

Sicherheit
Safety

Umwelt
Environment

Zukunft
Future

**Tagungsband der 8. Internationalen
Motorradkonferenz 2010**
**Proceedings of the 8th International
Motorcycle Conference 2010**

Herausgeber / edited by
Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Institute for Motorcycle Safety e.V.

Safety concept for powered two-wheelers

Sicherheitskonzept zum Schutz von Motorradfahrern

Dipl.-Ing. Martin Unger (TU-Berlin)

Abstract

Based on the comprehensive accident data analysis from 2007 („Unfallgefährdung von Motorradfahrern“, GDV e.V., 2009), combined restraint system concepts were developed to protect the rider in the case of both a collision with another vehicle and a single motorcycle accident.

In Principle, the impact is less severe if one can reduce driving speed without hitting an obstacle. Thus, flying over the crash opponent reduces the load on the motorcyclist significantly as compared to hitting the vehicle's structure. As this is not always possible, the passive safety features of passenger car restraint systems were adapted.

This study considered two types of motorcycles because of their entirely different seating positions – choppers and race bikes. The restraint system consists of a lap belt and a supporting front airbag. Multiple collision scenarios involving the two motorcycle types and other vehicles using FE-simulations were run to evaluate the effectiveness of the restraint system concepts.

The single motorcycle accident scenario involved leaving the road and hitting the crash barrier. As the motorcyclist is restrained to the motorcycle by the belt, the motorcycle can be used as a protective shield by turning it in the direction of the slide. Additionally, a side airbag reduces the impact by shifting the friction surface from the driver to the airbag.

Results show that head acceleration for example can be reduced by 60%.

Kurzfassung

Basierend auf einer umfassenden Unfalldatenanalyse im Jahr 2007 („Unfallgefährdung von Motorradfahrern“, GDV e.V., 2009) wurden Rückhaltekonzepte für den Motorradfahrer entwickelt, die nicht nur im Falle einer Kollision mit anderen Kraftfahrzeugen die Unfallschwere mindern, sondern auch während eines Alleinunfalls.

Prinzipiell sind geringere Belastungen zu erreichen, wenn die Bewegung des Motorradfahrers nicht abrupt durch ein Hindernis gestört wird. Im Falle einer Kollision mit einem Pkw z.B., ermöglicht das Lösen vom Motorrad und Überfliegen des Hindernisses eine geringere Belastung des Motorradfahrers, als würde dieser an die harte Fahrzeugstruktur prallen. Da man jedoch nicht zu jeder Zeit sicherstellen kann, dass der Aufsasse ein Hindernis überfliegt, wurden für die Konzeptentwicklung die Prinzipien der passiven Fahrzeugsicherheit aus dem Pkw-Bereich adaptiert.

In dieser Untersuchung wurden mittels FE-Simulation mehrere Kollisionsvarianten zweier Motorradtypen mit einem anderen Fahrzeug analysiert. Die beiden Motorradtypen – Chopper und Sportmotorrad – wurden entsprechend ihrer grundverschiedenen Sitzposition gewählt. Als Rückhaltesystem kam ein Beckengurtsystem zum Einsatz und ein unterstützender Airbag für den Oberkörper, der durch den Gurt kleiner ausfällt.

Die Untersuchung des Alleinunfalls stellt ein Abkommen von der Fahrbahn und Anprall an die Leitplanken dar. Durch die Anbindung des Fahrers an das Motorrad kann dieses im Falle eines Sturzes gezielt als „Schutzschild“ in Rutschrichtung gedreht werden. Ein zusätzlicher, seitlicher Airbag vermindert hier Belastungen des Fahrers durch Verlagerung der Reibpaarung Fahrer-Fahrbahn zu Airbag-Fahrer.

Ergebnis der Simulation der Aufsassenrückhaltekonzepte ist z. B. eine Reduzierung der Kopfbeschleunigung um ca. 60%.

Sicherheitskonzept zum Schutz von Motorradfahrern

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Typischer Unfallablauf und Verletzungen
- 3 Prinzipien der Passiven Sicherheit beim Pkw
- 4 Sicherheitskonzept unter Beibehaltung der ursprünglichen Erscheinungsform des Motorrades
 - 4.1 Maßnahmen für Unfälle mit mehr als einem Beteiligten
 - 4.2 Auswahl der Maßnahmen für Alleinunfälle
- 5 Unfallkonstellationen und Crashpartner
- 6 Vorversuche zum Sicherstellen der biomechanischen Grenzwerte
 - 6.1 Betrachtung der Nackenkräfte
 - 6.2 Belastungen durch den Beckengurt
- 7 Auswertung der Simulationsergebnisse
 - 7.1 Konstellation 413 (gestoßenes Fahrzeug steht)
 - 7.2 Vergleich der Schutzmaßnahmen
 - 7.3 Auswertung der Simulation des Alleinunfalls
- 8 Konzeption eines passiv sicheren Motorrades
- 9 Fazit und Ausblick
- 10 Literaturverzeichnis

**MoLife – Development of a Communication-Based Driver
Assistance System for Motorcycles**

**MoLife – Entwicklung eines kommunikationsbasierten
Fahrerassistenzsystems für Motorräder**

Benedikt Lattke, Frank Sperber, Ralph Schad,
Martin Zademach, Prof. Dr. Hermann Winner

Fachgebiet Fahrzeugtechnik,
Technische Universität Darmstadt

Richard Eberlein

carhs.communication GmbH

Abstract

Wireless networks between vehicles promise a high safety benefit also for motorcyclists. Today vehicle dynamics sensors are available for motorcycles (e.g., wheel speed sensors, gyro sensors) and deliver information about the current driving state variables. Hence, the Institute of Automotive Engineering at TU Darmstadt and the carhs.communication GmbH are in the process of developing a communication-based driver assistance system for motorcycles. It generates sensor-based or manually entered warning messages and sends these to other motorcyclists using wireless communication devices. This allows riders to be warned early enough about road hazards.

An accident database has been analyzed to estimate the benefit of such a system. Furthermore, a representative survey has been conducted to gather information about motorcyclists' driving behavior and to assess potential hazards on the road. Friction steps (e.g., gravel sand, oil spots) and road damage (e.g., ground waves, pot holes) were identified among others as reasons for potentially avoidable accidents. Furthermore, it was confirmed that motorcyclists often drive in groups. This promises a beneficial use of vehicle communication also during market introduction. If all motorcyclists of a group are equipped, an effective vehicle-to-vehicle safety function can be implemented with only a few devices.

In the course of this study, various new methods for sensor-based hazard detection were developed and already existing methods were extended. All methods were validated by field tests. Various warning elements (e.g., warning flashes, haptic saddle) were implemented in a test motorcycle and evaluated through studies with test subjects. Based on this, appropriate warning strategies were developed.

As result of the project, a prototype of the system was employed in two motorcycles. In order to increase market acceptance, a comfort-oriented functionality was added to the system. This allows a permanent bi-directional audio connection between two or more motorcyclists and is based on the same communication technology as the safety function.

Kurzfassung

Die künftige Vernetzung von Fahrzeugen zu kooperativen Verkehrssystemen verspricht auch einen hohen Sicherheitsgewinn für Motorradfahrer. In Motorrädern teilweise schon heute vorhandene Fahrdynamiksensoren (wie z.B. ABS-Raddrehzahlsensoren oder Drehratensensoren zur Schräglagenbestimmung) liefern zahlreiche Informationen über aktuelle Fahrzustandsgrößen. Das Fachgebiet Fahrzeugtechnik der TU Darmstadt und die carhs.communication GmbH entwickeln daher ein kommunikationsbasiertes Fahrerassistenzsystem für Motorräder, das sensorbasiert oder manuell (durch Eingabe des Fahrers) Warnmeldungen generiert und über drahtlose Kommunikation an andere Motorradfahrer versendet, um diese rechtzeitig vor einer Gefahr zu warnen.

Um das Potential eines solchen Systems abzuschätzen, wurde das Unfallgeschehen von Motorrädern durch Auswertung einer Unfalldatenbank untersucht. Weiterhin wurden Informationen über das Fahrerverhalten sowie subjektive Einschätzungen von Motorradfahrern zu Gefahrstellen in einer repräsentativen Umfrage ermittelt. Als potentiell vermeidbar wurden u.a. Unfälle aufgrund von Reibwertsprüngen (z.B. durch Ölflecken, Rollsplitt) oder Fahrbahnschäden (z.B. Bodenwellen, Schlaglöcher) identifiziert. Weiterhin wurde die Annahme bestätigt, dass Motorradfahrer oft in Gruppen unterwegs sind. Dies verspricht einen Nutzen von Fahrzeugkommunikation schon in einer Einführungsphase. Sind die Motorradfahrer einer Gruppe entsprechend ausgestattet, so lässt sich mit wenigen Geräten eine wirksame Vehicle-to-Vehicle-Sicherheitsfunktion aufbauen.

Zur sensorbasierten Erkennung der identifizierten Gefahrstellen wurden verschiedene Methoden erarbeitet bzw. bereits vorhandene erweitert und durch Fahrversuche validiert. Um Warnmöglichkeiten beim Motorradfahren zu bewerten, wurden methodisch ausgewählte Elemente (u.a. Warnblitz, Sitzvibration, Sprachwarnung) in einem Versuchsmotorrad realisiert und Warnstrategien entwickelt. Diese wurden in Probandenversuchen bewertet.

Als Ergebnis des Projektes liegt ein in zwei Motorrädern prototypisch realisiertes System vor. Um die Akzeptanz bei einer späteren Markteinführung zu erhöhen, wurde als komfortorientierte Mehrwertfunktion eine permanente bi-direktionale Sprachverbindung zwischen zwei oder mehr Motorradfahrern realisiert, die auf der gleichen Kommunikationstechnik basiert.

**Design of a thorax protector, from the rider's needs
to the protective solution**

**Entwurf eines Thorax-Protektors, von den Bedürfnissen
des Fahrers bis zur schützenden Lösung**

Vittorio Cafaggi, David Manzardo

Dainese S.p.A., Italy

Abstract

Dainese, as a leading manufacturer of protective clothing for motorcycle and dynamic sports, joined APROSYS European project. With the project partners, the available scientific literature on motorcyclist's safety have been studied and an indepth motorcycle accident analysis has been carried out aiming to understand the most frequently and severely injured body regions. This study outlined the needs to protect rider's thorax because an often very severely injured body region.

The requirements in terms of protection have been identified by biomechanics specialists and the protector has been virtually CAD designed. Selected materials to manufacture the future protector have been characterized and the thorax protector FE model has been prepared.

Frontal and lateral impact simulations, with HUMOS2 model have been carried out, showing that the force distribution was the main benefit in terms of protection derived from the virtual device.

The final constructive configuration of the thorax protector has been defined after several optimization runs and a prototype has been manufactured. Ergonomic tests have been carried out with "real" motorcycle rider. A series of impact tests have been carried out with a Hybrid III Dummy. Tests demonstrate that the thorax protector prototype is able to reduce chest compression and Viscous Criteria and thus to reduce the potential injury risk.

**HMI concept for advanced rider assistance systems
for powered two-wheelers**

**Entwicklung eines benutzergerechten MMS Konzepts für Fahrer-
assistenzsysteme für motorisierte Kraffräder**

Dipl.-Ing. Melanie Ganzhorn, Dipl.-Psych. J. P. Frederik Diederichs,
Dipl.-Ing. Harald Widlroither
Research staff, Fraunhofer-Institute for Industrial Engineering,
Stuttgart, Germany

Evangelos Bekiaris, Stella Nikolaou
Centre for Research & Technology Hellas,
Hellenic Institute of Transport, Athens, Greece

Roberto Montanari, Andrea Spadoni
HMI Group, Engineering Science and Methods Department,
University of Modena and Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy

Marco Fontana
PERCRO Laboratory, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

Giacomo Bencini, Niccolò Baldanzini
Università degli Studi di Firenze,
Dipartimento di Meccanica e Tecnologie Industriali, Firenze, Italy

Sara Granelli,
AvMap S.r.l., Via Caboto 9, Marina di Carrera (MS), Italy

Abstract

For more than one decade the European Commission has been focusing on the enhancement of road safety by funding research on Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) and Intelligent Vehicle Information Systems (IVIS) in the field of automotive. However, the application of such technologies for motorcycles is currently lacking behind. While in the automotive sector extended knowledge has been generated also on the Human-Machine Interface (HMI) for ADAS and IVIS this does not apply for the motorcycle sector.

In the 7th framework program the European Commission is therefore funding the motorcycle research project SAFERIDER (Advanced telematics for enhancing the safety and comfort of motorcycle riders) [1]. Within the project five Advanced Riding Assistance Systems (ARAS) and four On-Bike Information Systems (OBIS) have been adapted for the use on motorbikes. Furthermore innovative haptic, visual and acoustic elements for the design of the HMI (Human Machine Interface) have been developed.

This paper focuses on the user-centered design approach applied in the development of the HMI. Therefore the procedure of DIN EN ISO 13407 has been chosen, consisting of: understanding the uses cases, analysis of the (user) requirements, design and evaluation. This method enables a continuous control of the development and ensures the development of systems that comply with the context of use and user requirements and expectations. For a new topic like ARAS and OBIS this is necessary to enable a stepwise and early correction of the HMI concept where needed.

Kurzfassung

Seit mehr als einem Jahrzehnt wird viel Forschungs- und Entwicklungsaufwand in die Entwicklung von sensorbasierten PKW Fahrerassistenzsystemen investiert. So fördert beispielsweise die Europäische Kommission die PKW Sicherheit durch Projekte zur Untersuchungen und Entwicklung von ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) und IVIS (Intelligent Vehicle Information Systems) inklusive zugehöriger Mensch Maschine Schnittstellen (MMS). Für Motorräder hinkt diese Forschung jedoch dem eigentlichen Stand der Technik hinterher, obwohl schon lange durch Unfallstatistiken und Unfallforschung die Notwendigkeit oder vielmehr die Dringlichkeit zur Implementierung weiterer Sicherheitssysteme aufgezeigt wird.

Im Zuge des 7.Rahmenprogramms der Europäischen Kommission wird nun das EU Projekt SAFERIDER [14] (Fortgeschrittene Telematik für die Erhöhung der Sicherheit und des Komforts von Motorradfahrern) gefördert. Ziel dieses Projektes ist es die Implementierung innovativer, aus dem PKW Bereich abgeleiteter ARAS (Advanced Rider Assistance Systems) und OBIS (On-Board Information Systems) zu erforschen. Im Verlauf dieses 2008 gestarteten Projektes wurden bereits 9 ARAS und OBIS für Motorräder angepasst und neuartige visuelle, akustische und haptische Elemente für eine innovative MMS entwickelt. Die SAFERIDER Assistenzsysteme sind sogenannte informierende und warnende Systeme, die ihre Wirkung allein durch die Unterstützung des richtigen Fahrerverhaltens entfalten.

In diesem Beitrag steht die nutzergerechte Gestaltung der MMS im Mittelpunkt. Hierzu wurde das Vorgehensmodell gemäß der DIN EN ISO 13407 „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme“ gewählt. Bestehend aus: Analyse des Nutzungskontextes, Analyse der (Benutzer-) Anforderungen, Design, und Evaluation. Durch ein iteratives Vorgehen mit mehreren bereits eingeplanten Loops dieser Methode wird eine kontinuierliche Überprüfung der getroffenen Annahmen und darauf basierenden Entwicklungen ermöglicht.

Diese Methode eines iterativen Entwicklungsprozesses stellt sicher, dass bei der Entwicklung sowohl der Nutzungskontext als auch die besonderen Benutzeranforderungen nicht nur berücksichtigt werden, sondern in den Mittelpunkt des Entwicklungsprozesses rücken. Jeder Entwicklungsschritt wird dabei frühzeitig möglichst realitätsnah umgesetzt und mit Experten und Laien diskutiert und nah am Nutzungskontext getestet. Dadurch ist es möglich die Bedürfnisse und Wünsche von Motorradfahrern zu berücksichtigen und eine benutzerorientierte Gestaltung zu erreichen.

**US Single Motorcycle Crashes:
An Investigation of Roadway and Roadside Hazards**

**Alleinunfälle in den USA: Eine Untersuchung der Risiken des
Straßenbaus und seines Umfelds**

Randa Radwan Samaha and Paul Scullion
The George Washington University National Crash Analysis Center, Ashburn, VA

Introduction

Over the last decade, motorcycle casualties have become a substantial segment of the United State (US) traffic safety problem mainly due to the increase of motorcycles on United State roads. In 2008, 5290 motorcyclists died in US traffic crashes, over 14% of all crash fatalities (NHTSA 2009). Of those, 2447 died in a single vehicle crash, where the motorcycle was the only moving vehicle involved. In single motorcycle crashes, roadway departures have been increasing over the last decade and are disproportionately deadly (Samaha, et al. 2007).

Numerous studies have examined the different aspects of motorcycle safety in the US in recent years, including the increase in motorcycle sales/registrations, the change in rider demographics, helmet effectiveness and the impact of repealed motorcycle helmet laws, impact of alcohol use and other high-risk behavior on rider abilities, and the effects of licensing and training. However, there has been limited research on the impact of roadway features and roadside hazards on motorcycle crash safety. The focus of such research has been limited mainly to guardrail crashes both in the US and overseas. One concern in the US is that motorcyclist fatalities have recently exceeded passenger car fatalities in guardrails crashes (Gabler 2007). International studies have ranged from real-world crashes studies of safety barriers to modeling simulations and to crash tests to support development of test procedures to evaluate barriers for motorcyclist safety (Berg, et al. 2005; Grzebieta, et al. 2009; Ruiz, et al. 2010). However, there has been limited research on other roadside hazards and the effect of roadway features, especially in the US. Schneider, Savolainen and Moore (2010) examined the effect of horizontal curves and related geometric features on the frequency of single motorcycle crashes along two-lane highway in the US state of Ohio. Another study estimated probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single and multiple vehicle crashes in the state of Indiana and addressed roadway hazards and characteristics among other variables (Savolainen and Mannering 2007). Daniello et al. (2010) developed a road safety-rating system for motorcycles based on normalized crash rates and applied it to roads in the state of New Jersey.

Up-to-date research of US single motorcycle crashes and their corresponding risk factors, specifically of roadway departures, is important to identify roadway and roadside opportunities that would improve single motorcycle crash safety. There is a need for overall problem identification to help direct and focus future research efforts, and a need for more detailed studies to develop and define specific countermeasures. To address that need, this study undertakes a broad examination of roadway and roadside risks for motorcyclists in single vehicle crashes in the US. National crash databases were analyzed to provide observations and insight that are nationally representative of US single motorcycle crashes, and to gain insights into roadway features and roadside objects that contribute to severity of single motorcycle crashes.

The interaction between road infrastructure parameters and motorcycle crashes in Germany – results from the EU project ‘2BESAFE’

**Zusammenhang zwischen Parametern der Straßeninfrastruktur
und Motorradunfällen in Deutschland – Ergebnisse aus
dem EU-Projekt „2BESAFE“**

Dipl.-Ing. Andreas Hegewald

Referat V1 – Straßenentwurf, Verkehrsregelung, Verkehrsablauf,
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

Abstract

According to the official road crash statistics there were 327,984 injury crashes in Germany in 2006, 10% (32,933) of which involved a motorcyclist. Of these 32,933 crashes, 63% (20,692) occurred on urban roads, 34% (11,296) on rural roads (roads outside urban areas without motorways) and, 3% (945) on motorways. Overall, 793 motorcyclists (riders and passengers) were killed in these crashes, 25% (201) of them on an urban road, 69% (544) on a rural road, and 6% (48) on a motorway. These figures clearly indicate that the majority of motorcycle crashes occur on urban roads. However, these crashes are characterised by a relatively low crash severity. In contrast, the relatively fewer motorcycle crashes on rural roads are characterized by a high crash severity. Against this background, this study focuses on injury motorcycle crashes on rural roads.

This study was divided into two parts. Within the first part, the relationship between single motorcycle injury crashes and the road design was investigated. To facilitate this, road sections with approximately the same motorcycle average daily traffic (ADT) volume were studied. Studied road sections differed with respect to crash situation; safe sections with no crashes versus unsafe sections with more than three crashes of the previously mentioned type. It was shown that the curvature change rate is higher on unsafe road sections than on safe road sections. In this context, the vertical alignment immediately preceding, and at the crash site of motorcycle crashes was investigated. It was found that the majority of these crashes occurred in curves. These curves are usually characterized by very small curve radii (< 100 m). Moreover, they are usually in sections with an unfavorable combination of curve radii (particularly in sections of consecutive curves with highly varying curve radii).

The second part of this investigation analysed the influence of the road surface condition on single motorcycle injury crashes. For this investigation, road surface condition data and crash data (106 sites) were combined. To assess the road surface conditions at the 106 crash sites, the road surface condition of a large part of the federal rural road network was used. It was found that deficits concerning the general unevenness of the road surface seem to have an impact on motorcycle crashes. The overall value of road surface condition at the crash sites differed from the overall value of the road network, thus it can be concluded that the overall value, and hence road surface condition defects (especially defects concerning the general unevenness) present a risk factor for motorcycle riders.

Kurzfassung

Im Jahr 2006 ereigneten sich nach Angaben der amtlichen Verkehrsunfallstatistik 327.984 Unfälle mit Personenschäden in Deutschland, 10% davon (32.933) unter Beteiligung von Motorradfahrern. Von den 32.933 Unfällen mit Personenschaden unter Beteiligung von Motorradfahrern - nachfolgend als Motorradunfälle bezeichnet - geschahen 63% (20.692) auf Verkehrsstraßen innerorts, 34% (11.296) auf Landstraßen (Außerortsstraße ohne BAB) und 3% (945) auf Autobahnen. Insgesamt verunglückten bei den Motorradunfällen 793 Motorradnutzer (Fahrer und Mitfahrer) tödlich, davon 25% (201) auf Verkehrsstraßen innerorts, 69% (544) auf Landstraßen und 6% (48) auf Autobahnen. Anhand der genannten Zahlen wird deutlich, dass sich die überwiegende Anzahl der Motorradunfälle innerorts ereignet, diese Unfälle i.d.R. jedoch durch eine geringe Unfallschwere gekennzeichnet sind. Im Gegensatz dazu sind die vergleichsweise wenigen Motorradunfälle auf Landstraßen durch eine hohe Unfallschwere gekennzeichnet. Vor diesem Hintergrund konzentriert sich diese Untersuchung auf Motorradunfälle mit Personenschaden auf Landstraßen.

Die Untersuchung ist vom Aufbau zweigeteilt. Den ersten Teil bildet die Untersuchung des Zusammenhang zwischen Alleinunfällen mit Personenschaden, bei denen der Motorradfahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verloren hat, und der Trassierung untersucht. Dazu wurden in drei unterschiedlichen Untersuchungsregionen Strecken ausgewählt, auf denen bei annähernd gleicher Verkehrsstärke von Motorrädern mindestens 3 Alleinunfälle (unsichere Strecken) bzw. sich gar keine Alleinunfälle (sichere Strecken) ereigneten. Es konnte gezeigt werden, dass die Kurvigkeit auf den unsicheren Strecken höher ist als auf den sicheren Strecken. Für die Alleinunfälle auf den unsicheren Strecken wurde in diesem Zusammenhang ergänzend untersucht, wie die Strecke kurz vor und am Unfallort trassiert ist. Es wurde deutlich, dass sich der überwiegende Anteil dieser Unfälle in Kurven ereignet. Diese Kurven sind in der Regel durch sehr kleine Kurvenradien gekennzeichnet (<100m). Zudem liegen die Kurven in der Regel in einen Streckenabschnitt der nicht relationstrassiert ist.

Im zweiten Teil der Untersuchung wurde der Einfluss des Straßenzustandes auf Motorradunfälle mit Personenschaden vom Typ Alleinunfall untersucht. Als Datenbasis dienten die im Rahmen der ZEB erhobenen Straßenzustandsdaten sowie die Unfalldaten. Um den so ermittelten Straßenzustand am Unfallort der 106 untersuchten Alleinunfälle einschätzen zu können, wurden zum Vergleich der Straßenzustand eines großen Teils des Bundesstraßennetzes außerhalb geschlossener Ortschaften in NRW ermittelt. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass der Straßenzustand an der Unfallstelle im Vergleich zum untersuchten Bundesstraßennetz nur leicht schlechter der Unterschied jedoch statistisch signifikant ist. Vor allem Defizite hinsichtlich der Allgemeinen Ebenheit scheinen einen Einfluss auf Alleinunfälle von Motorradfahrern zu haben.

Motorcycle Dynamics and Roadway Irregularities

Fahrdynamische Reaktionen von Motorrädern auf Fahrbahnunregelmäßigkeiten

Stein Husher and Michael Varat

KEVA Engineering, LLC

Abstract

The powered two wheeler, when operated on public roadways, must regularly negotiate irregularities that encompass a wide range of magnitudes. These irregularities often consist of individual occurrences or combinations of rises, drops, potholes and bumps. Additionally, these roadway irregularities can be oriented parallel, perpendicular, or at an oblique angle to the path of travel. On occasion, these irregularities are located in proximity to a vehicle crash and are hence identified as a potential causal factor. Therefore, more detailed study will lend insight into the influence of roadway irregularities on the dynamics and operation of the powered two wheeler.

This present study performs a simple analytical evaluation and testing of the dynamics of a powered two wheeler traversing the commonly encountered roadway irregularity types, drops and steps. While these irregularities are encountered as individual occurrences, taken together a drop and step are the elemental components encountered when traversing a pothole; conversely a step and a drop are a bump. This applied methodology aims to constrain the bounds of expected motion based on the expected wheel trajectory. These wheel trajectory boundaries are based on the drop or step geometry establishing one end of the suspension loading boundary and an assumed free flight projectile motion establishing the other end of the suspension loading boundary.

A series of demonstrations were performed on a small sample of roadway irregularities oriented perpendicular to the powered two wheeler path of travel. These demonstrations were conducted utilizing an instrumented touring motorcycle as well as a sport motorcycle. High speed video documentation, GPS recorded speed and accelerometers were employed. This real world evaluation of several motorcycles traversing commonly encountered roadway irregularities is compared to, and observed to be consistent with, the analytically developed model.

Contact:

Stein Husher or Michael Varat

shusher@kevaeng.com

mvarat@kevaeng.com

Keva Engineering

840 Calle Plano

Camarillo, CA 93012

USA

+1 (805) 388 - 6016

**Advanced Rider Assistance Systems
for Powered Two-Wheelers (ARAS-PTW)**

**Fahrer-Assistenzsysteme
an motorisierten Zweirädern (FAS-M)**

Dr.-Ing. Achim Kuschefski, Dipl.-Päd. Matthias Haasper, André Vallese, B.A.

Institut für Zweiradsicherheit e.V. (ifz), Germany, 2010

Abstract

The results of a survey by the Institut für Zweiradsicherheit e.V. (ifz) on the topic “Advanced Rider Assistance Systems for Powered Two-Wheelers (ARAS-PTW) carried out by ifz in the year 2009 triggered the study on hand. In fact the survey showed that both male and female motorcycle riders have knowledge deficiencies as regards rider assistance systems.

Against this background we got into the matter and found out that the respective literature offers a wide variety of definitions of assistance systems. This variety was the reason for a first attempt to clearly define the term “Rider Assistance Systems for Powered Two-Wheelers” – taking into account all the relevant specific requirements.

Furthermore the study offers a general synoptic view (updated September 2010) of current rider assistance systems for powered two-wheelers.

Please note that this study was mainly written in German. A definition of “Advanced Rider Assistance Systems for Powered Two-Wheelers (ARAS-PTW)“, however, exists in English, too!

Kurzfassung

Die Ergebnisse einer Umfrage des Instituts für Zweiradsicherheit e.V. (ifz) zum Thema „Fahrer-Assistenzsysteme (FAS-M) an motorisierten Zweirädern“ aus dem Jahre 2009 waren Auslöser der vorliegenden Studie. Die Befragung zeigte nämlich, dass unter den Motorradfahrerinnen und -fahrern deutliche Defizite im Wissen um Fahrer-Assistenzsysteme bestehen.

Vor diesem Hintergrund haben wir uns der Problematik angenommen und festgestellt, dass in der Literatur unterschiedlichste Definitionen von Fahrer-Assistenzsystemen zu finden sind.

Deshalb wird hier erstmals der Versuch unternommen – unter Berücksichtigung der spezifischen Belange – eine Definition für „Fahrer-Assistenzsysteme an motorisierten Zweirädern“ zu formulieren.

Die Studie liefert zudem einen Überblick (Stand September 2010) der aktuellen Fahrer-Assistenzsysteme an motorisierten Zweirädern.

**Fahrer-Assistenzsysteme
an motorisierten Zweirädern (FAS-M)**

Inhalt

1. Ergebnisse einer ifz-Umfrage
2. Die Fahraufgabe
3. Fahrer-Assistenzsystem – was versteht man darunter?
4. Zweiradspezifische Belange und deren Auswirkungen
5. Definition von „Fahrer-Assistenzsystemen an motorisierten Zweirädern (FAS-M)“
6. Übersicht derzeitiger Fahrer-Assistenzsysteme an motorisierten Zweirädern
7. Zusammenfassung

Safety In Motion (SIM). Integrated approach for motorcycle safety

Safety In Motion (SIM). Integrierter Ansatz für Motorradsicherheit

Marco Pieve, Mario D. Santucci, Onorino Di Tanna

Scooter Technical Innovation - Piaggio & C. SpA

Abstract

The outcomes of Safety In Motion EU Project (6th Framework Programme) are presented, describing how a suitable safety strategy, aimed at decreasing accidents involving a powered-two-wheelers (PTWs) and related consequences for riders (injuries and fatalities), has been identified. The application of such a strategy is concretized in an integrated PTW concept vehicle equipped with active safety features (a stability management system and an automatic variable damping suspension system), a passive safety system (airbag fitted on the vehicle combined with a wearable inflatable device) and an innovative HMI (Human Machine Interface) concept for motorbike. The selected vehicle platform is the tilting three wheelers Piaggio MP3, because of its intrinsic active safety characteristics.

Starting from motorcycle accident in-depth analyses, a methodology for evaluating *a-priori* the effectiveness of safety systems is defined and applied; particular attention is devoted to the analysis of brake systems since they are the primary safety device for PTWs.

Development of each safety device is carried out through virtual simulation (multibody and crashworthiness analyses) experimentally validated by laboratory and road tests as well as full scale crash tests in two ISO standard constellations.

The active safety systems are assessed by measuring the improvement in accident avoidance capabilities and comfort respect to the baseline vehicle.

The effectiveness of the passive safety system is evaluated by comparing dummy injuries resulted by full scale crash tests within the same configurations performed with and without safety devices. Reduction of critical biomechanical values is considered as successful criterion.

**PISa – Powered two-wheeler Integrated Safety.
Development, implementation and testing of
PTW integrated safety systems**

**PISa – Entwicklung, Realisierung und Erprobung integrierter
Sicherheitssysteme an motorisierten Zweirädern**

Giovanni Savino & Marco Pierini
Dipartimento di Meccanica e Tecnologie Industriali,
Università degli Studi di Firenze, Italy

Rachel Grant, Richard Frampton & Rachel Talbot
Vehicle Safety Research Centre, Loughborough University, UK

Steffen Peldschus & Erich Schuller
Institute of Legal Medicine, Ludwig-Maximilians University, Germany

Aernout Oudenhuijzen & Jasper Pauwelussen
Human Factors, TNO, The Netherlands

Bart Scheepers & Arjan Teerhuis
Automotive, Integrated Safety, TNO, The Netherlands

Mangaraju Karanam Venkata & Rengarajan Babu
TVS Motor Company Limited, India

Bernd Roessler
Ibeo Automotive Systems GmbH, Germany

Matteo Nanetti
Paioli Meccanica S.p.A., Italy

Roberto Guggia
Unilab Laboratori Industriali s.r.l., Italy.

Michael G. McCarthy & Wesley Hulshof
Vehicle Safety and Engineering, TRL Limited, UK.

Abstract

The Powered two wheeler Integrated Safety (PISa) project, funded by the European Commission within the 6th Framework, aimed at identifying, developing and testing new technologies to provide integrated safety systems (ISS) for a range of powered two wheelers (PTWs) to improve primary safety and link to secondary safety systems.

From the analysis of representative crashes involving motorcycles and mopeds, a list of safety systems was prioritised in terms of their contribution to crash avoidance or injury severity reduction. These systems were integrated onto two different types of PTW: a large scooter and a light motorcycle.

Experimental tests with the demonstration vehicles showed the potential benefits of the PISa systems compared to unequipped PTWs. Further system development is required before testing the demonstration vehicles with non-professional riders.

**Electrorheological Dampers as a Basis for
semi-active Motorcycle Suspensions**

**Elektrorheologische Verstelldämpfer als Grundlage für
semiaktive Motorradfahrwerke**

Dr. Joachim Funke, Dr. Alex Alexandridis
Fludicon GmbH, Darmstadt, Germany

Prof. Sergio M. Savaresi
Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione,
Milano, Italy

Dr. Cristiano Spelta
Università degli Studi di Bergamo, Dipartimento di Ingegneria
dell'Informazione e Metodi Matematici, Dalmine (BG), Italy

Abstract

Motorcycle suspensions must be able to handle a large wheel load range due to the relatively high payload compared to the kerb weight of a motorcycle and the additional wheel load induced by cornering. Furthermore, the instabilities of shimmy, weave and wobble are accompanied or even induced by wheel load variations or other suspension motions. Moreover, the rear suspension plays a large role in highsiding.

To realise a semi-active motorcycle suspension, electrorheological dampers seem to be the ideal solution. Electrorheological (ER) dampers have very high turn-up ratios, particularly at the slow damper speeds characteristic of motorcycle suspension geometries, which are necessary for high authority over the vehicle. Additionally, asymmetric force behaviour can easily be integrated in the design of ER dampers, and the overall damping forces of such dampers can be controlled sufficiently fast for effective wheel control. From a packaging perspective, the installation space of ER dampers is even smaller than that of conventional dampers.

This presentation will explain why ER dampers are the ideal solution to control motorcycle-specific issues of semi-active suspensions. Packaging and damping properties of a realised ER damper will be shown and compared to conventional hydraulic dampers based on bench tests.

Response times of ER dampers are far shorter than those of valve-based adjustable dampers or even magnetorheological dampers. Additionally, today's standards of conventional hydraulic motorcycle dampers regarding, for example, dynamic behaviour and basic friction can be met at the highest levels. For these reasons, and due to the wide force range available at low damper speeds, ER dampers are particularly well suited for semi-active motorcycle suspensions when compared to other technologies.

Kurzfassung

Motorradfahrwerke müssen aufgrund der im Verhältnis zur Fahrzeugmasse sehr großen möglichen Zuladung und der Überhöhung der Radlasten bei Kurvenfahrt, Brems- und Beschleunigungsvorgängen einen weiten Radlastbereich abdecken. Darüber hinaus sind bei den Stabilitätsstörungen Flattern, Pendeln und Lenkerschlagen jeweils entweder Radlastschwankungen mit ursächlich oder Fahrwerksbewegungen Teil des Problems. Auch bei Highsidern ist das Motorradfahrwerk involviert.

Elektrorheologische Verstelldämpfer erscheinen zur Realisierung eines semiaktiven Motorradfahrwerks prädestiniert. Auf sehr kleinem Bauraum können bereits bei den bei Motorrädern vorherrschenden geringen Dämpfergeschwindigkeiten sehr große Dämpfungskräfte aufgebaut und eine in weiten Bereichen konstruktiv wählbare hydraulische Asymmetrie zwischen Zug- und Druckstufe dargestellt werden. Durch die extrem schnellen Verstellzeiten elektrorheologischer Dämpfer können die für die Regelung von Radeigenfrequenzen notwendigen Systemverstellzeiten bequem eingehalten werden.

Im Vortrag wird dargestellt, warum elektrorheologische Dämpfer sich besonders gut zur Regelung motorradspezifischer Aufgabenstellungen an semiaktive Fahrwerke eignen. An einem konstruktiv umgesetzten Beispiel werden das Packaging und die Dämpfungseigenschaften eines realen elektrorheologischen Dämpfers gezeigt und im Prüfstandsversuch die erzielbaren Vorteile gegenüber konventionellen hydraulischen Dämpfern herausgearbeitet.

Die Verstellzeiten von elektrorheologischen Dämpfern liegen weit unter denen von ventilbasierten Verstelldämpfern oder magnetorheologischen Dämpfern. Darüber hinaus werden heute geltende Standards für konventionelle Motorrad-Dämpfer hinsichtlich dynamischem Verhalten und Grundreibung auf höchstem Niveau gehalten. Dadurch und durch den weiten Verstellbereich auch bei niedrigen Dämpfergeschwindigkeiten konnte gezeigt werden, dass die Verwendung von elektrorheologischen Verstelldämpfern für semiaktive Fahrwerke im Motorrad große Vorteile gegenüber anderen Technologien erbringt.

**Injury Situation and Accident Causation Parameter for
Motorized Two-Wheel-Riders in Traffic Accidents based
on German In-Depth-Accident Study GIDAS**

**Verletzungssituation und Unfallursachen-Parameter von
motorisierten Zweirädern bei Verkehrsunfällen in Erhebungen
am Unfallort GIDAS (German-In-Depth-Accident-Study)**

Dietmar Otte and Michael Jänsch
Accident Research Unit, Medical University of Hanover, Germany

Carl Haasper
Surgeon Department, Medical University of Hanover, Germany

Abstract

Since years many different kinds of motorized two-wheelers have been used. They are driven from different kind of people, youngest and oldest as well as on business or on leisure activities. The accident scenario is often a replication of driving behavior, driving experiences and kind of traffic participant. The biomechanical load limits of the human body are influenced on age on one hand. The injury severity is resulted from the different mass relation between the collision partners on the other hand. Therefore the accident severity and the resulting injury severity are linked to different kinds of two-wheel-riders in different replications.

Within a study of accident data from GIDAS (German In-Depth Accident Study) injury risk in traffic accidents are investigated. The effectiveness of protective measures like helmet and protective clothes are described in the study. GIDAS is the largest in-depth accident study in Germany. Due to a well defined sampling plan, representativeness with respect to the federal statistics is also guaranteed. A hierarchical system ACASS Accident Causation Analysis with Seven Steps was developed in GIDAS, describing the human causation factors in a chronological sequence from the perception to concrete action, considering the logical sequence of basic human functions when reacting to a request for reaction. The methodology and coding system for causation factors is described in the paper.

The basis of the study is a more than 10-years accident documentation from 1999 to 2009 of GIDAS (German-In-Depth-Accident Study). In total $n= 1391$ motorcycles > 125 ccm und $n= 1205$ other motorized two-wheelers were analyzed. The results are given a representative manner based on statistical sampling and weighting procedures. The paper will give an overview of description of the injury pattern and injury mechanisms of accidents with specific accident configurations, for that protective measures will be explained.

Kurzfassung

Seit Jahren sind im Straßenverkehr die unterschiedlichsten Arten von motorisierten Zweirädern unterwegs und werden von Jugendlichen wie auch älteren Fahrern genutzt. Das Unfallgeschehen ist häufig ein Abbild von Fahrleistung, Fahrverhalten und Verkehrsteilnahmeaktivität. Die biomechanischen Belastungsgrenzen des Menschen sind vom Alter geprägt. Die Verletzungsschwere wird besonders durch die unterschiedlichen Massen der miteinander kollidierenden Partner und der bei der Kollision auf den Körper übertragenen Belastungen beeinflusst, so dass in Anbetracht der unterschiedlichen Verkehrsteilnahme auch die Unfallschwere und damit die resultierenden Verletzungen für die jeweilige Zweiradgruppen unterschiedlich auftreten.

Unfalldokumentationen aus Hannover und Dresden (GIDAS) werden genutzt um die detaillierten Verletzungen zu analysieren und Schutzmöglichkeiten darzustellen. Die Effektivität bestehender Schutzmittel Helm und Schutzkleidung werden dargestellt und für zurückliegende Zeiträume aufgezeigt. GIDAS stellt die größte Datensammlung von Unfällen mit Personenschaden in Deutschland dar und kann als repräsentativ angesehen werden. GIDAS besteht seit 1999 und wird fortlaufend ergänzt.

Es stehen für die Studie 2596 Unfälle mit Motorisierten Zweirädern zur Verfügung, die rekonstruiert waren und Angaben zur Kollisionsgeschwindigkeit beinhalteten. Damit wurden $n= 1391$ Motorräder > 125 ccm und $n= 1205$ andere motorisierte Zweiräder zusammengefasst ausgewertet. Die Daten beinhalten die Jahre 1999 bis 2009 und sind statistisch repräsentativ (Zufallsstichprobe und Wichtung).

Bezogen auf die Unfallursachen, für die hier eine von GIDAS entwickelte neuartige Unfallursachencodierung ACASS (Accident Causation Analysis with „Seven Steps“) vorgestellt wird, können spezifische Einflussfaktoren auf die Unfallverursachung analysiert werden. Ebenso werden spezifische Unfallkonfigurationen dargestellt und die Verletzungsfolgen und Verletzungsmechanismen mit Schutzmöglichkeiten für den Zweiradbenutzer beschrieben.

Linking Active and Passive Safety of Motorcycles

Verbindung der Analyse aktiver und passiver Sicherheit von Motorrädern

Steffen Peldschus, Ioannis Symeonidis, Güven Kavadarli, Erich Schuller
Institute of Legal Medicine, Ludwig Maximilian University, Munich, Germany

Niccoló Baldanzini, Marco Pierini
Dipartimento di Meccanica e Tecnologie Industriali (DMTI), University of Firenze, Italy

Abstract

Motorcycle accidents are complex and therefore difficult to analyse, which in turn constitutes a significant challenge for the development of protection systems for motorcyclists. As an example, the rider's position is significantly influenced by the pre-crash manoeuvres, in particular when comparing it to positioning of car occupants. Consequently, it turns out to be a lot more difficult to predict consequences of an accident in terms of injuries. This paper describes the application of methods and models of Passive Safety and the consideration of conditions and input from Active Safety. The pre-crash information to be considered includes positioning on different types of motorcycles and positioning according to the pre-crash manoeuvres that the rider performed. The input from the Active-Safety side also includes results on reaction times from volunteer testing. It is shown how the timeline of pre-crash and crash scenarios can be linked. In this case, crash analysis is performed with two different modelling approaches, multi-body systems as well as Finite-Element Analysis. The representation of the rider can be both, by means of an anthropomorphic test device (dummy) and by means of an anatomically correct numerical model of the human body. Such an approach can render possible the evaluation of the benefit of potential Active-Safety systems in terms of injury severity mitigation.

Kurzfassung

Motorradunfälle sind in ihrem Verlauf sehr komplex und deshalb ist ihre Analyse sehr schwierig. Diese Schwierigkeiten stellen eine große Herausforderung für die Entwicklung von Schutzsystemen für Motorradfahrer dar. Als Beispiel kann hier die Körperhaltung des Aufsassen angeführt werden. Sie wird erheblich durch die Pre-Crash-Manöver beeinflusst, insbesondere im Vergleich zur Insassen eines Automobils. Aus diesem Grund ist es bei Motorradunfällen viel schwieriger, die Konsequenzen des Unfalls in Form von Verletzungen abzuschätzen. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Anwendung von Methoden und Modellen aus der passiven Fahrzeugsicherheit und die mögliche Berücksichtigung von Bedingungen und Einflussgrößen aus der aktiven Sicherheit. Die zu berücksichtigenden Informationen aus der Pre-Crash-Phase schließen die unterschiedliche Positionierung des Aufsassen bedingt durch Motorradgeometrie und ausgeführte Fahrmanöver. Der Input von Seiten der aktiven Sicherheit umfasst außerdem Reaktionszeiten, die durch Tests mit Freiwilligen unter Laborbedingungen ermittelt werden können. Es wird in diesem Beitrag gezeigt, wie die Zeitachse von Szenarien vor und während eines Anpralls verbunden werden können. Im vorliegenden Fall wird die Analyse des Anpralls mit einem kombinierten Ansatz aus Mehrkörpermodellen und Finite-Elemente-Modellen gezeigt. Die Abbildung des Fahrers kann sowohl über anthropomorphe Messgeräte (Dummys) als auch über anatomisch korrekte Computermodelle des menschlichen Körpers geschehen. Ein solcher Ansatz kann es ermöglichen, den Nutzen potentieller Systeme der aktiven Sicherheit im Sinne der Minimierung der Verletzungsfolgen zu evaluieren.

**Naturalistic Driving & Riding –
What can be expected from a new research methodology**

**Erfassung des alltäglichen Fahrverhaltens –
Was kann von dieser neuen Forschungsmethode erwartet werden**

Martin Winkelbauer
KfV Kuratorium für Verkehrssicherheit, Austria

Niccolo Baldanzini
Universita Degli Studi Di Firenze, Italy

Dimitris Margaritis
Center for Research & Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport, Greece

Abstract

Typically, in a naturalistic driving study, subjects' own vehicles are equipped with devices that, for a longer period of time, continuously monitor various aspects of their driving behaviour in an unobtrusive way and without the presence of a test supervisor. This includes aspects of vehicle movement, of driver behaviour, and of the direct environment.

Naturalistic observations provide information that is difficult or even impossible to obtain by current research methods. For example, analyses of crash statistics or in-depth crash investigation can hardly provide information about behavioural issues preceding a crash or about near misses. Observations by means of instrumented vehicles or simulators do not encourage the test subjects to behave in a normal (naturalistic) way, since they are generally well aware of the experimental conditions.

Experiences in the US indicated that the naturalistic approach may give a reliable picture of the driver's normal behaviour and makes it possible to observe and analyse the interrelationship between drivers, vehicle, road and other road users under normal conditions, in conflict situations and in actual collisions.

The PROLOGUE project aims at assessing the feasibility and usefulness of a large-scale European naturalistic driving study and to set the scientific and organisational basis for this new type of research. The work has identified potential application areas and research questions for which the naturalistic approach would have an added value. Ongoing naturalistic studies have been reviewed and summarised. A questionnaire survey has prepared a catalogue of applications and research topics for future naturalistic driving studies.

The work in PROLOGUE comprises a number of small-scale pilot studies in different research areas, including novice drivers, in-vehicle information systems, and, through site-based observations, vulnerable road users. 2 BE SAFE will include a naturalistic study using an instrumented motorcycle. Further, an instrumented car also used within one of the pilots within PROLOGUE will be used in 2 BE SAFE to analyse car drivers' behaviour towards PTW riders at intersections and when driving behind.

The paper will highlight the potential of naturalistic research studies for the sake of PTW safety based on findings of the questionnaire survey and the analysis of potential research questions.

**Developing a methodology for the assessment of riders'
acceptance of an Advanced Rider Assistance System**

**Entwicklung einer Methode für die Akzeptanzbewertung von
Fahrerassistenzsystemen für motorisierte Zweiräder**

Véronique Huth
CIDAUT Foundation, Valladolid (Spain)

Christhard Gelau
Federal Highway Research Institute, Bergisch Gladbach (Germany)

Abstract

Motorcycle accident data shows the need for countermeasures, such as the implementation of Advanced Rider Assistance Systems (ARAS). Yet, the opportunity to enhance riders' safety crucially depends on riders' acceptance of these systems. The methodology presented in this paper aims at assessing riders' acceptance, integrating relevant measurements acquired from a simulator study. The acceptance concept that underlies the analysis includes riders' attitudes towards the system in terms of perceived usefulness (including the safety feeling and experienced riding performance), usability and attractiveness aspects, the interaction with riding sensations as well as the perceived social norm and, on the other hand, rider's behavioural intentions in terms of willingness to have, willingness to use and willingness to pay for the system. In the present paper we subject this core assumption of our acceptance concept to an empirical test using the example of a Curve Warning System (CWS).

**Giving Motorcyclists The Best in Training:
Designing Principle-Based, Safety-Oriented
Education And Training Programs**

**Motorradfahrrern die beste Ausbildung ermöglichen:
Das Erstellen strukturierter und sicherheitsorientierter
Weiterbildungs- und Trainingsprogramme**

Tim Buche, President & CEO

Sherry Williams, Director, Quality Assurance & Research

Ray Ochs, Director, Training Systems

Motorcycle Safety Foundation (MSF), USA

Abstract

Consumers today are more sophisticated in their desire for choices in products and programs. Government is constrained by regulations and a shrinking revenue base. Not surprising then, there is a growing tension between government-administered programs and privatized enterprises to meet rider education and training requirements, particularly as it relates to meeting the needs of entry level riders. The policy makers encourage programs with entry-level standards while the market seeks with increasing demands for more comprehensive and complete beginning rider training experiences.

Rider education programs are caught within this paradox. Using the historical perspective of MSF's more than 35 years of experience and considering consumer expectations and known needs, it becomes imperative for rider education professionals to meet the challenge. Survival in traffic within an increasingly hostile environment characterized by aggressive and distracted drivers puts the burden on riders to be more prepared, skilled and wiser. One course is not a panacea and will not meet the lifetime needs and interests of a modern consumer in real world traffic. While government may support simple entry-level requirements, consumer needs and environmental challenges have combined to give rise to a paradigm shift in rider education; from a simple one-course model to a comprehensive set of varied and progressive courses.

Considering that the path riders choose can determine their outcomes, the Motorcycle Safety Foundation in response to its mission and core values to lead this paradigm shift and define and develop the education and training those motorcyclists who take their safety seriously and demand for quality of life: the pursuit of “serious fun”!

This paper will discuss recent trends related to motorcyclists' needs and interests, drawing from market trend research and the Motorcycle Industry Council's Owners Survey. We will summarize MSF's history related to program underpinnings, principles and practices supported by current research in education and training. The presentation will culminate with a review of how the MSF Rider Education and Training System (RETS) is expanding in breadth and depth to meet the growing needs of current and prospective riders, how at its core it is designed with essential programmatic qualities to provide what motorcyclists deserve. The effective delivery of this training system to a vast network that served 400,000 riders in 2009 – and 5.5 million riders to date since 1974 – is dependent on the day-to-day functionality, strength and dimension of the RETS infrastructure; one that took the MSF years of research, planning, collaboration, and millions of dollars to develop, and one with numerous capabilities built-in for continuous feedback and improvement.

**Examining the effect of student background
on test performance in a novice riding course**

**Untersuchung des Einflusses persönlicher Merkmale auf
Testergebnisse in einem Fahranfängerkurs**

Frank Kevins
Chief Instructor

Ottawa Safety Council

Abstract

The Canada Safety Council (CSC) “Gearing Up” basic training program consists of theoretical and practical training. The course format is typically one evening in a classroom setting followed by two days of practical instruction over one full weekend. Students must pass a variation of the MOST-II skills evaluation in order to pass the course. “Gearing Up” is offered across Canada, and in the Province of Ontario (population 13 million) over 13,000 students enroll in the program each year, at one of 25 locations. In Canada’s capital, the Ottawa Safety Council (OSC) annually enrolls over 1,000 participants at one of three training sites.

In 1998, the OSC began recording detailed student statistics including age, gender, prior experience, and test performance; this paper covers the period 1999-2009, except where noted. In a given teaching year, student age varies from 16 to 75, with the average age increasing from 32.6 in 1999 to 36.5 in 2009; while women represented 24.9 percent of 1999 students, their numbers increased to 32.4 percent of enrollments by 2009. This paper examines the skill test data of 9,138 students to determine the effect of age, gender, and prior experience on test outcome. Recognizing that test outcome is often a function of physical fatigue or learning overload, the objective of the analysis is to determine if alternate delivery models might better suit an increasingly diverse student population.

**A comparison of rider attitudes and behaviours between
crash-involved and non crash-involved returned motorcyclists**

**Vergleich der Fahrereinstellungen und -verhaltensweisen zwischen
Wiedereinsteigern hinsichtlich der Unfallbeteiligung**

Christine Mulvihill
Accident Research Centre, Monash University, Australia

Mark Symmons
Psychological Studies, Monash University, Australia

Abstract

Older motorcyclists (aged 25 and over) can be categorised into three groups: continuing riders, returned riders and new riders. While there is widespread concern about the safety of returned riders, little is known about the factors contributing to their crash involvement. Returned riders accounted for 24% of the 2,116 motorcyclists who responded to an on-line survey that asked about their riding patterns, attitudes and behaviours, and crash involvement. Attitudes and behaviours were compared between returned riders who had been involved in an on-road crash in the last five years (n=92) and returned riders who had never crashed (n=150). Crash-involved riders indicated a greater propensity towards risky riding behaviours than riders who had never crashed. Across the range of comparison variables, most of the behaviours for which statistically significant differences were evident related to speeding, both exceeding the speed limit and riding too fast for the prevailing conditions. The results support the use of insight training to help returned riders understand and manage better their exposure to risk.

Keywords

Older motorcycle rider, Crash, Attitude, Behaviour, Returned

**Enhanced rider assistance via connection of the Engine- and
Suspension Control Systems of the BMW S 1000 RR**

**Erweiterte Fahrerassistenz durch die Verknüpfung der Motor- und
Fahrwerksregelsysteme der BMW S 1000 RR**

Dr. Christian Landerl
Leiter Entwicklung und Baureihen, BMW Motorrad

Felix Deissinger, Hans-Albert Wagner, Hans-Jürgen Jahreiss
BMW Motorrad

Abstract

BMW Motorrad has continuously expanded its product range throughout the years. Especially considering the entry into new segments, like the super sport segment, it shows that one of the main targets is to add a range of high performance bikes to the BMW Motorrad Brand.

Nevertheless, outstanding performance has always to come with outstanding safety. Therefore, BMW Motorrad once more broke ground with the newest in technology to define a whole new standard regarding the controllability of a high performance motorcycle.

The key to this optimized active vehicle safety is the intelligent connection of already existing or newly developed driver assistance systems to one integrated system for the driver.

Different selectable driving modes provide the possibility for the driver to individually adapt the engine output and response as well as the braking- and acceleration characteristics of the vehicle to the road and/or the weather conditions.

For the first time the driver assistance system does not only consider the wheel rotation as a parameter but also the banking of the vehicle.

In the following, the necessary new system architecture of the BMW S 1000 RR will be detailed and the associated mode of operation will be explained.

Kurzfassung

BMW Motorrad hat in den letzten Jahren sein Produktangebot kontinuierlich ausgebaut. Dabei zeigt vor allem der Einstieg in neue Segmente, wie z.B. dem Super Sport Segment, dass eine weitere Dynamisierung der Marke ein vornehmliches Ziel der Produktoffensive ist.

Einem Höchstmaß an Leistungsfähigkeit muss aber auch ein Höchstmaß an Sicherheit gegenüberstehen. Aus diesem Grund hat BMW Motorrad abermals neue technologische Wege beschritten, um für die Beherrschbarkeit eines Hochleistungsmotorrades einen neuen Standard zu definieren.

Der Schlüssel zu dieser optimierten aktiven Fahrzeugsicherheit liegt in der intelligenten Verknüpfung vorhandener bzw. weiterentwickelter Regelsysteme zu einer für den Fahrer optimal nutzbaren Einheit.

Verschiedene vom Fahrer vorwählbare Fahrmodi schaffen die Möglichkeit, die Leistung und das Ansprechverhalten des Antriebes sowie das Brems- und Beschleunigungsverhalten des Fahrzeuges individuell auf die Straßen- und Witterungsverhältnisse anzupassen.

Als Parameter berücksichtigen die Regelsysteme dabei erstmalig nicht nur die Raddrehzahlen, sondern auch die Schräglage des Fahrzeuges.

Im Folgenden wird die hierfür notwendige Systemarchitektur der BMW S 1000 RR vorgestellt und der damit verbundene Funktionsalgorithmus beschrieben.

**Research on Brake-by-Wire System
for Super-Bike Race Motorcycle**

**Forschung am Brake-By-Wire System
für Superbike-Rennmotorräder**

Kazuhiko Tani, Makoto Toda, Kazuya Takenouchi, Shuichi Fukaya

Honda R&D Co., Ltd. Motorcycle R&D Center, Japan

Abstract

In a motorcycle race, a rider needs to reduce vehicle speed as quickly as possible in the approach to a corner, while being careful to avoid wheel lock and large pitching motions. On a wet surface, in particular, the rider has to apply the brakes very carefully. This need for very delicate brake control causes rider fatigue in endurance races involving many hours of racing. In 2008, Honda applied a brake-by-wire type combined ABS (Combined ABS), originally developed for super-sport motorcycles, to motorcycles in the super-bike racing category. In this brake system, a pressure sensor detects the rider's brake input and the hydraulic pressure in the brake caliper is regulated by an electrically operated modulator. The World's first Super-bike equipped with Combined ABS was competitive to a Super-bike equipped with a conventional brake system in spite of a 5.0 kg weight increase.

Kurzfassung

Bei einem Motorradrennen muss der Fahrer die Geschwindigkeit seines Fahrzeugs so schnell wie möglich reduzieren, sobald er sich einer Kurve nähert. Gleichzeitig muss er dabei vermeiden, dass die Räder blockieren und es zu starken Nickbewegungen kommt.

Besonders auf einer nassen Oberfläche muss der Fahrer die Bremsen sehr vorsichtig betätigen. Die Notwendigkeit einer sehr feinen Bremsbedienung verursacht starke Erschöpfung während Ausdauerrennen, welche sich über viele Stunden Fahrzeit erstrecken.

Im Jahre 2008 brachte Honda ein Combined-ABS-Bremssystem vom Brake-By-Wire-Typ, welches ursprünglich für Supersport-Motorräder entwickelt worden war, bei Motorrädern aus der Kategorie Superbike-Rennen zur Anwendung.

Bei diesem Bremssystem erkennt ein Drucksensor den Bremsimpuls des Fahrers und der hydraulische Druck in der Bremszange wird von einem elektrisch betriebenen Modulator reguliert.

Das erstmalig eingesetzte Superbike, ausgestattet mit Combined ABS, war gegenüber den Superbikes mit konventionellen Bremsanlagen, sofort konkurrenzfähig, trotz 5.0 kg Mehrgewicht.

Brake Steer Torque Optimized Corner Braking of Motorcycles

Bremslenkmomentoptimierte Motorrad-Kurvenbremsung

Dipl.-Ing. Kai Schröter, B. Sc. Jan Bunthoff, B. Sc. Felipe Fernandes,
B. Sc. Timm Schröder, Prof. Dr. rer. Nat. Hermann Winner
Fachgebiet Fahrzeugtechnik (FZD), TU Darmstadt

Dr.-Ing. Patrick Seiniger
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)/
Federal Highway Research Institute

Kazuhiko Tani
Honda R&D Co. Ltd. Motorcycle R&D Center, Japan

Oliver Fuchs
Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH

Abstract

In contrast to the decrease in overall annual traffic fatalities in Germany (4,477 in 2008 [1, 2]), the number of killed motorcyclists stagnates at a high level (656 to 992 fatalities between 1991 and 2008 [3]). An analysis of in depths accident studies [4, 5] shows that many single vehicle crashes are caused by insufficient or inadequate braking while cornering.

Even though corner braking offers a high theoretical potential [6], it overburdens the rider's control capacities [6, 7, 8, 9]. Current Anti-Lock and Combined Brake Systems support the rider to a certain degree. However, they do not explicitly take into account the cornering state of the motorcycle, e.g. through roll angle measurement [10]. Especially in shock situations, the brake force induced steering torque (BST) rises with high gradients. Along with the resulting upward roll movement of the motorcycle it can hardly be compensated by the rider [6] and leads to course deviations.

Four potential countermeasures are derived from the BST chain of effects (BST-Avoidance Mechanism, BSTAM [6], active counter steer torque/power steer, corner adaptive brake force distribution and steering damper control).

In cooperation with Honda, a BSTAM is for the first time being implemented in a motorcycle in order to investigate its function and interaction in the man-machine-system.

Different system setups are tested in simulation and driving experiments. If the system performs well, the BSTAM can presumably also be used as a basis for further safety systems (autonomous corner braking, correction and stabilization of the vehicle trajectory before collisions).

Kurzfassung

Im Gegensatz zur kontinuierlich sinkenden Zahl der Gesamtverkehrstoten in Deutschland (4.477 im Jahr 2008, [1, 2]), stagniert die Zahl der jährlich getöteten Motorradbenutzer auf hohem Niveau (zwischen 656 und 992 in den Jahren 1991 bis 2008, [3]). Eine Analyse detaillierter Unfallstudien [4, 5] zeigt, dass viele Fahrurfälle auf unzureichende bzw. falsche Bremsbetätigung in Kurven zurückzuführen sind.

Obwohl die Kurvenbremsung ein großes theoretisches Potential bietet [6], ist der Mensch als Regler mit ihrer Umsetzung meist überfordert [6, 7, 8, 9]. Bisherige Anti-Blockier-Systeme und Kombi-Bremssysteme unterstützen den Fahrer zwar, gehen aber bislang nicht explizit auf die Erfordernisse der Kurvenbremsung ein, was erst möglich wird, wenn der Rollwinkel als Eingangsgröße bekannt ist [10]. Speziell das bei schreckhafter Kurvenbremsung mit hohen Gradienten auftretende Bremslenkmoment (BLM) und das daraus resultierende Aufstellverhalten des Motorrads kann vom Fahrer nur unzureichend kompensiert werden [6] und führt zum Verlassen der geplanten Trajektorie.

Ausgehend von der Entstehungskette des BLM, werden vier potentielle Gegenmaßnahmen abgeleitet (BLM-Verhinderer, BLMV [6], Aktives Gegenmoment/Servolenkung, Kurvenadaptive Bremskraftverteilung und Lenkungsämpferregelung).

Im Fokus der vorgestellten Forschungsarbeit steht der mechatronische BLM-Verhinderer. Dieser wird derzeit in Zusammenarbeit mit Honda erstmals an einem Motorrad prototypisch umgesetzt, um seine Funktion und Wechselwirkungen im Mensch-Maschine-System zu untersuchen.

Verschiedene Auslegungscharakteristika werden in Simulation und Fahrversuch getestet. Im Falle einer Bewährung des Systems ist zu vermuten, dass der BLM-Verhinderer auch als Basis für die Darstellung weiterer Sicherheitssysteme dienen könnte (autonome Kurvenbremsung, Korrektur und Stabilisierung der Trajektorie vor einem Anprall).

**Evaluation of the safety benefits of electronic brake-control
systems in single-track vehicles**

**Untersuchung des Sicherheitsgewinns durch elektronische
Bremsenregelsysteme in Einspurfahrzeugen**

Dr. Georg Roll, Oliver Hoffmann

Division Chassis & Safety
Continental

Abstract

Electronic brake-control systems with slip and vehicle dynamic control functionality are meanwhile an agreed standard in passenger cars. Unfortunately, motorcycles and motor scooters are rather rarely equipped with active safety systems until now, although especially in single-track vehicles great benefits could be achieved with these systems, as a detailed accident study shows based on real accident data provided by the DEKRA accident database for PTWs (powered two-wheelers).

Additionally to ABS and integral brake, some driver assistance systems based on obstacle recognition via camera and / or radar and active brake intervention (without driver reaction) are considered in the study.

With the help of some simple physical calculations the detailed accident data are used to estimate, how the damaging effects of the accidents could have been reduced and how many accidents could have been totally avoided, if the involved motorcycles had been equipped with the different brake-control and assistance systems.

As an example of an affordable brake-control system, which could be applied to all motorcycles and motor scooters of medium and high engine size, a 2-channel ABS (anti-lock brake system) with integrated TCS (traction control system) based on a quite simple digital engine interface is introduced.

A considerable safety advantage in single-track vehicles can be gained from the recognition of cornering maneuvers.

For the special case of a scooter with three wheels (two front and one rear wheel) it is shown how important parameters of ABS and TCS control can be adapted dynamically depending on the degree of cornering.

Moreover, the presented concept is well suited to perform vehicle dynamics control similar to the ESC (electronic stability control) interventions in passenger cars.

Kurzfassung

In Personenkraftwagen sind elektronische Bremsenregler mit Schlupfregel- und Fahrdynamikregel-funktionen mittlerweile absoluter Standard. Leider haben derartige Sicherheitssysteme in Motorrädern und Motorrollern noch keine große Verbreitung gefunden, obwohl diese Systeme gerade in Einspur-fahrzeugen einen erheblichen Sicherheitsgewinn bieten, wie die hier vorgestellte Unfallstudie zeigt, die auf realen Verkehrsunfällen der DEKRA-Unfalldatenbank für motorisierte Zweiradfahrzeuge basiert.

Neben ABS (Antiblockiersystem) und Integralbremse werden in dieser Studie auch Fahrerassistenz-systeme bewertet, die auf einer Hinderniserkennung mittels Umfeldsensorik (Kamera, Radar) und aktiven Bremsengriffen (ohne Fahrerreaktion) basieren.

Anhand der exakten Unfalldaten wird berechnet, in welchem Maße die real aufgetretenen Unfallfolgen reduziert bzw. einzelne Unfälle vollständig vermieden worden wären, wenn die beteiligten Motorräder mit den betrachteten Bremsenregelsystemen ausgerüstet gewesen wären.

Als Vorschlag für ein kostengünstiges Bremsenregelsystem, das in allen Motorrädern und -rollern der mittleren und oberen Hubraumklasse eingesetzt werden könnte, wird hier ein 2-Kanal-ABS mit integriertem TCS (Traktionskontrollsystem) vorgestellt, das auf einer einfach zu realisierenden digitalen Motorschnittstelle basiert.

Einen erheblichen zusätzlichen Sicherheitsgewinn erzielt man in Einspurfahrzeugen durch die Erkennung von Kurvenmanövern.

Für den speziellen Fall eines dreirädrigen Motorrollers (2 Vorderräder, 1 Hinterrad) wird gezeigt, wie durch eine sichere Kurvenfahrterkennung wichtige Regelparameter von ABS und TCS dynamisch an Manöver mit variabler Querdynamik adaptiert werden können. Ferner erlaubt das Konzept fahrdynamische Regelungseingriffe, die dem ESC (Elektronische Stabilitätskontrolle) bei Personenkraftwagen nachempfunden sind.

**Powered two wheelers –
achieving environmental improvement for all**

**Motorisierte Zweiräder –
Umweltrelevante Verbesserung für alle**

John Chatterton-Ross LL.B (Hons)
Director of EU Public Affairs

Fédération Internationale de Motocyclisme

Abstract

Traffic pollution remains a threat particularly in historic city centres. This is particularly felt in warmer climates where conditions make the problem even more urgent. Cities are still places where people have to work in large numbers. Even a doubling of public transport capacity would not solve the problem.

The electric and hybrid car presents a partial solution. However the weight of a motor car designed to meet modern regulations concerning safety (side impact protection and other features) presents engineers with considerable challenges given the current development of battery technology, as such vehicles have very limited range.

The powered two wheeler in its current form, as either a scooter or traditional motorcycle, presents a better prospect at this time for the use of current batteries. This is also being aided by rapid development of electrically powered racing motorcycles. Both on the track and “off road” disciplines. The FIM is active in this area using sport to drive technology forward.

A second area of importance is the development of bio fuel. The European Union is committed to targets for increasing the use of this fuel as a proportion of the fuel mix. This paper also examines the case for promoting research into genuine second generation fuels not dependant on food crops as their source.