVPKW_i [t]}{\sum_{j=1}^{12} DV_{i,j} [t]}$$

Dieser Anteilswert ( $ADV_{PKW_i}$ ) wird anschließend linear in Monatswerte interpoliert ( $ADV_{PKW_{i,j}}$ ) und mittels  $DV_{i,j}$  in 1000 Tonnen umgerechnet:

$$DVPKW_{i,j} = DV_{i,j} \cdot ADVPKW_{i,j}$$

### Quellen

- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1983, S. 241
- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1998, S. 283
- DV

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/97

### EU: Umsätze des Einzelhandels

Die Reihe beschreibt den Index der Umsätze im Einzelhandel (1991 = 100).

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 1030, Reihe 2
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 1130, Reihe 2

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/94
- Deutschland (gesamt): 01/94 bis 02/99

### FSP: Führerschein auf Probe

Die Reihe beschreibt die Einführung des Führerscheins auf Probe ab November 1986. Es gilt:

$$FSP = \begin{cases} 1 & \text{ab 11/86} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

### **FVLPI: Preise für fremde Verkehrsleistungen**

Die Reihe beschreibt die monatliche Entwicklung der Verbraucherpreise für fremde Verkehrsleistungen (1991 = 100). Die Reihen liegen jeweils separat für Deutschland (West) und Deutschland (Ost) vor. Der gemeinsame Preisindex für Gesamtdeutschland ergibt sich wie folgt:

$$FVLPI = FVLPI_{west} \cdot \frac{B_{west}}{B} + FVLPI_{ost} \cdot \frac{B_{ost}}{B}$$

#### **Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 287, Reihe 19
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 811, Reihe 19
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4201, Reihe 267
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4202, Reihe 267
- B

#### **Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 10/97
- Deutschland (gesamt): 07/90 bis 10/97

### **HHG: Hohe Höchstgeschwindigkeit**

Die Reihe beschreibt die Einführung der hohen Höchstgeschwindigkeit von 100 Kilometer pro Stunde auf Landstraßen. Diese hohe Höchstgeschwindigkeit gilt von Oktober 1972 bis Oktober 1973 und ab April 1974. Es gilt:

$$HHG = \begin{cases} 1 & 10/72-10/73 \text{ und ab } 04/74 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

### **JUNG: Anteil junger männlicher Erwachsener an der Gesamtbevölkerung**

Die Reihe beschreibt den Anteil der 18- bis 25-jährigen männlichen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung. Die vorliegenden Jahresdaten werden auf Monatsdaten interpoliert, wobei angenommen wird, daß der gegebene Bevölkerungsstand vom 31.12. den Dezemberwert des jeweiligen Jahres repräsentiert.

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 37, Reihen 1 und 2 sowie 40, 42, 44, 46, 48, 50 und 52
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 686, Reihen 1 und 2 sowie 40, 42, 44, 46, 48, 50 und 52

**Zeiträume:**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/96
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/96

**KMPKW: Verkehrsnachfrage von PKW mit Benzin- und Dieselmotor**

$$KMPKW = KMPKWB + KMPKWD$$

**Quellen**

KMPKWB, KMPKWD

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/97

**KMPKWB: Verkehrsnachfrage von PKW mit Benzinmotor**

$$KMPKWB [km] = \frac{BV [t] \cdot 1340 \left[\frac{l}{t}\right]}{SEVPKWB \left[\frac{l}{100km}\right]} \cdot 100$$

**Quellen**

BV, SEVPKWB

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/97

**KMPKWD: Verkehrsnachfrage von PKW mit Dieselmotor**

$$KMPKWD [km] = \frac{DVPKW [t] \cdot 1190 \left[\frac{l}{t}\right]}{SEVPKW \left[\frac{l}{100km}\right]} \cdot 100$$

**Quellen**

DVPKW, SEVPKW

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/97

**KPIG: Kraftfahrer-Preisindex**

Die Reihe beschreibt die monatliche Entwicklung der Verbraucherpreise der Kfz-Anschaffung und -Unterhaltung (1991 = 100). Die Reihen liegen jeweils separat für Deutschland (West) und Deutschland (Ost) vor. Der gemeinsame Preisindex für Gesamtdeutschland ergibt sich wie folgt:

$$KPIG = KPIG_{west} \cdot \frac{B_{west}}{B} + KPIG_{ost} \cdot \frac{B_{ost}}{B}$$

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (auf Anfrage)
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4201, Reihe 46
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 4202, Reihe 46
- B

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 05/98
- Deutschland (gesamt): 07/90 bis 05/98

**LVER: Leichtverletzte**

Bei Verkehrsunfällen verletzte Personen, bei denen keine stationäre Behandlung oder eine stationäre Behandlung von weniger als 24 Stunden erfolgt, gelten als leichtverletzt. Unfälle, die Fußgänger allein betreffen (zum Beispiel Sturz bei

Glatteis), und Unfälle, die sich auf Privatgrundstücken ereignen, werden nicht erfaßt. Einbezogen werden aber Unfälle, bei denen Teilnehmer am Straßenverkehr im Bereich von Eisenbahnen verletzt werden. Personen, die innerhalb 30 Tagen an den Unfallfolgen sterben, rechnen nicht zu den Verletzten sondern zu den Getöteten Personen.

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihe 11
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihe 11

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## **LVERPUPS: Leichtverletzte pro Unfall mit Personenschaden**

$$LVERPUPS = \frac{LVER}{UPS}$$

### Quellen

LVER, UPS

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## **NHG: Niedrige Höchstgeschwindigkeit**

Die Reihe beschreibt die Einführung einer niedrigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h auf Landstraßen und 100 km/h auf Autobahnen infolge der ersten Ölkrise 1973/74. Es gilt:

$$NHG = \begin{cases} 1 & 11/73-03/74 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

**P08: Alkoholpromillegrenze**

Die Reihe beschreibt die Einführung der Blutalkoholgrenze von 0,8‰ ab August 1973. Es gilt:

$$P08 = \begin{cases} 1 & \text{ab 08/73} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

**PKMBPB: Personenkilometer Eisenbahn pro Bevölkerung**

$$PKMBPB = \frac{PKMB}{B}$$

**Quellen**

PKMB, B

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**PKMB: Personenkilometer Eisenbahn**

Die Reihe beschreibt die geleisteten Personenkilometer der Bahn innerhalb des Bundesgebietes.

**Quelle**

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 93, Reihe 2

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 01/98

**PKW: Personenkraftwagen**

$$PKW = PKWB + PKWD$$

**Quellen**

PKWB, PKWD



### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 06/97

### PKWB: Bestand an Personenkraftwagen mit Benzinmotor

Die Reihe beschreibt den Bestand an Personenkraftwagen mit Benzinmotor.

### Interpolation

Gegeben ist jeweils der PKW-Bestand zum 1.7. eines jeden Jahres. Dieser wird gleichgesetzt dem Wert am 30.6. jeden Jahres. Die gegebenen PKW-Bestandszahlen repräsentieren in der Zeitreihe damit den Wert für Juni. Zur Interpolation der Monatswerte werden folgende Annahmen getroffen:

1. Der erste Monat einer betrachteten Periode von zwölf Monaten sei Juli, der letzte bzw. zwölften Monat ist somit der Juni des Folgejahres.
2. Monate werden durch den Index  $i$  und Perioden durch den Index  $j$  gekennzeichnet.

Es sei:

- $b_j$ , Bestand an PKW mit Benzinmotor am 30. Juni, d. h. am Ende jeder Periode,
- $n_j$ , Summe der Neuzulassungen von PKW mit Benzinmotor in der Periode  $j$ ,
- $n_{i,j}$ , Neuzulassungen von PKW mit Benzinmotor im Monat  $i$  der Periode  $j$ .

Der monatliche Bestand an PKW mit Benzinmotor ( $b_{i,j}$ ) berechnet sich:

$$\begin{aligned} b_{i,j} &= b_{i-1,j} + \frac{n_{i,j}}{n_j} \cdot (b_j - b_{j-1}) \quad \forall i = [2, 12] \\ b_{1,j} &= b_{j-1} + \frac{n_{1,j}}{n_j} \cdot (b_j - b_{j-1}) \end{aligned}$$

Die Zeitreihe der Bestandszahlen für das frühere Bundesgebiet wird für den Zeitraum Januar 1968 bis Dezember 1990 aufgestellt. Der letzte gegebene Wert hierfür ist jedoch der für Juni 1990. Es ist deshalb notwendig, einen Wert für Dezember 1990 zu berechnen, da Zahlen über Neuzulassungen in Deutschland (West) nur bis Dezember 1990 vorliegen, so daß die Interpolation in oben beschriebener Weise nicht ohne weiteres möglich ist. Die Berechnung des Bestandes an PKW mit Benzinmotor für Dezember 1990 gestaltet sich wie folgt:

1. Gegeben ist der Gesamtbestand an PKW für den 1.1.1991 im früheren Bundesgebiet.
2. Der Anteil des Bestandes an PKW mit Benzinmotor am Gesamtbestand an PKW am 1.7.1990 wird berechnet. Es wird angenommen, daß dieser für den 1.7.1990 berechnete Anteilswert dem Wert für den 1.1.1991 entspricht.
3. Der Bestand an PKW mit Benzinmotor am 1.1.1991 ergibt sich durch Multiplikation des unter 1. gegebenen Wertes für den Gesamtbestand an PKW mit dem unter 2. ermittelten Anteilswert.
4. Dieser Bestand an PKW mit Benzinmotor am 1.1.1991 entspricht dem Wert für den 31.12.1990.

Analog wird bei der Berechnung der Bestandszahlen für den Darstellungsbereich Gesamtdeutschland für die Monate Januar 1991 und Dezember 1997 vorgegangen.

### Quellen

- VDA, Tatsachen und Zahlen aus der Kraftverkehrswirtschaft, 58. Folge, Frankfurt/M. 1994, S. 160
- Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes, Heft 12/1992
- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1998, S. 139
- NPKWB

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 06/97

### **PKWD: Bestand an Personenkraftwagen mit Dieselmotor**

Die Reihe beschreibt den Bestand an Personenkraftwagen mit Dieselmotor (zur Interpolation und den Quellen vgl. PKWB).

### Zeiträume:

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 06/97

**PKWPB: Personenkraftwagen pro Bevölkerung**

$$PKWPB = \frac{PKW}{B}$$

**Quellen**

PKW, B

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 06/97

**PV: Preisverhältnis**

$$PV = \frac{RKPIG}{RFVLPI}$$

**Quellen**

RKPIG, RFVLPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 10/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**RBIBFS: Reale Bruttoinvestitionen in Bundesfernstraßen**

$$RBIBFS = \frac{BIBFS}{CPI}$$

**Quellen**

BIBFS, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**RBPN: Realer Preis für Normalbenzin**

$$RBPN = \frac{BPN}{CPI}$$

**Quellen**

BPN, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/98
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**REU: Reale Umsätze des Einzelhandels**

$$REU = \frac{EU}{CPI}$$

**Quellen**

EU, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/94
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**RF: Regentage in Frankfurt/M.**

Die Reihe beschreibt die Anzahl der Regentage in Frankfurt/M. Regentage sind dabei entsprechend den monatlichen Witterungsberichten des Deutschen Wetterdienstes definiert als Tage mit mindestens 1 mm Niederschlag pro m<sup>2</sup>.

**Quelle**

Deutscher Wetterdienst, Monatlicher Witterungsbericht für die Bundesrepublik Deutschland, Offenbach

**Zeitraum**

01/68 bis 09/97

**RFVLPI: Realer Preisindex für fremde Verkehrsleistungen**

$$RFVLPI = \frac{FVLPI}{CPI}$$

**Quellen**

FVLPI, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 10/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**RKPIG: Realer Kraftfahrerpreisindex gesamt**

$$RKPIG = \frac{KPIG}{CPI}$$

**Quellen**

KPIG, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 05/98
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 10/97

**RZN: Reale Zwischennachfrage**

$$RZN = \frac{ZN}{CPI}$$

**Quellen**

ZN, CPI

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/94
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 12/98

## **SEVPKWB: Spezifischer Energieverbrauch von PKW mit Benzinmotor**

Die Reihe beschreibt den durchschnittlichen Energieverbrauch von PKW mit Benzinmotor in Liter je 100 km. Sie basiert auf Angaben des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung, welche in der Reihe Verkehr in Zahlen jährlich veröffentlicht sind. Für die vorliegende Reihe werden die Informationen der Jahrgänge 1983, 1993 und 1997 verwendet. Insbesondere die Zahlen des Jahrgangs 1997 sind mit denen der älteren Jahrgängen nicht kompatibel. Für diese Jahre werden deshalb auf Basis der Angaben in 1993 und in 1997 das arithmetische Mittel gebildet. Für die Interpolation wird angenommen, daß der angegebene Jahreswert ein Mittelwert für das jeweilige Jahr darstellt und für den Monat Juni gilt. Die Änderung des durchschnittlichen Energieverbrauchs erfolgt linear.

### **Quellen**

- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1983, S. 241
- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1993, S. 286 f.
- DIW, Verkehr in Zahlen, Berlin 1997, S. 276 f.

### **Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/90 bis 12/97

## **SEVPKWD: Spezifischer Energieverbrauch von PKW mit Dieselmotor**

Die Reihe beschreibt den durchschnittlichen Energieverbrauch von PKW mit Benzinmotor in Liter je 100 km (zu weiteren Anmerkungen und Quellen vgl. SEVPKWB).

### **Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/90 bis 12/97

## SSKI: Sachschaden Klassifikationsindex

Die Reihe beschreibt die Einführung einer neuen Schadensgrenze für die Klassifizierung leichter bzw. schwerer Sachschäden ab Januar 1983. Vor diesem Zeitpunkt gelten alle Schäden über 1000,- DM als schweren Sachschäden, danach ist diese Grenze auf 3000,- DM angehoben worden. Es gilt:

$$SSKI = \begin{cases} 1 & \text{ab 01/83} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

## SVER: Schwerverletzte

Bei Verkehrsunfällen verletzte Personen, bei denen eine stationäre Behandlung von mindestens 24 Stunden erfolgt, gelten als schwerverletzt. Unfälle, die Fußgänger allein betreffen (zum Beispiel Sturz bei Glatteis), und Unfälle, die sich auf Privatgrundstücken ereignen, werden nicht erfaßt. Einbezogen werden aber Unfälle, bei denen Teilnehmer am Straßenverkehr im Bereich von Eisenbahnen verletzt werden. Personen, die innerhalb 30 Tagen an den Unfallfolgen sterben, rechnen nicht zu den Verletzten, sondern zu den Getöteten Personen.

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihe 10
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihe 10

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## SVERPUPS: Schwerverletzte pro Unfall mit Personenschäden

$$SVERPUPS = \frac{SVER}{UPS}$$

### Quellen

SVER, UPS

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**TFF: Durchschnittliche Lufttemperatur in Frankfurt/M.**

Die Reihe beschreibt die durchschnittliche monatliche Lufttemperatur in Frankfurt/M. in °C.

**Quelle**

Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart

**Zeitraum**

01/68 bis 10/98

**TOD: Getötete**

Die Reihe umfaßt alle bei Verkehrsunfällen getötete Personen und Personen, die innerhalb 30 Tagen an den Unfallfolgen sterben. Unfälle, die Fußgänger allein betreffen (zum Beispiel Sturz bei Glatteis), und Unfälle, die sich auf Privatgrundstücken ereignen, werden nicht erfaßt. Einbezogen werden aber Unfälle, bei denen Teilnehmer am Straßenverkehr im Bereich von Eisenbahnen verletzt werden.

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihe 8
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihe 8

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97



## **TODPUPS: Getötete Personen pro Unfall mit Personenschaden**

$$TODPUPS = \frac{TOD}{UPS}$$

### **Quellen**

TOD, UPS

### **Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/90
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## **UG: Unfälle gesamt**

$$UG = USS + UPS$$

### **Quellen**

USS, UPS

### **Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## **ULSS: Unfälle mit leichtem Sachschaden**

Die Reihe beschreibt alle polizeilich erfaßten Straßenverkehrsunfälle, bei denen infolge des Fahrverkehrs auf öffentlichen Wegen und Plätzen Sachschaden bis zu einer bestimmten Höhe an beweglichen oder unbeweglichen Sachen bei jedem der Geschädigten entstanden ist. Die maximale Schadenshöhe beträgt bis Dezember 1982 1000 DM, von Januar 1983 bis Dezember 1990 3000 DM und ab Januar 1991 4000 DM. Ab Januar 1995 werden Sachschadensunfälle unter Alkoholeinwirkung und sonstige Sachschadensunfälle in der amtlichen Statistik getrennt erfaßt. In der Reihe ULSS sind diese beiden amtlichen Kategorien ab Januar 1995 aggregiert. Nicht erfaßt werden die nicht polizeilich aufgenommenen Unfälle sowie die Unfälle auf Privatgrundstücken. Die von der Polizei aufgenommenen Unfälle werden unterschieden nach Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit Sachschaden.

Wird bei einem Straßenverkehrsunfall mindestens eine Person getötet oder verletzt, rechnet dieser Unfall unabhängig von einem eventuellen Sachschaden zu den Unfällen mit Personenschaden.

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihen 5 und 6
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihen 5 und 6

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## UPS: Unfälle mit Personenschaden

Die Reihe umfaßt Unfälle, bei denen infolge des Fahrverkehrs auf öffentlichen Wegen und Plätzen Personen getötet oder verletzt werden, unabhängig von einem eventuellen Sachschaden. Nicht erfaßt werden die nicht polizeilich aufgenommenen Unfälle sowie die Unfälle auf Privatgrundstücken. Die von der Polizei aufgenommenen Unfälle werden unterschieden nach Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit Sachschaden. Wird bei einem Straßenverkehrsunfall mindestens eine Person getötet oder verletzt, rechnet dieser Unfall unabhängig von einem eventuellen Sachschaden zu den Unfällen mit Personenschaden.

### Quellen

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihe 2
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihe 2

### Zeiträume

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

## USS: Unfälle mit Sachschäden

$$USS = ULSS + USSS$$

**Quellen**

ULSS, USSS

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**USSS: Unfälle mit schwerem Sachschaden**

Die Reihe beschreibt alle polizeilich erfaßten Straßenverkehrsunfälle, bei denen infolge des Fahrverkehrs auf öffentlichen Wegen und Plätzen Sachschaden ab einer bestimmten Höhe an beweglichen oder unbeweglichen Sachen bei jedem der Geschädigten entstanden ist. Die Mindestschadenshöhe beträgt bis Dezember 1982 1000 DM, von Januar 1983 bis Dezember 1990 3000 DM und ab Januar 1991 4000 DM.

Nicht erfaßt werden die nicht polizeilich aufgenommenen Unfälle sowie die Unfälle auf Privatgrundstücken. Die von der Polizei aufgenommenen Unfälle werden unterschieden nach Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit Sachschaden. Wird bei einem Straßenverkehrsunfall mindestens eine Person getötet oder verletzt, rechnet dieser Unfall unabhängig von einem eventuellen Sachschaden zu den Unfällen mit Personenschaden.

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2591, Reihe 4
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 3551, Reihe 4

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 11/97
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 11/97

**ZN: Zwischennachfrage**

Die Reihe beschreibt den Index des Auftragseingangs für das Investitionsgüter produzierende Gewerbe (1991 = 100).

**Quellen**

- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 1040, Reihen 1 bis 4
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 1084, Reihen 4 bis 12
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Segment 2659, Reihen 4 bis 12

**Zeiträume**

- früheres Bundesgebiet: 01/68 bis 12/94
- Deutschland (gesamt): 01/91 bis 04/99

## Literatur

- Aberle, G./ Engel, M. (1993): *Der volkswirtschaftliche Nutzen des Straßengüterfernverkehrs*, Giessen
- Belsley, D. A./ Kuh, E./ Welsch, R. E. (1980): *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*, New York
- Berg, H.-Y. (1994): *Lifestyle, Traffic and Young Drivers: an Interview Study: VTI Rapport 389 A*, Linköping
- Blum, U. (1998): Positive Externalities of Transportation and the Allocation of Infrastructure – An Evolutionary Perspective, *Journal of Transportation and Statistics*, 1(3), 81–88
- Blum, U. (2000): *Volkswirtschaftslehre*, München, 3. Aufl.
- Blum, U./ Gaudry, M. (2000): The SNUS 2.5 Model for Germany, *Structural Road Accident Models: The International DRAG Family*, herausgegeben von M. Gaudry/ S. Lassarre, Oxford
- Blum, U./ Foos, G./ Gaudry, M. (1988): Aggregate Time Series Gasoline Demand Models: Review of the Literature and New Evidence for West Germany, *Transportation Research A*, 22, 75–88
- Box, G. E. P./ Cox, D. R. (1964): An Analysis of Transformations, *Journal of the Royal Statistical Society B*, 26, 211–243
- Box, G. E. P./ Jenkins, G. M./ Reinsel, G. C. (1994): *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Englewood Cliffs, 3. Aufl.
- Button, K. (1993): *Transport, the Environment and Economic Policy*, Hampshire
- Catchpole, J. E./ Cairney, P. T./ Macdonald, W. A. (1994): *Why Are Young Drivers Over-Represented in Traffic Accidents?*, Vermont South
- DIW (1983): *Verkehr in Zahlen*, Berlin
- DIW (1997): *Verkehr in Zahlen*, Berlin

- DIW (1998): *Verkehr in Zahlen*, Berlin
- Foos, G./ Gaudry, M. (1986): Ein Straßenverkehrsnachfragemodell für die Bundesrepublik Deutschland, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 57, 156–176
- Fournier, F./ Simard, R. (1997): *Mise à jour du modèle économétrique DRAG-2: Application au kilométrage, aux accidents, à leur gravité et aux victimes de la route*, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec
- Frey, R. (1994): Anlastung der externen Kosten des Verkehrs in der Schweiz: Wissenschaftliche Grundlagen und Bestrebungen zur politischen Umsetzung, *Verkehr und Umwelt: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen zur Verringerung von Luftschadstoffemissionen des Verkehrs*, herausgegeben von Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, S. 123–149, Bergisch Gladbach
- Fridström, L. (1999): *Econometric Models of Road Use, Accidents, and Road Investment Decisions, Volume II, TÖI Report 457/1999, Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research, Oslo*
- Gaudry, M./ Lassarre, S. (2000): *Structural Road Accident Models: The International DRAG Family*, Oxford
- Güntensperger, H. (1993): *Die Nachfrage nach Pkw und Kraftstoffen im Individualstraßenverkehr – Eine ökonometrische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland*, München
- von Holst, H./ Nygren, A./ Thord, R. (1995): *Transportation, traffic safety and health: The new mobility*, Göteborg
- Jaeger, L. (1997): *L'évaluation du risque dans le système des transports routiers par le développement du modèle TAG*, Strasbourg
- Judge, G. G./ Griffiths, W. E./ Hill, R. C./ Lütkepohl, H./ Lee, T.-C. (1985): *The Theory and Practice of Econometrics*, New York, 2. Aufl.
- Mauch, S./ Rothengatter, W. (1995): *Externe Effekte des Verkehrs*, Paris

Mineralölwirtschaftsverband (1998): *Mineralöl-Zahlen 1998*, Hamburg

Ortuzar, J./ Willumsen, L. (1994): *Modelling Transport*, Chichester, 2. Aufl.

White, K./ Demetsky, M. (1991): Transportation Modelling, *Concise Encyclopedia of Traffic & Transportation Systems*, herausgegeben von M. Papageorgiou, S. 560–563, Oxford