

Dr. Ing. Roland Weber  
Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach  
Federal Highway Research Institute, Bergisch Gladbach

## **Infrastrukturmaßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen**

### **Kurzfassung**

Die Verkehrssicherheit in Deutschland konnte in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche Verbesserungen sowohl im Bereich der Fahrzeugtechnik, der Fahrausbildung als auch der Straßeninfrastruktur deutlich verbessert werden. Wurden im Jahr 1970 noch über 21.000 Menschen im Straßenverkehr getötet, so waren es im Jahr 2008 weniger als 4.500, und dies, obwohl in diesem Zeitraum eine Verdreifachung der Verkehrsleistung festzustellen ist.

Um diese positive Entwicklung auch zukünftig durch Straßeninfrastrukturmaßnahmen zu unterstützen, wurden und werden Verfahren zur Berücksichtigung von Aspekten der Verkehrssicherheit im Zuge der Planung, des Entwurfs und des Betriebs von Straßen entwickelt bzw. weiterentwickelt. Zu nennen ist hier z.B. die Fortschreibung des Verfahrens zur Wirtschaftlichkeitsbewertung, die Einführung des Sicherheitsaudits, die Erarbeitung des Merkblatts für die Durchführung von Verkehrsschauen sowie die Erarbeitung des Handbuchs für die Bewertung der Verkehrssicherheit.

Analysen des Unfallgeschehens unter Berücksichtigung von Straßeninfrastrukturmerkmalen haben auch wichtige Grundlagen für die im Entwurf vorliegende Richtlinie für die Anlage von Landstraßen beigesteuert. Dass hier Verbesserungen besonders dringlich sind, wird anhand einer Analyse des Unfallgeschehens differenziert nach der Ortslage deutlich. Seit eineinhalb Jahrzehnten liegt der Anteil der auf Landstraßen im Straßenverkehr Getöteten bei mehr als 60%. Dabei sind Maßnahmen zur Reduzierung von Fahrunfällen, wie z.B. die Einhaltung der Radienrelation und eine ausreichende Querneigung, von besonderer Bedeutung, da dieser Unfalltyp einen Anteil von fast 40% am gesamten Unfallgeschehen auf Landstraßen ausmacht.

Maßnahmen zur Reduzierung von Unfällen im Längsverkehr, wie z.B. die Wahl von Querschnitten mit verkehrstechnisch gesicherten Überholmöglichkeiten, sind ebenfalls bedeutend, da dieser Unfalltyp einen Anteil von knapp 25% ausmacht. Von Bedeutung für die Verkehrssicherheit auf Landstraßen sind zudem die Gestaltung und die Verkehrsregelung im Bereich von Kreuzungen und Einmündungen. Dort ereignen sich gut ein Viertel aller Unfälle auf Landstraßen.

Die Gestaltung von Seitenräumen ist für die Verkehrssicherheit auf Landstraßen ebenfalls von erheblicher Bedeutung. Allein der Anteil der bei Baumunfällen auf Landstraßen Getöteten beträgt fast 30%. Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutung von Schutzeinrichtungen dort, wo feste Hindernisse unvermeidbar sind, deutlich. Gerade im Kontext mit Schutzeinrichtungen ist die Verkehrssicherheit für Motorradfahrer relevant. Im Merkblatt für die Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken sind diesbezüglich bewährte Infrastrukturmaßnahmen angeführt.

## **Abstract**

### **Infrastructure policy to increase the safety of country roads**

Over the past few decades, road safety has improved considerably in Germany due to numerous improvements made in automotive engineering, driver training, and road infrastructure. The number of road fatalities in Germany decreased from more than 21,000 in 1970 to less than 4,500 in 2008, although traffic density had tripled during that period.

With a view to promoting this positive trend by infrastructural measures also in the future, methods that take road safety aspects into account have been developed and refined in the course of planning, designing and operating roads. Examples include the continuation of the economic viability assessment, the introduction of safety audits, the road safety inspection information sheet, and the preparation of a Road Safety Manual.

Accident studies taking road infrastructure characteristics into account have also contributed fundamentally towards the draft Directive on the design of rural roads. A geographically differentiated accident analysis clearly shows the particularly urgent need for improvements on rural roads, because more than 60% of all road fatalities have occurred on rural roads over the past one and a half decades. Since accidents caused by driver errors account for almost 40% of all accidents on rural roads, measures designed to reduce these driving accidents play a particularly important role, e.g. observing the appropriate relation of radii in successive curves and providing a sufficient crossfall.

Measures designed to reduce accidents in lengthwise traffic, e.g. cross-sections with safe passing zones, are also important, because this type of accident accounts for around 25% of all rural road accidents. Other important safety measures on rural roads relate to road design and traffic control at intersections and junctions, where about one quarter of all rural road accidents occur.

Road side design is also a key factor in rural road safety, because collisions with trees account for almost 30% of all fatalities on rural roads. This shows how important safety structures are in places with unavoidable fixed objects. Road safety for motorcyclists is particularly relevant in the context of safety structures. The info sheet on road safety improvements for motorcyclists mentions tried and tested infrastructural measures.

Die Verbesserung der Verkehrssicherheit in Deutschland ist seit Jahren ein gesellschaftliches Ziel, an dem viele Akteure aus verschiedenen Bereichen mit großem Erfolg arbeiten.

Betrachtet man das Unfallaufkommen in den zurückliegenden Jahren, so ist festzustellen, dass insbesondere die Anzahl der Getöteten sehr deutlich reduziert werden konnte, aber auch die Unfälle mit schwerem Personenschaden nahmen ab. Wurden im Jahr 1970 noch über 19.000 Menschen im Straßenverkehr getötet, so waren es im Jahr 2008 weniger als 4.500, und dies, obwohl in diesem Zeitraum beinahe eine Verdreifachung der Verkehrsleistung festzustellen ist.

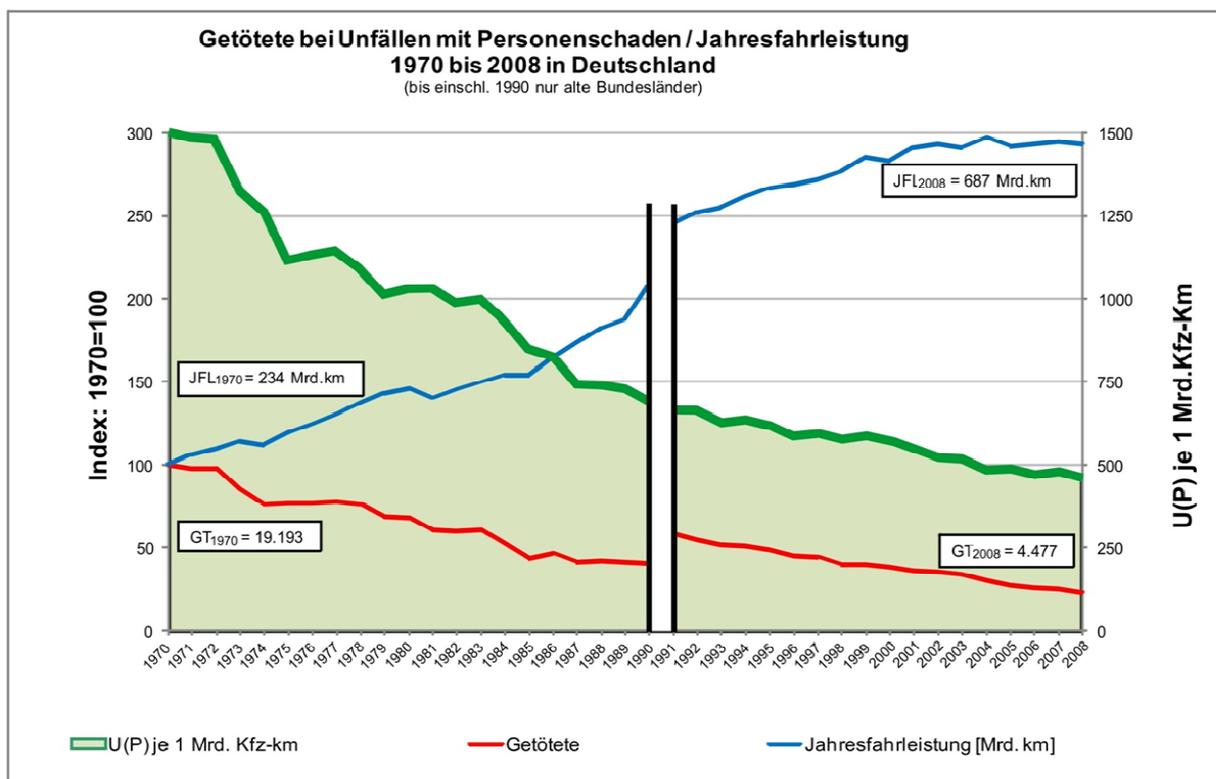
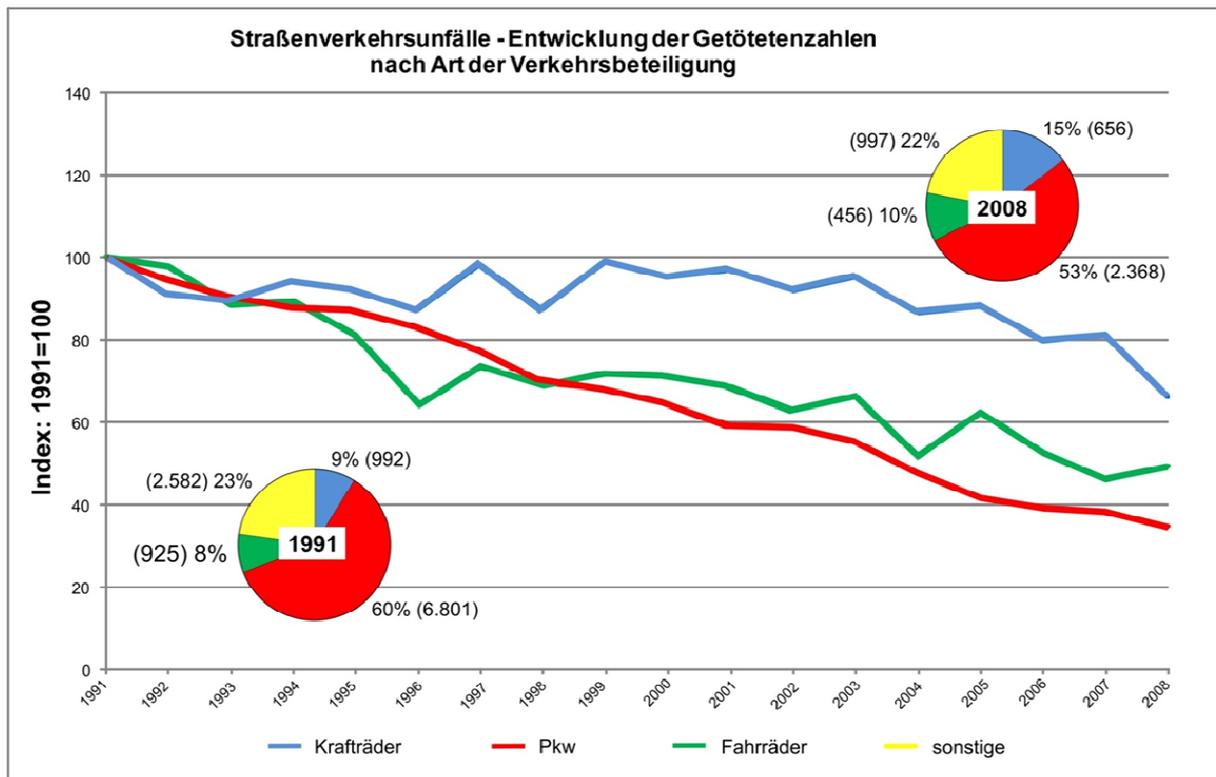


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten und Schwerverletzten sowie der Jahresfahrleistung in Deutschland

Eine Differenzierung nach der Art der Verkehrsbeteiligung verdeutlicht, dass die Verkehrssicherheit insbesondere für Insassen von Pkw verbessert werden konnte. Die geringsten Veränderungen sind bei der Entwicklung der Verkehrssicherheit von Motorradfahrern zu verzeichnen, wodurch ihr Anteil an den im Straßenverkehr Getöteten zunimmt und somit auch die Dringlichkeit von spezifischen Verbesserungsmaßnahmen.



**Abb. 2: Entwicklung der Anzahl der Getöteten, differenziert nach der Art der Verkehrsbeteiligung**

Die insgesamt sehr positive Entwicklung ist auf zahlreiche Verbesserungen sowohl im Bereich der Verkehrsregelung, der Fahrzeugtechnik als auch der Straßeninfrastruktur zurückzuführen. Nur exemplarisch sind die nachfolgenden Punkte angeführt:

- Einführung des Tempolimits auf Landstraßen im Jahr 1970,
- Einführung der Promillegrenze im Jahr 1973, sowie deren Herabsetzung im Jahr 1998,
- Einführung der Helmpflicht für Motorradfahrer im Jahr 1980,
- Einführung der Gurtanlegepflicht im Jahr 1984,
- Einführung neuer Richtlinien für Straßenquerschnitte, in denen ein Sicherheitsnachweis angeführt ist im Jahr 1994,
- Einführung neuer Richtlinien für die Linienführung im Jahr 1995,
- Veröffentlichung einer Empfehlung für das Sicherheitsaudit im Jahr 2002,
- Veröffentlichung einer Empfehlung zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall an einen Baum im Jahr 2006,
- Verbesserung der Fahrzeugtechnik, u.a. durch die Weiterentwicklung von Bremsanlagen (Ausstattung von mehr als 90% aller im Jahr 2008 in Europa neu zugelassener PKW mit Antiblockiersystem) und Fahrwerken (Ausstattung von fast 50% aller im Jahr 2008 in Europa neu zugelassener PKW mit elektronischem Stabilitätsprogramm).

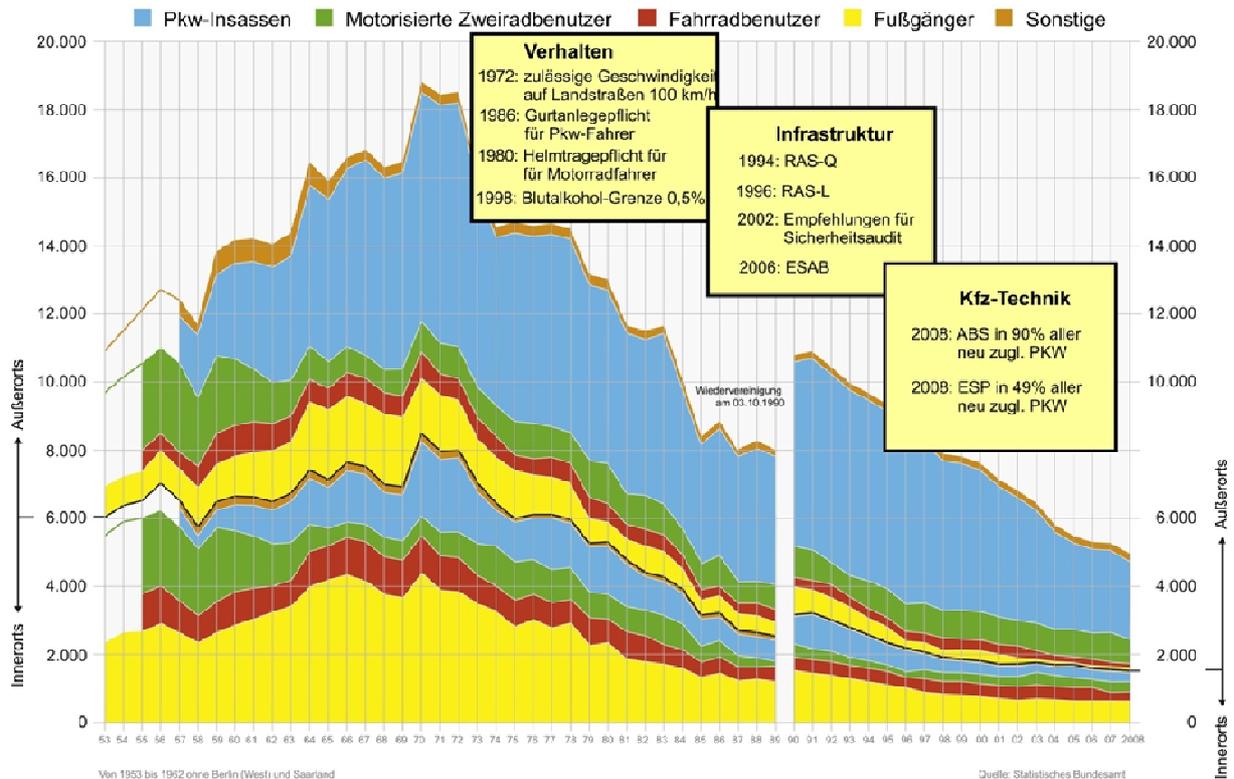


Abb. 3: Entwicklung der Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten und ausgewählte Sicherheitsmaßnahmen

Um diese positive Entwicklung der Verkehrssicherheit auch zukünftig durch Straßeninfrastrukturmaßnahmen zu unterstützen, werden sowohl Verfahren zur Detektion unfallauffälliger Bereiche, Verfahren zur Beurteilung des zu erwartenden Sicherheitsniveaus einzelner Elemente der Straße als auch Verfahren zur Qualitätssicherung im Zuge der Planung, des Entwurfs und des Betriebs von Straßen weiterentwickelt. Hervorzuheben ist in diesem Kontext die Erarbeitung des Handbuches für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straßen. In diesem Handbuch, das derzeit im Entwurf vorliegt, wird ein Verfahren beschrieben, mit dem für vorhandene Straßen Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet und bewertet sowie Planungsvarianten verglichen werden können.

Vor dem Hintergrund der Länge des vorhandenen Straßennetzes mit mehr als 650.000 km Länge ist die Analyse, auf welchem Teil des Straßennetzes infrastrukturelle Verbesserungsmaßnahmen vordringlich sind, von erheblicher Bedeutung. Analysen des Unfallgeschehens differenziert nach der Ortslage verdeutlichen, dass das Gros aller Unfälle innerhalb geschlossener Ortschaften zu verzeichnen ist. Werden jedoch die Unfälle mit besonderer Unfallschwere in den Fokus gerückt, so ist das Unfallgeschehen auf Landstraßen hervorstechend: mehr als 60% aller im Straßenverkehr Getöteten sind auf Landstraßen zu verzeichnen. Dieser Anteil ist seit eineinhalb Jahrzehnten nahezu konstant.

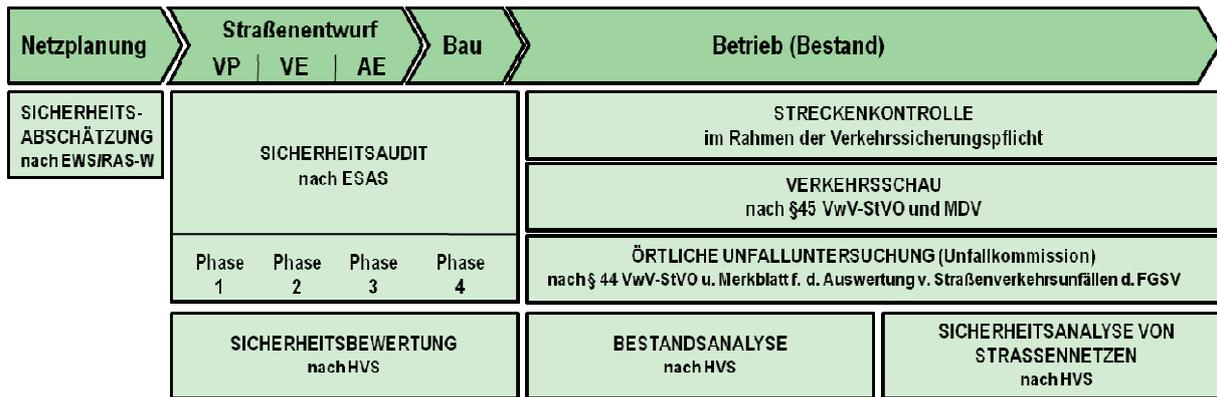


Abb. 4: Verfahren des Sicherheitsmanagements für die Straßeninfrastruktur in Deutschland

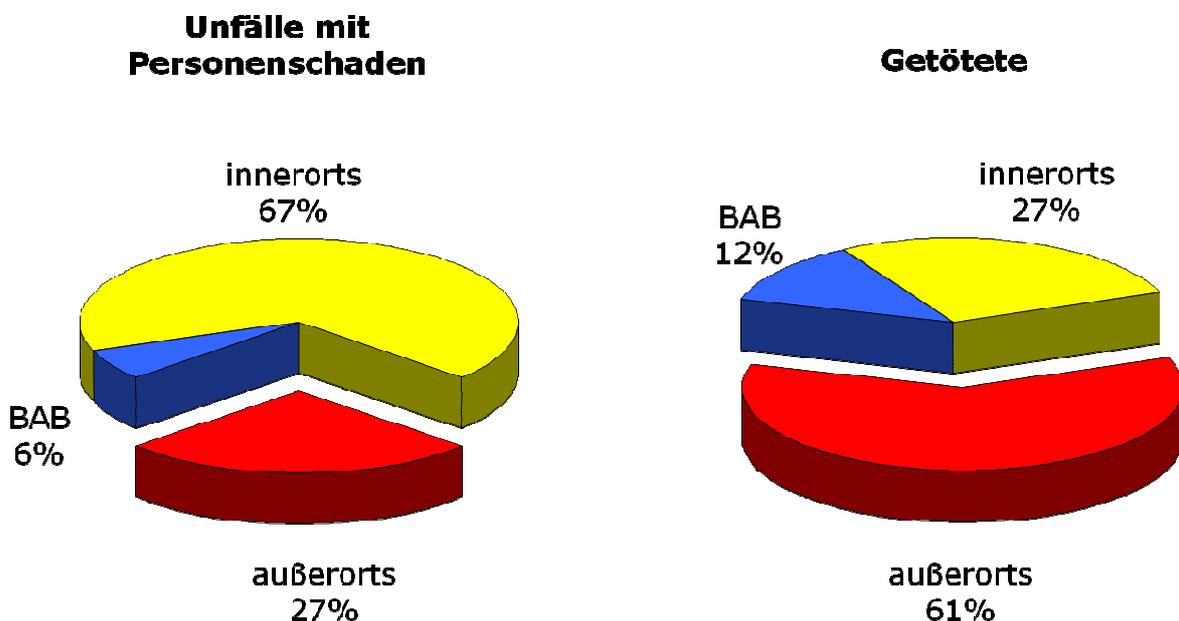


Abb. 5: Verkehrsunfälle in Deutschland, differenziert nach der Ortslage

Eine nähere Betrachtung der Unfälle auf Landstraßen, differenziert nach der unfallursächlichen Konfliktsituation, d.h. der Phase des Verkehrsgeschehens, in der ein Fehlverhalten oder eine sonstige Ursache den weiteren Ablauf nicht mehr kontrollierbar macht, zeigt die vordringlichen Handlungsfelder:

Fahrerunfälle, also Unfälle, die auf den Kontrollverlust des Fahrzeugführers über das Fahrzeug zurückzuführen sind, machen einen Anteil von fast 40% am gesamten Unfallgeschehen mit Personenschaden auf Landstraßen aus. Dieser hohe Anteil verdeutlicht die Vordringlichkeit von Maßnahmen, die auf die Verbesserung der Erkennbarkeit und der Befahrbarkeit des Straßenverlaufes abzielen.

Unfälle im Längsverkehr, das heißt Unfälle, die auf einen Konflikt zwischen zwei Fahrzeugführern zurückzuführen sind, haben einen Anteil von knapp einem Viertel aller Unfälle mit Personenschaden auf Landstraßen. Da die Mehrzahl dieser Unfälle Überholunfälle sind, sind Maßnahmen zur Vermeidung von Überholunfällen ebenfalls wichtig.

Unfälle im Bereich von Kreuzungen und Einmündungen machen ebenfalls gut ein Viertel aller Unfälle mit Personenschaden auf Landstraßen aus und belegen somit die Bedeutung von Verbesserungen der Gestaltung und der Verkehrsregelung in diesen Bereichen.

Bei einer Fokussierung dieser Differenzierung auf die bei Unfällen im Straßenverkehr auf Landstraßen Getöteten wird der Stellenwert der Fahrurfälle für das Sicherheitsniveau noch höher.

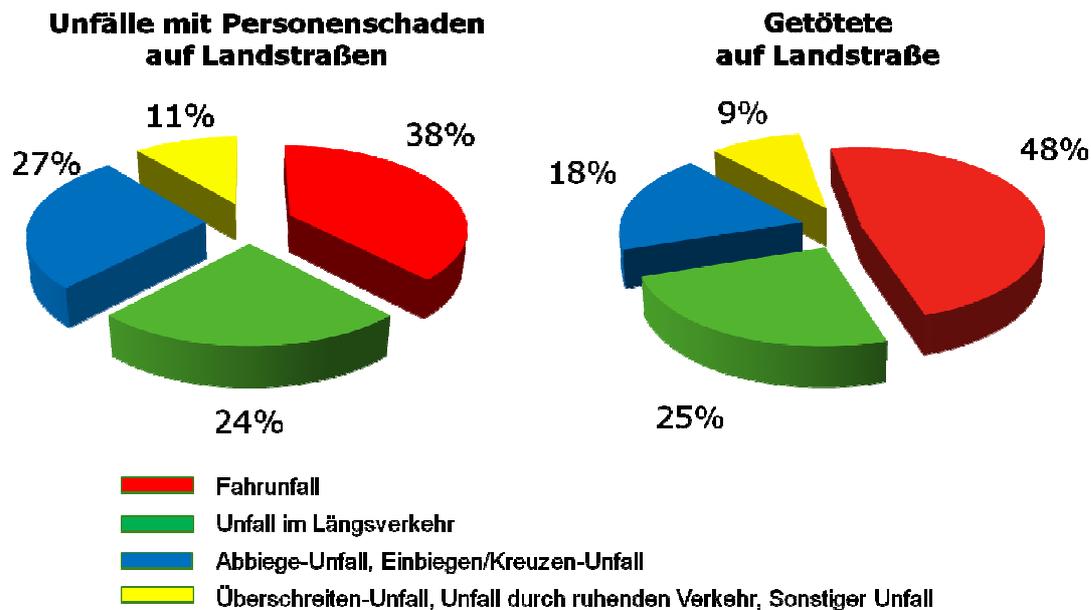


Abb. 6: Verkehrsunfälle in Deutschland, differenziert nach Unfalltypen

Für den Neu-, Um- und Ausbau von Landstraßen liegen neue Richtlinien im Entwurf vor. Diese zielen im Wesentlichen auf Verbesserungen in den angeführten Bereichen. Grundlagen für die Festlegungen, welche Elemente für die einzelnen Straßentypen vorgesehen werden, sind Analysen des Unfallgeschehens unter Berücksichtigung von Straßeninfrastrukturmerkmalen.

Im Hinblick auf die Minderung der Anzahl an Fahrurfällen ist einer ausgewogenen, gut erkennbaren Linienführung eine maßgebende Bedeutung beizumessen. Neben der Festlegung der zulässigen Radienrelation ist zukünftig die Festlegung von zulässigen Radienbereichen vorgesehen. Hierdurch soll neben der Relation benachbarter Radien auch eine Angleichung der insgesamt auf einem bestimmten Straßentyp zu erwartenden Radiengrößen unterstützt werden. Zudem sollen die Fahrer durch die Festlegung einer hinreichenden Querneigung in Abhängigkeit vom Radius unterstützt werden.

In diesem Kontext ist zudem die räumliche Linienführung von Bedeutung. Auf der Grundlage neuer Forschungsergebnisse wurden neue Festlegungen zur stärkeren Berücksichtigung der räumlichen Linienführung, also der Überlagerung der Elemente des Lage- und des Höhenplans, sowie ein Verfahren zur Überprüfung der räumlichen Linienführung entwickelt. Auf diesen Grundlagen aufbauend können sicherheitsrelevante Defizite wie Sichtschattenbereiche, verdeckte Kurvenanfänge und optische Dehnungen detektiert und bewertet werden.

Hinsichtlich der Anzahl der Überholunfälle ist der Ausbaustandard von Straßenquerschnitten maßgebend. Es liegen mehrere Untersuchungen zum Vergleich des Unfallaufkommens differenziert nach Straßenquerschnitten vor. Die aktuellsten Zahlen enthält eine Veröffentlichung von Prof. Meewes.

Diesen Vergleichen ist zu entnehmen, welcher Sicherheitsgewinn durch die Anlage von verkehrstechnisch gesicherten Überholmöglichkeiten in Kombination mit der Vermeidung von Überholvorgängen unter Nutzung des Fahrstreifens der Gegenrichtung erzielt werden kann. Auch bereits durch hinreichend breite Fahrbahnquerschnitte kann die Verkehrssicherheit auf Landstraßen maßgeblich gefördert werden.

Dass auch durch sehr kurze Überholfahrstreifen im Verlauf von ansonsten zweistreifigen Straßen mit Überholverbot die Verkehrssicherheit deutlich erhöht werden kann, zeigen erste Ergebnisse des Großversuches Außerortssicherheit (AOSI). Auf 5 Untersuchungsstrecken, auf denen ein überdurchschnittliches Unfallaufkommen vorlag, das von einem hohen Anteil an Überholunfällen geprägt war, ereigneten sich in den ersten 1½ Jahren nach der Inbetriebnahme von kurzen Überholfahrstreifen keine derartigen Unfälle. Überholvorgänge unter Nutzung des Fahrstreifens der Gegenrichtung wurden durch die Anordnung von Überholverboten untersagt.

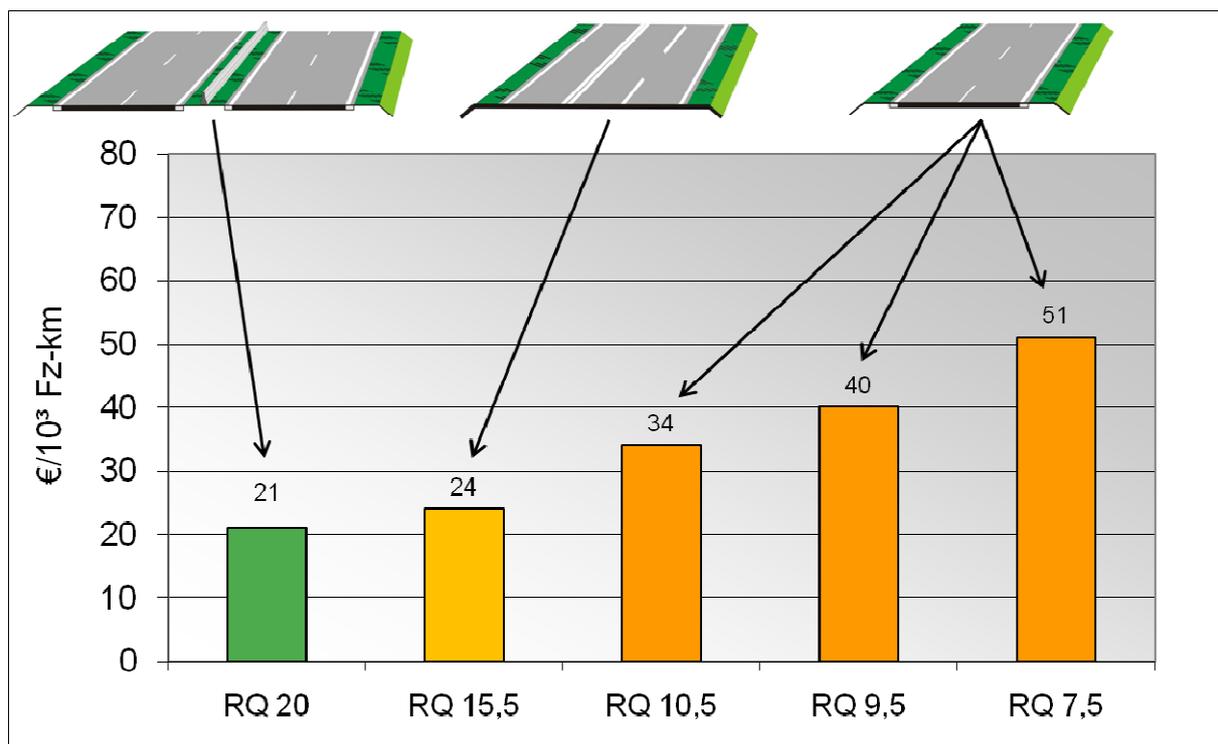


Abb. 7: Unfallkostenraten, differenziert nach verschiedenen Regelquerschnitten für Landstraßen (Meewes, Eckstein, 2002)

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit im Bereich von Kreuzungen und Einmündungen sind Vergleiche des Sicherheitsniveaus unterschiedlicher Anlagentypen aufschlussreich. Derartige Vergleiche verdeutlichen, dass sowohl durch bauliche als auch durch betriebliche Maßnahmen sowie durch eine

Kombination von beiden das Verkehrssicherheitsniveau deutlich beeinflusst werden kann. Demnach kann durch die Vermeidung von ungesicherten Kreuzungs- und Linksabbiegeprozessen die Verkehrssicherheit maßgeblich erhöht werden.

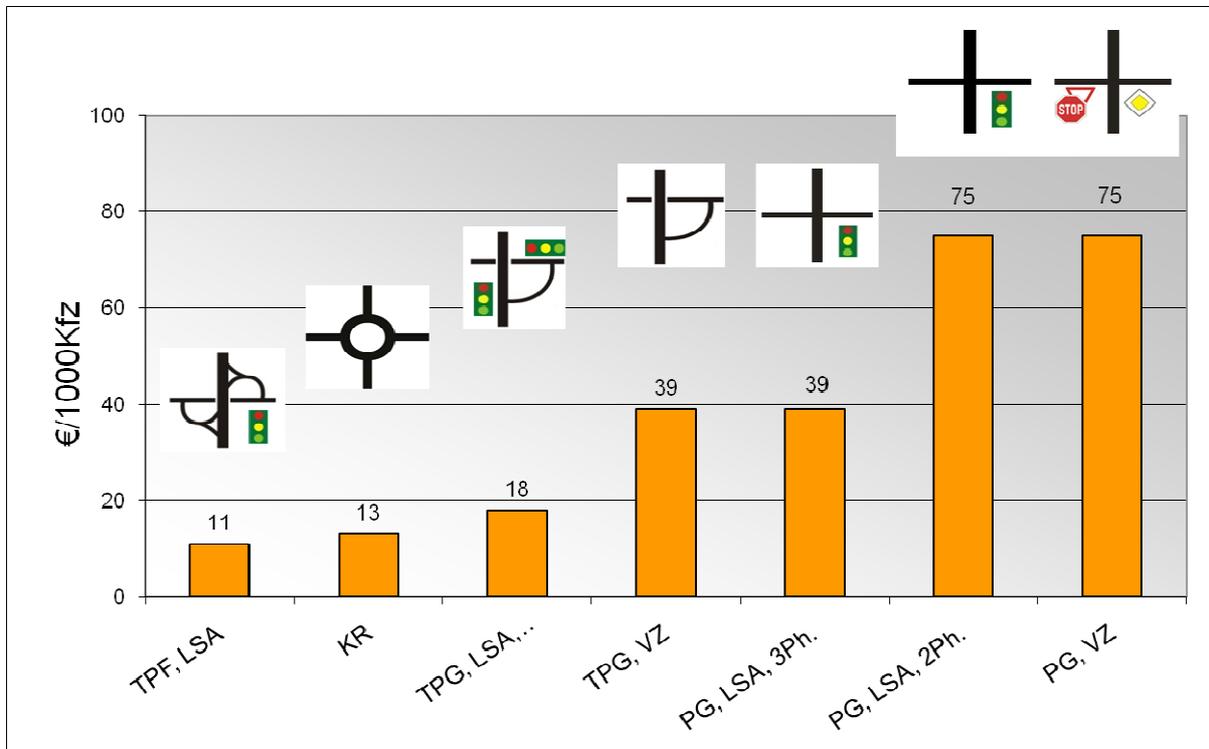


Abb. 8: Unfallkostenraten, differenziert nach verschiedenen Knotenpunkttypen für Landstraßen (Meewes, Eckstein, 2002)

Neben der singulären Verbesserung einzelner Elemente der Straßeninfrastruktur kommt der Unterstützung der Fahrer zur Wahl einer angemessenen Fahrweise eine besondere Bedeutung zu. Dies wird auch in einer Veröffentlichung von PIARC zu Sustainable Safety deutlich hervorgehoben, in der folgende Axiome gefordert werden:

- Avoid mixed functions
- Never mislead the driver
- Never surprise the driver
- Never overload the driver
- Avoid contradictions

Diese Forderungen wurden auch bei der Ausarbeitung der neuen Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, die für die vier Straßenkategorien Fernstraße, Überregionalstraße, Regionalstraße, Nahbereichsstraße gelten sollen, berücksichtigt. Durch die Einführung einer neuen Leitgröße für den Straßenentwurf, die Entwurfsklasse, soll eine stärkere Verknüpfung von entwurfstechnischen und betrieblichen Regelungen erzielt werden. Ziel ist es, dem Fahrzeugführer über die Gestaltung der Straße die Funktion der Straße zu verdeutlichen. Hierdurch soll die

intuitive Wahl einer an die Netzfunktion der Straße angepassten Geschwindigkeit unterstützt werden.

Für die vier genannten Kategorien von Landstraßen wurden vier Entwurfsklassen definiert, für die Kombinationen von Infrastrukturelementen festgelegt wurden.

So sollen Fernverkehrsstraßen sehr großzügig trassiert und mit Straßenquerschnitten gebaut werden, auf denen Überholvorgänge ohne die Benutzung des Fahrstreifens der Gegenverkehrsrichtung auf beinahe 50% der Streckenlänge erfolgen können. In den Knotenpunkten soll nur das Ein- und Ausfädeln möglich sein. Diese Straßen, deren Standardentfernungsbereich zwischen 40 und 160 km liegt und auf denen eine Fahrgeschwindigkeit von 80 bis 90 km/h angestrebt werden soll, sollen als Kraftfahrstraße betrieben werden.

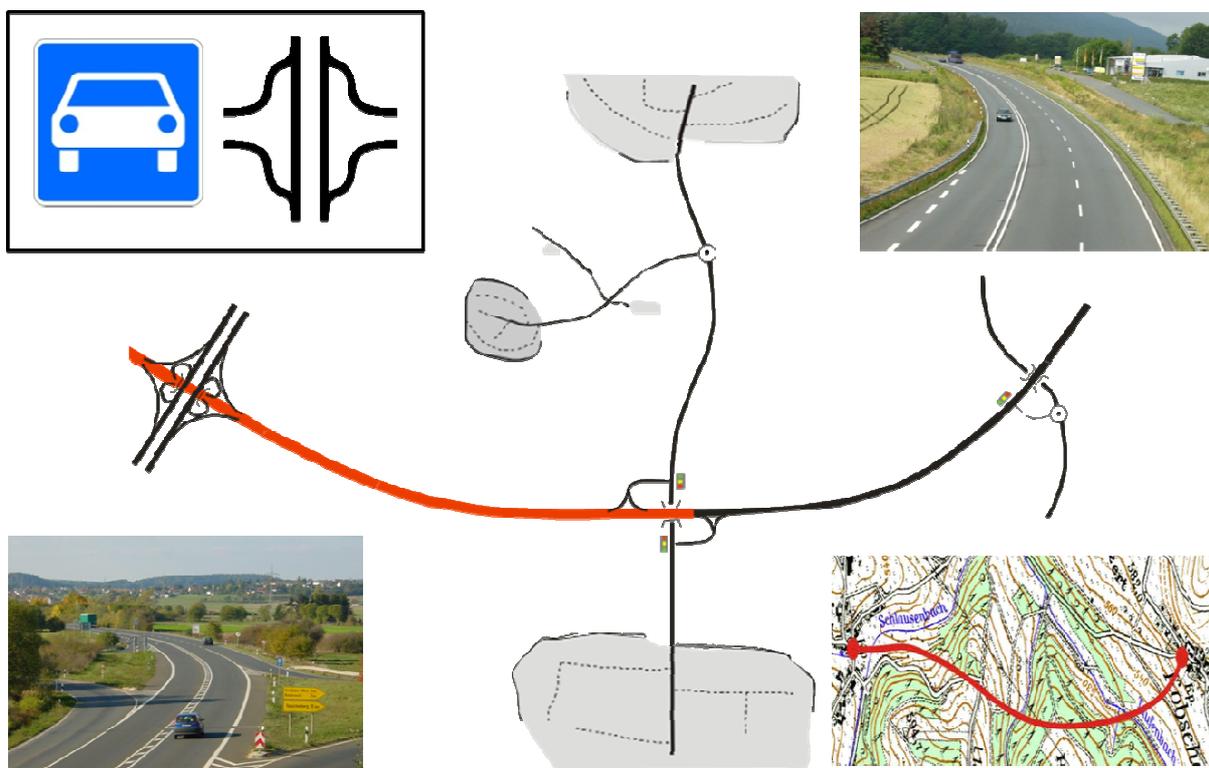


Abb. 9: Wesentliche Merkmale für Straßen der Entwurfsklasse 1

Überregionalstraßen sollen großzügig trassiert und mit Straßenquerschnitten gebaut werden, auf denen Überholvorgänge auf ca. 20% der Streckenlänge ohne die Benutzung des Fahrstreifens der Gegenrichtung erfolgen können. Kreuzungsprozesse in den Knotenpunkten sollen vermieden und das Ein- und Abbiegen soll lichtsignaltechnisch gesichert werden. Auf diesen Straßen, deren Standardentfernungsbereich zwischen 10 und 70 km liegt und auf denen eine Fahrgeschwindigkeit von 70 bis 80 km/h angestrebt werden soll, kann der landwirtschaftliche Verkehr zugelassen werden. Für Fußgänger und Radfahrer sollen gesonderte Wege angelegt werden.

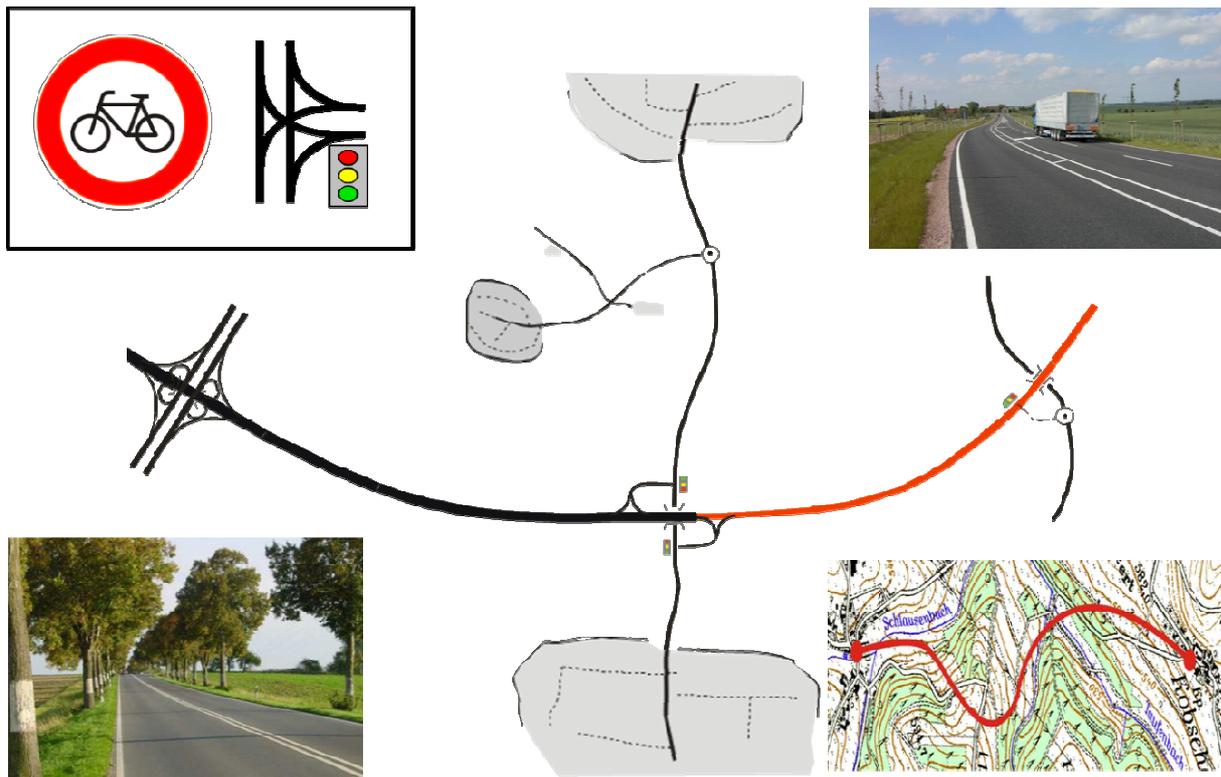


Abb. 10: Wesentliche Merkmale für Straßen der Entwurfsklasse 2

Straßen für den Regionalverkehr sollen angepasst trassiert und mit einbahnigen zweistreifigen Straßenquerschnitten ausgestattet werden. Dort, wo Fahrer nicht eindeutig erkennen können, ob Überholvorgänge sicher beendet werden können, ist die Anordnung von Überholverböten zu prüfen. Knotenpunkte an diesen Straßen können sowohl als Kreuzungen und Einmündungen als auch als Kreisverkehre ausgebildet werden. An Kreuzungen und Einmündungen ist zu prüfen, ob aus Gründen des Verkehrsablaufes und der Verkehrssicherheit Lichtsignalanlagen erforderlich sind. Ob an Regionalstraßen, die einen Standardentfernungsbereich von 5 bis 35 km aufweisen und auf denen eine Fahrgeschwindigkeit von 60 bis 70 km/h angestrebt wird, gesonderte Wege für Fußgänger und Radfahrer erforderlich sind, ist vor dem Hintergrund der Kfz-Verkehrsbelastung und -geschwindigkeit sowie vor dem Hintergrund der Netzbedeutung der Strecke für den Fußgänger- und Radverkehr zu beurteilen.

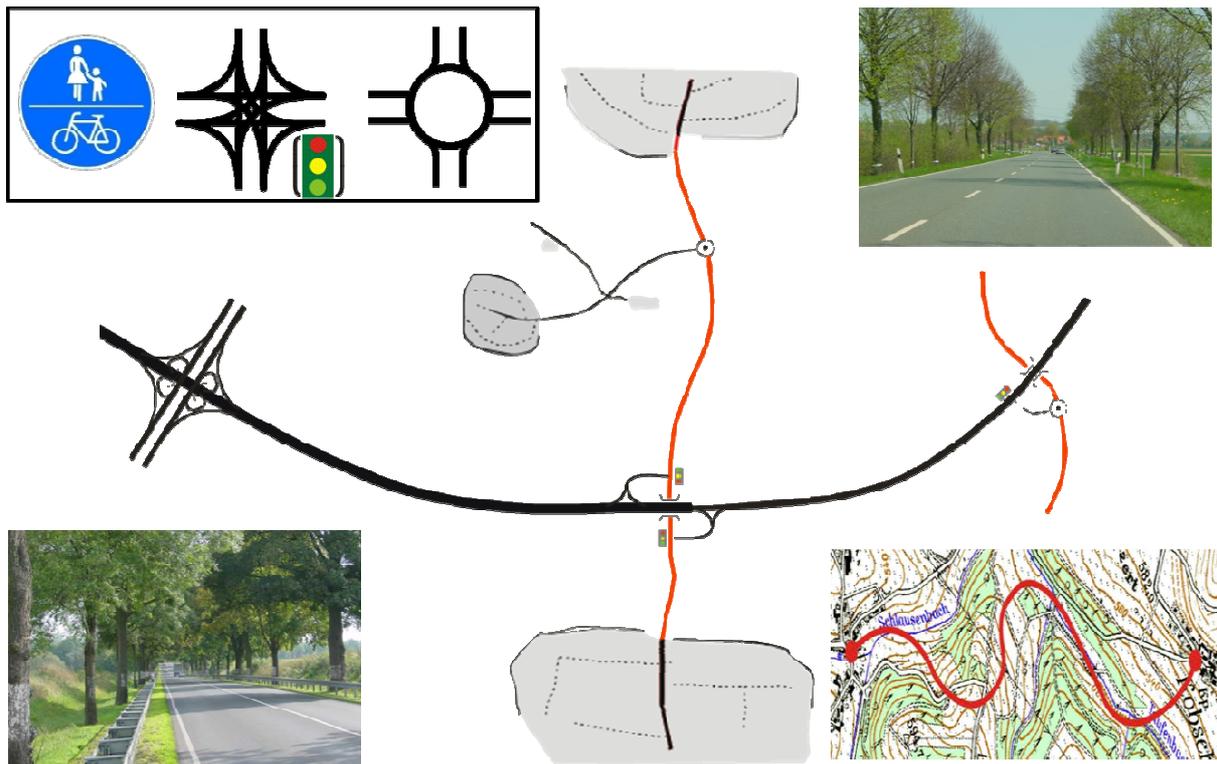


Abb. 11: Wesentliche Merkmale für Straßen der Entwurfsklasse 3

Sehr angepasst trassiert werden sollen Nahbereichsstraßen mit einem Standardentfernungsbereich von bis zu 15 km. Auf diesen Straßen, auf denen eine Fahrgeschwindigkeit von 50 bis 60 km/h angestrebt wird, soll ein schmaler Fahrbahnquerschnitt eingesetzt werden, bei dem keine Leitlinie in der Fahrbahnmitte aufgebracht wird. Derzeit wird diskutiert, ob mit dem Ziel der Beeinflussung des Geschwindigkeitsniveaus, insbesondere in Begegnungssituationen, die Fahrbahnrandmarkierung unterbrochen und etwas abgesetzt vom Fahrbahnrand aufgebracht werden soll.

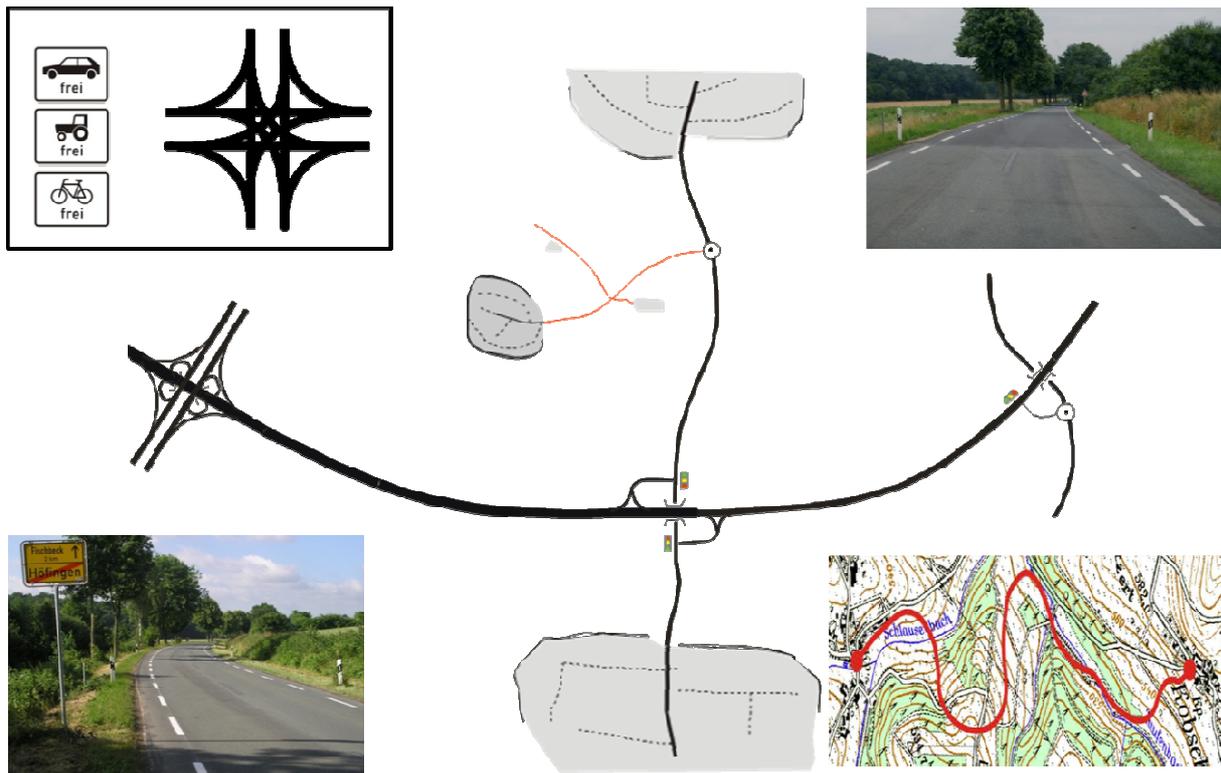


Abb. 12: Wesentliche Merkmale für Straßen der Entwurfsklasse 4

Für die Verkehrssicherheit auf Landstraßen von erheblicher Bedeutung ist zudem die Gestaltung der Seitenräume von Straßen. Auch wenn in den zurückliegenden Jahren deutliche Verbesserungen erzielt werden konnten, so beträgt der Anteil der bei sogenannten Baumunfällen Getöteten immer noch 28% aller auf Landstraßen Getöteten.

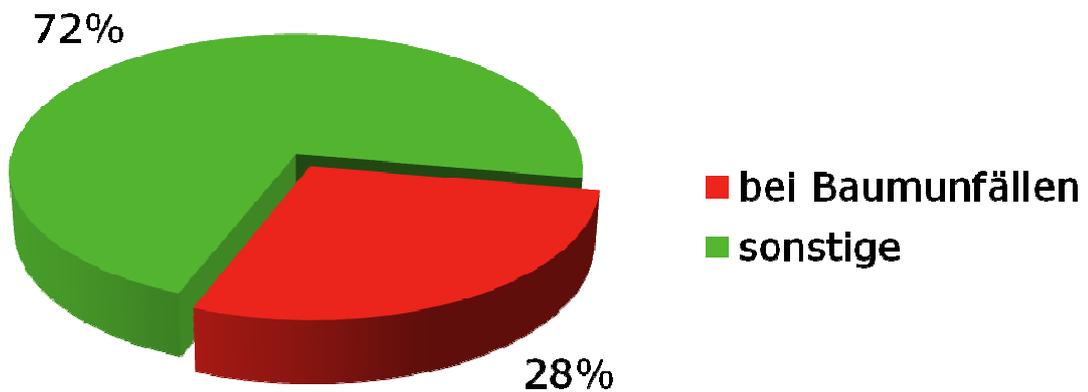


Abb. 13: Anteil der Getöteten mit Aufprall auf Baum an allen Getöteten auf Landstraßen im Jahr 2008 (n = 2.721)

Hindernisfreie Seitenräume sind daher für die Verkehrssicherheit auf Landstraßen von erheblicher Bedeutung. Welchen Einfluss die Dimensionierung des hindernisfreien Seitenraumes auf die Verkehrssicherheit hat, wird anhand einer Auswertung rekonstruierter Unfälle deutlich. Bei einem hindernisfreien Seitenraum von weniger als 4 m ist eine mittlere Reduktion der Ausgangsgeschwindigkeit bis zum Anprall von weniger als 30 km/h festzustellen. Zudem ist festzustellen, dass bei Unfällen mit nur leichtem Personenschaden die Anprallgeschwindigkeit in 75% aller untersuchten Fälle niedriger als 60 km/h lag. Bei 75% aller untersuchten Unfälle mit Getöteten lag die Anprallgeschwindigkeit oberhalb von 50 km/h.

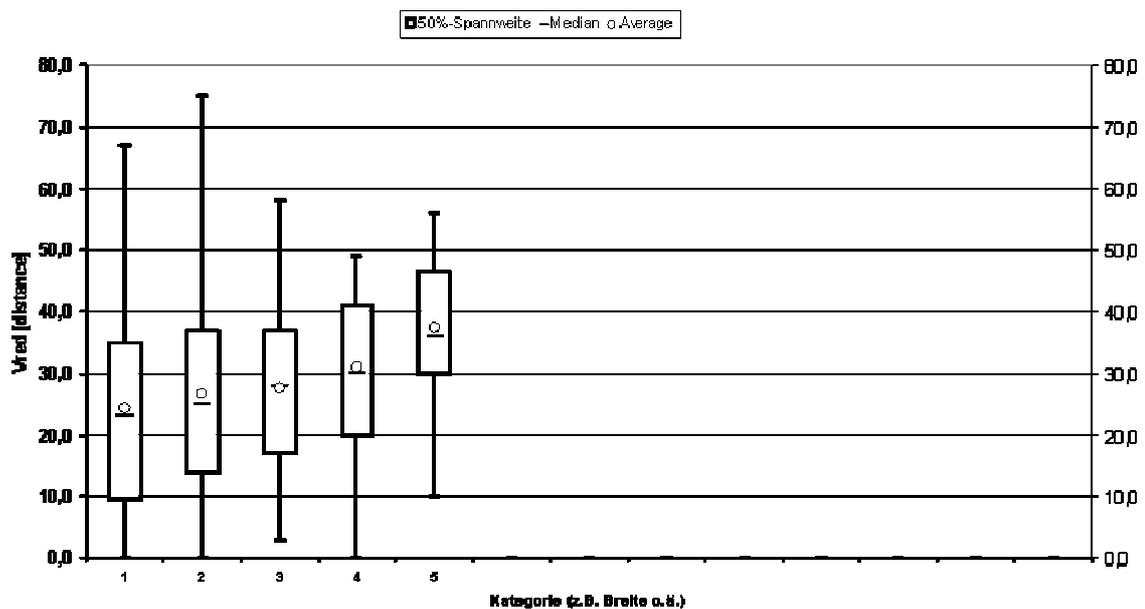


Abb. 14: Geschwindigkeitsreduktion in Abhängigkeit vom Abstand zwischen Fahrbahnrand und Baum (n = 267)

Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutung von Schutzeinrichtungen dort, wo feste Hindernisse nahe dem Fahrbahnrand unvermeidbar sind, deutlich.

Insbesondere im Kontext mit Schutzeinrichtungen sind Aspekte der Verkehrssicherheit für Motorradfahrer relevant. Dem Merkblatt für die Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken können bewährte Infrastrukturmaßnahmen und ihre Einsatzbereiche entnommen werden, wie z.B. der Unterfahrschutz an Stahlschutzeinrichtungen.

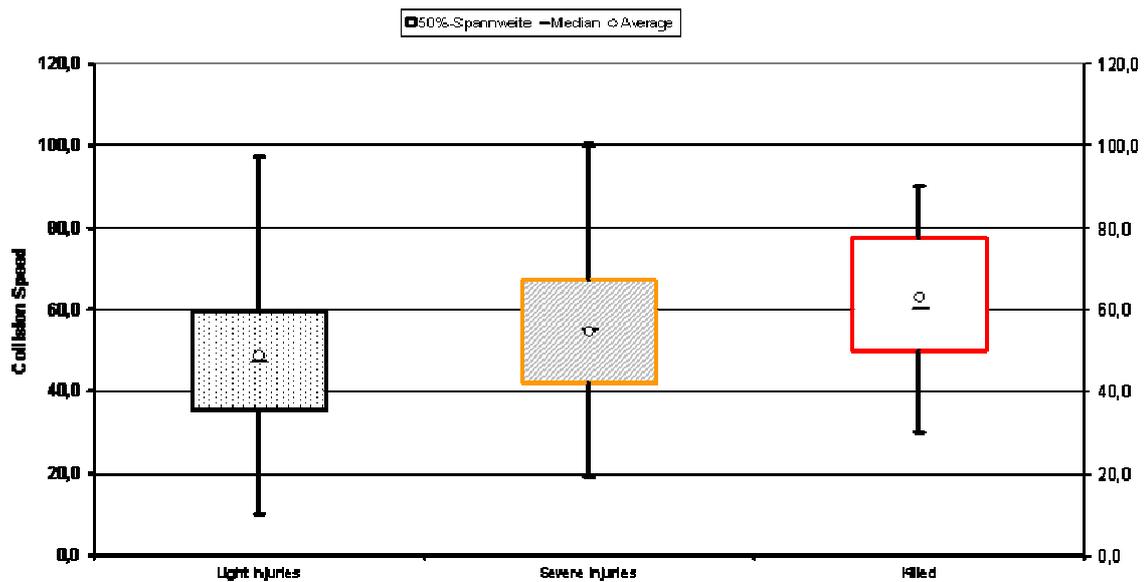


Abb. 15: Geschwindigkeiten bei Unfällen mit unterschiedlicher Verletzungsschwere (n = 267)



Abb. 16: Stahlschutzplanke mit Unterfahrschutz (Bild 21 aus MVMot)

Die Analyse der Entwicklung der Straßenverkehrssicherheit in Deutschland zeigt die in der Vergangenheit erzielten Fortschritte durch Verbesserungsmaßnahmen in den Bereichen Verkehrsregelung, Fahrzeugtechnik und Straßeninfrastruktur. Die hier vorgestellten Infrastrukturmaßnahmen sind geeignet, um auch zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in Deutschland zu leisten. Eine Voraussetzung hierfür ist die gezielte Umsetzung der Maßnahmen sowohl in den Bereichen, in den Verkehrssicherheitsdefizite festzustellen sind, als auch präventiv bei allen Neubauten sowie bei grundhaften Um- und Ausbauten von Landstraßen.