

Schwerstunfälle mit Motorrädern - Analyse der Unfallstruktur und der Wirksamkeit von ABS

1 Einführung

Bei der Entwicklung von Automobilen stehen heute Aspekte wie Umweltschutz, Ökonomie und die Sicherheit der Fahrzeuginsassen im Vordergrund. Das Bewusstsein der Verbraucher für die passive Sicherheit nimmt bei der Entscheidung für einen Personenkraftwagen einen hohen Stellenwert ein. Ebenso wird die aktive Sicherheit mit Einzug neuer Fahrerassistenzsysteme (ESP, ACC, LDW etc.) immer häufiger in die Kaufentscheidung einbezogen. Im Gegensatz dazu entwickelt sich die sicherheitsrelevante Technik bei motorisierten Zweirädern eher zögerlich. Beim Motorradkauf wird häufig mehr Augenmerk auf Motorleistung, Höchstgeschwindigkeit und ein markantes Erscheinungsbild gelegt.

Leider sprechen auch die Unfallzahlen für sich: Jährlich verlieren in Deutschland rund 900 Motorradbenutzer durch einen Verkehrsunfall ihr Leben. Während die Zahl der getöteten Pkw-Insassen von 1991 bis 2004 um etwa 52 % gesunken ist, blieb die Zahl der getöteten Motorradfahrer in diesem Beobachtungszeitraum weitgehend unverändert zwischen 850 und 1000 getötete Motorradfahrer pro Jahr (Bild 1). Allein im Jahr 2004 starben auf deutschen Straßen 858 Motorradfahrer (StBA, 2005).

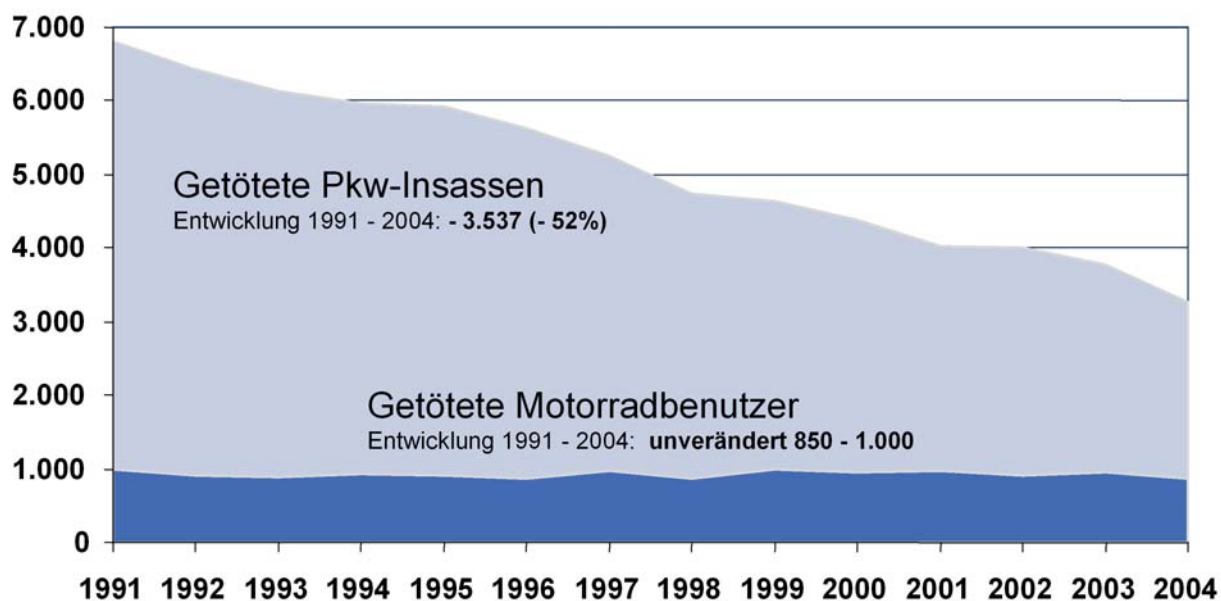


Bild 1: Getötete nach Art der Verkehrsbeteiligung in Deutschland (StBA, 1991 - 2005)

Vor diesem Hintergrund hat das Allianz Zentrum für Technik in Ismaning 200 besonders schwere Motorradunfälle - im folgenden Schwerstunfälle genannt - genau ana-

* Dr. rer.nat. Johann Gwehenberger, Allianz Zentrum für Technik

** Dipl.-Ing. (FH) Isabell Schwaben, Fachhochschule München

*** Dr.-Ing. Alexander Sporer, Europäisches Motorrad Institut

**** Dr. phil. Jörg Kubitzki, Allianz Zentrum für Technik

lysiert, mit dem Ziel, Unfallursachen, -ablauf und -folgen zu identifizieren, um daraus möglichst effektive Sicherheitsmaßnahmen abzuleiten.

2 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurden alle Kraftfahrzeug-Haftpflicht Großschäden (KH-Großschäden) der Bayerischen Allianz Versicherung (BVB: Bayerische Versicherungsbank) mit Motorradbeteiligung aus den Jahren 2002 und 2003 EDV-gestützt selektiert. Aus dem Gesamtumfang von ca. 500 KH-Großschäden wurden die 200 Fälle ausgewählt, die den größten monetären Schadenaufwand aufwiesen. Hier liegt grundsätzlich auch die größte Schwere der Unfälle hinsichtlich Personenschaden vor. Im Anschluss daran erfolgte eine manuelle Auswertung der Schadenakten und Zusammenführung der Daten in einer Datenbank mit definierten Feldern und Merkmalen.

Zusätzlich wurde für jeden einzelnen Unfall die Relevanz verschiedener aktiver und passiver Sicherheitsmaßnahmen analysiert. Da sich im Verlauf der Arbeit eine besonders hohe Relevanz der Ausstattung mit Anti-Blockier-System (ABS) beim Motorrad ergab und gleichzeitig verschiedene Forschungsarbeiten des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), des Europäischen Motorradinstituts (EMI) und der TU Darmstadt ein hohes Nutzenpotential von ABS belegen (siehe Kasten), wurde das Hauptaugenmerk auf diese Sicherheitseinrichtung gelenkt. Gut dokumentierte Fälle wurden durch eigene Unfallrekonstruktionen untersucht, um eine Aussage über Unfallgeschehen, Vermeidbarkeit und Folgenminderung treffen zu können.

Aktuelle Analysen zum Wirkungspotential/Nutzen von ABS bei Motorrädern

Spornier et al. (2000, 2002, 2004): beschreiben in mehreren Studien, basierend auf der GDV-Unfalldatenbank „FS aktuell“, die Gefahren beim Bremsen mit konventionellen Bremssystemen und das Vermeidungspotential durch ABS. Ergebnis: Ca. 10 % der Motorradunfälle mit Personenschaden können mit ABS vermieden oder zumindest positiv beeinflusst werden. Der GDV fordert daraufhin die serienmäßige Ausrüstung von ABS.

Funke & Winner (2004): zeigen anhand von Fahrversuchen mit Probanden, dass die Belastung von Motorradfahrern beim Bremsen mit ABS wesentlich geringer ist als mit unregulierten Systemen und fordern die flächendeckende Ausrüstung von Motorrädern mit ABS.

Seininger (2005): leitet aus der Analyse der GDV-Unfalldatenbank „FS aktuell“ und der GIDAS-Datenbank für ABS ein Wirkpotential von 30 % ab. Anmerkung: Die tatsächliche Wirksamkeit wurde in dieser Arbeit nicht untersucht.

3 Datenquelle, Felder und Merkmale

In erster Linie wurden die Daten aus den Schadenakten ermittelt, die für Unfallhergang, -ursache und -folgen entscheidend waren. Zur Verfügung standen u.a. die polizeiliche Unfallakte, Zeugenaussagen, Unfallrekonstruktions- und Schadengutachten sowie medizinische Gutachten. Daraus konnten allgemeine Unfalldaten ermittelt werden, wie Ortslage, Monat, Wochentag, Unfalluhrzeit, Lichtverhältnisse, Unfallart, Unfalltyp, Fahrbahnabschnitt, Fahrbahnoberfläche, Oberflächenbeschaffenheit,

Wetter, Unfallgegner, Fahrgeschwindigkeit und Kollisionsgeschwindigkeit sowie fahrzeugspezifische Daten wie Hubraum, Fahrzeugkategorie, Leistung und Fahrzeuggewicht. Folgend wurden weitere spezifische Unfalldaten erfasst. Hierzu gehören: Reaktion des Fahrers in der Vorkollisionsphase, Sturz als Folge der Bremsung, Sichtbeeinträchtigung, Geschwindigkeitsbegrenzung, Fahreralter, Verletzungen der Motorradfahrer und ihrer Beifahrer.

4 Ergebnisse zur Unfallstruktur in Schwerpunkten

Im folgenden werden nennenswerte Ergebnisse zur Unfallstruktur der Allianz-Motorradschwerstunfälle dargelegt. Einige Merkmale wie Monatsverteilung, Unfallschwere, Ortslage und Unfallgegner werden mit den Daten der Bundesstatistik (StBA, 2003) für Motorradunfälle mit Personenschaden verglichen.

Unfallschwere: Der Vergleich der Schwere der Allianz-Schwerstunfälle mit den Unfällen mit Personenschäden gemäß StBA (2003) zeigt deutlich die besondere Unfallschwere der 200 untersuchten Motorradunfälle (Bild 2). Das Unfallmaterial der Allianz weist 11% Getötete, 69% Schwerverletzte und 20% Leichtverletzte aus, während die Bundesstatistik 2% getötete und 31% schwerverletzte und 67% leichtverletzte Motorradfahrer für das Jahr 2003 ausweist. Der Grund dafür liegt in der besonderen Auswahl der 200 Fälle. Der versicherungstechnische Schadenaufwand bewegte sich zwischen 15.000 Euro und ca. 2 Millionen Euro¹. Die geringsten Verletzungen waren dabei mindestens Polytraumen an mehreren Körperteilen über Knochenbrüche (meist untere Extremitäten) bis hin zu schwersten Folgen wie Todesfälle, Querschnittslähmung oder Abtrennung von Gliedmaßen.

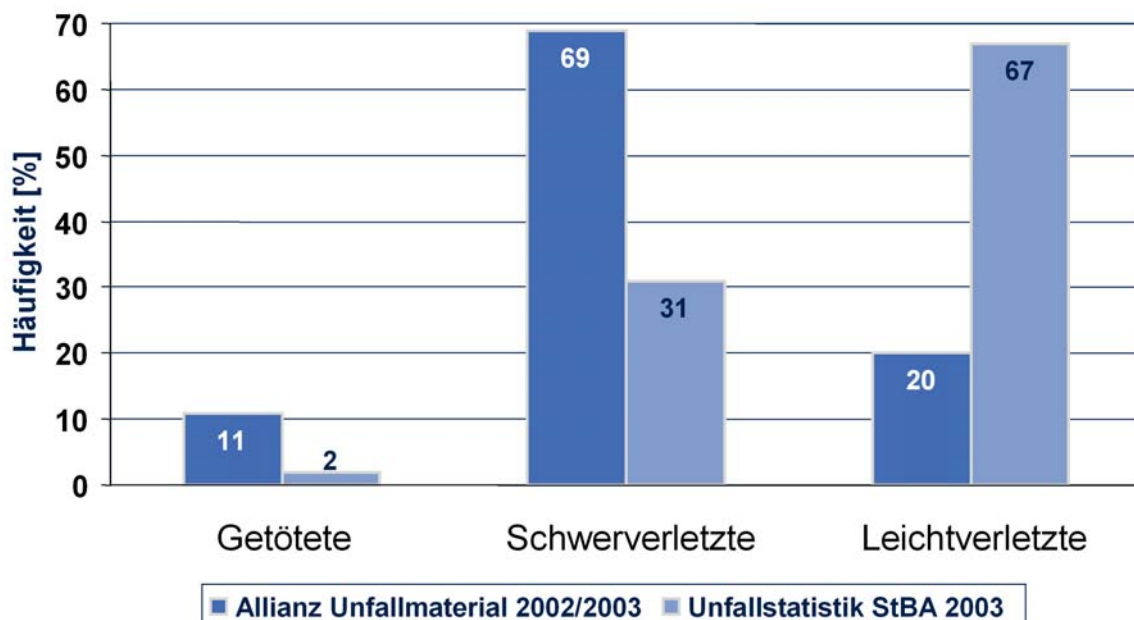


Bild 2: Vergleich der Verunglückten von Allianz-Motorradschwerstunfällen (2002/2003) mit Motorradunfällen mit Personenschaden gemäß Bundesstatistik (StBA, 2003)

¹ : besonders hohe Kosten entstanden für Heilbehandlungen, Unterhalts-/Rentenzahlungen, behindertengerechte Umgestaltung der Wohnung etc.

Ortslage: Die besondere Auswahl "Schwerstunfälle" spiegelt sich auch in der Ortslagenverteilung wieder. Während die Bundesstatistik bei Motorrad-Unfällen mit Personenschaden 59 % innerorts und 38 % auf Landstraßen ausweist, liegt die relative Häufigkeit der Allianz-Fälle auf der Landstraße bei 67 % und 32 % innerorts. Dies lässt sich zurückführen auf höhere Fahrgeschwindigkeiten auf Landstraßen und das damit verbundene höhere Verletzungsrisiko. Der Anteil der Unfälle auf Autobahnen ist in beiden Datenbanken niedrig (StBA: 3%; Allianz: 1 %).

Monatsverteilung: Nicht überraschend ist die tendenziell gute Übereinstimmung der Unfallhäufigkeit nach Monaten bei Unfällen mit Personenschaden (StBA) und Schwerstunfällen der Allianz. Die relative Unfallhäufigkeit bezogen auf das Kalenderjahr steigt in beiden Statistiken von Januar (ca. 2 %) bis Mai kontinuierlich an. Das Maximum liegt in der Hauptmotorrad-Saison von Mai bis August von jeweils ca. 15 %. Demnach ereignen sich allein in diesen vier Monaten rund 60% der Unfälle. Ab September nehmen die Unfälle wieder deutlich ab und erreichen im Dezember ein Niveau von ca. 2%.

Uhrzeit und Wochentag: Zeitlich verunglückten die meisten Motorradfahrer in den Nachmittagsstunden zwischen 12 und 18 Uhr (60%) mit einem tendenziell höheren Niveau ab 15 Uhr. Am Freitag (17%), Samstag (19%) und Sonntag (21%) ereigneten sich erwartungsgemäß die meisten Unfälle.

Unfallgegner: Hauptunfallgegner ist wie erwartet der Personenkraftwagen (Bild 3). Dies gilt gleichermaßen für Allianz-Fälle und Bundesstatistik. Auffällig ist jedoch der vergleichsweise hohe Unterschied bei Alleinunfällen (StBA: 26 %; Allianz: nur 4 %). Grund dafür ist die Selektion "KH-Schäden", bei denen Ansprüche gegenüber dem Motorradfahrer (47 Fälle) oder gegen den Unfallgegner (153 Fälle) geltend gemacht werden. Bei Alleinunfällen ist stets der Motorradfahrer Hauptverursacher. Ansprüche an die KH-Versicherung ergeben sich dann ggf. aufgrund von Schadenersatzansprüchen Dritter an Eigentum (z.B. an einem beschädigten Zaun). Allerdings sind die Schadenaufwendungen für Sachschäden i.d.R. gering. Höhere Schadenaufwendungen entstehen hingegen bei Verletzungen des Sozius, der seinerseits Ansprüche an den Fahrer geltend macht. Diese Konstellation war bei den Alleinunfällen in 4 % der Allianz-Schadenfälle gegeben. Auffällig ist schließlich der bei Schwerstunfällen deutlich höhere Anteil an Motorrad/Motorrad (12 %) und Motorrad/Traktor Unfällen (8 %).

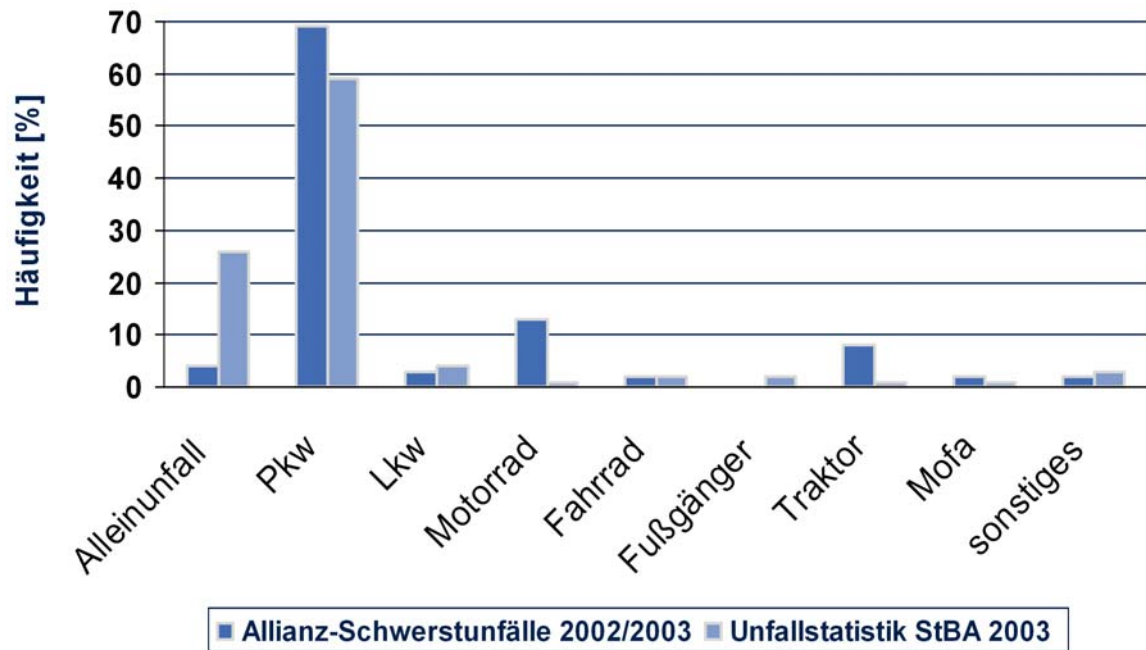


Bild 3: Vergleich der Unfälle nach Unfallgegner - Allianz-Schwerstunfälle (2002/2003) versus Motorrad-Unfälle mit Personenschaden (StBA, 2003)

Unfallart: beschreibt die Bewegungsrichtung der beteiligten Fahrzeuge zueinander vor dem ersten Zusammenstoß (vgl. FGSV, 2003). Von den 10 möglichen Unfallarten dominiert deutlich die Unfallart 5 "Zusammenstoß mit einem Fahrzeug das einbiegt oder kreuzt" mit 73 %, gefolgt von der Unfallart "Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das entgegenkommt" (10 %).

Unfalltyp: bezeichnet die Konfliktsituation, die zum Unfall führte (vgl. FGSV, 2003). Von den 7 möglichen Unfalltypen weisen - in guter Übereinstimmung mit der Unfallart 5 - der Unfalltyp "Abbiege-Unfall" (33 %) und Unfalltyp "Einbiegen/Kreuzen-Unfall" (40 %) die größte Häufigkeit auf. Bei näherer Betrachtung dieser Fälle wird deutlich, dass der Motorradfahrer sehr häufig von Pkw-Fahrern übersehen oder seine Geschwindigkeit falsch eingeschätzt wird. Die schmale Silhouette von herannahenden Motorradfahrern, leider teilweise mit überhöhter Geschwindigkeit, tragen dazu erheblich bei. Mit 16 % nimmt der Unfalltyp "Unfall im Längsverkehr" die dritte Stelle ein. Dazu gehören Gegenverkehrsunfälle und Unfälle beim Spurwechsel.

Motorradtyp, Hubraum und Leistung: Bei der Unfallbeteiligung dominieren Sportmotorräder mit 34 %, gefolgt von Enduro (19 %) sowie Chopper, Naked und Tourer mit jeweils ca. 12 %. Hierbei waren Fahrzeuge mit einem Hubraum von 500 bis 750 ccm (34 %) und darüber mit 42 % am häufigsten vertreten. Die meisten Unfälle geschahen mit Beteiligung von Motorrädern mit einer Leistung zwischen 34 und 98 PS (59 %).

Reaktion in der Pre-Crashphase: Bei 45 % der Schwerstunfälle zeigten die Motorradfahrer keine Abwehrreaktion in der Pre-Crashphase, 39 % versuchten den Unfall durch Bremsen zu verhindern, 8 % durch Ausweichen und weitere 8 % durch Bremsen und Ausweichen. Weiterhin ist bemerkenswert, dass in 11 % aller Fälle der Motorradfahrer aufgrund einer Überbremsung stürzte.

Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeit: Die Gegenüberstellung der Geschwindigkeitsverteilung von Unfallgegnern und Motorrädern zeigt deutlich das höhere Geschwindigkeitsniveau bei Motorradfahrern. Während bei den Unfallgegnern die Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeit im Intervall zwischen 1-20 km/h am häufigsten anzutreffen sind, liegt das Maximum der Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeit bei Motorrädern zwischen 61-80 km/h bzw. 41-60 km/h (vgl. Bild 4). Auch hieraus wird die Dominanz der Unfälle an Kreuzungen/Einmündungen erkennbar, bei der häufig der Unfallgegner (z.B. Pkw, Traktor) als Wartepflichtiger mit niedriger Geschwindigkeit mit einem schneller fahrenden Motorradfahrer kollidiert.

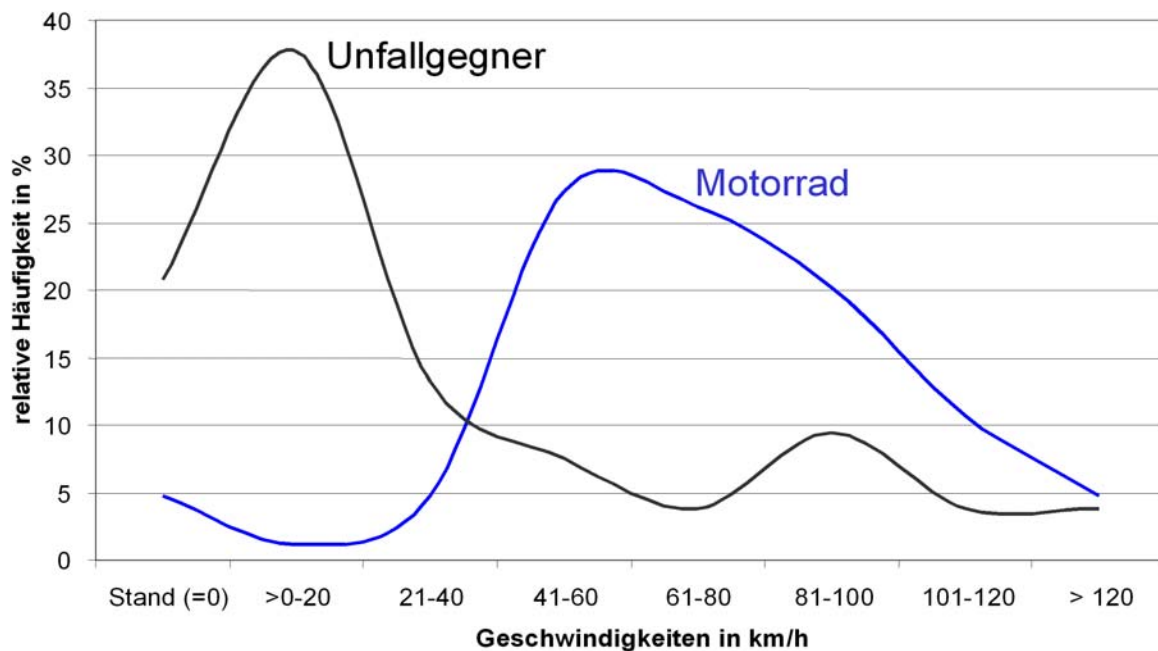


Bild 4: Häufigkeit in % der Fahrgeschwindigkeiten von Motorrädern und Unfallgegner

Relevanz von Sicherheitsmaßnahmen: bedeutet hier, dass eine bestimmte Sicherheitsmaßnahme wie ABS oder Motorradbekleidung etc. im Hinblick auf Unfallvermeidung oder -folgenminderung wirksam hätte sein können. Ein tatsächlicher Nutzen kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden; dazu ist eine vertiefende Analyse der Unfallakten erforderlich (vgl. Kap. 5). Die höchste Relevanz ergab sich für das ABS (45%), gefolgt von 19 % für Motorradbekleidung (Motorradhelm, -stiefel und -anzug) sowie 9 % für den Motorradairbag. Weniger bedeutend sind die für Pkw in der Entwicklung oder in der Markteinführung befindlichen Fahrerassistenzsysteme wie Headup-Display, Kurvenwarnsystem oder Nachtsichtunterstützung.

5 In-depth Analyse der ABS-relevanten Fälle

5.1 Unfallstruktur

ABS-relevante Unfälle sind alle Fälle, bei denen eine Bremsung in der Pre-Crashphase eindeutig nachweisbar war (z.B. durch Bremsspur). Diese 90 Fälle wurden zunächst hinsichtlich Unfallstruktur analysiert. Es zeigte sich, dass ABS-relevante Fälle mit 69 % vermehrt außerorts auftreten. Ebenfalls ist der Anteil bei der Unfallart "Zusammenstoß mit einem Fahrzeug das einbiegt oder kreuzt" mit 83 % höher als bei allen Schwerstunfällen. Als Unfallgegner fielen vor allem Pkw (59 %)

und Traktor (13 %) auf. Weitere unfallstrukturelle Unterschiede waren nicht erkennbar.

5.2 Methoden und Rahmenbedingungen

Von den 90 ABS-relevanten Fällen war in 48 Unfallakten eine ausreichende Dokumentation der Bremsausgangsgeschwindigkeit, Kollisionsgeschwindigkeit, Länge der Bremsspur, Länge der Rutschspur und eventuelle Auslaufspuren vorhanden. Diese Fälle konnten einer detaillierten Unfallrekonstruktion (In-depth Analyse) unterzogen werden, hinsichtlich Vermeidbarkeit durch ABS. Dabei wurden folgende mehrfach nachgewiesene Voraussetzungen unterstellt (vgl. Funke & Winner, 2004 oder Spornner, 2004).

1. ABS stabilisiert den Bremsvorgang
2. ABS verhindert die Überbremsung des Vorderrades bzw. verhindert deshalb den gefährlichen Sturz beim Bremsen
3. ABS verkürzt den Bremsweg

Besonders bedeutend ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass ABS vor allem beim Bremsen in Gefahren und Notsituationen hilft. Denn es erlaubt dem Fahrer die volle Bremskraft des Motorrades wirken zu lassen, ohne dabei „Angst haben“ zu müssen, dass das Vorderrad blockiert.

In Anlehnung an eine Testreihe der Motorradmagazine "Motorradfahrer" und "Tourerfahrer" (2004), die zwölf der gängigsten ABS-Motorräder getestet haben und dabei Werte zwischen 8,10 m/s² und 9,65 m/s² für trockene Fahrbahn ermittelt haben, wurden die einzelnen Unfallrekonstruktionen mit dem niedrigsten Wert 8,1 m/s² durchgeführt. Auch aktuelle Tests des ADAC (2005) mit sechs Motorrädern, wonach bei trockener Fahrbahn mittlere Verzögerungen von 8,91 m/s² bis 10,04 m/s² und bei nasser Fahrbahn 8,34 m/s² - 8,96 m/s² ermittelt wurden, belegen, dass 8,1 m/s² einen konservativen und - im Sinne einer "Worst Case Betrachtung" - realistischen mittleren Verzögerungswert darstellt.

Abhängig vom Ergebnis der Einzelfallanalyse wurden die Fälle eingeteilt in "wahrscheinlich vermeidbar", "eventuell vermeidbar" und "nicht vermeidbar".

Wahrscheinlich vermeidbar: sind Fälle, bei denen eine verbesserte Bremsung durch ABS den Unfall sehr wahrscheinlich vermieden hätte. Dazu gehören in erster Linie "räumlich vermeidbare Unfälle", d.h. das Motorrad kommt mit ABS vor einer Berührung mit dem Unfallgegner zum Stillstand. Weiterhin gehören hierzu Sturzunfälle durch Überbremsung des Vorderrades ohne Berührung mit einem Fahrzeug oder Hindernis. Auch dann kann davon ausgegangen werden, dass der Unfall sehr wahrscheinlich vermeidbar gewesen wäre.

Eventuell vermeidbar: sind Fälle, die zwar nicht räumlich vermeidbar sind, aber unter Berücksichtigung von Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit des Unfallgegners "zeitlich vermeidbar" sind. D.h. das Motorrad erreicht durch verbesserte Bremsung mit ABS den Kollisionsort so spät, dass der Unfallgegner die Möglichkeit hat, die Unfallstelle zu räumen.

Nicht vermeidbar: Um nicht vermeidbare Situationen handelt es sich, wenn zwar eine Bremsung erfolgte, aber auch mit ABS keine Verbesserung erzielt worden wäre. Dies trifft zu, wenn die Strecke, die zum Bremsen zur Verfügung gestanden hat, nicht ausgereicht hätte, oder die Zeitspanne die im günstigeren Fall zur Verfügung gestanden hätte keinen positiven Einfluss auf das Unfallgeschehen gehabt hätte. Anmerkung: Im Einzelfall kann bei diesen Fällen ABS "unfallfolgenmindernd" wirken. Explizit wurden hierzu jedoch keine Untersuchungen durchgeführt.

5.3 Ergebnisse zur Wirksamkeit von ABS

Aus den Ergebnissen der Detailanalyse aller 48 rekonstruierbaren Fälle lässt sich zeigen, dass mit ABS 8 Fälle "wahrscheinlich vermeidbar" und weitere 10 Fälle "eventuell vermeidbar" gewesen wären.

- Bezogen auf die 90 ABS-relevanten Fälle ergibt sich ein Anteil für wahrscheinlich/eventuell vermeidbar von etwa 17 % bis 38 %*.
- Bezogen auf alle 200 Schwerstunfälle kann damit eine Wirksamkeit durch ABS von 8 bis maximal 17 % erwartet werden. Unterrepräsentiert sind Alleinunfälle (4 %) gegenüber der Bundesstatistik mit 24 %. Gemäß Kramlich & Sporer (2000) ist das Vermeidungspotential durch ABS auch bei Alleinunfällen ähnlich hoch.
- Hochgerechnet auf Deutschland mit den Unfalldaten der Bundesstatistik aus dem Jahr 2004 könnten bei flächendeckender Ausrüstung mit ABS etwa 70 bis 145 getötete und 900 bis 2100 schwerverletzte Motorradfahrer gerettet werden.

Im folgenden werden abschließend zur Veranschaulichung der Einzelfallanalyse und Bewertung der Wirksamkeit exemplarisch zwei Fallbeispiele berechnet. Die restlichen 46 Fälle wurden in analoger Weise analysiert.

5.3.1 Fallbeispiel I

Ein Pkw-Fahrer wollte aus einem Feldweg in eine Straße nach links einbiegen. Die Sicht war durch einen angrenzenden Wald stark eingeschränkt. Als er den Einbiegevorgang begonnen hatte, bemerkte er den von links kommenden Motorradfahrer und versuchte durch schnelles Einfahren in den gegenüberliegenden Feldweg den Unfall zu verhindern. Der Motorradfahrer versuchte seinerseits den Unfall durch eine Vollbremsung zu verhindern, verlor aber nach 25 Metern die Kontrolle, stürzte und rutschte unter den Pkw. Hierbei zog er sich so schwere Verletzungen zu, dass er noch an der Unfallstelle verstarb.

Zum Nachweis der Fahrgeschwindigkeiten: Aus dem Gutachten ist die Kollisionsgeschwindigkeit von 20-25 km/h entnommen. Ferner wird hier von einer Bremsausgangsgeschwindigkeit von 75-77 km/h ausgegangen. Der Motorradfahrer bremste, verlor die Kontrolle und stürzte nach einer Strecke von 25 m. Im weiteren Verlauf sind 5,5 m lange Kratzspuren bis zur Kollisionsstelle verzeichnet (Bild 5).

* Dabei wird eine homogene Verteilung unterstellt, d.h. die Wirksamkeits-Verteilung durch ABS "wahrscheinlich/eventuell/nicht wirksam" ist bei den nicht rekonstruierten 42 Fällen gleich.

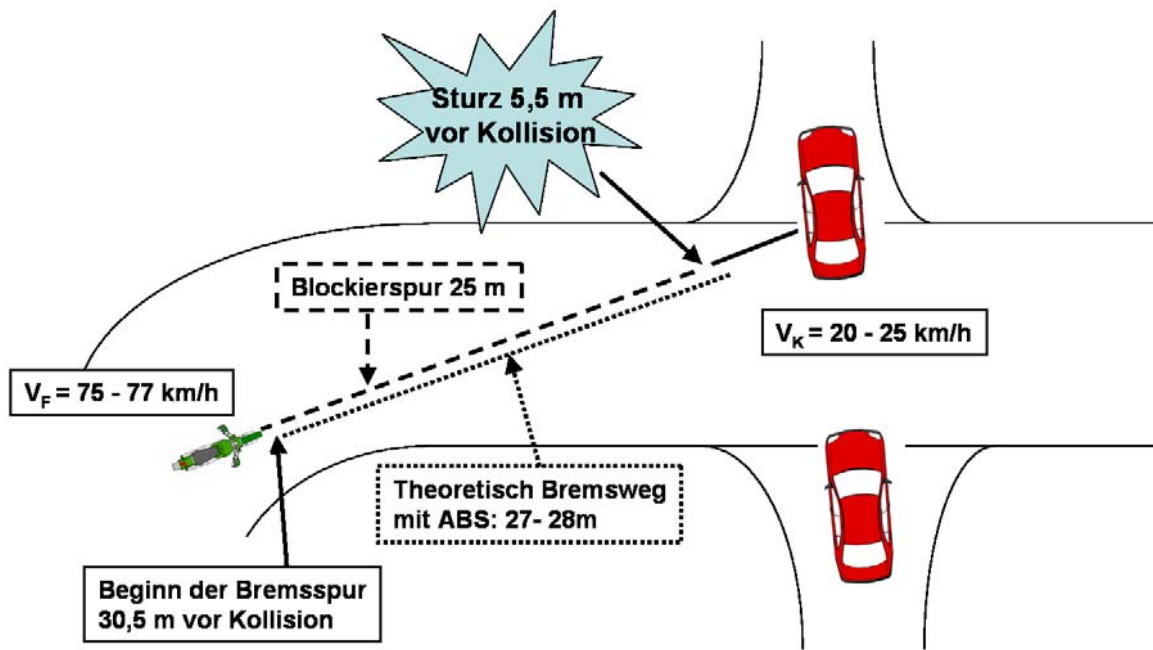


Bild 5: Unfallbeispiel zu einer räumlichen Vermeidbarkeit (Skizze nicht maßstabsgetreu)

Räumliche Vermeidbarkeit bei ABS-Ausstattung

Mit der Formel bis zum vollständigen Stillstand und den oben angegebenen Geschwindigkeiten berechnet sich der Bremsweg mit ABS wie folgt:

$$s_{\text{ABS}} = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(20,8 \dots 21,4)^2}{2 \cdot 8,1} = 26,7 \dots 28,3 \text{ m} \quad \text{mit} \quad v = \frac{75 \dots 77}{3,6} = 20,8 \dots 21,4 \text{ m/s}$$

Der zur Verfügung stehende Bremsweg s_{real} betrug:

$$s_{\text{real}} = 25 \text{ m} + 5,5 \text{ m} = 30,5 \text{ m}.$$

Vergleicht man den Bremsweg s_{ABS} , mit dem zur Verfügung stehenden s_{real} ergibt sich eine Differenz von 2,2 bis 3,8 m.

Selbst aus der höheren Geschwindigkeit 77 km/h wäre das Motorrad mit ABS 2,2 m vor der Kollisionsstelle zum Stillstand gekommen. Der Unfall ist deshalb räumlich "wahrscheinlich vermeidbar".

5.3.2 Fallbeispiel II

Ein Pkw-Fahrer wollte nach links in eine untergeordnete Straße abbiegen. Hierbei übersah er den von vorne kommenden Motorradfahrer. Dieser versuchte durch eine Vollbremsung den Unfall zu verhindern, konnte aber den Zusammenstoß nicht mehr abwenden (siehe Bild 6).

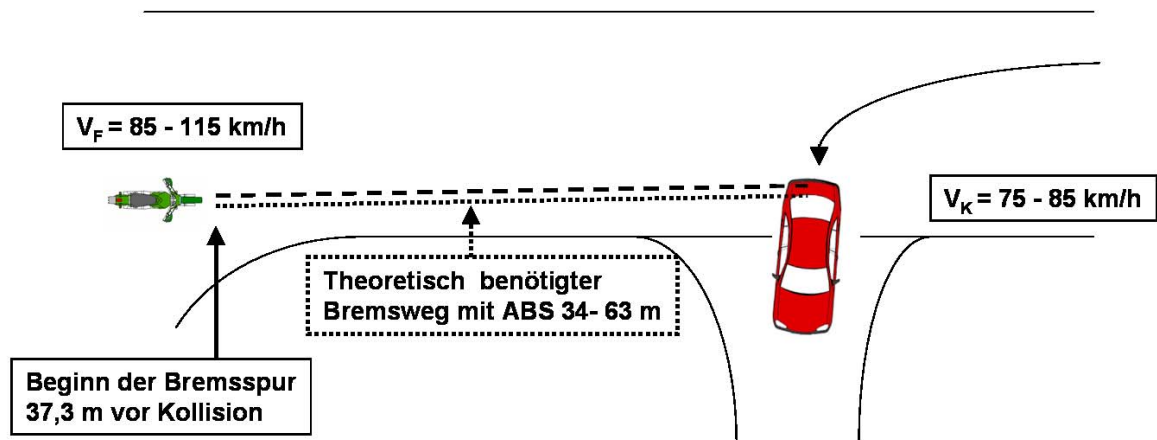


Bild 6: Unfallbeispiel zu einer zeitlichen Vermeidbarkeit (Skizze nicht maßstabsgetreu)

Räumliche Vermeidbarkeit bei ABS-Ausstattung

Mit der Formel bis zum vollständigen Stillstand und den oben angegebenen Geschwindigkeiten errechnet sich der Bremsweg mit ABS wie folgt:

$$s_{\text{ABS}} = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(23,6 \dots 31,9)^2}{2 \cdot 8,1} = 34,4 \dots 62,8 \text{ m} \quad \text{mit} \quad v = \frac{85 \dots 115}{3,6} = 23,6 \dots 31,9 \text{ m/s}$$

Der zur Verfügung stehende Bremsweg s_{real} betrug 37,3 m.

Vergleicht man den Bremsweg s_{ABS} mit dem zur Verfügung gestandenen s_{real} , so ist der Bremsweg aus der niedrigeren Geschwindigkeit um 2,9 m kürzer, d.h. der Unfall wäre wahrscheinlich vermeidbar gewesen. Aus der höheren Geschwindigkeit fehlen bis zum vollständigen Stillstand 25,5 m. Deshalb wird die Geschwindigkeit $v_{\text{V-raum}}$ mit dem zur Verfügung stehenden Bremsweg s_{real} berechnet, aus der der Motorradfahrer den Unfall gerade noch räumlich hätte vermeiden können.

$$v_{\text{V-raum}} = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 8,1 \cdot 37,3} = 24,6 \text{ m/s} = 88 \text{ km/h}$$

Daraus folgt, dass über einer Geschwindigkeit von ca. 88 km/h der Unfall räumlich wahrscheinlich nicht zu vermeiden gewesen wäre.

Zeitliche Vermeidbarkeit bei ABS-Ausstattung

Für die Geschwindigkeit von

$$v_{\text{V-raum}} \dots v_{\text{real-max}} = 88 \dots 115 \text{ km/h} = 24,6 \dots 31,9 \text{ m/s}$$

wird nun die zeitliche Vermeidbarkeit mit ABS ermittelt. Für die Bremsung mit ABS ergeben sich die Kollisionsgeschwindigkeiten

$$v_{k-ABS} = \sqrt{(v_{V-raum} \dots v_{real-max})^2 - 2 * a * s_{real}}$$

$$= \sqrt{(24,6 \dots 31,9)^2 - 2 * 8,1 * 37,3} \geq 0 \dots 20,3 \text{ m/s bzw. } 0 \dots 73,2 \text{ km/h}$$

Weiter wird die Zeit bis zum Erreichen des Kollisionsortes berechnet:

$$t_{k-ABS} = \frac{2 * s_{real}}{v_{V-raum} \dots v_{real-max} + 0 \dots v_{k-ABS}} = \frac{2 * 37,3}{24,6 \dots 31,9 + 0 \dots 20,3} = 3,0 \dots 1,4 \text{ s}$$

$$t_{k-real} = \frac{2 * s_k}{v_{f-real} + v_{k-real}} = \frac{2 * 37,3}{25,6 \dots 31,9 + 20,8 \dots 23,6} = 1,7 \dots 1,3 \text{ s}$$

Im Vergleich mit dem realen Unfallablauf ergibt sich selbst noch für $v_{real-max}$ eine kurze Zeitspanne von 1,4 s - 1,3 s = 0,1 s. Innerhalb dieses Zeitraums hätte der Pkw mit einer Abbiegegeschwindigkeit von ca. 20 km/h einen Weg von rund 0,6 m zurücklegen können. Da der Anstoß im Bereich des rechten hinteren Seitenteils erfolgte, kann davon ausgegangen werden, dass der Unfall zeitlich gerade noch vermeidbar gewesen wäre. Dieser Fall wurde deshalb als "eventuell vermeidbar" eingestuft.

6 Fazit und Empfehlungen des Allianz Zentrum für Technik

Die Analyse von 200 Schwerstunfällen mit Motorradbeteiligung belegt erneut einen hohen Nutzen von ABS bei Motorrädern. Denn:

- ABS stabilisiert die Bremsung, verkürzt den Bremsweg und verhindert das Überbremsen des Vorderrades und somit den gefährlichen Sturz beim Bremsen
- ABS sorgt für geringere Belastung des Motorradfahrers beim Bremsen, besonders in Grenz- und Notsituationen
- ABS vermeidet ca. 8 % bis 17 % der schweren Motorradunfälle

Hochgerechnet auf Deutschland könnten bei flächendeckender Ausrüstung mit ABS etwa 100 getötete und über 1.000 schwerverletzte Motorradfahrer pro Jahr gerettet werden. Ebenso ist ein Rückgang von mehr als tausend verunglückten Motorradfahrern mit leichten Verletzungen zu erwarten (vgl. Sporer, 2002). Das Allianz Zentrum für Technik empfiehlt daher dringend die serienmäßige Ausrüstung der Motorräder mit ABS (derzeit sind nur etwa 5% der zugelassenen Motorräder mit ABS ausgerüstet). Gleichzeitig müssen Motorradfahrer sensibilisiert werden im Hinblick auf den Nutzen durch ABS.

Das Ergebnis der AZT Studie hat die Allianz Versicherungs-AG dazu bewogen, ein Zeichen zu setzen. Seit dem 1. April 2005 wird ein Beitragsnachlass von zehn Prozent in der Kfz-Haftpflichtversicherung auf alle Motorräder gewährt, die mit ABS serienmäßig oder optional ausgerüstet sind. Diese Maßnahme unterstützt die Idee des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Anreizsysteme zur Förderung von sicherem Verhalten im Straßenverkehr zu schaffen. Weiterhin will die Allianz mit dieser Initiative einen Beitrag leisten zur Halbierung der Zahl der Verkehrstoten, die von der Europäischen Kommission bis zum Jahr 2010 angestrebt wird.

7 Literatur

- ADAC (2005). Bremsen: Aber bitte sicher ... ADAC Motorradwelt, Sonderheft ADAC motorwelt 7/2005
- FGSV (2003). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: "Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten", Köln
- Funke, J., Winner, H., (2004). Anforderungen an zukünftige Kraftrad-Bremssysteme zur Steigerung der Fahrsicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Fahrzeugtechnik Heft F 46.
- Kramlich, T., Sporner, A. (2000). Zusammenspiel von aktiver und passiver Sicherheit bei Motorradkollisionen. Sonderdruck für die Kampagne: besser bremsen. GDV, Institut für Fahrzeugsicherheit München 2000.
- Motorradfahrer (2004). Absolut zuverlässig. Heft 9, 2004.
- Seining, P. (2005). Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern im Hinblick auf eine Fahrdynamikregelung für Motorräder, fzd-Bericht Nr. 297/04, TU Darmstadt sowie 1. Zwischenbericht BASt Forschungsprojekt FE 82.0253/2003 (unveröffentlicht).
- Sporner, A. Kramlich, T. (2001). Motorcycle Braking and its influence on severity of injury. GDV, Institut für Fahrzeugsicherheit München, Nr. 06/2001.
- Sporner, A. (2002). Neueste Ergebnisse der Unfallforschung der Deutschen Autoversicherer mit speziellem Schwerpunkt: Bremsen mit Motorrädern. GDV, Institut für Fahrzeugsicherheit München 2002."
- Sporner, A. (2004). Fahrerassistenzsysteme für das Motorrad- sinnvoll oder ungeeignet? Internationale Motorradkonferenz. Juli 2004
- StBA (1991-2005). Statistisches Bundesamt Wiesbaden (Hrsg.). Fachserie 8, Reihe 7, Straßenverkehrsunfälle. Verlag Metzler-Poeschel.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Herrn Prof. Podzuweit (FH München) für die Betreuung der zugrunde liegenden Diplomarbeit. Besonderer Dank gilt weiter den Kollegen innerhalb der Allianz. Herrn Andrä für die Vorselektion des Datenmaterials, Herrn Moosmüller und Herrn Scheuffele für die fachliche Unterstützung bei der Unfallrekonstruktion sowie Herrn Bergfried und Herrn Bickhofe mit ihren Mitarbeitern für die Bereitstellung der Unfallakten und die vielen praktischen Hilfestellungen im Laufe der Arbeit.