

Unfälle auf schmalen Landstraßenquerschnitten

Andreas Hegewald und Roland Weber

Die Verkehrssicherheit sowohl innerhalb als auch außerhalb von Ortschaften konnte in den zurückliegenden Jahren deutlich erhöht werden. Dabei ging die Anzahl der auf Landstraßen Getöteten am stärksten zurück, jedoch ereigneten sich hier immer noch ungefähr 60% aller tödlichen Verkehrsunfälle. Im benachbarten Ausland werden zunehmend schmale schwach belastete Landstraßen so markiert, dass der Verkehr ohne Begegnungsfall in der Mitte der Fahrbahn fließt. Im Begegnungsfall ist das Überfahren der seitlichen Markierung erforderlich. Diese Querschnittsgestaltung ist gemäß dem Entwurf der Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL) auch in Deutschland für Straßen mit einer sehr geringen Verkehrsbedeutung vorgesehen. Im Rahmen dieser Arbeit wird das Unfallgeschehen auf Landstraßen mit Fahrbahnbreiten bis 6,00 m untersucht. Ziel der Untersuchung ist es, das Unfallgeschehen auf schmalen Landstraßenquerschnitten zu beschreiben und zu prüfen, welchen Beitrag die neue Querschnittsgestaltung zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf schmalen Landstraßen leisten kann.

In recent years traffic safety has been substantially increased both inside and outside built-up areas. Even though the number of fatalities on rural roads took the largest decline, still approximately 60% of all fatal traffic accidents occur on rural roads. In our neighbouring countries narrow rural roads with a low traffic volume are increasingly marked in such a way that traffic without oncoming vehicles should use the middle of the carriageway. Whenever there is oncoming traffic, however, the marked sidelines have to be crossed. According to the draft of the guidelines for rural roads (RAL) this cross section design is also intended to be used in Germany for roads with very minor traffic importance. Within this study the accident occurrence on rural roads with carriageway widths of up to 6,00 m will be investigated. Its aim is to describe the accident occurrence on narrow rural road cross sections and to evaluate which share the new cross section design can have in the improvement of traffic safety on narrow rural roads.

Verfasseranschriften:
Dipl.-Ing. A. Hegewald,
hegewald@bast.de;
Dr.-Ing. R. Weber,
rweber@bast.de;
Bundesanstalt für
Straßenwesen,
Brüderstraße 53,
51427 Bergisch Gladbach

1 Einleitung

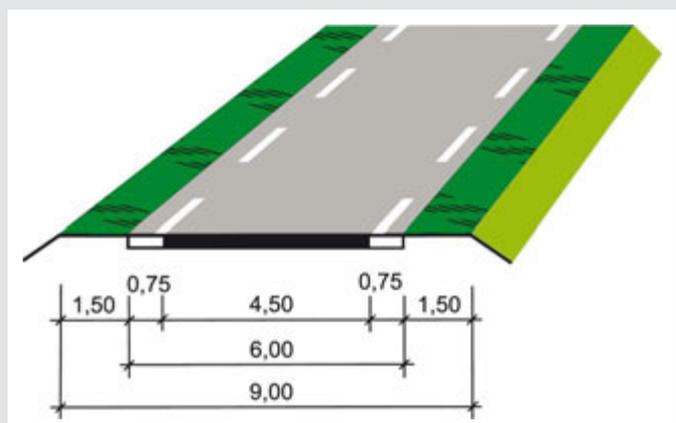
Nach den derzeit gültigen Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q) [1] verfügt der schmalste Regelquerschnitt über eine Fahrbahnbreite von 5,50 m und eine Bankettbreite von 1,00 m (RQ 7,5). Seitens der Straßenbauverwaltung wird darauf hingewiesen, dass auf schmalen Landstraßen die Straßenränder stark ausgefahren und die Bankette geschädigt werden. Dies führt nicht nur zu einem erhöhten Erhaltungsaufwand, sondern auch zu Beeinträchtigungen der Verkehrssicherheit. Vor diesem Hintergrund ist in der derzeitigen Entwurfsfassung der Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL) [2] vorgesehen, die Fahrbahn des schmalsten Regelquerschnitts um 0,50 m auf 6,00 m zu verbreitern. Die Fahrbahnbegrenzungslinien sollen um 0,75 m vom Rand der Fahrbahn abgerückt und unterbrochen ausgeführt werden. Hierdurch soll erreicht werden, dass nur in Begegnungssituationen, insbesondere mit breiten

Fahrzeugen, die Fahrbahnränder befahren werden. Aus bautechnischen Gründen sowie zum Schutz von Fußgängern sollen zudem die Bankette zukünftig 1,50 m breit ausgebildet werden, so dass sich der neue Regelquerschnitt RQ 9 ergibt (Bild 1). Der so markierte Querschnitt soll bis zu Verkehrsbelastungen von 3.000 Kfz/24h verwendet werden.

Ziel dieser Untersuchung ist, auf der Grundlage einer Literatur- und Unfallanalyse zu prüfen, welchen Beitrag der vorgeschlagene neue Regelquerschnitt auf die Verkehrssicherheit auf schmalen Landstraßen leisten könnte.

Hierzu wird in einem ersten Schritt das Unfallgeschehen auf schmalen Landstraßen auf der Grundlage der amtlichen Stra-

Bild 1: Schmalster Regelquerschnitt (RQ 9) nach RAL [2]



ßenverkehrsunfallstatistik analysiert und mit dem Unfallgeschehen auf breiteren Landstraßen verglichen. In einem weiteren Schritt werden die Abläufe und die Schwere einzelner Unfälle auf schmalen Landstraßen auf der Grundlage von Daten analysiert, die im Rahmen des BAST/FAT-Projektes „Erhebungen am Unfallort (German In-Depth Accident Analysis - GIDAS)“ [3] aufgenommen wurden.

2 Literatur

Obwohl das Unfallgeschehen von zahlreichen Parametern beeinflusst wird, konnte in mehreren Untersuchungen gezeigt werden, dass die Dimensionierung des Fahrbahnquerschnitts einen wesentlichen Einfluss auf die Verkehrssicherheit eines Streckenabschnittes hat (vgl. [4, 5]). Vor diesem Hintergrund enthalten die derzeit noch gültigen Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q) [1], einen Nachweis zur Überprüfung der Verkehrssicherheit in Abhängigkeit vom Regelquerschnitt. Hierzu werden die jährlichen längenbezogenen Unfallkosten (Unfallkostendichten) aus den mittleren Unfallkostenraten der Regelquerschnitte und der Prognosebelastung berechnet. Der Vergleich der mittleren Unfallkostenraten zeigt insbesondere für die einbahnigen zweistreifigen Regelquerschnitte deutlich unterschiedliche Sicherheitsgrade, wobei mit abnehmender Fahrbahnbreite die mittlere Unfallkostenrate steigt (Bild 2). Aktualisierte mittlere Unfallkostenraten (Preisstand 2000) wurden von Eckstein/Meeves [6] veröffentlicht. Demnach ist der schmalste Regelquerschnitt nach RAS-Q (RQ 7,5) durch die höchste mittlere Unfallkostenrate von 51 €/1.000 Kfz km gekennzeichnet.

Im Hinblick auf die Bemühungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf außerörtlichen Straßen wird international seit einigen Jahren das Konzept der „selbsterklärenden Straße“ diskutiert. Den verschiedenen Ansätzen der Länder ist gemein, dass durch wenige, möglichst einheitlich gestaltete Straßentypen, die untereinander deutlich verschieden sind, für den Verkehrsteilnehmer die Funktion der Straße ersichtlich ist, um somit Einfluss auf das Fahrverhalten zu nehmen.

In den Niederlanden wird seit Ende 1997 ein Konzept der „selbsterklärenden Straßen“ auf das bestehende Straßennetz übertragen. Danach wird bei Straßen mit Erschließungsfunktion auf die Fahrbahnmarkierung verzichtet oder eine Fahrbahnmarkierung analog RQ 9 (RAL) [2] aufgebracht. Zudem wurde auf diesen Erschließungsstraßen die zulässige Höchstgeschwindigkeit von ehemals 80 km/h auf 60 km/h reduziert.

In einer Vorher-Nachher-Untersuchung mit Kontrollgebieten wurden die Auswirkungen der Maßnahme von Beenker [7] evaluiert. Der Untersuchungsumfang umfasste eine Streckenlänge von 850 km, welche durch ein Kontrollgebiet mit einer Streckenlänge von 2.100 km ergänzt wurde. Auf der freien Strecke konnte eine Reduktion von 17 % der Unfälle mit Personenschaden festgestellt werden. Insgesamt konnte eine Reduktion der Unfälle mit Personenschaden um 24 % erreicht werden, da besonders an Knotenpunkten Unfälle mit Personenschaden um 47 % zurückgingen. Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass der Rückgang der Unfallzahlen vorrangig auf die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zurückzuführen ist. Inwieweit die Modifizierung der Fahrbahnmarkierung einen Ein-

fluss auf das Unfallgeschehen hat, konnte anhand dieser Untersuchung nicht nachgewiesen werden.

In der Schweiz wurden von Frossard [8] Untersuchungen von 13 Querschnitten mit Kernfahrbahn durchgeführt, die von der Art der Markierung dem RQ 9 nach RAL entsprechen, jedoch von der Querschnittsbreite (bis 7,50 m), der Kernfahrbahnbreite (bis 5,00 m) sowie der Verkehrsbelastung (bis 10.000 Kfz/24h) z.T. deutlich von den Werten des RQ 9 abweichen. Ergebnis der Untersuchung ist, dass diese Form der Markierung nur zu einer geringen Geschwindigkeitsreduktion führt. Aufgrund dessen sollten nach Frossard Kernfahrbahnen nur in Verbindung mit einem Tempolimit von 60 km/h eingeführt werden. Des Weiteren haben Messungen gezeigt, dass Radfahrer nach Einführung der Kernfahrbahn weiter entfernt vom Fahrbahnrand fahren. Dies führt in der Regel dazu, dass sich der Abstand zwischen Fahrrad und Kfz verringert. Dieses Verhalten konnte in gleicher Weise in Untersuchungen von Reichenbach/Affolter [9] und Hupfer et al. [10] für den Innerortsbereich festgestellt werden. Ob ein derartiges Verhalten Auswirkungen auf das Unfallgeschehen hat, konnte bisher jedoch nicht nachgewiesen werden.

Auch in Dänemark wurden schmale Landstraßen mit einer geringen Verkehrsbelastung von der Art der Fahrbahnmarkierung wie der RQ 9 (RAL) markiert und die Auswirkungen auf das Fahrverhalten untersucht. Herrstedt [11] kam dabei zu dem Ergebnis, dass die gefahrenen Geschwindigkeiten deutlich über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (40, 50 und 60 km/h) liegen.

Eine Metaanalyse zum Einfluss der Fahrbahnmarkierung auf das Fahrverhalten von Davidse et al. [12] zeigte, dass unterschiedliche Markierungsformen die Geschwindigkeit und die Fahrzeugposition beeinflussen. Danach verringert sich das Geschwindigkeitsniveau geringfügig, wenn auf vorher markierten Straßen die Markierung entfernt wird. Wenn unmarkierte Straßen markiert werden, ist ein Anstieg des Geschwindigkeitsniveaus festzustellen. Direkte Auswirkungen von unterschiedlichen Markierungsformen auf die Verkehrssicherheit konnten jedoch bisher nicht nachgewiesen werden.

3 Verkehrsunfallstatistik

Die amtliche Straßenverkehrsunfallstatistik 2005 [13] des statistischen Bundes-

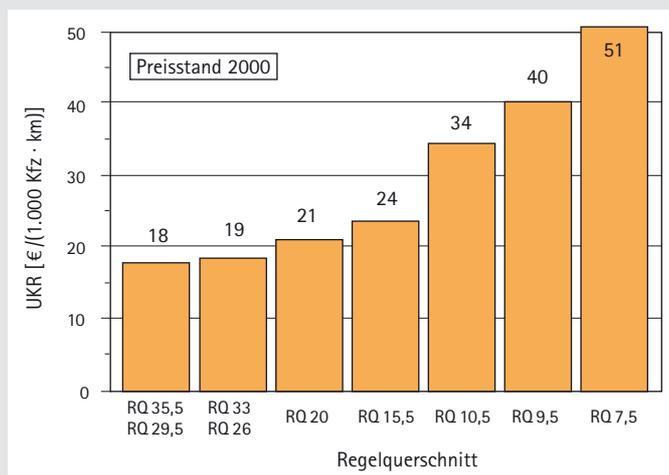


Bild 2: Unfallkostenraten nach Eckstein/Meeves [6]

amtes beinhaltet eine umfassende Auswertung von Unfallmerkmalen, die mittels der Verkehrsunfallanzeige erhoben werden. Detaillierte Informationen über die Geometrie des Straßenraumes am Unfallort, wie z.B. Fahrbahnbreite oder Fahrstreifenbreite, werden jedoch nicht erfasst. Somit ist eine Analyse des Unfallgeschehens in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite nicht direkt möglich, wohl aber ein Vergleich differenziert nach der Klassifizierung der Straße.

Laut Deutschem Institut für Wirtschaftsforschung [14] beträgt der Anteil der Straßen mit Fahrbahnbreiten von weniger als 6,00 m an Bundesstraßen nur ca. 3 % und an Landesstraßen ca. 37 %. Dahingegen beträgt dieser Anteil an Kreisstraßen 63 %. Diese Verteilung lässt die Verwendung der Fahrbahnbreite als Unterscheidungsmerkmal zwischen Bundesstraßen auf der einen und Landes- sowie Kreisstraßen auf der anderen Seite zu. Die deutliche Überschneidung der Anteile dieser Fahrbahnbreitenklasse an Landes- und Kreisstraßen ist bei der Interpretation der Unterschiede zu berücksichtigen.

Für die Bewertung der Verkehrssicherheit in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite sind insbesondere die Unfalltypen „Fahrerunfall“ sowie „Unfall im Längsverkehr“ von Interesse. Mit dem Unfalltyp wird die Konfliktsituation, die zum Unfall führte, beschrieben. Fahrerunfälle sind Unfälle, bei denen der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug verloren hat. Als Unfälle im Längsverkehr werden solche Unfälle gekennzeichnet, bei denen der Unfall durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten, ausgelöst wurde.

Ausgewertet wurden Unfälle auf Außerortsstraßen (ohne BAB). Bezogen auf die Unfälle mit Personenschaden hat der Fahrerunfall auf Kreisstraßen den größten Anteil (Bild 3), er beträgt mehr als 45 %. Hingegen beträgt der Anteil der Unfälle im Längsverkehr weniger als 20 %. Im Vergleich betragen die Anteile dieser beiden Unfalltypen auf Bundesstraßen je gut 30 %.

Neben der Analyse der Unfalltypen ist auch die Analyse der Unfallart für die hier vorliegende Fragestellung relevant. Mit der Unfallart wird die Bewegungsrichtung der am Unfall beteiligten Fahrzeuge zueinander oder, wenn es nicht zum Zusammenstoß gekommen ist, die erste mechanische Einwirkung auf einen verunfallten Verkehrsteilnehmer beschrieben.

Die Verteilung der Unfallarten differenziert nach den Straßenklassen verdeutlicht

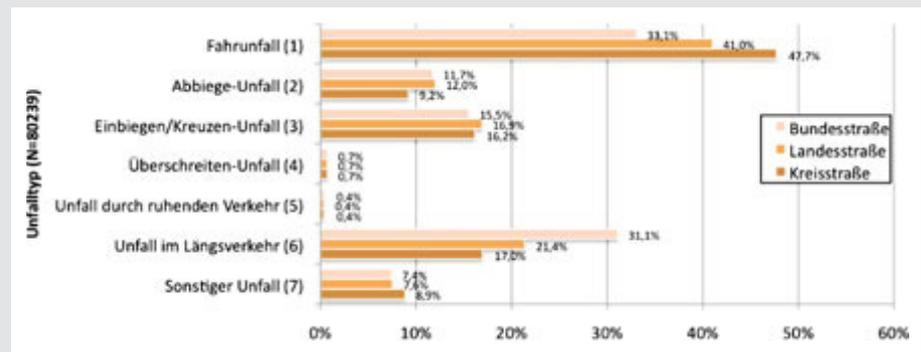


Bild 3: Unfälle mit Personenschaden nach Unfalltyp und Straßenklasse 2005 [13]

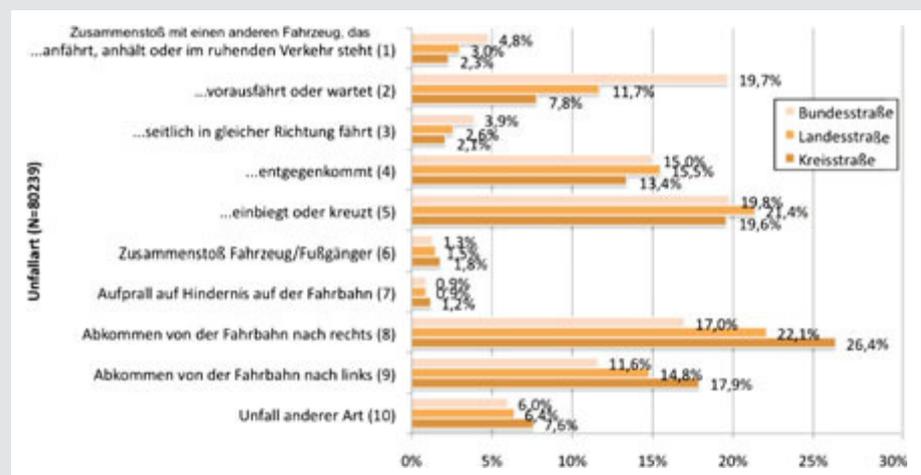


Bild 4: Unfälle mit Personenschaden nach Unfallart und Straßenklasse 2005 [13]

den hohen Anteil von Unfällen auf Kreisstraßen, bei denen das Fahrzeug seitlich von der Fahrbahn abkommt. Der Anteil dieser Unfallart beträgt fast 45 % und korrespondiert mit dem vergleichbar hohen Anteil der Fahrerunfälle an den Unfalltypen. Analog zu den Unfalltypen ist der Anteil dieser Unfallart auf Bundesstraßen deutlich niedriger, er beträgt knapp 30 %.

Der Anteil der Unfallart „Zusammenstoß mit entgegenkommendem Fahrzeug“ an allen Unfällen mit Personenschaden unterscheidet sich zwischen den Straßenklassen kaum, er beträgt ca. 15 % (Bild 4). Für den Bereich der Kreisstraßen korrespondiert dieser Anteil somit mit dem Anteil der Unfälle im Längsverkehr an den Unfalltypen (17 %). Hingegen macht diese Unfallart ca. 50 % der Unfälle im Längsverkehr auf Bundesstraßen aus.

Eine Erklärung für den deutlich höheren Anteil der Fahrerunfälle und der Abkommensunfälle auf Kreisstraßen kann u. a. die geringere Fahrbahnbreite sein, die nur kleine Bewegungsspielräume zur Verfügung stellt. Fahrfehler können dadurch nur eingeschränkt korrigiert werden und führen somit häufiger zu Unfällen. Berücksichtigt werden muss aber auch, dass

die Anforderungen an eine stetige Trassierung bei Kreisstraßen niedriger sind und zudem kleinere Parameter der Lage- und Höhenplanelemente verwendet werden. Eine Erklärung für den niedrigeren Anteil der Unfälle im Längsverkehr auf Kreisstraßen ist das i.d.R. geringere Verkehrsaufkommen, das mit einer geringeren Anzahl an Begegnungen sowie einem geringeren Überholdruck auf diesen Straßen einhergeht.

4 GIDAS-Unfalldaten

Grundlage der Untersuchung bilden die im Rahmen des Projektes GIDAS erhobenen Unfalldaten von Unfällen mit Personenschaden in den Erhebungsgebieten Hannover und Dresden im Zeitraum von 1999 bis 2005. Die Auswahl der in diesem Projekt erfassten Unfälle basiert auf einem Stichprobenplan. Erhoben wurden sehr detaillierte Angaben zu den Unfallfolgen sowie zum Unfallort. Zudem wurden Angaben zum Unfallhergang z. T. rekonstruiert. Die Angaben zum Unfallort erlauben allerdings keine Aussage zum angrenzenden Streckenverlauf.

Für die hier vorliegende Fragestellung wurden solche Unfälle berücksichtigt, die

auf klassifizierten Außerortsstraßen mit einer Fahrbahnbreite zwischen 4,00 und 6,00 m erhoben wurden. Insgesamt konnten so 508 Unfälle mit Personenschaden in die weiteren Analysen einfließen.

Die Unterscheidung der Unfälle nach der Unfallkonstellation (Bild 5) verdeutlicht, dass der überwiegende Anteil von Unfällen auf schmalen Landstraßen Pkw-Alleinunfälle (48%) sind, deutlich vor dem Anteil der Pkw/Pkw-Unfälle (23%). Der Anteil von Unfällen mit Radfahrern und Fußgängern am Gesamtunfallgeschehen ist auf schmalen Landstraßen sehr gering.

Die mittleren Unfallkosten, ausgedrückt durch den angepassten Unfallkostensatz WUa(P) [15], sind bei Alleinunfällen im Wesentlichen aufgrund der niedrigeren Anzahl verletzter Personen im Vergleich zu Unfällen mit zwei Beteiligten niedriger.

4.1 Pkw-Alleinunfälle

Von den 508 Unfällen mit Personenschäden sind 242 Pkw-Alleinunfälle. Der Großteil der Pkw-Alleinunfälle des Untersuchungskollektivs sind Fahrnfälle (89%). Alle anderen Pkw-Alleinunfälle entsprechen dem Unfalltyp „Sonstiger Unfall“. Da die Merkmale bei Unfällen des Typs „Sonstiger Unfall“ sehr heterogen sind und der Anteil dieses Unfalltyps insgesamt gering ist, werden nachfolgend nur Pkw-Alleinunfälle des Unfalltyps „Fahrnfall“ betrachtet (216 Unfälle).

Bei 116 (54%) Pkw-Alleinunfällen des Unfalltyps „Fahrnfall“ kam das Fahrzeug nach rechts, bei 100 (46%) nach links von der Fahrbahn ab. Neben dem etwas höheren Anteil sind Abkommensunfälle nach rechts auch durch deutlich höhere mittlere Unfallkosten gekennzeichnet.

Im Hinblick auf die vorgesehene Verbreiterung der befestigten Fläche des schmalsten Regelquerschnittes ist die Beantwortung der Frage, ob ausgefahrene Fahrbahnränder einen Einfluss auf Pkw-Al-

leinunfälle vom Unfalltyp „Fahrnfall“ auf schmalen Landstraßen haben, von Bedeutung. Die Untersuchung des Straßenzustandes zeigt, dass der Zustand der Fahrbahndecke nur bei 10 der 216 Unfälle Mängel aufwies. Bei den festgestellten Mängeln handelte es sich dabei vorwiegend um Spurrinnen, Schlaglöcher, Wellen und Querrinnen. Diese Mängel hatten bei nur 4 der 10 Unfälle einen Einfluss auf den Unfall. Demnach kann nur ein kleiner Teil der Unfälle auf Fahrbahnschäden zurückgeführt werden.

Neben der Schädigung der Fahrbahn können auch Schäden am Bankett (Höhendifferenz zwischen Bankett und Fahrbahnrand) Einfluss auf das Unfallgeschehen haben. Um dieser Frage nachzugehen, werden Unfälle analysiert, bei denen das Fahrzeug vor dem eigentlichen Abkommen von der Fahrbahn nach links, von der Fahrbahn nach rechts abgekommen ist. Hintergrund ist, dass bedingt durch die Höhendifferenz der Fahrer nachdem er nach rechts von der Fahrbahn abgekommen ist, bei der Korrektur der Fahrlinie die Kontrolle über das Fahrzeug verliert. Das Bild 6 zeigt die Unfallskizze eines derartigen Unfallverlaufs.

Insgesamt war bei 120 der 216 Pkw-Alleinunfälle vermerkt, ob das Fahrzeug vor der eigentlichen Kollision bereits zur anderen Seite von der Fahrbahn abgekommen ist. Im Ergebnis konnte bei 20 (17%) Unfällen ein Abkommen von der Fahrbahn nach rechts vor dem Abkommen von der Fahrbahn nach links festgestellt werden. Bei 12 der 20 Unfälle (60%) konnte eine Höhendifferenz zwischen Bankett und Fahrbahnrand festgestellt werden (Bild 7). Eine weiterführende Untersuchung, ob die Anzahl dieser Unfälle mit zunehmender Fahrbahnbreite abnimmt, ergab jedoch, dass sich diese Unfälle überwiegend auf Querschnitten mit einer Fahrbahnbreite von 6,00 m ereigneten. Dabei ist zu be-

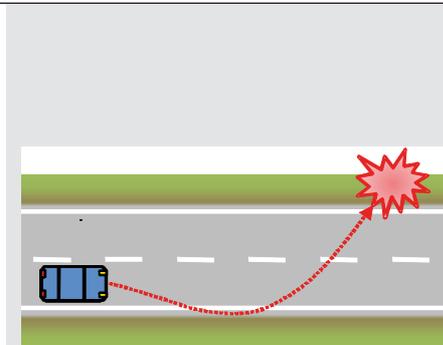


Bild 6: Unfallskizze

rücksichtigen, dass der Anteil von Straßen mit einer Fahrbahnbreite von 6,00 m im betrachteten Kollektiv am höchsten ist (Bild 7). Vor dem Hintergrund, dass Unfälle mit einem Aufprall auf einen Baum fast 55% der Pkw-Alleinunfälle vom Unfalltyp „Fahrnfall“ ausmachen und zudem mit hohen mittleren Unfallkosten verbunden sind, wurden diese gesondert untersucht. Im Untersuchungszeitraum wurde bei 118 der 216 Pkw-Alleinunfälle vom Typ „Fahrnfall“ ein Aufprall auf einen Baum registriert. Bei 17 dieser Unfälle knickte der Baum bei dem Unfall um. Diese Unfälle wurden bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Von den 101 Baumunfällen konnten 58 Unfälle der Unfallart „Abkommen von der Fahrbahn nach rechts“ und 43 Unfälle der Unfallart „Abkommen von der Fahrbahn nach links“ zugeordnet werden.

Die mittleren Unfallkosten der Baumunfälle, bei denen das Fahrzeug nach links von der Fahrbahn abgekommen ist, sind geringer als bei Abkommensunfällen nach rechts. Zudem zeigte sich, dass mit zunehmendem Abstand der Bäume vom Fahrbahnrand die mittleren Unfallkosten deutlich abnehmen (Tabelle 1).

Diese Ergebnisse sind nicht im Einklang mit Ergebnissen weiterer Untersuchungen. Eine Untersuchung von Meewes [16] zeigte mit zunehmendem Abstand der Bäume vom Fahrbahnrand nicht einen so deutlichen Rückgang der mittleren Unfallkosten. Mögliche Ursachen für diese Diskrepanz sind die unterschiedlichen Untersuchungskollektive. Eine Untersuchung von Matena [17], im Rahmen derer ebenfalls Baumunfälle mittels GIDAS-Unfalldaten ausgewertet wurden, zeigte, dass unterhalb einer Kollisionsgeschwindigkeit von 50 km/h das Risiko für einen Unfall mit Getöteten deutlich sinkt. Um tödliche Unfallfolgen weitestgehend auszuschließen, ist bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 100 km/h demnach eine Reduktion der Geschwindigkeit von 50 km/h vor der eigentlichen Kollision erforderlich. Durch eine Extrapolation der Daten wurde ermittelt, dass sich diese Reduktion im Mittel erst bei einem Baumabstand von ca. 10 m einstellt.

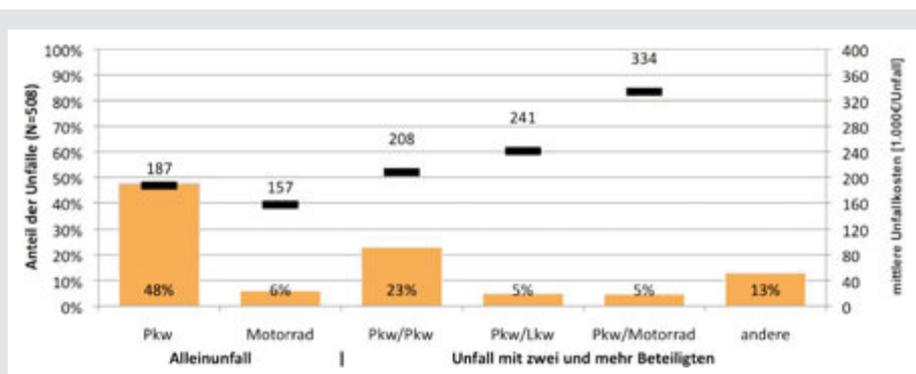


Bild 5: Unfallkonstellationen und mittlere Unfallkosten



Bild 7: Ausgefahrener Fahrbahnrand

Da unterstellt wird, dass die Geschwindigkeit einen wesentlichen Einfluss auf die mittleren Unfallkosten hat, werden nachfolgend die im Rahmen des GIDAS-Projektes bei der Rekonstruktion der Unfälle berechneten Ausgangs- und Kollisionsgeschwindigkeiten analysiert. Als Ausgangsgeschwindigkeit wird in diesem Zusammenhang die Fahrgeschwindigkeit vor dem Erkennen der Gefahr verstanden. Die Kollisionsgeschwindigkeit ist dagegen die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Kollision.

Für 153 der 216 Pkw-Alleinunfälle des Unfalltyps Fahrnfall liegen berechnete Ausgangsgeschwindigkeiten vor. Für verschiedene Klassen der Ausgangsgeschwindigkeiten sind im Bild 8 die mittleren Unfallkosten für diese Unfälle dargestellt. Es wird deutlich, dass die mittleren Unfallkosten mit zunehmender Ausgangsgeschwindigkeit deutlich zunehmen. So sind die mittleren Unfallkosten bei Ausgangsgeschwindigkeiten zwischen 80 und 100 km/h um 80% höher als die bei Ausgangsge-

schwindigkeiten zwischen 60 und 80 km/h. Des Weiteren wurde die Ausgangsgeschwindigkeit vor dem Hintergrund der zulässigen Höchstgeschwindigkeit betrachtet. Aus Bild 9 wird deutlich, in welchem Maße die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 70 bzw. 100 km/h überschritten wurde und wie hoch der Anteil der Fahrzeugführer war, die trotz Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von der Fahrbahn abkamen.

Im Gegensatz zur deutlichen Geschwindigkeitsübertretung bei einer Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h, ist bei einer Beschränkung auf 100 km/h diese nur von 25% der verunglückten Fahrzeugführer übertreten worden, bei ca. 50% dieser Fälle um weniger als 10 km/h.

Auf Streckenabschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h wurde diese von 86% der verunglückten Fahrzeugführer überschritten. Mehr als ein Viertel der Fahrzeugführer fuhr um mehr als 30 km/h zu schnell. Der hohe Anteil an Übertretungen bei denen trotz einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 70 km/h deutlich über 100 km/h gefahren wurde,

Grünes Licht für Steuergerät deTRA3000 Dieses Steuergerät passt sich Ihren Wünschen an!

- Für den stationären und transportablen Einsatz
- Für zentrale oder dezentrale Anordnung der Schaltkarten auch **Mischbetrieb** ist möglich
- Kommunikation über CAN-Bus
- OCIT-O V1.1 Profil 1, OCIT-LED V1 sowie LISA Direktversorgung^{1,2}
- Bis zu 64 Signalgruppen und 90 voll überwachte Signalgeber voll verkehrsabhängig steuerbar

Neue Möglichkeiten für Verkehrsabsicherer

Das Steuergerät der Firma **dresden elektronik verkehrstechnik gmbh** setzt neue Maßstäbe für Verkehrsabsicherungsunternehmen. Durch den innovativen Mischbetrieb von **zentraler** und **dezentraler** Struktur ist jeder Knotenpunkt schnell, effizient und kostengünstig zu montieren.

Die Kommunikation über CAN-Bus verringert den Verkabelungsaufwand, da nur noch die Leitungen für den CAN-Bus und die Spannungsversorgung über die Kreuzung gezogen werden müssen. Damit sparen unsere Kunden Zeit, Personal- und Materialkosten.

Auch 40V-LED-Signalgeber können jetzt dezentral mit dem neuen OCIT-Schaltmodul angesteuert werden.



Typenklasse D nach TL-LSA 97



Vielfältiger Einsatz für
Lichtsignalanlagen
durch
Modularität und
Flexibilität



dresden elektronik

dresden elektronik
verkehrstechnik gmbh

Tel +49 351 - 318 50 0

www.dresden-elektronik.de

verkehrstechnik@dresden-elektronik.de

¹OCIT® ist eine registrierte Marke der Firmen Dambach, Siemens, Signalbau Huber, Stoye, Stührenberg

²LISA ist ein Produkt der Firma Schlothauer & Wauer Ingenieurgesellschaft für Straßenverkehr mbH & Co KG

		Abstand Baum vom rechten Fahrbahnrand				
		bis 1,50 m	1,51–3,00 m	über 3,00 m	unbekannt	
	Anzahl Unfälle	58	33	17	5	3
	Mittlere Unfallkosten [1.000 €/Unfall]	299	389	165	–	–
		Abstand Baum vom linken Fahrbahnrand				
		bis 1,50 m	1,51–3,00 m	über 3,00 m	unbekannt	
	Anzahl Unfälle	43	20	16	5	2
	Mittlere Unfallkosten [1.000 €/Unfall]	198	339	79	–	–

Tabelle 1: Auswirkung unterschiedlicher Abstände der Bäume vom Fahrbahnrand auf die Unfallfolgen

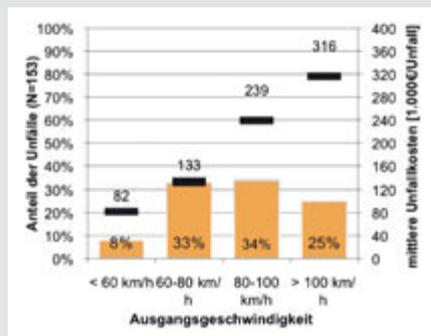


Bild 8: Ausgangsgeschwindigkeit und mittlere Unfallkosten



Bild 9: Einhaltung der Geschwindigkeitsbeschränkung

cher Reaktion den Kollisionspunkt erst erreicht hätte, nachdem der Kollisionspartner den Bereich bereits verlassen hätte. Bei Alleinunfällen kann ein Unfall zeitlich nicht vermieden werden, da der Kollisionskontrahent nicht in Bewegung ist. Bei Pkw-Alleinunfällen des Unfalltyps Fahrnfall wurden 74 Unfälle nach der beschriebenen Methode rekonstruiert, da in diesen Fällen die zulässige Höchstgeschwindigkeit überschritten wurde. Von diesen 74 Unfällen wären demnach 20 Un-

im Verlauf der Strecken handelt oder um Kurven in relationstrassierten Abschnitten.

4.2 Pkw/Pkw-Unfälle

Vor dem Hintergrund, dass Unfälle zwischen zwei Pkw den höchsten Anteil an Unfällen mit zwei Beteiligten haben, werden diese Unfälle nachfolgend detailliert untersucht.

Unfälle im Längsverkehr stellen das Gros der Pkw/Pkw-Unfälle auf schmalen Landstraßen dar. Einen weiteren hohen Anteil haben Fahrnfälle, d.h. dass der Hauptverursacher die Kontrolle über sein Fahrzeug verloren hat und in Folge dessen mit einem weiteren Verkehrsteilnehmer kollidiert. Die verbleibenden Unfälle sind Knotenpunktunfälle, vorrangig Einbiegen/Kreuzen-Unfälle. Unfälle auf der freien Strecke, zu denen der Fahrnfall und der Unfall im Längsverkehr zählen, werden nachfolgend genauer beschrieben.

Pkw/Pkw-Unfälle des Unfalltyps „Fahrnfall“ (N=30) sind Unfälle, bei denen es zu einem Zusammenstoß zwischen zwei entgegenkommenden Fahrzeugen kommt. Unfälle dieser Art ereignen sich zu 70% in Kurven. Bei der Differenzierung nach Richtungen zeigt sich, dass sich in Rechtskurven deutlich mehr Unfälle als in Linkskurven ereignen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in Rechtskurven die Zentrifugalkraft in Richtung Kurvenaußenseite wirkt und dabei im Gegensatz zur Linkskurve beim Abkommen von der Fahrbahn in Richtung Kurvenaußenseite der Fahrstreifen der Gegenrichtung überfahren wird. In Abhängigkeit der Begegnungshäufigkeit kann es somit zu einer Kollision von zwei Fahrzeugen kommen.

Den überwiegenden Anteil der Unfälle im Längsverkehr (N=38) stellt der Begegnungsunfall (39,5%) dar. Der Begegnungsunfall ist dadurch charakterisiert, dass zwei Fahrzeuge aufgrund der geringen Breite der Fahrbahn kollidieren. Jedoch ist die Abgrenzung bei Begegnungsunfällen zwischen Unfall im Längsverkehr

legt die Vermutung nahe, dass zumindest ein Teil der verunglückten Fahrzeugführer die Geschwindigkeitsbeschränkung nicht wahrgenommen hat. Dafür spricht auch, dass der Anteil von Geschwindigkeitsübertretungen von 21 bis 30 km/h deutlich geringer ist als der Anteil von über 30 km/h.

Für den Fall, dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit an der Unfallstelle überschritten worden ist, wurde berechnet, ob der Unfall bei Einhaltung der zulässigen Geschwindigkeit vermeidbar gewesen wäre. Dabei wird unterschieden zwischen räumlicher und zeitlicher Vermeidbarkeit.

Die räumliche Vermeidbarkeit entspricht dem Fall, dass der Unfallverursacher bei gleicher Reaktion vor dem Kollisionspunkt zum Stillstand gekommen wäre. Von der zeitlichen Vermeidbarkeit wird gesprochen, wenn der Unfallverursacher bei glei-

fälle räumlich vermeidbar gewesen, d.h., diese Unfälle hätten sich nicht ereignet, wenn die zulässige Höchstgeschwindigkeit eingehalten worden wäre.

Weiterhin wurde versucht einen Zusammenhang zwischen der rekonstruierten Ausgangsgeschwindigkeit der verunfallten Fahrzeuge und sowohl der Fahrbahnbreite als auch dem Kurvenradius darzustellen. Bei Fahrbahnbreiten zwischen 4,00 und 6,00 m ist aufgrund einer starken Streuung kein Zusammenhang zwischen Fahrbahnbreite und Ausgangsgeschwindigkeit festzustellen. Gleiches gilt für den Zusammenhang zwischen Ausgangsgeschwindigkeit und Kurvenradius. Jedoch ist festzustellen, dass sich viele Unfälle in Kurven mit einem Radius kleiner 200 m ereignen. Im Rahmen des Projektes konnte nicht der Frage nachgegangen werden, ob es sich bei diesen Kurven um Unstetigkeitsstellen

und Fahrnunfall mit Unsicherheit behaftet. Zu den Unfällen im Längsverkehr zählen auch Überholunfälle. Unfälle dieser Art sind auf schmalen Landstraßen jedoch selten. Die Vermutung liegt nahe, dass der Begegnungsunfall mit zunehmender Fahrbahnbreite abnimmt und umgekehrt der Überholunfall mit zunehmender Fahrbahnbreite zunimmt. Aufgrund der geringen Anzahl der zur Verfügung stehenden Unfälle kann hierzu jedoch keine belastbare Aussage getroffen werden. Die vorliegenden Daten stützen jedoch diese Vermutung.

5 Fazit

Die Literaturanalyse hat gezeigt, dass mit zunehmender Fahrbahnbreite der Regelquerschnitte die Anzahl der Unfälle sowie die Unfallschwere sinken. Die vorgesehene Verbreiterung des kleinsten Regelquerschnittes von 5,50 auf 6,00 m Fahrbahnbreite kann somit dazu beitragen, die Unfallzahlen und ggf. auch die Unfallschwere auf schmalen Landstraßen zu reduzieren. Die Literaturanalyse hat ebenfalls gezeigt, dass die geplante vom Fahrbahnrand abgesetzte Fahrbahnrandmarkierung eine Verschiebung der Fahrzeugposition in Richtung Fahrbahnmitte bewirken wird. Es wird vermutet, dass durch die veränderte Fahrzeugposition ein Teil derjenigen Unfälle vermieden werden könnte, bei denen das Fahrzeug nach rechts von der Fahrbahn abkommt. Die Sorge, dass diese Art der Markierung zu einem höheren Unfallrisiko in Begegnungssituationen führen könnte, wird durch den relativ geringen Anteil an Begegnungsunfällen, insbesondere mit breiteren Fahrzeugen, relativiert. Die in den RAL vorgesehene Veränderung der Fahrbahnmarkierung, bei der auf eine Markierung der Leitlinie in Fahrbahnmitte verzichtet und die Fahrbahnrandmarkierung vom Fahrbahnrand abgesetzt werden soll, wird nach vorliegenden Erkenntnissen dazu beitragen, dass auf bisher mit Leitlinie und Fahrbahnrandmarkierung markierten schmalen Landstraßenquerschnitten eine minimale Reduktion der Durchschnittsgeschwindigkeit erreicht wird, auf bisher unmarkierten Landstraßenquerschnitten jedoch ggf. eine geringfügige Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit auftritt (vgl. [12]). Eine Untersuchung zu Auswirkungen des neuen Regelquerschnittes auf das Fahrverhalten erfolgt derzeit und wird voraussichtlich Anfang 2010 vorliegen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass innerhalb der untersuchten Fahrbahnbrei-

tenklasse (4,00 bis 6,00 m) Höhendifferenzen zwischen Fahrbahnrand und Bankett anteilmäßig über alle Fahrbahnbreiten auftraten. Letztendlich kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer Fahrbahnbreite von 6,00 m Schäden am Fahrbahnrand/Bankett auftreten. Es ist in weiteren Analysen zu prüfen, ob durch die Veränderung der Lage der Markierung die Fahrzeugposition so beeinflusst werden kann, dass Schädigungen des Fahrbahnrandes ausbleiben.

Die Analyse der Unfälle in Abhängigkeit vom Radius der Kurve hat gezeigt, dass Kurven mit Radien < 200 m häufiger unfallbelastet sind. Die rekonstruierten Ausgangsgeschwindigkeiten lagen hier zwischen 60 und 100 km/h. Aus ökonomischen Gründen soll zukünftig für schmale Landstraßen ein Radienbereich zwischen 150 und 200 m vorgesehen werden, der zulässige Radienbereich im Anschluss an eine Gerade soll in Abhängigkeit von der Länge der Geraden festgelegt werden. Sollte im Einzelfall im Anschluss an eine längere Gerade dennoch zukünftig eine Einzelkurve mit Radius < 200 m unvermeidbar sein, wären demnach verkehrstechnische Maßnahmen erforderlich.

Die Analyse der mittleren Unfallkosten in Abhängigkeit von der rekonstruierten Ausgangsgeschwindigkeit macht deutlich, dass eine Reduzierung der Geschwindigkeit auf 70 km/h einen deutlichen Beitrag zur Senkung der mittleren Unfallkosten leisten kann. Es wird aber auch deutlich, dass eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h vom Gros verunfallter Fahrzeugführer nicht eingehalten wurde. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass nur durch die Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die Verkehrssicherheit in Einzelkurven mit kleinem Radius sichergestellt werden kann. Hingegen haben Untersuchungen in den Niederlanden gezeigt, dass durch eine Markierung des Fahrbahnquerschnittes analog Bild 1 in Verbindung mit einer Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 auf 60 km/h die Anzahl von Unfällen mit Personenschaden auf der freien Strecke um 17 % reduziert werden konnte.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Festlegungen der RAL den neuen Regelquerschnitt RQ 9 betreffend positive Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit haben werden. In welchem Umfang die Zahl und Schwere der Unfälle abnimmt, müssen jedoch weitere Analysen auf der Grundlage ummarkierter Strecken zeigen.

Literaturverzeichnis

- 1 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1996): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q). FGSV Verlag, Köln.
- 2 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2008): Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). unveröffentlichter Entwurf.
- 3 Bundesanstalt für Straßenwesen (2008): German In-Depth Accident Study. Zugriff: 25.6.2008, <http://gidas.bast.de>
- 4 Palm, I.; Schmidt, G. (1999): Querschnittsbreiten einbahniger Außerortsstraßen und Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V64, Bergisch Gladbach.
- 5 Brannolte, U.; Barth, H.-B.; Schwarzmann, R.; Junkers, W.; Liu, Y.; Sigthorsen, H.; Stein, J. (1993): Sicherheitsbewertung von Querschnitten außerörtlicher Straßen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V5, Bergisch Gladbach.
- 6 Eckstein, K.; Meewes, V. (2002): Sicherheit von Landstraßen-Knotenpunkten. Mitteilungen des Institutes für Straßenverkehr Köln (ISK), Mitteilungen Nr. 40: Knotenpunktgrundformen Verkehrsregelung Zufahrten, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Köln.
- 7 Beenker, N. J. (2004): Evaluatie 60 km/uur projecten [Evaluation of 60km/h areas]. Unie van Waterschappen [The Association of Water Boards]. Rotterdam, The Netherlands.
- 8 Frossard, J.-L. (2006): Kernfahrbahnen auf Außerortsstrecken. Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Heft 1164, Zürich.
- 9 Reichenbach, M.; Affolter, R. (2003): Straßen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer. Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Heft 1046, Zürich.
- 10 Hupfer, C.; Böer, H.; Huwer, U.; Jacob, H.; Nagel, U. (2000): Einsatzbereiche von Angebotstreifen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V74. Bergisch Gladbach
- 11 Herrstedt, L. (2007): Narrow cross sections without centre line markings – “2 minus 1” rural road. Road user behaviour study. Zugriff am 25.6.2008, <http://www.trafitec.dk/publikauk.htm>
- 12 Davidse, R.; Driel, C.V.; Goldenbeld, C. (2003): The effect of altered road markings on speed and lateral position. A meta-analysis. Report R-2003-31, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands.
- 13 DESTATIS - Statistisches Bundesamt (2006): Verkehrsunfallstatistik 2005. Fachserie 8, Reihe 7, Wiesbaden.
- 14 Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1997): Verkehr in Zahlen 1997. FGSV Verlag, Köln.
- 15 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1998): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. FGSV Verlag, Köln.
- 16 Meewes, V. (2001): Aufprallgeschwindigkeiten, Unfälle und Unfallfolgen von Baumunfällen. In: Kuler, H.; Meewes, V.: Abstand vom Bäumen zum Fahrbahnrand. Mitteilungen des Institutes für Straßenverkehr Köln (ISK) Nr. 39, Köln.
- 17 Matena, S. (2007): Best Practice on Road Design and Road Environment. Präsentation im Rahmen der Abschlusskonferenz des EU-Projektes “Ripcord-Iserest” am 27.9.2007 in Bergisch Gladbach. Zugriff am 25.6.2008, <http://www.ripcord-iserest.com>