

Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Rahmenbedingungen bis 2015/2020

FA 82.301

Forschungsstelle: Technische Universität Dresden, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr (Prof. Dr.-Ing. R. Maier)

Bearbeiter: Aurich, A.P./Bartz, C./Schiller, C./Winkler, C./Wittwer, R.

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Abschluss: April 2009

1 Aufgabenstellung

Aufgabe bei der Bearbeitung des Projekts war die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Straßenverkehrssicherheit. Diese wird anhand der Zahl und der Schwere von Straßenverkehrsunfällen bzw. der Anzahl von Verunglückten quantifiziert.

Aufgrund der Tatsache, dass sich künftiges Unfallgeschehen durch einfache Trendprognosen nur bedingt widerspiegeln lässt, erscheint die Entwicklung eines Prognosemodells, welches eine Vielzahl sich verändernder und in gegenseitiger Abhängigkeit stehender sicherheitsrelevanter Einflussgrößen berücksichtigt, zielführender.

Ziel des Forschungsprojekts war daher die quantitative Vorausschätzung des Straßenverkehrsunfallgeschehens in Deutschland mithilfe eines eigens entwickelten Prognoseverfahrens. Das Verfahren sollte eine größtmögliche Differenzierung des zukünftigen Unfallgeschehens nach Schweregrad, Art der Verkehrsbeteiligung und Alter der Verkehrsteilnehmer erlauben. Das Modell sollte in der Lage sein, Ursache – Wirkungszusammenhänge differenzierter als in herkömmlichen Ansätzen der Zeitreihenanalyse und deren Trendfortschreibung abzubilden. Den Prognosehorizont bilden die Jahre 2015 und 2020.

In der vorliegenden Untersuchung standen ausschließlich tatsächliche Unfallereignisse im Mittelpunkt der Betrachtung. Die Unfallkenngrößen

- f Anzahl Unfälle und
- f Anzahl Verunglückter

eignen sich sehr gut für eine quantitative Beschreibung der Unfallereignisse sowie der Folgen und erlauben die Darstellung der Entwicklung der Verkehrssicherheit in Abhängigkeit sicherheitsrelevanter Einflussgrößen.

2 Untersuchungsmethodik

Der Verfahrensansatz besteht darin, die Prognose des Unfallgeschehens auf der Grundlage einer Risikoanalyse vorzunehmen. Hierzu wird zum Teil ein neuartiger Ansatz aus aktuellen Forschungsarbeiten herangezogen, der in einigen Veröffentlichungen zum Thema der Analyse des Unfallgeschehens beschrieben wird. Hierin heben die Autoren hervor, dass die in bisherigen Arbeiten häufig verwendete Beschreibung des Unfall- sowie des Getötetenrisikos und ihres zeitlichen Verlaufs auf der Basis der Pkw-Fahrleistungen oder des Fahrzeugbestands nicht ausreicht. So seien diese Ansätze schon deshalb kaum zur Abschätzung der Unfallzahlen in der Lage, weil etwa ein Drittel der Getöteten in Unfällen verunglücken, an denen kein Pkw beteiligt ist. Zudem finden sich Entwicklungen in untersuchten Zeitreihen, die sich nicht mit Veränderungen der Pkw-Fahrleistungen erklären lassen. Ihr Anliegen ist es jedoch, den Einfluss des Verkehrsgeschehens weitestmöglich aus den Zeitreihen heraus zu filtern, um die allgemeine (verkehrsunabhängige) Sicherheitsentwicklung beurteilen zu können. Im Rahmen des vorliegenden

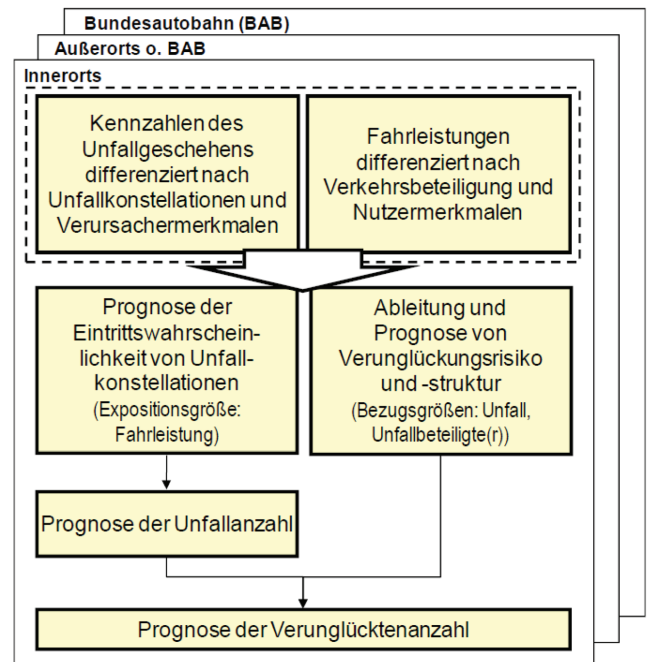


Bild 1: Untersuchungsansatz zur Unfallprognose (Quelle: Eigene Darstellung)

Projekts wird dieser Ansatz einer differenzierten Analyse des Unfallgeschehens aufgegriffen und entsprechend der Datenlage für eine Prognose aufbereitet.

Dabei teilt sich der Modellansatz grundsätzlich in zwei Einzelkomponenten auf (s. Bild 1):

1. Ermittlung und Prognose des Unfallrisikos
2. Ermittlung und Prognose des Verunglückungsrisikos

Das Unfallrisiko beschreibt die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls. Das Verunglückungsrisiko gibt die durchschnittlichen Folgen eines Unfalls in Anzahl Getöteter, Schwerverletzter und Leichtverletzter an. Diesem zweigeteilten Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, dass sich Veränderungen in der Verkehrssicherheit sowohl in der Unfallzahl als auch in der Unfallschwere äußern. So wirken sich beispielsweise Veränderungen in der Fahrleistung sowie aktive Sicherheitseinrichtungen in Fahrzeugen direkt auf die Eintrittswahrscheinlichkeit von Unfällen aus, jedoch nicht zwingend auf die Unfall schwere. Der Fortschritt im Bereich der fahrzeugseitigen passiven Schutz einrichtungen, genauso wie die Optimierung im Bereich des Rettungswesens, wirkt sich dahingegen auf die Unfallschwere aus, jedoch nicht auf die Unfallanzahl. Es ist davon auszugehen, dass die Entwicklung von Zahl und Schwere von Unfällen nicht den gleichen Entwicklungen folgen und sich diese auch innerhalb der verschiedenen Verkehrsbeteiligungsarten unterschiedlich entwickeln. Infolge der unterschiedlichen Verkehrsverhältnisse und Entwicklungen auf verschiedenen Straßenarten, unterscheidet sich auch die Verkehrssicherheit verschiedener Ortslagen voneinander. Daher werden bei der Modellentwicklung die drei Ortslagen

- f Bundesautobahn,
- f Außerorts (o. BAB) und
- f Innerorts

differenziert.

Die Ermittlung der Risikofaktoren erfolgt dabei auf Basis einer differenzierten Zeitreihenanalyse der Unfall- und Verkehrsdaten von 1991 bis 2006. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls mit Personenschaden wird über den Bezug zur Fahrleistung ermittelt.

Dagegen fungieren bei der Ermittlung der Verletzungsschwere sowohl Anzahl der Unfälle mit Personenschaden als auch die Zahl der am Unfall beteiligten Personen (Unfallbeteiligte) als Bezugsgrößen. Auf diese Weise kann zunächst die Anzahl aller Unfälle mit Personenschaden für den Prognosehorizont bestimmt werden. Aus der prognostizierten Verletzungsschwere der Unfallereignisse lässt sich in einem weiteren Schritt die Zahl der Verunglückten abschätzen.

Um das Unfallgeschehen zutreffend beschreiben und gleichzeitig flexibel auf Verschiebungen der Beteiligungsarten reagieren zu können, ist eine konstellationenfeine Betrachtung notwendig. Grundlage hierfür sind die Fahrleistungen der entsprechenden Verkehrsbeteiligungsarten.

Zur Konstellationenbildung wird das Unfallgeschehen entsprechend der am Unfall beteiligten Verkehrsarten in Kollektive aufgeteilt. Vereinfachend wird zunächst davon ausgegangen, dass für die Betrachtung der Unfallkonstellationen lediglich zwei Unfallgegner (Beteiligte mit den Ordnungsnummern "01" und "02" nach Unfallanzeige) maßgebend sind.

Aus der Betrachtung von acht Verkehrsbeteiligungsarten ergibt sich unter Berücksichtigung der Allein-Unfälle sowie der Tatsache, dass es definitionsgemäß keine Alleinunfälle von Fußgängern gibt, eine Gesamtzahl von 71 möglichen beteiligungsbezogenen Unfallkonstellationen (s. Bild 2).

Die jeweils erstgenannte Verkehrsbeteiligungsart in jeder Konstellation gibt den Hauptunfallverursacher gemäß Festlegung der Polizei (Beteiligter mit der Ordnungsnummer "01") an. Somit unterscheiden sich z. B. die Konstellationen "Pkw-Gfz" (P-G) und "Gfz-Pkw" (G-P) nicht in der Art der Verkehrsbeteiligungen, jedoch darin, wer von beiden den Unfall vermeintlich ausgelöst hat. Durch die Hinzunahme des Alters auf der Verursacherseite, ergibt sich durch Multiplikation mit der Anzahl der Altersgruppen, die Zahl der entsprechenden Teilkollektive.

Die Umsetzung der sachgerechten Bildung von Unfallkonstellationen stellt ein Optimierungsproblem dar. Aufgabe der Modellerstellung war es, ein möglichst differenziertes Wirkungsmodell unter Wahrung einer statistischen Belastbarkeit zu formulieren.

In einem ersten Schritt erfolgt die Auswertung der Anzahl von Konstellationen zur Erreichung des 90%-Quantils aller Verunglückten je Ortslage. Somit lassen sich jeweils 90% der Verunglücktenzahlen differenziert nach Unfallkonstellationen abbilden. Zusätzlich werden solche Konstellationen einbezogen, die aufgrund ihres hohen Anteils an den Getötetenzahlen eine gesonderte Betrachtung erfordern. Alle weiteren Konstellationen werden in jeder Ortslage zu einer Gruppe "Übrige" zusammengefasst. Mithilfe dieser Herangehensweise ergeben sich

- acht Konstellationen für Bundesautobahnen,
- 14 Konstellationen für Außerortsstraßen (o. BAB) und
- 19 Konstellationen für Innerortsstraßen.

Aufbauend auf den vorangegangenen Überlegungen lässt sich das Risiko des Auftretens eines Unfalls aus der Summe aller Unfälle mit Personenschaden einer Konstellation dividiert durch das Produkt der Gesamtjahresfahrleistungen beider Verkehrsbeteiligungsarten berechnen.

Die Bestimmung der Unfallrisiken für den Prognosehorizont 2015/2020 erfolgte im Anschluss auf Basis einer Trendextrapolation für jede Unfallkonstellation. Bei fallenden Verläufen der Zeitreihen wurde der Trend grundsätzlich auf der Basis exponentieller Funktionen bestimmt. Bei steigenden Verläufen wurde die Verwendung logarithmischer Trendfunktionen als zielführend erachtet.

Das ortslagenfeine Verunglückungsrisiko innerhalb einer Konstellation zweier Beteiligungsarten äußert sich in dem Quotienten aus Anzahl der Verunglückten und Anzahl der Unfälle mit Personenschaden. Für alle drei Schweregrade gilt dieser Zusammenhang in gleicher Weise. Das Verunglückungsrisiko für den Prognosehorizont 2015/2020 wird analog zur Unfallanzahl mittels Trendextrapolation bestimmt.

Nachdem die Anzahl der Verunglückten bestimmt wurde, erfolgt die Prognose deren Altersstruktur. Zur Bestimmung des Risikos, als Person eines bestimmten Alters zu verunglücken, wird die Bezugsgröße "unfallbeteiligte Person" verwendet. Die Veränderung der Beteiligtenstruktur bei Unfällen fließt damit in die Prognose der Altersstruktur der Verunglückten ein. Die Beteiligungsstruktur bei Unfällen lässt sich weder retrospektiv noch prognostisch aus Statistiken ableiten. Daher wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Beteiligtenstruktur näherungsweise der Benutzungsstruktur von Fahrzeugen bzw. der "Zu Fuß"-Beteiligung im Straßenverkehr entspricht. Die Benutzungsstruktur nach Altersgruppen wurde über ein vereinfachtes Verhaltensmodell näherungsweise rechnerisch bestimmt.

Darüber hinaus wurde die Zahl der Sachschadensunfälle (Kategorien 4 bis 6) mithilfe eines vereinfachten Ansatzes für die Jahre 2015 und 2020 prognostiziert.

Das Unfallprognosemodell wurde modular aufgebaut. Dadurch konnte eine logische und hierarchische Modellstruktur realisiert werden. In der Folge werden die einzelnen Module im Gesamtmodell sequentiell durchlaufen. Die Module sind in sich geschlossen und folgen eigenen Berechnungsvorschriften.

Eine Umsetzung des Modells erfolgte auf Basis verknüpfter Excel-Dateien mithilfe von VBA-Makros. Hierbei wurde auf eine stark getrennte Struktur der einzelnen Berechnungsschritte Wert gelegt, um die einzelnen Dateien übersichtlich und nachvollziehbar zu gestalten. Gleichzeitig erfüllt das Modell die Forderung einer größtmöglichen Variabilität. So können sowohl geänderte Eingangsdaten zugrunde gelegt werden als auch die Auswahl der differenzierten Trendberechnung beliebig getroffen werden.

3 Untersuchungsergebnisse

Im Ergebnis ist auf Basis der getroffenen Annahmen, der historischen Entwicklung und der konstellationenfeinen Fortschreibung der Risikofaktoren ein deutlicher Rückgang der Unfall- und Verunglücktenzahlen in Deutschland für den Prognosezeitraum gegenüber 2006 zu erwarten.

Für das Jahr 2015 wird auf Grundlage der zuvor beschriebenen Modellbedingungen eine Gesamtzahl von etwa 279 000 Unfällen mit Personenschaden berechnet. Für das Jahr 2020 ergibt sich eine Zahl von 234 000 Unfällen. Gegenüber dem Jahr 2006 bedeutet dies einen Rückgang von 15 %, bzw. 29 %.

	Pkw	Krad	Mofa	Bus	Gfz	Rad	Fuß	Sonst	Allein
Pkw	P-P	P-K	P-M	P-B	P-G	P-R	P-F	P-S	P-A
Krad	K-P	K-K	K-M	K-B	K-G	K-R	K-F	K-S	K-A
Mofa	M-P	M-K	M-M	M-B	M-G	M-R	M-F	M-S	M-A
Bus	B-P	B-K	B-M	B-B	B-G	B-R	B-F	B-S	B-A
Gfz	G-P	G-K	G-M	G-B	G-G	G-R	G-F	G-S	G-A
Rad	R-P	R-K	R-M	R-B	R-G	R-R	R-F	R-S	R-A
Fg	F-P	F-K	F-M	F-B	F-G	F-R	F-F	F-S	
Sonst	S-P	S-K	S-M	S-B	S-G	S-R	S-F	S-S	S-A

Bild 2: Grundkonstellationen für acht Verkehrsbeteiligungsarten

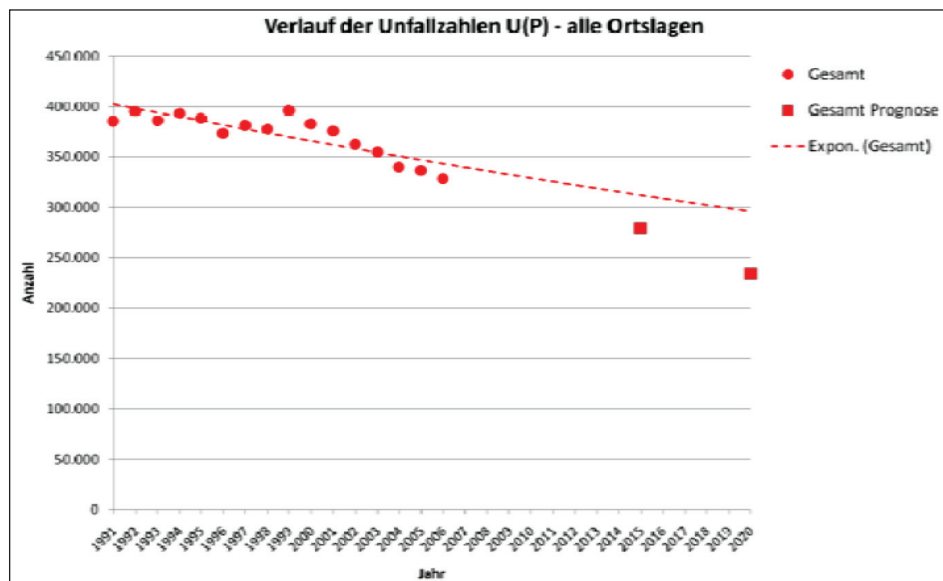


Bild 3: Entwicklung der Zahl der Unfälle mit Personenschaden bis 2020

Die Anzahl der Unfälle mit Sachschaden beläuft sich im Jahr 2015 voraussichtlich auf etwa 1 724 000. Im Jahr 2020 werden es der Prognose zufolge 1 523 000 U(S) sein.

Bei der Gesamtzahl verunglückter Personen kann bis 2020 von einer Reduzierung um 13 % gegenüber 2006 ausgegangen werden. Die Zahl getöteter Personen sinkt dabei voraussichtlich von ca. 5 100 Personen (2006) auf 2 700 Personen (2020). In Bezug auf die Schwerverletzten ist im gleichen Zeitraum mit einem Rückgang um ca. 33 000 Personen (44 %) zu rechnen (2006: 74 500 Personen). Ebenso sinkt gegenüber dem Analysejahr 2006 die Anzahl Leichtverletzter um etwa 6 % auf etwa 326 000 Personen.

Die Verunglücktenzahlen der beiden Prognosejahre 2015 und 2020 insgesamt liegen in beiden Jahren auf einem vergleichbaren Niveau, unterscheiden sich jedoch in Bezug auf die Unfallschwere. So findet in diesem Prognosezeitraum eine Verschiebung der Verunglücktenzahlen von den Getöteten und Schwerverletzten hin zu den Leichtverletzten statt.

Die zuvor beschriebene Entwicklung lässt sich in allen drei Ortstagen nachzeichnen. Wie im Gesamtverlauf, bewegen sich die prognostizierten Verunglücktenzahlen in beiden Prognosejahren auf gleichem Niveau.

Die anteilsmäßig größten Rückgänge der Verunglücktenzahlen finden sich bei den Motorradnutzern sowie den Fußgängern. In beiden Fällen liegen die Rückgänge bei etwa 30 %. Den weitaus größten Anteil an den Verunglücktenzahlen machen weiterhin die Pkw- Nutzer aus. Die Rückgänge fallen in dieser Gruppe mit 7 % gegenüber dem Jahr 2006 auch relativ gering aus. Zunahmen sind hingegen bei den Mofa-Nutzern zu verzeichnen. Die Zahl der Verunglückten steigt zwischen 2006 und 2020 um 6 %. Während über alle Beteiligungsarten gemeinsam in der Altersklasse "25 bis 44" Jahre mit 18 % die größten Abnahmen zu erwarten sind, steigt die Zahl der Verunglückten älter 75 Jahren bis 2020 um etwa die Hälfte.

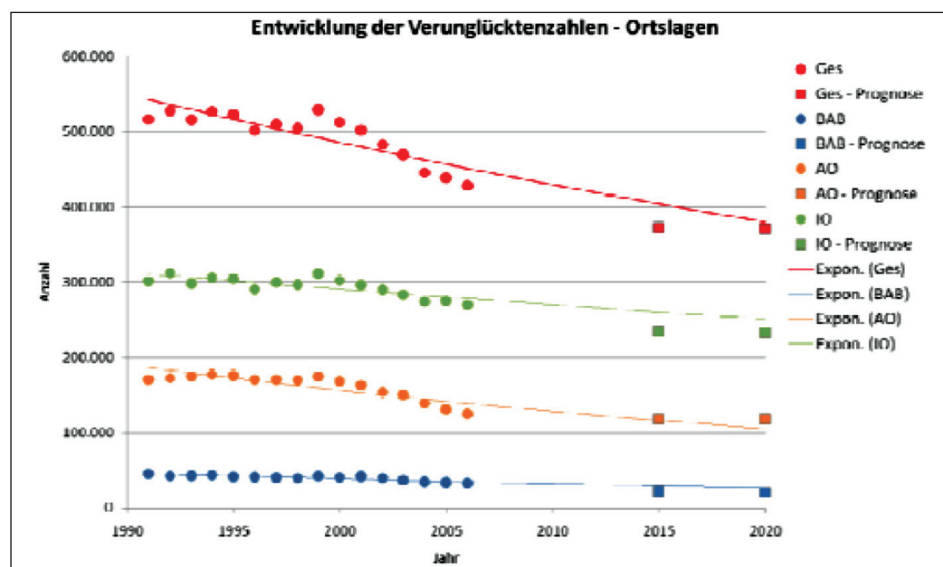


Bild 4: Entwicklung der Verunglücktenzahlen bis 2020 (getrennt nach Ortstagen)

4 Folgerungen für die Praxis

Im Rahmen des vorliegenden Projekts erfolgte für Deutschland erstmals eine Prognose der Unfall- und Verunglücktenzahlen über eine Risikoanalyse maßgebender Unfallkonstellationen. Dabei wurde sowohl nach Ortslagen, Unfallbeteiligten und Alter der Verkehrsteilnehmer unterschieden. Mithilfe des vorgestellten Prognosemodells lässt sich der künftige Grad der Straßenverkehrssicherheit differenziert beurteilen. Auswirkungen der sich ändernden Rahmenbedingungen auf das Unfallgeschehen werden sowohl auf der Ebene der Unfallentstehung als auch auf der Ebene der Unfallschwere berücksichtigt. Dabei kann insbesondere der Einfluss aus Demografie und sich verändernder Zugangsvoraussetzungen zu Verkehrsmitteln auf das Unfallgeschehen abgebildet werden. Der vorgestellte erste Entwicklungsstand des Modells bietet daher bereits sehr gute Möglichkeiten, Wirkungsanalysen bei veränderten Einflussgrößen durchzuführen.

Die Fahrleistungsdifferenzierung gestaltete sich unerwarteter Weise als sehr schwierig. Ursprünglich war vorgesehen, auf das "Vorschalten" eines geschlossenen Verhaltensmodells vor der eigentlichen Unfallprognose zu verzichten, da u. a. Fahrleistungsinformationen als Ausdruck der Art und des Umfangs der

Verkehrsbeteiligung vorhanden sind und eine Vielzahl Prognostiker sich mit der Analyse und Prognose der Fahrleistung beschäftigen. Während der Bearbeitung zeigte sich jedoch, dass weder die Analysefahrleistung noch die der Prognose in einer für das Modell notwendigen Differenzierung ohne weiteres ermittelt werden kann.

Eine weitere Schwierigkeit bestand in der Ermittlung der Beteiligtenstruktur bei Straßenverkehrsunfällen. In den Unfalldatenbanken sind keine Angaben über die Menge und das Alter nicht verletzter Personen enthalten.

Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass für den Analysezeitraum im Untersuchungsgebiet Deutschland nur auf eine relativ kurze Zeitreihe von 16 Jahren zurückgegriffen werden kann. Dieser Zeitbereich ist zwangsläufig durch die mit der Wiedervereinigung im Jahr 1990 einhergehenden politischen und gesellschaftlichen Umbrüche beeinflusst. Eine zufriedenstellende Analyse etwaiger Trendbrüche und -veränderungen bedarf grundsätzlich eines längeren Vergleichszeitraums zur Erklärung von scheinbaren Unregelmäßigkeiten im zeitlichen Verlauf. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass eine Prognose auf Basis von Trends immer nur unter der Voraussetzung ausbleibender Trendbrüche Gültigkeit besitzt.