

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK**

Bundesamt für Strassen ASTRA

Prognose der Strassen- verkehrsunfälle 2010

***Pronostic du nombre des accidents de la
circulation routière 2010***

***Teilprojekt zum Forschungsprojekt ASTRA2000/447
"Grundlagen einer Strassenverkehrspolitik der Schweiz",
Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu***

Ernst Basler & Partner

Hans Merz, dipl. Bauing. ETH

Hanspeter Schlatter, dipl. Kulturing. ETH

***Forschungsauftrag ASTRA
2001/061 auf Antrag des
Bundesamtes für Strassen (ASTRA)***

Bern, November 2002

VESIPO

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	1
RÉSUMÉ	I
I. EINLEITUNG	3
1. Ausgangslage	3
2. Aufgabenstellung	3
3. Grundlagen	4
II. ANALYSE DER AUFGABENSTELLUNG	5
1. Indikatoren	5
2. Blick zurück: Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten	5
2.1 Schweiz	5
2.2 Ausland	7
2.3 Wirkung von Massnahmen	9
2.4 Einflussfaktoren	11
III. MODELLBILDUNG	12
1. Allgemeines zur Prognose von Unfallzahlen im Strassenverkehr	12
1.1 Problematik von Prognosen in der Strassenverkehrssicherheit	12
1.2 Möglichkeiten von Trendwenden	14
1.3 Spektrum möglicher Prognosemodelle und Auswahl	15
2. Beschreibung der verwendeten Prognosemodelle	16
2.1 Einleitung	16
2.2 Global	17
2.3 Altersgruppen	19
2.4 Ortslage	21
2.5 Verkehrsteilnehmerkategorie	23
2.6 Analyse der über jeweils fünf Vorjahre gemittelte Werte ("Fünfjahresmodell")	25
2.7 Zusammenstellung der Parameter der Trendanalysen	28
IV. RESULTATE DER PROGNOSEMODELLE FÜR DIE JAHRE 2005, 2010 UND 2020	30
1. Rohdaten aufgrund der Extrapolationen	30
1.1 Todesopfer	30
1.2 Schwerverletzte	31
1.3 Zusammenstellung der Werte, Bandbreite der Prognosen	32

V.	INTERPRETATION DER PROGNOSEN UND FOLGERUNGEN	34
1.	Beurteilung von Einflussfaktoren auf die Unfallzahlen im Strassenverkehr	34
1.1	Einleitung	34
1.2	Bevölkerung	34
1.3	Anzahl Fahrzeuge	36
1.4	Infrastruktur	37
1.5	Fahrzeugtechnik	39
1.6	Erziehung und Ausbildung	40
1.7	Rechtliche Regelungen	40
1.8	Rettungswesen	41
1.9	Wirtschaftliche Entwicklung	42
1.10	Geräte in Fahrzeugen	42
1.11	Klimawandel / Witterung	43
1.12	Zusammenstellung Bewertungsmatrix	43
2.	"Beste Schätzung" der Unfallzahlen 2005, 2010 und 2020	44
VI.	LITERATUR	46
VII.	ANHANG	49

ZUSAMMENFASSUNG

Prognose der Strassenverkehrsunfälle 2010

Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) hat die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) mit der Erarbeitung von Grundlagen einer zukünftigen Verkehrssicherheitspolitik des Bundes (VESIPO) beauftragt. Das Ziel von VESIPO ist unter anderem, die Anzahl der Strassenverkehrstopfer weiter zu reduzieren: Nachdem Anfang 1970 knapp 1800 Todesopfer pro Jahr auf Schweizer Strassen zu verzeichnen waren, sank die Anzahl während der letzten dreissig Jahre ziemlich kontinuierlich auf den Stand von derzeit rund 600 Todesopfer pro Jahr. Mit VESIPO soll nun die Anzahl der Todesopfer und der schwerverletzten Personen pro Jahr zunächst bis zum Jahre 2010 auf den Wert von 300 bzw. 3000 gesenkt werden. Anschliessend soll eine weitere Reduktion angestrebt werden.

Im Rahmen dieses übergeordneten Auftrages VESIPO sind verschiedene Teilprojekte formuliert worden. Das Ziel des vorliegenden Teilprojektes ist es, möglichst plausible Prognosewerte für die Anzahl der zu erwartenden Todesopfer und Schwerverletzten auf Schweizer Strassen für die Jahre 2005, 2010 und 2020 zu erarbeiten, und zwar unter der Annahme, dass die permanenten Anstrengungen zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit auch in den kommenden Jahren ähnlich verlaufen werden wie in den vergangenen 10 bis 20 Jahren. Diese Prognosen sollen eine Aussage darüber ermöglichen, ob mit einer Fortschreibung der heutigen Intensität der Anstrengungen in der Strassenverkehrssicherheit die mittel- und langfristigen Zielsetzungen erreicht werden können oder ob die Intensität der Anstrengungen in Zukunft deutlich erhöht werden müsste.

Das Unfallgeschehen im Strassenverkehr wird von einer sehr grossen Zahl von Einflussgrössen in den Bereichen Mensch, Fahrzeug, Technik und Umwelt bestimmt. Die Vielzahl dieser Einflussgrössen und die fehlenden Kenntnisse über deren Bedeutung und Wirkung im Gesamtsystem machen eine "genaue" Prognose vor allem über einen längeren Zeitraum schwierig und gar unmöglich. In Ermangelung entsprechender Prognosemodelle und in Anbetracht der verfügbaren Zeit und Mittel wurden die Prognosen im vorliegenden Bericht aufgrund einer statistischen Analyse von Zeitreihen der Todesopfer und Schwerverletzten der letzten 25 Jahre vorgenommen. Dieses Vorgehen ist gerechtfertigt, weil die Zeitreihen in der statischen Trendanalyse in vielen Fällen gute bis sehr gute Korrelationen aufweisen.

Für die Erstellung der Prognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020 standen detaillierte Zeitreihen für Todesopfer und Schwerverletzte ab 1976 bis 1999 zur Verfügung. Nebst den jährlichen Gesamtsummen standen Zeitreihen für folgende Teilgruppen zur Verfügung:

fünf Altersgruppen (0–17, 18–24, 25–44, 45–64, 65-Jährige und älter), drei Ortschaften (innerorts, ausserorts, Autobahnen) und acht Verkehrsteilnehmerkategorien (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Fahrrad, Motorrad, Motorfahrrad, Fussgänger und "andere").

Für alle diese Zeitreihen wurden Trendanalysen meist mit Exponentialfunktionen durchgeführt, die in vielen Fällen sehr hohe Korrelationen aufwiesen. Für die Prognose der Todesopfer wurde zudem ein weiteres Modell entwickelt, mit welchem die Todesopfer des kommenden Jahres auf der Basis der Zahlenwerte der jeweils fünf vergangenen Jahre berechnet werden.

Die mit diesen statistischen Analysen resultierenden Prognosewerte wurden in einem zweiten Schritt überprüft und angepasst. Dabei wurden mit einem qualitativen Modell die Einflüsse folgender Faktoren auf das Unfallgeschehen im Strassenverkehr abgeschätzt: Entwicklung der Bevölkerung und der Wirtschaft, der Anzahl Fahrzeuge, der Verkehrsinfrastruktur, der Fahrzeugtechnik und der zusätzlichen Geräte im Fahrzeug, der Ausbildung und Erziehung der Verkehrsteilnehmer, der rechtlichen Regelungen und des Rettungswesens. Die Bewertung erfolgte im Vergleich zur Entwicklung der vergangenen zwanzig Jahre. Insgesamt wurde die Entwicklung all dieser Einflüsse so eingeschätzt, dass eine leicht günstigere Entwicklung zu erwarten ist, als dies die im ersten Schritt durchgeführten Trendanalysen prognostizierten. Da die qualitative Beurteilung keine Aussage über das Ausmass dieser Reduktion zuließ, wurden die Werte im Bereich der Streuung der einzelnen Modelle sinnvoll gerundet.

Als Prognosewerte werden nach Berücksichtigung der Korrektur durch die Einflussgrößen folgende Werte angegeben:

Tabelle 1:

"Beste Schätzung" der Todesopfer und Schwerverletzten auf Schweizer Strassen in den Jahren 2005, 2010 und 2020

	heute (2000)	2005	2010	2020
Todesopfer	600	500	400	300
Schwerverletzte	6200	5000	4000	3000

Die Untersuchung kommt zu Schluss, dass aufgrund der heutigen Einschätzung das Ziel, die Anzahl Todesopfer auf Schweizer Strassen bis ins Jahr 2010 auf 300 senken zu können, zu optimistisch erscheint. Um es dennoch erreichen zu können, bedarf es wesentlich intensiverer Sicherheitsanstrengungen als bisher.

RÉSUMÉ

Pronostic du nombre des accidents de la circulation routière 2010

L'Office fédéral des routes (OFROU) a mandaté le Bureau suisse de prévention des accidents (bpa) pour élaborer les bases d'une future politique de la sécurité routière de la Confédération (VESIPO). Cette dernière vise, entre autres, à abaisser encore davantage le nombre des victimes de la route. Le nombre de tués sur les routes suisses a constamment diminué au cours des derniers 30 ans: de près de 1800 tués au début des années 70, il a passé au chiffre actuel de 600 tués par an. La nouvelle politique de la sécurité routière entend, d'ici à l'an 2010, réduire le nombre de tués et de blessés graves à 300 respectivement 3000 par an, puis réduire encore davantage ces chiffres.

Le mandat VESIPO se divise en plusieurs projets partiels. La présente étude a pour but de pronostiquer aussi exactement que possible le nombre de tués et de blessés graves sur les routes suisses pour les années 2005, 2010 et 2020, en admettant que les moyens investis dans la sécurité soient sensiblement les mêmes qu'au cours des 10 à 20 dernières années. Ces pronostics visent à répondre à la question de savoir si les efforts actuels permettent d'atteindre les buts à moyen et à long terme ou s'il faut au contraire sensiblement les intensifier à l'avenir.

Le nombre d'accidents de la route dépend de nombreux facteurs liés à l'être humain, aux véhicules, à la technique et à l'environnement. La multitude des influences et les lacunes de connaissance quant à leurs effets dans le système global rendent les pronostics difficiles, voire impossibles et, à plus forte raison, ceux à long terme. Du fait de l'absence de modèles ainsi que du temps et des moyens impartis, les pronostics émis dans le présent rapport se basent sur une analyse statistique de séries chronologiques des tués et des blessés graves au cours des derniers 25 ans. Cette démarche se justifie du fait que les séries chronologiques présentent souvent des corrélations bonnes à excellentes dans l'analyse statique des tendances.

Les pronostics pour les années 2005, 2010 et 2020 se basent sur des séries chronologiques détaillées des tués et des blessés graves des années 1976 à 1999. Les séries chronologiques suivantes ont été analysées en plus des sommes totales annuelles: 5 classes d'âge (0–17, 18–24, 25–44, 45–64 ans, 65 ans et plus), 3 situations (en localité, hors localité, autoroutes) et 8 catégories d'usagers (voitures de tourisme, voitures de livraison, camions, cycles, motocycles, cyclomoteurs, piétons et «autres»).

Ces séries chronologiques ont fait l'objet d'analyses des tendances, la plupart avec des fonctions exponentielles ayant le plus souvent des corrélations élevées. Un autre modèle, basé sur les chiffres des cinq dernières années, a été développé en vue de pronostiquer le nombre de tués au cours de l'année à venir.

Une seconde étape a consisté à contrôler et à adapter les pronostics résultant de ces analyses. L'influence des facteurs suivants sur le nombre d'accidents a été évaluée à l'aide d'un modèle qualitatif: évolution démographique et économique, des volumes de trafic, de l'infrastructure routière, de la technique du véhicule et des équipements complémentaires du véhicule, de la formation et de l'éducation des usagers de la route, des règles juridiques et des services de sauvetage. Cette évaluation s'est appuyée sur

l'évolution au cours des 20 dernières années. Pour l'ensemble, il ressort de l'examen de ces influences que l'évolution sera légèrement plus favorable que ne l'annoncent les résultats de l'analyse des tendances. L'évaluation qualitative ne permettant pas de se prononcer sur l'importance de cette réduction, les valeurs ont été pondérées dans le domaine de dispersion des divers modèles.

Les pronostics, après correction par les facteurs d'influence, sont les suivants:

Tableau 2:

"meilleur pronostic" du nombre de tués et de blessés graves sur les routes suisses pour les années 2005, 2010 et 2020.

	aujourd'hui (2000)	2005	2010	2020
Tués	600	500	400	300
Blessés graves	6200	5000	4000	3000

L'étude conclut que, vu l'évaluation actuelle, le but de réduire le nombre de tués sur les routes suisses à 300 d'ici à l'an 2010 paraît trop optimiste. Pour l'atteindre malgré tout, les efforts doivent être notablement intensifiés.

I. EINLEITUNG

1. Ausgangslage

Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) hat die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) mit der Erarbeitung von Grundlagen einer künftigen Verkehrssicherheitspolitik des Bundes (VESIPO) beauftragt. Der Auftrag umfasst die Erarbeitung und Beurteilung von Sicherheitsmassnahmen im Strassenverkehr auf der Basis eines Vergleichs des Ist- mit dem Sollzustand. Dazu gehören auch die Analyse gesellschaftlicher, technischer, volkswirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen sowie Schlussfolgerungen für die Umsetzung von Massnahmen [10].

Das Ziel von VESIPO ist, die Anzahl der Strassenverkehrsoffer weiter zu reduzieren: Nachdem Anfang 1970 mit knapp 1800 Todesopfern pro Jahr auf Schweizer Strassen ein trauriger Rekord verzeichnet wurde, sank die Anzahl während der letzten dreissig Jahre ziemlich kontinuierlich auf den Stand von derzeit rund 600 Todesopfern pro Jahr. In den letzten vier Jahren verharrt diese Zahl auf diesem Stand. Als konkrete Zielvorstellung von VESIPO soll mittelfristig bis zum Jahre 2010 der Wert von 300 Todesopfern pro Jahr erreicht werden. Langfristig schwebt als Ideal vor, sich der Zahl von Null Todesopfern und Schwerverletzten anzunähern. Diesem als VISION ZERO bekannt gewordenen Ideal wird z. B. in Schweden seit einigen Jahren nachgelebt. Schweden hat heute einen Stand erreicht, der gerechnet pro Einwohner deutlich unter jenem der Schweiz liegt [11].

2. Aufgabenstellung

Im Rahmen dieses übergeordneten Auftrages VESIPO sind verschiedene Teilprojekte formuliert worden. Der vorliegende Bericht behandelt das Teilprojekt "Unfallprognose" und wurde in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurunternehmen Ernst Basler + Partner AG (Zollikon) im Frühjahr 2001 erstellt.

Das Ziel dieses Teilprojektes¹ ist es, möglichst plausible Prognosewerte für die Anzahl der zu erwartenden Todesopfer und Schwerverletzten auf Schweizer Strassen für die Jahre 2005, 2010 und 2020 zu erarbeiten, und zwar unter der Annahme, dass die permanenten Anstrengungen zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit (in den Bereichen Mensch, Infrastruktur, Erziehung, Technik inkl. Fahrzeugtechnik usw.) auch in den kommenden Jahren ähnlich verlaufen wie in den vergangenen 10 bis 20 Jahren.

Diese Prognosen sollen eine Aussage darüber ermöglichen, ob mit einer Fortschreibung der heutigen Intensität der Anstrengungen in der Strassenverkehrssicherheit die eingangs erwähnten mittel- und langfristigen Zielsetzungen erreicht werden können oder ob die Intensität der Anstrengungen in Zukunft deutlich erhöht werden müsste.

Um diese Aussage zu ermöglichen sollen einerseits retrospektive Analysen des Unfallgeschehens (z. B. hinsichtlich Altersgruppen, Geschlecht, Ortslage usw.)

¹ vgl. Auftragsbeschreibung: Forschungsprojekt Unfallprognose 2010 (ext. Teilprojekt VESIPO vom 19.1.2001)

vorgenommen werden und andererseits die Einflüsse von weiteren unfallbestimmenden Faktoren (z. B. demographische Entwicklung, Verkehrsentwicklung, usw.) in den nächsten 5 bis 20 Jahren abgeschätzt werden.

Es ist ausdrücklich nicht Ziel dieser Untersuchung, Schwerpunkte für zukünftige zusätzliche Massnahmen zur Verbesserung der Strassenverkehrssicherheit zu eruieren.

3. Grundlagen

Als Grundlagen für die vorliegende Arbeit standen die jährliche Anzahl Todesopfer im Strassenverkehr über das ganze letzte Jahrhundert sowie die jährliche Anzahl der Schwerverletzten seit 1970 zur Verfügung. Ab 1976 (bis 1999) standen zudem diese Zahlenwerte aufgeschlüsselt nach folgenden Kriterien zur Verfügung (total 240 Zeitreihen; in Tabelle 10 und Tabelle 11 im Anhang sind diese in 32 Zeitreihen zusammengefasst wiedergegeben):

- Fünf Altersgruppen: 0–17, 18–24, 25–44, 45–64, 65-Jährige und älter (65+)
- Drei Ortslagen: innerorts (i. O.), ausserorts (a. O.), Autobahnen (AB)
- Acht Verkehrsteilnehmerkategorien: Personenwagen (PW), Lieferwagen (LiW), Lastwagen (LKW), Fahrrad (FR), Motorrad (MR), Motorfahrrad (Mofa), Fussgänger (FG) und "andere"

Weitere Grundlagen sind im Literaturverzeichnis (Kap. VII) zusammengestellt.

II. ANALYSE DER AUFGABENSTELLUNG

1. Indikatoren

Als Indikatoren zur Messung der Verkehrssicherheit kommen verschiedene Grössen in Frage:

- Anzahl Todesopfer
- Anzahl Schwerverletzte
- Anzahl Leichtverletzte
- Anzahl Unfälle
- Sachschäden

Im Zentrum der vorliegenden Studie stehen die Anzahl Todesopfer und Schwerverletzte. Sie verursachen zum einen am meisten menschliches Leid, zum andern sind aber auch die daraus resultierenden volkswirtschaftlichen Kosten bedeutend. Zudem steht dazu detailliertes Zahlenmaterial zur Verfügung.

2. Blick zurück: Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten

2.1 Schweiz

Todesopfer

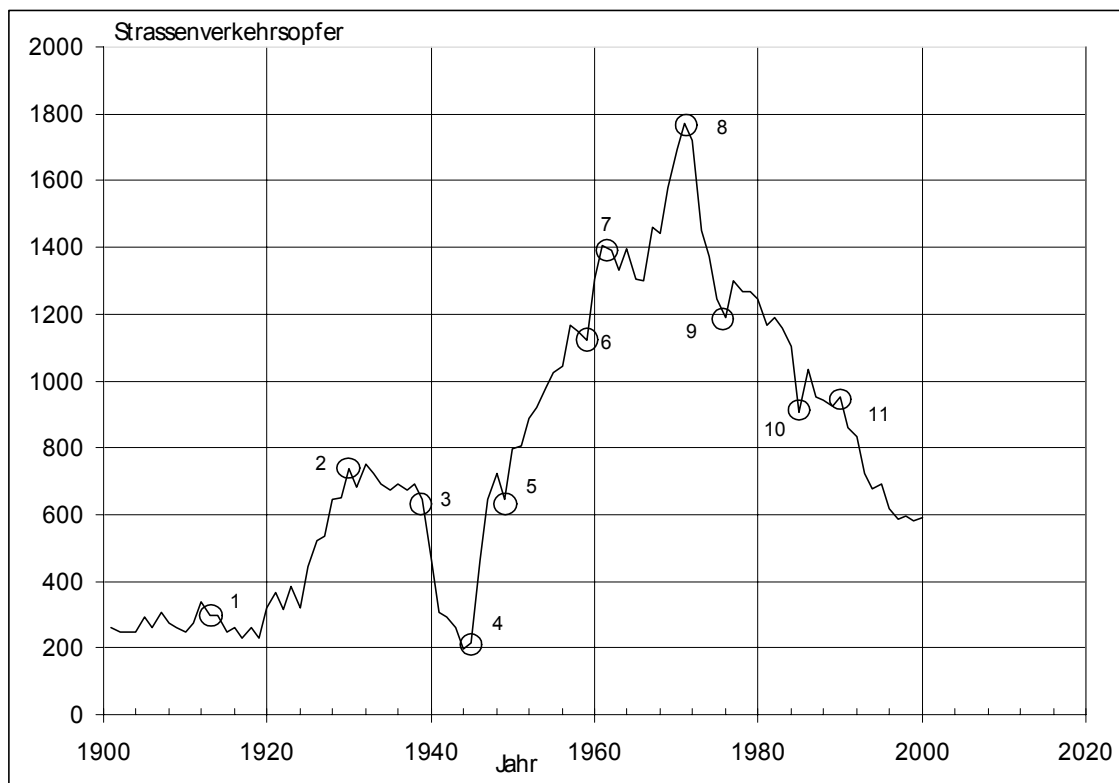
Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Anzahl Todesopfer² im Strassenverkehr während der letzten 100 Jahre auf Schweizer Strassen.

Die Einflüsse verschiedener Ereignisse sowie Entwicklungen sind in dieser Abbildung klar ersichtlich:

- 1: Erster Weltkrieg
- 2: Beginn Weltwirtschaftskrise ("Black Friday")
- 3: Zweiter Weltkrieg
- 4: Absolutes Minimum des Jahrhunderts 1944
- 5: 1949: lokales Zwischenminimum
- 6: 1959: Erste Geschwindigkeitsbeschränkung: Innerorts 60
- 7: 1961: lokales Zwischenmaximum
- 8: 1971: Absolutes Maximum: 1773 Todesopfer auf Schweizer Strassen
- 9: 1976: lokales Zwischenminimum
- 10: 1985: lokales Zwischenminimum
- 11: 1990: lokales Zwischenmaximum

² Als Todesopfer werden jene im Strassenverkehr verunfallten Personen erhoben, die innerhalb 30 Tage nach dem Unfall sterben (gem. Bundesamt für Statistik). Diese Definition wurde 1992 geändert. Das hat zur Folge, dass die älteren Werte je nach Quelle kleine Unterschiede zeigen, die jedoch für den vorliegenden Bericht unerheblich sind.

Abbildung 1:
Verlauf der Anzahl Todesopfer auf den Schweizer Strassen während der letzten hundert Jahre



Verletzte

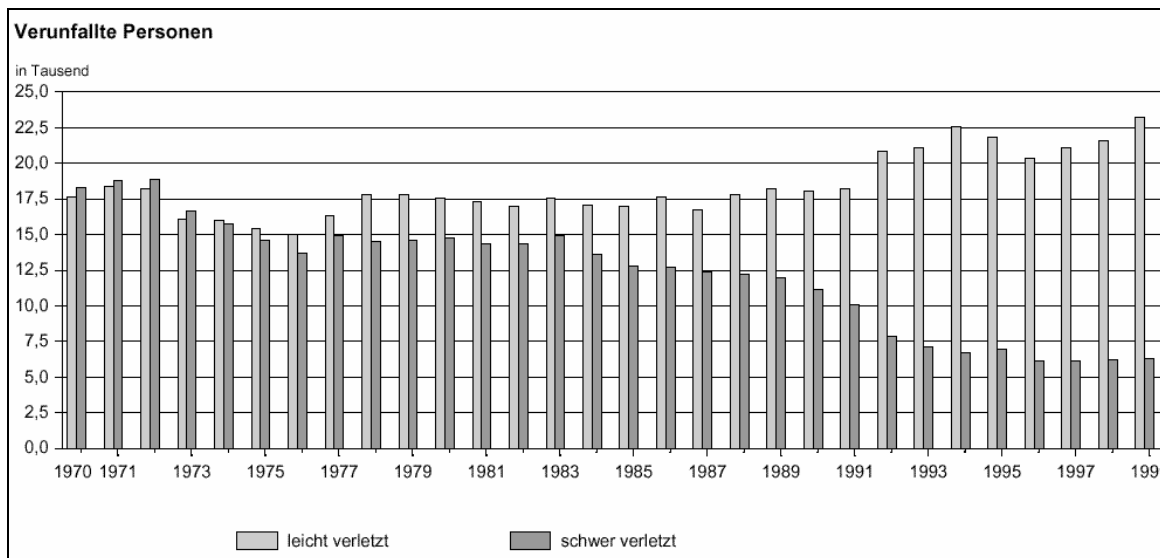
Für die Anzahl der Leicht³- und Schwerverletzten⁴ pro Jahr liegen nur Zahlen⁵ seit 1970 vor. Folgender Trend ist erkennbar: Bis 1977 war die Anzahl der Leicht- und Schwerverletzten etwa gleich hoch (rund 15'000). Während der folgenden 10 Jahre blieb der Wert der Leichtverletzten ziemlich konstant bei 17'500, jener der Schwerverletzten zeigte eine leicht sinkende Tendenz. Seit 1983 zeigen die beiden Kurven einen markant divergierenden Verlauf: Die Anzahl der Leichtverletzten stieg auf über 22'000 (1999) an, während die Anzahl der Schwerverletzten stark abnahm auf etwas über 6'000 (1999).

³ Definition "leicht verletzt" (gem. Bundesamt für Statistik): "Geringe Beeinträchtigung, z. B. oberflächliche Hautverletzungen ohne nennenswerten Blutverlust, leichte Einschränkungen der Bewegungen, die aber Verlassen der Unfallstelle aus eigener Kraft erlaubt, evtl. ambulante Behandlung im Spital oder durch einen Arzt."

⁴ Definition "schwer verletzt" (gem. Bundesamt für Statistik): „Schwere sichtbare Beeinträchtigung, die normale Aktivitäten zu Hause für mindestens 24 Stunden verhindert (z. B. Bewusstlosigkeit oder Knochenbruch [exkl. Fingerbruch] oder Spitalaufenthalt von mehr als 1 Tag).“

⁵ Diese Zahlen berücksichtigen die zum Teil erheblichen Dunkelziffern nicht.

Abbildung 2:
Unterschied Leicht- und Schwerverletzte seit 1970 [4]



2.2 Ausland

In den folgenden drei Abbildungen ist der Verlauf der Anzahl der Strassenverkehrstoten in einigen ausgewählten Staaten dargestellt. Die Daten für das Jahr 1965 sowie für alle Jahre ab 1970 stammen aus der OECD-Datenbank IRTAD [7].

In Abbildung 3 sind europäische Länder dargestellt, die sich von der Grösse und insbesondere der Anzahl der Strassenverkehrstoten her mit der Schweiz vergleichen lassen (Österreich, Niederlande, Dänemark, Belgien, Schweden und Finnland; die Schweiz ist ebenfalls in der Abbildung dargestellt). Abbildung 4 enthält die Daten für unsere grossen Nachbarländer Italien, Frankreich und Deutschland (Ost und West) sowie Grossbritannien. Kanada und Australien (Abbildung 5) stehen stellvertretend für grosse nicht europäische Staaten mit westlichem Standard.

Abbildung 3:
Anzahl Strassenverkehrstote in der Schweiz und in ausgewählten europäischen Ländern mit vergleichbarer Grösse (1965 und ab 1970;[7])

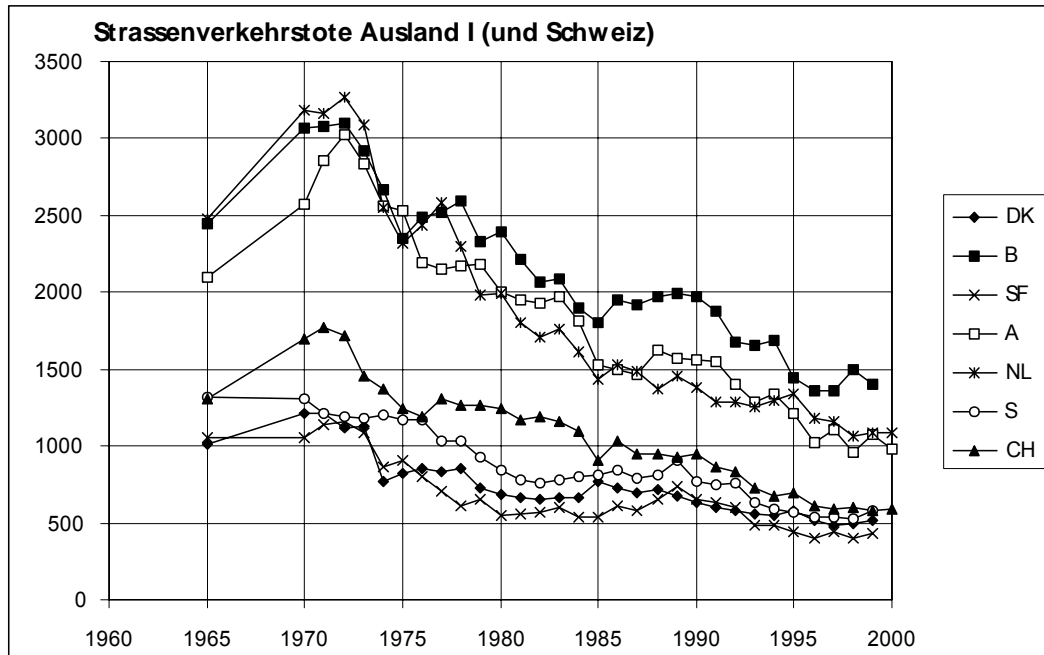
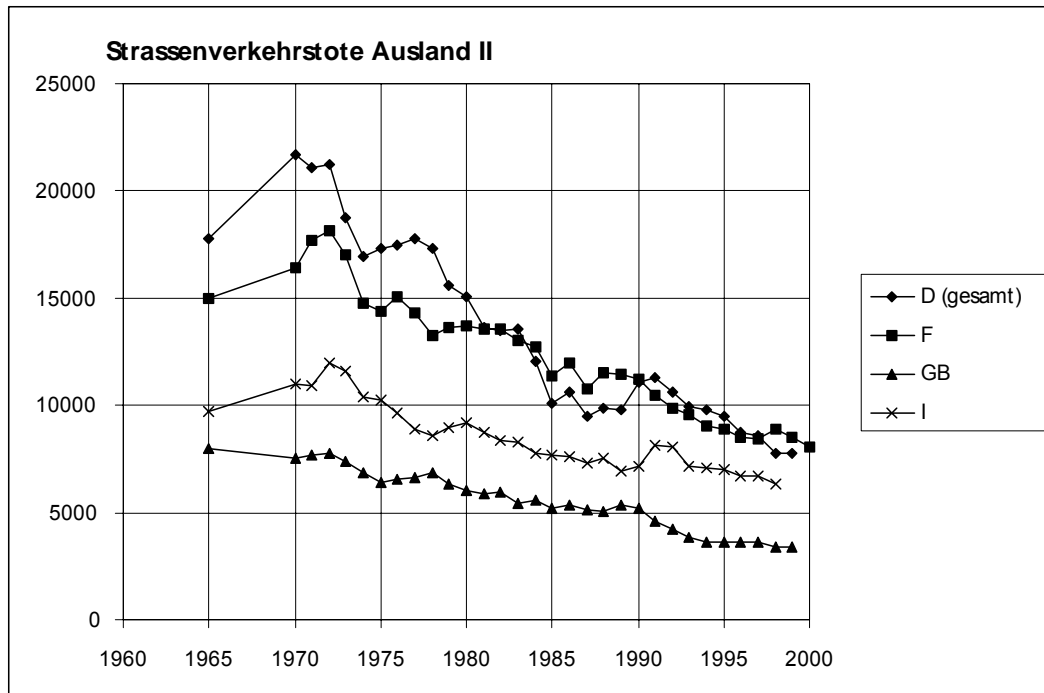
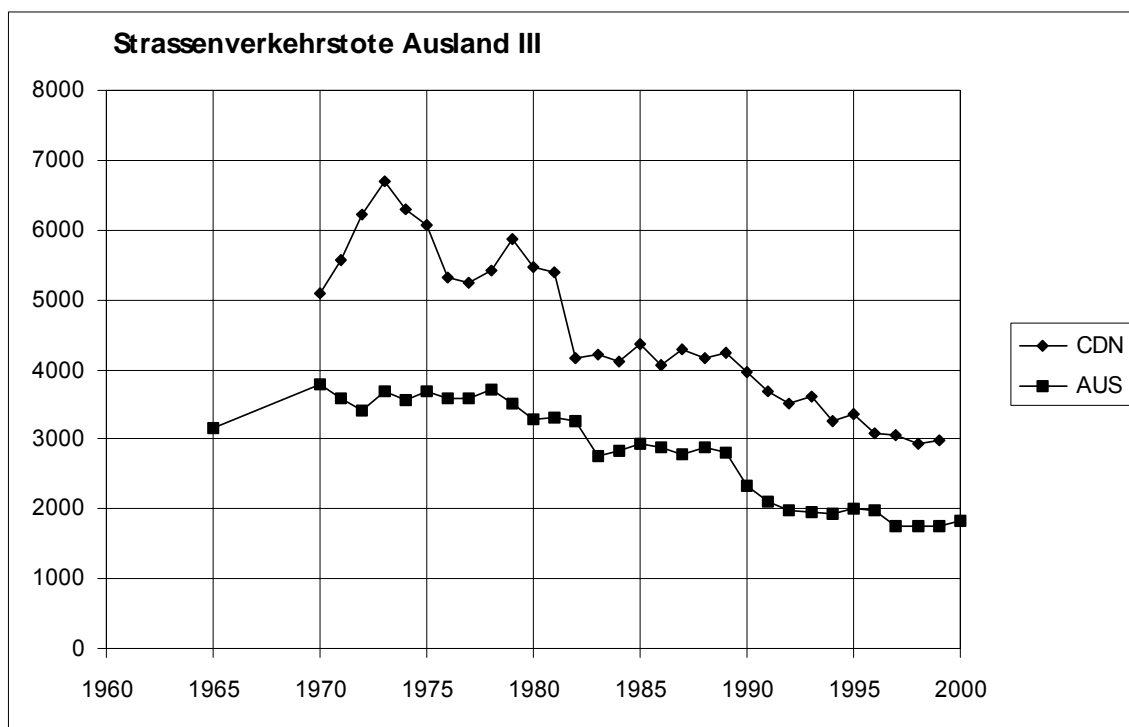


Abbildung 4:
Anzahl Strassenverkehrstote in den grossen Nachbarländern sowie Grossbritannien (1965 und ab 1970;[7])



Ausser Schweden und Grossbritannien haben alle diese Staaten ihr Maximum wie die Schweiz in den frühen Siebzigerjahren⁶. Danach gehen die Werte in allen Ländern markant zurück, und zwar um einen Faktor 2 (Italien und Frankreich sowie Kanada und Australien) bis zu einem Faktor 3 (Niederlande, Österreich und die Schweiz). Schweden und Grossbritannien gehören zu jenen Staaten, deren Todesfallrate im Strassenverkehr mit rund 60 Todesopfern pro Million Einwohner und Jahr zu den tiefsten der Welt gehört [11].

Abbildung 5:
Anzahl Strassenverkehrstote in Kanada und Australien (1965 und ab 1970;[7])



2.3 Wirkung von Massnahmen

In den vergangenen Jahrzehnten wurde die Fahrzeugtechnik laufend verbessert, aber auch die Strassenqualität, das Rettungswesen, die Fahrerausbildung etc. (vgl. auch Kap. II.2.4) wurden dahingehend entwickelt, dass insgesamt die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer markant zugenommen hat. Interessant ist es, diejenigen Jahre in Abbildung 1 zu identifizieren, in denen wichtige Sicherheitsmassnahmen eingeführt wurden, und ihr möglicher Einfluss auf den Verlauf der Anzahl der Verkehrsoffer zu diskutieren:

- 1971: Einbaupflicht von Gurten auf Vordersitzen
- 1973: provisorische Einführung 100 km/h ausserorts
vorübergehende Einführung 100 km/h Autobahnen
Ölkrise
- 1974: provisorische Einführung 130 km/h Autobahnen

⁶ Schweden und Grossbritannien weisen beide ein viel weniger deutliches Maximum auf.

- 1977: definitive Einführung 100 km/h (a. O.) / 130 km/h (AB) / 1. Tragobligatorium für Vordersitze
- 1980: Blutalkoholgrenzwert 0.8 ‰
- 1981: Einbaupflicht von Gurten auf Hintersitzen
2. Tragobligatorium für Vordersitze
Helmtragpflicht für Motorradfahrer (Fahrer und Beifahrer)
- 1984: Einführung 50 km/h innerorts
- 1985: befristeter Versuch 80 km/h (a. O.) / 120 km/h (AB)
- 1989: definitive Einführung 80 km/h (a. O.) / 120 km/h (AB)
Einführung
- 1990: Helmtragpflicht für Mofafahrer
- 1994: Fussgängervortritt auf Fussgängerstreifen
- 1995: Front- und Rückreflektoren für Fahrräder obligatorisch

Die Trendwende anfangs Siebzigerjahre war begleitet von einer Reihe massiver Änderungen: Einbaupflicht und später Tragpflicht von Gurten, diverse Geschwindigkeitsbeschränkungen, denen weitere folgten, dann in den Achtzigerjahren Helmtragpflicht für Motor- und Motorfahrräder. Die Fahrzeuge wurden ständig verbessert mit aktiven und passiven Sicherheitselementen (Überrollbügel, ABS, Airbag etc.).

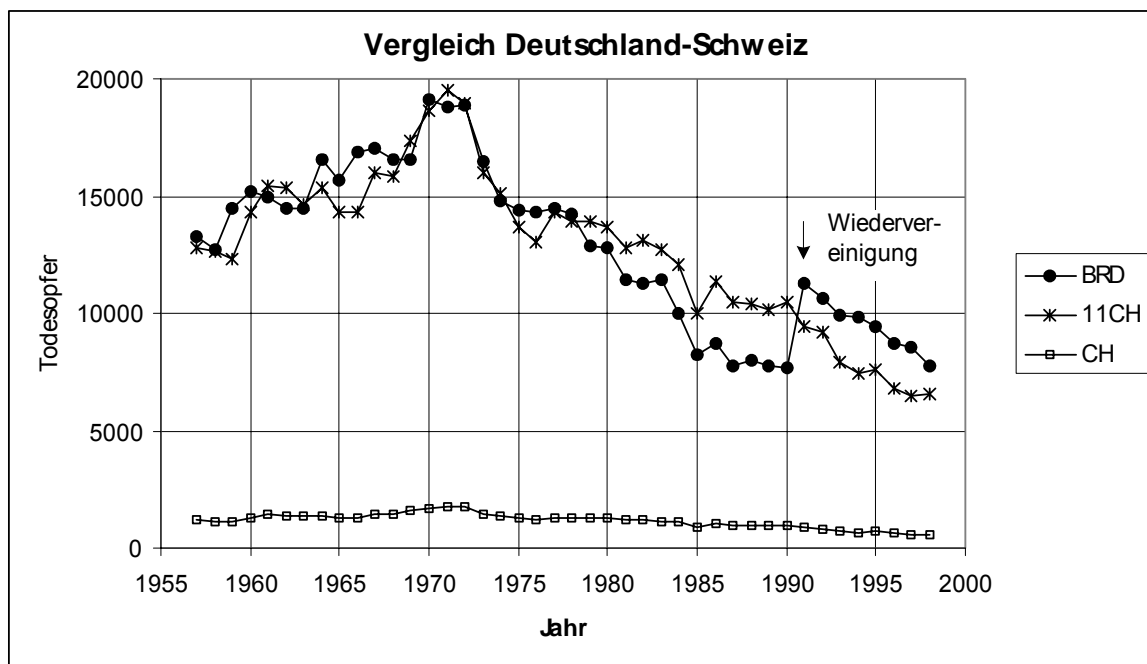
Trotzdem sind einige Ausschläge in der Kurve nicht einfach erklärbar. Das lokale Minimum 1985 (Punkt 10 in Abbildung 1) z. B. mit der Einführung von 80/120 erklären zu wollen ist aus folgenden Gründen schwierig: Der Versuch wurde bis 1989 weitergezogen, danach wurde 80 /120 definitiv eingeführt. Doch schon 1986 war wieder ein markanter Anstieg der tödlich Verunfallten zu verzeichnen, danach verläuft die Kurve weiter mit sinkendem Trend, der in den Siebzigerjahren eingesetzt hat. Dieses lokale Minimum 1985 ist bei allen Differenzierungen erkennbar: Nach Altersgruppen, Ortslage und Verkehrsteilnehmerkategorien (siehe Abbildung 12, Abbildung 14 und Abbildung 16). Und: Auch in anderen europäischen Ländern (z. B. Belgien, Niederlande, Frankreich, Deutschland und Grossbritannien, nicht aber in Österreich oder Italien, vgl. Abbildung 3 und 4) ist dieser Knick vorhanden. In Kanada und Australien ist sogar 1985 ein schwaches Maximum zu verzeichnen (Abbildung 5).

Der Vergleich mit Deutschland ab 1957 ist in Abbildung 6 dargestellt. Dort sind jährliche Werte der Todesopfer im Strassenverkehr der BRD eingetragen, ab 1990 des vereinigten Deutschland. Die entsprechenden Werte für die Schweiz sind auch in 11-fach Überhöhung⁷ dargestellt, damit der direkte Vergleich besser ersichtlich ist. Dabei zeigt sich, dass die Entwicklung der Strassenverkehrstopfer in beiden Ländern weitgehend parallel verlaufen ist.

Über all diese Jahrzehnte hat sich übrigens auch die Grösse der Bevölkerung sowie der Anzahl Fahrzeuge pro Person in beiden Ländern sehr ähnlich entwickelt [11] [5].

⁷ Diese 11 fache Überhöhung berücksichtigt die Tatsache, dass Deutschland im Mittel etwa 11 mal mehr Einwohner hat als die Schweiz.

Abbildung 6:
 Vergleich der Anzahl Todesopfer im Strassenverkehr in Deutschland (BRD) und in der Schweiz ab 1957. Die Werte der Schweiz sind original und 11-fach überhöht dargestellt.



Um die Wirkung von Massnahmen identifizieren zu können, ist ein Blick ins Ausland nützlich. So zeigt sich beispielsweise, dass 1985 sowohl in der Schweiz wie in Deutschland und anderen Ländern ähnliche Faktoren das Unfallgeschehen auf den Strassen beeinflussten. Die Temporeduktion 1985 erfolgte in erster Linie als Massnahme gegen das Waldsterben, was damals zu einer intensiven Diskussion in der Bevölkerung führte, und dies nicht nur in der Schweiz. Einen hohen Anteil an der Reduktion der Strassenverkehrsoffer in jenem Jahr dürfte allein dadurch zu erklären sein, dass die Thematik intensiv im Gespräch war und so einen grossen Teil der Bevölkerung sensibilisiert hat. Es ist aber offenbar auch so, dass diese Wirkung zeitlich ziemlich beschränkt ist.

2.4 Einflussfaktoren

Das Unfallgeschehen auf den Strassen wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die Diskussion einiger wichtiger Einflüsse erfolgt in Kap. V.1 zusammen mit der Abschätzung der Entwicklung derselben für die nächsten Jahre.

III. MODELLBILDUNG

1. Allgemeines zur Prognose von Unfallzahlen im Strassenverkehr

1.1 Problematik von Prognosen in der Strassenverkehrssicherheit

Das Unfallgeschehen im Strassenverkehr wird von einer sehr grossen Zahl von Einflussgrössen in den Bereichen Fahrzeug, Technik und Umwelt bestimmt. Die Vielzahl dieser Einflussgrössen und die fehlenden Kenntnisse über deren Bedeutung und Wirkung im Gesamtsystem machen eine "genaue" Prognose vor allem über einen längeren Zeitraum schwierig und gar unmöglich. Während für einen Zeitraum von ein bis fünf Jahren einigermaßen zuverlässige Prognosen möglich erscheinen⁸, sind auf 10 und 20 Jahre hinaus Prognosen problematisch, weil grosse Schwankungen möglich sind. Es liegt in der Natur der Sache des Unfallgeschehens im Strassenverkehr, dass "genaue" Voraussagen schwierig sind, weil hier keine voraussagbaren physikalischen Prinzipien und Gesetze zu Grunde liegen, sondern Einflüsse von sehr individuellen Verhaltensweisen von vielen Personen. Ob ein Verkehrsteilnehmer an einem bestimmten Tag in einen Unfall verwickelt sein wird, kann nicht vorausgesagt werden. So gibt es Tage, an denen man mit etwas beschäftigt und eher abgelenkt ist. Je nach Situation ist man dessen mehr oder weniger bewusst und verhält sich im Verkehr mehr oder weniger aufmerksam und sorgfältig. Diese Zusammenhänge lassen sich nicht modellieren und setzen deshalb der Prognosefähigkeit grundsätzliche Grenzen.

Das folgende Beispiel soll diese Problematik weiter illustrieren. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Anzahl Todesopfer im Strassenverkehr während der Jahre 1996 bis 1999, aufgeteilt nach Monaten. Während in diesen vier Jahren insgesamt nahezu gleich viele Todesopfer zu beklagen waren (durchschnittlich ca. 50 pro Monat), ist die Verteilung auf die einzelnen Monate sehr unterschiedlich. Die kleinste Zahl (22) liegt im Monat Januar 1996, die grösste im Juli 1996 (75). Die Minima aller vier Jahre liegen im Januar oder Februar (Zahlen fett). Der Januarwert beispielsweise variiert sehr stark: im Jahre 1998 waren es mehr als doppelt so viele wie im Jahre 1996. Ähnliches gilt auch für den Juliwert, der 1998 nur bei gut 70 % des Juliwertes von 1996 lag. Zwei der Juliwerte liegen nahe beim Mittelwert aus allen 48 Monaten (49.6). Trotzdem ist über die vier Jahre gesehen der Juli Rekordmonat. Die vier Jahresmaxima liegen in verschiedenen Monaten (Zellen grau unterlegt).

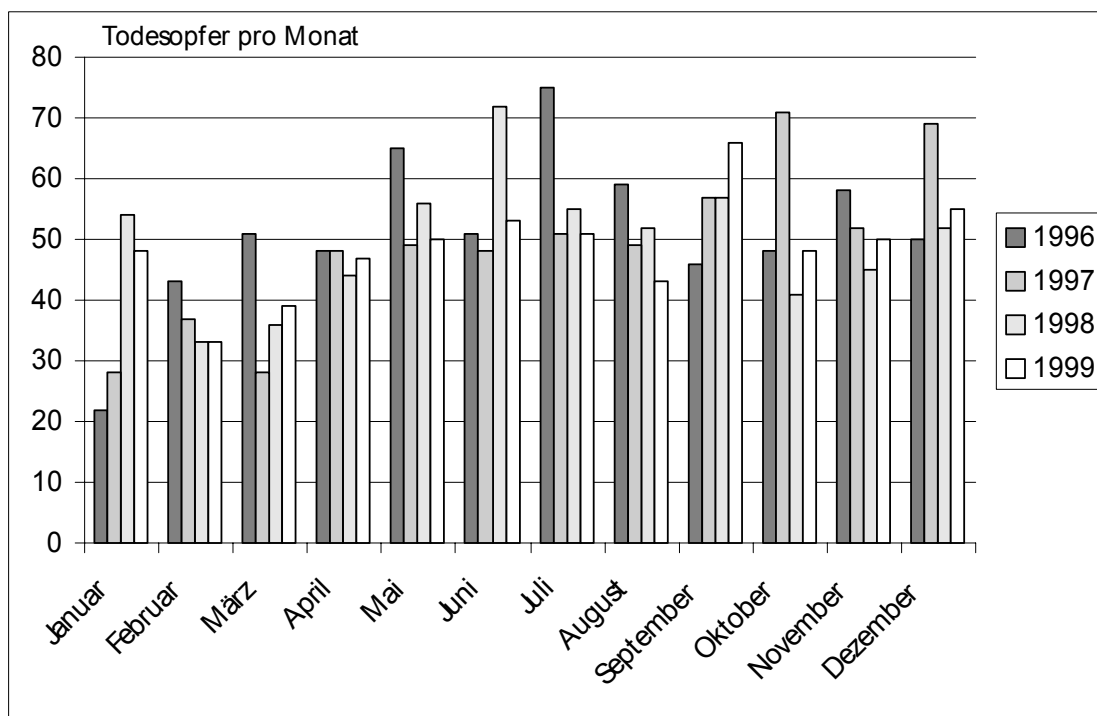
⁸ Unter der Voraussetzung, dass sich in diesem Zeitraum keine einschneidenden Veränderungen ereignen.

Tabelle 3:
Anzahl Todesopfer pro Monat in den 48 Monaten von Januar 1996 bis Dezember 1999

Monat	1996	1997	1998	1999	Mittelwert
Januar	22	28	54	48	38.0
Februar	43	37	33	33	36.5
März	51	28	36	39	38.5
April	48	48	44	47	46.8
Mai	65	49	56	50	55.0
Juni	51	48	72	53	56.0
Juli	75	51	55	51	58.0
August	59	49	52	43	50.8
September	46	57	57	66	56.5
Oktober	48	71	41	48	52.0
November	58	52	45	50	51.3
Dezember	50	69	52	55	56.5
Total	616	587	597	583	595.8
Mittelwert	51.3	48.9	49.8	48.6	49.6

Die folgende Abbildung zeigt die beschriebenen Zusammenhänge auch graphisch auf.

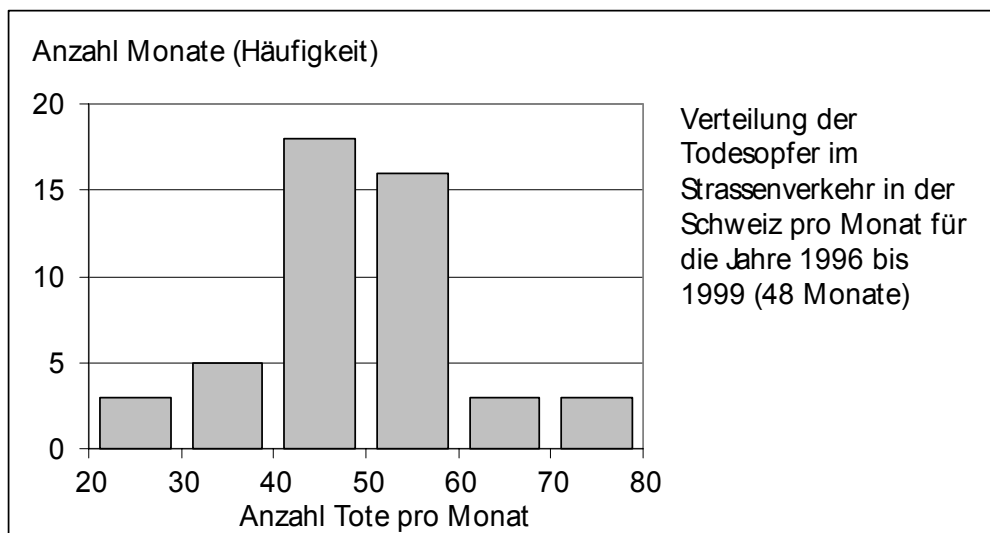
Abbildung 7:
Anzahl Todesopfer pro Monat von Januar 1996 bis Dezember 1999



Die Häufigkeitsverteilung (Verteilungsdichte) der 48 Monate ist im folgenden Diagramm dargestellt. Auf der x-Achse sind 6 Klassen aufgetragen (Klassenbreite 10). Auf der y-Achse sind die Anzahl Monate eingetragen, an der eine bestimmte Anzahl Todesopfer zu verzeichnen war. An drei Monaten (davon zwei im gleichen Jahr! vgl. Abbildung 7) waren "nur" 20 bis 30 Todesopfer zu beklagen, während an drei zwischen 60 und 70 und an drei sogar 70 bis 80 Personen auf den Strassen tödlich verunfallten.

Abbildung 8:

Verteilung der Todesopfer im Strassenverkehr in der Schweiz pro Monat für die Jahre 1996 bis 1999 (48 Monate; "Verteilungsdichte")



Die Ausführungen zeigen, dass eine gewisse Konstanz erkennbar ist über das Jahr hinweg betrachtet. Die Abweichungen eines bestimmten Monats in verschiedenen Jahren sind aber enorm. Erst nach einigen Monaten nähern sich die summierten Werte der einzelnen Jahre an. Dies könnte beispielsweise auf einen starken Einfluss der Witterung hinweisen – und gerade diese lässt sich im Detail nicht prognostizieren.

1.2 Möglichkeiten von Trendwenden

Es ist grundsätzlich immer denkbar, dass sich die Zahl der Opfer und Schwerverletzten deutlich anders entwickelt als die nachfolgenden Prognosen es beschreiben. Dies könnte der Fall sein, weil die einzelnen Einflussfaktoren falsch eingeschätzt wurden, aber auch weil eine Trendwende (wie dies um 1970 der Fall war) eingesetzt hat. Eine solche Trendwende könnte beispielsweise wie folgt begründet werden:

- Steigende Aggression im Strassenverkehr: Subjektiv nehmen viele Personen bereits heute eine solche Entwicklung wahr, die sich auf das Unfallgeschehen negativ auswirken könnte.
- Starke Zunahme des Anteils der Gelände-PW: Die Gefährdung, die von solche Fahrzeugen für die übrigen Verkehrsteilnehmer und insbesondere Fussgänger ausgeht, nimmt somit stetig zu.
- Stagnation oder Zunahmen der Unfallzahlen: Sowohl die Anzahl der Unfälle insgesamt (90'000), der tödlich Verletzten (600) und Schwerverletzten (etwas über 6000)

stagnierte in den letzten 4 Jahren. Die Anzahl der jährlich verunfallten Personen hat mit rund 30'000 Personen wieder den Stand von 1985 erreicht, nachdem sie Mitte der Neunzigerjahre bei 27'000 lag.

Allerdings sind solche Stagnationen immer wieder beobachtet worden (je zweite Hälfte der Siebziger und der Achtzigerjahre). Es wird deshalb zur Zeit nicht davon ausgegangen, dass die Zahl der Unfallopfer in den nächsten Jahren wieder ansteigen wird. Langfristig (bis 2020) lässt sich hingegen eine Trendwende trotzdem nicht ausschliessen.

1.3 Spektrum möglicher Prognosemodelle und Auswahl

Das Spektrum möglicher Prognosemodelle ist grundsätzlich gross. Im folgenden werden deshalb zunächst einige denkbare Möglichkeiten vorgestellt und anschliessend dann jene Modelle beschrieben, die im folgenden für die Prognosen verwendet wurden.

Modelle basierend auf multivariaten Berechnungen

Durch multivariate Berechnungen könnten allenfalls die Anteile der Einflussgrössen analysiert und daraus ein mehrdimensionales Modell erstellt werden. Retrospektiv sind solche Modelle zum Teil mit hoher Übereinstimmung berechnet worden. Für Prognosen stellt sich jedoch die Frage, wie die Trends der berücksichtigten Parameter prognostiziert werden. Einzelne dieser Parameter wie z. B. das Bevölkerungswachstum lassen sich zumindest über einige Jahre vergleichsweise genau prognostizieren⁹, während sich die Wirtschaftsentwicklung oder die Verhaltensweise der Gesellschaft erfahrungsgemäss wenig an Prognosen halten. Ein solches Verfahren ist sehr aufwändig, und das Resultat ebenso mit Vorsicht zu geniessen: Man muss sich wiederum auf Prognosen für die anderen Parameter stützen, und so fliessen die Unsicherheiten gleich von mehreren Prognosen ein.

Modelle basierend auf Analysen des individuellen Risikos

Weitere Modelle berechnen auf Grund der vergangenen Jahre unter Berücksichtigung der Bevölkerung und Fahrzeugleistungen den Verlauf der individuellen Risiken der einzelnen Bevölkerungsgruppen und Verkehrsteilnehmerkategorien. Mit den entsprechenden Prognosen für die Bevölkerungs- und Verkehrsentwicklung sowie der Extrapolation der individuellen Risiken können die Anteile für die kommenden Jahre berechnet und zusammengesetzt werden. Ein solches Modell wurde zum Beispiel in der Studie 1996 [6] zu Grunde gelegt. Dieses Verfahren ist ebenfalls sehr aufwändig, und die beobachteten Korrelationen auf der Ebene der berechneten individuellen Risiken sind teilweise recht tief.

⁹ Eine Studie prognostizierte allerdings in den Sechzigerjahren ein extremes Bevölkerungswachstum für die Schweiz [12], das in der Folge vielen Planungen zu Grunde gelegt wurde; sie ging, u.a. in Folge des Pillenknicks, bekanntlich völlig an der Realität vorbei. In der gleichen Zeit wurde eine weitere Untersuchung publiziert [13], die den Knick bereits zeigt: Sie unterschätzt sogar den Anstieg bis 1980, beschreibt aber in den letzten 20 Jahren das Wachstum recht genau. Im Jahre 2000 zeigt diese Studie wieder steiler nach oben, während heutige Prognosen eher eine Abflachung zeigen [4].

Modelle basierend auf globalen Betrachtungen

Einfachere Modelle gehen direkt über die absoluten Zahlenwerte. In dieser globalen Betrachtung kann die Gesamtzahl direkt oder aber die Anteile spezifischer Gruppen (z. B. Altersgruppen oder Verkehrsteilnehmer) analysiert werden. Der Beurteilungshorizont solcher Modelle ist zwar beschränkt, und gute Korrelationen der Zeitreihen sind Voraussetzung für dieses Vorgehen.

Wahl der Modelle für die nachfolgenden Prognosen

Die nachfolgenden Prognosen stützen sich auf vergleichsweise einfache globale Betrachtungen, die in der Folge näher beschrieben sind. Begründet wird das Vorgehen wie folgt: Die meisten Einflüsse haben in den vergangenen Jahren wenn auch nicht einen linearen, so doch einen kontinuierlichen Verlauf (vgl. Diskussion der Einflüsse in Kap. V.1). Wenn nun auf der globalen Ebene mit absoluten Zahlenwerten gerechnet wird, sind alle diese Entwicklungen implizit bereits berücksichtigt. Es interessiert nun vor allem, ob die einzelnen Einflüsse in den kommenden Jahren signifikant von der bisherigen Entwicklung abweichen werden. Auch diese Einschätzung erfolgt in Kap. V.1 und wird im Modell am Schluss qualitativ berücksichtigt.

2. Beschreibung der verwendeten Prognosemodelle

2.1 Einleitung

In den nachstehenden Kap.n werden die folgenden Modelle, die sich jeweils auf die Zahl der Getöteten resp. Schwerverletzte beziehen, beschrieben.

- *Global*: Die Trendanalyse erfolgt über die jährliche Gesamtsumme.
- *Altersgruppen*: Die fünf Altersgruppen gemäss Kap. I.3 werden gesondert analysiert.
- *Ortslage*: Die Analyse erfolgt über die drei Ortslagen "innerorts" (i. O.), "ausserorts" (a. O.) und "Autobahnen" (AB),
- *Verkehrsteilnehmerkategorie*: Die Entwicklung wird innerhalb der acht Kategorien Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Fahrrad, Motorrad, Motorfahrrad, Fussgänger und "andere" einzeln untersucht.

Es wurden bis auf zwei Fälle Exponentialfunktionen gewählt mit folgender Begründung:

- Exponentialfunktionen sind oft typisch für positives oder negatives Wachstum.
- Die Kurve kann mit Exponentialfunktionen nicht unter null fallen (theoretisch asymptotische Annäherung an die x-Achse denkbar).
- In den Fällen mit hoher Korrelation für die lineare Regression ist die Korrelation für eine Exponentialfunktion vergleichsweise nur geringfügig kleiner.

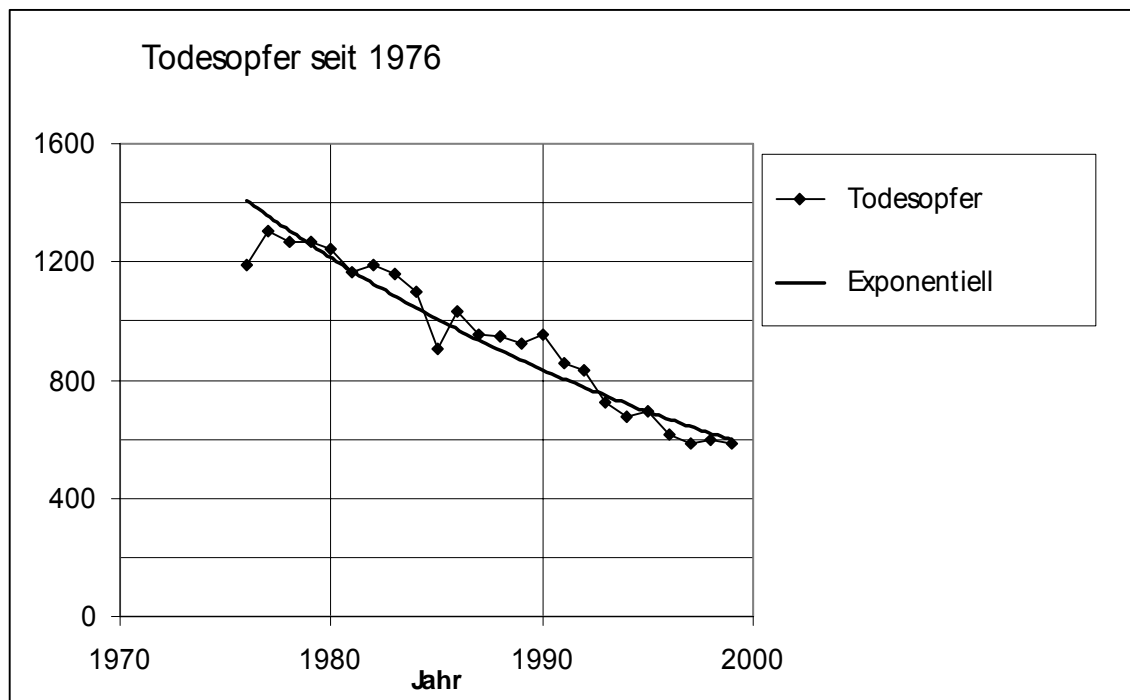
Am Schluss in Kap. III.2.7 sind alle Parameter und Korrelationskoeffizienten der Trendanalysen zusammengestellt.

2.2 Global

Todesopfer

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Todesopfer seit 1976. Die exponentielle Trendanalyse weist einen Korrelationskoeffizienten R^2 von 0.93 auf.

Abbildung 9:
Todesopfer seit 1976

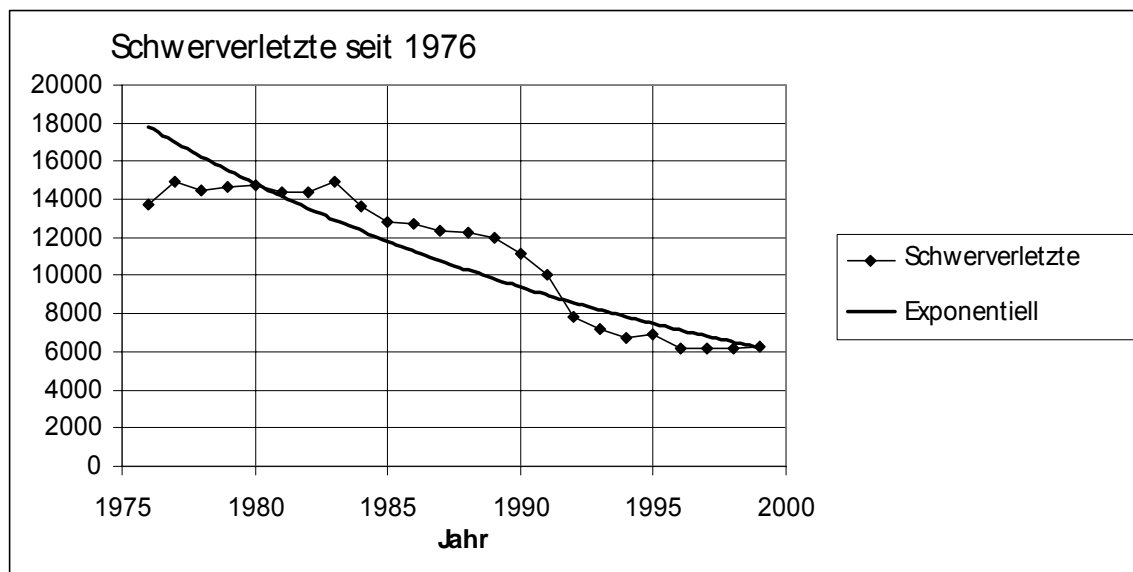


Wenn man die Zahlenwerte ab 1970 zugrunde legt, also den ganzen absteigenden Ast seit der Trendwende um 1970, ergibt die Trendanalyse praktisch die gleiche Exponentialfunktion (der Korrelationskoeffizient R^2 beträgt sogar 0.95).

Schwerverletzte

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Schwerverletzten seit 1976. Die exponentielle Trendanalyse auf dieser globalen Ebene weist einen Korrelationskoeffizienten R^2 von 0.86 auf, was bedeutet, dass die Zahl der Schwerverletzten etwas mehr variiert als jene der Todesopfer. Auffällig ist der Verlauf in Stufen: Nach Jahren stagnierender Werte tritt ein markanter Rückgang ein. Dies ist um 1980 und noch markanter um 1990 zu beobachten.

Abbildung 10:
Schwerverletzte seit 1976



Kommentar

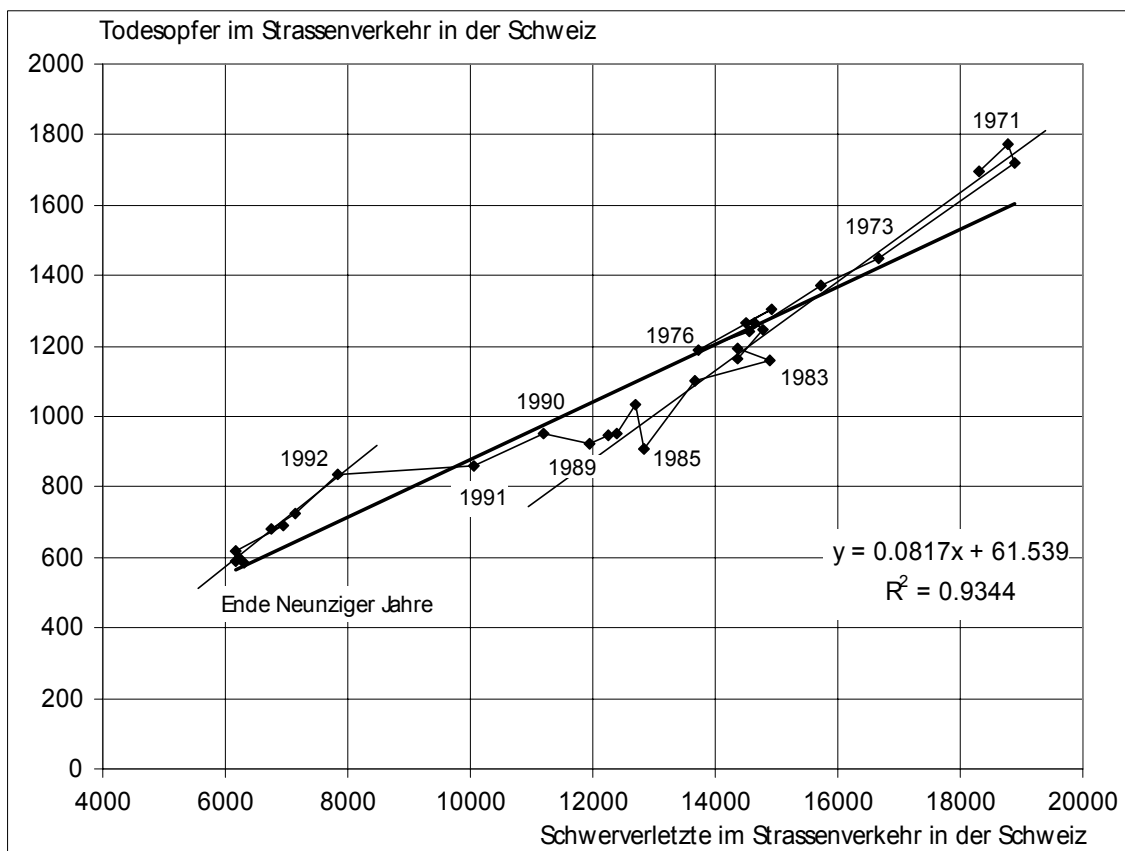
Die Trendanalysen für Todesopfer und Schwerverletzte zeigen beide hohe Korrelationskoeffizienten. Eine Extrapolation auf der Basis von Exponentialfunktionen für die kommenden paar Jahre erscheint deshalb für beide Grössen durchaus sinnvoll.

Weitere Bemerkungen

An dieser Stelle soll auch auf den Zusammenhang bzw. die Korrelation zwischen der Anzahl Todesopfer und Schwerverletzten hingewiesen werden. In der folgenden Abbildung sind auf der x-Achse die Anzahl der Schwerverletzten, auf der y-Achse jene der Todesopfer dargestellt. Es sind drei Abschnitte zu erkennen: Von 1970 bis 1989 verläuft die Kurve praktisch auf einer Geraden mit einer Korrelation R^2 nahe bei 1; anschliessend ist ein etwas flacherer Verlauf bis ins Jahr 1992 zu beobachten. Dies sind auch jene Jahre, in denen die Anzahl der Leicht- und Schwerverletzten voneinander abweichen (vgl. Abbildung 2). Seit 1992 verläuft die Kurve wiederum praktisch auf einer Geraden (ziemlich genau durch den Ursprung, wiederum mit einer sehr hohen Korrelation) mit der ursprünglichen Steigung von ca. 0.1, d. h. der Anteil der Todesopfer entspricht rund 10 % der Anzahl der Schwerverletzten).

Dieses relativ konstante Verhältnis zwischen der Anzahl der Todesopfer und jener der Schwerverletzten im Strassenverkehr von rund 1:10 wird im Kap. V.2 ebenfalls berücksichtigt.

Abbildung 11:
Korrelation der Schwerverletzten und Todesopfer seit 1970

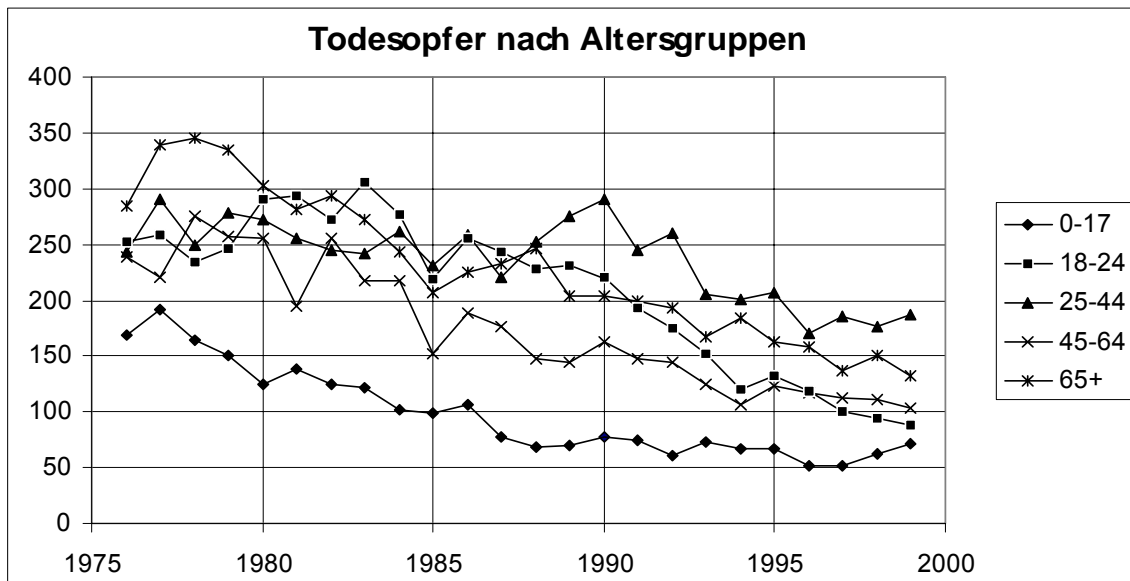


2.3 Altersgruppen

Todesopfer

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Todesopfer in den verschiedenen Altersgruppen seit 1976. Auffällig ist die Tatsache, dass vier Altersgruppen seit ca. 1980 einen rückläufigen Trend zeigen (hohe Korrelationen zwischen 0.77 und 0.93), während bei der Altersgruppe der 25- bis 44-Jährigen ein rückläufiger Trend erst ab 1990 einsetzt. Bei dieser Altersgruppe ist auch die Korrelation R^2 mit 0.55 am geringsten. Bei der jüngsten Altersgruppe der 0- bis 17-Jährigen ist seit 1987 eine Stagnation zu verzeichnen, in den letzten zwei Jahren sogar ein Anstieg.

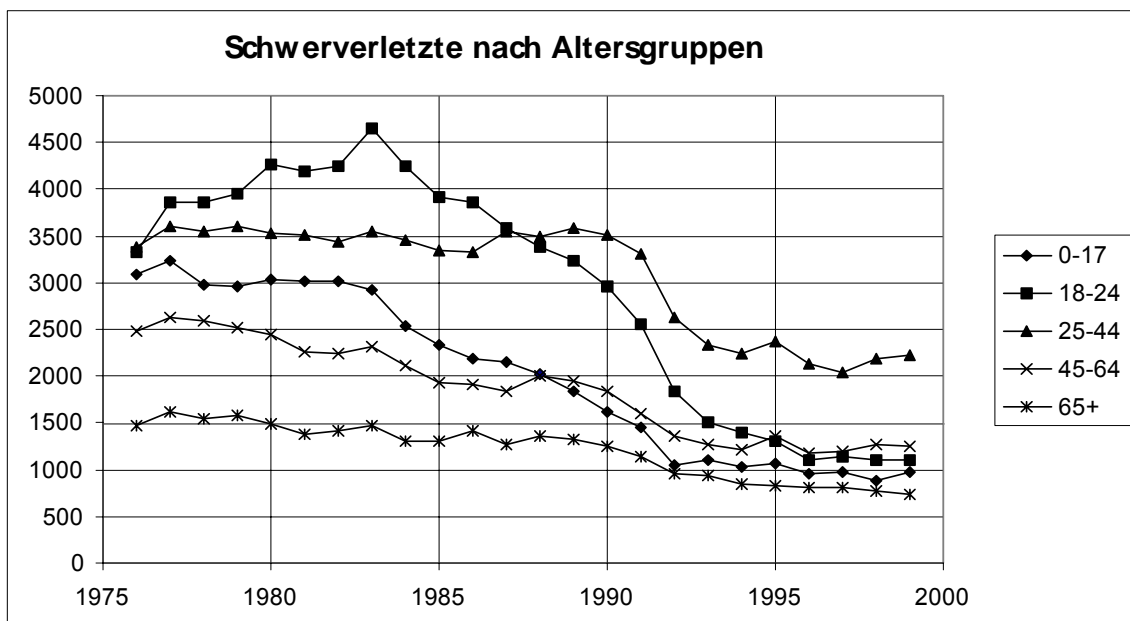
Abbildung 12:
Todesopfer nach Altersgruppen



Schwerverletzte

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Schwerverletzten in den verschiedenen Altersgruppen seit 1976.

Abbildung 13:
Schwerverletzte nach Altersgruppen



Bei den Schwerverletzten ist der massive Rückgang seit 1983 in der Altersgruppe der 18– bis 24-Jährigen bemerkenswert, nachdem die Jahre zuvor ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen war. Die Korrelationen R^2 liegen bei allen Altersgruppen über 0.7.

Kommentar

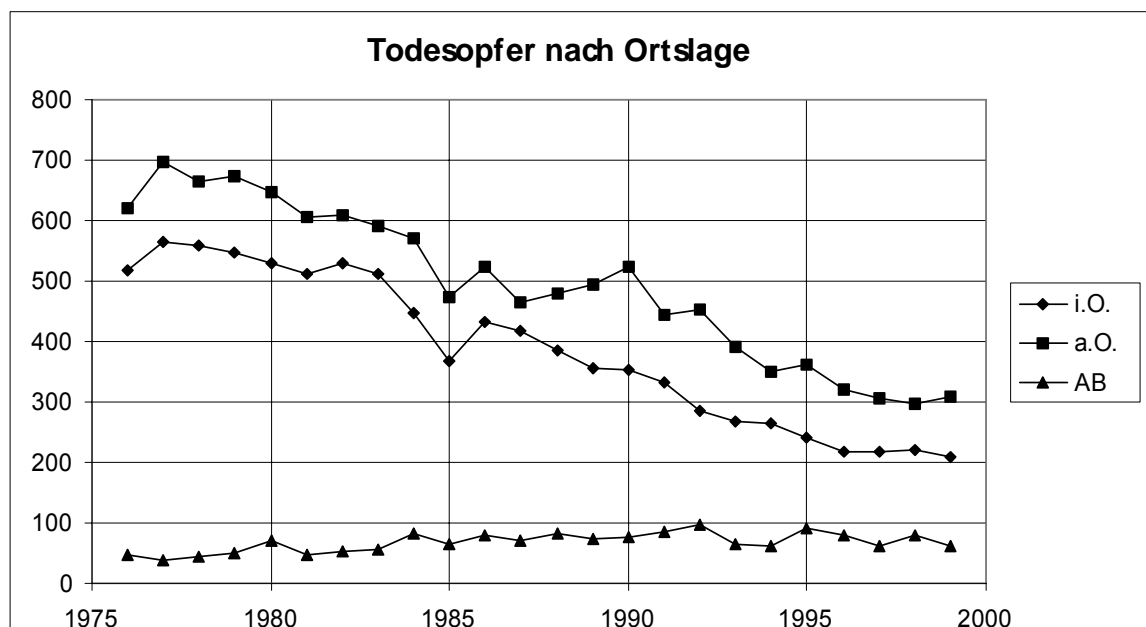
Es ist bemerkenswert, dass bei der Trendanalyse der Todesopfer keiner der fünf Korrelationskoeffizienten die Höhe desjenigen für die globale Trendanalyse (0.93) erreicht. Bei den Schwerverletzten liegen die Korrelationskoeffizienten bei zwei Altersgruppen über jenem der globalen Trendanalyse und bei zwei darunter. Der Knick von 1985 ist bei den Todesopfern (nicht aber bei den Schwerverletzten!) bei allen Altersgruppen sichtbar, mit Ausnahme der jüngsten sogar markant (vgl. auch Kap. II.2.3).

2.4 Ortslage

Todesopfer

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Todesopfer seit 1976 in den drei Ortstypen (ausserorts, innerorts, Autobahnen). Der Rückgang der Todesopfer innerorts und ausserorts verläuft weitgehend parallel, beide mit hohen Korrelationskoeffizienten R^2 von über 0.9.

Abbildung 14:
Todesopfer nach Ortstyp

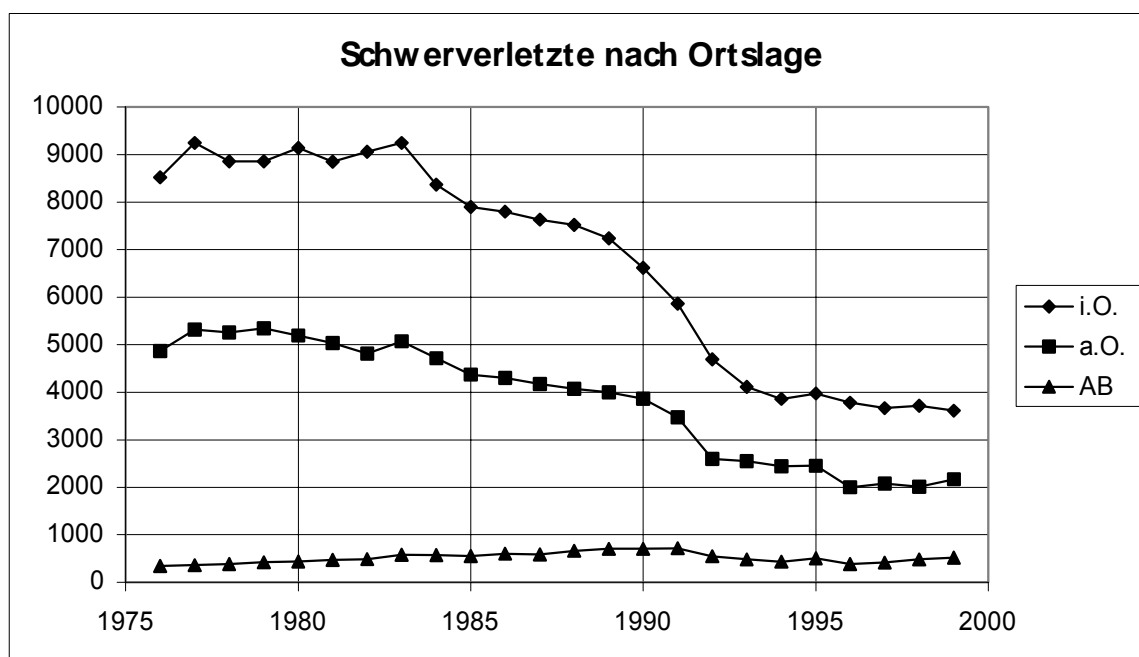


Der Anzahl der Todesopfer "ausserorts" ist praktisch konstant um 100 höher als jene "innerorts". Auf den Autobahnen war bis 1984 ein vergleichsweise starker, bis 1992 ein weiterer leichter Anstieg, seither ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Bei einem über 15 Jahre nahezu horizontalen Verlauf ist eine geringe Korrelation R^2 von 0.2 zu erwarten. Für die weitere Betrachtung wird deshalb der Anteil von den Autobahnen mit 80 konstant angenommen.

Schwerverletzte

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Schwerverletzten seit 1976 in den drei Ortlagen (ausserorts, innerorts, Autobahnen). Die Abnahme der Schwerverletzten verläuft innerorts und ausserorts ebenfalls nahezu parallel bei einer hohen Korrelation R^2 von ebenfalls je über 0.9. Innerorts sind über die Jahre fast konstant zwischen 60 % bis 70 % mehr Schwerverletzte zu verzeichnen als ausserorts. Auf den Autobahnen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Todesopfern mit dem Maximum von 716 im Jahre 1991. In den letzten drei Jahren ist wieder ein stärkerer Anstieg zu verzeichnen (1996: 389; 1999: 518). Die Korrelationen der Exponentialfunktion und der Linearen Regression sind kleiner als 0.1. Es wird trotz der geringen Korrelation der lineare Ansatz mit einer leichten Steigung gewählt.

Abbildung 15:
Schwerverletzte nach Ortlage



Kommentar

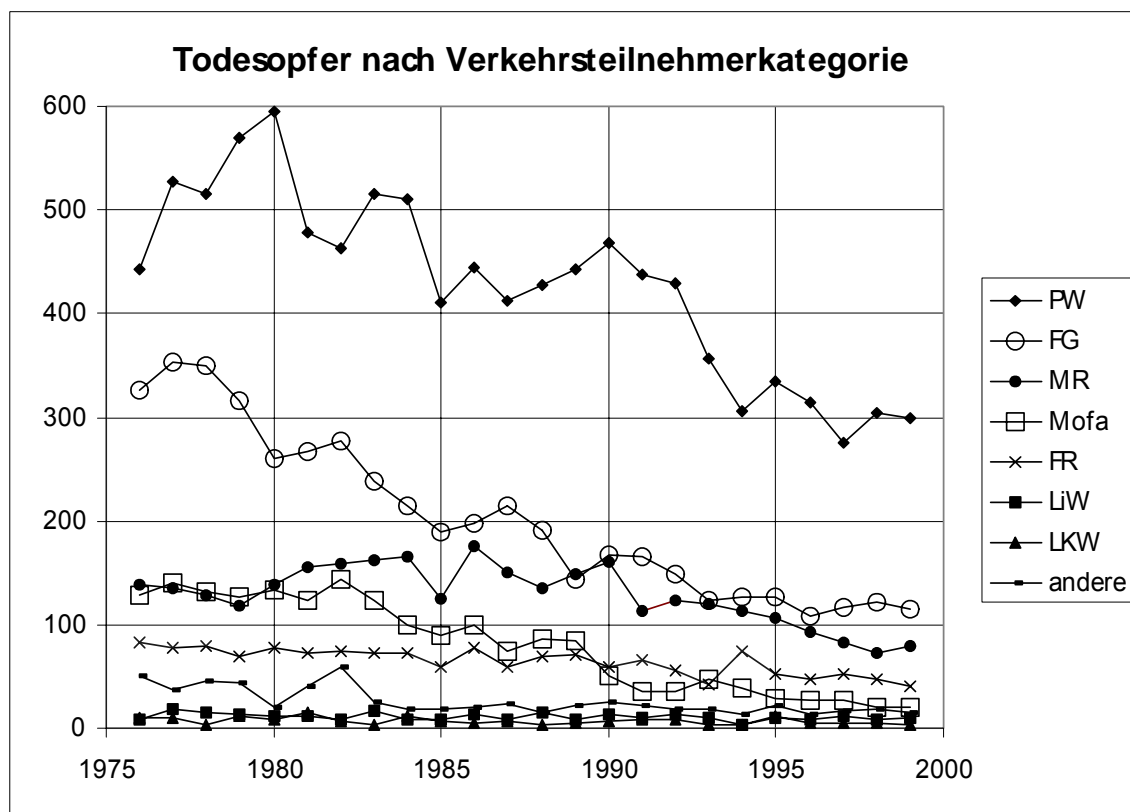
Die Betrachtung nach Ortlage weist zwei grundverschiedene Muster auf: Während innerorts und ausserorts sowohl bei den Todesopfern als auch den Verletzten ein insgesamt starker Rückgang zu verzeichnen ist, verlaufen auf den Autobahnen beide Kurven in den letzten Jahren mehr oder weniger horizontal oder leicht steigend. Bei allen drei Ortlagen ist im Übrigen bei den Todesopfern der Knick von 1985 erkennbar; dies ist aber bei den Schwerverletzten nicht der Fall.

2.5 Verkehrsteilnehmerkategorie

Todesopfer

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Todesopfer seit 1976 in den acht verschiedenen Verkehrsteilnehmerkategorien. Folgendes lässt sich beobachten: Der Anteil Personen, der in Personenwagen auf den Strassen das Leben verliert, bewegt sich seit 20 Jahren zwischen rund 45 % und 50 % der gesamten Opferzahl.

Abbildung 16:
Todesopfer nach Verkehrsteilnehmerkategorie



Der zweitgrösste Anteil machen die Fussgänger aus, mit einem über die Gesamtperiode betrachtet rückgängigen Anteil von knapp 30 % auf 20 %. Allerdings ist in den letzten Jahren wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen (Minimum bei 16 % im Jahre 1989 und 17 % 1993). Das absolute Minimum war 1996 (108) zu verzeichnen. Im Jahre 2000 ist die Zahl auf 128 angestiegen, 47 davon auf Fussgängerstreifen (provisorische Werte).

Die Motorradfahrer hatten ihren Negativrekord im Jahre 1986 (175). Seither hat sich diese Zahl mehr oder weniger kontinuierlich reduziert auf rund die Hälfte.

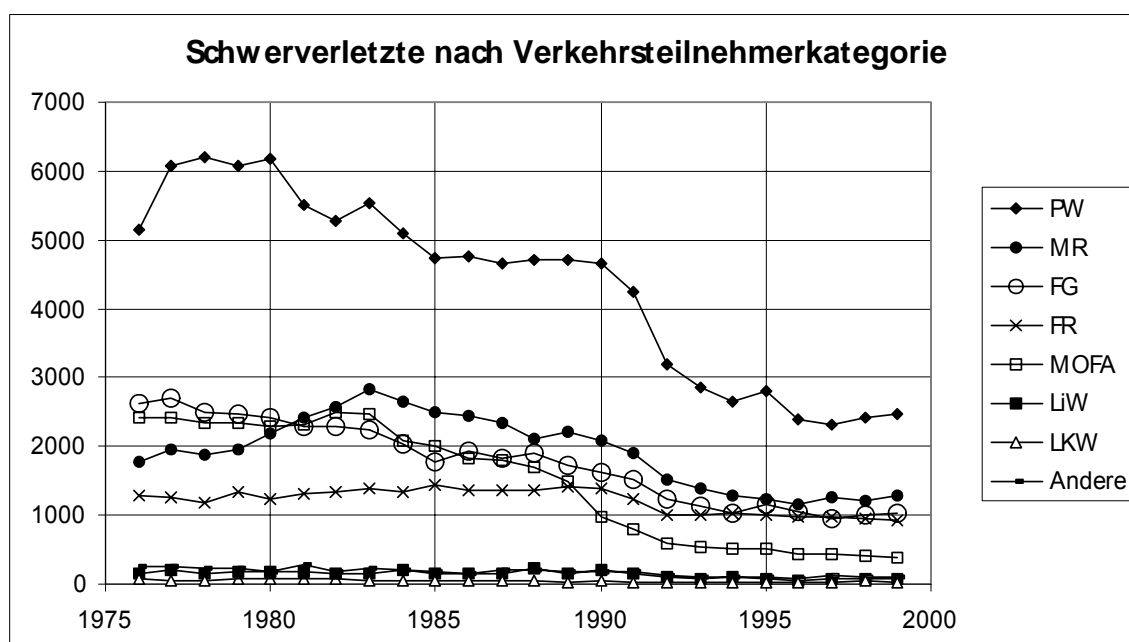
Noch extremer ist der Verlauf bei den Motorfahrradfahrern: Seit 1982 (144) ist die Zahl auf 20 (1998 und 1999) zurückgegangen. Als Gründe für diese Entwicklung sind insbesondere der starke Rückgang der Anzahl Fahrzeuge auf weniger als die Hälfte sowie das Helmobligatorium anzuführen.

Die Korrelationen R^2 sind unterschiedlich: Bei den Personenwagen, Fahrrädern, Motorfahrrädern und Fussgängern sind sie hoch (0.67 bis 0.95), während sie bei den Motorradfahrern mit 0.47 eher klein ist. Bei den Lieferwagen und Lastwagen ist praktisch keine Korrelation erkennbar, die absoluten Werte sind aber mit rund 10 resp. 6 vergleichsweise gering.

Schwerverletzte

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Anzahl Schwerverletzten seit 1976 in den acht verschiedenen Verkehrsteilnehmerkategorien.

Abbildung 17:
Schwerverletzte nach Verkehrsteilnehmerkategorie



Folgendes lässt sich beobachten: Bei den Schwerverletzten springt das Plateau der zweiten Hälfte der Achtzigerjahre bei den meisten der Verkehrsteilnehmerkategorien ins Auge, das bereits bei der globalen Analyse erwähnt wird. Über die letzten 24 Jahre sind Exponentialfunktionen mit stetigem Rückgang insgesamt ein geeignetes Modell, da sie die gesamte Tendenz gut abbilden, auch wenn sie für das einzelne Jahr grössere Abweichungen aufweisen können und die Korrelationen teilweise nur rund 0.5 betragen (Fahrrad- und Motorradfahrer). Bei den Motorfahrradfahrern und Fussgängern sind mit über 0.9 sehr hohe Korrelationen zu beobachten.

Kommentar

Wiederum ist bei praktisch allen Untergruppen bei den Todesopfern der Knick von 1985 erkennbar, nicht aber bei den Schwerverletzten.

2.6 Analyse der über jeweils fünf Vorjahre gemittelte Werte ("Fünfjahresmodell")

Einleitung

Dieses einfache Modell hat einen ganz anderen Charakter als die vorher beschriebenen. Es basiert ebenfalls auf den absoluten Zahlenwerten und postuliert, dass für das jeweils kommende Jahr eine Prognose aus den vergangenen fünf Jahren errechnet werden kann ("Fünfjahresmodell").

Grundlage bilden die vollständigen Zeitreihen (100 Jahre für die Todesopfer, 30 Jahre für die Schwerverletzten).

Todesopfer

In einem ersten Schritt werden den effektiven Opferzahlen für das Jahr n (in Abbildung 18 auf der y -Achse abgebildet) die jeweiligen Mittelwerte der vergangenen Jahre $n-1$ bis $n-5$ (x -Achse) gegenübergestellt. Als Beispiel ist das Datenpaar für $n = 1984$ gegeben. In der folgenden Tabelle sind die Werte der Todesopfer von 1979 (" $n-5$ ") bis 1984 aufgelistet sowie für die fünf Jahre davor der Mittelwert eingetragen.

Tabelle 4:

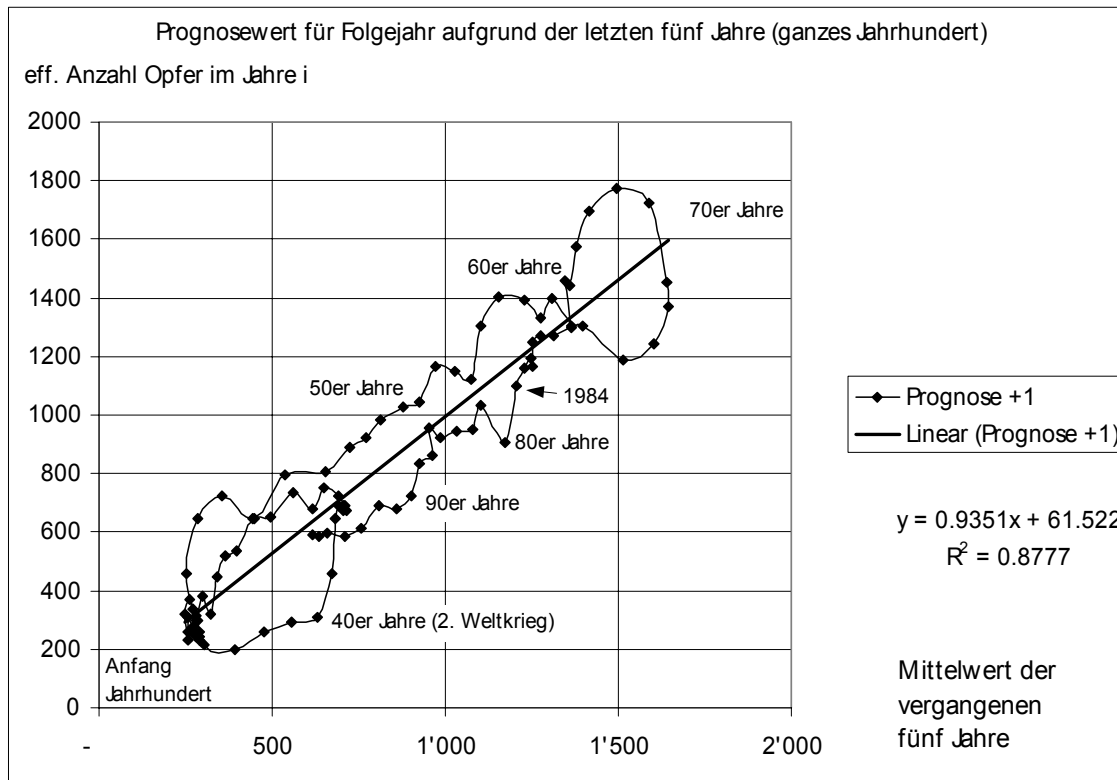
Beispiel für das Zahlenpaar von 1984: (1206/1101) (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19)

Jahr	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Todesopfer	1268	1246	1165	1192	1159	1101
Mittelwert 1979 bis 1983	1206			1101		

Der Eintrag aller dieser Punktepaare in das Diagramm gibt eine interessante Figur: Die Kurve verläuft von unten links schräg nach rechts oben, mit einer Schlaufe, die die Weltwirtschaftskrise und den Zweiten Weltkrieg beschreibt. Anfangs Fünfzigerjahre schwenkt die Kurve auf den ursprünglich eingeschlagenen Weg und läuft dann geradlinig weiter (Sechzigerjahre), bis in einer 180°-Drehung die Trendwende der Siebzigerjahre erreicht wird. Nun verläuft sie in etwa parallel wieder Richtung Ursprung.

Abbildung 18:

Gegenüberstellung des Mittelwertes der Anzahl Todesopfer für die zurückliegenden fünf Jahre ($n-1$ bis $n-5$) und der effektiv im Jahr n auf den Strassen getöteten Personen über das ganze Jahrhundert. Das Beispieljahr 1984 ist mit einem Pfeil bezeichnet.

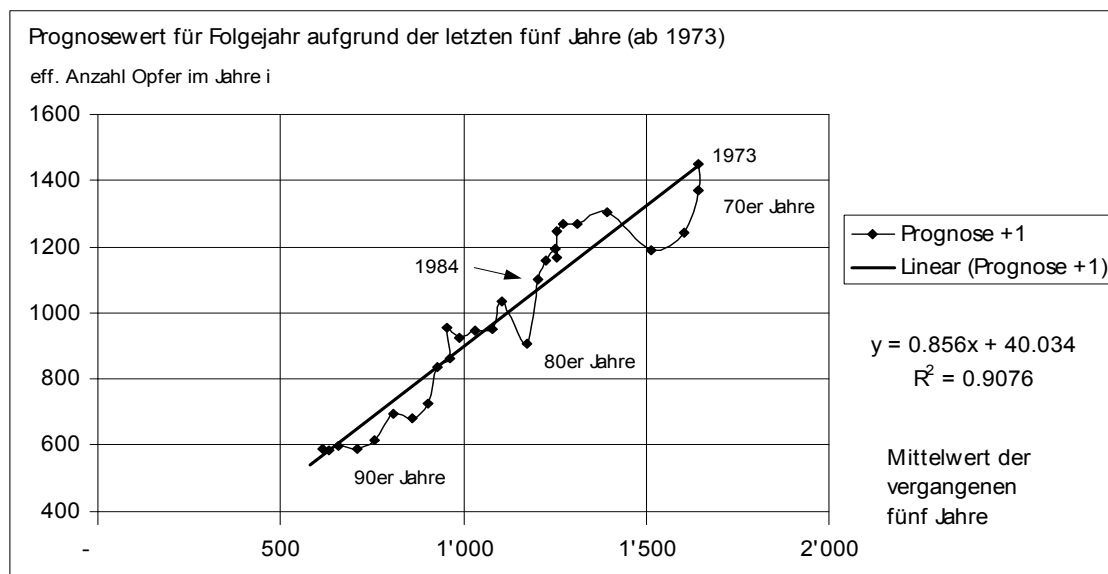


Es wird nun postuliert, dass – falls keine Trendwende eintritt, was aufgrund dieser Betrachtung weder begründet noch dementiert werden kann – in den nächsten Jahren die Kurve weiter nach unten links wandert. Die lineare Regression aller Werte ist in der Abbildung eingezeichnet (Steigung 0.935, Korrelation 0.88).

Für die Werte nach der Trendwende anfangs Siebzigerjahre wird eine eigene Regression gerechnet. Sie ist in Abbildung 19 dargestellt. Sie verläuft mit einer Steigung von 0.86 (Korrelation 0.91) leicht flacher als die Kurve des steigenden und sinkenden Astes zusammengenommen.

Mit dieser Funktion kann eine weitere Prognose berechnet werden. Für das Beispieljahr 1984 ergäbe die Prognose das folgende: $0.856 \cdot 1206 + 40.034 = 1072$. Effektiv waren es 110

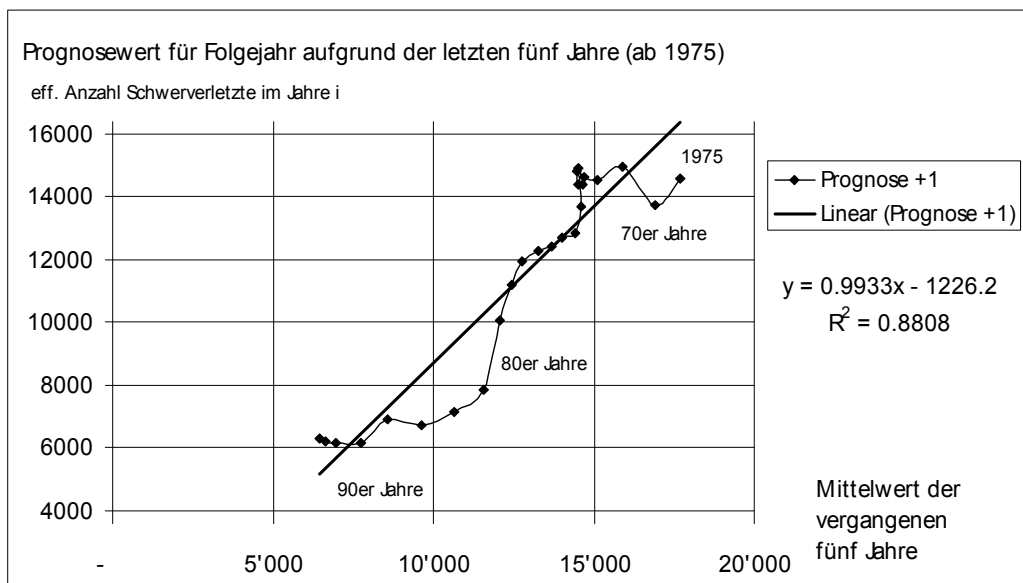
Abbildung 19:
Gegenüberstellung des Mittelwertes der Anzahl Todesopfer für die zurückliegenden fünf Jahre ($n-1$ bis $n-5$) und der effektiv im Jahr n auf den Strassen getöteten Personen seit 1973



Schwerverletzte

Für die Schwerverletzten stehen nur Zahlen für den sinkenden Abschnitt zur Verfügung. Die Steigung beträgt 0.99, die Korrelation 0.88. Die schlechtere Korrelation als bei den Todesopfern ist offensichtlich.

Abbildung 20:
Gegenüberstellung des Mittelwertes der Anzahl der Schwerverletzten für die zurückliegenden fünf Jahre ($n-1$ bis $n-5$) und der effektiv im Jahr n auf den Strassen schwer verletzten Personen seit 1975



2.7 Zusammenstellung der Parameter der Trendanalysen

In den folgenden Tabellen sind alle Parameter für die errechneten Regressionen zusammengestellt.

Arten der Regressionsfunktion:

- Lineare Funktion (Gerade): in 2 Fällen.
- Exponentialfunktionen in allen übrigen Fällen

Die Buchstaben in den Funktionen stehen für folgende Parameter:

- Exponentialfunktionen: $f(x) = A \cdot e^{(-Bx)}$
- Lineare Funktion (Gerade): $f(x) = Ax + B$
- $x = \text{Jahreszahl} - 1975$ (ergibt numerische Vereinfachungen)

Todesopfer (ab 1976)

Tabelle 5:
Parameter der Regressionsfunktionen für die Todesopfer

Modell, Untergruppe	A	B	R ²	Bemerkungen
Global	1461.9	0.0373	0.934	Exponentialfunktion
Altersgruppen				
0–17	174.51	0.0516	0.876	Exponentialfunktion
18–24	357.96	0.0484	0.77	Exponentialfunktion
25–44	289.15	0.0165	0.55	Exponentialfunktion
45–64	283.62	0.0426	0.896	Exponentialfunktion
65+	360.78	0.0394	0.931	Exponentialfunktion
Ortslage				
i. O.	665.57	0.0478	0.946	Exponentialfunktion
a. O.	762.27	0.0374	0.922	Exponentialfunktion
AB	0	80	(0.2)	Lineare Funktion
Verkehrsteilnehmer-Kategorie				
PW	586.79	0.0269	0.76	Exponentialfunktion
LiW	13.345	0.0192	(0.16)	Exponentialfunktion
LKW	9.3243	0.0305	(0.22)	Exponentialfunktion
FR	85.878	0.0241	0.666	Exponentialfunktion
MR	168.92	0.0236	0.47	Exponentialfunktion
Mofa	207.77	0.092	0.91	Exponentialfunktion
FG	367.15	0.0534	0.95	Exponentialfunktion
Andere	42.62	0.0464	0.60	Exponentialfunktion

Schwerverletzte (ab 1976)

Tabelle 6:
Parameter der Regressionsfunktionen für die Schwerverletzten

Modell, Untergruppe	A	B	R²	Bemerkungen
Global	18633	0.0456	0.86	Exponentialfunktion
Altersgruppen				
0–17	4120	0.0653	0.932	Exponentialfunktion
18–24	6028.2	0.0669	0.78	Exponentialfunktion
25–44	4137.7	0.0252	0.705	Exponentialfunktion
45–64	2905.9	0.0384	0.92	Exponentialfunktion
65+	1810	0.0349	0.88	Exponentialfunktion
Ortslage				
i. O.	11678	0.0486	0.87	Exponentialfunktion
a. O.	6596.5	0.0478	0.89	Exponentialfunktion
AB	3.8835	466.9	(0.06)	Lineare Funktion
Verkehrsteilnehmer-Kategorie				
PW	7321.7	0.0458	0.87	Exponentialfunktion
LiW	226.16	0.0416	0.58	Exponentialfunktion
LKW	68.78	0.0344	0.51	Exponentialfunktion
FR	1452	0.0152	0.50	Exponentialfunktion
MR	2659	0.029	0.50	Exponentialfunktion
Mofa	4008	0.0968	0.89	Exponentialfunktion
FG	3076	0.0489	0.95	Exponentialfunktion
Andere	293.6	0.0463	0.78	Exponentialfunktion

IV. RESULTATE DER PROGNOSEMODELLE FÜR DIE JAHRE 2005, 2010 UND 2020

1. Rohdaten aufgrund der Extrapolationen

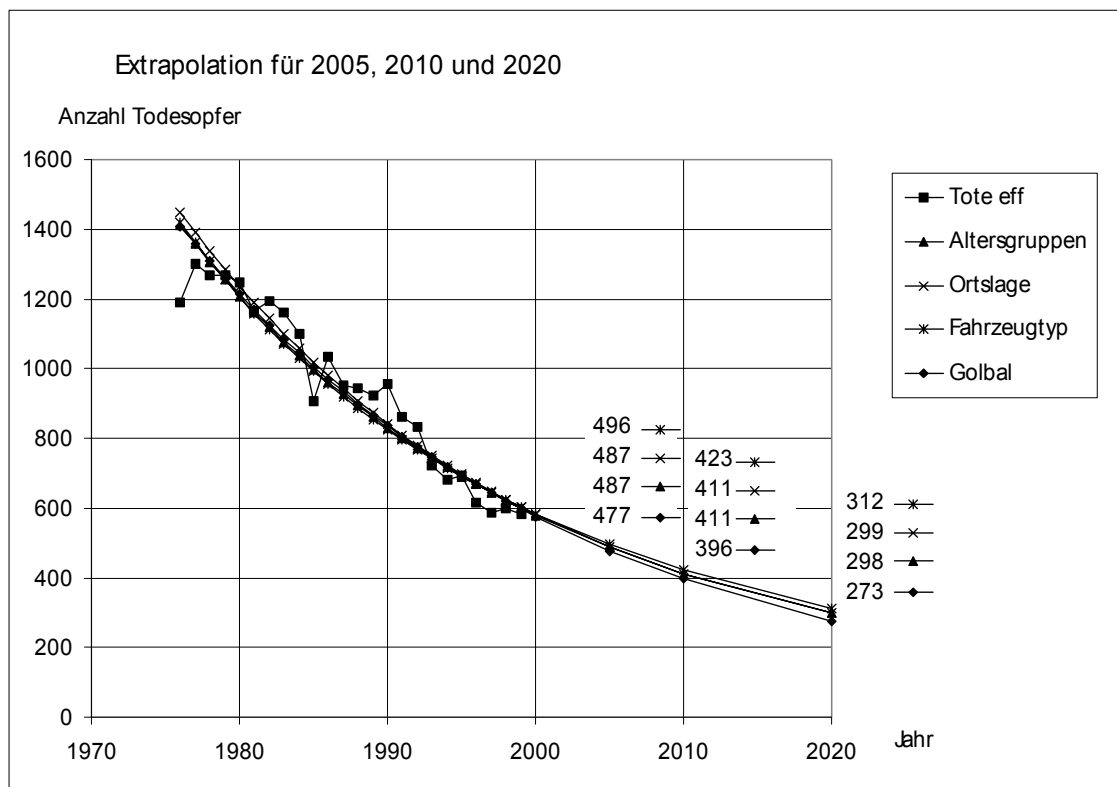
Mit den in Kap. III aufgestellten Modellen werden nun für die Jahre 2005, 2010 und 2020 die Rohdaten für die Prognosen berechnet.

1.1 Todesopfer

In der Abbildung 21 sind die Prognosen für die Todesopfer dargestellt, die aufgrund der Kap. III.2.2 bis III.2.5 extrapoliert worden sind. Die Zahlenwerte sind direkt in der Abbildung eingetragen.

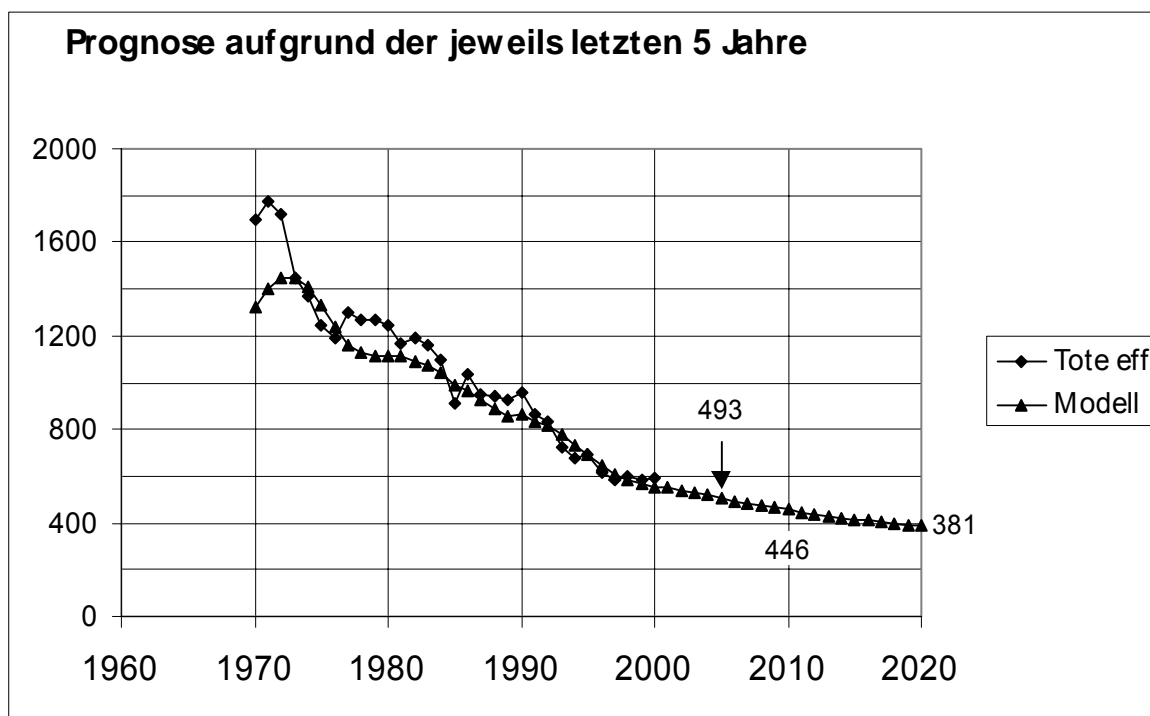
Abbildung 21:

Todesopfer: Extrapolation für die vier Modelle "Altersgruppen", "Ortslage", "Verkehrsteilnehmerkategorie" (Fahrzeugtyp) und "Global".



In Abbildung 22 ist die Prognose gemäss des Modells aus Kap. III.2.6 dargestellt. Die prognostizierten Werte sind ebenfalls in der Abbildung eingetragen.

Abbildung 22:
Prognose aufgrund der jeweils letzten fünf Jahre



Mit diesem Modell können jährlich aufgrund der neusten Daten einerseits eine Prognose für das Folgejahr, andererseits die Prognosen für die Jahre 2005, 2010 und 2020 auf einfache Weise neu berechnet werden. Die Zukunft wird den Wert dieses Modells zeigen.

1.2 Schwerverletzte

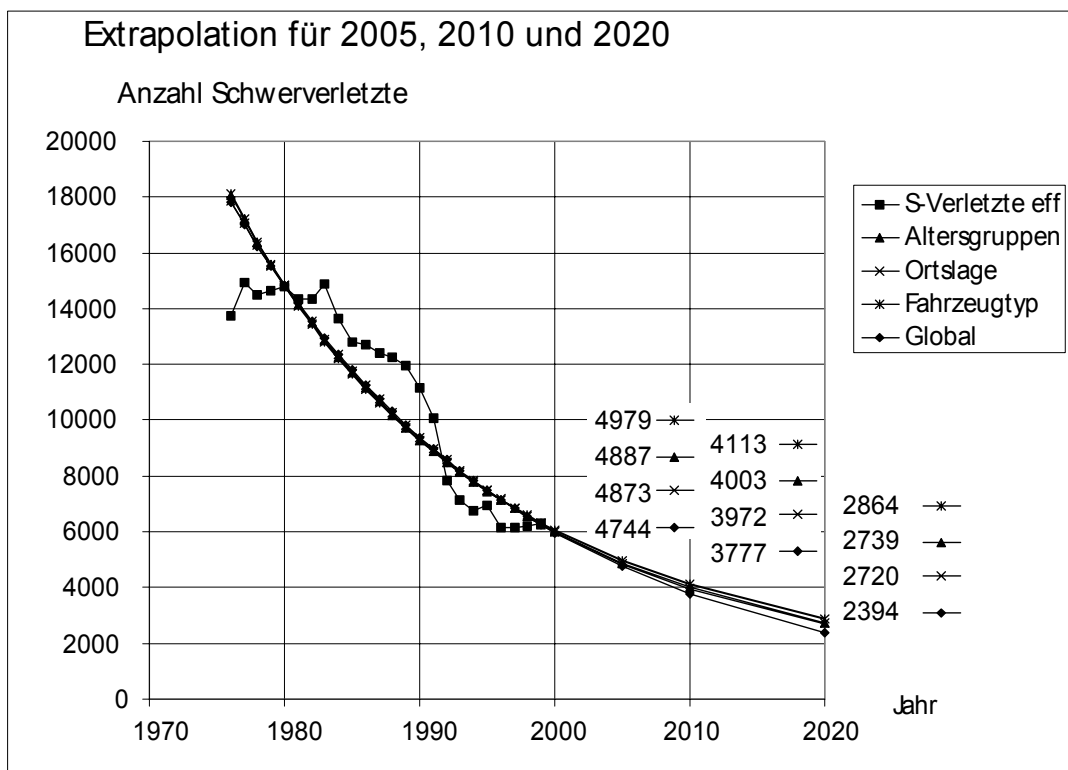
In der Abbildung 23 sind die Prognosen für die Schwerverletzten dargestellt, die aufgrund der Kap. III.2.2 bis III.2.5 extrapoliert worden sind. Die Zahlenwerte sind wiederum direkt in der Abbildung eingetragen.

Das Modell aus Kap. III.2.6 ist bei den Schwerverletzten schwierig anwendbar¹⁰. Es wird deshalb hier darauf verzichtet.

¹⁰ Die Extrapolationsfunktion reagiert empfindlich. Bei der Limesbetrachtung taucht die Steigung a in der Form $(1 - a)$ im Nenner auf. Bei den Todesopfern ist a 0.85, bei den Schwerverletzten 0.99. Bei den Schwerverletzten hat somit die kleinste Änderung ein grosse Auswirkung auf das Resultat.

Abbildung 23:

Schwerverletzte: Extrapolation für die vier Modelle "Altersgruppen", "Ortslage", "Verkehrsteilnehmerkategorie" (Fahrzeugtyp) und "Global".



1.3 Zusammenstellung der Werte, Bandbreite der Prognosen

In der folgenden Tabelle sind die Werte für die Todesopfer und die Schwerverletzten der Extrapolationen für die drei Jahre 2005, 2010 und 2020 zusammengestellt. Die Bandbreite gibt den höchsten und den kleinsten Wert der Prognosen an. Für die Berechnung der Streuung in Prozent wurde die Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert (Bandbreite) durch den Minimalwert dividiert. Für das Jahr 2005 liegen die Werte mit rund 5 % noch sehr nahe beisammen, während sie für das Jahr 2010 bereits bei knapp 10 % (Schwerverletzte) und 13 % (Todesopfer) und im Jahre 2020 bei 20 % (Schwerverletzte) und 40 % (Todesopfer) liegen. Diese Zunahme der Streuung ist zu erwarten.

Tabelle 7:
Zusammenstellung der Rohdaten (nicht gerundet) der Prognosen mit Angabe der Bandbreite und relativen Streuung der Werte

	2005	2010	2020
<i>Todesopfer:</i>			
Altersgruppen	487	411	298
Ortslage	487	411	299
Verkehrsteilnehmerkategorie	496	423	312
Global	477	396	273
"Fünfjahresmodell"	493	446	381
Bandbreite	477 ... 496	396 ... 446	273 ... 381
Streuung in %	4	13	40
<i>Schwerverletzte:</i>			
Altersgruppen	4887	4003	2739
Ortslage	4873	3972	2720
Verkehrsteilnehmerkategorie	4979	4113	2864
Global	4744	3777	2394
Bandbreite	4744 ... 4979	3777 ... 4113 ¹¹	2394 ... 2864 ¹²
Streuung in %	5	9	20

¹¹ Die obere Bandbreite bei den Schwerverletzten wird für die Jahre 2010 und 2020 aufgrund des erfahrungsgemäss ziemlich konstanten Verhältnisses von Todesopfern zu Schwerverletzten etwas nach oben korrigiert werden (vgl. Kap. III.2.2).

¹² siehe Fussnote 11

V. INTERPRETATION DER PROGNOSEN UND FOLGERUNGEN

1. Beurteilung von Einflussfaktoren auf die Unfallzahlen im Strassenverkehr

1.1 Einleitung

Das Unfallgeschehen auf den Strassen wird von sehr vielen Faktoren beeinflusst. Im folgenden werden die wichtigsten dieser Einflussfaktoren sowie deren Entwicklung der vergangenen rund 20 Jahre beschrieben [2][3][4]. In einem weiteren Kap. wird für jeden dieser Einflüsse die vermutete weitere Entwicklung sowie deren Einfluss auf die Unfallzahlen diskutiert und geschätzt. Im abschliessenden Kap. V.1.12 werden die Ergebnisse der Diskussion zusammengestellt.

Die Bewertung erfolgt immer im Vergleich zu der Entwicklung der vergangenen Jahre:

- ++ Einfluss wird sich voraussichtlich günstiger¹³ als bisher entwickeln
- + Einfluss wird sich voraussichtlich leicht günstiger als bisher entwickeln
- 0 Einfluss ist wie bisher
- Einfluss wird sich voraussichtlich leicht ungünstiger als bisher entwickeln
- Einfluss wird sich voraussichtlich ungünstiger als bisher entwickeln

Falls beispielsweise angenommen wird, dass weiterhin ähnlich grosse Anstrengungen in der Verbesserung der Sicherheit von Fahrzeugen unternommen werden wie in den letzten Jahren, wird der Einfluss dieser Entwicklung mit 0 bewertet: Die Einschätzung lautet "Entwicklung geht im gleichen Masse weiter wie bis anhin".

Die konkrete Einschätzung all dieser Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen (Todesopfer und Schwerverletzte zusammen) der nächsten Jahre wurde in Zusammenarbeit mit Fachleuten der bfu diskutiert und vorgenommen.

1.2 Bevölkerung

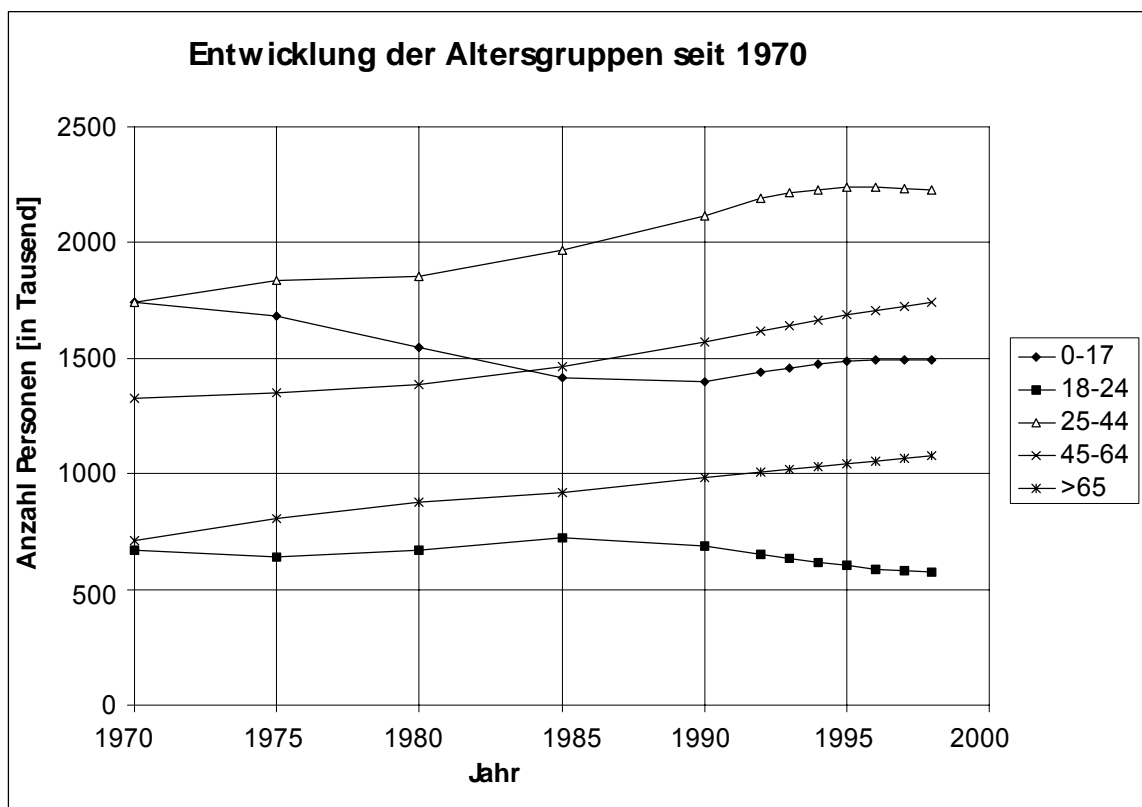
Zahlenmässige Entwicklung in den letzten 30 Jahren

Die Bevölkerungszahl in der Schweiz ist während der letzten drei Jahrzehnte kontinuierlich angestiegen (von 1970: 6.2 Mio. auf 1999: 7.15 Mio.). Eine markante Veränderung ist dagegen innerhalb der Alterskategorien zu verzeichnen: Abbildung 24 zeigt als Folge des "Pillenknicks" bei den 0- bis 17-Jährigen eine absteigende Kurve anfangs der Siebzigerjahre. Zwischen 1985 und 1990 setzt sich dieser Rückgang in der

¹³ Günstig bedeutet, dass die Unfallzahlen dadurch noch mehr reduziert werden als bisher.

nächsten Gruppe (18– bis 24-Jährige) fort, und schliesslich ist heute die Trendwende bei den 25– bis 44-Jährigen bereits erkennbar. Stetig etwa gleichmässig angestiegen sind die älteren Altersgruppen, insbesondere jene der 65-Jährigen und älteren.

Abbildung 24:
Bevölkerungsentwicklung der fünf betrachteten Altersgruppen



Prognose für die kommenden 20 Jahre

Die Anzahl der Personen in der Schweiz wird voraussichtlich weiterhin leicht ansteigen (Szenario "Trend", [4]). Die Verlagerungen innerhalb der einzelnen Altersgruppen wird weiter anhalten, insbesondere die Gruppe der Senioren, deren Anteil am Unfallgeschehen unter dem schweizerischen Schnitt liegt, wird stetig steigen.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Das Verhalten der Personen der einzelnen Altersgruppen im Verkehr hat sich in den letzte Jahrzehnten ebenfalls sukzessive verändert: Die Senioren haben als Gruppe zwar zahlenmässig am stärksten zugenommen, sind im Vergleich zu den 50er Jahren im Schnitt aber weniger gebrechlich, mobiler und nehmen mehr am Verkehrsgeschehen teil. Sie sind zudem mit dem Verkehr aufgewachsen und deshalb vertrauter mit dem Verkehrsgeschehen. Ihr Anteil am Unfallgeschehen ist im Vergleich zur Gesamtbevölkerung tatsächlich auch unterdurchschnittlich.

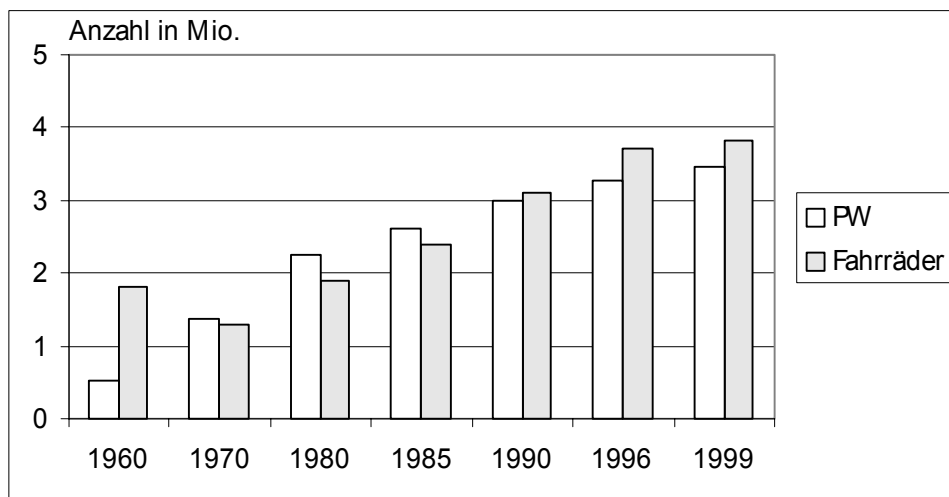
Insgesamt wird deshalb aufgrund der Bevölkerungsentwicklung ein leicht positiver Trend angenommen: Einschätzung +.

1.3 Anzahl Fahrzeuge

Entwicklung während der letzten 40 Jahre

Die Anzahl der Personenwagen und Fahrräder hat in den letzten vier Jahrzehnten stetig zugenommen (Abbildung 25). Ähnlich ist das Bild für Sachtransportfahrzeuge (Lieferwagen, Lastwagen, Sattelschlepper: 1970: 107'000, 2000: 280'000) und andere Motorfahrzeuge (Bus, Car, Landwirtschafts- und Industriefahrzeuge: 1970: 34'000, 2000: 270'000) [3].

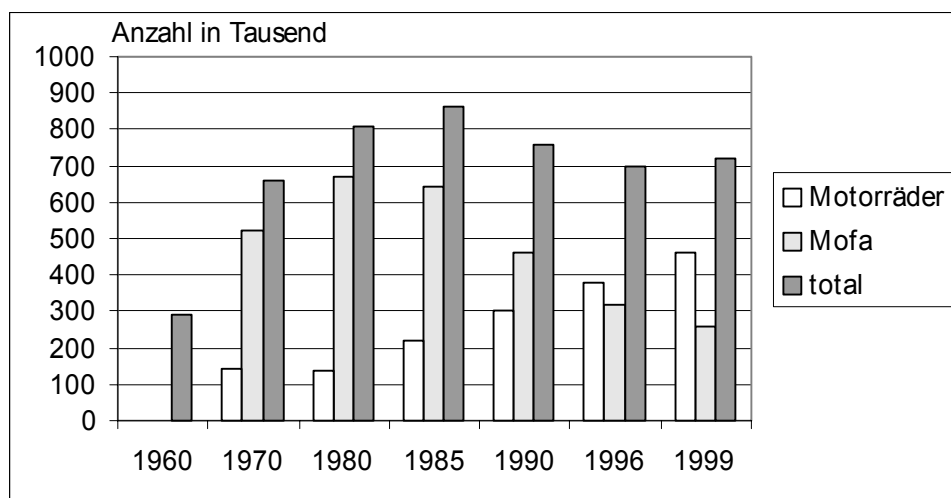
Abbildung 25:
Anzahl Personenwagen und Fahrräder: Entwicklung seit 1960



Die Verkehrsleistung gemessen in Personenkilometern und Fahrzeugkilometern hat ebenfalls stetig zugenommen [3][4], allerdings nimmt die durchschnittliche Kilometerzahl pro Fahrzeug ab (Einfluss des Trends zu Zweit- und Drittwagen).

Bei den Motorrädern und Motorfahrrädern haben Verlagerungen stattgefunden, die vermutlich auch in Zukunft noch weitergehen werden: Die Anzahl der "klassischen" Motorräder steigt seit 1980 stetig wieder an, während die Anzahl der Mofas genau gegenläufig seit 1980 wieder stetig abnimmt (Abbildung 26). Markant ist allerdings die starke Zunahme der Roller, insbesondere von Fahrzeugen mit kleinen Hubräumen, die bereits im Alter von 16 Jahren gefahren werden dürfen (geänderte Verkehrszulassungsbestimmungen).

Abbildung 26:
Anzahl Motorfahräder und Motorräder: Entwicklung seit 1960



Prognose für die kommenden 20 Jahre

Es ist davon auszugehen, dass die abflachende Kurve der Anzahl Personenwagen anhalten wird und einer "Sättigungsgrenze" zustrebt – auch die für den Verkehr zur Verfügung stehende Zeit wird kaum im gleichen Masse ansteigen wie bisher.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

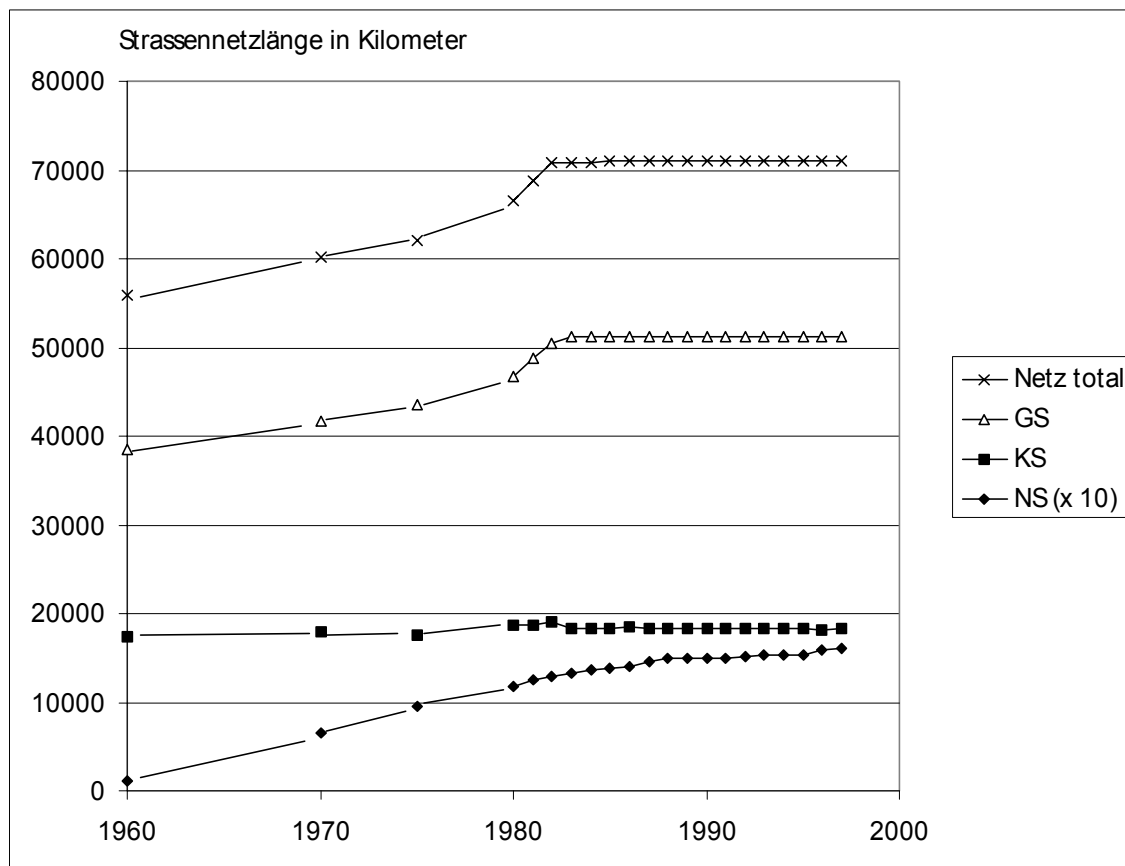
Insgesamt ist deshalb aufgrund der Entwicklung der Anzahl Fahrzeuge ein leicht positiver Trend angenommen: Einschätzung +.

1.4 Infrastruktur

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Das schweizerische Strassennetz hat heute eine Länge von rund 70'000 km. Während sich die Anteile der Kantons- und Gemeindestrassen (18'000 km resp. 50'000 km) seit rund 20 Jahren wenig verändert haben, ist der Anteil der Nationalstrassen sukzessive gewachsen um rund 500 km pro 10 Jahre seit 1960. In den letzten 10 Jahren hat sich diese Kurve abgeflacht und in rund 15 Jahren wird das geplante Gesamtnetz von knapp 2000 km fertiggestellt sein. Auch wenn die Zahlen der Kantons- und insbesondere der Gemeindestrassen nicht genau bekannt sind, können die hier angegebenen Werte für die vorliegende Einschätzung als genau genug bezeichnet werden [1].

Abbildung 27:
 Netzlänge der Gemeinde-, Kantons- und Nationalstrassen: Entwicklung seit 1960



Im Bereich der Verkehrsraumgestaltung hat sich viel ereignet in den letzten Jahren: Es wurden viele Kreuzungen entschärft (Kreisel oder Brücken), separierte Bus-, und Fahrradspuren gebaut, Einfahrten in Siedlungsgebiete wurden speziell gestaltet ("Eingangstorwirkung"), um auch optisch eine Geschwindigkeitsreduktion zu erwirken, die Anzahl Fussgängerstreifen wurde erhöht, um nur einige zu nennen.

Die Schweizer Strassen sind – insbesondere auch im Vergleich mit dem Ausland – in einem insgesamt gesehen guten Zustand. Auffällig sind jedoch die vielen Baustellen, die zwar einerseits die Belagsqualität gewährleisten sollen, umgekehrt aber auch stark den Verkehrsfluss beeinflussen.

Auch die Räumung von Schnee, Laub und Sturmholz etc. ist in der Regel gut gewährleistet.

Der vergleichsweise junge Bereich der Telematik wird voraussichtlich noch stark an Einfluss gewinnen und die Lenkung der Verkehrsströme optimieren.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Es wird davon ausgegangen, dass die Zunahme der Verkehrsweglänge im gleichen Trend weitergeht. Das bedeutet auf Stufe Kantons- und Gemeindestrassen ein nur geringes

Wachstum, bei den Nationalstrassen, davon ein grosser Teil Autobahnen, bis zur Fertigstellung des heute geplanten Netzes, die im Bereich des Prognosehorizontes liegen dürfte, ein ähnliches Wachstum wie in den vergangenen Jahren. Ebenso ist zu erwarten, dass die Anstrengungen im Bereich der Entschärfung von gefährlichen Stellen sowie des Unterhaltes und Werterhaltes der Infrastruktur in gleichem Masse betrieben werden. Im Bereich der Telematik ist insbesondere auf Autobahnen ein Fortschritt zu erwarten: Gemäss Kulow [8] wurde in Deutschland eine hohe Akzeptanz für elektronische Temporegelungen auf Autobahnen festgestellt. Es wurden an den entsprechenden Orten Unfallreduktionen von 20 % bis 30 % festgestellt. Nun ist der Anteil der Todesopfer und Schwerverletzten auf Autobahnen zur Zeit bei rund 10 %, wird aber in Zukunft sehr wahrscheinlich zunehmen.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt sind deshalb aufgrund der Verkehrsinfrastruktur keine Änderungen auf den Trend angenommen: Einschätzung 0.

1.5 Fahrzeugtechnik

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Wie bereits im Kap. II.2.3 erwähnt, wurde die Fahrzeugtechnik laufend verbessert, und zwar sowohl die aktiven wie passiven Sicherheitsmassnahmen. Aktive Massnahmen verbessern das sichere Handhaben des Fahrzeuges (z. B. Qualität der Bremsen, Abstandwarner, ABS, Räder und Pneus, Beleuchtung, Rückspiegel usw.). Passive Massnahmen verbessern die Sicherheit bei gefährlichen Situationen (z. B. Sicherheitsgurten, Knautschzonen, Überrollbügel, Airbags, Kindersitze etc.).

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Aus heutiger Sicht spricht vieles dafür, dass die Entwicklungen im Bereich der aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen im Fahrzeugbau im gleichen Masse weitergehen wie bisher.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt ist deshalb aufgrund der Entwicklung im Bereich der Sicherheitseinrichtungen keine Änderung im Trend zu erwarten: Einschätzung 0.

1.6 Erziehung und Ausbildung

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Die Früherziehung der Kinder bereits im Kindergarten und in der Primarschule machen den jüngsten Verkehrsteilnehmern auf die lauenden Gefahren aufmerksam. Doch ist gemäss einer Studie der Unicef die Sterbehäufigkeit in der Schweiz auch für diese jüngste Altersgruppe noch doppelt so hoch wie z. B. in Schweden [9]. Bezüglich der ganzen Bevölkerung liegt die Schweiz mit rund 85 Todesopfern pro Million Einwohner jedoch "nur" 25 % über Schweden mit 68 Todesopfern pro Million Einwohner (1998; vgl. Bemerkung in Kap. II.2.2).

Die Aus- und Weiterbildung der erwachsenen Verkehrsteilnehmer erfuhr insbesondere bei den Prüfungsbedingungen eine Verschärfung (Pflichtstunden in Theorie und Praxis). Aber auch das Angebot an freiwilligen Kursen wie z. B. Schleuderkursen hat zugenommen.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Nach Ansicht von Fachleuten ist in diesem Bereich das Potenzial noch nicht ausgeschöpft und dürfte in den kommenden Jahren einen deutlich grösseren Stellenwert einnehmen als bisher.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt ist deshalb aufgrund der Anstrengungen im Bereich Erziehung und Ausbildung ein leicht positiver Trend zu erwarten: Einschätzung +.

1.7 Rechtliche Regelungen

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Im Bereich der gesetzlichen Einschränkungen sind die Massnahmen der Geschwindigkeitsbeschränkungen (die zum Teil in den Achtzigerjahren auch aus Umweltschutzgründen erlassen worden sind), die Gurtentragpflicht für Personenwagen und die Helmtragepflicht für Motor- und Motorfahräder, aber auch die Limitierung des Blutalkoholgehaltes zu erwähnen.

Im Bereich der Durchsetzung der heute rechtlich vorgeschriebenen Massnahmen sind verschiedene Probleme zu erwähnen: Nur ein kleiner Bruchteil der Fahrzeuglenker wird heute bezüglich Alkohol kontrolliert [14]. Die Kontrollichte ist gemäss [14] in der Schweiz rund zehn Mal kleiner als beispielsweise in den Niederlanden. Rund 100 Todesopfer (ein Sechstel) sind auf Alkoholmissbrauch zurückzuführen [11]. Die fix installierten Geschwindigkeitskontrollen sind vielen bekannt, so dass sie nur eine bescheidene und lokale Wirkung zeigen. In beiden Bereichen sind Entwicklungen im Gange, um eine verbesserte Durchsetzung zu erwirken: Fahrzeuge können mit Mechanismen ausgestattet

werden, die das Starten des Fahrzeugs nur bei positivem Atemlufttest ermöglicht. Mobile, flächendeckend eingesetzte Radarkontrollen sollen die Geschwindigkeitssünder wirksamer erfassen. Zudem sind Entwicklungen für eine Blackbox für Personenwagen im Gange, damit zumindest nach einem Unfall die Fahrtbedingungen vorher bekannt sind.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Die zur Zeit vorgesehenen Aktivitäten im rechtlichen Bereich setzen die bestehenden Bemühungen fort.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt wird aufgrund der Entwicklung der rechtlichen Regelungen keine entscheidende Trendänderung angenommen: Einschätzung 0.

1.8 Rettungswesen

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Im Bereich des Rettungswesens sind grosse Fortschritte zu verzeichnen. Durch ein dichtes Netz von Rettungsfahrzeugen und Helikoptern ist die Zeit bis zu einem Rettungseinsatz zurückgegangen. Auch die zunehmende Verbreitung von Mobiltelefonen trug dazu bei, dass schneller alarmiert werden kann.

Im Weiteren hat sich die Medizin an sich von der Notversorgung auf dem Unfallplatz über die Betreuung beim Transport bis zur Versorgung im Spital stetig verbessert.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Auch im Bereich des Rettungswesens sind weitere Fortschritte zu erwarten. Es wird vermutet, dass der Einfluss auf die Entwicklung der Strassenverkehrssicherheit sich im gleichen Rahmen weiter bewegen wird.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt ist aufgrund der Entwicklung im Rettungswesen keine Trendänderung zu erwarten: Einschätzung 0.

1.9 Wirtschaftliche Entwicklung

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

Die wirtschaftliche Entwicklung zeigte in den letzten Jahren verschiedene Hochs und Tiefs. Entsprechend schwankte die Arbeitslosenzahl, der Benzinpreis etc. – die Entwicklung des Verkehrs (Kauf von Neuwagen etc.) blieb davon jedoch im wesentlichen unbeeinflusst. Insgesamt kann ein gewisser Zusammenhang "Hohes Wirtschaftswachstum bewirkt einen negativen Einfluss auf das Unfallgeschehen" hergestellt werden.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Einerseits sind wirtschaftliche Prognosen nur schon auf wenige Jahre hinaus erfahrungsgemäss mit grossen Unsicherheiten behaftet, andererseits ist ihr Einfluss offenbar – von extremen Einbrüchen wie der Weltwirtschaftskrise und dem folgenden Zweiten Weltkrieg abgesehen – eher bescheiden.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt ist aufgrund der Entwicklung der wirtschaftlichen keine Trendänderung zu erwarten: Einschätzung 0.

1.10 Geräte in Fahrzeugen

Entwicklung während der letzten 20 Jahre

In den vergangenen Jahren hielten verschiedene Geräte insbesondere in Personenwagen Einzug, die die Konzentration des Fahrers einschränken können. Erwähnt seien Unterhaltungsgeräte (Radio- und Kassettengeräte, CD-Player), Mobiltelefone und neuerdings auch GPS-Geräte und andere Fahrcomputer. Generell sind alle Geräte, die die Aufmerksamkeit des Fahrers einschränken können, eine potentielle Gefahr insbesondere auch für die übrigen Verkehrsteilnehmer. Konkrete Angaben zu diesem Zusammenhang sind allerdings nicht verfügbar.

Prognose für die kommenden 20 Jahre

Es wird vermutet, dass die Zahl von zusätzlichen Geräten, welche die Aufmerksamkeit der Lenker negativ beeinflussen können, tendenziell zunehmen wird.

Einschätzung des Einflusses auf das Unfallgeschehen

Insgesamt ist deshalb aufgrund der Entwicklung in diesem Bereich ein leicht negativer Trend zu erwarten: Einschätzung -.

1.11 Klimawandel / Witterung

Die Witterung hat im Einzelfall einen grossen Einfluss auf das Verkehrsgeschehen. Über das ganze Jahr gesehen gleicht sich das jedoch aus, wenn man nur einen Zeitraum von einigen Jahren betrachtet. Wie sich eine nachhaltige Erwärmung (Klimawandel) auf das Geschehen der Verkehrssicherheit auswirkt, ist heute offen. Milderer Wintern mit weniger Schnee und Glatteis, die einen Rückgang an Schleuderunfällen vermuten lassen, stehen erhöhte Starkniederschläge und wahrscheinlich eine Zunahme von Hangrutschen und Wildbächen gegenüber, die eine zusätzliche Gefährdung auch für die Verkehrsteilnehmer bedeuten können. Markante Veränderungen sind vermutlich erst nach mehreren Jahren eindeutig erkennbar. Deshalb wird dieser Einfluss in der vorliegenden Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

1.12 Zusammenstellung Bewertungsmatrix

In der folgenden Tabelle sind die Beurteilungen der Einflussfaktoren zusammengefasst und bewertet. In jeder Zeile wurde auf Grund der Einschätzungen der letzten Kap. in der entsprechenden Zelle eine Eins gesetzt.

Die letzte Spalte gibt die Gewichtung der einzelnen Einflüsse untereinander. Sie summieren sich zu 100 %. Es werden drei Kategorien unterschieden:

- 15 %: überdurchschnittlicher Einfluss
- 10 %: durchschnittlicher Einfluss
- 5 %: unterdurchschnittlicher Einfluss

Diese Gewichtung erfolgte in Zusammenarbeit der bfu mit EBP.

In der letzten Zeile schliesslich ist das gewichtete Total ersichtlich pro Kolonne ersichtlich:

- Kolonne "+": $(10 \% + 15 \% + 5 \%) * 1 = 0.3$
- Kolonne "0": $(3 * 15 \% + 10 \% + 5 \%) * 1 = 0.6$
- Kolonne "-": $(10 \%) * 1 = 0.1$

Insgesamt wird für alle Einflüsse eine Wirkung prognostiziert, die die extrapolierten Werte eher günstig beeinflussen werden.

Tabelle 8:
Zusammenstellung der Einflüsse mit Beurteilung und Gewichtung

Einfluss	Beurteilung der Entwicklung					Gewichtung
	++	+	0	-	-	
Bevölkerung		1				10 %
Anzahl Fahrzeuge		1				15 %
Infrastruktur			1			15 %
Fahrzeugtechnik			1			15 %
Ausbildung und Erziehung		1				5 %
Rechtliche Regelungen			1			15 %
Rettungswesen			1			10 %
Wirtschaftliche Entwicklung			1			5 %
Geräte im Fahrzeug				1		10 %
Gewichtetes Total	0	0.3	0.6	0.1	0	(100 %)

Aufgrund der zu erwartenden Entwicklung der Einflüsse wird von den Prognosen für die Todesopfer (Tabelle 7) für die Jahre 2010 und 2020 der untere Bereich der Bandbreite als wahrscheinlich prognostiziert. Es wird davon ausgegangen, dass die positive Tendenz nicht sofort bemerkbar ist. Sie wird für die Prognose für 2005 deshalb nicht berücksichtigt. Die Streuung der Prognosen beträgt im Jahre 2005 wenig (4 %). Weil alle Werte nahe bei 500 liegen, wird dieser gerundete Wert für das Jahr 2005 als Prognosewert festgelegt.

Aufgrund der besseren Korrelation bei der Anzahl der Todesopfer wird die Anzahl der Verletzten insbesondere für das Jahr 2020 etwas nach oben korrigiert (vgl. Fussnote 11).

2. "Beste Schätzung" der Unfallzahlen 2005, 2010 und 2020

Die Resultate der Prognosen aus den globalen Betrachtungen (Kap. III.2.2 bis III.2.5) sowie die Beurteilung der Einflussgrößen (Zusammenstellung in Tabelle 8) ergeben zusammen aus heutiger Sicht als "beste Schätzung" folgende gerundete Prognosewerte:

Tabelle 9:
"Beste Schätzung" der Todesopfer und Schwerverletzten auf Schweizer Strassen in den Jahren 2005, 2010 und 2020

	Heute (2000)	2005	2010	2020
Todesopfer	600	500	400	300
Schwerverletzte	6200	5000	4000	3000

Fazit: Aufgrund der heutigen Einschätzung erscheint das Ziel, die Anzahl Todesopfer auf Schweizer Strassen bis ins Jahr 2010 auf 300 senken zu können, zu optimistisch. Um es dennoch erreichen zu können, bedarf es intensiver Anstrengungen auf breiter Front.

VI. LITERATUR

- [1] Ausgewählte Nachfrage in den Kantonen AG, LU, ZG und ZH
- [2] Bundesamt für Statistik (div. Jahrgänge), Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz. Bundesamt für Statistik BFS, Neuenburg
- [3] Bundesamt für Statistik (2000), Schweizerische Verkehrsstatistik 1996/2000. Bundesamt für Statistik BFS, Neuenburg
- [4] Bundesamt für Statistik (div. Jahrgänge), Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Bundesamt für Statistik BFS, Neuenburg
- [5] Bundesanstalt für Strassenwesen (2000), Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Determinanten bis zum Jahr 2010. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Heft M120, München
- [6] Fermaud, Ch., Merz, H. & Müller, W. (1996), Das Unfallgeschehen im Jahr 2010. bfu-Report 30, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern
- [7] International Road Traffic and Accident Database IRTAD, OECD
- [8] Kulow, B. (2001), Hohe Akzeptanz der für elektronische Temporegelungen auf Autobahnen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 1, 1. Quartal 2001, S. 36
- [9] **Pressemitteilung 7.2.2001**
- [10] Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (2000), Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrspolitik des Bundes – erster Zwischenbericht. Bundesamt für Strassen ASTRA und Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern
- [11] Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (div. Jahrgänge), Unfallgeschehen in der Schweiz – Statistik. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern
- [12] Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik (1965), Rechnungsunterlagen in der AHV. Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik Nr. 101
- [13] Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik (1965), Ergebnisse der Extrapolation der bisherigen langfristigen Bevölkerungsentwicklung. Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik Nr. 94
- [14] Siegrist, S. (2001), Polizeikontrollen in der Schweiz und deren Wahrnehmung durch die Fahrzeuglenker. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 2, 2. Quartal 2001, S. 90

VII. ANHANG

Zeitreihen des Unfallgeschehens im Strassenverkehr

Als Zahlengrundlagen standen die Zeitreihen in den folgenden Tabellen zur Verfügung.

Tabelle 10:
Zeitreihen der Todesopfer seit 1976

Jahr	Todesopfer	Altersgruppen					Ortslage			Fahrzeugart							
	gesamt	0-17	18-24	25-44	45-64	65+	iOS	aOS	AB	PW	LiW	LKW	FR	Mofa	MR	FG	andere
1976	1188	169	252	243	239	285	519	621	48	443	9	10	83	128	139	326	50
1977	1302	192	259	291	221	339	566	697	39	528	19	10	77	141	135	354	38
1978	1268	164	234	250	275	345	559	665	44	515	15	4	80	131	128	350	45
1979	1268	151	247	279	257	334	546	673	49	569	13	12	69	127	118	316	44
1980	1246	125	290	273	256	302	528	648	70	595	12	8	77	134	139	261	20
1981	1165	139	293	256	195	282	511	606	48	479	12	16	72	123	156	267	40
1982	1192	125	273	245	255	294	529	610	53	463	8	6	75	144	159	277	60
1983	1159	121	305	242	218	273	511	591	57	516	17	4	72	123	162	239	26
1984	1101	102	277	261	217	244	447	571	83	511	9	11	73	99	165	214	19
1985	908	99	219	231	152	207	368	475	65	410	8	7	60	90	125	189	19
1986	1034	106	256	259	188	225	433	523	78	444	14	5	78	100	175	197	21
1987	952	78	244	221	177	232	417	465	70	413	8	7	59	75	151	215	24
1988	945	69	228	253	148	247	384	479	82	427	15	4	70	86	136	191	16
1989	925	70	231	275	145	204	357	494	74	442	8	5	71	85	148	144	22
1990	954	77	221	290	162	204	354	525	75	469	13	7	60	51	160	168	26
1991	860	75	193	245	148	199	332	443	85	438	10	9	66	35	114	166	22
1992	834	61	175	260	145	193	284	453	97	430	14	8	55	36	124	148	19
1993	723	73	152	205	125	168	267	392	64	356	10	4	43	48	120	124	18
1994	679	67	120	201	107	184	266	350	63	306	4	3	75	39	113	126	13
1995	692	67	133	207	123	162	241	361	90	335	10	11	53	29	106	126	22
1996	616	52	118	171	117	158	218	320	78	314	8	5	47	27	93	108	14
1997	587	52	101	185	112	137	218	306	63	275	11	5	53	27	83	116	17
1998	597	63	95	177	111	151	222	296	79	305	8	5	47	20	72	122	18
1999	583	72	88	187	103	133	210	310	63	299	10	3	41	20	79	115	16

Tabelle 11:
Zeitreihen der Schwerverletzten seit 1976

Jahr	Schwer- verletzte	Altersgruppen					Ortslage			Fahrzeugart							
	gesamt	0-17	18-24	25-44	45-64	65+	iOS	aOS	AB	PW	LiW	LKW	FR	Mofa	MR	FG	andere
1976	13734	3080	3334	3384	2474	1462	8523	4869	342	5147	146	80	1280	2425	1772	2630	254
1977	14926	3232	3852	3607	2625	1610	9245	5321	360	6081	200	47	1258	2431	1948	2693	268
1978	14505	2973	3861	3540	2587	1544	8862	5259	384	6201	160	40	1176	2335	1869	2493	231
1979	14629	2965	3948	3610	2524	1582	8861	5344	424	6072	172	78	1328	2332	1945	2466	236
1980	14782	3036	4267	3533	2452	1494	9145	5196	441	6189	186	69	1247	2293	2186	2424	188
1981	14363	3009	4197	3507	2265	1385	8856	5034	473	5499	173	77	1305	2317	2424	2280	288
1982	14361	3017	4252	3436	2244	1412	9058	4815	488	5284	155	78	1326	2486	2569	2284	179
1983	14894	2931	4648	3539	2308	1468	9246	5071	577	5533	164	47	1396	2466	2827	2233	228
1984	13656	2534	4249	3448	2119	1306	8367	4717	572	5086	203	45	1342	2095	2660	2030	195
1985	12823	2328	3910	3354	1931	1300	7898	4372	553	4732	149	56	1430	2008	2492	1774	182
1986	12703	2187	3864	3334	1908	1410	7799	4302	602	4754	150	44	1366	1834	2457	1933	165
1987	12396	2158	3585	3543	1836	1274	7632	4176	588	4651	162	56	1370	1797	2334	1823	203
1988	12255	2015	3375	3501	2011	1353	7519	4071	665	4702	225	42	1364	1692	2121	1901	208
1989	11939	1839	3232	3593	1951	1324	7238	3996	705	4707	167	33	1415	1482	2225	1733	177
1990	11182	1618	2967	3517	1831	1249	6614	3864	704	4668	212	43	1400	984	2072	1623	180
1991	10052	1449	2558	3308	1606	1131	5862	3474	716	4242	149	26	1236	785	1909	1530	175
1992	7840	1047	1845	2632	1365	951	4694	2599	547	3183	112	32	1014	591	1530	1239	139
1993	7149	1101	1501	2334	1268	945	4111	2554	484	2859	87	26	1007	539	1393	1141	97
1994	6739	1034	1405	2244	1218	838	3863	2442	434	2655	94	37	1023	518	1296	1022	94
1995	6932	1064	1299	2375	1362	832	3972	2456	504	2807	87	29	1006	504	1234	1153	112
1996	6177	955	1101	2138	1180	803	3784	2004	389	2381	60	38	982	443	1148	1050	75
1997	6166	982	1136	2044	1201	803	3667	2080	419	2311	68	37	984	441	1249	955	121
1998	6213	886	1104	2179	1265	779	3718	2014	481	2430	84	40	951	407	1198	998	105
1999	6299	973	1111	2229	1259	727	3612	2169	518	2463	78	37	915	387	1294	1023	102