

Sicherheit | Umwelt | Zukunft

Tagungsband der 5. Internationalen
Motorradkonferenz 2004

Herausgeber
Institut für Zweiradsicherheit

**Forschungshefte
Zweiradsicherheit**

Herausgegeben von
Elmar Forke

ISSN 2701-522X

11

Safety | **Environment** | **Future**

Proceedings of the 5th International
Motorcycle Conference 2004

Edited by
Institute for Motorcycle Safety

Forschungshefte Zweiradsicherheit, herausgegeben von Elmar Forke, Institut für Zweiradsicherheit e.V.

In der Reihe „Forschungshefte Zweiradsicherheit“ erscheinen wissenschaftliche Arbeiten zu Themen aus verschiedenen Bereichen der Zweiradsicherheitsforschung. Die Reihe ist für alle wissenschaftlichen Disziplinen offen. Manuskripte erbeten an das Institut für Zweiradsicherheit.

Die in dieser Reihe erscheinenden Arbeiten geben die Meinung des Autors, nicht in jedem Fall die Meinung des Instituts für Zweiradsicherheit wieder.

Impressum:

Redaktion: Friedhelm Kortmann

Koordination: Matthias Haasper

Satz: das grafikhaus, koppp, Dortmund

Gestaltung: das grafikhaus, Dortmund

Druck: B.o.s.s Druck und Medien, Kleve



1. Auflage

Institut für
Zweiradsicherheit e.V.
Essen 2004

Verlag: Institut für
Zweiradsicherheit GmbH
Gladbecker Str. 425
45329 Essen
Tel.: 02 01/8 35 39-0
Fax: 02 01/36 85 14
info@ifz.de
www.ifz.de

ISBN: 3-923994-17-6
ISSN: 0175-2626

Inhalt | Contents

Vorwort des Herausgebers 13

Editors preface

1. Unfallforschung | Accident research

Compagne, Jacques | Association des Constructeurs
Européens de Motocycles (ACEM) 23

**MAIDS – erste Ergebnisse einer ausführlichen
europäischen Untersuchung von Motorradunfällen**

**MAIDS – the first results of a european motorcycle
in-depth accident study**

Ouellet, James V. | Head Protection Research Laboratory 53
Kasantikul, Vira | School of Pharmacy,
Silpakorn University, Thailand

**Ein Vergleich von Motorrad-Unfallursachen und Ursachen von
Verletzungen im unteren Extremitätenbereich in Thailand & USA**

**Comparing accident cause factors and lower extremity orthopedic
injury cause factors in Thailand & USA motorcycle crashes**

Brown, Nich | Motor Cycle Industry Association of Great Britain 99

Neuere Tendenzen in der britischen Zweiradstatistik

Recent developments in UK motorcycle-related data

Spiegel, Bernt 119

**Analyse eines exemplarischen schweren Alleinunfalls
anhand eines zufällig aufgenommenen Video-Spots**

**Analysis of an exemplary serious single-vehicle accident
on the basis of an incidentally filmed video-sequence**

2. Fahrer | Riders

- 135 Varat, Michael S. | KEVA Engineering, USA
 Husher, Stein E. | KEVA Engineering, USA
- Fahrerleistung und Fahrzeugdynamik bei
 Ausweichmanövern**
- Rider inputs and powered two wheelers response
 for pre-crash manoeuvres**
- 157 Crowther, Geoff | Universität Huddersfield, GB
 Brown, Nich | Motorcycle Industry Association, GB
- Entwicklung von Motorradfahrern: Eine Untersuchung
 von Einstellungen, Erwartungen und Fahrverhalten**
- Motorcycle rider development: A study of
 engagement expectations and behaviour**
- 177 Grünewald, Andreas | Fahrlehrerverband Sachsen
- Die Rolle des Motorradausbilders im Zeitalter
 innovativer technischer Systeme**
- The part of the motorcycle trainer in the age of
 advanced technical systems**
- 189 Heider, Horst | ADAC Schleswig-Holstein
- 25 Jahre Motorrad-Sicherheitstraining**
- 25 years of motorcycle safety trainings**
- 225 Williams, Sheryl L. | Motorcycle Safety Foundation
 (MSF, USA)
 Ochs, Raymond J. | Motorcycle Safety Foundation
 (MSF, USA)
- Qualitätssicherung bei Motorradsicherheitstrainern**
- Certification processes for motorcycle safety
 training professionals**

Buche, Tim | Motorcycle Safety Foundation (MSF, USA) 253

Vorschlag zur Definition, Messung und Dokumentation der Auswirkungen von „Safety Renewal“ – ein Konzept, das überfällig ist

A proposal for defining, measuring and documenting the effects of “safety renewal” – a concept who’s time has come

Zehn, Annette | Sachsenbike e.V 271

Heger, Ralf | Technische Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften, Verkehrspsychologie

Was macht die Straße für den Motorradfahrer interessant und was gefährlich?

What makes a road for motorcyclists interesting and what makes it dangerous?

3. Entwicklungen | Trends

Spinger, Benno | Philips Automotive Lighting 295

Aspekte bei der Verwendung von Xenonscheinwerfern in Motorrädern

Aspects of HID headlamps for motorcycles

Forke, Elmar | Institut für Zweiradsicherheit (ifz) 313

Jugend und ihre Mobilitätsvorstellungen in Relation zum motorisierten Zweirad

Young people and their mobility demands in relation to motorized two-wheelers

Haumann, Michael | Bundesanstalt für Straßenwesen (bast)
Krautscheid, Rainer | Bundesanstalt für Straßenwesen (bast) 351

Untersuchung der Belastung und Beanspruchung von Motorradfahrern bei Navigationsaufgaben

Investigation into the stress and strain on motorcyclists during navigation tasks

369 Koch, Hubert | Europäisches Motorrad Institut (EMI)
Spörner, Alexander | Europäisches Motorrad Institut (EMI)

**Fahrerassistenzsysteme für das Motorrad –
sinnvoll oder ungeeignet?**

**Driver assistance systems for motorcycles
– useful or inapplicable?**

387 Stoffregen, Guido | BMW Motorrad München
Barbehön, Kai | BMW Motorrad München

Zukunftsfähige Bordnetzkonzepte bei BMW Motorrad

**Concepts for future electrical systems
in BMW motorcycles**

407 Braunsberger, Markus | BMW Motorrad
Ochner, Udo | BMW Motorrad

**Leichtbaumethodik bei BMW Motorrad
am Beispiel R 1200 GS**

**Lightweight engineering and technology by BMW
motorrad, taking the R 1200 GS as an example**

4. Technologie und Sicherheit

Technology and Safety

429 Gail, Jost | Bundesanstalt für Straßenwesen (bast)
Funke, Joachim | TU Darmstadt, Fachgebiet
Fahrzeugtechnik

**Erkennung und Entschärfung kritischer Fahrsituationen bei
Motorrädern**

**Recognising and reducing the danger of critical
motorcycling situations**

Kuroe, Takeshi | Honda R&D Co., Ltd. 453
Iijima, Satoshi | Honda R&D Co., Ltd.
Namiki, Hideo | Honda R&D Co., Ltd.

Forschungsstudie über einen Airbag für einen großen Motorroller

Exploratory study of an airbag for a large scooter type motorcycle

Wakabayashi, Takashi | Honda R&D Co., Ltd. 489
Sakai, Kiyotaka | Honda R&D Co., Ltd.

Entwicklung eines elektronisch gesteuerten hydraulischen Rotations-Lenkungsdämpfers für Motorräder

Development of electronically controlled hydraulic rotary steering damper for motorcycles

Bunz, Dieter | TÜV Automotive GmbH 511
Klasen, Max | BMW AG, Sparte Motorrad
Schäffler, Andreas | FH München, Fachbereich Fahrzeugtechnik

Kennwertermittlung zur objektiven Beurteilung des fahrdynamischen Verhaltens von Motorrädern

Determination of parameters for objective evaluation of motorcycles driving dynamics behaviour

Rücker, Peter | DEKRA 543

Der Motorradairbag – neueste Ergebnisse aus Full-Scale-Tests nach ISO 13232

The airbag for motorcycles – latest results of full-scale-tests according to ISO 13232

5. Umwelt | Environment

- 577 Albus, Christoph | Bundesministerium für Verkehr,
Bau- und Wohnungswesen
Theis, Christian | Bundesministerium für Verkehr,
Bau- und Wohnungswesen
- Weiterentwicklung umweltrelevanter Vorschriften
für motorisierte Zweiräder**
- Further development of environmental relevant
requirements for motorized two wheelers**
- 583 Gatzweiler, Christoph | Industrie-Verband Motorrad
Deutschland e.V. (IVM)
- Aktiv gegen Verkehrslärm –
der Beitrag motorisierter Zweiräder**
- Active work against road traffic noise –
motorcyclists's contributions**
- 607 Johannsen, Ralf | RWTÜV Fahrzeug GmbH
- Das Abgasverhalten moderner Motorräder**
- The exhaust emission behaviour of modern motorcycle**

Vorwort des Herausgebers

Motorrad fahren zwischen Hedonismus und Vernunft

Motorrad fahren polarisiert so stark wie kaum zuvor in seiner über 100-jährigen Geschichte. Stellten die ersten „Fahrmaschinen“ in ihrer technischen Ausstattung und im Handling noch eine echte Herausforderung für ihre Piloten dar, entwickelten sich die motorisierten Zweiräder in der Folgezeit zu praktischen Alltagsbegleitern, die eine nahezu uneingeschränkte Mobilität gewährleisten.

Die explosionsartige Entwicklung der Automobilindustrie ab der Mitte des 20. Jahrhunderts drängte das Motorrad – zumindest seinen „Nutzfaktor“ – in eine Außenseiterrolle und stigmatisierte seine Fahrer zu Rebellen. Doch auch diese Entwicklung überlebte das Motorrad in all seinen Facetten, bis es Anfang der 90er Jahre zu einem neuen Höhenflug ansetzte.

Mit einem gewandelten Image und hoher gesellschaftlicher Akzeptanz ist das motorisierte Zweirad ins 21. Jahrhundert gestartet. In Zeiten hoher Verkehrsdichte tragen Motorräder und -roller heute dazu bei, einen „Verkehrsinfarkt“ zu verhindern, die Innenstädte zu entlasten und die individuelle Mobilität sicher zu stellen. In zunehmendem Maße dienen die dynamischen Einspurfahrzeuge aber auch dem Freizeitvergnügen mit hohem „Fun-Faktor“, die zum „Bummeln über den Boulevard“ ebenso geeignet sind wie für den sportlichen Einsatz auf dem „Race Track“.

Stießen noch vor wenigen Jahrzehnten die Fahrzeuge an ihre technischen Grenzen (Fahrwerk, Reifen, Bremsen), so ist es heute eher der Mensch, der die Grenze des „Fahrbaren“ markiert. Deshalb gilt es, die Technik moderner motorisierter Zweiräder so zu gestalten, dass sie beherrschbar bleibt. Hier schließlich findet der „Spagat des 21. Jahrhunderts auf zwei Rädern“ statt – die Polarität zwischen Vernunft (Nutzen) und Hedonismus (Lust). Die fein differenzierten Modelltypen bieten beinahe für jeden Geschmack das Richtige, der Bogen ist gespannt vom „Nutzfahrzeug“ über den „Allrounder“ bis hin zum hoch spezialisierten Superbike.

Doch die Fahrzeuge und ihre technische Ausstattung bilden wiederum nur einen Pol in dem komplexen Verhältnis zwischen Fahrer, Fahrzeug, Straße und Umwelt. Risikofaktoren, Fahrerverhalten, Trends, neue Technologien und Umweltaspekte bestimmen in zunehmendem Maße die Entwicklung rund um das motorisierte Zweirad.

So bildet die Harmonie zwischen Mensch und Maschine eine wichtige Voraussetzung für ebenso sicheres wie genussvolles Fahren. Welche technischen – und menschlichen – Grenzwerte beim Motorrad fahren gelten, damit beschäftigen sich seit fast 25 Jahren Wissenschaftler, Forscher und Praktiker.

Um die aktuellen Ergebnisse zu dokumentieren, zu diskutieren und neue Perspektiven aufzuzeigen, hat das Institut für Zweiradsicherheit (ifz) vom 13. bis 14. September 2004 nach München zu seiner 5. Internationalen Motorradkonferenz eingeladen. Über 100 Forscher, Wissenschaftler und Praktiker aus zahlreichen Nationen trafen hier unter dem Leitthema „Sicherheit – Umwelt – Zukunft“ zusammen.

Sicherheitsaspekte und Unfallanalysen, Fahrerausbildung und Fahrerpotenzial, technische Innovationen für Mensch und Maschine sowie Umweltaspekte standen im Mittelpunkt der Diskussion. Die Ergebnisse und den aktuellen Stand der Forschung für die Motorrad-Sicherheit präsentiert dieser Tagungsband.

Das Institut für Zweiradsicherheit bedankt sich bei allen an der Konferenz Beteiligten – „vor und hinter den Kulissen“ – für ihren unermüdlichen Einsatz. Die Organisation der 5. Internationalen Motorradkonferenz unterstützten der Industrie-Verband Motorrad und die Messe München.

Elmar Forke

Leiter Institut für Zweiradsicherheit

Editor's Preface

Motorcycle riding between hedonism and reason

Riding a motorbike has been polarising people's attitudes for the last hundred years. While the first "Fahrmaschinen / riding machines" were a real challenge for their operators with respect to technical equipment and handling, motorized two-wheelers subsequently developed into convenient everyday companions ensuring almost unlimited mobility.

The explosive boom of the automobile industry since the mid 20th century displaced motorcycles to an outsider role – at least concerning their utility factor – and stigmatised motorcycle riders. However, motorcycles even survived this development until at the beginning of the years 1990 a new motorcycle boost started.

With a changed image and high social acceptance the motorized two-wheelers started into the 21st century. In times of high traffic density motorcycles and scooters contribute strongly in preventing traffic breakdowns, relieving inner city areas from heavy road traffic and in guaranteeing individual mobility. More and more the dynamic single-track vehicles today serve as leisure time vehicles with a high fun-factor, being suitable for strolling along the boulevard just as for sportive experience on the race track.

Some decades ago motorcycles easily found their technical limits (carriage, tyres, brakes) whereas today it is the rider who sets the limits of whatever is possible on two wheels. This is the reason why it is important to design modern two-wheelers' technology in a way that makes them controllable because the "balancing act of the 21 century on two wheels" is the polarity between reason (utility) and hedonism (delight/joy). The refined different motorcycle models offer something for everybody's taste, models range from commercial vehicles over allrounders to highly specialized super bikes.

But vehicles and their technical equipment is only one pillar of the complex interaction of rider, vehicle, road and environment. Risk factors, rider behaviour, trends, new technologies and environment aspects more and more determine developments around motorized two-wheelers. Thus harmony between rider and machine is an important precondition for safe and joyful riding. Which important technical and human limits are important for motorcycle riding – this is one topic that scientists, researchers and motorcycle riders have been working on for the last 25 years.

In order to present, document, discuss and show new perspectives on these given topics, the ifz invited to its 5th International Motorcycle Conference on September 13-14 2004 in Munich. More than 50 researchers, scientists and mc riders from 12 nations came together in order to discuss motorcycle matters themed "Safety – Environment – Future".

Safety aspects and accident research, rider education and rider potentials, technical innovations for riders and machines as well as environment aspects are in the centre of interest and discussion. Results and the present state of motorcycle safety research will be presented in the conference's proceedings on hand.

The ifz kindly thanks all people who have been involved in the conference – behind and on the scene – for their unrelenting dedication. The German Motorcycle Industry Association (IVM) and the Messe Munich supported the organization of the 5th International Motorcycle Conference.

Elmar Forke
Head of Institut für Zweiradsicherheit

Préface de l'éditeur

Rouler en moto entre hédonisme et bon sens

Rouler en moto polarise bien plus fort qu'auparavant dans son histoire de plus de 100 ans. Si les premières « Machines » de part leur équipement technique et en ce qui en concerne la conduite présentaient encore un véritable défi pour leurs pilotes, les deux-roues motorisés sont devenus par la suite pratiquement un compagnon du quotidien, garantissant une mobilité pratiquement sans bornes.

Le développement explosif de l'industrie automobile, à compter de la moitié du 20ème siècle a classé moto - tout du moins en ce qui concerne « son facteur d'utilité » - dans un rôle d'outsider en stigmatisant ses pilotes de rebelles. Mais la moto a également survécu ce développement dans toutes ses facettes, pour au début des années 90 prendre une nouvelle envolée.

Le deux-roues motorisé s'est lancé dans le 21ème siècle avec une image transformée et une acceptance sociale plus élevée. Par des temps avec une intensité de circulation élevée, les motos et les scooters contribuent aujourd'hui à éviter « un infarctus de la circulation », à soulager le centre des villes et à garantir la mobilité individuelle. De plus en plus, les deux-roues dynamiques contribuent également au divertissement pendant les loisirs avec un « facteur d'amusement » élevé et sont tout aussi appropriés pour « flâner sur les boulevards » que pour l'engagement sportif sur le « Race Track ».

S'il y a quelques dizaines d'années, les véhicules atteignaient leurs limites techniques (châssis, pneumatiques, freins), c'est aujourd'hui plutôt leur conducteur qui marquera les limites du réalisable en « conduite ». Il est de ce fait primordial de concevoir la technique de deux-roues motorisés modernes de telle manière que celle-ci reste maîtrisable. C'est finalement ici que se produit le « grand écart du 21ème siècle sur deux roues » - la polarité entre bon sens (utilité) et hédonisme (envie/plaisir). Les types de modèles finement différenciés offrent pratiquement pour chaque goût ce qui convient, la gamme s'étend de l'« utilitaire » à l'« allrounder » jusqu'à la « superbike » hautement spécialisée.

Cependant les véhicules et leur équipement technique forment de nouveau uniquement qu'un pôle dans la complexe relation entre pilote, véhicule, route et environnement. Des facteurs de danger, comportement lors de la conduite, tendances, technologies nouvelles et aspects écologiques déterminent de plus en plus l'évolution tout autour du deux-roues motorisé.

C'est ainsi que l'harmonie entre homme et machine constitue un critère important pour une conduite toute aussi sûre qu'épicurienne. Quelles limites techniques - et humaines - trouvent application lors de la conduite d'une moto, occupent déjà bien plus de 25 ans les scientifiques, chercheurs et les pilotes disposant du sens du pratique.

Pour documenter les résultats actuels, les discuter et mettre en évidence de nouvelles perspectives, l'institut pour la sécurité des deux-roues (ifz) invite du 13 au 14 septembre 2004 à sa 5ème conférence internationale de la moto, à Munich. Plus de 100 chercheurs, scientifiques et personnes disposant du sens pratique d'un grand nombre de nations se sont rencontrés ici sous le slogan « Sécurité - Environnement - Avenir ».

Les aspects de sécurité et analyses des accidents, formation de pilotes et potentiel des pilotes, innovations techniques pour homme et machine, ainsi que les aspects écologiques se situeront au centre de la discussion. Les résultats et l'état actuel de la recherche en ce qui concerne la sécurité en moto sont présentés dans ce fascicule du congrès.

L'institut pour la sécurité des deux-roues remercie tous les participants à la conférence - « devant et derrière les coulisses » pour leur engagement infatigable. L'organisation de la 5ème conférence internationale de la moto a été patronnée par l'association de l'industrie de la moto et la foire de Munich.

Elmar Forke

Directeur de l'institut pour la sécurité des deux-roues

1

Unfallforschung Accident research



MAIDS – erste Ergebnisse einer ausführlichen europäischen Untersuchung von Motorradunfällen

MAIDS – the first results of a european motorcycle in-depth accident study

MAIDS – les premiers résultats d’une étude européenne approfondie de l’accidentologie moto

Jacques Compagne
Association des Constructeurs
Européens de Motocycles
(ACEM)

Kurzfassung

Seit motorisierte Zweiräder einen wertvollen Beitrag zur Mobilität in Europa leisten und die Motorradfahrer als eine der gefährdetsten Gruppen schwächerer Verkehrsteilnehmer gesehen werden, ist es wichtig, den Hergang und die Ursachen von Motorradunfällen besser zu verstehen.

Die Vereinigung der Europäischen Motorradhersteller (ACEM) leitete mit der Unterstützung der Europäischen Kommission und anderer Partner eine umfangreiche „In-Depth“-Studie von Motorrad- und Mopedunfällen zwischen 1999 und 2000 in fünf ausgewählten Regionen in Frankreich, Deutschland, den Niederlanden, Spanien und Italien.

Untersucht wurde im Detail eine Gesamtzahl von 921 Unfällen, die annähernd 2000 Variablen für jeden Unfall ergeben haben. Aus diesen den Daten wurden alle fahrerischen, umweltbedingten und fahrzeugbezogenen Faktoren, die zum Unfall führten, herausgestellt. Dazu existieren vergleichbare Informationen für Motorradfahrer und Motorräder, die in den selben Regionen nicht in Unfälle verwickelt waren, in Höhe von weiteren 923 Fällen.

Die Daten, die während der Studie gesammelt wurden, repräsentieren die zur Zeit umfassendsten In-Depth-Daten, die für Motorradunfälle in Europa zur Verfügung stehen. Es ist zu erwarten, dass dieses Datenmaterial lange benötigte Informationen für eine zukünftige Forschung in Relation zu politischen Belangen liefern wird.

Abstract

Since powered two wheelers (PTWs) provide a valuable contribution to mobility in Europe and the riders are seen as one of the most vulnerable groups of road users it is necessary to better understand the nature and causes of PTW accidents.

The Association of European Motorcycle Manufacturers (ACEM) with the support of the European Commission and other partners conducted an extensive in-depth study of motorcycle and moped accidents during the period 1999-2000 in five sampling areas located in France, Germany, Netherlands, Spain and Italy.

A total of 921 accidents were investigated in detail, resulting in approximately 2000 variables being coded for each accident. From this data, all the human, environmental and vehicle factors which contributed to the outcome of the accident were identified. To provide comparative information on riders and PTWs that were not involved in accidents in the same sample areas, data was collected in a further 923 cases.

The data collected during this study represents the most comprehensive in-depth data currently available for PTW accidents in Europe. It is expected that this data will provide much needed information for developing future research in relation to public policy issues.

Résumé

Etant donné que les deux-roues à moteur contribuent précieusement à la mobilité en Europe et que leurs conducteurs sont considérés comme un des groupes les plus vulnérables parmi les usagers de la route, il est nécessaire de mieux comprendre la nature et les causes des accidents des deux-roues à moteur.

L'association des constructeurs européens de motocycles (ACEM) a effectué, avec le soutien de la Commission Européenne et d'autres partenaires, une vaste étude approfondie des accidents de moto et de cyclomoteur pendant la période 1999-2000 dans cinq zones expérimentales situées en France, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Espagne et en Italie.

921 accidents en tout ont été examinés en détail, ce qui a donné environ 2000 variables codées pour chaque accident. A partir de ces données, tous les facteurs humains, environnementaux et liés aux véhicules qui ont contribué à l'accident ont été identifiés. Pour fournir des informations comparatives sur les conducteurs et les deux-roues à moteur qui n'ont pas été impliqués dans des accidents dans ces mêmes zones expérimentales, des données sur 923 autres cas ont été réunies.

Les données réunies pendant cette étude sont les données approfondies les plus complètes actuellement disponibles sur les accidents de deux-roues en Europe. On s'attend à ce que ces données fournissent de nombreuses informations nécessaires pour développer la recherche future dans le cadre de la politique générale.

**MAIDS – the first results of a european motorcycle
in-depth accident study**

1. Introduction

Since powered two wheelers (PTWs) provide a valuable contribution to mobility in Europe and the riders are seen as one of the most vulnerable groups of road users, it is necessary to better understand the nature and causes of PTW accidents.

There is little detailed information about the casualties and accidents associated with powered two wheelers (PTW) in Europe. The information currently available comes from national police reports or from specific studies. National police reports are not sufficiently detailed to understand the causes of PTW accidents fully. Specific research studies of PTWs use different data collection criteria and different data collection methodologies, thereby limiting the ability to compare the different studies and to develop a comprehensive European strategy for the reduction of PTW accidents.

The Association of European Motorcycle Manufacturers (ACEM) with the support of the European Commission and other partners conducted an extensive in-depth study of motorcycle and moped accidents during the period 1999-2000 in five sampling areas located in France, Germany, Netherlands, Spain and Italy.

1.1 Objectives

The objectives of this study were as follows:

1. to identify and indicate the causes and consequences of PTW accidents in a well-defined sampling area
2. to compare the accident data to a control population in order to determine the risk associated with certain factors (e.g., alcohol)
3. to apply this comprehensive and reliable data source in the development of proper counter-measures that will reduce the frequency and severity of PTW accidents

1.2 Accident information

A total of 921 accidents were investigated in detail, resulting in approximately 2000 variables being coded for each accident. From this data, all the human, environmental and vehicle factors which contributed to the outcome of the accident were identified.

The investigation included a full reconstruction of the accident, including human, environment and vehicle factors, and an identification of all accident cause factors. All witnesses to the accident were interviewed, all vehicles were inspected whenever possible and, subject to the applicable privacy laws of each sampling area, all medical records for the injured riders and passengers were collected with the full cooperation and consent of both the injured person and the local authorities and subject to the applicable privacy laws of each sampling area.

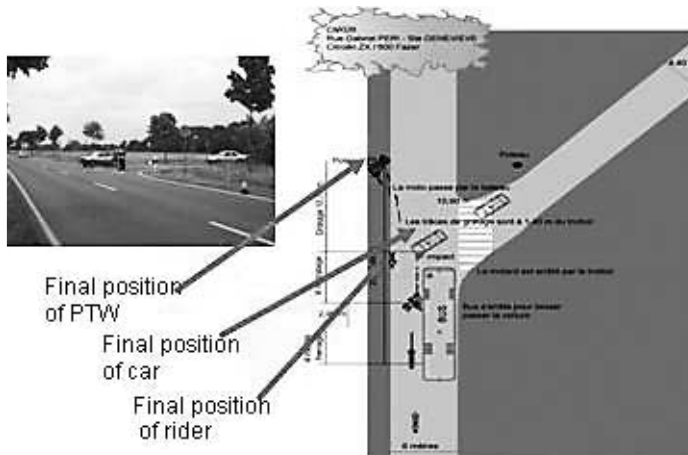


Figure 1
Accident reconstruction: on-scene data collection

1.3 Exposure information

To provide comparative information on riders and PTWs that were not involved in accidents in the same sample areas, data was collected in a further 923 cases. The collection technique was specifically developed to meet the circumstances of this study and is commonly referred to as an exposure or case-control study. This exposure information on non-accident involved PTW riders was essential for establishing the significance of the data collected from the accident cases and the identification of potential risk factors in PTW accidents.

1.4 Statistical analysis

At the conclusion of the data collection, all accident data was entered into a database for each sampling area and compared to a sample of non-involved PTW riders within the same sampling area using an exposure data collection methodology developed specifically for this study. Statistical data analysis provided identification of PTW accident risk factors by comparing the accident data to the exposure data.

1.5 Methodology

The same methodology for on-scene in-depth motorcycle accident investigations developed by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) was used by all five research groups in order to maintain consistency in the data collected in each sampling area.

The data collected during this study represents the most comprehensive in-depth data currently available for PTW accidents in Europe. It is expected that this data will provide much needed information for developing future research in relation to public policy issues.

2. The results on accident causations

2.1 The contributing factors

Table 1 provides a summary of the general categories of primary accident contributing factor. Human factors were coded as the primary accident contributing factor in approximately 87.5% of all cases (i.e., 37.1% + 50.4%), indicating that vehicle operators are largely responsible for accident causation. PTWs as vehicles were identified as the primary cause factor in six cases (less than 1% of all cases). The environment was considered to be the primary accident contributing factor in 7.7% of all cases.

	Frequency	Percent
Human – PTW rider	341	37.1
Human – OV driver	464	50.4
Vehicle	6	0.7
Environmental	72	7.7
Other failure	37	4.1
Total	921	100.0

Table 1
Primary accident contributing factor

If the primary accident cause factor was considered to be a human factor, each research team was instructed to apply the most appropriate failure coding for either the PTW rider or the OV driver. The failures were defined using the OECD definitions: perception, comprehension, decision and reaction failures.

The data presented in Figure 2 indicates that the most frequently reported primary accident contributing factor was a perception failure on the part of the OV driver. This data indicates that the primary contributing factor in 36.6% of all MAIDS cases was the inability of the OV driver to perceive the PTW or the PTW rider. The next most frequently coded primary accident contributing factor was a decision failure on the part of the PTW rider (13% of all cases) and a perception failure on the part of the PTW rider (12% of all cases). These were reported cases in which the PTW rider did not perceive the dangerous situation and got involved in the crash as a result of this lack of perception.

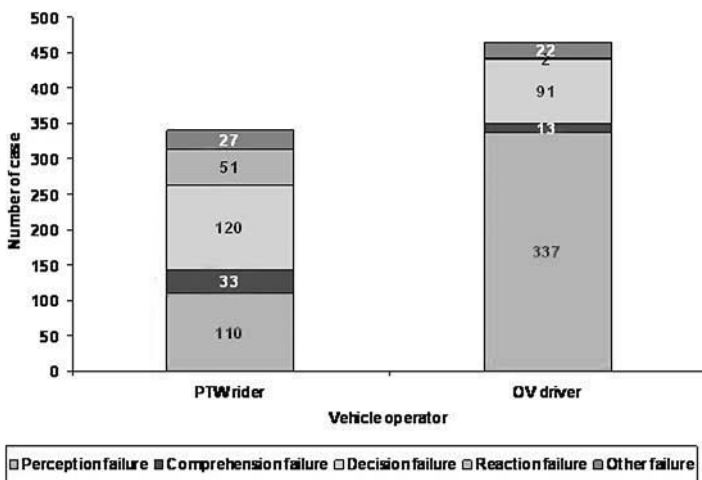


Figure 2
Detailed primary accident contributing factors

In addition to the primary accident contributing factor, each research team identified up to four additional contributing factors for each accident. A contributing factor was defined as any human, vehicle or environmental factor which the investigator considers to have contributed to the overall outcome of the accident. Primary contributing factors were not recoded as contributing factors; therefore, the factors presented below represent contributing factors that were observed in addition to the primary contributing factor.

Table 2 indicates that the PTW rider was considered to be an additional contributing factor in 43.7% of all contributing factors. The OV driver was also indicated as an additional contributing factor in 28.6% of all contributing factors.

	Frequency	Percent
PTW rider	900	43.7
OV driver	589	28.6
PTW technical failure	32	1.6
OV technical failure	10	0.5
Environmental cause	300	14.6
Other	87	4.2
Unknown contributing factor	141	6.8
Total	2059	100.0

Table 2
Other accident contributing factors
(Note: Multiple responses could be made for each case)

2.2 Human contributing factors

The evaluation of the human factor related accident cause factors required a complete evaluation of the actions of the PTW rider and the OV driver during all phases of the accident sequence.

Table 3 provides information regarding the number of cases in which an attention failure was considered to be a contributing factor to accident causation. The loss of concentration upon the riding or driving activity has the potential to reduce the reaction time of the vehicle operator and thus reduce the amount of time available for collision avoidance.

The data indicates that PTW rider attention failure contributed to the accident in 10.6% of all MAIDS cases (n=98).

	Frequency	Percent
Attention failure was present, but did not contribute to accident causation	35	3.9
Attention failure was present and contributed to accident causation	98	10.6
No attention failure	759	82.4
Unknown if attention failure was present	29	3.1
Total	921	100.0

Table 3
Attention failure, including distractions and stress (PTW rider)

Table 4 indicates that more OV drivers experienced attention failure: 18.4% of all cases involving an OV.

	Frequency	Percent
Attention failure was present, but did not contribute to accident causation	31	4.0
Attention failure was present and contributed to accident causation	143	18.4
No OV, or no attention failure	552	71.0
Unknown if attention failure was present	52	6.6
Total	778	100.0

Table 4
Attention failure, including distractions and stress (OV driver)

Table 5 reports on the number of cases in which a PTW rider traffic-scan error contributed to the causation of the accident. The data indicates that a PTW rider traffic-scan error was reported in 27.7% of all cases involving an OV.

	Frequency	Percent
Traffic-scan made no contribution to accident causation	478	51.9
Traffic-scan error was present and contributed to accident causation	255	27.7
Not applicable or no other traffic present	176	19.1
Unknown	12	1.3
Total	921	100.0

Table 5
Traffic-scan error (PTW rider)

When compared to PTW riders, OV drivers were reported to have a much higher frequency of traffic-scan related errors. Table 6 indicates that a traffic-scanning error related to accident causation was reported in 62.9% of cases involving an OV.

	Frequency	Percent
Traffic-scan made no contribution to accident causation	205	26.3
Traffic-scan error was present and contributed to accident causation	489	62.9
Not applicable, no OV or no other traffic present	69	8.9
Unknown	15	1.9
Total	778	100.0

Table 6
Traffic-scan error (OV driver)

Table 7 reports that 26.4% of cases included some type of visual obstruction for the PTW rider (i.e., 7.9% + 18.5%). The neglect of the visual obstruction contributed to accident causation in 18.5% of cases. Table 8 reports a similar percentage of cases which included a visual obstruction (i.e., 29.7%, 7.1% + 22.6%) and a similar but higher percentage of cases in which the OV driver had neglected the visual obstruction and this neglect contributed to the accident (i.e., 22.6%).

	Frequency	Percent
Visual obstructions were present but did not contribute to accident	73	7.9
Visual obstructions present and contributed to accident	170	18.5
Not applicable, no visual obstructions	674	73.2
Unknown if visual obstruction was neglected by PTW rider	4	0.4
Total	921	100.0

Table 7
Visual obstructions neglected (PTW rider)

	Frequency	Percent
Visual obstructions were present but did not contribute to accident	55	7.1
Visual obstructions present and contributed to accident	176	22.6
Not applicable, no visual obstructions	529	68.0
Unknown if visual obstruction was neglected by OV driver	18	2.3
Total	778	100.0

Table 8
Visual obstructions neglected (OV driver)

Based upon the accident reconstruction, investigators were able to determine if a hazard was present and if that hazard had been detected prior to the collision. Table 9 indicates that a total of 74 cases were identified where there was a temporary hazard detection situation involved in the collision. In 65% of these cases (i.e., 48 of the 74 cases), the PTW rider failed to detect the hazard and this failure contributed to the accident causation.

	Frequency	Percent
Temporary traffic hazard present, but did not contribute to accident causation	26	2.8
Temporary traffic hazard present and contributed to accident causation	48	5.2
Not applicable, no temporary traffic hazard present	844	91.7
Unknown contribution	3	0.3
Total	921	100.0

Table 9
Temporary traffic hazard detection failure (PTW rider)

Table 10 reports on the number of cases in which there was a temporary traffic hazard detection failure on the part of the OV driver. Of the 54 cases involving a temporary traffic hazard, the OV driver was considered to have failed to detect the hazard, thus contributing to the accident, in 67% of those cases (i.e., 36 of 54 cases).

	Frequency	Percent
Temporary traffic hazard present, but did not contribute to accident causation	18	2.3
Temporary traffic hazard present and contributed to accident causation	36	4.6
Not applicable, no temporary traffic hazard present	712	91.5
Unknown contribution	12	1.6
Total	778	100.0

Table 10
Temporary traffic hazard detection failure (OV driver)

Table 11 shows the number of cases in which a faulty traffic strategy was found present and the number of cases in which the faulty traffic strategy contributed to the accident causation. The data in Table 11 indicates that there were 596 cases in which the PTW rider was considered to have had some type of faulty traffic strategy (i.e., 299 + 297 cases). The faulty traffic strategy was considered to have contributed to accident causation in approximately half of the reported cases where a traffic strategy was required.

	Frequency	Percent
Traffic strategy made no contribution to accident causation	299	32.5
Traffic strategy contributed to accident causation	297	32.2
Not applicable, no other traffic present	322	35.0
Unknown if faulty traffic strategy was present	3	0.3
Total	921	100.0

Table 11
Faulty traffic strategy (PTW rider)

OV drivers were involved in approximately the same percentage of cases with a faulty traffic strategy when compared to the PTW riders: 40.6% of the cases.

	Frequency	Percent
Traffic strategy made no contribution to accident causation	218	28.1
Traffic strategy contributed to accident causation	316	40.6
Not applicable, or no other traffic present	229	29.4
Unknown if faulty traffic strategy was present	15	1.9
Total	778	100.0

Table 12
Faulty traffic strategy (OV driver)

Table 13 provides the information regarding the distribution of PTW speed relative to the surrounding traffic. In 73.8% of the cases, the PTW was considered to be travelling at a normal speed relative to the surrounding traffic or travelling in a condition without any other traffic. In 18.0% of cases (n=166), the PTW rider was travelling at a speed which was either above or below the surrounding traffic and this speed difference was considered to be a contributing factor. In 74 other cases (8.1%), the PTW was travelling at an unusual speed (i.e., higher or lower than surrounding traffic), yet this speed difference made no contribution to accident causation.

	L1 vehicles		L3 vehicles		Total	
	Frequency	% of L1	Frequency	% of L3	Frequency	Percent
Speed unusual but no contribution	35	8.8	39	7.5	74	8.1
Speed difference contributed to accident	57	14.3	109	20.8	166	18.0
No unusual speed or no other traffic (not applicable)	305	76.6	375	71.7	680	73.8
Unknown	1	0.3	0	0.0	1	0.1
Total	398	100.0	523	100.0	921	100.0

Table 13
Speed compared to surrounding traffic (PTW)

Table 14 indicates the number of cases in which the OV was found to travelling at a speed that was either higher or lower than the surrounding traffic. The data indicates that there were 98 cases in which a speed difference was observed between the OVs and the surrounding traffic. In 37 cases (4.8% of all cases with an OV); the speed difference did contribute to the accident, but in 61 cases, this speed difference made no contribution.

	Frequency	Percent
Speed unusual but no contribution	61	7.8
Speed difference contributed to accident	37	4.8
No unusual speed or no other traffic (not applicable)	666	85.6
Unknown	14	1.8
Total	778	100.0

Table 14
Speed compared to surrounding traffic (OV)

2.3 Environmental contributing factors

Table 15 indicates the distribution of a roadway design defect as a contributing factor for the PTW.

The data indicates that roadway design defects were present in 57 cases, but did not contribute to the causation of the accident in 47% of those cases (i.e., 27 of the 57 cases). In 4 cases, the design defect was the precipitating event of the accident and in 7 cases the design defect was the primary contributing factor for accident causation. In the 19 remaining cases, the roadway design defect was an additional contributing factor to the accident.

	Frequency	Percent
Roadway design defect present but not a contributing factor	27	2.9
Roadway design defect was the precipitating event	4	0.4
Roadway design defect was the primary contributing factor	7	0.8
Roadway design defect was a contributing factor	19	2.1
Not applicable, no OV, or no roadway design defect present	864	93.8
Total	921	100.0

Table 15
Roadway design defect (PTW)

Table 16 describes the presence and influence of roadway maintenance defects as a contributing factor in accident causation for the PTW and PTW rider.

The data shows that there were 146 reported cases of roadway maintenance defects. A maintenance defect was the precipitating event in 8 of those cases and was the primary contributing factor or a contributing factor in 25 cases (17.1% of cases involving a roadway maintenance defect). A roadway maintenance defect was reported as being present in 113 cases (12.3%), but was not found to be a contributing factor in those cases.

	Frequency	Percent
Roadway maintenance defect present but not a contributing factor	113	12.3
Roadway maintenance defect was the precipitating event	8	0.9
Roadway maintenance defect was a contributing factor	6	0.6
Roadway maintenance defect was the primary contributing factor	19	2.1
Not applicable, no OV, or no roadway maintenance defect	774	84.0
Unknown	1	0.1
Total	921	100.0

Table 16
Roadway maintenance defect (PTW)

Table 17 shows the distribution of cases which report the presence of a traffic hazard as a contributing factor for the PTW rider. A total of 56 cases were reported to involve a traffic hazard. In 60% of those reported cases, the traffic hazard contributed to the accident in some way, either as the precipitating event (10 cases, 17.9% of reported cases involving a traffic hazard), as primary contributing factor (6 cases, 10.7% of reported cases involving a traffic hazard) or a contributing factor (18 cases, 32.1% of reported cases involving a traffic hazard).

	Frequency	Percent
Temporary obstruction present but not a contributing factor	22	2.4
Temporary obstruction was the precipitating event	10	1.1
Temporary obstruction was the primary contributing factor	6	0.7
Temporary obstruction was a contributing factor	18	2.0
Not applicable, no OV, or no temporary traffic obstruction	864	93.7
Unknown	1	0.1
Total	921	100.0

Table 17
Traffic hazard, including construction and maintenance operations (PTW)

Table 18 shows the effect of weather as a contributing factor for the PTW rider in accidents collected during the MAIDS research project. The data presented indicates that weather made no contribution to accident causation in 92.6% of MAIDS cases (854 cases) and was the precipitating event in 7 cases (0.8% of all cases). There were 18 cases in which the weather was reported as being a primary contributing factor for the PTW (2.0% of all cases). The weather was also reported to contribute to accident causation in 42 cases (4.6% of all cases).

	Frequency	Percent
Weather made no contribution to accident	854	92.6
Weather related problem was the precipitating event	7	0.8
Weather related problem was the primary contributing factor	18	2.0
Weather related problem was a contributing factor	42	4.6
Total	921	100.0

Table 18
Weather-related problem (PTW)

2.4 Vehicle contributing factors

Table 19 shows the frequency of accident-related PTW vehicle failures with a total of 47 cases.

	Frequency	Percent
Yes	47	5.1
No	866	94.0
Unknown	8	0.9
Total	921	100.0

Table 19
PTW vehicle failure, accident cause related problem

Table 20 presents a detailed description of the PTW vehicle failures identified in Table 19. Seventy two percent of all PTW failures were related to the tyre or wheel and most often this was reported as a tyre blow out or a tyre failure. There were eleven reported cases of brake problems (1.2% of all cases).

	Frequency	Percent
Tyre or wheel problem	34	3.7
Brake problem	11	1.2
Steering problem	1	0.1
Suspension problem	1	0.1
Not applicable, no PTW vehicle failure	866	94.0
Unknown	8	0.9
Total	921	100.0

Table 20
Specific cause of PTW vehicle failure, accident cause related problem

Table 21 indicates that in 68.6% of all accidents, there was no fuel leakage noted at any time during the crash sequence. Some minor leakage (i.e., less than 50 ml) was noted in 23.5% of all reported cases and considerable leakage (i.e., more than 50 ml) was reported in 6.5% of all cases.

	Frequency	Percent
None	632	68.6
Minor leakage	216	23.5
Considerable leakage	60	6.5
Unknown if fuel leakage was present	13	1.4
Total	921	100.0

Table 21
Fuel leakage

Table 22 indicates that fires were noted in 10 reported cases or 1.1% of all accidents. Six of the reported fires occurred during the crash while the remaining 4 cases were determined to be post-crash fires, i.e., they occurred after the primary impact to a PTW that had already sustained some type of impact damage. It is important to note the fact that while there were 276 reported cases of fuel leakage (i.e., 216 + 60), there were only 10 reported fires.

	Frequency	Percent
No	911	98.9
Yes	10	1.1
Total	921	100.0

Table 22
Fire occurrence

2.5 Findings on accident causation

- The main primary contributing factors were the PTW rider (37.1%) and the OV driver (50.4%)
- In 10.6% of all cases, PTW rider inattention was present and contributed to accident causation
- In 36.6% of all cases, the primary contributing factor was a perception failure on the part of the OV driver
- 27.7% of PTW riders and 62.9% of OV drivers made a traffic-scan error which contributed to the accident
- 32.2% of PTW riders and 40.6% of OV drivers engaged in faulty traffic strategies which contributed to the accident
- A difference in speed compared to the surrounding traffic was identified as a contributing factor for PTWs in 18.0% of all cases and a contributing factor for the OV in 4.8% of all cases
- The weather was a contributing factor or precipitating event for the PTW in 7.4% of cases
- 3.7% of cases involved a PTW tyre problem and 1.2% a brake problem

3. Selected results on vehicle

- With the exception of the modified conventional street PTWs, no one style of vehicle was over-represented in the accident data

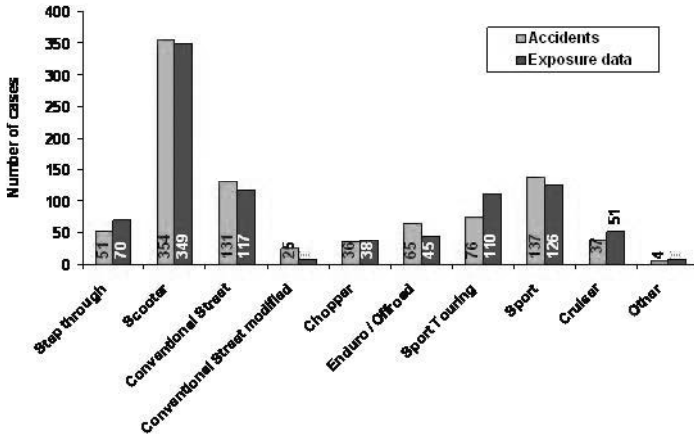


Figure 3
PTW style

- Engine displacement does not represent a risk factor in accident involvement
- PTWs with an engine capacity above 1001cc were under-represented in the accident data and smaller vehicles were neither over- nor under-represented

	Accident data		Exposure data	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
up to 50 cc	394	42.7	367	39.8
51 to 125 cc	89	9.7	86	9.3
126 to 250 cc	37	4.0	32	3.5
251 to 500 cc	56	6.1	50	5.4
501 to 750 cc	206	22.4	193	20.9
751 to 1000 cc	80	8.7	107	11.6
1001 or more	58	6.3	88	9.5
Unknown	1	0.1	0.0	0.0
Total	921	100.0	923	100.0

Table 23
Engine displacement

4. Selected results on collision dynamics

- At the time of the precipitating event, 50% of all PTWs, 37% of PTWs in single vehicle collisions and 19.4% of PTWs in fatal accidents were travelling at 50 km/h or less

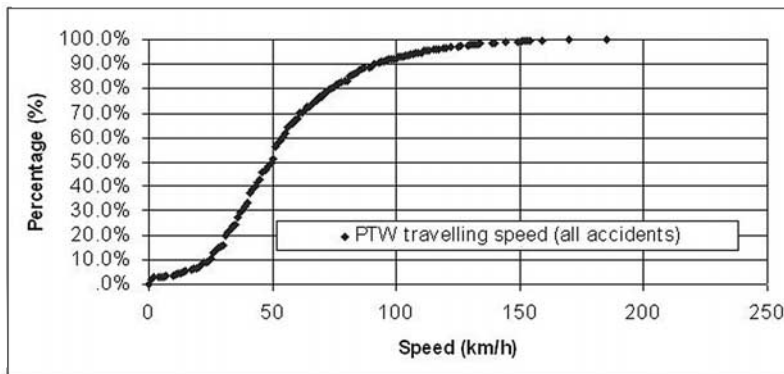


Figure 4
Travelling speed (all PTW accident)

- 75% of all PTW impact speeds were under 50 km/h

	Frequency	Percent
0 km/h	14	1.5
10 km/h	44	4.8
20 km/h	124	13.4
30 km/h	194	21.1
40 km/h	185	20.1
50 km/h	128	13.9
60 km/h	70	7.6
70 km/h	45	4.9
80 km/h	40	4.3
90 km/h	25	2.7
100 km/h or higher	50	5.4
Unknown	2	0.2
Total	921	100.0

Table 24
PTW impact speed (all accidents)

5. Selected results on environmental factors

- 84.7% of the time the roads were dry at the time of the accident

	Frequency	Percent
Dry	780	84.7
Water	73	7.9
Snow	2	0.2
Mud	3	0.3
Ice	5	0.5
Gravel sand	23	2.5
Oil	7	0.8
Other	26	2.9
Unknown	2	0.2
Total	921	100.0

Table 25
Roadway contamination

- Roadside barriers accounted for 60 PTW rider injuries

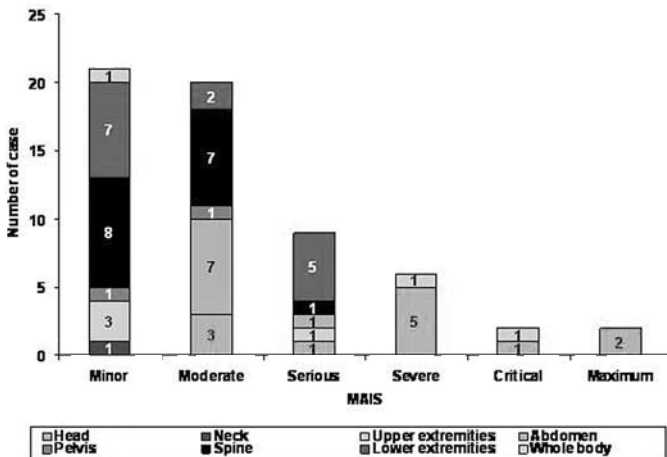


Figure 5
Roadside barrier injury summary

6. Selected results on human factors

- Riders under 17 were neither under- nor over-represented in the accident data. Riders between 18-21 and 22-25 were over-represented, while riders between 41 and 55 were under-represented in the accident population. This suggests that riders between the ages of 41 and 55 have less risk of being in an accident when compared to the general riding population

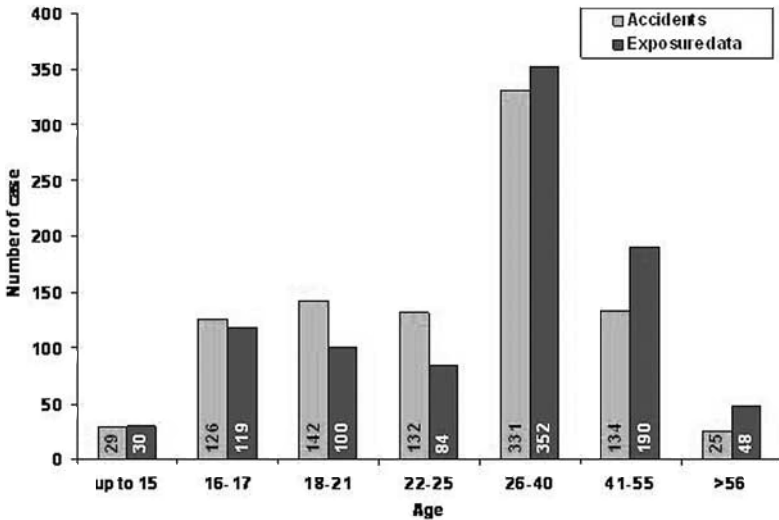


Figure 6
PTW rider age

- OV operators who also held a PTW licence were less likely to commit perception failures than OV operators who did not have a PTW licence (26.4% versus 50.9%)

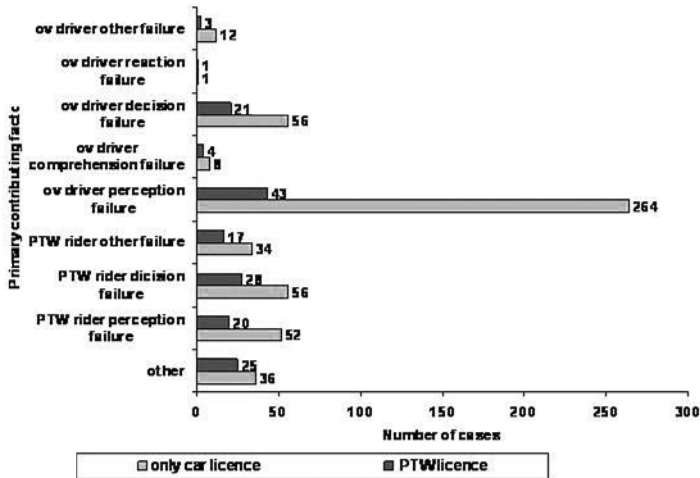


Figure 7
 Cross-tabulation of primary accident contributing factor by OV driver's licence qualification

7. Selected results on powered two wheelers in a mixed traffic environment

- Visibility was limited by an environmental condition for both the PTW operator and the OV operator in 3% of the cases

	Frequency	Percent
None	888	96.5
Weather condition	29	3.1
Other	2	0.2
Unknown	2	0.2
Total	921	100.0

Table 26
 Visibility limitation (PTW rider)

	Frequency	Percent
None	734	94.3
Weather condition	25	3.2
Other	5	0.7
Unknown	14	1.8
Total	778	100.0

Table 27
Visibility limitation (OV driver)

- Stationary view obstructions, including vegetation and parked vehicles, were recorded for 18.0% of the PTW riders and 20.5% of the OV operators

	Frequency	Percent
None	753	81.9
Buildings	19	2.1
Signs	4	0.4
Vegetation, trees, walls	62	6.7
Hill	4	0.4
Blind curve	14	1.5
Stationary or parked vehicles	50	5.4
Barricades	3	0.3
Other	11	1.2
Unknown	1	0.1
Total	921	100

Table 28
Stationary view obstructions for PTW rider

	Frequency	Percent
None	607	78.0
Buildings	20	2.6
Signs	8	1.0
Vegetation, trees, walls	52	6.7
Hill	4	0.5
Blind curve	9	1.2
Stationary or parked vehicles	52	6.7
Barricades	4	0.5
Other	10	1.3
Unknown	12	1.5
Total	778	100.0

Table 29
Stationary view obstructions for OV driver

- Almost 90% all PTW accidents occur in light to moderate traffic conditions

	Frequency	Percent
Light	517	56.1
Moderate	275	29.9
Heavy	119	12.9
Unknown	10	1.1
Total	921	100.0

Table 30
Traffic density at time of accident (PTW)

8. Selected results on rider protection

- Lower extremity injuries made up 31.8% of all injuries, followed by upper extremity injuries which made up 23.9% of all injuries. Head injuries accounted for 18.7% of all reported injuries

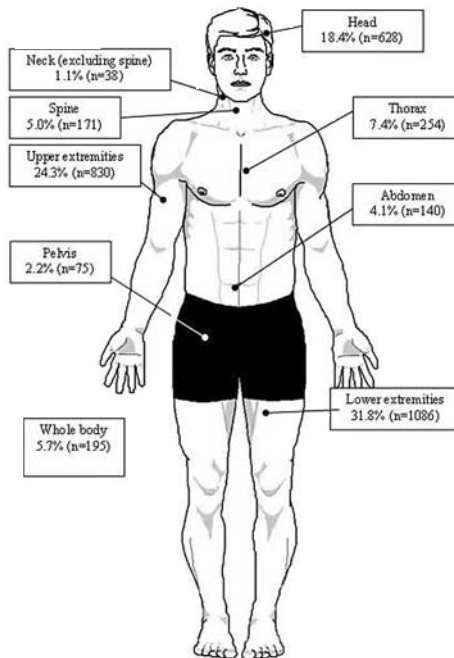


Figure 8
Distribution of rider injuries

9. First brief conclusion

The 921 on-scene, in-depth accident investigations have provided a large volume of data related to the general characteristics of PTW accidents; including accident causation and rider and passenger injury information. The outcome of these investigations can be considered in the identification, development and introduction of countermeasures.

**Ein Vergleich von Motorrad-Unfallursachen und
Ursachen von Verletzungen im unteren Extremitäten-
bereich in Thailand & USA**

**Comparing accident cause factors and lower
extremity orthopedic injury cause factors
in Thailand & USA motorcycle crashes**

James V. Ouellet
Head Protection Research Laboratory, Paramount, CA

Vira Kasantikul
School of Pharmacy, Silpakorn University, Thailand

Kurzfassung

Bei zwei gründlichen Untersuchungen von Motorradunfällen am Unfallort – eine in Los Angeles und eine in Thailand – stellten sich in Bezug auf Unfallursache sowohl Ähnlichkeiten als auch große Unterschiede heraus.

Beide Untersuchungen betrafen vor allem multiple Fahrzeugunfälle. In Los Angeles wurden sie jedoch meistens durch Autofahrer hervorgerufen, die das Motorrad nicht rechtzeitig wahrnahmen. In Thailand wurden multiple Fahrzeugunfälle genauso oft durch Versagen des Motorradfahrers hervorgerufen wie auch durch Autofahrerversagen. In Los Angeles sagten viele Autofahrer, aber in Thailand sehr wenige, aus, dass sie das Motorrad nicht gesehen hätten.

Alkoholverzehr vor der Fahrt geschah weitaus häufiger in Thailand als in Los Angeles (37% vs. 12%). In beiden Untersuchungen hatten die Motorradfahrer mit Alkoholgehalt ähnliche Probleme: Unaufmerksamkeit, und Verlust der Straßenspur. Daher lag der grosse Unterschied in den beiden Untersuchungen bei den nicht-trinkenden Motorradfahrern.

Der Grund, dass die Thai Autofahrer die Motorräder öfters sehen, liegt unter Umständen nicht an der Auffälligkeit, sondern daran, dass in Thailand weitaus mehr Motorräder im Verkehr sind (etwa 1 Gefährt zu 3) als in Los Angeles (etwa 1 zu 200).

Schwere Verletzungen an den unteren Extremitäten (UEV) sind die Hauptursache für notwendige Krankenhauseinweisung und Invalidität bei Motorradfahrern.

Diese Abhandlung vergleicht die Ursachen von orthopädischen Verletzungen an den unteren Extremitäten in zwei verschiedenen und detaillierten Unfalluntersuchungen nach Motorradunfällen, und zwar an Ort und Stelle: Eine Untersuchung in Los Angeles mit 900 Motorradfahrern, die andere in Thailand mit 1082 Fahrern.

In Los Angeles kamen schwere UEV weit häufiger vor als in Thailand (15% verglichen mit 9%), zum Teil deshalb, weil beinahe ein Viertel der Motorradfahrer in Thailand ein anderes Motorrad anfuhrten. Schwere Verletzungen traten mehr als zweimal so häufig auf, wenn es sich um Motorrad (MR)-Auto Zusammenstöße handelte, als wenn es sich um MR-Solo oder MR-MR Unfälle handelte.

Die Fahrgeschwindigkeit spielte keine Rolle bei Beinverletzungs-Quoten in MR-solo, MR-MR und MR-Auto Unfällen in Thailand. Sie spielte jedoch eine große Rolle in Los Angeles bei MR-Auto Unfällen.

Bei Motorrädern mit Durchschritt-Gestell kamen ernste UEV Fälle seltener vor als bei Motorrädern mit Standard-Gestell. Jedoch war der Unterschied nicht bedeutend, und es ist unklar, ob es sich um die Konstruktion handelt, oder um unbekannte Faktoren.

Die Größe des Motors (und die Wechselwirkung von Motorradmaße und PS) hatten keinen Einfluss auf die Quoten von ernststen Verletzungen an den unteren Extremitäten. Auch scheinen Änderungen am Vorderteil der Maschine und am Entwurf während der letzten zwei Jahrzehnte kaum Wirkung auf ernste UEV Quoten in Thailand zu haben.

Die Ursachen, warum in Thailand schwere UEVs nicht so häufig vorkommen, bleiben unklar.

Abstract

This paper compares two on-scene, in-depth studies of motorcycle accidents – one in Los Angeles and one in Thailand – and it combines two distinct topics: motorcycle accident causation and leg injury causation.

The comparison of accident cause factors in Los Angeles and Thailand accidents revealed both similarities and great differences. Both studies were dominated by multiple vehicle accidents, but in Los Angeles they were mostly due to car driver failure to see the motorcycle. In Thailand rider error caused multiple vehicle crashes as often as car driver error. Many car drivers in Los Angeles, but very few in Thailand, said they had failed to see the motorcycle. Alcohol consumption before riding was far more frequent in Thailand than in Los Angeles (37% vs. 12%). In both studies, drinking riders had similar problems: inattention and running off the road. The great differences in the two studies, therefore, involved non-drinking riders. The reason: Thai drivers see motorcycles more often may not be conspicuity but the far higher frequency of motorcycles in traffic in Thailand (about 1 vehicle in 3) compared to Los Angeles (about 1 in 200).

Serious lower extremity injuries (LEI) are a major cause of hospitalization and disability among motorcyclists. Serious LEI occurred far more often in Los Angeles (L.A.) than in Thailand (15% versus 9%), partly because nearly one-fourth of Thailand riders struck another motorcycle. Serious LEI were more than twice as common in MC-car crashes as in MC-solo or MC-MC collisions. Crash speed had no effect on leg injury rates in MC-solo and MC-MC crashes and MC-car crashes in Thailand, but a strong effect on L.A. MC-car collisions. Serious LEI were less common on motorcycles with step-through frames than standard-frame motorcycles, but the effect was not significant and it is not clear if it was due to frame design or to unrelated factors. Engine size (and its correlates of motorcycle mass and power) had no effect on serious LEI rates. Changes in car front end design over the last two decades seem to show little effect on serious LEI rates in Thailand. The reasons why serious LEI were less frequent in Thailand remain unclear.

Résumé

Deux études en profondeur in situ sur les accidents de motocyclettes, l'une à Los Angeles, l'autre en Thaïlande, ont révélé des similarités et des différences en ce qui concerne les causes des accidents. Les deux études étaient dominées par des accidents à véhicules multiples. A Los Angeles cependant, la majorité de ces accidents étaient provoqués par le fait que l'automobiliste ne pouvait pas voir la motocyclette. En Thaïlande les erreurs des motocyclistes ont provoqué de multiples accidents. Plusieurs automobilistes à Los Angeles, par rapport au très petit nombre en Thaïlande, ont dit qu'ils n'ont pas vu la motocyclette. La consommation d'alcool avant les sorties en moto était beaucoup plus commune en Thaïlande qu'à Los Angeles (37% contre 12%). Dans les deux études les motocyclistes qui ont bu avaient des problèmes similaires : un manque d'attention, et des écarts de la route. Les plus grandes différences entre les deux études résultent donc, des motocyclistes qui n'ont pas bu. Il se peut que les motocyclistes/automobilistes thaïlandais s'aperçoivent plus souvent des motocyclettes, non à cause de la visibilité de la motocyclette, mais du fait qu'il y a plus de motocyclettes sur les rues en Thaïlande (1 véhicule sur 3) par rapport à Los Angeles (environ 1 sur 200).

Les blessures graves des extrémités inférieures (BEI) figurent parmi les causes majeures de l'hospitalisation et de l'incapacité des motocyclistes. Cet article compare les causes des blessures orthopédiques des extrémités inférieures dans deux différentes études détaillées in situ sur des accidents de motocyclettes (MC) : l'une à Los Angeles (L.A.) avec 900 motocyclistes, l'autre en Thaïlande avec 1082 motocyclistes. De graves BEI se sont produites beaucoup plus souvent à L.A. qu'en Thaïlande (15% contre 9%), en partie parce qu'environ un quart des motocyclistes thaïlandaises ont heurté d'autres motocyclettes. De graves BEI étaient en plus de deux fois plus fréquentes dans des accidents MC-voiture que MC-solo ou MC-MC. La vitesse des collisions n'avait aucune influence sur le taux des blessures de la jambe dans des accidents MC-solo, MC-MC, et MC-voiture en Thaïlande mais un effet important dans des accidents MC-voiture à L.A. De graves BEI étaient moins fréquentes avec des motocyclettes à cadres à passage (step through frames) que celles de cadres standards, mais l'effet n'était pas considérable et il n'est pas clair si c'était à cause du modèle du cadre ou d'autres facteurs sans rapports directs. Les dimensions du moteur (et la corrélation avec la masse et puissance de la motocyclette) n'avaient aucun effet sur le taux des BEI graves. Les changements dans la conception de l'avant des voitures depuis les deux dernières décennies semblent avoir eu peu d'effet sur le taux des BEI graves en Thaïlande. La raison pour laquelle les BEI graves étaient moins fréquentes en Thaïlande reste peu claire.

**Comparing accident cause factors and lower
extremity orthopedic injury cause factors
in Thailand & USA motorcycle crashes**

Introduction

Accident causation

Motorcycle accident causation is widely variable and sometimes very complicated. Individually, some accidents are simple, straightforward events with a single cause such as a rider who misjudges how fast to enter a curve or a car driver who fails to see a readily visible motorcycle in traffic and violates its right-of-way. Other crashes may involve complex interactions, such as a car driver and motorcyclist who see each other, react to each other, but each incorrectly predicts what the other will do next. Still other crashes may involve the interaction of one or more environmental problems and errors by the rider and perhaps the driver of another vehicle. Statistical analyses of accident populations inevitably overlook unique differences in the causes of individual accidents yet reveal overall trends in the most frequent sorts of problems in a way that allows those problems to be addressed. At yet another level, comparing accident causation in two (or more) different motorcycle accident studies – especially where essentially similar methodology has been used – can provide insights into accident causation that cannot be obtained from a single study by itself.

Early motorcycle accident research [01/, 02/] identified the high frequency of multiple vehicle intersection crashes, particularly crashes in which a car turned across the path of a motorcycle approaching from the opposite direction. (By comparison, the most common car-versus-car crash involved one car striking the rear end of another.) Most car drivers who caused a crash by violating the motorcycle right-of-way explained that they never saw the motorcycle before the crash. As a result, “motorcycle conspicuity” was identified as a serious problem and research was undertaken to find ways to make motorcycles more conspicuous in traffic [e.g., 03/, 04/].

Hurt et al. [05/] confirmed the problem of motorcycle conspicuity in their on-scene, in-depth investigation of 900 motorcycle accidents in Los Angeles. They reported that two-thirds of all crashes involved a motorcycle colliding with another vehicle and nearly two-thirds of those multiple-vehicle crashes occurred when the car driver violated the motorcycle right-of-way. Hurt et al. reported that most motorcycles involved in daytime crashes were relatively inconspicuous. The motorcycle headlamp was usually turned off during daytime and most riders were wearing low-contrast upper torso coverage such as a military camouflage jacket.

When the Thailand Motorcycle Accident Research project began, it was expected that the same accident cause factors that dominated previous studies would dominate crashes in Thailand also. Those expectations were dashed as the Thailand data were collected. This paper will highlight some of the major differences and some of the similarities between the motorcycle accidents in Los Angeles from data collected by Hurt and his associates [05/] compared to the Thailand motorcycle accident research recently done by Kasantikul [06/, 07/]. The two Thailand databases – one for Bangkok [06/] and one for “upcountry” Thailand [07/] are combined here into a single database.

Lower extremity injuries

Potentially debilitating lower extremity injuries (LEI) are among the most frequent significant injuries in motorcycle crashes. For example, Peek et al. [08/] reported that among 537 surviving hospitalized riders in Los Angeles County, 55% sustained some kind of lower extremity fracture and one-third of the hospitalized sample suffered serious or severe (AIS 3-4) leg injuries. MacKenzie et al. [09/] reported that about 28% of patients with severe LE fractures had not returned to work one year post-injury. Butcher et al. [10/] found that by 30 months post-injury 18% of those patients still had not returned to work. Jeffers et al. [11/] reported that about 20% (10 of 53 riders) hospitalized for severe foot injuries were forced to give up their manual labor jobs for less demanding employment.

Since so many injured motorcyclists are young men employed in low-skilled or manual labor occupations [05/-07/, 12/-16/], the personal and societal cost of long-term disability is particularly high, since they may be unable to return to their previous occupation and other employment options are few. Read and her associates [17/] noted that “... lower extremity injuries have a major impact on the individual, his family and society. This impact manifests itself in many ways, including the physical mobility of the patient, his ability to return to work and the extensive surgical procedures and rehabilitation efforts required for treatment. Those with ankle-foot injuries face the most difficult challenge, in that complete recovery may never be attained, since disruption of the complex ankle articular surfaces may never be restored. Similar challenges are faced by those with bilateral LEI.”

Considerable effort over the last 30 years has been devoted to developing ways of reducing motorcyclist leg injuries, with little success to show so far. Most early work focused on creating a “safe space” on the motorcycle around the rider’s legs [e.g., 18/-22/]. This approach assumes that serious leg injuries occur while the rider’s legs are in the normal riding position. In fact, crash test films show this assumption may be true only in the earliest moments of the collision, and that the rider’s legs begin to move out of the leg space within milliseconds of most impacts. Hurt et al. [05/] and Kasantikul [06/, 07/] reported that 90% of riders separated from the motorcycle completely by the time they reach the point of rest. Also, Ouellet et al. [23/] challenged the idea that preserving a safe space around the leg would reduce serious (AIS-3) leg injuries. They found that serious LEI were as likely to occur when the leg space was well preserved as when it was completely collapsed on accident-involved motorcycles equipped with ordinary crashbars.

Recently, attention has turned to developing the strategy of putting leg protection on the motorcycle rider rather than attaching the protection system to the motorcycle. Otte [24/] reported that the protective suits available during his study period significantly reduced lower extremity soft tissue injuries but had no clear benefit in reducing fractures.

Motorcycle riders in Los Angeles were far more likely to suffer a significant lower extremity injury than riders in Thailand (15% vs. 9%). This unexpected finding begs for comparison of the Thailand and Los Angeles studies in order to shed some light on leg injury causation. This paper examines possible explanations for this difference in the hope of identifying some of the factors that might reduce severe LEI.

Methods

Accident investigation

The Thailand and USC studies used essentially identical methods to obtain data. In both, teams of investigators traveled to an accident scene immediately after notification in order to conduct a detailed research investigation and analysis independent of the police investigation. The investigators were university graduates who had undergone extensive training (nine weeks in Los Angeles, 12 weeks in Thailand) in motorcycle accident investigation and reconstruction, interviewing, injury analysis, motorcycle design and stability, helmet design and analysis, etc.

Investigation teams obtained crash notifications from police or ambulance communication centers. Once on-scene, investigators photographed the motorcycle(s) and other vehicles involved as well as skids, scrapes, “people marks” (such as blood, cloth marks, “soft” dents in vehicles), pre-crash paths of travel, etc. Investigators also measured and diagrammed the physical evidence as well as obtaining driver and witness interviews and injury information. The information was used to reconstruct the crashes and determine how and why the crash occurred and how the injuries occurred.

The Thailand study investigated a total of 969 collisions involving 1082 riders and 399 passengers in six different regions within Thailand over a twenty-month period. About one-fourth of the Thailand multiple-vehicle collisions involved two motorcycles colliding with each other, so that there were more motorcycles than collisions. The first twelve months of the Thailand study (all of 1999) were devoted to accident investigation in Bangkok (723 cases). In the remaining months (March – September, 2000) another 359 cases were investigated in “upcountry” sampling regions of Thailand (i.e., the provinces of Phetchaburi, Trang, Khon Kaen, Saraburi and Chiang Rai), which were located 150 to 700 km from Bangkok. The USC study involved 900 accidents at all levels of severity in the City of Los Angeles in 1976-77. Only a few of the Los Angeles crashes were motorcycle-versus-motorcycle.

The crash investigation and reconstruction methodology used in the Thailand study was the same as that used in the USC studies, and has been described elsewhere in more detail [05/-07/, 25/, 26/]. In Thailand, over 2000 data elements were recorded, using the OECD data form [27/]. Some data elements were simple items such as weather, roadway type, motorcycle manufacturer or rider gender.

Other items were complex factors that required considerable analysis and integration of accident evidence, such as precrash and crash speeds, injury mechanisms and accident cause factors. Although the data forms differed, the Thailand data form was based on the Los Angeles data form and many similar or identical questions appeared on both.

Investigation teams were on scene while vehicles, parties and eyewitnesses were still present in over 93% of the Thailand cases and two-thirds of the Los Angeles cases reported here. In Thailand, the rest were investigated within a few hours after occurrence; in L.A., cases were investigated up to 24 hours after the crash. The only criterion for inclusion was whether the team was able to collect enough information about the crash to have a complete investigation. There was no preselection for any particular accident or injury characteristic.

Alcohol determination

In both studies, BAC was measured whenever possible. In Thailand, blood (or, in a few cases, urine) was obtained either during transport, at the emergency room or at autopsy. The Thailand samples were submitted to the Department of Forensic Medicine, Chulalongkorn University. Testing was limited by a variety of factors including rider cooperation, the availability of personnel to draw blood if the rider did not go to the hospital, and the expense of blood testing. Breath analysis was performed by the investigation team using an Alcolmeter SD 400 portable breathalyzer. The breathalyzer was obtained midway through the project, after the high frequency of alcohol involvement became apparent. In Los Angeles, BAC data was collected in a variety of ways. Police sometimes collected breath samples shortly after the crash, while in other cases blood samples were taken in the emergency room or during autopsy.

If BAC measurement was impossible, the subjective judgment of the on-scene interviewer, police officer or EMS personnel was used to determine whether the rider had been drinking or not. The investigator's judgment was based on a face-to-face interview with the rider shortly after the crash. For this study, drinking riders are treated as a single category – “had been drinking” (HBD) regardless of BAC – for comparison to riders who had not been drinking.

Accident causation

The primary cause of the accident was the action (or failure to take ordinary control action when necessary – such as stopping at a stop sign) that led immediately to the crash. In Los Angeles, the primary cause was called the precipitating event. The cause factors were grouped under general categories such as “rider error,” “car driver error,” “vehicle failure” etc., without specifying the exact nature of the error or failure. For example, a typical case of “OV driver error” involved a car driver who entered the path of an approaching motorcycle when the motorcycle was so close that the rider would have to take emergency evasive action to avoid a crash.

In Thailand accidents, as many as three cause factors could be ranked in order of their contribution; the first was considered the primary cause factor. If no second factor was listed then the primary cause was considered to be the sole cause of the accident. The codes “rider error” and “OV driver error” were the two most frequent and could cover multiple mistakes in the same crash. For example, if a rider was drunk, speeding and turned around talking to his passenger when he ran a red light and crashed, “rider error” was coded only once. In the U.S. accidents, only a primary cause factor could be cited. Judgments about accident causation were based on the actions that led to the crash, not on alcohol involvement.

Rider attention was evaluated in a number of ways, most often by interview with the rider, passenger or eyewitnesses or by physical evidence. Riders who were unable to give any explanation of how the crash occurred or what they were doing just before the crash were usually coded as inattentive, provided there was no evidence of traumatic amnesia. Evidence of continuing steady-state vehicle operation when control actions were required – for example, running off the side of the road for no apparent reason and with no evasive action – was taken as an indicator of inattention. Information about attention diverted (to passengers, vehicle operation, etc.) usually came from rider, passenger or eyewitness interviews. Riders who could give an accounting of precrash events that corresponded to physical evidence or who left physical evidence of precrash evasive action were usually considered to have been attentive.

After the Thailand team completed its investigation and reconstruction of each crash, the case file was sent to the Head Protection Research Laboratory (HPRL) in California. At HPRL, every case was reviewed and reconstructed again and changes recommended as needed. The Los Angeles cases were reviewed and corrected by the principal investigator.

Identifying serious leg injuries

The data reported here are drawn from motorcycle accident studies that focused on accident causation, not disability, so no long-term outcome information is available. As a result, whether an injury is listed as a “serious LEI” depends on two factors. The first factor was the description of the injury and its estimated potential for long-term disability. The second was the rider’s medical status. Riders were not coded as having a “serious LEI” unless they were hospitalized longer than 24 hours or killed.

Injury severity, as coded by the Abbreviated Injury Scale, was not necessarily a criterion for including or excluding a lower extremity injury in this study. Injury severity scores in the AIS are usually based most heavily on “threat-to-life,” not on the potential for serious long-term disability. Some AIS-2 (moderate) injuries such as fractures of the ankle joint, the heel or the tibial plateau were considered serious LEI, while others AIS-2 injuries, such as simple, undisplaced fractures of the tibia or fibula or metatarsals were not. All femur fractures and other AIS-3 lower extremity orthopedic injuries were included.

The lower extremity is considered to begin at the hip joint, so pelvic fractures such as pubic ramus fractures or separation of the pubic symphysis or sacroiliac joints were eliminated from consideration. Injuries to the skin such as lacerations, abrasions, bruises, burns and avulsions were also eliminated, regardless of severity.

In Thailand, injuries were coded in accordance with the AIS-90, the 1990 Revision of the Abbreviated Injury Scale [28]. One problem with the AIS-90 is that it lists tibia-fibula fractures in the same extremity as two separate injuries. In Thailand, 44 of 71 riders (62%) with a tibia fracture also had an adjacent fibula fracture. Therefore, for purposes of this paper, a separate AIS-type code (853424.3) was created to identify tibia-fibula fracture in the same extremity, which was always counted as a serious LEI. The list of Thailand injuries coded as “serious LEI” in this study appears in Appendix I.

In the Los Angeles study, injuries were coded in accordance with the Occupant Injury Classification [29], which used alphabetic codes to describe injuries. The five OIC codes, in sequence, defined Region – Side – Aspect (e.g., inferior, lateral, etc.) – Lesion type – System/Organ injured. A sixth variable, the injury severity, was coded in accordance with AIS-80, the 1980 revision of the Abbreviated Injury Scale [30]. Injuries from Los Angeles study that were coded as serious LEI in this study are listed in Appendix II.

In the tables and figures regarding LEI that follow, each rider was counted only once, even if he had more than one injury that qualified for a particular injury tally. For example, a rider with bilateral open tibia-fibula fractures was counted as a single case of serious lower leg injury, the same as a rider with a similar fracture on only one side. A rider with a crushed foot, tibia-fibula fracture and dislocated knee would be counted as a single case in the ankle-foot, lower leg and knee regions and as a single case in the tally of riders with a serious injury anywhere in the lower extremity regions. A chi square test is used for most statistical analyses. If the expected cell frequency was less than five, which would invalidate the chi-square test, Fisher’s Exact Test (FET) was used instead. All probabilities reported here are two-tailed.

Two terms used here require explanation. First, the term “serious LEI” means those orthopedic injuries with the potential for long-term disability. As discussed above, “serious LEI” are not identical to AIS-3 (serious) leg injuries. Some of the serious LEI are considered “moderate” (AIS-2) in the Abbreviated Injury Scale. Second, with one exception, the word “car” is usually used in this paper to refer to any non-motorcycle (passenger car, pickup truck, bus, commercial truck, tuk-tuk, etc.) involved in a collision with a motorcycle. The exception occurs when discussing the effects of design changes in passenger car front ends.

AIS-90 code	Injury description	n
840404.2	Torn knee ligament, collateral or cruciate	1
841004.2	Patellar tendon transection	1
850210.2	Ankle dislocation, no details	1
850218.2	Ankle dislocation involving articular cartilage	1
850610.2	Hip joint dislocation	5
850818.2	Knee, laceration into joint space	2
851400.2	Calcaneus fracture	2
851610.2	Lateral malleolus, open or complex fracture	1
851800.3	Femur fracture, no details	4
851904.3	Femur condyle fracture	1
851808.3	Femur head fracture	3
851810.3	Femur fracture, intertrochanteric	3
851812.3	Femur neck fracture	2
851814.3	Femur shaft fracture	42
851822.3	Femur fracture, supracondylar	3
852400.2	Patella fracture	10
852602.2	Lateral pelvis, closed fracture,	1
852604.3	Lateral pelvis, open fracture	1
853200.2	Talus fracture	1
853406.2	Tibial plateau fracture, simple	1
853408.3	Tibial plateau fracture, open or complex	1
853410.2	Tibia, intercondyloid spine fracture	1
853412.2	Tibia, medial malleolus fracture, simple	1
853422.3	Tibia shaft fracture, open, displaced or comminuted	4
853424.3	Tibia-fibula fracture, simple or open or complex	44
	Total	137

Appendix I

OIC code	Injury description	n
PLT0J2	Left lip dislocation	3
PLT0J3	Left lip dislocation	3
PLTFJ2	Left lip, joint fracture	1
PLTFS2	Left lip, fracture, lateral	4
PRT0J2	Right lip dislocation	1
PRTFJ2	Right lip, joint fracture	1
PRTFS2	Right lip, pelvic fracture	1
PRTFS3	Right lip, pelvic fracture, open or comminuted	1
TUFS2	Left thumb, closed fracture, distal	2
TUFS3	Left distal thumb, open or comminuted fracture	4
TUHF33	Left thumb, middle phalanx fracture	8
TUSFS3	Left thumb fracture, proximal	3
TUFS2	Left thumb fracture, closed, location not coded	1
TRFS2	Right distal thumb fracture	6
TRHFS2	Right thumb fracture, mid-phalanx	5
TRFS3	Right thumb fracture, proximal	4
TRSHHS	Right thumb, traumatic amputation at tip (pled off or plethoric)	1
TRUFS3	Right thumb fracture, location not coded	1
KLAF2	Patella fracture, left	3
KLAF3	Patella fracture, left knee, open or comminuted	2
KLUF3	Left knee, open or comminuted fracture	1
KRAFJ3	Right knee fracture in joint	1
KRAF2	Patella fracture, right	2
KRAF3	Patella fracture, right knee, open or comminuted	2
KRPF3	Right knee, posterior, open or comminuted fracture	1
KRUJ2	Right knee, laceration into joint capsule	1
LUF3	Left lower leg, distal, open or comminuted or tibia-fibula fr.	14
LUMFS3	Left lower leg, mid-phalanx, open, comminuted or tibia-fibula fr.	8
LUSF3	Left lower leg, proximal, open or comminuted or tibia-fibula fr.	11
LUSHW3	Left lower leg, traumatic amputation	1
LUFS3	Left fibula, open or comminuted fracture	1
LUMFS3	Left lower leg, distal, open or comminuted or tibia-fibula fr.	1
LRF3	Right lower leg, distal, open or comminuted or tibia-fibula fr.	19
LRMFS3	Right lower leg, mid-phalanx, open or comminuted or tibia-fibula fr.	8
LRSF3	Right lower leg, proximal, open or comminuted or tibia-fibula fr.	7
LRFW3	Right lower leg, entire, open or comminuted or tibia-fibula fr.	1
QLMHW3	Left foot, traumatic amputation, distal	1
QLSFJ3	Left ankle fracture, open or comminuted	1
QLSFS2	Left ankle fracture, closed	7
QLSFS3	Left ankle fracture, open or comminuted	2
QLTFS3	Left lateral malleolus, open or comminuted fracture	2
QUWJ3	Left ankle dislocation	1
QRFS3	Right foot, open or comminuted fracture, distal	1
QRFFS2	Right heel fracture	1
QRSDJ3	Right ankle dislocation	2
QRSFJ3	Right ankle, open or comminuted fracture or joint	1
QRFS2	Right ankle fracture, closed	4
QRFS3	Right ankle, open or comminuted fracture or joint	2
QRUVJ3	Right ankle, anterior in joint	1
QRWFS2	Right ankle-foot fracture, closed	1
	Total	161

Appendix II

Results

Accident causation

In both Los Angeles and Thailand, human error – by the motorcycle rider or the OV driver – was the primary cause in about 91% of crashes. The precipitating event that led to the accident (in Los Angeles) and primary, secondary and third cause factors (in Thailand) are shown in Table 1.

Factor	Precipitating event Los Angeles (N = 900)	Thailand (N = 1062)		
		Primary cause	2nd cause	3rd cause
MC rider error	40.8	54.2	25.9	1.7
OV driver error	50.8	37.2	19.3	1.4
Vehicle failure/defect	2.8	0.3	0.9	1.7
Roadway defect	2.0	0.9	3.0	1.6
Traffic control problem	NA	0.9	1.2	0.9
Animal, pedestrian, etc.	1.6	3.6	5.6	2.0
Weather	0	0.0	1.0	0.5
Non-contact OV	0.4	2.0	2.0	0.5
98 – Other	1.4	1.0	5.0	3.5
No 2 nd or 3 rd cause	NA	NA	36.0	86.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 1
Percent distribution of cause factors in Los Angeles and Thailand cases

There were important differences, however. Rider error was much more likely to cause a crash in Thailand than in Los Angeles (54% vs. 41%). In multiple vehicle crashes, OV driver error was far more common than rider error in Los Angeles compared to Thailand (64% vs. 45%). In both studies, about 70% of motorcycle-solo crashes were the result of rider error, with vehicle failures as the 2nd most common cause. The data are shown in Table 2.

Primary cause of crash	Los Angeles		Thailand	
	MC Solo (N = 180)	At least 1 OV (N = 718)	MC Solo (N = 172)	At least 1 OV (N = 878)
	Percent	Percent	Percent	Percent
Rider error	70.6	33.4	72.1	52.6
OV driver error	-	63.6	-	45.8
Roadway defect	7.8	0.6	1.2	0.1
Pedestrian	2.8	0.1	5.2	0.1
Animal	5.0	0.1	1.7	0.8
Vehicle failure	11.7	0.6	19.8	0.6
Other	2.8	1.5	-	-
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 2
Primary cause of single and multiple vehicle crashes in Los Angeles and Thailand

The Los Angeles data form allowed investigators to list only a single precipitating event, but it was often clear during the reconstruction that multiple factors contributed to some crashes. The Thailand data form remedied this shortcoming by asking for the three most important cause factors. Nearly two-thirds (64%) of Thailand cases had only a single cause, 22% had two causes and about one in seven had at least three cause factors.

Table 3 shows a cross-tabulation of the primary and secondary cause factors in Thailand. Four cells in Table 3 account for 73% of the cases: 1) Rider error-only (22.3%), 2) OV driver error + contributing error by MC rider (20.5%), 3) Rider error plus contributing error by OV driver (18.4%), and OV driver error only (12%). Vehicle-mechanical problems were the primary cause in three crashes and a contributing cause in another 28 cases (a total of 3% of all 1082 cases). Environmental problems such as weather, pavement irregularities, inadequate signing and debris in the roadway were rarely the primary cause of a crash, but often contributed as second or third factors. It is worth noting in Table 3 that only 26 of the Thailand crashes (2.4%) did NOT list human error as either of the first two causes.

Primary cause	Second contributing factor							Total	
	No 2nd factor	1	2	3	4	5	6		7
1 MC rider error	241		199	7	22	45	8	64	586
2 OV driver error	130	222		1	10	16	1	22	402
3 Vehicle failure/defect	1		1					1	3
4 Roadway defect	1	8		1				2	10
5 Pedestrian, animal, etc.	3	32	1	1					39
6 Weather									0
7 All other causes	13	18	8				2	1	35
Total	389	280	209	10	32	61	11	90	1082

Table 3
Crosstabulation of primary and secondary cause factors in Thailand
Second contributing factors are numbered the same as primary cause factors

Accident configuration

Table 4 compares the most common accident configurations in Thailand and Los Angeles. The upper half of the table shows those crashes caused by rider error, while the lower half shows crashes in which OV driver error was the primary cause. In both study areas, the same configurations tended to dominate.

Crashes due to rider error				
Rank	Los Angeles (N = 367)		Thailand (N = 586)	
	Configuration*	Percent	Configuration	Percent
1	18, 19	26.2	18, 19	17.2
2	13	11.7	13	15.7
3	20, 21	10.4	2, 3	9.4
4	15	9.0	15	6.5
5	16	6.3	14	4.4
	Subtotal	63.5	Subtotal	53.2
Crashes due to OV driver error				
Rank	Los Angeles (N = 367)		Thailand (N = 402)	
	Configuration*	Percent	Configuration	Percent
1	18, 19	38.7	16	14.7
2	13	21.9	6, 7	12.2
3	20, 21	7.7	5	9.5
4	15	5.9	2, 3	9.2
5	16	5.5	15	9.0
	Subtotal	79.6	Subtotal	54.5
2, 3	Both vehicles going straight on perpendicular paths			
4	MC & OV on perpendicular precrash paths, then OV turns right in front of MC			
5	MC & OV on perpendicular precrash paths, then OV turns left in front of MC			
6, 7	MC approaching OV from opposite direction, OV turns across MC path			
12	OV strikes rear of MC			
13	MC strikes rear of OV			
15	Sideswipe, MC & OV on parallel paths going same direction			
16	OV making U-turn or Y-turn in front of approaching MC			
18, 19	MC fell on road or ran off road, no OV			
20, 21	MC fell on road or ran off road while trying to avoid OV			

Table 4
Top five accident configurations, Thailand and Los Angeles

However, Thailand accidents tended to be more broadly distributed; those in Los Angeles were dominated by fewer types. Crashes in which the OV driver turned across the path of a motorcycle approaching from the opposite direction were three times as common in Los Angeles as in Thailand, and perpendicular intersection crashes were more than twice as common in Los Angeles. Those two configurations accounted for 60% of OV driver error crashes in Los Angeles but only 21% of Thailand crashes. In Thailand, the top five configurations accounted for just over half of the crashes. In Los Angeles, the top five accounted for nearly two-thirds of rider error crashes and nearly 80% of OV driver error crashes.

Alcohol

Alcohol use was significantly more common in Thailand than in Los Angeles (37% vs. 12%) and drinking riders were significantly more likely to be the primary cause of their crash than riders who had not been drinking. These data are shown in Tables 5 and 6, which compare only riders whose alcohol/drug use status was known. Table 6 excludes those crashes whose primary cause was something other than rider or OV driver error.

Rider alcohol or drug use	Los Angeles		Thailand		Total
	n	Column %	n	Column %	
Not used	773	88.2	683	63.5	1456
Alcohol or drugs used	103	11.8	393	36.5	496
Total	876	100.0	1076	100.0	1952

$\chi^2 = 156.3, p < .0001, df = 1$

Table 5
Alcohol use in Thailand and Los Angeles

Rider alcohol or drug use	Los Angeles				Total
	Rider error		OV driver error		
	n	Row %	n	Row %	
Not used	280	39.7	425	60.3	705
Alcohol or drugs used	70	72.2	27	27.8	97
Total	350	43.6	452	56.4	802

$\chi^2 = 35.5, p < .0001, df = 1$

Rider alcohol or drug use	Thailand				Total
	Rider error		OV driver error		
	n	Row %	n	Row %	
Not used	300	49.4	307	50.6	607
Alcohol or drugs used	285	75.6	92	24.4	377
Total	585	59.5	399	40.5	984

$\chi^2 = 66.1, p < .0001, df = 1$

Table 6
Alcohol/drug use and primary cause factors in Los Angeles and Thailand

In both Los Angeles and Thailand, approximately 75% of drinking riders were the primary cause of the crash in which they were involved. By comparison, non-drinking riders were the primary cause of 40% of crashes in Los Angeles and 50% in Thailand.

Rider error crashes were dominated by riders running off the road or falling on the road absent any threat by another vehicle, striking the rear of another vehicle (both of which are typical alcohol-involved crash scenarios), and same-direction sideswipe crashes. Crashes caused primarily by OV driver error in both study areas were dominated by three configurations: crashes in which the car turned across the path of a motorcycle approaching from the opposite direction, perpendicular intersection collisions and same-direction sideswipe crashes.

Drinking riders tended to get into different kinds of accidents than non-drinkers, especially running off the road. In Los Angeles running off the road or falling on the road in the absence of threat from any OV jumped from 9% of non-alcohol crashes to 39% of alcohol-involved crashes. Similarly, in Thailand, 21% of drinking riders simply ran off the road, compared to only 5% of non-drinkers. The data are shown in Table 7.

Rank	Non-drinking riders			
	Los Angeles (n = 773)		Thailand (n = 683)	
	Configuration*	Percent	Configuration	Percent
1	6+7	23.0	13	11.1
2	2+3	14.0	2+3	9.2
3	18+19	9.2	15	8.3
4	20+21	8.7	16	8.3
5	15	8.2	6+7	7.5

Rank	Alcohol / drug using riders			
	Los Angeles (n = 102)		Thai (n = 393)	
	Configuration*	Percent	Configuration	Percent
1	18+19	38.8	18+19	21.4
2	6+7	13.6	13	15.0
3	2+3	10.7	2+3	7.9
4	15	4.9	20+21	6.4
5	20+21	3.9	6 + 7 & 15	5.1 (tie)

* 2, 3 Both vehicles going straight on perpendicular paths
6, 7 MC approaching OV from opposite direction, OV turns across MC path
13 MC strikes rear of OV
15 Sideview, MC & OV on parallel paths going same direction
18 OV making U-turn or Y-turn in front of approaching MC
18, 19 MC fell on road or ran off road, no OV
20, 21 MC fell on road or ran off road while trying to avoid OV

Table 7
Five most common accident configurations for drinking and non-drinking riders in Los Angeles and Thailand

Table 8 summarizes the percent distribution of rider attention for impaired and non-impaired riders in Los Angeles and Thailand. In both study areas, non-drinking riders were far more likely than drinkers to pay attention to the driving task, and in both areas, only about 40% of drinking riders appeared to be paying attention just before they crashed. In both study areas, drinking riders were as likely to be distracted from the driving task as non-drinkers. Therefore, the primary effect of alcohol in both study areas was that drinking riders shifted from the “attentive” category to the “inattentive” category.

Rider attention	Alcohol or drug use			
	Los Angeles		Thailand	
	No (n = 745)	Yes (n = 84)	No (n = 666)	Yes (n = 353)
Inattentive	16.5%	38.1%	3.0%	53.8%
Distracted	22.0%	21.4%	9.2%	8.2%
Attentive to task	61.5%	40.5%	87.8%	38.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Table 8
Rider attention in Los Angeles and Thailand as a function of alcohol/drug use

In attention to the driving task was the most frequent cause of rider error crashes in Los Angeles (70%), but not in Thailand (46%). However, in both study areas, the great majority of inattentive/distracted riders (72% in Los Angeles, 87% in Thailand) were the primary cause of their crash. In contrast, 78% of attentive riders in Los Angeles were in crashes precipitated by the driver of the other vehicle. In Thailand, attentive riders were about as likely to cause their own crash as to be in a crash caused by the other driver. The data are shown in Table 9.

Rider attention	Rider error cases				Total
	Los Angeles		Thailand		
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	
Inattentive, daydreaming	109	33.5	182	33.2	291
Distracted	118	36.3	71	13.0	189
Attentive to task	98	30.2	295	53.8	393
Total	325	100.0	548	100.0	873

Rider attention	OV driver error cases				Total
	Los Angeles		Thailand		
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	
Inattentive, daydreaming	37	8.5	26	6.8	63
Distracted	53	12.2	11	2.9	64
Attentive to task	345	79.3	346	90.3	691
Total	435	100.0	383	100.0	818

Table 9
Rider attention in crashes caused by rider error or OV driver error

Motorcycle loss of control

Loss of control differed considerably between Los Angeles and Thailand. For example, 40% of Los Angeles crashes involved some sort of loss of control, compared to only 20% of Thailand crashes. Slide-out crashes were much more common in Los Angeles than in Thailand (22% vs. 7%). The difference in this single category accounted for most of the higher rate of loss of control in Los Angeles, as shown in Figure 1.

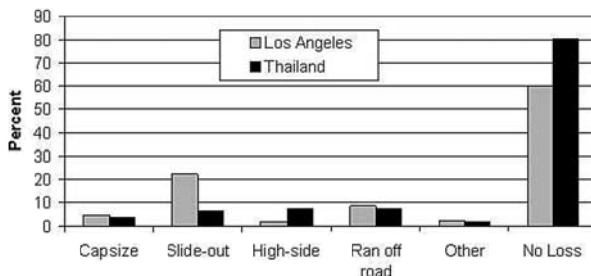


Figure 1
Loss of control mode, USC vs. Thailand

Loss of control also varied partly as a function of alcohol, as shown in Figure 2. The most notable results in Figure 2 are:

1. Drinking riders in both Los Angeles and Thailand were far more likely to lose control by running off the road than non-drinkers and,
2. Los Angeles riders were much more likely than their Thai counterparts to lose control of the motorcycle by sliding out, regardless of alcohol use.

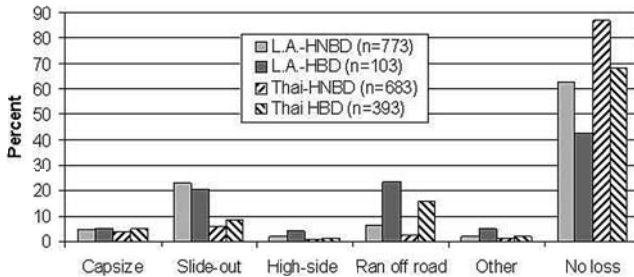


Figure 2
Loss of control mode as a function of alcohol use, Los Angeles and Thailand

Speed

Motorcycle precrash and crash speeds were higher on average in Los Angeles than in Thailand. The median precrash speeds and crash speeds were 48 and 35 km/hr (30 and 21 mph) in Los Angeles and 38 and 30 km/hr (23 and 18 mph) in Thailand. The differences were statistically significant ($t > 5.5$, $df > 1785$, $p < .0001$). The cumulative percent distributions of precrash and crash speeds of both study areas are shown in Figure 3.

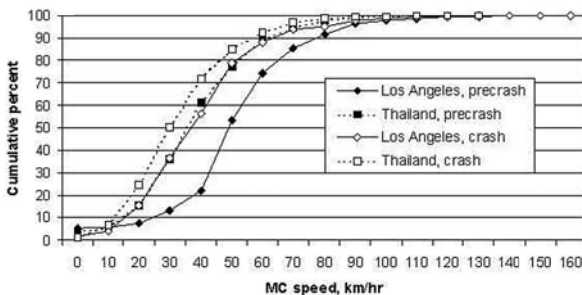


Figure 3
Cumulative percent distribution of motorcycle precrash and crash speeds in Los Angeles and Thailand

Speed and engine size

In Thailand, motorcycle engine displacement was uncorrelated with precrash and crash speeds (Pearson $r_{\text{precrash}} = .036$, $N = 1028$, $p = .244$; Pearson $r_{\text{crash}} = .019$, $N = 1070$, $p = .530$). However, this may be the result of a narrow range of engine sizes. Due to tariff restrictions, only 13 motorcycles in Thailand (1.2%) exceeded the 150cc limit and 86% of Thai motorcycles were in the 100-150cc range. In Los Angeles, where engine size was unrestricted (and only 14% of motorcycles were 150cc or less), engine displacement did correlate significantly with precrash and crash speeds (Pearson $r_{\text{precrash}} = .292$, $N = 890$, $p < .01$; Pearson $r_{\text{crash}} = .252$, $N = 898$, $p < .01$). However, precrash speed may also be related to the speed limits of the roadway. In order to test this hypothesis for the Los Angeles study, the speed limit was subtracted from the motorcycle precrash speed and the resulting values were then correlated with engine size. When this was done, the correlation was positive and statistically significant but much lower (Pearson $r = .126$, $N = 874$, $p < .01$). That is, engine size appeared to account for about 2% of the variation in precrash speed relative to speed limit. Figure 4 shows a scatter plot of engine size versus the motorcycle speed relative to the speed limit. Values on the y-axis below zero indicate the motorcycle was going under the speed limit; values greater than zero indicate the motorcycle was going faster than the speed limit.

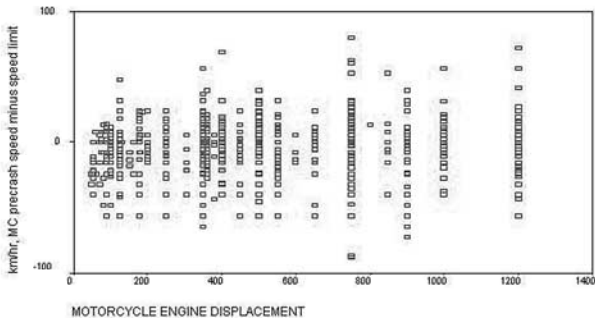


Figure 4
Scatter-plot of motorcycle engine size versus motorcycle precrash speed relative to speed limit. Speed values below zero indicate the motorcycle was traveling below the speed limit; above zero the motorcycle was traveling faster than the speed limit

Time

Figure 5 shows the cumulative percent distributions of time from precipitating event to impact in Los Angeles and Thailand. Median times were approximately similar in both study areas: 1.9 seconds in Los Angeles vs. 1.7 seconds in Thailand. The distribution in Thailand was more widely variable than in Los Angeles. However, in both study areas, approximately 75% of crashes occurred less than 2.5 seconds after the precipitating event. The luxury of three seconds or more in which to perceive, decide and execute an evasive action was available to only 10% of riders in Los Angeles and 18% in Thailand.

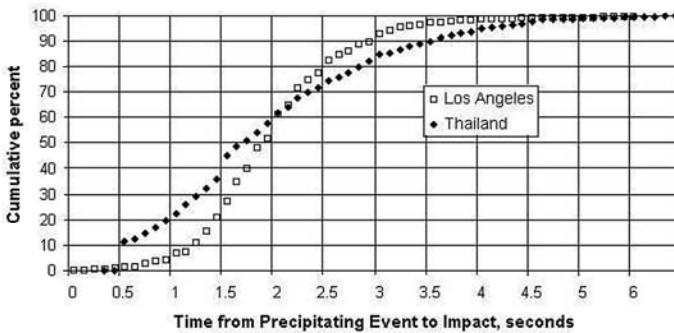


Figure 5
Cumulative percent distribution of time from precipitating event to impact Los Angeles and Thailand

Lower extremity injuries

Significantly fewer Thailand motorcycle riders suffered a serious injury somewhere in the lower extremity than riders in Los Angeles (9% vs. 15%). If Thai motorcyclists had suffered serious LEI as often as riders in Los Angeles, this would amount to 164 Thai riders with serious LEI, instead of the 102 riders actually seen. In effect, 62 riders with serious LEI were “missing” from the Thailand accident sample. Thai riders had significantly fewer serious injuries to the hip, lower leg and ankle-foot regions but were equally likely to suffer serious thigh and knee injuries as riders in Los Angeles. This is shown in Table 10.

Injured region	Los Angeles (N=900)	Thailand (N=1082)	χ^2	p
Any LE region	15.2	9.4	15.56	.001
Hip	1.6	0.6	3.87	.049
Thigh	4.8	4.7	0.00	.947
Knee joint, AIS>1	1.6	1.7	0.04	.849
Lower leg, AIS>2	7.4	4.7	6.54	.011
Ankle-foot	4.2	0.5	32.73	.001

Table 10
Percent of riders in each study area with serious LEI. All χ^2 analyses have 1 degree of freedom. All probabilities are two-tailer

Other vehicle type

About one fourth of Thai riders collided with another motorcycle. Leg injuries were slightly less frequent if one motorcycle struck another motorcycle than if the motorcycle was the only vehicle involved (4.3% vs. 5.2%). But serious leg injury frequency nearly tripled (to 12.7%) if the motorcycle struck a car, truck or some other two-track vehicle. Figure 6 shows the frequency of serious leg injuries in Thailand for the different OV types.

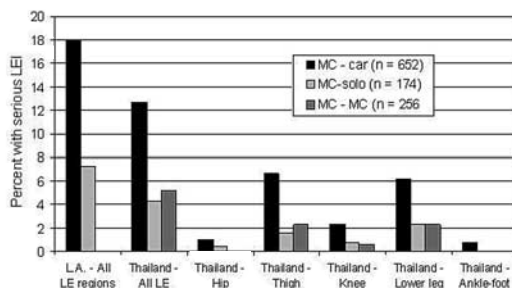


Figure 6
Frequency of serious LEI as a function of OV type

Chi-square analysis showed no difference crashes in the frequency of serious LEI between motorcycle-solo crashes and motorcycle-motorcycle, neither for the lower extremity generally ($\chi^2 = 18, p = .67, df = 1$), nor for any individual region ($\chi^2 < .681, p > .40, all df = 1$), so the two groups were combined and then compared to motorcycle-car crashes. In Thailand, riders in MC-car crashes had significantly more serious LEI than riders in crashes that did not involved a car. This was true for the lower extremity generally as well as for the thigh, knee and lower leg regions ($\chi^2 > 4.30, p < .04, df = 1$). Although the same trend was seen for the hip and ankle-foot regions, Fisher's Exact Test results were not significant ($p > .085$) In Los Angeles, similar results were found. Riders in MC-car crashes were significantly more likely to have a serious lower extremity injury, for the lower extremity generally and for lower leg region ($\chi^2 > 10.3, p < .001, df = 1$) and the knee and hip (Fisher's Exact Test $< .05$). The thigh and ankle-foot regions did not differ significantly.

Table 11 compares the rate of serious LEI in Los Angeles to Thailand. In motorcycle-car crashes, riders in Los Angeles were significantly more likely to suffer serious injury somewhere in the lower extremity, but region-by-region comparison showed a significant difference only for the lower leg and ankle-foot regions. In collisions that did not involve a car, Los Angeles riders were significantly more likely to suffer a serious somewhere in the lower extremity, but there were no significant differences for individual regions.

Motorcycle collision with car				
Lower extremity region	Study area		χ^2	p
	Thailand (n=632)	Los Angeles (n=668)		
Any LE region	12.7	18.0	7.02	.008
Hip	0.9	1.9	2.24	.134
Thigh	6.6	5.4	0.91	.340
Knee	2.4	2.1	0.11	.735
Lower Leg	6.2	9.1	4.01	.045
Ankle-foot	0.8	4.9	19.70	.0001
Motorcycle-solo or motorcycle-motorcycle crashes				
Lower extremity region	Study area		χ^2	p
	Thailand (n=430)	Los Angeles (n=208)		
Any LE region	4.7	4.7	1.77	.183
Hip	7.2	7.2	-	1.000*
Thigh	0.2	0.2	-	.269*
Knee	0.0	0.0	-	.555*
Lower Leg	1.9	1.9	-	1.000*
Ankle-foot	3.4	3.4	-	.004*

Table 11
Comparison of the frequency of serious LEI in Los Angeles and Thailand crashes, matching by collision type and injury region

Earlier it was noted that if Thailand motorcyclists had the same rate of serious LEI as Los Angeles riders, an additional 62 Thai riders would have suffered a serious LEI. In Thailand, 430 riders (40%) were in low-threat collisions that did not involve a car, compared to 208 riders (24%) in Los Angeles. If Thailand had had the same distribution of low-threat (MC-MC and MC-solo) and high-threat (i.e., MC-car) crashes as Los Angeles, but Thai rates of serious LEI per crash, 117 riders would have had a serious LEI, instead of 102. Thus, differences in the distribution of high-threat and low-threat crashes accounts for only about 15 of the “missing” 62 serious LEI cases in Thailand.

Table 12 compares the frequency of serious LEI in Los Angeles and Thailand by the collision configuration. In intersection collisions where the motorcycle and OV were on perpendicular precrash paths (2 and 3 in Table 12), in both Thailand and Los Angeles, serious LEI were far more frequent if the OV struck the motorcycle than if the motorcycle struck the OV.

However, in a common similar situation in which the motorcycle and OV initially approach each other from opposite directions, then the OV turns across the path of the oncoming motorcycle (configurations 6 and 7 in Table 12), Los Angeles showed little difference between motorcycle-strikes-OV and OV-strikes-motorcycle crashes. In Thailand, motorcyclists who were struck by the OV in this configuration had no serious LEI, but about 13% of those who struck the OV had a serious LEI.

Accident configuration	Los Angeles		Thailand	
	Serious LEI %	n	Serious LEI %	n
1 Head-on collision of MC and OV	45.5	11	17.1	41
2 Perpendicular impact, both going straight, OV hits MC	34.1	44	20.5	44
3 Perpendicular impact, both going straight, MC hits OV	8.9	79	12.0	50
4 OV perpendicular to MC path at start, then OV turns left	13.8	29	15.4	13
5 OV perpendicular to MC path, then OV turns right	30.0	10	11.1	54
6 MC coming from opposite direction, OV turns & hits MC	22.2	72	0.0	11
7 MC coming from opposite direction, OV turns, MC hits OV	19.7	122	15.0	60
8 MC left turn, OV perpendicular to MC initial path	8.3	12	0.0	8
9 MC right turn, OV perpendicular to MC initial path	0.0	6	4.3	23
10 MC overtaking OV on driver's side, OV turns toward MC	26.3	19	4.8	21
11 MC overtakes OV on passenger side, OV turns toward MC	8.7	23	5.0	40
12 OV rear-ends MC	10.3	29	4.1	49
13 MC rear-ends OV	18.4	49	14.6	137
14 Sidewipe, MC & OV going opposite directions	40.0	5	20.5	44
15 Sidewipe, MC & OV going same directions	15.9	69	6.5	77
16 OV U-turn or Y-turn in front of MC	13.8	44	4.0	75
17 Other MC to OV impacts	27.9	18	9.4	96
18 MC fall on roadway, no OV involved	6.1	66		48
19 MC ran off roadway, no OV involved	12.4	99	10.0	70
20 MC fall on roadway trying to avoid OV	3.8	20	2.4	42
21 MC ran off roadway trying to avoid OV	3.7	54		6
97 Other	4.5	22	4.2	71
Total	15.2	900	9.4	1082

Table 12
Percent of riders with serious LEI in Los Angeles and Thailand as a function of accident configuration

Speed

Motorcycle crash speeds were slightly higher in Los Angeles than in Thailand with median crash speeds of 35 km/hr (21 mph) compared to 30 km/hr (18 mph) and the difference was statistically significant ($t > 5.5$, $df = 1785$, $p < .0001$). The distribution of motorcycle crash speeds for the two study areas is shown in Figure 7.

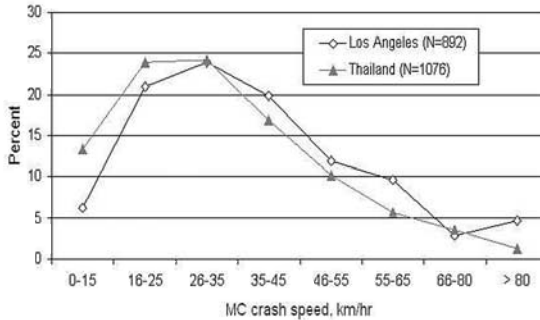


Figure 7
Percent distribution of motorcycle crash speeds in Los Angeles and Thailand

Figure 8 illustrates the effect of motorcycle crash speed and the involvement of a car on the frequency of serious LEI. In crashes that did not involve a car, in both Los Angeles and Thailand, motorcycle crash speed had no consistent effect on the frequency of serious LEI. In fact, LEI frequency was essentially unchanged at speeds up to 65 km/hr (~40 mph), then declined at higher speeds in Thailand and increased slightly in Los Angeles.

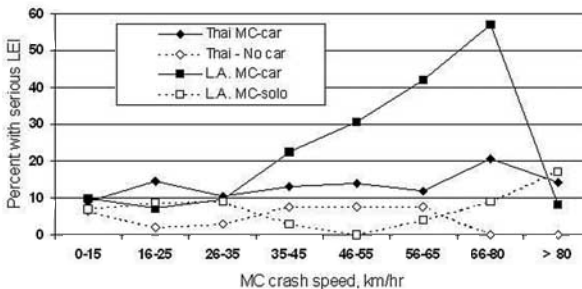


Figure 8
Percent of riders suffering serious LEI as a function of crash speed and car involvement in Los Angeles and Thailand

However, the effect of motorcycle crash speed in motorcycle-car crashes was remarkably different in Los Angeles and Thailand. In Los Angeles, 29% of riders going faster than 35 km/hr (~22 mph) had a serious LEI. This was significantly higher than the 9% rate in Los Angeles MC-car crashes for riders going slower than 35 km/hr. It was also significantly higher than the 14% rate of serious LEI in Thailand MC car-crashes at speeds over 35 km/hr ($\chi^2 > 17.4$, $p < .001$, $df = 1$). Crash speed had no significant effect in Thailand MC-car crashes or on MC-solo and MC-MC crashes in either study area.

This difference in the frequency of serious LEI in motorcycle-car collisions at speeds above 35 km/hr could account for 33 of the 62 “missing” serious LEI in Thailand.

OV crash speed also appeared to have a mixed effect. As Figure 9 shows, for Thai riders in motorcycle-motorcycle crashes, if the OV was a motorcycle, its crash speed had no effect. LEI frequency varied little in MC-car crashes at speeds below 25 km/hr (16 mph). In motorcycle-car crashes, the LEI rate in Thailand was 11% for car crash speeds below 25 km/hr, but increased to 19% at car impact speeds above 25 km/hr, and the difference was significant ($\chi^2 = 7.11$, $p = .008$, $df = 1$). In Los Angeles, the serious LEI rate averaged 18% at OV crash speeds below 25 km/hr and 19% at OV crash speeds over 25 km/hr, a non-significant difference.

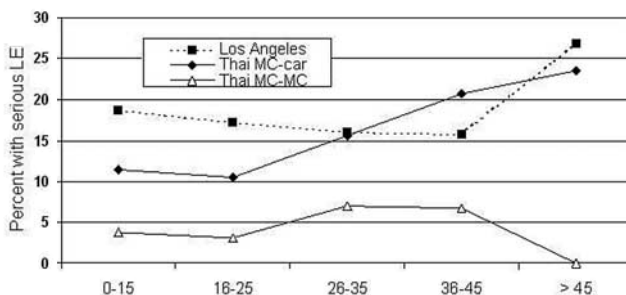


Figure 9
Frequency of serious LEI as a function of OV type and OV crash speed

Motorcycle frame type

If serious leg injuries occur when the leg is caught between the side of the motorcycle and another surface such as pavement or part of a car, perhaps motorcycles with step-through frames avoid this potential trapping or crushing because in the normal riding position most of the leg is not against the side of the motorcycle as it is with a standard frame motorcycle. The Thailand data allow a convenient comparison of this possibility for two reasons. The first is that step-through frame motorcycles were common – 62% of the total in Thailand. The second reason is that nearly all the motorcycles in Thailand were small – under 150 cc – so that comparisons of frame type are not contaminated by differences in motorcycle mass. Table 13 shows that riders on step-through frame motorcycles had fewer serious lower extremity injuries overall but the effect fell short of statistical significance ($p \sim .09$ for 2-tailed χ^2 test, but one-tailed $p = .055$ by Fisher's Exact Test). None of the region-by-region comparisons were statistically significant. If this effect of fewer serious LEI on step-through frame motorcycles is a consistent and valid effect, then it could account for about 13 of the 62 “missing” leg injuries in the Thailand data.

Leg region	Percent with serious injury		χ^2	p
	Standard frame (N=414)	Step-through frame (N=668)		
Any LE region	11.4	8.2	2.91	.088
Hip	0.5	0.7	-	.714*
Thigh	5.3	4.3	0.54	.463
Knee	2.4	1.2	2.32	.128
Lower Leg	5.8	4.0	1.75	.185
Ankle-foot	0.7	0.4	-	.680*

* Fisher's Exact Test results

Table 13
Percent of Thailand riders with serious LEI as a function of motorcycle frame type. For all χ^2 comparison, $df = 1$

When Thailand accidents are separated into the two categories of collisions with a car and those that did not involve a car, there were no significant differences between step-through frame and standard frame motorcycles in the frequency of serious leg injury – not for any individual leg region and not for the lower extremity overall ($\chi^2 < 2.26$, $p > .13$, $df = 1$).

In Los Angeles, almost all the motorcycles had a standard frame. To allow a more direct comparison of Thailand and Los Angeles accidents, Table 14 compares only those Thailand crashes that involved standard frame motorcycles with Los Angeles accidents. In motorcycle-car crashes, Thailand riders again had significantly fewer serious LE injuries, but the only specific region with significantly fewer serious injuries was the ankle-foot region. In crashes that did not involve a car, Los Angeles and Thailand did not differ significantly in the frequency of serious LEI, for the lower extremity generally or for any specific region of the leg.

Motorcycle-car collisions				
Lower extremity region	L.A.	Thailand	χ^2	p
Any LE region	18.3	14.6	1.72	.189
Hip	2.0	0.4	-	.130*
Thigh	5.5	6.5	0.35	.553
Knee	2.0	3.5	1.70	.192
Lower Leg	9.4	7.7	0.64	.425
Ankle-foot	5.1	1.2	7.49	.006
Motorcycle-solo or motorcycle-motorcycle collisions				
Lower extremity region	L.A.	Thailand	χ^2	p
Any LE region	7.5	5.5	0.55	.459
Hip	0.0	0.7	-	.422*
Thigh	3.5	2.8	-	.766*
Knee	0.0	0.7	-	.422*
Lower Leg	2.5	1.4	-	.703*
Ankle-foot	2.5	0.0	-	.076*

* Fisher's Exact Test results

Table 14
Frequency of serious LEI for Thailand standard-frame motorcycles compared to all motorcycles in Los Angeles

Motorcycle size

Motorcycle mass could conceivably contribute to leg injuries in either of two ways. One way is that a heavier motorcycle falling on a rider's leg may be more likely to cause serious injury than a light motorcycle. The second way is that a heavier motorcycle has more inertia, more resistance to being moved when impacted by a car. If the rider's leg is caught between part of the car and part of the motorcycle, greater motorcycle inertia might contribute to higher loads being placed on the rider's leg. Motorcycle engine displacement can be used as an indicator of the motorcycle's mass (or its power) because both mass and power tend to increase with increasing engine size. Motorcycles under 150cc have an average mass about 95 kg, while those over 750cc tend to have a mass in the range of 225 – 350 kg.

However, the results showed that motorcycle engine size (and, by inference, mass) had no statistically significant effect on the frequency of serious lower extremity injuries in Los Angeles. This was true for motorcycle-car crashes ($\chi^2 = .39$, $p \sim .983$, $df = 4$) and MC-solo crashes ($\chi^2 = 2.31$, $p = .679$, $df = 4$). Figure 10 illustrates these findings.

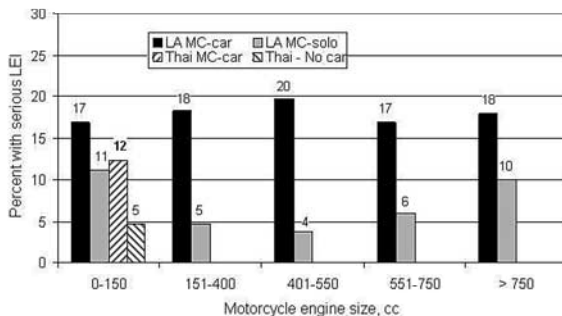


Figure 10
Frequency of serious LEI as a function of motorcycle size and collision type

Automobile design

When the Los Angeles data was collected in 1976-1977 passenger car bumpers were almost all made of steel. Since that time, passenger car bumpers have been redesigned, so that most are now made of a more pedestrian-friendly resilient plastic foam. Current bumpers also have a less-aggressive shape that avoids concentrating impact loads into a small area. This redesign of car bumpers could account for some of the difference in the frequency of serious LEI between the Thailand and U.S. studies. (Unlike previous discussions of “cars”, which included any non-motorcycle, the analysis that follows is restricted to passenger cars. Pickup trucks, buses, vans, SUVs, etc. are excluded.)

In Thailand, 99 motorcycles struck the front end of a passenger car. Eighteen riders (18%) suffered 24 serious LEI as a result of these front-end impacts; eight were due to bumper impact. In Los Angeles, 184 motorcycles struck the car front end. Forty-eight of those riders (26%) suffered at least one serious LEI. That is, the serious LEI rate for Thailand riders who struck the front end of a car was 70% as great as the injury rate for riders in Los Angeles. This is shown in Table 15. By comparison in low-threat crashes (MC-solo and MC-MC), Thai riders were 65% as likely to suffer serious LEI as riders in Los Angeles.

Region	Car front impacts			
	Los Angeles (n=184)	Thailand (n=99)	χ^2	p
Any LE region	26.1	18.2	2.25	.134
Hip	3.2	0.0	-	.094*
Thigh	7.6	7.1	0.03	.869
Knee	2.2	1.0	-	.861*
Lower leg	14.7	14.1	0.01	.903
Ankle-foot	10.9	1.0	9.11	.003

* Fisher's Exact Test results

Table 15
Percent of riders with serious LEI from frontal and side collisions with passenger cars in Thailand and U.S. For all χ^2 comparison, $df = 1$

The sides of passenger cars show much less structural change in the years between the Los Angeles and Thailand studies and allow comparison to the car front end. In Los Angeles, 43 of 311 riders (14%) who made first contact with the side of a passenger car had a serious LEI.

In Thailand, only 13 of 162 riders (8%) who made first contact with the side of a passenger car suffered a serious LEI. This is shown in Table 16. That is, riders in Thailand were 58% as likely as riders in Los Angeles to suffer a serious LEI from impacting the side of a car. This is somewhat greater than the difference between Thailand and Los Angeles for impacts with the car front end.

Region	Car side impacts			
	Los Angeles (n=311)	Thailand (n=162)	χ^2	p
Any LE region	13.8	8.0	3.43	.064
Hip	1.3	0.0	-	.304*
Thigh	5.1	6.2	0.22	.641
Knee	1.9	1.2	-	.721*
Lower leg	6.1	2.5	3.05	.081
Ankle-foot	2.3	1.0	0.59	.443

* Fisher's Exact Test results

Table 16
Percent of riders with serious LEI from collisions with the side of passenger cars in Thailand and U.S. For all χ^2 comparison, $df = 1$

Discussion

Accident causation

Differences

The most significant finding in this study is the relative lack of OV driver error in Thailand (46% of multiple vehicle crashes) compared to Los Angeles (64%). Roughly half this difference was the result of the high rate of alcohol involvement in Thailand compared to Los Angeles (37% vs. 12%) and the fact that about three-fourths of drinking riders in both locations were the primary cause of the crashes they were in. But half the difference was due to other factors that are more difficult to quantify because they were not recorded.

Neither the Los Angeles nor the Thailand data forms asked car drivers why they collided with the motorcycle even though drivers often told investigators what they had seen – or not seen – just before the crash. Hurt et al. [05/, p. 45] reported that a typical statement by an OV driver was, “I signaled to turn left and started out when it was clear. Then something hit my car and later I saw the motorcycle and the guy lying in the street. I never saw him! Look what he did to my car.” Drivers in Los Angeles made variations of this sort of statement over and over. The research experience of interviewing many of these drivers would suggest that 90-95% of car drivers whose error caused the crash failed to see the motorcycle at all or saw it just an instant before impact, when it was too late to avoid a collision. The remainder of at-fault drivers said they had seen the motorcycle but misjudged its speed or distance and mistakenly thought they had enough time to complete their maneuver.

By comparison, car drivers in Thailand who violated the motorcycle right-of-way often insisted that “the motorcycle rider should have yielded to me” or that they thought the motorcycle would stop for them. Obviously, this points to a great need for more effective driver training, particularly in right-of-way issues. However, the interesting thing was that drivers in Thailand almost never said they hadn’t seen the motorcycle in cases where it was in plain sight. Of course, there were cases where the motorcycle was not readily visible, such as when a view obstruction blocked the view of the motorcycle or when the motorcycle was riding at night without a headlamp or tail lamp.

Conspicuity probably does not account for this difference because motorcycles in Thailand were, if anything, less conspicuous than those in Los Angeles. Day-time headlamp use in Thailand multiple vehicle crashes was about 25% compared to 30% in Los Angeles crashes. Thai riders were no more likely to wear highly conspicuous clothing than their Los Angeles counterparts, and Thai motorcycles as a group were much smaller than those in Los Angeles. So why do Thai drivers so consistently see motorcycles while drivers in Los Angeles just as consistently fail to see motorcycles?

The answer may lie in a hypothesis advanced by Hancock et al. [31/], who suggested that detection of motorcycles in traffic depends partly on how frequently an “event” (in this case a motorcycle) appears amid the “noise” (other vehicle traffic on the street). Hancock cited research in sustained attention that suggests that when the event-to-noise ratio is less than about one in six, or the total number of events per unit time increases beyond the observer’s capacity, the probability of detection declines. In Los Angeles, motorcycles accounted for about one in every 200 (0.5%) vehicles passing by exposure sites. In Thailand, motorcycles were 29% of the vehicle traffic passing the exposure sites in Bangkok and 49% of the traffic in “upcountry” areas [06/, 07/]. Hancock’s hypothesis suggests that Thai drivers were more likely to see approaching motorcycles because they are so common on the road, while drivers in Los Angeles failed to see the motorcycle they struck because they rarely saw a motorcycle in traffic. The frequency of motorcycles in traffic appears to shape car driver expectations as well as affecting visual search patterns and failures to detect traffic conflicts with motorcycles.

A second major difference between Thailand and Los Angeles was the significant amount of alcohol involvement in Thailand (37% vs. 12%). Despite the differences in the frequency of alcohol involvement, the problems created by alcohol appeared to be the same in both areas. These will be discussed shortly.

Riders in Los Angeles were much more likely than those in Thailand to lose control of the motorcycle in either low-side or high-side slide-out crashes (25% vs. 7%). The great majority of slide-out crashes in Los Angeles (20% of all crashes) occurred during collision avoidance braking maneuvers. In fact, 176 of 603 Los Angeles riders (29%) who took precrash evasive action suffered some kind of slide-out loss of control compared to only 48 of the 553 Thai riders (9%) who took avoidance action. The reasons for the difference are not obvious, and more research is needed.

Similarities

The effects of alcohol on crashes were remarkably similar in Los Angeles and Thailand. About three-fourths of drinking riders in both locations were the primary cause of their crash. Attention to the riding task plummeted among drinking riders while distraction and outright inattention just before the accident increased. Many drinking riders in both Los Angeles and Thailand simply could give no explanation of what happened just before they crashed. In both study areas, the accident configuration most “favored” by drinking riders involved running off the road or falling on the road in the absence of a threat from any other vehicle. These characteristics of alcohol-involved crashes, along with a predominance of alcohol crashes occurring at night, seem to be quite consistent, as they have been reported in Los Angeles [32/], Hawaii [33/], Australia [34/] and the United States generally [35/].

Speeds were very similar in both Thailand and Los Angeles. Precrash speeds were about 10 km/hr higher in Los Angeles than in Thailand and crash speeds about 5 km/hr higher. While these differences were statistically significant, it is not clear that they had any practical significance since injury severity is only mildly correlated with crash speed.

This report fails to find any support for the popular notion that large displacement motorcycles are more dangerous because they go faster than small motorcycles. The great majority of crashes occur at relatively low speeds – more than three-quarters were going less than 50 km/hr (~30 mph) when they crashed. In Los Angeles only 2% of motorcycles had a precrash speed of 100 km/hr or faster, while only 0.8% in Thailand were going that fast – and almost any motorcycle can reach speeds of 100 km/hr. In Los Angeles, motorcycles with larger engines tended to be going faster when they crashed, but it appears this was largely because they crashed on roads with higher speed limits. When motorcycle precrash speed was compared to the speed limit, larger displacement motorcycles were only slightly more likely to be exceeding the speed limit than smaller motorcycles.

Both the Los Angeles and Thailand studies showed that accident-involved riders had extremely short times to react to traffic conflicts. When a traffic conflict occurs, the motorcycle rider must detect the hazard, decide on a course of action, apply the proper control actions, and then monitor the motorcycle as it responds to those control actions. The great majority of riders (90% in Los Angeles, 82% in Thailand) had less than 3 seconds between the precipitating event and the collision impact for all these mental and physical processes.

The success or failure of the collision avoidance action depends upon adequate time to react to the traffic conflict and upon rider skill. Collision avoidance skills are more complex and difficult to execute properly for motorcycles than for cars and most motorcycle riders have not developed the necessary skills. The rider's detection process can be improved with experience and training to reduce the amount of time required to respond to a traffic hazard. However, decision and control application always consume valuable time and many riders make significant errors of judgment and execution.

Accident research has shown problems with both swerving and braking as ways of avoiding a collision [05/-07/]. Ouellet [36/] analyzed braking performance in typical traffic conflict situations and proposed that a strategic choice of lane position can allow the rider more time to respond and delay his arrival at the conflict point than highly skilled braking. The requirement for "counter-steering" the motorcycle to turn or swerve is unique to the single track vehicle and many riders - even experienced and trained motorcyclists - demonstrate dangerous errors as well as significant delays in control actions [05/, 37/]. Counter-steering absorbs both space and time - about one-half second - while the motorcycle front wheel "tracks out" and the motorcycle begins to lean before the motorcycle changes direction [38/]. Finally, when swerving is combined with excessive braking, the usual result is a slide-out loss of control.

If lack of time for collision avoidance action is a major determinant of crash involvement, then it may be useful to teach riders strategies for traffic conflict avoidance that would allow riders to avoid some risky situations and respond much sooner in other potential threat situations. The teaching and practice of braking and swerving is useful, but development of traffic conflict avoidance skills surely has at least equal importance. The fact that 30% of the Los Angeles riders who took evasive action lost control and slid out suggests serious limitations in relying on collision avoidance skills as a way of preventing accidents. Unfortunately, these errors of collision avoidance persist in current motorcycle accidents, even for trained and experienced riders.

Lower extremity injuries

Serious, and potentially debilitating, lower extremity injuries were significantly more frequent in Los Angeles than in Thailand (15% vs. 9%). Only one factor consistently explains part of the difference: Thailand had far more “low-threat” collisions (i.e., MC-MC and MC-solo) than Los Angeles (40% vs. 24%). Serious LEI occur about 40% as often in these low-threat crashes as in the high-threat MC-car collisions (4.7% vs. 12.7%).

Other variables had ambiguous or inconsistent effects on the frequency of serious LEI. Intuitively, one would expect serious leg injuries to increase as crash speeds increase. However, motorcycle crash speed had no consistent effect on serious LEI in motorcycle-solo and motorcycle-motorcycle crashes in either Thailand or the U.S. Curiously, it also had no effect in Thailand motorcycle-car crashes but a very pronounced effect in U.S. motorcycle-car crashes. There is no obvious explanation why motorcycle crash speed has a powerful effect in one study area and no effect at all in the other study area. Nor is it possible to determine from these data which study area is “normal” and which one is “abnormal.”

OV crash speed also had an ambiguous effect on the frequency of serious LEI. In Thailand, if the OV speed was less than 25 km/hr (<16 mph) or less, only 11% of riders had a serious LEI, compared to 19% of Thai riders who struck a car that was going over 25 km/hr. However, OV crash speed in Los Angeles failed to show a similar difference in LEI frequency: 18% of riders suffered serious LEI if the car was going 25 km/hr or less and 19% if the car was going over 25 km/hr.

Step-through frame motorcycles in Thailand also present an uncertain effect. Riders on step-through frame motorcycles had fewer serious LEI than riders on standard-frame motorcycles (8% vs. 11%), but the effect fell short of statistical significance ($p \sim .09$). Also, it is not clear that the effect can be attributed entirely to the motorcycle frame type. Rider or environment characteristics may play some role. Motorcycles with a standard frame were half the sample in the congested urban streets of Bangkok, but only 12% of those in the upcountry areas, where females, older persons and children make up a much larger part of the riding population than in Bangkok.

Motorcycle engine displacement (and its correlates, power and motorcycle mass) simply had no effect at all on the frequency of serious LEI.

In both Thailand and Los Angeles, serious LEI were much more frequent in perpendicular collisions if the OV struck the motorcycle than if the motorcycle struck the OV. However, this was not true in crashes where the OV turned across the path of a motorcycle approaching from the opposite direction.

Passenger car front ends and bumpers have been significantly redesigned in the past two decades with the intention of reducing the severity of pedestrian injuries. Presumably, motorcyclists ought to benefit from these changes as well. However, the difference between Los Angeles and Thailand in serious LEI from car frontal impacts (26% vs. 18%) is less than the difference in serious LEI rates when the motorcycle struck the side of a passenger car (13% vs. 8%), which has not undergone the sort of major redesign that car front ends have had.

If riders in Thailand had suffered serious LEI at the same rate as riders in Los Angeles, there would have been 62 more riders in Thailand with at least one serious LEI – these have been referred to as “missing” LEI cases. Differences in the distribution of high-threat and low-threat crashes account for about only 15 of the 62 “missing” cases of serious LEI cases in Thailand. Different injury rates for motorcycle crash speeds in MC-car collisions would account for 33 of the 62 “missing” Thai riders with a serious LEI. Different injury rates for step-through motorcycles could account for another 13 riders. Unfortunately, while it is possible to account for some of the “missing” riders, the effect of frame type on serious LEI was statistically insignificant and the wildly differing effect of crash speed in MC-car crashes defies explanation. The only factor that is consistent is that riders in low-threat crashes (MC-solo and MC-MC) suffered serious LEI about 40% as often as riders in high-threat (MC-car) crashes.

The factors selected for analysis here were not chosen randomly. Rather, they were selected because the experience of analyzing and reconstructing hundreds of motorcycle accidents suggested these factors might reveal why some riders suffer serious LEI and others do not. However, almost none of the factors examined here provide a consistent explanation of how and why serious lower extremity injuries occur in some accidents and not in others. It seems unlikely that serious lower extremity injuries occur quite randomly. Alternatively, perhaps gross evaluation of the data in a large-scale generalized accident data sets is not detailed enough to explain leg injury causation. That is, more refined ways of analyzing factors such as impact speeds, contact surfaces, rider post-crash motion, etc., may be needed. A more detailed reexamination of the original case files for a specific analysis of leg injury mechanisms might be required.

The first step in developing effective leg injury prevention methods should come from identifying the conditions in which serious leg injuries occur – and when they do not occur. Because serious and debilitating lower extremity injuries are so common in motorcycle accidents, and because a large database of detailed crash investigations is now available, a more detailed examination of the data is both possible and urgently needed.

Acknowledgement

The authors gratefully acknowledge the support of the Head Protection Research Laboratory during the preparation of this paper. The authors would also like to thank Professor Hugh H. Hurt, Jr. for his valuable comments on the draft manuscript.

References

- 01/ Reiss ML, Berger WG & Valette GR, Analysis of Motorcycle Accident Reports & Statistics, Biotechnology Inc., 1974
- 02/ Newman JA & Webster, GD, The mechanics of motorcycle accidents, Proceedings of the 18th Conference of the American Assn of Automotive Medicine, 1974
(Now Assn. for the Advancement of Automotive Medicine, Elk Grove, IL).
- 03/ Janoff MS, Motorcycle noticeability and safety during the daytime, Proceedings of the Second Intl. Conference on Automotive Safety SAE paper 73034, 1973
- 04/ Olson PL, Halstead-Nussloch R & Sivak, M, Development and testing of techniques for increasing the conspicuity of motorcycles and motorcycle drivers. Final report, University of Michigan Highway Safety Research Institute, Ann Arbor, MI, 1979
- 05/ Hurt, HH, Jr., Ouellet, JV & Thom, DR, Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures
Final Report, DOT-HS-F-01160, 1981
- 06/ Kasantikul, V, Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Counter-measures in Thailand: Volume I: Bangkok, KP Printing, Bangkok, 322 pages, 2002a
- 07/ Kasantikul, V., Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures in Thailand: Volume II: Upcountry. KP Printing, Bangkok, 309 pages, 2002b
- 08/ Peek C, Braver ER, Shen H & Kraus JF, Lower extremity injuries from motorcycle crashes: a common cause of preventable injury
J Trauma. 37 (3): 358-364; 1994
- 09/ MacKenzie EJ, Cushing BM, Jurkovich GJ, Morris JA Jr, Burgess AR, deLateur BJ, McAndrew MP, Swiontkowski MF, Physical impairment and functional outcomes six months after severe lower extremity fractures
J Trauma, 34 (4): 528-538; discussion 538-539; 1993
- 10/ Butcher JL, MacKenzie EJ, Cushing B, Jurkovich G, Morris J, Burgess A, McAndrew M, Swiontkowski M; Long-term outcomes after lower extremity trauma; J Trauma, 41, (1): 4-9; 1996
- 11/ Jeffers RF, Tan HB, Nicolopoulos C, Kamath R, Giannoudis PV; Prevalence and patterns of foot injuries following motorcycle trauma.
J Orthopedic Trauma; 18 (2): 87-91; 2004
- 12/ Bried JM, Cordasco FA, Volz RG, Medical and economic parameters of motorcycle-induced trauma. Clinical Orthopedics, (223): 252-256, 1987

- 13/ Wick M, Muller EJ, Ekkernkamp A, Muhr G. The motorcyclist: easy rider or easy victim? An analysis of motorcycle accidents in Germany. *American J Emergency Medicine.*; 16 (3): 320-323; 1998
- 14/ Lateef F, Riding motorcycles: is it a lower limb hazard? *Singapore Med J.*; 43 (11) 566-569; 2002
- 15/ LaTorre G, Bertazzoni G, Zotta D, van Beeck E, Ricciardi G, Epidemiology of accidents among users of two-wheeled motor vehicles: A surveillance study in two Italian cities; *Eur J Public Health*; 12 (2): 99-103; 2002
- 16/ Sirathranont J & Kasantikul V, Mortality and injury from motorcycle collisions in Phetchaburi Province, *J Medical Association of Thailand* 86 (2): 97-102; 2003
- 17/ Read KM, Burgess AR, Dischinger PC, Kufera JA, Kerns TJ, Ho SM & Burch C, Psychosocial and physical factors associated with lower extremity injury, 46th Annual Proceedings Association for the Advancement of Automotive Medicine, Tempe, AZ, 2002
- 18/ Bartol J, Livers GD & Meinnert RJ, Near-term Safety Improvements for Motorcycles, Final Report, DOT-HS-4-00815, 1975
- 19/ Bothwell PW & Peterson HC, Dynamics of Motorcycle Impact, Final Report, DOT-HS-800-587, 1971
- 20/ Bothwell PW & Peterson HC, Dynamics of Motorcycle Impact, 1971-1973, Final Report,, Vols I & II, DOT-HS-126-1-186, 1973
- 21/ Bothwell PW & Peterson HC, Dynamics of Motorcycle Impact, Final Report, Vol. III, DOT-HS-126-3-843, 1981
- 22/ Chinn BP & Karimi H, Leg Protection for a sports motorcycle, Proceedings of the 1990 SAE International Conference and Exhibition, 1990. SAE No. 900748. Reprinted in *Rider - Passenger Protection in Motorcycle Collisions*, SAE Publication SP-827, 1990
- 23/ Ouellet JV, Hurt HH Jr. & Thom DR, Collision performance of contemporary crashbars and motorcycle rider leg injuries, Proceedings of the 1987 SAE International Conference and Exhibition, Detroit, 1987. SAE paper # 870603; Reprinted in *Accident Reconstruction: Automobiles, Tractor-Semitrailers, Motorcycles and Pedestrians*, SAE Publication P-193, 1987
- 24/ Otte D, Schroeder G & Richter M, Possibilities for load reductions using garment leg protectors for motorcyclists - a technical, medical and biomechanical approach. *Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*; 46:367-385, 2002
- 25/ Ouellet, JV, "Motorcycles", Chapter 35 and "Helmets" Chapter 36 in *Scientific Automobile Accident Reconstruction*, (Barzelay, MD, Ed.), Mathew Bender Publishing Co., NY, 1979

- 26/ Smith, TA. V Kasantikul, JV Ouellet, DR Thom, S Browne & HH Hurt, Jr., Methodology for the Development of an On-Scene Motorcycle Accident Investigation Research Program in Thailand Using the Hurt Study as a Model, Proceedings of the 2001 International Motorcycle Safety Conference, Motorcycle Safety Foundation, Irvine, CA, (available only on compact disc from MSF), March 2001
- 27/ Technical Expert Group of the Co-ordinating Group for Motorcycle Accident Investigations; of the Road Transport Research Programme; of the Directorate for Science Technology and Industry; of the Organization for Economic Cooperation and Development, OECD/DSTI/RTR/RS9/TEG: Motorcycles: common international methodology for on-scene, in-depth accident investigation; 1999
- 28/ Committee on Injury Scaling, The Abbreviated Injury Scale, 1990 Revision; Assn for the Advancement of Automotive Medicine, Barrington, IL, 1990
- 29/ Marsh JM, An Occupant Injury Classification procedure incorporating the Abbreviated Injury Scale; Proceedings of the International Accident Investigation Workshop, 1973
- 30/ Committee on Injury Scaling, The Abbreviated Injury Scale, 1980 Revision; Assn for the Advancement of Automotive Medicine, Barrington, IL, 1990
- 31/ Hancock, PA, Hurt, HH, Jr., Ouellet, JV & Thom, DR, Failures of driver sustained attention in the etiology of motorcycle-automobile collisions, Proceedings of the 19th Annual Conference of the Human Factors Society of Canada, Vancouver, BC, 1986
- 32/ Ouellet, JV, Hurt, HH, Jr. & Thom, DR, Alcohol involvement in motorcycle accidents, Proceedings of the 1987 SAE International Conference and Exhibition, Detroit, 1987. SAE paper #870602
- 33/ Kim K, Kim S & Yamashita, E, An analysis of alcohol-impaired motorcycle crashes in Hawaii, 1986-1995, Transportation Research Board, Transportation Research Record, No. 1734, pp 77-85, 2000
- 34/ Haworth NL, Alcohol in motorcycle crashes, International Conference on Alcohol, Drugs & Traffic Safety, Stockholm, 2000.
- 35/ Shankar, U, Alcohol involvement in fatal motorcycle crashes, National Center for Statistics & Analysis, National Highway Traffic Safety Administration, DOT HS 809-576, 2003
- 36/ Ouellet, JV, Lane positioning for collision avoidance, Proceedings of the International Motorcycle Safety Conference, Vol II, pp. 9/58-80, Published by Motorcycle Safety Foundation, Costa Mesa, CA, 1990

- 37/ Hurt, HH, Motorcycle handling and collision avoidance: anatomy of a turn, Second International Congress on Automotive Safety, SAE Paper 73032, San Francisco, 1973
- 38/ Watanabe Y & Yoshida K, Motorcycle handling for collision avoidance, Second International Congress on Automotive Safety, SAE Paper 73018, San Francisco, 1973

Neuere Tendenzen in der britischen Zweiradstatistik

Recent developments in UK motorcycle-related data

**Evolutions récentes des données relatives au
motocyclisme au Royaume-Uni**

Nich Brown BA (hons)

Dir. Research & Statistical Services
Motorcycle Industry Association of Great Britain

Kurzfassung

Eine zuverlässige und gehaltvolle Datenbank ist für jeden in allen wissenschaftlichen Aspekten des Motorradfahrens Forschenden notwendig. Ein Verständnis der Arten der Datenquellen und deren Sammlung sowie Interpretation ist bei der Betrachtung (oftmals für andere Zwecke als vom Forscher beabsichtigt) der vielfältigen Aspekte des Motorradfahrens essentiell.

Missverständnisse zwischen den Eigentümern und den Nutzern verschiedener Datenbanksätze oder Unklarheiten über deren Basis können Sachverhalte bis zu unterschiedlichster Auslegung der Daten bedeuten. Einige Projekte haben vor kurzem die in GB verfügbaren Daten gesichtet und korrigiert.

1. Eine Beratungskommission, bestehend aus Mitgliedern der Motorradindustrie und Motorradfahrern, berücksichtigt statistische motorradbezogene Daten verschiedenster Quellen
2. Entwicklung von Momentaufnahmen und Trendberichten der Motorradindustrie
3. Modernisierung der Motorradindustrie-eigenen Datenbanken aus GB sowie ein Meldeverfahren für Motorradneuzulassungen
4. Bewertung und Herstellung von Kreuzbezügen von unabhängigen und offiziellen Datenquellen

Die Maßnahmen können durch ihre Bewertung von relativen Stärken und Schwächen ungleicher Datenquellen (die zu mannigfaltigen Improvisationen führen) zu einer brauchbaren Annäherung an das Verständnis von Wert und Bedeutung verfügbarer Datenquellen charakterisiert werden.

Die Ergebnisse umfassen:

1. Revidierung und Korrektur von Motorrad-bezogenen offiziellen und regierungsamtlichen Aktivitäten
2. Schaffung einer offiziellen Motorrad-bezogenen Statistik
3. Schaffung einer umfassenden Datenbank, die offizielle und unabhängige Erfolgskriterien beinhaltet

Abstract

For researchers into all aspects of motorcycling, reliable and meaningful benchmark data is essential.

Studying the many aspects of motorcycling requires an understanding of the nature of sources and methodologies by which data are collected and interpreted (often for purposes other than motorcycle researchers have in mind). Disagreement between owners or users of different data-sets, or confusion about the nature of things, can reflect issues with the data as much as alternative reasoning.

Several projects have recently reviewed and improved available UK data:

1. a government advisory group involving industry and riders to consider motorcycle-related statistics from various sources
2. modernisation of the UK industry's data-collection and reporting system for new motorcycle registrations
3. development of industry snapshot and trend reports
4. assessment and cross-referencing of independent and official data sources

These projects can be characterised by their appraisal of relative strengths and weaknesses in disparate sources of data (leading to many improvements) and a comparative approach to understanding the value and meaningfulness of available data sources.

Outcomes include:

1. UK government revision and correction of key measures of motorcycle activity
2. an official compendium of motorcycle-related statistics
3. creation of a comprehensive database combining official and independent metrics

Résumé

Pour les chercheurs de tous les domaines du motocyclisme, des données de base fiables et significatives sont essentielles.

L'étude des nombreux aspects du motocyclisme nécessite une compréhension de la nature des sources et des méthodologies grâce auxquelles les données sont réunies et interprétées (souvent dans des buts autres que ceux que des chercheurs en motocyclisme). Le désaccord entre ceux qui possèdent ou utilisent différentes séries de données ou la confusion quant à la nature des choses peut refléter les problèmes liés aux données aussi bien que tout autre raisonnement.

Les données disponibles au Royaume-Uni ont récemment été revues et améliorées dans le cadre de plusieurs projets :

1. un groupe de conseil gouvernemental incluant l'industrie et des motocyclistes afin d'étudier les statistiques concernant le motocyclisme issues de sources variées
2. modernisation du système de saisie des données et de déclaration de l'industrie de motos du Royaume-Uni pour les nouvelles immatriculations
3. développement de comptes rendus instantanés et de tendances de l'industrie
4. évaluation et renvois à des sources de données indépendantes et officielles

Ces projets peuvent être caractérisés par leur estimation de forces et de faiblesses relatives de sources de données disparates (ce qui entraîne de nombreuses améliorations) et par une approche comparative pour comprendre la valeur et la signification de sources de données disponibles.

Les résultats incluent :

1. la révision et la correction par le gouvernement du Royaume-Uni de mesures clés de l'activité motocycliste
2. un compendium officiel de statistiques concernant le motocyclisme
3. la création d'une base de données complète qui associe des chiffres officiels et indépendants

Recent developments in UK motorcycle-related data

Introduction

For researchers into all aspects of motorcycling, reliable and meaningful benchmark data is essential. Where the activities that represent motorcycling are being studied a number of official indicators are available which, at first sight, seem to offer a benchmark to guide the construction of sample-frames for rider population studies, or for comparing observations made about specific groups, or behaviours against a norm. Data on the number of vehicles in use, new registrations, total distance travelled by mode and casualty patterns are among the most common. However, many such basic comparators are compiled for entirely different purposes than those of the researcher into motorcycling. They are generally collected for regulatory purposes or the collection of taxes. Often these data offer the best readily-available proxy for the data an investigator really needs; they may carry the advantage of consistency in data collection method and are available for long time-series. As such they are used to inform official policy of governments and motorcycle organisations alike, but the fact that their terms of reference are for other purposes often creates a distorted picture of the real world.

Clearly, studying the many aspects of motorcycling requires an understanding of the nature of sources and methodologies by which data are collected and interpreted. This knowledge exists (to a greater or lesser extent) among the managers of such data-sets and researchers or other consumers of it, but such knowledge is neither perfect nor universal. The owner or manager of a data-set should well-understand the basis of its collection, processing, expression and dissemination, but will not necessarily be aware of all factors affecting the operating environment from which the data is taken. In a perfect world all data would accurately reflect the nature of its subject so discussion would centre on the underlying meaning of observations and the inferences that should be drawn. In reality disagreement between owners or users of different data-sets and confusion about the nature of things often reflect issues with the data as much as alternative reasoning.

Recent work provides a basis for more widespread understanding of commonly-used UK data-sets, not just among regular researchers but also for those who report more generally through the media and even the casual observer. This paper outlines four major projects that have recently reviewed and improved available UK data;

- a government advisory group involving industry and riders to consider motorcycle-related statistics from various sources
- modernisation of the UK industry's data-collection and reporting system for new motorcycle registrations
- development of industry snapshot and trend reports
- assessment and cross-referencing of independent and official data sources

Government advisory group on motorcycling

This group was set-up in 1999 under the auspices of the Department for Transport but including a comprehensive range of groups from the motorcycle community as well as road engineering, enforcement and road safety education agencies. Much of the work was informed by a series of working groups, including one which sought to identify the range of statistical information collected and disseminated by DfT and to consider where that data might be misunderstood, deficient or could be improved. Department of Transport Statisticians, MCI and the two main riders groups initially identified the need for a compendium of data on motorcycles, motorcycle users, journeys and safety which could be published via the web and updated as new data became available (NB: publication details have been requested but are not yet available).

Motorcycle traffic

One area of concern was with estimates of traffic levels, which did not appear to reflect the growth in UK motorcycle activity since the early 1990's. This led to a review of counting methods on minor roads and the gathering of new information about road lengths and traffic flow. The estimates for motorcycle traffic volume in recent years were subsequently revised upward in 'Road Traffic Statistics 2002' and it is now accepted that motorcycle traffic grew by 28% between 1993 and 2001 (previously reported as 18%) (figure 1). This finding has since led to a revision of motorcycle user casualty rates (casualties over distance) for the same period in 'Road Casualties in Great Britain 2002' (figure 2).

A current quality review of traffic counts is considering how to monitor minor roads more efficiently; this would provide much more data on the use of minor roads by motorcycles and other vehicles.

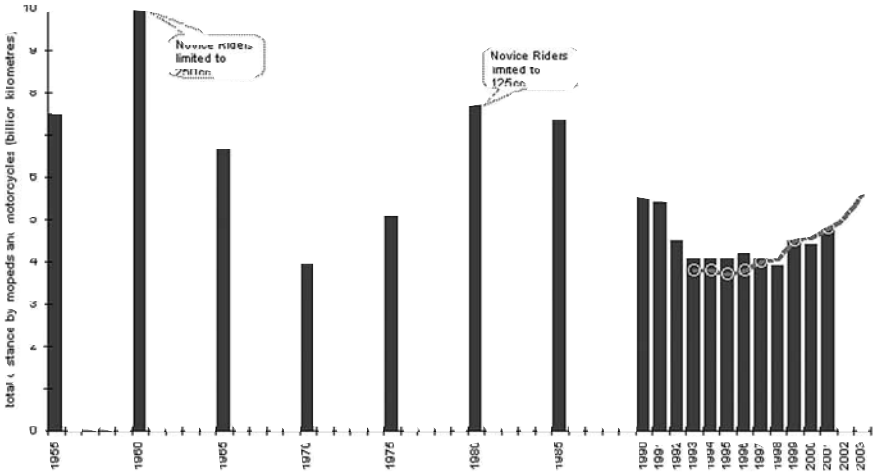


Figure 1
Motorcycle traffic estimates: GB: 1955 onward

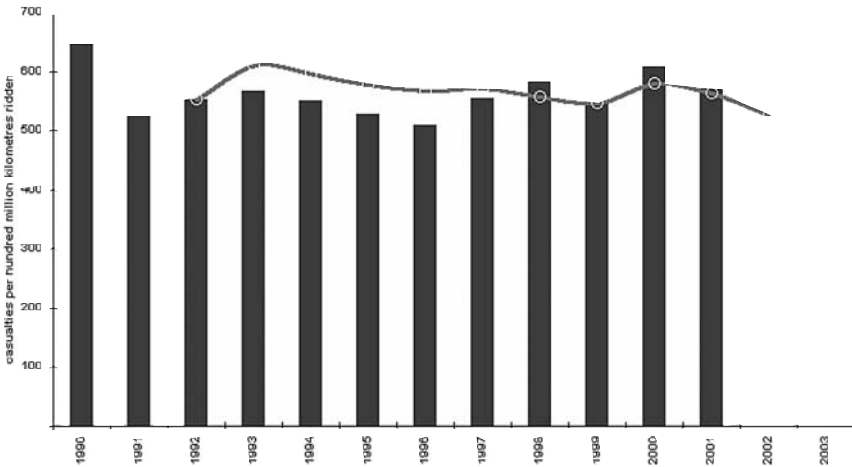


Figure 2
Motorcycle rider casualty rate: GB: 1990 onward

Motorcycle stock

Motorcycle stock figures are drawn from registration and vehicle licensing records and published in 'Vehicle Licensing Statistic 2003'. The UK Driver and Vehicle Licensing Agency vehicle database contains a significant amount of spurious and incomplete records, although it is difficult to quantify the total extent certain problems are readily apparent, such as the use of identical codes to identify the tax class for motorcycles and the body-type for scooter/sidecar combinations. The official figure for the stock of all powered two-wheelers is based on the number of vehicles taxed as 'bicycle' at the end of December. Any motorcycle taxed in other classes or not taxed for use in winter was ignored, yet other DfT figures clearly show motorcycle activity to be significantly higher in summer months. As a result, quarterly stock figures are now published and a whole-year estimate based on body-type and use of untaxed motorcycles has been agreed. The draft DfT compendium quotes the number of machines in use during 2002 as 1414000 kms 50% higher than the official figure currently published as part of the official time-series based on taxed at year-end. It is unlikely the basis of the published time-series will change but it is hoped to highlight the implications of this in DfT publications and to provide a link to the compendium. New regulations require vehicle keepers to advise if the vehicle is being kept off-road without tax-paid and roadside surveys of untaxed use (suggesting evasion rates for motorcycles had fallen from 33% to 25% immediately prior to the change in regulations) are now conducted annually (figure 3). Ongoing work includes joint-efforts by DVLA and MCI to link the national vehicle database with MCI data on style to investigate the composition of the motorcycle stock further.

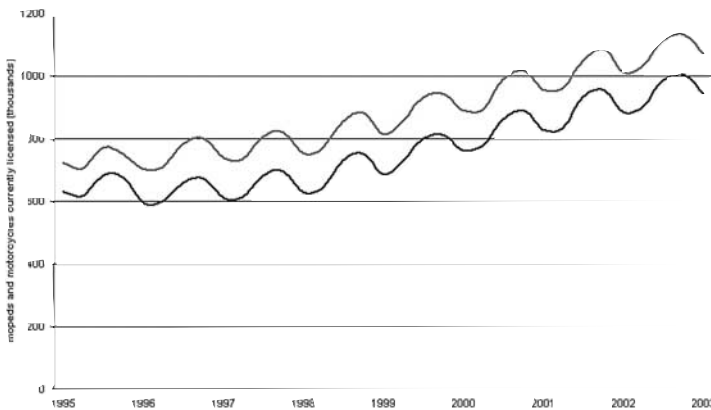


Figure 3a

Motorcycle stock seasonal variations: GB: 1995 onward

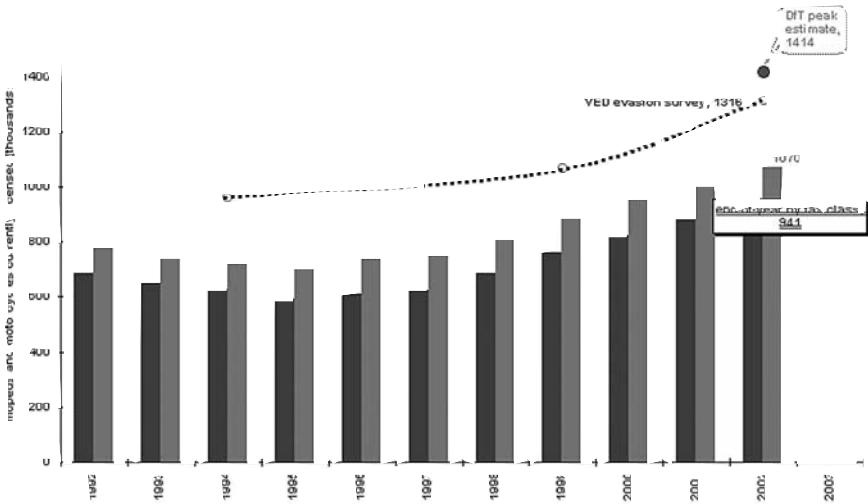


Figure 3b
Motorcycle stock: GB: 1992 onward

Casualties

Casualty statistics were an obvious cause for concern, especially in relation to under-reporting of cases, classification of the severity of injuries and recording of factors contributing to crashes. These concerns are generally recognised and well-established amongst both managers and consumers of casualty data. Where fatality rates remain steady but the rates for less severe outcomes are falling, it may be as a result of improvements in road safety or medical care, but might also reflect a worsening situation in the reporting of casualties. Further work is underway by DfT to investigate. The question of police reports accurately classifying severity might be solved by linking police reports to medical reports, however due to the additional burden on police officers time and the absence of a centralised record of hospital admissions this is considered impractical at present. An agreement on creating a common system for all police forces to collect and report contributing factors has been reached however and this will commence from 2005.

Theft

Motorcycle theft is a considerable concern for the UK motorcycle community. However, available data came from the Police National Computer, a system devised for intelligence gathering rather than incidence monitoring. DfT and Police worked with the UK Home Office to produce an index of theft reports against vehicle stock figures (available at www.secureyourmotor.gov.uk). This provides the basis for performance monitoring and trend analysis revealing that motorcycles are twice as likely to be stolen as cars, with newer scooters, mopeds and small-capacity motorcycles most at risk.

Journey purpose

Journey purpose, length and frequency data are collected through the 'National Travel Survey' and presented in comparative terms as averages across the whole population rather than averages across the user groups themselves. This continuous survey takes place across the country and throughout the year, however the original sample size of 3000 respondents yielded information on very few motorcycle trips (the survey does not employ quotas for different user groups). The sample size has now been doubled, yet the amount of motorcycle trip data yielded has not risen accordingly. Thus, the main criticisms remain in that minority modes such as motorcycling (1% of all traffic, 2-3% all vehicles) are not necessarily represented fully and the notion that average person travels by bike say once a year does not provide a real-world indication of trips by motorcycle users.

Other developments which may provide more data on motorcycling in the foreseeable future include computerising records of annual roadworthiness tests and linking databases such as this and the insurers records to vehicle licensing and registration data.

Rider licensing

This is a key metric for the input of new riders. Unfortunately this source has been significantly degraded over recent years; data on rider licensing entitlement and throughput of Compulsory Basic Training are no longer published regularly and in the latter case does not exist since 2000 (figure 4).

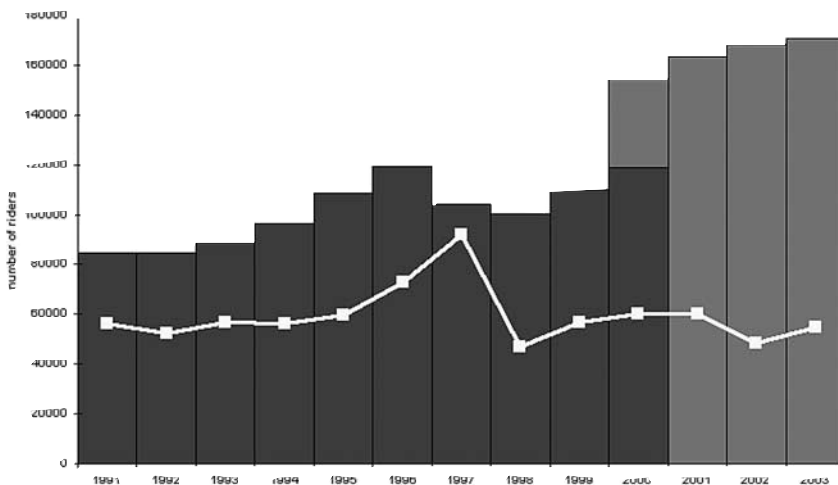


Figure 4
Rider training and testing: GB: 1991 onward

Modernisation of the motor cycle registration information service MCRIS

Background

The UK motorcycle industry data-collection and reporting system for new motorcycle registrations was created in the 1970's to record the first registration of new motorcycles and mopeds in the UK. All motor vehicles used on the highway must be registered at the Driver and Vehicle Licensing Agency, the DVLA. This can be done by completing a paper form or electronically. The application form is part-completed by the manufacturer or importer listing the unique attributes of the vehicle as well as type specific details required for registration; make, model, engine number, VIN/Chassis number, colour, dimensions and outputs, etc. The registering dealer then completes essential registration data such as registration mark, date of registration. The paper form consists of 2 sheets, certain information being copied to the bottom copy for industry statistical use; this information is sent to MCI's data services contractor where the data is input to generate MCRIS figures. For electronic registrations a data file is sent at the end of each day, this method is currently used for around one-in-four new motorcycles and is expected to account for the majority by the end of 2005.

The original MCRIS system successfully produced paper reports for a quarter of a century, but by the late 1990's the data services contractor announced that the mainframe computer had become obsolete and difficult to support. In addition, report techniques had moved on; the original paper reports were produced on a ten-day and monthly basis, distributed to subscribers via the road. Delays in the report processing cycle and with the transport system had also meant that subscribers did not always receive vital reports on time. The paper reports limited subscribers' analysis of the data and, bespoke reports were costly. The unreliability of the existing IT and distribution arrangements alongside subscribers' desire for electronic information accessible at the push of a button and the ability to mix data from various sources meant a replacement system was urgently required.

Replacement system

After looking at various options a new data services provider, CACI, was selected. The requirement was for a robust, responsive database and reporting structure for MCRIS using upgradeable technology, to manage the transportation and punching of the V55 forms and to meet the additional reporting needs of MCI and its key subscribers, who were invited to develop and endorse the replacement system.

Data collected from the V55 forms or AFRL the original MCRIS system was limited and MCI had little influence over quality control or validation of the data input. Although Make and Model codes had to exist, no checks verified whether the codes were correct for the individual vehicle. Extensive effort went into making sure the new system had accurate data and over twenty validation rules were put into place. A particular requirement for the new system was the capability for MCI to manage reference data and create adhoc reports in-house. CACI's 'Data Manager' software allows management and correction of the reference data and individual records, 'Business Objects' is bought-in as a versatile reporting tool. MCI is no longer reliant on its data services provider to load new models or maintain vehicle reference data, minor changes to report formatting is done in-house and rejected registration applications no longer need to be delayed for return to manufacturers for correction because MCI is now able to validate details in real time.

The system went live in January 2003, but carries historical data based on enhanced data-sets from the original system going back to January 2000 - there are currently three-quarters of a million records available for analysis. Initial difficulties in receiving forms from local registration offices had a significant impact during the first quarter of 2003 but monitoring of local office submissions and checks against DVLA figures have allowed a high degree of confidence to be achieved.

Comparison with DVLA system

Again, it is important to understand the differing basis for data to be held by DVLA and MCI. DVLA produce data for government use and do not record many items vital for industry to understand. DVLA figures include first registration of previously used vehicles being brought onto British roads (either as imports or because they had previously been used off-road) but do not include all licensing authorities in the UK. MCI collects data from the whole country and filters out pre-used vehicles. In the course of cleansing and enhancing historic data it became clear that there are significant problems with the DVLA vehicle record itself. Use of similar codes to allocate vehicles within different tax and vehicle categories has created many thousands of spurious records; consequently UK government figures over-state the number of scooter and sidecar combinations, or diesel-powered motorcycles to give but two examples. Moreover, for a considerable period many significant new motorcycle models were not allocated model codes in the DVLA system so it is very difficult to provide any useful data on the number of each model currently in use.

Initially, only standard reports were available from MCRIS but a great deal of time has been spent with individual members to determine their additional requirements or to provide bespoke reports, text files and data feeds, some of which are now supplied daily. The natural next steps include allowing subscribers remote access to read non-sensitive data in the live database from their own PC's and to enhance the reporting tools with demographic and other data sets.

Development of industry snapshot and trend reports

The ability to create in-house reports allows MCI to produce focussed reports on specific aspects of the UK market (figure 5). Emergent sectors such as Supermoto machines or large-capacity scooters can be monitored and viewed retrospectively. This also applies to finer degrees of analysis of established sectors, again including retrospective analysis to pinpoint changes in registration trends. The effect of major distortions can be assessed, such as the introduction of Type Approval requirements for new machine registrations after June 2003.

Vehicle Type	Style Description	Rolling 3 Months - This Year	% Change	Rolling 3 Months - 1 Year ago	% Change	Rolling 3 Months - 2 Years ago
MOPED	NAKED	493	-30.0	704	225.9	216
MOPED	SCOOTER	6,437	-45.6	11,830	37.8	8,587
MOPED	SPORTS	682	-43.8	1,213	150.1	485
MOPED	UNSPECIFIED	23	91.7	12	-96.0	299
MOTORCYCLE	ADVENTURE SPOF	2,260	8.0	2,092	25.5	1,667
MOTORCYCLE	CUSTOM	3,056	-7.9	3,317	31.0	2,533
MOTORCYCLE	NAKED	6,024	-8.9	6,612	6.8	6,193
MOTORCYCLE	SCOOTER	6,519	-41.3	11,102	44.4	7,691
MOTORCYCLE	SPORT/TOUR	4,131	-25.1	5,516	-2.3	5,644
MOTORCYCLE	SUPERSPORT	8,642	-1.4	8,766	-1.6	8,911
MOTORCYCLE	TOURING	1,188	24.5	954	-34.5	1,456
MOTORCYCLE	TRAIL/ENDURO	3,046	-17.8	3,706	76.3	2,102
MOTORCYCLE	UNSPECIFIED	264	7.8	245	-76.8	1,055
Total		42,765	-23.7	56,069	19.7	46,839

Figure 5a
Style

Vehicle Type	Engine Band	Rolling 3 Months - This Year	% Change	Rolling 3 Months - 1 Year ago	% Change	Rolling 3 Months - 2 Years ago
MOPED	Moped	7,635	-44.5	13,759	43.5	9,587
MOTORCYCLE	0 - 50 cc	23	43.8	16	#DIV/0	0
MOTORCYCLE	126 - 650 cc	9,870	-29.6	14,020	17.3	11,957
MOTORCYCLE	51 - 125 cc	9,547	-31.4	13,918	33.2	10,449
MOTORCYCLE	651 - 1000 cc	10,022	12.6	8,899	-1.6	9,047
MOTORCYCLE	over 1000cc	5,668	3.9	5,457	-5.9	5,799
Total		42,765	-23.7	56,069	19.7	46,839

Figure 5b
Engine Band

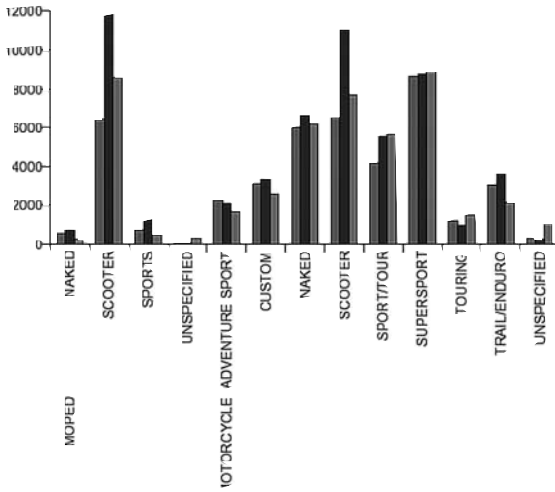


Figure 5c
Rolling 3 months by style

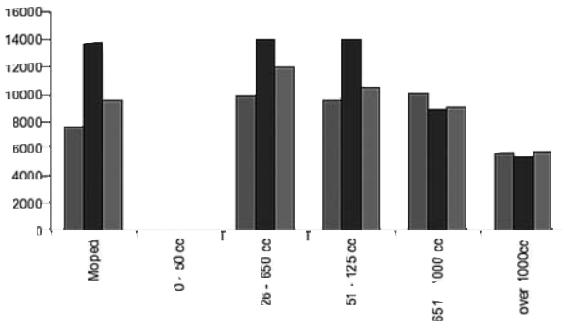


Figure 5d
Rolling 3 months
by engine band

Assessment and cross-referencing of independent and official data sources

From the above it is clear that data sets from reliable sources should not be accepted at face value and are all too often unsuitable for apparently obvious comparative purposes. For owners and consumers familiar with established time series and other data sets some of these factors will be taken into account almost automatically. Where data is gleaned from published in-depth studies there may well be far more information provided on methodological issues and constraints, but even here the discussion may not extend to consider third-party data or even certain aspects of its own original data.

Even the most rigorous and questioning researcher looking at much of the available data would find it difficult to access and assess all the relevant underlying factors which shape the data (indeed this author accepts that he is unlikely to be aware of every potential distortion in the cases outlined above). Several organisations and individuals have developed their own libraries of motorcycle-related research, but largely rely on personal knowledge when comparing and contrasting the findings of disparate sources. Making comparisons between the findings of different reports on similar subjects has to be a considered process, but it would be useful to be able to see where broad areas of agreement or gaps in knowledge exist.

Such an undertaking is not simple. A recent report commissioned to identify current knowledge regarding the effect of various traffic management and road engineering measures on motorcycling used references held by the UK national collection of published sources as its starting-point. The authors attempted to indicate the relevance of each item, but this resulted in press-releases from various interests scoring as more relevant than actual guidance from professional or regulatory bodies.

Work is progressing to convert the MCI research database into a meta-database; a database containing essential data about data. A provisional structure has been developed following good practice from other disciplines (figure 6).

	A	B	C	D	E	F
1	TITLE	AUTHOR	PUBLISHER	PERIOD	KEY WORDS	KEY FINDINGS
2	Vehicle Licensing Statistics	DfT	DfT annual	2000 on		
3	Draft Compendium of Motorcycle Statistics	Ballard	DfT 2003	1990 on	Accident, Alcohol, Casualty,	
4					CBT, CC, Emissions, Injury,	
5					Journey, Keeper, Licence,	
6					MOT, Ownership, Region,	
7					Registration, Risk, Speed,	
8					Spending, Stock, Style, Test,	
9					Theft, Traffic, Trip, VED	
10	Vehicle Excise Duty Evasion	DfT	DfT annual	1994 on		
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

Figure 6

Conclusion

Each of the projects described are characterised by their appraisal of relative strengths and weaknesses in disparate sources of data (leading to many improvements) and a comparative approach to understanding the value and meaning of available data sources.

The value of the projects has been in raising the level of understanding and consequent discussion between regulators, industry and users, but also through wider practical outcomes such as the revision and correction of key measures of motorcycle activity by UK government, the publication of a UK Department for Transport compendium of motorcycle-related statistics and development of industry statistics and information.

A key near-future outcome is the proposed UK government strategy for motorcycling arising from the Advisory Group on Motorcycling: final report to government report. This is likely to set-out future public policy in relation to UK motorcycling, an agenda which is too important not to be based on the best available current knowledge.

References

- 01/ Advisory Group on Motorcycling: final report DfT 2004
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_030137.pdf
- 02/ An Analysis of Motorcycle Theft in 2000 Braun, G 2003
<http://www.homeoffice.gov.uk/rds/pdfs2/rdsolr2003.pdf>
- 03/ National Travel Survey 2002 (revised) DfT 2004
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_transstats/documents/page/dft_transstats_028347.hcsp
- 04/ Road Casualties in Great Britain 2002 DfT 2003
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_control/documents/content-servertemplate/dft_index.hcst?n=8625&tl=3
- 05/ Road Traffic Statistics 2002 DfT 2003
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_transstats/documents/downloadable/dft_transstats_023321.pdf
- 06/ Transport Statistics for Great Britain 2004 DfT 2004
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_transstats/documents/page/dft_transstats_025209.hcsp
- 07/ Vehicle Licensing Statistic 2003 DfT 2004
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_transstats/documents/downloadable/dft_transstats_028582.pdf

**Analyse eines exemplarischen schweren
Alleinunfalls anhand eines zufällig
aufgenommenen Video-Spots**

**Analysis of an exemplary serious
single-vehicle accident on the basis
of an incidentally filmed video-sequence**

**Analyse d'un grave accident exemplaire
sans participation extérieure à l'aide
d'un spot vidéo tourné par hasard**

Bernt Spiegel, Mannheim
Institut Spiegel

Kurzfassung

Die biotische Beobachtung – bei schnellen Abläufen vorzugsweise mit Hilfe filmischer Aufzeichnung – gilt als eine der ergiebigsten Methoden in der Verhaltensforschung. Im Gegensatz zu Motorradstürzen im Rennen werden allerdings Motorradstürze im Alltag naturgemäß nur in den seltensten Fällen filmisch erfasst.

Rennstürze und Alltagsstürze unterscheiden sich jedoch erheblich voneinander. So kommt zum Beispiel im Rennbetrieb der im Alltag häufige *Paniksturz* ohne erkennbaren (Außen-)Anlass so gut wie nicht vor. Bemerkenswert ist vor allem die wesentlich längere Genese vieler Alltagsstürze.

Aus einer Analyse der Einzelbilder wird ersichtlich: Der Fahrer erschrickt offenbar ohne ernsthaften Außenanlass, er gerät in Panik, gibt darum zu einem viel zu frühen Zeitpunkt die Situation verloren, verzichtet dementsprechend auf durchaus noch erfolgsversprechende Gegenmaßnahmen und greift stattdessen auf quasiatavistische Verhaltensmuster aus der Kindheit zurück.

Die immer wieder postulierte, aber nie ausreichend nachgewiesene *Fehlerkaskade* wird ebenso unmittelbar sichtbar wie die *lange Genese* und die *frühzeitige Auflösung der Fahrer-Maschine-Einheit*. Panikstürze sind Selbstblockadestürze. Die Möglichkeiten, die Zahl solcher Stürze einzuschränken, werden diskutiert.

Abstract

Observations of real life situations – fast sequences will preferably be recorded on film or video – are viewed as one of the methods of behavioural research providing the deepest level of insight. Contrary to falls in motorcycle races every day falls are obviously very rarely recorded on film or video.

Racing falls are fundamentally different to every day falls. An example is the quite frequent panic fall, an every day fall without detectable external cause, that hardly ever occurs in motorcycle races. Noteworthy in particular is the considerably longer evolution of every day falls.

Analysis of individual frames reveals: the rider gets frightened without serious external cause, panics, gives up on the situations at a far too early stage, refrains accordingly from very promising counter measures and falls back to quasi-atavistic behavioural patterns of his childhood days.

The frequently postulated but never sufficiently proven cascade of errors becomes evident as well as the long evolution and the very early separation of the driver-machine unit. Possibilities of reducing the number of such falls are discussed.

Résumé

L'observation biotique – en cas d'événements rapides de préférence à l'aide d'un enregistrement filmé – est considérée comme une des méthodes les plus rentables dans la recherche comportementale. Contrairement aux chutes de moto pendant des courses, les chutes de moto au quotidien ne sont par nature filmées que dans les cas les plus rares.

Les chutes pendant des courses et les chutes quotidiennes sont cependant très différentes les unes des autres. Ainsi, par exemple, la chute due à la panique sans raison (extérieure) reconnaissable, fréquente au quotidien, est pour ainsi dire inconnue dans les courses. La genèse nettement plus longue de nombreuses chutes quotidiennes est en particulier remarquable.

L'analyse des différentes images le montre : le pilote est effrayé sans raison extérieure sérieuse apparente, il panique, pense pour cette raison à un moment beaucoup trop précoce que tout est perdu, renonce par conséquent à des contre-mesures encore tout à fait prometteuses et a au lieu de cela recours à des modèles de comportement quasi atavique issus de l'enfance.

La cascade d'erreurs toujours présumée mais jamais suffisamment prouvée devient tout aussi directement visible que la longue genèse et le détachement précoce de l'unité conducteur/machine. Les chutes dues à la panique sont des chutes d'autoblocage. On discute des possibilités de limiter le nombre de ces chutes.

**Analyse eines exemplarischen schweren
Alleinunfalls anhand eines zufällig
aufgenommenen Video-Spots**

Die alten Griechen waren der Meinung, dass die Anwesenheit oder mindestens die Nähe des Hirten- und Waldgottes *Pan* die Ursache sei für die plötzliche Angst, die den Menschen, wenn er allein ist in der freien Natur, manchmal unversehens überfalle und die zu kopfloser Reaktion bis hin zu völliger Lähmung führe. Von daher stammt der Begriff *Panik*, der für kopfloses Handeln in einem Zustand angstvoller Erregung steht.

Entsprechend bezeichnen wir als *Panikstürze* solche, bei denen es in einer Schreck- oder Angstsituation zu *inadäquaten Verhaltensweisen* kommt, worunter auch das Nichthandeln – die Handlungsblockade – fällt. Inadäquate Verhaltensweisen, das sind also nicht nur Handlungen, die an sich sinnvoll sind, aber unter dem Druck der Situation fehlerhaft durchgeführt werden (bestes Beispiel: Überbremsen), sondern dazu gehört auch das Zurückfallen in atavistische oder archaische Verhaltensweisen, ebenso wie das Erstarren, das Nichthandeln – eben die Selbstblockade.

Filmaufnahmen von Motorradstürzen gibt es in großer Zahl, aber das sind fast ausschließlich Rennstürze; kaum ein Sturz bei einem Rennen, der nicht gleich mehrfach aufgenommen würde. Rennstürze und Alltagsstürze unterscheiden sich jedoch grundsätzlich voneinander: Bei Rennen kommen Panikstürze so gut wie nie vor, im Alltag dagegen sind sie fast die Regel – sicherlich nicht immer in einer so extremen Form wie das hier vorzustellende Fallbeispiel, aber doch in der Weise, dass zunächst ein Fehler gemacht wird, der noch gut zu bewältigen wäre, der jedoch den Fahrer erschreckt. Und dieser Schreck ist es dann, der eine ganze Serie weiterer Fehler in dichter Folge auslöst – die so genannte *Fehlerkaskade* –, die ab einem bestimmten Punkt nicht mehr zu beherrschen ist. Die Fehlerkaskade, die sich erst aufbauen muss, ist auch die Ursache dafür, dass die Genese dieser Stürze, im Vergleich zum Rennsturz, in der Regel von wesentlich längerer Dauer ist.

Solche Alltagsstürze werden aber so gut wie nie filmisch erfasst, denn es müssen zwei Ereignisse, die man beide in der Statistik als *seltene Ereignisse* bezeichnen würde, gleichzeitig eintreten: Einmal, dass einer stürzt und einmal, dass zufällig an diesem Ort, mit diesem Blickwinkel und in dieser Sekunde gefilmt wird.

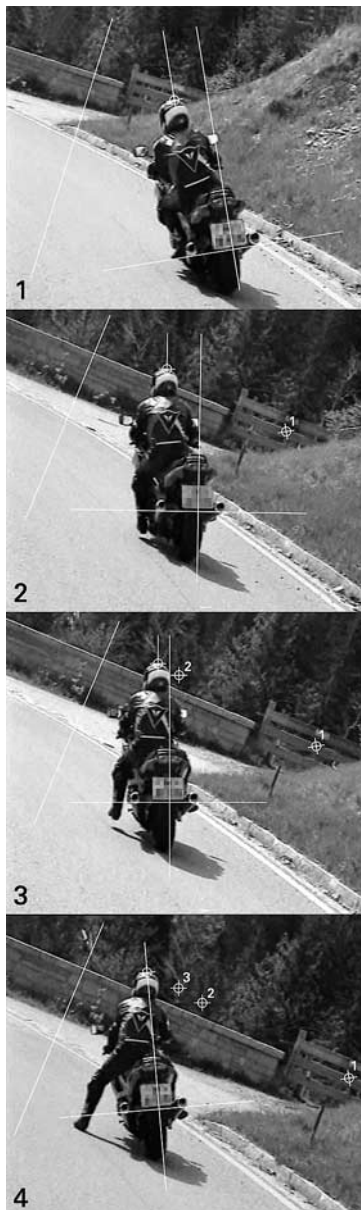
Der Paniksturz ist am eindrucksvollsten dann, wenn überhaupt kein äußerer Anlass als Schreckauslöser zu erkennen ist. Das ist beim folgenden Fallbeispiel gegeben.

Bild 1: Das erste Bild eines zufällig entstandenen Videofilms, aufgenommen von einem Video-Amateur, der hinter dem Sturzopfer hergefahren ist.¹⁾ Ein Motorradfahrer auf einer Spazierfahrt. Sonne, gute Sicht, ebene Fahrbahn, trocken. Die Straße führt, von einer niedrigen Mauer eingefasst, in einer leichten Linkskurve über eine Schlucht hinweg. Geschwindigkeit circa 70 km/h, Schräglage deutlich unter 30 Grad. Die Welt scheint noch in Ordnung. Aber: Der Fahrer sitzt hier nicht etwa besonders „sportiv“ auf seinem Motorrad, also absichtlich leicht nach innen versetzt, sondern das Unheil hat bereits begonnen. Das hat zwar der Cutter nicht bemerkt, sonst hätte er nicht so knapp geschnitten, aus dem Folgenden aber wird ersichtlich, dass der Fahrer bereits heftig erschrocken ist und – das ist das Schlimmste – dass er bereits aufgegeben hat.

Noch allerdings wäre alles mühelos zu bewältigen. Aber es verläuft anders. Wie, das geht aus dem folgenden Video hervor. (Start Video)

Man sieht den Ablauf mit Entsetzen, aber aufschlussreiche Details waren in den 0,8 Sekunden bis zum Aufschlag auf die Mauer nicht zu erfassen. Auch die folgende Zeitlupe reicht nicht zur Analyse.

Man bemerkt jetzt zwar eine erhebliche Unruhe um die Längsachse des Motorrads und man sieht, dass der Fahrer den linken Fuß von der Fußraste nimmt, aber viel mehr nicht. Erst die Einzelbilder sind ergiebig.



Zurück zu Bild 1, bei dem oben behauptet wurde, dass der Fahrer bereits aufgegeben hat: Er hat unmittelbar vorher die Linkskurve mit der Brücke über die tiefe Schlucht erblickt und ist, begleitet von einem heftigen Schreck, im gleichen Augenblick zu der irrigen Gewissheit gelangt, dass die Kurve nicht zu meistern ist. Dass das tatsächlich so abgelaufen ist, kann man aus den nächsten Phasen ersehen. Er unternimmt nämlich Schreck gelähmt nicht das Geringste zur Bewältigung, außer dass er bereits anfängt, sich vom Motorrad zu lösen.

Bild 2: Dieses Lösen vom Motorrad wird hier – wenige zehntel Sekunden später – schon viel deutlicher: Er schwenkt mit dem Gesäß nach außen, der Rücken rundet sich, der linke Fuß ist bereits von der Fußraste genommen und schwebt knapp über dem Boden. Dabei verreißt er etwas die Lenkung, das Motorrad richtet sich auf, der Kurvenradius wird größer statt kleiner. Der hinterher fahrende Filmer hat seine Schräglage dagegen geringfügig erhöht.

Bild 3: Der Fahrer macht immer noch die Kurve auf statt weiter zu. Das linke Bein wird leicht abgespreizt, das Gesäß folgt dieser Bewegung nach außen.

Bild 4: Jetzt endlich vergrößert sich die Schräglage wieder. Das linke Bein wird noch weiter abgespreizt, der Fuß hat inzwischen Bodenkontakt, das Gesäß wandert noch etwas mehr nach außen.

Bis hierhin wahrscheinlich wäre die Situation immer noch durch ein entschlossenes Eingreifen zu retten gewesen.

Bild 5: Das Gesäß hebt von der Sitzfläche ab. Das linke Bein ist nun belastet, Rauch und Staub unter der Sohle, der Fuß wird nach hinten verschoben. Der Aufprall auf die Mauer ist endgültig nicht mehr zu vermeiden.

Bild 6: Die Hauptlast ruht jetzt auf der rechten Fußraste, das Gesäß wird noch mehr angehoben, der Fahrer steht fast schon aufrecht, das Motorrad befindet sich bereits im Schmutz des Straßenrandes beziehungsweise der Wegeinmündung von rechts.

Nirgends sieht man eindringlicher als bei einem solchen Paniksturz, wie wenig Handeln mit Wissen zu tun hat:

- Der Fahrer weiß, dass er die Schräglage erhöhen muss, um den Kurvenradius zu verkleinern;
- er weiß, dass er wenigstens bremsen sollte, wenn er auf ein festes Hindernis zu fährt;
- er weiß, dass er mit den Füßen nicht nennenswert abbremsen kann;
- er weiß, dass er keine Chance hat, bei diesem Tempo abzustiegen.

Bild 7: Das Vorderrad läuft über die Bordsteinkante, das Motorrad springt vorn fast 40 Zentimeter hoch.

Bild 8: Beim Aufprall auf die Mauer, die etwa 45 Grad schräg zur Fahrtrichtung verläuft, knickt die Flugbahn des Motorrads nach links ab (was dem Fahrer den Sturz in die Tiefe erspart) und wirft den Fahrer in die Luft.



Bild 9, 10, 11, 12: Motorrad wie Fahrer geraten in eine Rotation um die Längsachse.

Es fällt auf:

- An keiner Stelle gibt es auch nur den geringsten Versuch, das Motorrad abzuwinkeln, also stärker zu legen, um den Kurvenradius zu verkleinern, sondern im Gegenteil sogar ein zeitweises Aufrichten.
- Nicht für einen Augenblick ist das Aufleuchten des Bremslichts zu sehen, also kein Versuch, den Aufprall wenigstens zu vermindern.
- Der Fahrer klinkt sich stattdessen frühzeitig aus dem System Fahrer-Maschine aus. Er versucht, sich auch körperlich vom Motorrad freizumachen, jedenfalls löst er die Mensch-Maschine-Einheit vollständig auf und unterbricht damit zahlreiche Regelkreise, die durch beide Subsysteme gemeinsam verlaufen. ²⁾
- Er geht aus dem Sattel und fällt in kindliche Verhaltensmuster in Gestalt des Bremsens mit den Füßen zurück.



Die beiden wichtigsten Beobachtungen allgemeiner Art sind folgende:

1. In Panik wird die Einheit Fahrer-Motorrad sofort schwer beeinträchtigt und, wenn es bis zur Blockade kommt, vollständig aufgelöst.
2. Die Fehlerkaskade, von der man ja längst weiß, die sich aber nur selten zuverlässig beobachten lässt, hat sich nahezu in ihrer Idealgestalt gezeigt:
Schreck – Aufgeben – totale Verspannung (siehe den sich rundenden Rücken!) – Verreißen der Lenkung – Handlungsblockade beim Bremsen – Handlungsblockade beim Abwinkeln – Fuß von der Fußraste – Anpressen des Fußes auf den Boden – Aufstellen.

Freilich war die offizielle Unfallursache, wie immer in solchen Fällen, *unangepasste Geschwindigkeit*, was natürlich überhaupt nichts aussagt. War die Geschwindigkeit unangepasst im technisch-physikalischen Sinne? – Ganz gewiss nicht. War sie vielleicht nur unangepasst in Bezug auf die fahrerischen Fertigkeiten? – Auch das will man nicht ohne weiteres bejahen, denn der Fahrer hat in seinem Motorradfahrerleben wohl schon Hunderte oder Tausende von Kurven in diesem Tempo durchfahren, die schwieriger zu meistern waren. Allenfalls unangepasste Geschwindigkeit in Bezug auf die augenblickliche psychische Belastbarkeit des Fahrers – vor allem in Bezug auf seine affektive Stabilität – könnte man einräumen.

Immerhin deutet sich da der wohl einzige Weg an, die Wahrscheinlichkeit derartiger Stürze zu vermindern. Er führt *zum mentalen Training* im Sinne einer fortgesetzten virtuellen Konfrontation mit Angst auslösenden Situationen zum Abbau ihres Schreckpotenzials; und er führt weiter zu einem realen *Gefahrentraining* in Sicherheits- und Perfektionstrainings, in denen der Teilnehmer mit kontrolliert herbeigeführten schwierigen Situationen konfrontiert wird, die bei nur geringem objektiven Risiko mit einem anfangs hohen subjektiven Gefährdungserlebnis verbunden sind.

Aller Erfahrung nach wird freilich nur ein kleiner Teil der Gefährdeten von solchen Trainingsangeboten Gebrauch machen.

- 1) Ich verdanke den Video-Spot der Aufmerksamkeit von Herrn Kollegen Eber-spächer, Heidelberg, der ihn im Fernsehen aufgespürt hat.
- 2) Spiegel, Bernt: Die obere Hälfte des Motorrads. Über die Einheit von Fahrer und Maschine. 4. Aufl. Stuttgart 2003, S. 112 – 141

2

Fahrer
Riders



**Fahrerleistung und Fahrzeugdynamik
bei Ausweichmanövern**

**Rider inputs and powered
two wheeler response for pre-crash maneuvers**

Michael S. Varat
Stein E. Husher
Karl F. Shuman
John F. Kerkhoff

KEVA Engineering, LLC Camarillo, California, USA

Kurzfassung

Die Reaktion von Motorrädern bei Manövern vor einem Sturz hängt sowohl von der Geschicklichkeit des Fahrers als auch von den dynamischen Eigenschaften des Motorrads ab. Das Können des Fahrers und seine Kenntnis grundlegender Parameter der Motorradhandhabung sind für das Ausweichen vor Hindernissen jedoch unter Umständen wesentlich wichtiger als die eigentlichen dynamischen Reaktionseigenschaften des jeweiligen Motorrads.

Die vorliegende Studie stellt die Ergebnisse einer Reihe von Spurwechsel- und Unfallvermeidungsmanövern vor, die auf mit Datenerfassungssystemen ausgerüsteten Motorrädern durchgeführt wurden. Zu den untersuchten Parametern gehören die durch den Fahrer ausgeübte Kontrolle (Gasgriff, Bremse, Lenkkraft) und die dadurch hervorgerufene Reaktion des Motorrads (Lenkwinkel, Rollwinkel sowie Quer- und Längsbeschleunigung). Die Tests wurden mit typischen Straßenmotorrädern unterschiedlichen Typs (schwere Maschinen bis Sportmotorräder mit 600 ccm) und Fahrern mit unterschiedlicher Erfahrung (Anfänger bis Experte) durchgeführt.

Die durch die Fahrer vorgenommenen Steuerungsvorgänge reichen von kleineren bis zu extremen Unfallvermeidungsmanövern. Die Reaktionsparameter der Motorräder werden wie folgt analysiert: Reaktionszeit und Schwere des Manövers als Funktion der durch den Fahrer ausgeübten Kontrolle. Die Gesamtreaktionszeit des Systems wird in Hinblick auf eine steigende Kontrolleinwirkung durch den Fahrer geprüft. Die vorgestellten Ergebnisse leisten einen Beitrag zur Untersuchung und Rekonstruktion von Motorradunfällen: Sie geben einen Einblick in die Reaktionszeiten von Motorrädern bei unterschiedlich starker Kontrolle durch den Fahrer. Außerdem helfen die Testergebnisse bei der Aufstellung von Richtlinien zum Unfallvermeidungstraining für Anfänger und Fortgeschrittene im Rahmen der Ausbildung von Motorradfahrern.

Abstract

Motorcycle response in pre-crash maneuvers is dependant on both rider skill and motorcycle dynamic properties. However, rider skill and the rider's understanding of basic motorcycle handling parameters may have a much greater influence on the ability to avoid obstacles than the actual dynamic response characteristics of the individual motorcycle. The current research presents results from a series of lane change and accident avoidance maneuvers conducted on instrumented motorcycles equipped with a data acquisition system. Parameters under study include both rider control input (throttle, brake, steering force) and motorcycle response output (steering angle, roll angle, and lateral and longitudinal acceleration).

The testing is conducted with typical street motorcycles of varying types (large cruisers through 600cc sport) and riders of varying ability (novice to expert). The rider control inputs are varied from minor through hard accident avoidance maneuvers. Motorcycle response parameters are studied for time response and maneuver severity as a function of rider control inputs. The total response time of the system is studied for increasing rider control input. The presented data will assist in the investigation and reconstruction of motorcycle crashes by increasing the understanding of motorcycle response times under varying control inputs. The presented data will also assist in providing guidelines for rider education at the beginning through advanced levels of accident avoidance training.

Résumé

La réaction d'une moto dans une manœuvre qui précède un accident dépend à la fois des compétences du motocycliste et des propriétés dynamiques de la moto. Cependant, en ce qui concerne la capacité du motocycliste à éviter les obstacles, ses compétences et sa compréhension des paramètres de maîtrise d'une moto sont des facteurs beaucoup plus importants que les caractéristiques dynamiques propres à la moto. Les résultats exposés ici ont été obtenus à partir d'une série de manœuvres effectuées pour changer de file ou éviter un accident, sur des motos équipées de systèmes d'acquisition de données.

Nous avons étudié divers paramètres pour évaluer d'une part les conditions de contrôle de la moto par le motocycliste (accélération, freinage, amplitude de la direction) et d'autre part la réponse de la moto (angle de direction, angle de roulis, accélération latérale et longitudinale). Les tests ont été réalisés avec des motos de ville classiques de divers types (des gros calibres aux gammes sport 600 cc) et des motocyclistes aux compétences variées (de débutant à expert). Les interventions de contrôle de la moto par le motocycliste varient d'actions simples à des manœuvres effectuées pour éviter un grave accident. Les paramètres de réponse de la moto sont étudiés en termes de temps de réponse et de gravité de la manœuvre en fonction des interventions de contrôle de la moto de la part du motocycliste.

Le temps de réponse total du système est étudié pour des situations de contrôle de la moto de plus en plus critiques. Les données exposées faciliteront les recherches effectuées suite aux accidents de moto et aideront à les reconstituer, en permettant d'avoir une meilleure compréhension des motos selon les conditions de contrôle de la moto. Les données exposées fourniront également des éléments pour apprendre aux motocyclistes dès le début à éviter des accidents, grâce à une formation approfondie.

Rider inputs and powered two wheeler response for pre-crash maneuvers

Introduction

The ability of a motorcyclist to avoid an obstacle in front of him is dependant on many parameters. The riders training, education and experience collectively act to program the rider. A rider's programming in performing normal lane changes and the resulting motorcycle response may significantly influence the choices made when placed into an emergency situation. This paper studies the rider inputs and the motorcycle response for a series of lane change maneuvers conducted well below the absolute limit performance of the rider-motorcycle combination.

Background - Physics

The physics of motorcycle dynamic response to rider control input is well established. Theoretical as well as empirical studies have clearly established that a motorcycle steers in response to the rider input of a countersteer torque which causes a directional change (opposite to the countersteer) of the motorcycle. The rider inputs a countersteer and through a combination of inertial, geometric and gyroscopic effects, the motorcycle responds and begins the cornering maneuver. A brief discussion is presented but it is not the intention of the present research to derive these well established relationships in detail.

The inertial and geometric effect can be understood by examining the rider steer input during the corner entry maneuver. When faced with a desired left turn, the rider applies a clockwise torque (left bar push – clockwise headset rotation) at the handlebar which causes the front tire to steer to the right. This generates a lateral force at the front tire contact patch which causes a yaw response of the motorcycle to the right (clockwise when viewed from above). This results in roll motion to the left due to the inertial forces acting at the center of mass. This roll to the left, combined with the rider's subsequent steering to the left, directs the motorcycle in the desired left turn direction. This effect is easily seen when negotiating large radius turns where the desired directional change can occur over a long distance. Because of inertial characteristics, this effect (causing a lean) has a time delay when compared to the more rapidly responding gyroscopic effects.

The gyroscopic effect occurs whenever the axis around which a body is rotating is itself rotating around another axis. In the context of motorcycle directional change, the rider inputs a steering torque which causes the rapidly spinning front wheel to undergo a precession.

This precession causes the motorcycle front tire to lean in the opposite direction of the rider initial steering torque input. This applies a roll moment to the motorcycle through the steering head and causes the entire motorcycle to lean in the desired turn direction. For example, a rider steer input to the right would cause the wheel to lean over to the left which contributes to the motorcycle desired lean into a left hand corner. When entering high speed turns, the gyroscopic effect is readily seen. Additionally, the gyroscopic response is present immediately after the rider initial steer input resulting in a rapid lean in the desired turn direction.

Background - Rider training in the united states

Rider training and education presents many challenges to the safety community. Motorcycle riders have varying education, technical knowledge, experience and physical coordination. Providing a consistent training methodology to teach complicated two wheeled turning dynamics has been well recognized and is important in order to have a skilled riding population. In the United States, state laws differ concerning the requirements for motorcycle licensure. Some states have training requirements while others do not. Additionally, riders can gain knowledge through various sources, including licensing handbooks, Motorcycle Safety Foundation (MSF), motorcycle owner's manuals and enthusiast's magazines. European licensing requirements also vary geographically [Tomlins, 1988]

California, the state with the most motorcycle operators and registrations in the United States [MSF, 2001], has a licensing procedure for adult motorcycle operators that does not require any formal instruction in the operation of the motorcycle. The motorcycle licensing procedure requires a written test combined with a basic skills test. The written test covers some basic safety operation of the motorcycle and the applicable state laws applicable to motorcycles. The basic skills test is performed at extremely low speed in a parking lot. While the basic skills test ensures that a motorcyclist is capable of maneuvering the vehicle in simple maneuvers, and ensures basic familiarity with the motorcycle controls, it does not test the rider's ability to quickly avoid obstacles and to ride appropriately at higher speeds.

The licensing instruction handbook published by this state agency does provide some instruction for the motorcyclist performing turning maneuvers [DMV, 2003]. The handbook states, “To turn, the motorcycle must lean. To lean the motorcycle, push on the handgrip in the direction of the turn. Push left-lean left-go left. Push right-lean right-go right. Higher speeds and/or tighter turns require the motorcycle to lean more.” The handbook also states, “The trick to making a quick turn is to apply a small amount of hand pressure on the handgrip in the direction you wish to go to get the motorcycle to lean quickly. The sharper the turn, the more the bike has to lean.” This handbook, therefore, describes the technique of a counter-steer torque.

The rider’s guide of a new sport bike states, “To get the motorcycle to lean in a normal turn, press the handlebar in the direction of the turn and maintain slight pressure on that handlebar to take you smoothly through that particular turn. In other words, press right to go right; press left to go left.” [Honda, 2000]. This guide clearly identifies the countersteer torque required to negotiate a turn and is functionally accurate with respect to the motions required.

In 1992, *Motorcyclist Magazine* provided an accurate description of the countersteering behavior of the motorcycle [Ienatsch, 1992]. After an accurate discussion of both the inertial and gyroscopic effects of the front countersteer torque, *Motorcyclist* wrote, “Whether changing lanes or slamming into Laguna Seca’s turn five, the force exerted at the bar is what actually turns the bike.” For those motorcyclists who read enthusiast magazines, education is available concerning these issues. However, not all motorcyclists read these periodicals and licensing certainly doesn’t require this useful information.

Rather than describe motorcycle directional change as requiring a countersteer, most consumer oriented publications describe the action as a pushing on the bar (inside of the turn) in the direction of the turn. While this is functionally correct, the rider may not recognize that the actual torque is achieving a countersteer in order to enter the turn. Combining that with the gyroscopic effects (another counter-intuitive phenomenon) and the rider may be incorrectly interpreting the actions necessary to steer any two wheeled vehicle. In his book, *Motorcycle Dynamics*, Cossalter describes the initial counter-steer as an “almost unconsciously” performed maneuver that is “counter-intuitive” [Cossalter, 2002]. It appears that many of the instructions that are directed at consumers are describing a push on the inner bar in order to assist the rider in performing this counter-intuitive maneuver.

Background - Engineering research

Numerous studies have been presented and published in engineering forums worldwide. While a thorough literature review is outside of the scope of the present research, the following papers were found to have similar conclusions to the data presently observed.

Watanabe [Watanabe, 1973] presented results from a series of evasive turn maneuvers conducted by riders of varying ability. The motorcycle banking angle response as a function of rider input was presented for a low skilled and highly skilled rider. It is found that the response observed in our current research displayed rider characteristics that fell in an area bounded by the two skill levels observed by Watanabe. This is consistent with the current test procedure whereby there was no attempt to perform limit maneuvers. Rather, we are presenting a typical lane change by a competent rider.

Zellner [Zellner, 1978], in some seminal research, discussed the utility of a single lane change maneuver and presented both the rationale behind such a simple maneuver and a proposed test procedure. The present research was concerned with the overall response time for a given rider input; the issues of repeatability are of less importance than in a development of a test procedure as attempted in the Zellner research. The Zellner research was an attempt at achieving objective performance criteria and therefore presented suggestions for constraining the maneuver. Our present research looks at different motorcycles with respect to the response time for the test riders; we made no attempt to rate or characterize the motorcycles against an objective standard. It is of interest that the 64 kph lane change data presented in the Zellner research closely resembled some of the present research results.

Rice [Rice, 1978] presented a series of lane change maneuvers conducted with a single motorcycle ridden by riders of varying ability. Rider input was measured and vehicle response was also monitored. Whereas our present research was not conducted to determine the limit at which the motorcycle lane change could be performed, the response characteristics reported by Rice had some correlation with the present results. Rice correctly identified the initial countersteer maneuver that initiates the lane change.

Sugizaki [Sugizaki, 1988] presented research aimed at identifying vehicle parameters that have an influence on the rider's perception of vehicle performance. These tests were done with a repeatable test pattern in order to isolate motorcycle qualities and decrease variability between runs. Tests included single and double lane change and obstacle avoidance maneuvers. The roll rate response to the applied steering torque resembled the results in the present test series.

Kuroiwa [Kuroiwa, 1995] presented a series of lane change maneuvers conducted on a constrained course. That is, the entry and exit points were constrained with pylons on the test course. While detailed data was not presented, the timing relationships between rider input and motorcycle response was found to be similar to our current results.

Statistics

Motorcycle accident avoidance skills have been well studied in the motorcycle crash statistics. In 2000, the NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) in conjunction with the MSF published a 'National Agenda for Motorcycle Safety' [NHTSA, 2000]. In this document, they concluded that crash involved riders lacked critical crash avoidance skills that had been previously identified in the Hurt Report. They stated, "the Hurt Report identified prevalent skills absent among crash-involved riders as braking, cornering and swerving".

If, in fact, accident involved riders lacked these critical accident avoidance skills, then one would expect the accident statistics to feature a predominance of frontal motorcycle crashes into obstacles. In the Hurt Report, collision contact occurs to the front of the motorcycle in 62% of the studied crashes [Hurt, 1981]. A similar study performed in Thailand in the late 1990's found that 70% of crashes were frontal [Kasantil, 2001]. In Traffic Safety Facts 2001 64% of all fatal crashes were frontal [NHTSA, 2002]. This predominance of frontal crashes indicates that motorcyclists are failing to avoid objects in front of them.

Another startling trend are the reported collisions with fixed objects. NHTSA again reported [NHTSA, 2002] 28% of fatal motorcycle collisions were with fixed objects. Another study, the Geo-demographic Analysis of Fatal Motorcycle Crashes [NHTSA, 2001] found 28% of fatal motorcycle crashes are with a fixed object, compared to 23% for passenger cars, 18% for light trucks and 6% for large trucks. The Geo-demographic study also noted that motorcyclists accounted for 1% of police reported traffic collisions yet this same population accounted for 5% of the total traffic fatalities and 2% of all injured occupants. This over-representation of motorcyclists in the fatal and injured traffic statistics is troubling.

When examining motorcycle evasive action, the Hurt Report indicates 31% of riders took no evasive action, 36% of riders took evasive maneuvers that involved braking only while 17% involved swerving. Upon closer examination, it was found that 50% of the evasive maneuvers were not properly executed and 36% of the maneuvers were not proper for the situation. Twenty years later the 'Thai Report' [Kasantikul, 2001] reports that 37% take no action, 39% involve some form of braking, and 21% involved a swerve. Despite the vast technological improvements in motorcycle design and performance, riders have not significantly improved their crash avoidance skills.

Test procedures

In this first phase, a total of 53 tests were conducted over several days in order to study the response of typical riders in lane change maneuvers on modern motorcycles. Instrumented motorcycle lane changes were performed on a public roadway with straight 3.7 meter lanes. The roadway was smooth and had recently been repaved. The test riders were instructed to maintain a constant speed and change lanes on the straight test section. The lane change maneuvers were single and double lane changes. The presented maneuvers represent normal lane changes and are not intended to demonstrate the limit performance of the vehicles and riders.

Test vehicles

Test results of three motorcycles are reported. These include an off road motorcycle, a sport motorcycle, and a touring motorcycle. Further results of the cruiser and other motorcycle types will be reported in future publications.

The off road motorcycle was a four-stroke single cylinder 2002 Honda XR 650R equipped with knobby off road tires. On the street, the off road tires of this motorcycle do not provide the same traction that a street tire provides. This motorcycle was chosen due to its popularity for dual purpose applications.

The sport motorcycle was a 2003 Honda CBR 600 RR. This highly tuned motorcycle has a 4-cylinder, four-stroke engine and is optimized for performance, horsepower and responsive handling.

The touring motorcycle was a 1987 BMW R80. The touring motorcycle is a two-cylinder, four-stroke, shaft drive machine equipped with removable luggage, a fairing and designed to carry two passengers.

Test riders

In the presented tests the off road motorcycle was operated by a rider who has extensive dirt bike experience, and limited road bike experience. The sport and touring motorcycles were operated by a rider who has mostly road bike experience and limited off road experience. Both riders are licensed to operate a motorcycle on the street and have participated in additional rider training courses.

Instrumentation

The motorcycle instrumentation package consists of an optical speed sensor, tri-axial accelerometer, roll angular rate sensor, steering angle sensor and a steering torque cell. The sensor data was collected at 100 Hz into a 12 bit data acquisition system and stored as ASCII data for subsequent analysis. A small motorcycle battery was used to power the instrumentation.

The data acquisition system, battery, roll rate sensor and tri-axial accelerometer were mounted at the rear of the motorcycle at seat height on the passenger section of seat and rear cowl, Figure 1. Both the accelerometer and roll rate sensor were positioned on the centerline of the motorcycle.

The steering angle was determined through the use of a string pot, Figure 2. This device was mounted between the main body and the moving headset.

The torque cell was located between the steering head of the test motorcycle and a parallel second set of handlebars, Figure 3. During the testing process the rider had to remove their hands from the primary motorcycle controls to the second bar. The hand position remained the same laterally while vertically the hand position is slightly raised. The objective of this paper was to measure steering inputs and motorcycle reaction, and not to exactly duplicate exact hand position on each motorcycle.

The optical speed sensor was mounted on the centerline of the motorcycle, Figure 4.

All tests were videotaped using a Mini-DV camera monitoring the tests from a viewpoint watching the motorcycle approach.



Figure 1
Instrumentation package



Figure 2
Steering sensor



Figure 3
Steering torque sensor



Figure 4
Speed sensor

Results / Analysis / Discussion

From the test series one single lane change maneuver with each motorcycle was selected for discussion.

Touring motorcycle

Figure 5 gives a visual representation of the maneuver from a head-on viewpoint. As can be seen, the motorcycle is performing a left lane change from the right lane to the left lane. The lateral movement of the motorcycle was 2.8 meters but the lanes are 3.7 meters. The average speed during the maneuver was 86 kph and the lane change was completed in approximately 80 meters. The lateral deviation has been accomplished before the motorcycle has returned to the upright position.



Figure 5
Lane change of the touring motorcycle

The top of Figure 6 gives a graphic portrayal of the maneuver, while the lower section plots three of the measured dynamics. The data plotted is the steering torque applied, the steering angle ($\times 10$) of the headset, and the lean achieved.

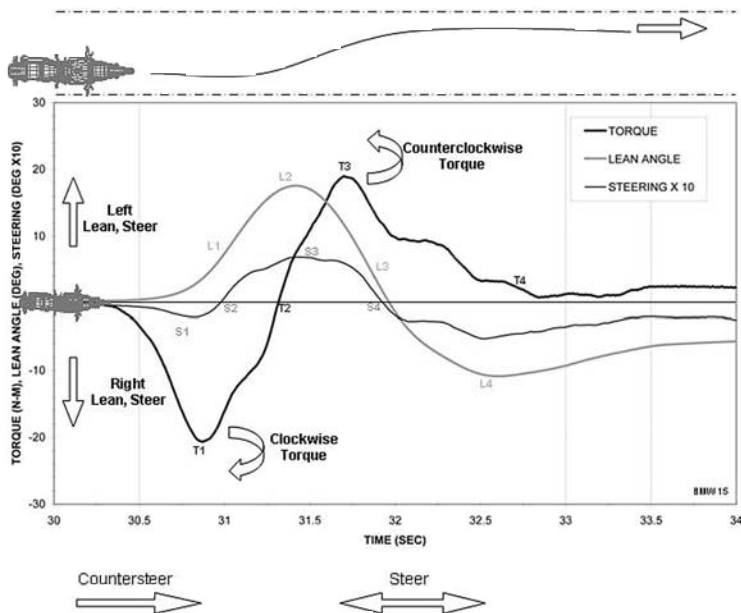


Figure 6
Graph of the input and response of the touring motorcycle

In order to initiate the left lane change maneuver, the rider applies a clockwise torque. The torque input increases from zero to T1 then decreases to T2. The countersteer torque ends at T2. At T2, the torque reverses to a CCW torque as the rider follows the bike into the turn. From T2 to T3, the torque increases to a maximum value, and then decreases as the vehicle aligns with the road. Note that the peak CW and CCW torques are of similar magnitude.

The steering angle is magnified by a factor of 10 to allow visualization of the small motions of the headset. This left lane change maneuver begins with a right steer angle to a maximum of S1 and returns to the neutral position at S2. The maximum countersteer angle at S1 is significantly less than 1 degree. From S2, a maximum steer angle is achieved at S3 and returns to neutral at S4. From S4 to the end of the maneuver, a minor steering adjustment is performed to complete the alignment with the roadway.

The lean was determined by integrating the output of the roll angular rate sensor. The lean of the motorcycle smoothly increases along L1, to a maximum at L2. As the lane change maneuver continues the motorcycle returns to a nominally upright position from L2 to L3. From L3 to L4, the motorcycle is in a right lean to complete alignment with the roadway.

Examining the interrelationship of the plotted parameters reveals that the countersteer torque that ends at T2 is significantly longer in duration than the steer angle that ends at S2. The peak left lean at L2 occurs shortly after the countersteer torque is complete at T2.

Off road motorcycle

Figure 7 gives a visual representation of the maneuver from a head-on viewpoint. As can be seen, the motorcycle is performing a left lane change from the right lane to the left lane. The lateral movement of the motorcycle was 2.6 meters but the lanes are 3.7 meters. The average speed during the maneuver was 63 kph and the lane change was completed in approximately 82 meters. This maneuver was conducted at the slowest speed of the three presented, but took the longest distance to complete. The lateral deviation has been accomplished before the motorcycle has returned to the upright position.



Figure 7
Lane change of the off road motorcycle

The top of Figure 8 gives a graphic portrayal of the maneuver, while the lower section plots three of the measured dynamics. The data plotted is the steering torque applied, the steering angle (x10) of the headset, and the lean achieved.

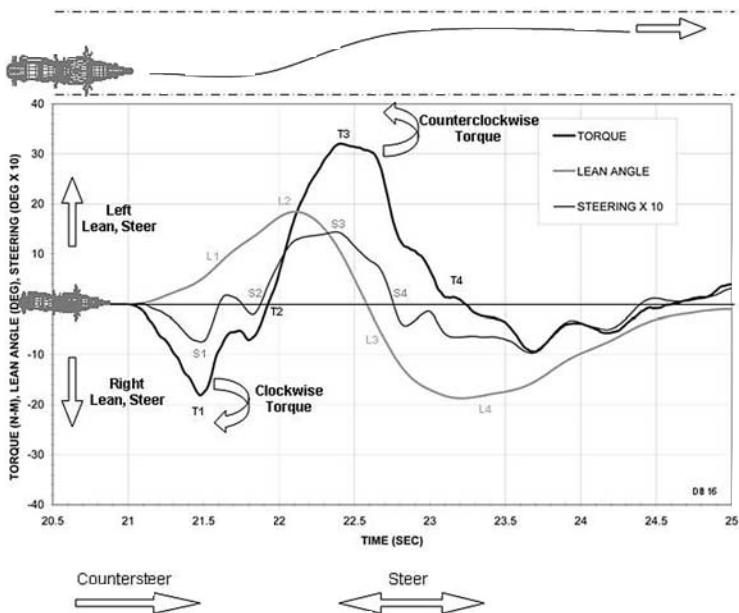


Figure 8
Graph of the input and response of the touring motorcycle

In order to initiate the left lane change maneuver, the rider applies a clockwise torque. The torque input increases from zero to T1 then decreases to T2. There is a deviation in the applied torque between T1 and T2 that was due to the knobby characteristic of the off road tires. The countersteer torque ends at T2. At T2, the torque reverses to a CCW torque as the rider follows the bike into the turn. From T2 to T3, the torque increases to a maximum value, and then decreases as the vehicle aligns with the road. This 32 Nm maximum was the highest torque recorded in the presented tests. Note that the peak CW torque is significantly less than the CCW torque in magnitude.

The steering angle is magnified by a factor of 10 to allow visualization of the small motions of the headset. This left lane change maneuver begins with a right steer angle to a maximum of S1 and returns to the neutral position at S2. The maximum countersteer angle at S1 is almost 1 degree. From S2, a maximum steer angle is achieved at S3 and returns to neutral at S4. From S4 to the end of the maneuver, a minor steering adjustment is performed to complete the alignment with the roadway. The uneven nature of the rider inputs, when compared with the other motorcycles, can be attributed to the knobby tires.

The lean was determined by integrating the output of the roll angular rate sensor. The lean of the motorcycle increases along L1, to a maximum at L2. As the lane change maneuver continues the motorcycle returns to a nominally upright position from L2 to L3. From L3 to L4, the motorcycle is in a right lean to complete alignment with the roadway.

Examining the interrelationship of the plotted parameters reveals that the countersteer torque that ends at T2 is similar in duration to the steer angle that ends at S2. The peak left lean at L2 occurs shortly after the countersteer torque is complete at T2.

Sport motorcycle

Figure 9 gives a visual representation of the maneuver from a head-on viewpoint. As can be seen, the motorcycle is performing a left lane change from the right lane to the left lane. The lateral movement of the motorcycle was 2.8 meters but the lanes are 3.7 meters. The average speed during the maneuver was 74 kph and the lane change was completed in approximately 55 meters. The lateral deviation has been accomplished before the motorcycle has returned to the upright position.



Figure 9
Lane change of the sport motorcycle

The top of Figure 10 gives a graphic portrayal of the maneuver, while the lower section plots three of the measured dynamics. The data plotted is the steering torque applied, the steering angle ($\times 10$) of the headset, and the lean achieved.

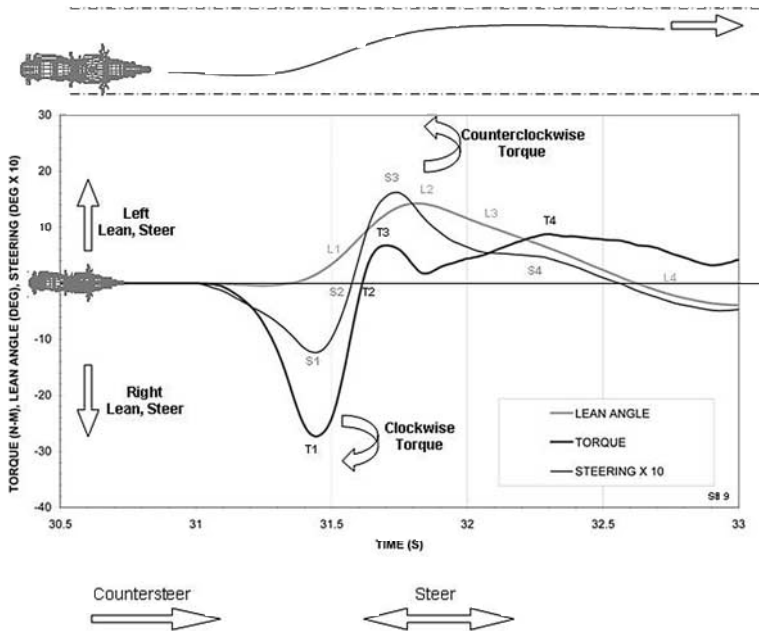


Figure 10
Graph of the input and response of the touring motorcycle

In order to initiate the left lane change maneuver, the rider applies a clockwise torque. The torque input increases from zero to T1 then decreases to T2. The countersteer torque ends at T2. At T2, the torque reverses to a CCW torque as the rider follows the bike into the turn. From T2 to T3, the torque increases to a maximum value, and then decreases as the vehicle aligns with the road. Note that the peak CW torque is significantly greater than the CCW torque in magnitude.

The steering angle is magnified by a factor of 10 to allow visualization of the small motions of the headset. This left lane change maneuver begins with a right steer angle to a maximum of S1 and returns to the neutral position at S2. The maximum countersteer angle at S1 is greater than 1 degree. From S2, a maximum steer angle is achieved at S3 and returns to neutral at S4.

The lean was determined by integrating the output of the roll angular rate sensor. The lean of the motorcycle increases smoothly along L1, to a maximum at L2. As the lane change maneuver continues the motorcycle returns to a nominally upright position from L2 to L4. After L4 is a right lean to complete the motorcycle alignment with the roadway.

Examining the interrelationship of the plotted parameters reveals that the countersteer torque that ends at T2 is similar in duration to the steer angle that ends at S2. The peak left lean at L2 occurs shortly after the countersteer torque is complete at T2.

References

- 01/ Cossalter, V., Motorcycle Dynamics, Race Dynamics, Greendale WI, 2002
- 02/ Department of Motor Vehicles (DMV), California Motorcycle Handbook 2003, Sacramento, CA 2002
- 03/ Honda Motor Corporation, You & Your Motorcycle Riding Tips, October 2000
- 04/ Hurt H.H., Jr., Ouellet J. V., Thom D. R., Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures Volume I: Technical Report, 1981
- 05/ Ienatsch, N., 20 Questions: Higher-Performance Riding, Motor Cyclist, July 1992
- 06/ Kasantikul, V., Motorcycle Accident Causation and Identification of Countermeasures in Thailand Volume I: Bangkok Study, 2001
- 07/ Kuroiwa, O., Baba, M., Nakata, N., Study of Motorcycle Handling Characteristics and Rider Feeling During Lane Change, SAE 950200, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1995
- 08/ Meriam, J.L., Kraige, L.G., Engineering Mechanics Volume 2: Dynamics, John Wiley and Sons, New York, 1986
- 09/ Motorcycle Safety Foundation, Cycle Safety Information, MSF, 200
- 10/ NHTSA, National Agenda for Motorcycle Safety, DOT HS 809 156, 2000
- 11/ NHTSA, Geo-Demographic Analysis of Fatal Motorcycle Crashes, DOT HS 809 197, 2001
- 12/ NHTSA, Traffic Safety Facts 2001, DOT HS 809 484, 2002
- 13/ Rice, R.S., Rider Skill Influences on Motorcycle Maneuvering, SAE 780312, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1978
- 14/ Sugizaki, M., Hasegawa, A., Experimental Analysis of Transient Response in Motorcycle-Rider Systems, SAE 881783; Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1988
- 15/ Tomlins, R.W., Rider Training in Europe: The Views and the Needs of the Rider, iFz No. 8 Safety Environment Future II, Institute for Motorcycle Safety Research, Essen, Germany, 1998
- 16/ Watanabe, Y., Yoshida, K. Motorcycle Handling Performance for Obstacle Avoidance, Paper 73033, Second International Congress on Automotive Safety, San Francisco, CA 1973
- 17/ Zellner J.W., Weir, D.H., Development of Handling Test Procedures for Motorcycles, SAE 780313, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1978

**Entwicklung von Motorradfahrern:
Eine Untersuchung von Einstellungen, Erwartungen
und Fahrverhalten**

**Motorcycle rider development:
A study of engagement expectations and behaviour**

**Evolution des motocyclistes :
points de vue, attentes et comportement de conduite**

Geoff Crowther
University of Huddersfield, UK

Nich Brown
Motorcycle Industry Association, GB

Kurzfassung

Die Studie untersucht Faktoren, die sowohl Entwicklungen und Erwartungen von Motorradfahrern als auch Auswirkungen von Fahrereinstellungen beeinflussen. Ein Zwischenbericht über frühe Untersuchungsergebnisse ist bereits anlässlich der Konferenz 2002 in München vorgestellt worden. Der vorliegende Vortrag behandelt die quantitativen Untersuchungselemente der Gesamtuntersuchung, und beschreibt Erwartungen, Wahrnehmungen und Reaktionen auf Fahrertrainings, und gibt abschließend Schlussfolgerungen und Empfehlungen.

Die Untersuchung zeigt, dass eine wichtige Motivation für gefährliche und risikoreiche Aktivitäten wie z.B. Motorradfahren in dem Reiz liegt, die jeweilige Fähigkeit und deren praktische Umsetzung zu verbessern. Bezüglich Motorradfahren ist hier eine verbesserte Wahrnehmung risikoreichen Fahrverhaltens eines der Hauptergebnisse. Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung ist, dass positive Erfahrungen bei Sicherheits-/Fahrtrainings nicht nur zu einem erhöhten Interesse an weiteren Fahrtrainings führt, sondern ebenso zu dem Vorsatz weiterhin Motorrad zu fahren und auch alternative Formen des Motorradfahrens kennen zu lernen (z.B. Touring oder Crossfahren). Dieser Aspekt ist besonders wichtig für die weitere Diskussion um die zukünftige Rolle von Sicherheitstrainings für Motorradfahrer.

Die Ergebnisse dieser Studie haben wichtige Auswirkungen für Veranstalter von Motorrad-Trainings- sowohl für die entsprechende Öffentlichkeitsarbeit als auch für deren Durchführung. Es ergeben sich hier gute Gelegenheiten Fahrereinstellungen und -sichtweisen weiterzuentwickeln und zu verbessern.

Abstract

This study examines the factors that shape rider choice of development pathway and the expectations and outcomes of engagement. An interim report based on these early stages of the study was reported at the 2002 Munich conference. The paper presented here considers the quantitative elements of the study identifying expectations, perceptions and responses to advanced rider training along with final conclusions and recommendations.

The research reveals that an important motivation for continuing to engage in any high-risk activity such as motorcycling is to develop technical skill and confidence in executing the activity. Enhanced awareness of unsafe motorcycling is a key outcome. Another is that a positive initial experience of post-test training not only leads to increased willingness to participate in further developmental training, but also an intention to ride further and try alternative forms of motorcycling experience; (e.g., touring or off-road riding). This has particular relevance to the wider debate surrounding the role that rider training might play in shaping the future health of motorcycling.

The results of the study have clear consequences for those involved in marketing and delivering motorcycle rider development programmes. Opportunities exist for creating and modifying consumption visions of riders and shaping development outcomes.

Résumé

L'étude examine des facteurs qui influencent tant des évolutions et des attentes de motocyclistes que des effets de points de vue de ces derniers. Un rapport intermédiaire sur les premiers résultats de l'enquête a déjà été présenté lors de la conférence 2002 à Munich. Le présent exposé traite des éléments quantitatifs examinés dans l'ensemble de l'enquête et décrit des attentes, des perceptions et des réactions à des formations motocyclistes, pour terminer par des conclusions et des recommandations.

L'enquête montre qu'un motif important pour des activités dangereuses et risquées comme par ex. le motocyclisme est l'attrait d'améliorer la capacité correspondante et sa mise en œuvre pratique. En ce qui concerne le motocyclisme, une perception améliorée d'un comportement de conduite risqué est un des résultats principaux. Un autre résultat de l'enquête est que des expériences positives dans le cadre de formations de sécurité/de conduite suscitent non seulement un intérêt accru pour d'autres formations de conduite mais encore, également la résolution de continuer à faire de la moto et à apprendre également à connaître des formes alternatives du motocyclisme (par ex. le touring ou le cross). Cet aspect est particulièrement important pour la suite de la discussion sur le rôle futur de formations de sécurité destinées aux motocyclistes.

Les résultats de cette étude ont des répercussions importantes pour les organisateurs de formations de motocyclisme – tant pour le travail de relations publiques correspondant que pour leur réalisation. De bonnes occasions de continuer à perfectionner et d'améliorer les points de vue et les opinions des motocyclistes s'ensuivent.

**Motorcycle rider development:
A study of engagement expectations and behaviour**

Introduction

Motorcycling in the UK is mostly a hedonic pursuit involving the search for the dynamic joys of controlling a motorcycle that absorbs riders and results in flow moments. This leisure experience contrasts with the confinements of workplace and home and offers participants numerous rewards both social and personal. In common with other skill based adventurous pursuits such as canoeing and mountaineering there is a wide range of advancement opportunities on offer. Whilst many of the pathways open to motorcyclists are informal, such as choosing a group of friends to ride with on a weekend tour, an increasing assortment of prepared packages are available for riders to choose from according to their perceived needs and aspirations. Advanced rider training is but one of many possible ways for motorcyclists to progress and is defined in this study as an intervention or voluntary action designed to extend rider skills beyond those that need to be demonstrated for rider licensing purposes.

Recent growth and changes in the motorcycle market in the UK have been accompanied by pressure to encourage the maximum number of riders to improve their riding skills enabling them to gain more fulfilment from motorcycling experiences safely. To achieve this goal further knowledge is required about the way motorcyclists engage with development opportunities such as advanced training so that they can be attracted to rider-oriented schemes through effective communications programmes (1). The main aim of the study was to explore patterns of motorcycle rider development and the means used by riders to handle the risks involved in motorcycling. This required exploration of the cultural context of contemporary motorcycling and the directions of value change amongst motorcyclists regarding safety. A key focus for the study was to examine the expectations, perceptions and emotions of motorcyclists involved in rider development programmes.

Stage one summary

Motorcycling is a pursuit that represents serious leisure to adherents whilst offering a sanctuary in which to experience temporary self transformation. In the search for authentic experiences motorcycle riders search out products, services and activities that tell stories resounding with symbolism and expressing a variety of meanings. Stage One of the study examined these processes through interaction with both riders and suppliers of rider development opportunities and associated goods and services. The latter anticipate and respond to the demands of motorcyclists for development opportunities with repertoires of offers supported by marketing and communication programmes.

Special emphasis in Stage One of the study was placed upon the stories that motorcyclists tell of their development through discourse where engagement in motorcycling represents narrative accomplishment. It was noted that marketing communications play a significant role in the construction and maintenance of mythologies in the motorcycle market from which biker narratives derive their nourishment. In the UK a fundamental element of the current motorcycling ethos derives from a racing heritage that continues to exert pressure on rider's machine preferences together with their riding styles and aspirations.

The study identified a number of psychological factors contributing to the reluctance of many motorcycle riders to participate in advanced rider training (2). They choose instead alternative ways to manage the risks associated with motorcycling including the use of protective equipment such as body armour. This was cited by many motorcyclists as a personal response to potential threats when riding. However, protective equipment represents only part of an extensive repertoire of further actions to handle risk. The second stage of the research study focused on rider training as a formal pathway of rider development. This was selected on the basis that it represents an intervention in the motorcycle market that many experts believe contributes positively to safer motorcycling and represents a route for additional motorcyclist goal fulfilment.

Methodology

The research study employed a mix of qualitative and quantitative approaches over a four year period; see table 1 below.

	<i>Stage One 1999 -2000</i>	<i>Stage Two 2001-2003</i>
Qualitative Research	Depth Interviews Providers of rider training courses	Depth Interviews Track-day organisers, m/cycle instructors
	Depth interviews Motorcycling industry experts	Depth Interviews Providers of rider training courses
	Depth interviews Motorcyclists	Depth interviews Motorcyclists
	Focus Groups Motorcyclists	Focus Group Track day riders
Quantitative Research		Survey Questionnaires Motorcyclists

Table 1
Research methodology

Stage One of the research study provided a rich, descriptive insight into various elements of motorcycling development through systematic, episodic participant observation and depth interviewing. Access was gained to informants under investigation in the attempt to recognise the core narratives of rider development shared by motorcyclists. At Stage Two the research undertook to pursue the key topic areas that emerged from Stage One through a combination of further qualitative approaches and a survey of motorcyclist expectations and perceptions of formal rider training.

Survey

A questionnaire was issued to participants in rider training schemes for them to respond to before and after the training experience. A total of 127 motorcyclists provided useable responses that included of a full profile of their riding history and demographic details.

The key topics for investigation were:

- Obstacles & triggers to participation in rider training
- Expectations of rider training
- Emotions about rider training
- Expected outcomes of rider training
- Rider development aspirations

Obstacles to participation in rider training

The reluctance of motorcyclists to participate in formal training programmes was revealed in the qualitative research stage of this study. In order to identify why riders were choosing NOT to participate in formal rider development activities respondents were asked to acknowledge possible reasons; these are shown in table 2.

<i>Obstacles</i>	<i>% claiming</i>
I wasn't aware of the programs available	40
Riding on the road seemed the best way to learn	25
I thought the training would cost too much	24
I thought my skills were adequate enough	21
The possibility of being unsuccessful stopped me	8
The training appeared dull	6
I was influenced by my friends negative opinions	0

Table 2
Obstacles to participation in rider training

A claimed lack of awareness of rider training programmes suggests that the current marketing of such schemes within the UK may require consideration to the creative content, branding and targeting within their communications.

Triggers for participation in rider training

The researchers considered it essential to clarify why decisions to participate in rider development had been made. Table 3 sets out the triggers that respondents claimed had influenced their decision to participate in rider training.

<i>Triggers</i>	<i>% claiming</i>
<i>Most important triggers</i>	
Ride safer	88
Skill development	85
Build confidence	75
<i>Least important triggers</i>	
Ride faster	21
Meet other motorcyclists	20
Acquire benefits (e.g. insurance discount)	18
Friends recommended	17
Recent accident	6

Table 3
Triggers for participation in rider training

The prime motivators for participation are instrumental for the continued development of motorcycle riders; that is, to ride safely and skilfully with confidence. The social aspects of participation in motorcycle training are clearly important factors influencing a significant proportion of participants.

Expectations of motorcycle training

The vast majority of participants anticipated that the course would be delivered properly and would be value for money. Most also thought that they would gain useful feedback, it would be fun and safe and conducted by an enthusiastic motorcyclist.

Emotional feelings prior to training

Motorcycling is an activity that engages riders both physically and emotionally. Since motorcycling demands high levels of personal commitment it is inevitable that riders demonstrate emotional engagement when involved in development experiences. A catalogue of seven emotional states drawn from Stage One was listed for respondents to consider. They were asked to indicate if they felt any of the following prior to training:

- anxious
- stressed
- apprehensive
- confident
- challenged
- vulnerable
- excited

Overall, as table 4 shows, riders prior to training were feeling challenged and excited but confident. Many felt slightly anxious & stressed with a fair level of apprehension and though few felt any vulnerability.

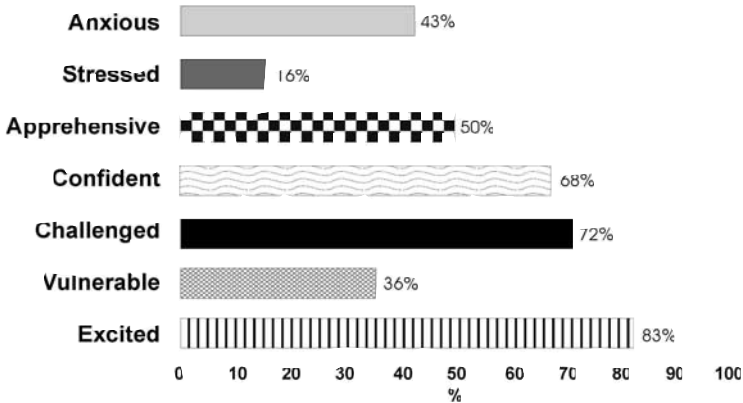


Table 4
Emotional feelings prior to training
Percentage admitting emotional response

Expectations & outcomes of rider training

Rider expectations about the anticipated impact of training on their motorcycling were measured before training. After training respondents were asked again about the impact of training on their motorcycling. Table 5 contrasts the expectations of riders about the impact of rider training before and after participation providing pre and post training means and the *p* value for a comparison by *t*-test.

<i>Perceived Impact</i>	<i>Mean pre</i>	<i>Mean post</i>	<i>p</i>
Ride faster	2.31	2.24	Ns
Ride safer	3.78	3.71	0.004
Better crash avoidance skills	3.36	3.68	0.006
Improved social standing	2.04	2.01	Ns
More enthusiasm	2.62	3.17	0.018
Greater confidence	2.98	3.49	0.017
Aware of unsafe biking	3.47	3.82	Ns
Aware of hazards	3.03	3.85	0.009
More skilful	3.18	3.58	0.024

Table 5
Pre and post training means for perceived
Impact of rider training on riding behaviour

The study found significant differences in pre and post training expectations about the perceived impact of rider training on riding behaviour for the following:

- ride safer
- better crash avoidance skills
- more enthusiasm
- greater confidence
- aware of unsafe biking
- aware of hazards
- more skilful

Motorcycle training costs riders in a number of ways including not only financial expense but also the time and effort required to participate and gain from the experience. Consequently it is the expected benefits of training that draws riders into involvement in the anticipation of gaining positive outcomes. Prior to participation in rider training riders almost unanimously expected to emerge safer, with more confidence, more aware of unsafe biking, crash avoidance and hazards, with more skills and greater enthusiasm for motorcycling. About half of the respondents expected to be riding faster, and few considered that their social standing would improve as a result of rider training.

The expectation that rider training would lead to safer motorcycling was supported by a high proportion of riders prior to training (84%). After rider training this figure increased to 95%. Perhaps one of the most impressive contributions of advanced riding courses appears to be the development of crash avoidance skills. Just less than half of riders anticipated this outcome from further training, whilst over 90% claimed they had learnt such skills after training.

Motorcycle training appears to make riders more enthusiastic about their motorcycling. Whilst almost one half of riders anticipated this outcome, after training almost two thirds felt that going on the courses had increased their levels of enthusiasm for motorcycling. Riders were almost unanimous in their view that participation in further training had increased their levels of confidence, made them more aware of unsafe biking, more aware of hazards and had made them more skilful when riding. The proportion of motorcycle riders who felt that the further training had influenced their riding to make it safer was almost unanimous (95%); prior to training this figure was 84%. A lower mean for riding faster reflects the shift in perceptions from a 62% of riders who anticipated riding faster before training to 37% after training.

Rider development aspirations

Motorcyclists frequently past motorcycling activities through their memories and in their imaginations envision future possibilities for their continuing riding careers. In making their choice of development pathway, riders synthesize a blend of formal and informal episodes to create highly personal routes through motorcycling. This dynamic picture reflects a maze of development trajectories available to modern motorcyclists from stunt schools to packaged round-the-world tours.

Respondents in the survey were asked what they expected to be doing more of in motorcycling over the next three years. Overall riders' aspirations reflect that most of them expect to be riding more safely, further distances and probably touring too. For most riders (67%), further training was "very likely". The prospect of faster riding and track days appealed to about a third of riders. Off road riding opportunities beckoned only a few riders and the possibility of racing was particularly unpopular.

Conclusions & marketing implications of study

The results of this study provide an insight into the range of expectations, perceptions and responses of motorcyclists in relation to advanced rider training. The research revealed that an important motivation for continuing to engage in motorcycling is to develop technical skill and confidence in executing the activity. The obstacles to participation to formal rider training were, in order of importance, a lack of awareness of the programmes available, the perceived cost of training and the perception of gathering experience on the road as the best way to learn. Further training appears particularly attractive to those who have recently entered motorcycling and wish to progress rapidly up the learning curve regarding skill development.

High levels of emotional excitement amongst motorcyclists prior to training reflect an alert state of arousal indicating a readiness for challenge and new experiences. This situation is beneficial for rider training and perhaps to be expected of riders who voluntarily participate in such programmes. In circumstances of compulsory rider participation the pattern of emotions may be entirely different and have alternative training outcomes.

The most important triggers to participation in rider training were the need to ride more safely, to develop motorcycling skills and to build confidence. Protective clothing and the actions of other road users were seen to be most important in relation to personal safety on the road when motorcycling. For the majority of motorcyclists the best way to learn was perceived to be gaining experience through riding on the road; a situation abetted by the perceived high cost of training.

Marketing opportunities

Opportunities exist to intervene to assist riders to pursue pathways of development pathways that include programmes contributing to safer motorcycling. Evidence in this study suggests that formal motorcycle training not only serves to generate safer riding intentions accompanied by heightened levels of riding skills, but also leads to enhanced levels of confidence and greater enthusiasm for motorcycling.

The research findings suggest that upon completion of training the majority of riders believe that they still have a capacity to improve their motorcycling competency and have in mind a range of optional pathways for further personal development. Marketers of advanced rider training need to position their offers carefully to ensure that rider's aspirations are met and development sustained. Alternative pathways such as packaged tours, track days, off-road riding courses and wheelie schools compete for the resources of riders who are seeking ways to develop their motorcycling vocation.

Risk compensation may result in some riders feeling that their best protection lay in minimising crash consequences rather than seeking to ensure crash avoidance. The significant emphasis on protective clothing by riders found in the study reflects an acknowledgement of the need to prepare for crash circumstances. In contrast rider training in the UK places emphasis on crash avoidance through the development of skilled responses of riders to challenges inherent in motorcycling. Motorcycle crashes represent a threat that serves to jeopardise prolonged and successful biking careers. Riders should be encouraged to perceive advanced training as a key ingredient of their aspirations for sustained enjoyment of motorcycling.

Communication of programmes

Marketers of rider development programmes should ensure that the use of targeted media is maximised and that messages are designed to stimulate rider involvement with the message(s). Consideration should be given to the stimulation of inter-biker influence to generate positive beliefs about training and to bring about attitudinal shift to increase rider predisposition to participate in advanced training. Attention should be given to the end goals of motorcyclists, the majority of who seek to maximise the hedonic aspects of motorcycle consumption and who seek to find ways to maximise sensation, to enjoy flow, and to gain full enjoyment from their chosen form of personal transport.

Consumption visions of motorcyclists

An opportunity exists to create in the minds of rider's consumption visions of training outcomes that include confident, safe and skilful motorcycling as elements of their motorcycling. Where advertising copy explicitly invites people to imagine themselves performing a variety of product-related behaviours within a consumption vision, they may be more likely to imagine themselves performing a variety of product-related behaviours within a consumption vision. Accordingly, bikers may be more likely to construct consumption visions that involve potentially safe and skilful motorcycle riding if their imaginations and fantasies about motorcycling are appropriately stimulated and engaged. Communication promoting training that concentrates on the process itself rather than on the outcomes and aspirations important to motorcyclists is likely to fail to engage with them.

Configuration of training

The research has shown how motorcyclists entering advanced rider training bring with them a wide variety of aptitudes, experiences and development expectations and in such circumstances, those who design courses should seek out ways to respond flexibly to this position. A differentiated response would serve to add perceived value to course programmes and could be met through developing repertoires allowing access at varying levels according to existing skills or requirements combined with rider-centred delivery.

Delivery of training

Rider development programmes such as training should seek to maximize, and thereby fully exploit, the social needs of riders in order to reinforce learning and to provide added value. An impact of enhancing the social aspects of training would be to contribute to word-of-mouth influence leading to successful programme diffusion amongst the motorcycling community. Souvenirs of participation and accomplishment have a key role to play in demonstrating to riders and their peers that successful engagement has occurred.

Whilst such artefacts may have only token value the symbolic significance to those who have undergone training should not be underestimated. The reassurance of riders who have completed rider training will reinforce beliefs about their decision to participate as well as provide stimulation for them to engage with rider training in the future. Sustaining rider intentions to develop skills and to ride more safely requires a repertoire of programmes linked to clear sets of outcomes.

References

- 01/ The Edge: Reducing rider casualties by raising customer expectations.
Geoff Crowther & Nich Brown International Motorcycle Safety Conference, Orlando, USA, Mar. 2001
- 02/ Behavioural Obstacles to Advanced Motorcycle Rider Training
Geoff Crowther with Nich Brown, IFZ International Motorcycle Conference, Munich, Germany, Sept 2002

**Die Rolle des Motorradausbilders im Zeitalter
innovativer technischer Systeme**

**The part of the motorcycle trainer in the age of
advanced technical systems**

**La role de l' instructeur de motocyclistes à l'âge
des systèmes techniques innovatifs**

Andreas Grünewald

Landesverband Sächsischer Fahrlehrer

Second representative of National chairmanship of the Association
"Sächsischer Fahrlehrerverband", Driving trainer all classes

Deuxième representative du comité de direction de l'association
"Sächsischer Fahrlehrerverband", Moniteur tous types

Kurzfassung

Motorradfahren war nicht immer eine Freizeitbeschäftigung. Zu Beginn der technischen Perfektion der Zweiräder waren diese ein finanziell attraktives Fortbewegungsmittel als Alternative zum teuren Pkw. Erst die Massenfertigung und damit verbundene Erschwinglichkeit der Autos für alle änderte dies. Ähnlich verlief die Änderung in Bezug auf die Ausbildung der Fahrschüler und späteren Fahrenanfänger. Die bis dahin relativ strukturlos gestalteten Unterrichtsvarianten bedurften einer Anpassung vor allem in Bezug auf die Fahrer motivation und in erster Linie waren es die Fahrlehrer, die bei der Neuformung maßgeblich mitwirkten. Denn anders als früher kam es nun nicht darauf an, die anwendbare Technik zu verstehen, zu beherrschen oder zuweilen auch instand zu setzen: Das Vermitteln des Sicherheitsbewusstseins stand bei diesen Reformen im Vordergrund.

Ein hinreichend bekannt gewordenes Beispiel ist die Erstellung eines Curricula ren Leitfadens in der Fahrschul Ausbildung. Erst später entwickelten sich aus diesen Ausbildungsregularien Systeme, die für die Nachbetreuung ehemaliger Fahrschüler gedacht waren: Das Motorradsicherheitstraining war geboren. Teilweise anders als im Pkw-Bereich entwickelten sich diese Schulungsprogramme zu sicherheitsbezogenen Varianten nicht zuletzt deshalb, weil dem Motorradfahrerschüler und Teilnehmer am Motorrad-Sicherheitstraining (SHT) sicherheitsrelevante Übungen wichtiger sind als dynamische Schleudererfahrungen im Pkw-Bereich. Umso wichtiger ist die Verantwortung der Fahrlehrer und Trainer im Umgang mit den ihnen anvertrauten Fahrerinnen und Fahrern.

Eine professionelle Fahrschul Ausbildung beginnt mit der richtigen Auswahl des Fahrzeuges und einer spezifischen Schutzbekleidung. Die Ausbildung und Schulung der Sicherheitsmultiplikatoren nimmt also einen erheblichen Stellenwert ein. Hier sind wieder Fahrlehrerverbände, DVR, und Umsetzer von Motorrad-Sicherheitstrainings gefordert, diese Sicherheitsbedürfnisse zu erfüllen.

In letzter Zeit gibt es in diesem Zusammenhang einige bemerkenswerte Aktivitäten. Die Erkenntnis der größeren Verantwortung durch die Erstausbilder der zukünftigen Motorradfahrer hat zur Bildung einer Konferenz der Motorradreferenten der Fahrlehrerverbände geführt. Aber auch die Neuordnung der Ausbildung zum Trainer für Motorradsicherheitstrainings schließt den Kreis der bereits erwähnten modernen Ausbildungssysteme.

Abstract

Riding the motorcycle has not always been a spare time activity. When the industry started to improve motorcycles technically they were - as means of transport - an alternative to cars, as they were at that time extremely expensive. Only when the mass production of cars began, and therefore their prices sank, this situation changed. In the same way the training of learners and future drivers changed.

Until then, methods of training had been quite unstructured and were in need of change; especially as far as the driver's motivation is concerned. In the first place, there were the driving trainers who played an important part in this process. Now it was not only necessary to understand the technical structures, nor to be able to control them, nor to repair them if necessary. It became more and more important to get across the consciousness of security. A very well known example hereof is the creation of a curricular guideline in the driving-school business.

Later on, systems were established that were raised upon these conditions. The actual purpose was the care for the former driving students. The security training for motocyclists was born. Partly different from what was trained in security trainings for car drivers these programs developped into security-related measures, especially because motocyclistes usually put special emphasis on security measures itself.

The more importance has to be given to the driving trainers and their way of dealing with their students. Here you will also find differences between powered two-wheelers and cars; as a professional driving education starts by choosing the right vehicle and special protective clothing.

Even the introductory part before really driving demands the trainers' whole expert knowledge and his consiousness of security. The educational training of these security features is therefor very important. This concerns especially the associations of driving trainers, DVR and others who have to fulfill the valid security conditions. Lately there have been quite some outstanding developments in this direction. Accepting the trainer's higher responsabilty lead to the formation of a conference of the motorcycles representatives. Also the reforming of the motorcycles security training has added a great value to these efforts.

With this presentation I would like to introduce the innovations to an international audience at Intermot.

Résumé

Aller en motocyclette n'était toujours un loisir. Quand on commençait à améliorer les motocyclettes elles devenaient une alternative aux voitures, lesquelles étaient très chères. Seulement à cette époque quand on établissait la production de voitures en grande quantité cette situation changeait car il y avait une chute des prix. De la même manière, l'éducation des moniteurs motocyclistes changeait.

Jusqu' à ce moment là, les méthodes de l'entraînement n'étaient pas assez structurées et il a fallu les changer. Particulièrement concernant la motivation du conducteur. Au premier plan, c'était les moniteurs d'auto-école qui ont fait beaucoup d'efforts à cet égard. Donc, ce n' était pas seulement important de comprendre la technique, (l' application ou de la réparation) , mais aussi de créer une conscience de sécurité. Un exemple très connu pour ce développement est la création d' une directive curriculaire pour les moniteurs d'auto-école. Plus tard, certains systèmes ont été établis sur de telles règles.

La vraie intention, c'était le soin donné aux élèves et futurs conducteurs. L' entraînement de sécurité motocycliste était né. En partie différents de ce qui était pratiqué dans les entraînements pour les conducteurs de voitures, ces programmes sont devenus des mesures concernant la sécurité, en majeure partie parce que les motocyclistes mettent spécialement l'accent sur les mesures elles-mêmes.

Il faut mettre la même importance aux moniteurs d'auto-école et leur manière de relations avec leurs élèves. Ici surtout les différences se montre entre des voitures et des deux-oues à moteur. Un entraînement professionnel commence avec le choix du véhicule adéquat et des vêtements de protection.

Même l'introduction des élèves avant l'entraînement réel demande toute la connaissance professionnelle de moniteur. Et l'éducation de cette capacité est évidemment important. C'est la chose qui concerne les associations de moniteurs d'auto-école, le DVR et les autres qui doit remplir les conditions de sécurité valables. Récemment, il avait des développements remarquables à cet égard.

Accepter la responsabilité plus haut de conducteur a donné la création d'une conférences des représentatives motocyclistes. Et encore, la transformation de l'éducation de sécurité motocycliste a été très important pour cet effort. Par ma présentation, je voudrais bien montrer ces innovations à une audience internationale au Intermot.

Die Rolle des Motorradausbilders im Zeitalter innovativer technischer Systeme

Historisch gesehen war das Einspurfahrzeug nicht immer eine motorisierte Möglichkeit, sich mehr oder minder die Freizeit auszufüllen, wie es in der heutigen Zeit eher der Fall ist. Damals galt das Zweirad als kostengünstige Alternative zum Kraftwagen, den sich nur privilegierte Schichten der Bevölkerung kaufen konnten. Manche dieser ersten Motorräder von Rasmussen und Co. erinnerten eher an Fahrräder mit einer Verbrennungsmaschine. Demzufolge geringfügig war dann auch der Umfang der Einweisung und Ausbildung der zukünftigen Zweiradlenker und sie beschränkte sich eher auf technische Unterweisungen zur Reparatur der Fahrzeuge, ähnlich wie es auch im Personenkraftwagenbereich zu verzeichnen war.

Niemand beschäftigte sich damals ernsthaft mit einer effizienten Gefahrenbremsung oder gar einer durch Lenkimpuls eingeleiteten Ausweichübung. Erst in der „Neuzeit“, als das moderne Krafrad zu einem festen Bestandteil in der Spaß- und Freizeitbeschäftigung wurde, traten die Gefahren der Inbetriebnahme eines solchen potenten Balancefahrzeuges schnell zu Tage. Nun waren die Fahrlehrer gefragt, die richtige Handhabung im Umgang mit so manchem Kraft strotzenden Gefährt zu vermitteln und die ihnen anvertrauten Probanden mit möglichst minimiertem Risiko auszubilden. Es rekrutierte sich dadurch ein neuer Industriezweig des ideellen und materiellen Sicherheitsbewusstseins, galt es doch, den Zweiradpiloten professionell auszubilden, einzukleiden und eine weiterführende Fortbildungsbetreuung anzubieten, um damit zu gewährleisten, dass das Erlebnis, allein oder in der Gruppe mit einem Motorrad zu fahren, nicht zum Sicherheitsrisiko für Umwelt und Mensch wird.

Verantwortungsbewusste Fahrlehrer, Ausbilder und Trainer schufen gemeinsame Programme zur Steigerung der Sicherheit für Biker in ganz Europa. Denn es galt, ein anfangs verfälschtes Bild von „herumrasenden Horden motorisierter Querulanten“ dahingehend zu verändern, damit die übrige nicht Motorrad fahrende Bevölkerung die scheinbare „Gefährlichkeit“ der Motorräder relativiert und damit den Nährboden schafft für eine gesunde, sichere, umweltfreundliche und akzeptierte Motorradhersteller- und Ausbilderindustrie.

Heute sind es unsere Kinder im jugendlichen Alter, die erstmals mit der Ausbildung der Klassen M und A1 ihre Erfahrungen mit dem Führen eines Kleinkraftrades machen. Die Motorradfahrlehrer haben diese Verantwortung erkannt und sind bestrebt, die Aus- und Fortbildungsprogramme zu perfektionieren und den aktuellen technischen Innovationen, die uns die Techniker bereitstellen, anzupassen. Ebenso wird eine enge Verknüpfung mit Institutionen und Vereinen angestrebt mit dem Ziel, die Vielfalt der Unterrichts- und Trainingsmethoden zu bündeln und nicht zuletzt europaweit zu vereinheitlichen.

Aber um in der Reihenfolge zu bleiben, beginnt der Weg zum Fahrlehrer der Klasse A bekanntlich mit der Schulung in der Fahrlehrerausbildungsstätte. Die Spezialisierung zum Ausbilder der Klasse A setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen: Der Anwärter für die Klasse A Fahrlehrerberechtigung muss im Besitz der Klasse B/E sein. Dann erfolgt die theoretische Schulung in den Stoffgebieten Verkehrsverhalten mit 45 Stunden, der Technik eines Motorrads mit 30 Stunden, dem Fahren des Zweirades mit 10 Stunden und einer verkehrspädagogischen Unterweisung mit 55 Stunden Dauer. Insgesamt umfasst die Theorieausbildung 140 Stunden, die innerhalb eines Monats absolviert werden müssen. Eine Unterbrechung ist nicht statthaft. Nun folgt die praktische Ausbildung in einer Fahrschule von mindestens 10 Stunden. Die nun nötige Fachkundeprüfung umfasst drei Teile, nämlich die fahrpraktische Prüfung, ähnlich wie beim Fahrschüler mit 60 Minuten Dauer, einem schriftlichen Teil mit 2,5 Stunden Zeitumfang und einer 30-minütigen mündlichen Prüfung. Wird diese Fachkundeprüfung drei Mal nicht bestanden, muss eine Wartezeit von mindestens fünf Jahren vergehen, bevor der Bewerber für die Klasse A Fahrlehrerlaubnis die Fachkundeprüfung erneut ablegen kann.

Die moderne Motorradausbildung gewinnt insofern an Bedeutung, weil auf Grund des zunehmenden Sicherheitsbedürfnisses der zukünftigen Motorradfahrer eine Spezialisierung der Fahrlehrerkollegen erfolgt. Das Sicherheitsbedürfnis wird gefördert durch einige politische Zusammenhänge, die eine Umkehr im Denken und Tun der Motorradindustrie zur Folge hatten. Adäquat dazu werden die Programme und Vorschriften zur Ausbildung und Prüfung angepasst und sorgen für stetige Veränderung für den gesamten Motorradbereich. Beispiele hierfür sind die Zulassung von ABS- und kombibremster Ausbildungs- und Prüfungsmaschinen durch die VdTÜV.

Hier sind wir beim Kernpunkt angelangt, der Neuordnung und ideellen Bündelung der Fachkräfte des Fahrlehrerkollegiums. Es kam zu einer Einladung aller Motorradreferenten der einzelnen Fahrlehrer- Landesverbände im Januar 2003, der 15 Landesverbände zum Sachsenring folgten. Nach einer anfänglichen Bestandsaufnahme wurden hier in die Probleme der Zweiradausbilder aufgezeigt und beraten mit dem Ergebnis, einige Punkte als Empfehlung an die Bundesvereinigung der Fahrlehrerverbände weiterzugeben. Am wichtigsten erschienen die Sicherheit der Führungsfunkanlagen, die Verfahrensweise nach einem Unfall in der Ausbildung, die noch viel wichtigere präventive Aufzeichnungsmöglichkeit vor allem der anfänglichen Ausbildung im Schonraum und nicht zuletzt die Definition einer ausreichenden Motorradschutzbekleidung für die Fahrschüler.

Die Motorradreferenten erkannten die Schwierigkeit der Umsetzung dieser genannten Ziele, denn wirtschaftliche Interessen und Unkenntnis, zuweilen auch Unverständnis der eigenen Kollegen, sind Hemmnisse aller Veränderungen, für die wir einstehen. Hier wird umso deutlicher, dass es eine enge Zusammenarbeit mit den Sachverständigen, den Sicherheitstrainern und natürlich mit den Partnern aus Politik und Wirtschaft geben muss, wollen wir unserer Verantwortung nach einer professionellen Zweiradausbildung in vollem Umfang gerecht werden. Bei der Folgeveranstaltung des Jahres 2004 in Altenburg waren die Thüringer Kollegen Gastgeber. Für das Jahr 2005 ist die Konferenz der Motorradreferenten in Linthe geplant, der Fahrlehrerverband Brandenburg erklärte sich zu der Ausrichtung bereit.

Ein weiterer wichtiger Abschnitt zur Perfektion der Klasse A Ausbildung ist die ständige Fort- und Weiterbildung der Kolleginnen und Kollegen, um aufzuzeigen, wie wichtig die eigene Kenntnis von beispielsweise neuen modernen Bremssystemen, dem Einfluss von geringen Außentemperaturen auf die Haftfähigkeit der Motorradbereifung oder modernster Schutzbekleidung für die eigene Arbeit der Fahrlehrer ist. Und natürlich die Fähigkeit, die theoretisch erklärbaren technischen Innovationen der modernen Kraffräder selbst zu beherrschen. Zwar schreibt das deutsche Fahrlehrergesetz eine Teilnahme an solchen Weiterbildungsmaßnahmen im Abstand von vier Jahren vor, aber das Interesse der Ausbilderinnen und Ausbilder an solchen Veranstaltungen zeigt uns, wie wichtig solche Hilfestellungen sind. Oft kommen Fahrlehrer deutlich häufiger als im Vierjahres-Rhythmus zu ihren Landesverbänden zur Motorradweiterbildung. Und hier schließt sich der Kreis, beginnend mit einer Zentralisierung aller Probleme und ihrer Weitergabe an die Landesverbände und Aufnahme dieser Schwierigkeiten in Form von Übungen und technischen Detaildemonstrationen während der darauf folgenden Fortbildung.

Als Beispiel dafür seien genannt: Hochgeschwindigkeitsbremsversuche mit ABS-Motorrädern bei nasser Fahrbahn, Enduro- und Trialübungen im Gelände oder die Aufrüstung von Demonstrationsfahrzeugen mit Bremsverzögerungsmessgeräten und Seitenausleger-Stützrädern. Häufig werden diese hochkarätigen Veranstaltungen in Verbindung mit Pkw-Sektionen angeboten, um den Bezug zu der wohl häufigsten Ausbildungsform, der Klasse B-Ausbildung, herzustellen. Hier erhalten die Organisatoren große Unterstützung durch die Pkw-Industrie.

Natürlich steht das Trainieren der Motorrad-Grundfahraufgaben der einzelnen Ausbildungsklassen im Mittelpunkt der Beobachtung. Hier wird vielen Kolleginnen und Kollegen deutlich, mit welchen Besonderheiten die Schüler beim Fahren der Grundfahraufgaben beschäftigt sind. Die folgenden Beispiele zeigen die Brisanz von ausgewählten Problemen.

1. Das Auskuppeln wird aus der Fehlerbewertung bei den Grundfahraufgaben Ausweichen und Ausweichen nach Abbremsen herausgestrichen
2. Motorräder mit Vollintegral-ABS können mit nur einer Hebelbremse verzögert werden
3. Die angeratene Vorsicht beim kurzen Slalom und der Verwendung von Krafträdern mit Kombibremssystemen
4. Aktuell nach Inkrafttreten von Annex 2 folgt endlich eine höherwertige Vorschrift über die Motorradschutzbekleidung
5. Der Bewerber oder die Bewerberin müssen ihr Krad in der Ausgangsort der Grundfahraufgabe schieben können
6. Die Frage taucht auf, ob ein Motorrad mit Antiblockiersystem bei der obligatorischen Gefahrenbremsung immer im Regelbereich des Systems gebremst werden muss

Ohne diese Fragen bei den Fortbildungen oder gar im Rahmen dieser Darstellung beantworten zu wollen sollen diese Beispielen aufzeigen, wie interessiert die Fahrlehrerschaft – zuweilen auch kritisch – den Neuerungen, die sich aus politischen und technischen Veränderungen der modernen Ausbildung ergeben, gegenüber steht.

Spätestens jetzt wird umso deutlicher, wie wichtig ein folgender Wirkungskreis funktionieren muss, nämlich das Zusammenspiel aller an der Ausbildung Beteiligten, die zu einem vernünftigen Konsens finden müssen. Beginnen sollte ein solcher Wirkungskreis mit der Evaluation der Motorradunfälle. Hier haben wir hervorragende praxisnahe Unfallforscher, die alle eingehenden Daten in Statistiken fassen und die wirklich existierenden Gefahren deutlich machen. Nun gehört es zu den Aufgaben der Ausbilder, diese Erkenntnisse zu verarbeiten und in die Führerscheinausbildungsprogramme einzuarbeiten und anschließend diese geänderten Programme mit den politischen Entscheidungsträgern abzustimmen, um feste Regularien für eine moderne Klasse A-Ausbildung zu garantieren. Hierbei stehen die Anpassung der besonderen Ausbildungsfahrten wie beispielsweise Fahrstunden im Überlandbereich, auf Autobahnen und nachts sowie die Grundfahraufgaben als wichtige Basis für eine Gefahrenbewältigung außerhalb des Schonraumes im Focus der Supervision.

Nun muss noch ein ständig angepasster Modus zur Bewertung einer Leistung des Fahrschülers gefunden werden. Hier sind alle Sachverständigen von TÜV und DEKRA gefordert, ihren Sachverstand zu nutzen, um eine gerechte, sachdienliche und nachvollziehbare Einschätzung der Leistung der zukünftigen Motorradfahrer abzugeben. Auch die Nachbetreuung der ehemaligen Fahrschüler mit Hilfe eines Sicherheitstrainings stellt einen ganz wesentlichen Teil der Akzeptanz unserer gesamten Fort- und Ausbildung für den Motorradfahrer.

Hier fällt es erstaunlicherweise leichter, feste Spielregeln und Abläufe eines solchen Trainingstages festzulegen. Dies ließ sich kürzlich anlässlich eines Trainings im neuen Leipziger ADAC Zentrum in Dölzig feststellen, als die Schutzbekleidung der Teilnehmer überprüft wurde. Es ist bekannt, dass unangemessene Bekleidung der Biker beim SHT kaum als Problem bekannt ist. Trotzdem stand in der Einladung zum Training bis dahin eine ähnlich unkonkrete Formulierung wie in der gültigen Prüfungsrichtlinie zur Fahrschulerausbildung. Aber recht schnell ließ sich der Text der Einladung zum SHT ändern, nämlich in „Protektoren führende motorradspezifische Schutzbekleidung“. Mit Sorge denke ich an den Kampf, die jetzige Erläuterung der Annex 2 der genannten Prüfungsrichtlinie neu zu formulieren, die bisher heißt:

„Bei Zweirädern ist auf ist auf das richtige Tragen der geeigneten Schutzkleidung (Schutzhelm, Handschuhe, anliegende Jacke, mindestens Knöchel hohes festes Schuhwerk, z.B. Stiefel) zu achten.“

Hier stellt sich die Frage, was im Detail dies nun alles bedeutet, doch die Mehrzahl der Motorradfahrlehrer benötigt keine unkonkreten Formulierungen in Gesetzen, um ihre Verantwortung zu erkennen, den anvertrauten Fahrschüler weitestgehend schützen zu können.

Die Fahrlehrerschaft ist bestrebt, eine hoch qualitative, professionelle Ausbildung zu gewährleisten und die Unfallhäufigkeit während und nach der Ausbildung zu verringern, in Partnerschaft mit TÜV und DEKRA, politischen Entscheidungsträgern und der Zweiradindustrie. Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass viele Motorradfahrlehrer und vor allem die genannten Referenten der Bundesländer sich mit weiterführenden Programmen beschäftigen, die Unfälle, die vom Motorradfahrer selbst, aber nicht zuletzt auch durch andere im Straßenverkehr verschuldet werden, zu mindern.

Viele interessieren sich für eine Ausbildung zum Motorradsicherheitstrainer, um in neuen, modernen Verkehrssicherheitszentren Biker mit größeren Erfahrungen zu schulen und zu trainieren. Hier sei der Appell an alle Umsetzer gerichtet, die Bedürfnisse der Traineranwärter zu erfüllen und den Weg zum Motorrad-Sicherheitstrainer zu ebnen. Um einer weiteren Anforderung an die Klasse A-Ausbilder gerecht zu werden, existieren viele freundschaftliche Kontakte zu den Kolleginnen und Kollegen in den anderen Staaten der Europäischen Union.

25 Jahre Motorrad-Sicherheitstraining

25 years of motorcycle safety trainings

25 ans d'entraînement pour la sécurité de motocyclistes

Horst Heider

Fahrlehrer, Verkehrslehrer, SHT-Trainer
Referent für Verkehrssicherheit des ADAC Schleswig-Holstein

Kurzfassung

25 Jahre sind Anlass, zurückzublicken in die Anfänge des ADAC-Motorrad-Sicherheitstrainings.

Dass dies von einem Trainer – früher „Instruktor“ – der ersten Stunde geschieht, gibt dem Rückblick eine besondere Note. Hat er doch, aus der ersten Ausbildungscrew im April 1978 hervorgegangen, über alle Jahre aktiv das Motorrad-Sicherheitstraining umgesetzt.

Neben der Entwicklung des zunächst ADAC-, dann DVR-Motorradsicherheits-training, geht der Autor auch auf die Entwicklung der Akzeptanz bei den Teilnehmern und die technische Entwicklung bei den Motorrädern ein.

Er beschreibt die Vorgehensweise in der Anfangsphase mit Wippe, Kiesbett und Schaum-stoffmauer ebenso wie das spätere „Turnen“ als „warm up“ für den Praxisteil des Trainings. Dabei dienen Bilder aus der Praxis zur Veranschaulichung der Entwicklung.

Eine besondere Trainings-Variante für Motorräder mit Seitenwagen bzw. Motorradgespanne wurde in Schleswig-Holstein entwickelt und angeboten.

Abstract

A period of 25 years is an occasion to look back at the beginnings of ADAC motorcycle safety trainings.

The fact that this review is being undertaken by a pioneer trainer (or “instructor“ as they used to be called) makes it a special one. Since April 1978, when the first group of trainers qualified, the author has throughout the years actively put motorcycle safety trainings into practice.

Apart from the development of first ADAC and later DVR motorcycle trainings, the author also has a look at the development of participants’ acceptance and technical developments in motorbikes.

He describes the training concepts of the first years, which included obstacles like a see-saw, a gravel bed and foam rubber walls, as well as the later idea of doing “gymnastics” on the motorbikes as a “warming up” for the practical parts of the training. Several photos will serve to illustrate the different stages in the development of motorcycle safety trainings.

A special training variant for motorbikes with sidecars has been developed and offered in the federal state of Schleswig-Holstein.

Résumé

25 ans sont une occasion de se rappeler les débuts de l'entraînement pour la sécurité de motocyclistes.

Le fait que ce regard en arrière est entrepris par un entraîneur (autrefois : instructeur) donne à cet événement une qualité particulière. Membre de la première équipe d'entraîneurs fondée en avril 1978, il a, en effet, réalisé activement l'entraînement pour la sécurité de motocyclistes pendant toutes ces années.

En outre du développement de l'entraînement pour la sécurité de motocyclistes, d'abord dans l'ADAC, puis dans le DVR, l'auteur parlera aussi du développement de l'acceptation par les participants et du développement technique à l'égard des motos.

Il décrira la méthode d'entraînement des premières années, qui utilisait la balançoire, unique couche de cailloux et le mur en caoutchouc mousse, aussi que l'idée développée plus tard de faire de la gymnastique sur la moto comme réchauffement avant les parties pratiques de l'entraînement. Des photos montreront l'évolution dans la réalité de l'entraînement.

Une variante spéciale d'entraînement pour les motos avec side car ou remorque a été inventée et offerte aux conducteurs en Schleswig-Holstein.

25 Jahre Motorrad-Sicherheitstraining

Als Motorradfahrlehrer seit 1963 und Motorradtrainer seit 1978 ist es mir möglich, sowohl Ausbildungsentwicklung als auch die Entwicklung des Motorrad-Sicherheitstrainings zu vergleichen und abzugleichen.

Aus dieser Sicht möchte ich den folgenden Rückblick verstanden wissen:

- Die Entwicklung des Motorrad-Trainings von 1978 bis heute
- Der Motorradfahrer* im Wandel der Zeit:
 - Der Motorradfahrer und sein „Werkzeug“
 - Die Altersstruktur der Motorrad-Sicherheitstrainings-Teilnehmer (Mot-SHT)
 - Das Sicherheitsbedürfnis und -verständnis
- Die Methode der Moderation und Instruktion
- Ausstrahlung des Motorrad-Trainings auf die Fahrausbildung von Fahranfängern und Prüfungskriterien
- Das ganz andere Gefühl – Motorräder mit Beiwagen oder als Motorrad-Gespann
- Variante zur Akquisition von Trainingsteilnehmern* (Initiative der Kreisverwaltung Schleswig-Flensburg)
- Persönliches Fazit
- Literatur / Quellennachweis

** Die im Text aus Gründen der Übersichtlichkeit gewählte männliche Form gilt für Männer und Frauen gleichermaßen.*

1. Die Entwicklung des Motorrad-Trainings von 1978 bis heute

Einer der Gründe, die den ADAC zum Ende der 70er Jahre veranlasst hatten, das ADAC-Motorrad-Sicherheitstraining zu konzipieren, Instruktoren auszubilden und das Training als Weiterbildungsangebot an die Motorradfahrer heranzutragen, waren die hohen Unfallzahlen, vor allem die tödlichen Unfälle.

a) ADAC-Analyse von Unfällen motorisierter Zweiradbenutzer 1975–1979

Die Tabellen zeigen die Entwicklung der Unfälle motorisierter Zweiräder. Wurden 1975 noch 36.053 registriert, stieg diese Zahl 1979 auf 46.886 um +30,0 Indexpunkte an. Die gleiche Entwicklung konnte bei den Verunglückten – Getötete und Verletzte – registriert werden. Verunglückten 1975 72.639 Benutzer motorisierter Zweiräder, so waren es 1979 bereits 94.479.

Unfälle mit Personenschaden motorisierter Zweiräder

Jahr	1975	1976	1977	1978	1979
Absolut	36.053	41.459	43.939	44.982	46.886
Index	100,0	115,0	121,9	124,8	130,0

Abbildung 1

Tödlich verunglückte Benutzer motorisierter Zweiräder

Jahr	1975	1976	1977	1978	1979
Absolut	1.932	2.091	2.150	2.000	2.050
Index	100,0	108,2	111,3	103,5	106,1

Abbildung 2

Verunglückte - Getötete und Verletzte - Benutzer motorisierter Zweirader

Jahr	1975	1976	1977	1978	1979
Absolut	72.639	84.511	88.330	90.920	94.479
Index	100,0	116,3	121,6	125,2	130,1

Abbildung 3

Unfallrate motorisierter Zweiräder im Vergleich pro 100.000 zugelassener
Motorräder:

im Jahre 1975 – 266 Tote/Jahr

im Jahre 2001 – 27 Tote/Jahr

b) Stat. Bundesamt 2001, Zweiradunfälle im Straßenverkehr 1979–2001

Jahr	Insgesamt		Insgesamt						
			innerhalb von Urschnitten						
1979	130 674	49 250	36 472	44 852	1 954	533	671	750	
1980	135 368	50 179	37 809	47 380	1 875	504	628	743	
1981	134 672	42 843	41 924	49 905	1 769	426	640	703	
1982	142 705	36 814	51 996	53 895	1 727	381	630	716	
1983	146 915	33 308	56 252	57 355	1 682	364	633	683	
1984	140 842	30 228	54 382	56 132	1 466	277	556	633	
1985	127 309	26 130	45 781	55 398	1 229	278	420	531	
1986	121 758	22 858	41 071	57 829	1 176	239	381	556	
1987	104 286	19 680	32 178	52 428	1 021	175	358	488	
1988	105 384	18 846	29 223	57 315	1 002	182	316	504	
1989	106 870	17 484	26 997	62 389	939	168	264	507	
1990	105 627	17 317	27 357	60 953	1 003	176	307	520	
1991	100 641	5 597	6 818	26 005	62 217	865	36	278	
1992	105 419	5 421	7 331	23 649	69 218	840	43	220	
1993	97 265	3 113	6 688	21 835	63 629	770	37	62	
1994	102 221	3 013	7 008	24 990	65 074	701	33	62	
1995	100 224	4 892	7 012	23 930	63 002	716	31	43	
1996	94 311	4 767	7 647	23 240	58 052	271	27	37	
1997	105 448	3 193	9 238	26 470	64 347	663	20	41	
1998	101 040	5 440	9 892	24 827	60 887	599	21	28	
1999	109 944	5 778	9 938	26 888	67 340	648	24	39	
2000	106 273	5 706	10 009	25 313	65 245	642	23	47	
2001	102 383	5 494	9 786	23 631	63 472	614	22	20	
			außerhalb von Urschnitten						
1979	34 771	11 744	10 060	9 967	2 169	602	960	607	
1980	36 062	11 772	17 087	7 203	2 094	552	947	595	
1981	36 640	10 436	10 704	7 416	2 019	478	1 002	339	
1982	39 413	9 243	21 963	7 907	2 142	441	1 36	340	
1983	40 163	8 792	22 932	8 439	1 979	342	1 421	330	
1984	36 435	7 530	20 952	7 953	1 791	348	1 20	315	
1985	34 288	6 058	19 751	7 679	1 632	324	908	408	
1986	31 033	6 095	17 896	7 002	1 310	203	825	400	
1987	27 546	3 200	10 103	7 233	1 380	237	771	372	
1988	27 887	1 351	15 056	7 700	1 364	231	739	394	
1989	28 304	3 150	14 766	8 384	1 416	239	717	460	
1990	28 445	4 955	15 149	8 341	1 348	208	752	388	
1991	16 604	1 716	1 829	14 346	8 713	293	76	428	
1992	16 354	1 727	844	13 617	9 268	212	73	377	
1993	25 070	1 494	784	13 384	8 624	1 162	71	673	
1994	26 495	1 528	2 027	14 239	8 701	1 220	60	87	
1995	25 980	1 488	1 839	14 163	8 490	1 130	48	61	
1996	24 036	1 402	1 701	13 597	7 336	1 021	34	36	
1997	27 384	1 506	2 028	15 730	8 120	1 159	35	73	
1998	25 788	1 498	2 115	14 748	7 427	1 049	50	48	
1999	29 137	1 607	2 263	16 911	8 356	1 142	35	49	
2000	27 609	1 537	2 121	15 799	8 152	1 119	42	43	
2001	26 865	1 489	2 102	15 032	8 242	1 123	47	45	
			Innere und äußere von Urschnitten						
1979	105 445	61 094	52 532	51 819	4 123	1 133	1 631	1 257	
1980	171 430	61 951	54 896	54 583	3 969	1 056	1 575	1 338	
1981	174 312	33 479	60 112	37 321	3 788	904	1 642	1 242	
1982	182 118	40 327	73 959	61 802	3 869	822	1 786	1 261	
1983	187 078	42 100	79 184	65 794	3 661	768	1 654	1 239	
1984	177 277	37 858	75 334	64 085	3 257	625	1 484	1 148	
1985	161 597	32 988	65 532	63 077	2 861	602	1 328	931	
1986	153 611	28 953	58 967	65 691	2 692	522	1 206	964	
1987	131 832	24 888	47 281	59 663	2 401	412	1 129	860	
1988	133 271	23 977	44 279	65 015	2 366	413	1 055	898	
1989	135 174	22 638	41 763	70 773	2 355	407	961	967	
1990	134 072	22 272	42 306	69 294	2 331	384	1 059	908	
1991	127 245	7 313	8 647	60 355	70 930	2 160	103	140	
1992	131 973	7 148	9 173	37 266	78 386	2 060	118	133	
1993	122 335	6 607	8 456	35 219	72 053	1 932	93	133	
1994	129 046	6 541	9 795	38 337	74 373	1 981	93	129	
1995	126 304	6 380	9 451	38 121	72 352	1 846	79	104	
1996	118 347	6 169	9 348	36 842	65 988	1 592	61	73	
1997	132 832	6 699	11 266	42 200	72 667	1 822	55	114	
1998	126 834	6 938	12 007	39 575	68 314	1 648	71	76	
1999	139 081	7 303	12 201	43 799	75 696	1 790	57	88	
2000	133 882	7 243	12 130	41 122	73 397	1 761	55	74	
2001	129 248	6 983	11 888	38 063	71 114	1 737	69	69	

Abbildung 4

Dies wiederum war auf die zum Teil schon vergleichsweise stark motorisierten Produkte und die mangelnde fahrerische Ausbildung ihrer Fahrer zurückzuführen.

Aber auch die Integration der schnellen Motorräder in die seinerzeit noch wesentlich langsameren Verkehrsabläufe durch die anderen Verkehrspartner war schwierig und ist ja eigentlich heute noch nicht abgeschlossen.

Deshalb galt auch das Herausstellen der Gefahren, die alleine das Fahren dieser Maschinen mit sich bringt, als Hauptanliegen.

Das Motto war und ist auch heute noch:

„Gefahren erkennen, Gefahren vermeiden, Gefahren bewältigen.“

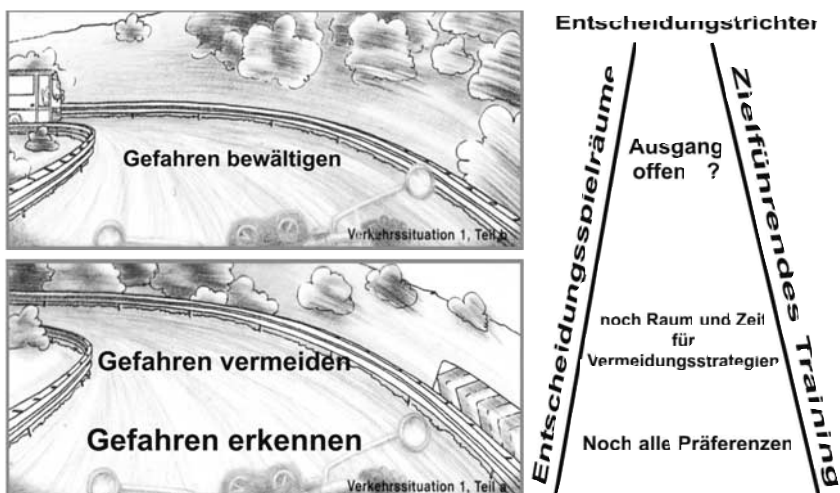


Abbildung 5

Das Kernziel bestand im Bewusstmachen der Gefahren, der Gefahrenantizipation und schließlich darin, durch das Üben von Bewältigungstechniken und Strategien unter fachkundiger Anleitung die Motorradfahrer in die Lage zu versetzen, souveräner mit kritischen Fahrsituationen umzugehen.

Dabei mussten erhebliche Ausbildungsdefizite alleine in der Grundausbildung aufgearbeitet werden.

Schließlich hatten die meisten Motorradführerscheinbesitzer ihre Fahrerlaubnis nach fünf bis zehn Minuten Prüfdauer erhalten. Eine Bremsung und das Fahren einer Acht waren die einzigen Fahrfertigkeitsaufgaben.

1. Stufe

Das waren die Anfänge und sie wurden im ersten Konzept „Sicherheit für Motorradfahrer“ umgesetzt. So waren sich die Initiatoren 1977/78 von vornherein darüber im Klaren:

Dozieren, Mahnen und Appellieren nützt nichts!

Besser ist es, auf jeden einzelnen Teilnehmer, seine Motive und Vorkenntnisse einzugehen sowie Theorie und Praxis eng miteinander zu verknüpfen. Trainingsphilosophie ist, dass alle Teilnehmer die Möglichkeit haben müssen, im Schonraum verschiedene Fahrmanöver auszuprobieren und alles zu trainieren, was im Straßenverkehr auf sie zukommen kann.

Das pädagogische Konzept des Motorrad-Sicherheitstrainings

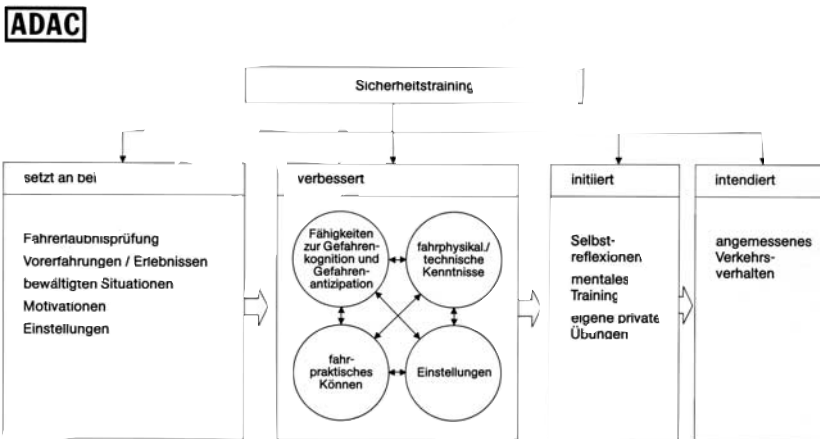


Abbildung 6

Motorrad-Sicherheitstraining

Ein-tages+programm



- Bremsen.
- Ausweichen
- Kurvenfahren
- Fahrbahn lesen
- Diskutieren
- Erfahrungen sammeln

Praktische Umsetzung durch:		Lerneinheiten und Inhalte			
Vor und während jeder Lerneinheit: Diskussion über Teilnehmererlebnisse		Fahrbahn	Bremsen	Kurven	Ausweichen
Verkehrssicherheitslehre	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrbahnoberflächen - Fahrbahnverschmutzung - Fahrbahnführung - Fahrbahnhart 	<ul style="list-style-type: none"> - Plötzliche Hindernisse - Sicherheitsabstand 	<ul style="list-style-type: none"> - „Hündekurve“ - Kurven schneiden - Kurvenverlauf (opt. Tausch) - Kurve hinter Kuppe 	<ul style="list-style-type: none"> - Hindernisse, vor denen man nicht mehr anhalten kann - Blockierter Fahrstreifen - „Toter Winkel“ 	
Praktische Übungen	<ul style="list-style-type: none"> - Fahren im Kies - Langsamfahrspur - Wippe - Trial - Anfahren am Berg - Slalom 	<ul style="list-style-type: none"> - Zielbremsung - Bremsung vorne - Bremsung hinten - Bremsung vorne und hinten - Bremsen mit doppelter Ausgangsgeschwindigkeit - Bremsen im Gefälle 	<ul style="list-style-type: none"> - Kreisbahnfahren mit Abkippen und Aufrichten - Slalom mit Schwingen und Abkippen - Rechtsfahren in Linkskurven 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausweichen vor Hindernis - Bremsen und Ausweichen vor Hindernis - Bremsen und Ausweichen vor geworfene Hindernis - Flucht ins Gelände 	
Fahrphysik	<ul style="list-style-type: none"> - Spurhaltung und Geradeauslauf - Kontrollfunktion des Fahrers - Fahrwerk - Fahrverhalten - Bereifung 	<ul style="list-style-type: none"> - Gewichtsverteilung - Verzögerung und Bremswege - Bremsysteme - Bremsverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrtechnik - Einleiten und Beenden der Kurvenfahrt - Bremsen in Kurven - Physikalische Einflußgrößen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kollisionsvermeidung durch Ausweichen - Bremsen und Ausweichen - Überfahren von Hindernissen - Regeln für das Fahrverhalten 	
Mentales Training	<ul style="list-style-type: none"> - Straße lesen (Baustelle/versteite Straße) - Plötzliche Hindernisse 	<ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsteilnehmer, die zum Bremsen zwingen - Plötzliches Hindernis 	<ul style="list-style-type: none"> - Hindernis in der Kurve - von der Maschine trennen- „Absteigen“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Vermeidung des Frontalaufpralls - Ausweichen vor bewegtem Hindernis 	
Praktische Übungsmöglichkeiten „zu Hause“	<ul style="list-style-type: none"> - s. o. (außer Wippe) 	<ul style="list-style-type: none"> - Zielbremsung - Bremsung vorne/hinten; vorne und hinten - Bremsen im Gefälle 	<ul style="list-style-type: none"> - Kreisbahnfahren - Slalom - Rechtsfahren in Linkskurven 	<ul style="list-style-type: none"> - Bremsen und Ausweichen - Flucht ins Gelände 	

Abbildung 7

Zu Beginn des ADAC-Motorradtrainings stand neben Bremsen und Ausweichen vor allem das Vermitteln von Fertigkeiten im Langsamfahrbereich im Vordergrund. So verlangte beispielsweise das Fahren über eine Wippe vom Fahrer dosiertes Spiel mit Gas, Kupplung und Bremse, während beim Üben in einem Kiesbett besonders Feinmotorik und Gleichgewichtssinn angesprochen wurden.



Abbildung 8

Die Entwicklung ging weiter, der Motorradboom spülte mehr Motorräder auf die Straßen. Aber auch die Motorräder haben sich hinsichtlich Gewicht und Leistung, Fahrwerk, Bereifung und Bremsen weiter entwickelt.

Die tödlichen Unfallzahlen waren zwar deutlich zurückgegangen, aber auch das Rettungswesen war deutlich effektiver geworden. Sicher hat das breit gefächerte Netz von Rettungshubschraubern manchem Motorradfahrer die Leben rettenden Minuten gebracht.

1991 wurden die ADAC-Instruktoren mit einem neuen Instruktoren-„Handbuch“ für das ADAC-Motorrad-Training vertraut gemacht. Das Handbuch (auch handlicher) hatte den alten „Instruktoren-Leitfaden, Sicherheit für Motorradfahrer“ ersetzt.

Kapitel 1: Einführung, Pädagogische Grundlagen

I.	Überlegungen zum neuen Handbuch	1
1.	Wichtige	1
2.	Inhaltliche Erweiterungen	2
3.	Vereinfachung	3
II.	Das im	3
III.	Zur Qualifikation der Instruktoren	4
IV.	Das padagogische Konzept	4
1.	Zielgruppe	4
2.	Zielsetzung	4
3.	Das Dilemma der subjektiven und objektiven Sicherheit	5
4.	Übergreifende methodisch-didaktische Elemente	5
5.	Didaktik der Fahrübungen	7
6.	Instruktionspsychologie	9
7.	Mentales Training	10
8.	Theoretisches Erarbeiten nicht trainierbarer Notmanöver	10
9.	Gedankliches Durchspielen potentieller Notsituationen	11
10.	Übung nach dem Training	11
V.	Der Kursablauf im Überblick	11
VI.	Zeitpläne	15
VII.	Instruktionen und Handlungsmuster	16

Abbildung 9

2. Stufe

Eingearbeitet waren nun Ergebnisse aus der Kollisionsforschung, der Sensomotorikforschung und inhaltliche methodische Erweiterung auf der Basis von Pädagogik und Psychologie.

Die fahrphysikalischen Erkenntnisse mussten auf die technische Entwicklung abgestimmt werden (z.B. ABS für Motorräder), die Gefahrenlehre orientierte sich stark an der Unfallstatistik. Die Broschüre „So kommt man sich entgegen – Tipps für Auto- und Motorradfahrer im Straßenverkehr“ der Autoren Falk und Ruhdorfer gaben wertvolle Hinweise für die Diskussionen über das Erkennen und Vermeiden von gefährlichen Situationen in den Trainings.

Das neue Handbuch stellte sich in vier Hauptkapiteln dar:

- Grundlagen
- Fahrpraxis
- Gefahrenlehre
- Fahrphysik

Um den neuen Anforderungen an die verschiedenen Zielgruppen der Teilnehmer Rechnung zu tragen, wurde das Kursangebot erweitert. Es gab nun:

- Standardkurse
- Auffrischkurse
- Zweitagekurse

Der Ausbildungsweg für Instruktoressen und deren Qualifikation wurde festgelegt; regelmäßige Fortbildungen waren nun verbindlich vorgegeben.

Im Kapitel Instruktionspsychologie wurde die Instruktionssprache als kurze und knappe Anweisung eingeführt.

Auch das mentale Training im Zusammenhang mit dem theoretischen Erarbeiten nicht trainierbarer Notmanöver wie das Aufstehen kurz vor einer Kollision, um die „Flugbahn“ zu beeinflussen, oder das richtige Trennen von der Maschine beim Sturz, fand Eingang in das Training. Auch wenn sich diese Möglichkeiten nur „im Kopf“ abspielen, so erweitern sie doch das Handlungsrepertoire und können überlebensnotwendig werden.

Für alle unterschiedlichen Kurse wurden Rahmenzeitpläne vorgegeben.

3. Stufe

Im Jahr 1999 kam die 3. „Ausbaustufe“ des Mot-SHT. Dieses Mal in Kooperation mit dem Deutschen Verkehrssicherheitsrat (DVR).

Das Impressum weist sowohl den DVR als auch den ADAC als Herausgeber aus.

Der Titel des neuen und damit auch heute noch aktuellen Handbuchs lautet: „Motorrad-Sicherheits-Training“, Handbuch für Kursleiter/innen nach den Richtlinien des DVR.

Was ist nun neu an dem neuen Konzept mit dem DVR als Dachorganisation und dem ADAC als Umsetzer? Das Vorwort gibt zum einen an, dass die Wurzeln des neuen Programms das ADAC-Motorrad-Training aus den siebziger Jahren bilden.

Weiter heißt es wörtlich, dass auch heute die 1991 im gelben Instruktor-Handbuch des „ADAC-Motorrad-Trainings“ dargelegten Überlegungen und Fakten zum Sicherheitstraining noch so aktuell sind, dass sie weitgehend für das aktuelle Handbuch übernommen wurden.

Mit der Übernahme des Programms möchte der DVR zum einen das Kursangebot auf einen gemeinsamen „Qualitätsnennner“ bringen. Die Richtlinien sollen ein neues Verfahren präzisieren: Die Qualität eines Kurses wird festgemacht am beobachtbaren Verhalten des Kursleiters.

Die Bemerkung zielt auf eindeutige Vorgaben der Kursinhalte, aufgeteilt in „Pflicht- und Kürteile“ für die Umsetzung eines Motorrad-Sicherheits-Trainings ab.

Im Kapitel 1 wird „Motorradfahren heute“ angesprochen und werden die Fragen gestellt:

Was macht Ende der 90er Jahre das Motorradfahren eigentlich aus?

Wer fährt Motorrad und warum?

Wie ist die Unfallsituation?

Was muss dementsprechend das SHT leisten?

Kapitel 2 stellt die Grundlagen des Mot-SHT aus Sicht der Pädagogik, Psychologie und Unterrichtstheorie (Didaktik) vor.

Kapitel 3 erörtert die Handlungsentscheidung für die Durchführung eines Mot-SHT. Für jede Phase, jeden Schritt durch einen Kurs werden die Ziele und Inhalte beschrieben sowie Hinweise zur Durchführung gegeben. Das entwickelte Verlaufsmuster repräsentiert den Standard-Kurs eines Mot-SHT. Weitere Überlegungen befassen sich mit Kursvarianten.

Kapitel 4 ist dem 125-ccm-Zweiradtraining gewidmet. Diese Kursvariante richtete sich zunächst ausschließlich an 16- bis 18-jährige Fahrer von Motorrädern bis 125 ccm. Da für diese Jugendlichen besondere psychologische Voraussetzungen beachtet werden müssen, unterscheiden sich die Planungsüberlegungen und -entscheidungen von denen, die für ältere Motorradfahrer in Kapitel 3 vorgestellt wurden.

Im Jahr 1996 hat sich das Führerscheinrecht dahingehend geändert, dass im Rahmen einer gesetzlichen Besitzstandsregelung alle Führerscheinbesitzer mit Ausnahme der Klassen M und L, wenn die Fahrerlaubnis vor dem 1. April 1980 erworben worden ist, automatisch den neuen Führerschein Klasse A1 (bis 125ccm) besitzen.

In einem Motorrad-SHT für Angehörige einer fliegenden Marineeinheit hatte ich einmal einen Phantom-Piloten, der eine 125er mitgebracht hatte und eigentlich alles, vor allem das Bremsen, erst an diesem Tag so richtig gelernt hat. Nach diesem Training war für ihn nicht mehr nachvollziehbar, wie er sich so unvorbereitet in den Straßenverkehr begeben konnte, wo er doch als Pilot tagtäglich die Erfahrung machte, dass jeder Start mehrfachen Sicherheitsvorkehrungen unterliegt.

In Kapitel 5 (Fahrphysik) und 6 (Gefahrenlehre) wird noch einmal auf das fachliche Hintergrundwissen, das für alle Kursleiter auch Pflichtwissen sein sollte, hingewiesen.

Irgendwann in den letzten 5 Jahren erfolgte dann die Entwicklung vom Instruktor über den Kursleiter zum Motorrad-Sicherheits-Trainer.

Aktuell existiert ein vielfältiges Trainingspektrum mit Angeboten für (Wieder-) Einsteiger ebenso wie für Routiniers. Stets steht neben der Vermittlung von praktischem Know-how die Gefahrensensibilisierung an erster Stelle. Schlagworte für das moderne Training sind: Blickschulung, optimales Bremsen und Kurvenfahren, schnelles Ausweichen mit Lenkimpulstechnik, Notmanöver, dazu Fahrphysik und Fahrzeugtechnik. Zielsetzung: Kennen lernen der realistischen Möglichkeiten und Grenzen der Maschine sowie der persönlichen Limits.

Das klassische ADAC-Motorrad-Training wird bundesweit auf allen Plätzen angeboten.

Regional gibt es weitere Kursvarianten:

- ADAC Motorrad-(Wieder-) Einsteiger-Training
- ADAC Motorrad-Intensiv-Training
- ADAC Motorrad-Perfektions-Training
- ADAC Motorrad-Kurse mit Ausfahrt
- ADAC Motorrad-Training für Gespanne
- ADAC Frauen-Training
- ADAC 125er-Training
- ADAC Roller-Training

Eine weitere Variante ist das ADAC-Sicherheits- und Fahrertraining.

Dieses Training, das vom ADAC und einigen Regionalclubs angeboten wird, findet auf Rennstrecken statt. Dort besteht das „Warm-up“ am Vormittag aus den Trainingseinheiten Slalom, Bremsen, Ausweichen und Kurvenfahren auf Übungsstationen der Rennstrecke.



Abbildung 10



Abbildung 11



Abbildung 12



Abbildung 13

Am Nachmittag können dann über den Verlauf des ganzen Kurses unter Führung der Trainer mehr oder weniger schnelle Runden gefahren werden – Kurventraining vom Feinsten mit dem „Sicherheitsnetz“ der Gruppe.

Teilnehmerentwicklung

Und wie steht es mit den Trainern?

Wie haben sich die Teilnehmerzahlen entwickelt?

36 Instruktorenanwärter absolvierten 1978 das 1. Ausbildungsseminar in Kirchheim/Teck. 205 beträgt die Anzahl der ADAC-Motorrad-Trainer im Jahr 2004. Von 1979 bis 2003 waren es insgesamt 183.346 Teilnehmer, die ausschließlich über den Umsetzer ADAC ein Training absolvierten.

Teilnehmerzahlen 2003

Teilnehmerzahl am ADAC Motorrad-Training bis 2003

- Teilnehmer in 2003: **20.027 Teilnehmer**
- Teilnehmer 1979 bis 2003: **183.346 Teilnehmer**
- Im Vergleich zum Vorjahr ergibt dies eine **Steigerung von 9,3%**

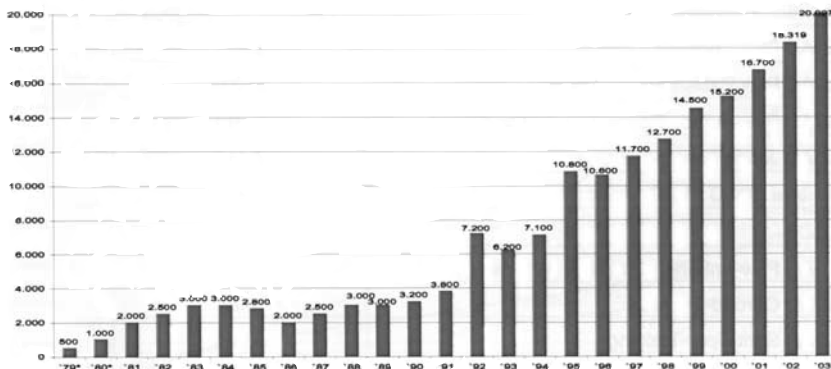


Abbildung 14

ADAC Motorrad-Trainings:

Trainingsvariante	Teilnehmerzahl 2003
ADAC (Wieder-) Einsteiger-Training	905
ADAC Motorrad-Basis/Intensiv-Training	16.035
ADAC Motorrad-Aufbau/Perfektions-Training	1.631
Weitere ADAC Motorrad-Trainings	1.581

Abbildung 15

2. Der Motorradfahrer im Wandel der Zeit

2.1 Der Motorradfahrer und sein „Werkzeug“

Waren es in der Anfangsphase des ADAC-Motorrad-Sicherheitstrainings fast ausnahmslos männliche Teilnehmer, so zeigt sich die Zusammensetzung heute eher gemischt. Hin und wieder kommt es vor, dass reine Frauengruppen zusammen trainieren und möglichst auch von einer Trainerin betreut werden wollen.

Allgemein betrachtet liegen die größten Probleme der Frauen zum einen in der weitaus geringeren Fahrerfahrung (Kilometerleistung). Ein weiteres Problem ergibt sich oftmals aus der Wahl des falschen Fahrzeugs. Da das im Fahrverhalten labile motorisierte Einspurfahrzeug sowohl von der Sitzposition, der Motorcharakteristik, dem Gewicht und dem Handling, um nur vier wesentliche Merkmale für eine zufrieden stellende Motorradauswahl zu nennen, stark individuellen Charakter aufweist, sollten diese für eine gute Beziehung zwischen Fahrerin und Fahrzeug auch berücksichtigt werden. „Die obere Hälfte des Motorrads“, wie es Prof. Bernt Spiegel ausdrückt, passt nicht zum unteren Teil oder umgekehrt. Und dies ist häufig der Fall.

Eine der oft genannten Auswahlkriterien ist die Übernahme der „alten“ Maschine vom Partner aus emotionalen, praktischen oder wirtschaftlichen Gründen. Ein Fahrzeugtausch mit „Probefahrt“ beim Training, nur aus Test- und Vergleichsgründen, bewirkt dabei wahre „Gefühlswunder“. Von Aussagen, wie „jetzt weiß ich erst, wie viel Spaß Motorradfahren machen kann“, bis zu „auf dem Motorrad habe ich ja gar keine Angst mehr“.

Natürlich wird das Motorrad auch sehr oft nach dem Aussehen gekauft oder welchen Eindruck man damit machen kann (Café Racer, Harley-Davidson oder „Rennziege“).

Diese Betrachtungen treffen durchaus auch auf viele Männer zu. Ihnen fällt es aber schwerer zuzugeben, dass sie sich in der Auswahl ihres Motorrades geirrt haben.

Vielleicht ein Anlass für die Zweiradindustrie, einmal grundsätzlich über eine Synthese aus Kaufangebot und Einführungstraining nachzudenken, um so den stagnierenden Absatz über die potenziell vorhandenen Führerscheininhaber der Klassen A1 (automatisch ab dem Ausstellungsdatum 01.04.1980 auch für die Klassen B und C) anzukurbeln.

Sicherheit und fahrerische Kompetenz sollten der Anreiz sein.

Das Unfallrisiko hemmt heute viele Jugendliche schon seitens der Familie, den Motorradführerschein zu machen. Es werden von den Eltern Versprechungen in anderen Bereichen gemacht, wenn auf den Motorradführerschein im Alter von 16 (A1) oder 18 (A begrenzt) verzichtet wird.

Dabei kann der Erfahrungsschatz, der zwischen 16 und 18 Jahren gesammelt wird, für die weitere unfallfreie Entwicklung von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein.

2.2 Die Alterstruktur der Mot-SHT-Teilnehmer

In einem Beitrag über die „Veränderungen in der Altersstruktur der Motorradfahrer“ geht Dr. Hubert Koch im Tagungsband der 4. Internationalen Motorradkonferenz 2002 auf die Altersentwicklung der Motorradfahrer ein.

Waren es zu Beginn noch mehr junge Teilnehmer am Sicherheitstraining, die offensichtlich auch einen sportlichen Aspekt in der Beherrschung der Maschine durch das Training sahen oder Ausbildungsdefizite korrigieren wollten, so sind die „älteren Semester“ heute weitaus stärker vertreten. Die Altersentwicklung der Motorradfahrer spiegelt sich durchaus auch in der Zusammensetzung der Trainingsgruppen wider. Hier stellen heute die Altersgruppen ab 35 bis 65 Jahre im Allgemeinen das größte Kontingent. Dagegen sehen offensichtlich die überwiegend gut ausgebildeten jugendlichen Motorradfahrer zunächst keinen Bedarf an einem weiterführenden Motorrad-Training. Die vergleichsweise (Pkw) umfangreiche Ausbildung mit den trainingsähnlichen Grundaufgaben führt zu der Annahme, auf ein zusätzliches Training verzichten zu können.

Motorradbestand zum 1. Juli eines Jahres in Deutschland 1985, 1990, 1995 und 2000 nach Altersklassen

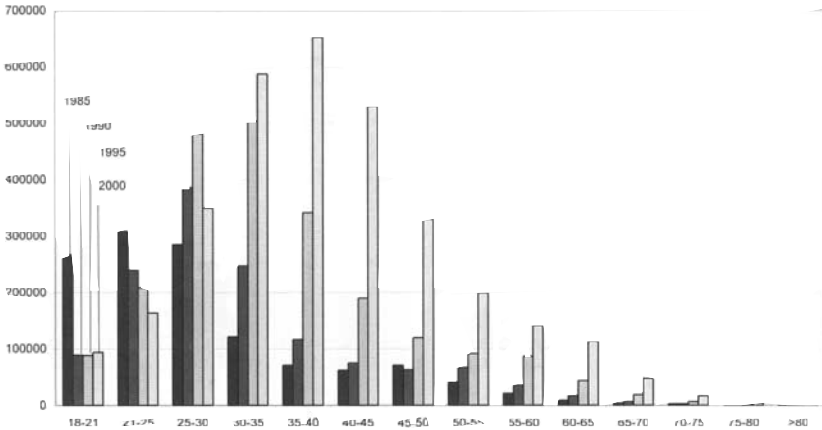


Abbildung 16

2.3 Das Sicherheitsbedürfnis und -verständnis

Auf keinen Fall zu kurz kommen darf beim Thema Sicherheit die Entwicklung über die mittlerweile 26 Jahre Mot-SHT. Nimmt man sich einmal die Ausrüstung der Teilnehmer vor, so hat sich die Einstellung zur Schutzkleidung zum Positiven geändert. Sieht man einmal von einigen Jugendlichen und „outfit-abhängigen“ Chopper- oder Harley-Fahrern ab, so hat der verbindende Sicherheitsgedanke nicht nur die Beherrschung des Fahrzeuges erfasst, sondern auch den positiven Schutz durch eine optimale Sicherheitskleidung mit eingeschlossen. Dies gilt insbesondere für die Fahrer von Straßensportmaschinen.

Im Praxisheft 3 des ifz geht Wolfgang Stern 1985 auf die Schutzkleidung für motorisierte Zweiradfahrer ein. Und 1994 bringt das ifz im Rahmen seiner Motorrad-Tipps weitere Informationen über Schutzkleidung und Helme. Dies waren alles wertvolle Hilfen in Broschürenformat für unsere Trainingsteilnehmer.



Abbildung 17

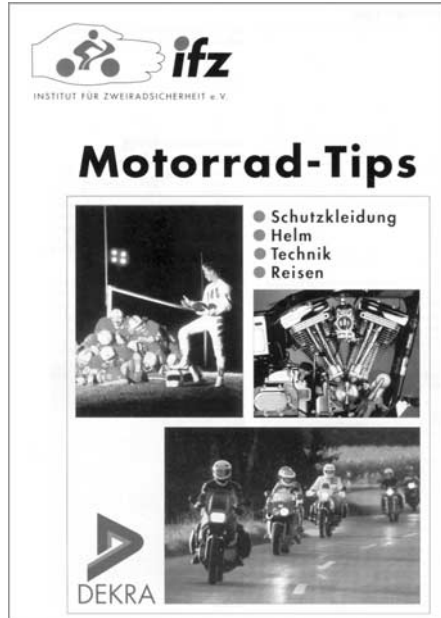


Abbildung 18

Heute findet man in den Zubehörcatalogen der großen Händlerketten für Motorradzubehör ausreichend Tipps zum Schutz durch entsprechende Kleidung. Auch die Diskussion, ob Leder oder Textil, ist hinreichend geführt.

3. Die Methode der Moderation und Instruktion

Als ich im Jahr 1978 vom ADAC Schleswig-Holstein, meinem Regional-Club, zum ersten Ausbildungsseminar nach Kirchheim bei Stuttgart geschickt wurde, waren meine motorsportlichen Ambitionen auf dem Pkw-Sektor (nationale und internationale Rallyes) und der Beruf als Fahrlehrer die entscheidenden Kriterien für die Kandidatenauswahl.

Am meisten imponiert hat mir auf diesem Seminar, wie Dr. Hubert Koch mit der gesamten Gruppe der Instruktorenanwärter das fertige Programm im damals zumindest in Fahrlehrerkreisen noch weit gehend unbekanntem Moderationsstil erarbeiten ließ.



Abbildung 19
Dr. Hubert Koch

Damit wurde uns eine Lehrmethode in Verbindung mit der herkömmlichen Methode der Instruktion nahe gebracht, welche die Teilnehmer und ihre Erfahrung vom Beginn des Trainings an bis zum Abschlussresümee mit einbindet.



Abbildung 20



Abbildung 21

Und gerade diese Methode der eigenen aktiven Mitgestaltung des eintägigen Trainingsprogramms, ausgehend von realen Erlebnissen zum Thema Fahren, Kurvenfahren, Bremsen und Ausweichen wird ausgesprochen dankbar umgesetzt.

Immer wieder wird der wertschätzende, Wissen vermittelnde, aber nicht belehrende pädagogische Stil als Ziel führendes und angenehmes Miteinander und Lernklima in der Gruppe empfunden. Natürlich gehört auch die fahrerische Kompetenz des Trainers dazu, ohne dass das Vorfahren der Übungen zur zwingenden Nachahmung verführen darf. Weniger ist dann oft mehr.

Eine wichtige Erkenntnis und vielerorts bei der Zusammenstellung der Trainingsgruppen organisatorisch noch nicht gelöst, ist die angestrebte Homogenität der Gruppe. Selbstverständlich versucht der Trainer mit der Vorstellungsrunde die Vorerfahrungen der Teilnehmer und die selbst gemachten Erfahrungen in geschilderten Situationen für die Einschätzung der Teilnehmer auszuwerten. Einen weiteren Überblick kann er durch die erste fahrerische Übung, das „Warm-up“ oder auch Turnen auf dem Motorrad bekommen. Was trauen sich die Teilnehmer zu? Was lassen diese lieber aus?

Hier bietet sich für den Trainer eine unverfängliche Möglichkeit, auch bei größeren Altersunterschieden zwischen Trainer und Gruppe fahrerische Kompetenz zu demonstrieren. Und trotzdem gelingt es dem Trainer nicht immer, alle Teilnehmer dort abzuholen, wo sie stehen und jedem in der Gruppe das Gefühl zu geben, weder unter- noch überfordert zu sein.

Bei der Zusammenstellung der Gruppen nach Vorerfahrung und Leistung besteht Handlungsbedarf. Dies umso mehr, wenn auch Wiederholer im Trainingskurs sind, die dann unter Umständen klare Vorstellungen aus dem vorhergehenden Training mitbringen und sich in ihrer Erwartungshaltung nicht bestätigt sehen.

Das krassste Beispiel war eine junge Motorradfahrerin, die von ihrem Vater mit dem Auto (das Motorrad stand auf einem Anhänger) zum Trainingsplatz gebracht wurde. Hier bestand auch eine klare Erwartungshaltung: Wenn ich meine Tochter morgens beim Trainer abgebe, hole ich abends eine „fertige und sichere“ Motorradfahrerin wieder ab.

4. Ausstrahlung des Motorrad-Trainings auf die Fahrausbildung von Fahranfängern und Prüfungskriterien

Bereits 1979 habe ich zusammen mit einigen Kollegen, die nach mir ausgebildet worden sind, eine Fahrlehrer-Fortbildung über unseren Landesverband angeboten. Motorrad-Gespannfahren war ebenso Bestandteil wie Roller, Trial oder Moto-Cross. Und auch die schnellen Runden auf einer Rennstrecke sollten den Fahrlehrer-Kollegen die fahrerische Weiterentwicklung bieten, um im harten Wettbewerb durch fachliche Kompetenz zu bestehen.

Nachträglich betrachtet hat das ADAC-Motorradsicherheitstraining die Initialzündung für die neuen und auch anspruchsvollen Ausbildungsinhalte der Fahrerschüler-Ausbildungsordnung in ihrer jetzigen Form gegeben. Die heutige Ausbildung bietet nunmehr für den Ausbilder eine weitaus größere Grundlage, als dies noch in den siebziger und achtziger Jahren der Fall war.

Als Fahrlehrer und Mitautor habe ich seinerzeit im Ausschuss „Kraftradausbildung“ der Bundesvereinigung der Fahrlehrerverbände e.V. an der Entwicklung eines Leitfadens für die Kraftradausbildung mitgearbeitet. Damit wurde ein Stufenlehrplan entworfen, der den Band 5 der Schriftenreihe der Bundesvereinigung vom Mai 1976 „Kraftradausbildung – 10 Stufen zur Fahrzeugbeherrschung“ ergänzte.



Abbildung 22



Abbildung 23

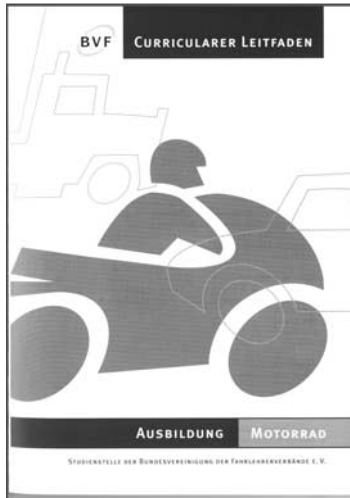


Abbildung 24

Dieser Vorläufer bildete die Grundlage für die Schriftenreihe Nr. 10 vom Juni 1988 „Curriculum für die Kraffradausbildung“.

Schließlich rundete die 3. überarbeitete Auflage vom September 2000, der „Curriculare Leitfaden für die theoretische und praktische Ausbildung Motorrad“ die Ausbildungsvorgaben der Fahrlehrer-Verbände ab. Auch das ifz hat im Juni 1990 mit seinem „Praxisheft Zweiradsicherheit Nr. 5“ einen wertvollen Beitrag zur Motorrad- und Motorrad-Gespannausbildung geleistet.



Abbildung 25

Leider gibt es auch heute noch Fahrlehrer, die nicht in der Lage sind, die anspruchsvollen Grundfahrlübungen ihren Schülern und Schülerinnen auch vorzufahren. Es fehlt einfach die klassenspezifische Verpflichtung zur Fortbildung mit Praxisteil.

5. Das ganz andere Gefühl – Motorräder mit Beiwagen oder als Motorradgespann

Aus dem Angebot des ADAC ragt eines besonders heraus, weil es eigentlich kein richtiges „Motorrad-Training“ ist: das Motorrad-Gespanntraining.

Ursprünglich als zusätzliche Ladekapazität in der Vor- und Nachkriegszeit als „Mitläufer“ angebaut, entstand das „Motorrad mit Seitenwagen“. Das Motorradgespann, ein völliger Umbau mit Pkw-Bereifung, anderen Rädern, Radaufhängung und Fahrwerksmodifikation erfordert ein völlig anderes Fahrverhalten. Und da der Fahrer die asymmetrische Konzeption bei jedem Beschleunigungs- und Bremsvorgang ebenso berücksichtigen muss wie das unterschiedliche Kurvenverhalten bei Rechts- und Linkskurven, aber nirgendwo ein Schulungszwang besteht, ist das Gespannfahren eine spannende Sache.

Wer fährt nun solch ein Fahrzeug? Der oder die Motorradfahrer, die das Motorradfahren wegen der Kinder nicht aufgeben wollen (auch der Hund war schon ein Grund), oder für eine längere Tour mehr Ladekapazität zur Verfügung haben wollen. Oder einfach nur das ganz andere, aber nicht minder faszinierende Fahrverhalten als Herausforderung ansehen?



Abbildung 26

Egal, mit welcher Motivation Gespannfahrer unterwegs sein wollen: Sie haben nur ganz geringe Ausbildungsmöglichkeiten. Zum Teil über die Gespannbauer, die Einweisungskurse anbieten. Und da sich zwei Trainer des ADAC Schleswig-Holstein mit der Materie auseinandergesetzt haben und selbst Gespanne fahren, gibt es auch ein Angebot des ADAC im nördlichen Bereich.



Abbildung 27

Um dem Familien-Gedanken zum Erfolg zu verhelfen, wurde das Motorrad-Gespann-Camp mit Lagerfeuer und Übernachtungen auf dem Platz etabliert. Natürlich fehlt auch die gemeinsame abschließende Gruppenausfahrt nicht, bevor man wieder in die Heimatorte zurückfährt.



Abbildung 28



Abbildung 29

Sicherheits- und Fahrerlehrgänge auf den Rennstrecken sind auch für Gespannfahrer offen und werden gerne angenommen.



Abbildung 30

6. Variante zur Akquisition von Trainingsteilnehmern (Initiative der Kreisverwaltung Schleswig-Flensburg)

Seit 1993 führt die Straßenverkehrsbehörde des Kreises Schleswig-Flensburg zusammen mit der Polizeiinspektion Schleswig, dem Fahrlehrerverband, dem ADAC und der Kreisverkehrswacht unter dem Motto „fair und fit“ auf dem Gelände der Kaserne „Auf der Freiheit“ in Schleswig und seit April 2004 auf dem Flugplatz in Eggebek ein Motorrad-Sicherheitstraining durch.

Da weder Maßnahmeträger ADAC noch die Landesverkehrswacht in den Kreisveranstaltungen eine Konkurrenz sehen, stellen beide Organisationen das Know-how und die Trainer und sichern damit den DVR- und ADAC-Standard.

Die Qualität des Trainings hat sich herumgesprochen, so dass die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Jahr zu Jahr gestiegen ist. Betrug sie im Jahr 1993 gerade einmal 48 Personen, so konnten in diesem Jahr 485 Biker und 6 Beifahrer/innen zum Training begrüßt werden (siehe Teilnehmerentwicklung).

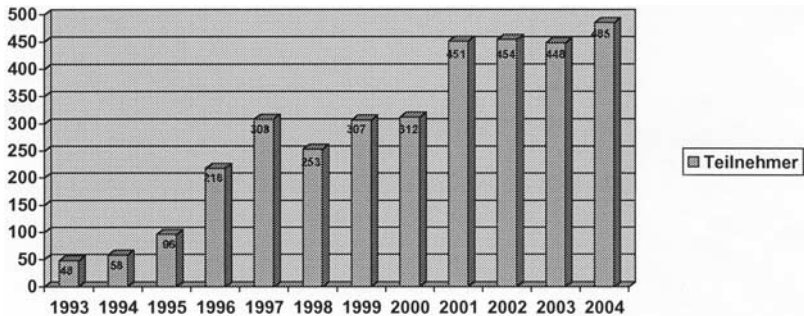


Abbildung 31

Für die beispielhafte Verkehrssicherheitsarbeit ist der Kreis Schleswig-Flensburg in den Jahren 1993, 1995, 1996, 1997 und 1999 vom Landesministerium für Wirtschaft und Verkehr als Sieger ausgezeichnet worden. Eine Auszeichnung, die auf die gemeinsame, partnerschaftliche Verkehrssicherheitsarbeit zurück zu führen ist.

Da die Preise jeweils mit einem namhaften Betrag dotiert waren, konnte der Kreis diese Gelder für ein Sponsoring der Teilnehmergebühren einsetzen und somit auch Motorradfahrer erreichen, die ein günstiges Angebot suchen.

Diese Arbeit führte auch zur persönlichen Auszeichnung von Herrn Wilfried Caspers, Polizeiinspektion Schleswig, sowie von Herrn Volkert Eisele, Straßenverkehrsbehörde Kreis Schleswig-Flensburg, mit dem Deutschen Verkehrssicherheitspreis in Bronze der Deutschen Verkehrswacht und der Björn Steiger Stiftung.

Beteiligung von Kraftfahrzeugen an Unfällen im Kreis Schleswig-Flensburg

Jahr	Anzahl der Unfälle	Leichtverletzte *)	Schwerverletzte *)	Tote	Zugelassene Motorräder, Motorroller und Leichtkrafträder
1993	93			3	4.787
1994	102			2	5.418
1995	127			3	5.917
1996	96			1	6.425
1997	93			2	7.116
1998	92			2	7.887
1999	105	66	30	3	8.649
2000	112	62	38	4	9.327
2001	108	55	39	4	10.105
2002	77	46	29	2	10.751
2003	142	89	46	1	11.032
2004	35	20	9	0	**)

*) Über die Anzahl der Leicht- und Schwerverletzten liegen für die Jahre 1993 bis 1998 keine Daten vor.

***) Aktuelle Zulassungszahlen Januar 2005.

Abbildung 32

Fazit: Nur durch das Engagement des zuständigen Verkehrsamtsleiters Volkert Eisele (übrigens kein Motorradfahrer!) ist eine derartige Aktion möglich geworden.

7. Persönliches Fazit

Zum Abschluss der Betrachtungen bleibt als persönliches Fazit:

Die Tätigkeit als Mot-SHT-Trainer hat mir über alle Jahre immer sehr viel Spaß gemacht. Die durchweg positiven Rückmeldungen der Teilnehmer haben mir immer gut getan und den anstrengenden Tag mit innerer Zufriedenheit auf dem eigenen Motorrad auf der Heimfahrt vom Training ausklingen lassen.

Meine beruflichen Qualifikationen sind dabei über Aus- und Fortbildungen stets gefördert worden. Deshalb möchte ich mich an dieser Stelle vor allem für die gute Zusammenarbeit und das Umfeld bei Hubert Ruhdorfer von der ADAC-Zentrale und dem Verkehrsleiter des ADAC Schleswig-Holstein, Hans-Günter Otzen, bedanken.

8. Literatur

- 01/ ADAC: ADAC-Sicherheitstraining, aktuelle Daten 2003/2004; ADAC-Bereich Verkehrsmarketing und Vertrieb
- 02/ ADAC: Flyer anlässlich „25 Jahre Motorrad-Training“ 2004
- 03/ ADAC: Motorrad-Training, Instruktorhandbuch; Gerhard Falk, Hubert Ruhdorfer, Wolfgang Stern
- 04/ ADAC: Sicherheit für Motorradfahrer; ADAC-Motorrad-Sicherheitstraining, Hubert Koch, Uni Essen, ADAC-Zentrale Abt. VEA 1978
- 05/ ADAC: Verkehrstechnik-Analyse von Unfällen motorisierter Zweiradbenutzer; Entwicklung im Bundesgebiet 1975-1979; Quelle Stat. Bundesamt
- 06/ ADAC und DVR: Motorrad-Sicherheitstraining, Handbuch für Kursleiter/in; K. Schulz, W. Stern, G. Falk, U. Thomso, Redaktion: B. Gerkens, Hubert Ruhdorfer, Michael Bartz, 1999
- 07/ DVR und ADAC: So kommt man sich entgegen; Gerhard Falk, Hubert Ruhdorfer, 1993
- 08/ Institut für Zweiradsicherheit: Praxishefte Zweiradsicherheit Nr. 5 und andere
- 09/ Dr. Hubert Koch: Veränderungen in der Alterstruktur des Motorradfahrer – Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und Herausforderung an die Forschung; Tagungsband ifz Nr. 10; 4. Int. Mot.-Konferenz 2002
- 10/ Kreisverwaltung Schleswig-Flensburg: Motorrad-SHT über eine Veranstaltergemeinschaft; Volkert Eisele
- 11/ Bernd Spiegel: Die obere Hälfte des Motorrades – Vom Gebrauch der Werkzeuge als künstliche Organe; Verlag Heinrich Vogel, München 1998
- 12/ Statistisches Bundesamt: Straßenverkehrsunfälle, Kurzinformation zur Verkehrsstatisik; Zweiradunfälle im Straßenverkehr – 2001
- 13/ Institut für Zweiradsicherheit: Wolfgang Stern, Praxisheft Zweiradsicherheit Nr. 3

Qualitätssicherung bei Motorradsicherheitstrainern

Certification processes for motorcycle safety training professionals

Raymond J. Ochs, Ed. D.

Director Training Systems
Motorcycle Safety Foundation

Kurzfassung

Qualifizierungsnachweise werden allgemein genutzt, um festzustellen oder zu bestätigen, dass etwas korrekt durchgeführt worden ist. In Ausbildung und Training werden sie gebraucht, um zu bestätigen, dass jemand oder etwas einen Test bestanden oder eine bestimmte Leistungsstufe erreicht hat. Eine Abschlussbescheinigung zum Beispiel wird oft genutzt, um zu zeigen, dass eine Person von einer übergeordneten Organisation, die als zuverlässig anerkannt wird, ausgebildet worden ist. Ein Qualifikationsnachweis kann somit auch als Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung angesehen werden.

Eine Qualifizierung kann auch als Nachweis benutzt werden, um den Inhaber dieses Nachweises zu autorisieren, bestimmte Dienste auszuführen. Allgemein gesagt dient sie somit dem Zweck der Einführung und Aufrechterhaltung von Standards. In mancher Hinsicht also schaffen Qualifizierungsnachweise ein Monopol, das weitere potenzielle Anbieter dieser Dienstleistung ausschließen kann und in dieser Hinsicht ein Mechanismus zur Kontrolle von Inhalten und Zielen ist. Allgemein gültige und anerkannte Qualifikationen genießen das Vertrauen der Öffentlichkeit, da der Verbraucher denkt, dass sie gute Vorbereitung und eine gewisse Professionalität garantieren können.

Ein Vorteil dieser allgemein anerkannten Qualifizierungen und Zertifikate ist deren Austauschbarkeit, die auf die vermutete Einheitlichkeit und Übereinstimmung von Inhalten und Zielen zurückzuführen ist. Hier ist Schutz [oder eine Kontrollinstanz] wichtig, der [die] garantiert, dass der Inhalt einer Qualifizierung allgemein gültig ist und nicht persönlich und individuell ausgelegt wird.

Qualifizierungsnachweise sind innerhalb eines bestimmten kontextuellen Bereichs gebunden, und auch der Dienstleistungsempfänger bringt bestimmte Erwartungen und Vertrauen in diese Leistung mit. Es ist somit wichtig für eine Stelle, die Qualifizierungen anbietet, genau festzulegen, was zertifiziert wird, so dass sich die Öffentlichkeit über Inhalt und Qualität informieren kann und diese Qualität somit überprüfbar wird. Sowohl der Verbraucher als auch gut qualifiziertes Schulungspersonal muss vor Inkompetenz und vor möglichem Wettbewerb mit unqualifizierten Anbietern geschützt werden.

Die vorliegende Untersuchung bietet Einblicke in MSF- Qualifizierungsabläufe, indem sie die Geschichte der Schulungspraxis beschreibt, Einblicke in ausgewählte sicherheitsorientierte Organisationen und deren Qualifizierungspraxis gewährt und die MSF Schulungs- und Zertifizierungsmaßnahmen für Fahrertrainer und deren Moderatoren vorstellt.

Das Ausbildungs- und Trainingsprogramm der MSF (MSF RETS) bietet Struktur und Aufbau eines kompletten Trainingsablaufs für verschiedene Fahrergruppen für Einsteiger und bereits erfahrene Fahrer. Das MSF Trainingsprogramm erfordert eine hohe Qualität der Lehrer – Schüler – Interaktion und stellt die Entwicklung von Wissen, Fähigkeiten, Einstellungen, Gewohnheiten und Wertigkeiten in den Vordergrund. Die Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit dieses Fahrerprogramms hängt weitgehend von der Professionalität der offiziell geschul-ten Fahrertrainer und Moderatoren ab.

Abstract

Certification is generally used to state or confirm that something is correct. From the education and training perspective, it is used to declare that somebody or something has passed a test or achieved a certain standard. A certificate of completion, for instance, is often used to verify that a person is endorsed by an overarching organization that has been acknowledged as a recognizable and verifiable source of knowledge. A certificate may be considered a safeguard of quality.

A certificate may be used as a process of legal sanction, authorizing the holder of a credential to perform specific services. Generally it serves the purpose of establishing and maintaining standards for the preparation of employment. In some ways though, certification creates a monopoly that could exclude potential stellar performers, and in that regard can be a self-serving mechanism for control of processes and procedures. But overall certification has earned the confidence of the public, as it is believed to ensure preparation and status of a professionally qualified individual.

An advantage of general certification is reciprocity. This is because there is an assumed level of consistency of process and results. Safeguards are necessary to ensure that the integrity of certification remains intact and does not lead to a forum for personal agendas. While certification is somewhat contextual within a given field, the recipient of services must have a level of understanding and trust. It is necessary for a certifying agency to clearly articulate what its certification means so the public can ascertain the degree of quality to be expected. The public must be protected from incompetence, and so too, a professional membership made up of certified individuals must be protected from competition from the unqualified.

This paper provides a background for certification by looking at the history of certification practices, provides a snapshot of certification procedures of select safety-related organizations, and outlines the Motorcycle Safety Foundation's certification and recertification processes for its RiderCoaches and RiderCoach Trainers.

The Motorcycle Safety Foundation's Rider Education and Training SystemSM (MSF RETS) provides the structure and processes of a complete training system designed to provide entry-level as well as lifelong learning experiences for prospective and current motorcyclists. The MSF RETS requires a quality of teacher/learner interaction that will ensure the development of learner knowledge, skills, attitude, habits and values.

The efficacy and effectiveness of the Motorcycle Safety Foundation education programs, to a large extent, depends on the professional effectiveness of certified RiderCoaches and RiderCoach Trainers.

Résumé

Les justificatifs de qualification sont généralement utilisés pour constater ou confirmer que quelque chose a été correctement effectué. Pendant la formation théorique et pratique, on en a besoin pour confirmer que quelqu'un ou quelque chose a réussi un test ou atteint un niveau de performance déterminé. Un certificat final est par exemple souvent utilisé pour montrer qu'une personne a été formée par une organisation supérieure, qui est reconnue comme digne de confiance. Un justificatif de qualification peut donc également être considéré comme un contrôle de la qualité / une assurance de la qualité.

Une qualification peut également être utilisée comme justificatif pour autoriser le titulaire de ce justificatif à proposer certains services. D'une manière générale, elle sert ainsi l'objectif de la mise en œuvre et du maintien de standards. Donc, d'un certain point de vue, les justificatifs de qualification créent un monopole qui peut exclure d'autres offrants potentiels de cette prestation de service et sont, de ce point de vue, un mécanisme de contrôle de contenus et d'objectifs. Des qualifications généralement valables et reconnues bénéficient de la confiance du grand public, étant donné que le consommateur pense qu'elles peuvent garantir une bonne préparation et un certain professionnalisme.

Un avantage de ces qualifications et certificats généralement reconnus est la possibilité de les intervertir, qui est due à leur uniformité et à la coïncidence supposées des contenus et des objectifs. Ici c'est la protection [ou une instance de contrôle], qui garantit que le contenu d'une qualification est généralement valable et non interprété de manière personnelle et individuelle, qui est importante.

Les justificatifs de qualification correspondent à un engagement au sein d'un domaine contextuel déterminé et le bénéficiaire de la prestation de service apporte également une attente et une confiance déterminées dans cette prestation. Il est donc important pour un organisme qui propose des qualifications de déterminer avec précision ce qui est certifié, de manière à ce que le grand public puisse s'informer sur le contenu et la qualité et à ce que cette qualité soit donc vérifiable.

Le consommateur, de même que du personnel de formation bien qualifié, doivent être protégés contre l'incompétence ainsi que contre la concurrence possible d'offrants non qualifiés.

Cette enquête offre des aperçus de déroulements de qualification de MSF en décrivant l'historique de la pratique de formation, en donnant des aperçus d'organisations sélectionnées orientées sur la sécurité et en présentant les mesures de formation et de certification de MSF pour les formateurs de conducteurs et de leurs modérateurs.

Le programme de formation théorique et pratique de MSF (MSF RETS) propose la structure et l'organisation du déroulement complet d'un stage pour différents groupes de conducteurs, pour les débutants comme pour les conducteurs expérimentés. Le programme de formation de MSF nécessite une grande qualité de l'interaction enseignant/élève et met en première ligne l'évolution des connaissances, des capacités, des points de vue, des habitudes et des valeurs. L'efficacité et la performance de ce programme destiné aux conducteurs dépend pour la plus grande partie du professionnalisme des formateurs de conducteurs et des modérateurs ayant bénéficié d'une formation officielle.

Certification processes for motorcycle safety training professionals

Introduction

The purpose of this paper is to provide a framework for certification processes as it relates to motorcycle safety training specialists generally, and to provide the policies and procedures of the Motorcycle Safety Foundation's certification and recertification processes for its RiderCoaches and RiderCoach Trainers specifically. The paper is divided into three parts. Part 1 notes the development of educational processes in the United States, both for public schooling and for vocational training. It traces the roots of teacher certification that has become an acceptable acknowledgement of competencies and provides a credential that verifies expertise in a given discipline. Part 2 presents the findings of a limited survey of select organizations that certify personnel to conduct training. It provides a comparison of products and processes for initial certification training as well as ongoing processes for maintaining standards and vitality. Part 3 provides the fundamental structure of the Motorcycle Safety Foundation's RiderCoach Trainer Certification System, which is designed to provide initial certification and professional development opportunities for certified RiderCoaches and RiderCoach Trainers who conduct RiderCourseSM training related to the MSF Rider Education and Training System. MSF's certification system may serve as a template for the development of certification processes for motorcycle safety education and training specialists.

Part 1 – The development of teacher certification processes

Formalized teacher certification in the United States is a rather recent phenomenon. It was borne out of the need to ensure a community of civilized and culturally adept citizens. While European history demonstrates a dichotomy of structure that divides education into bourgeois requirements and aristocratic offerings, the United States education systems sprung from religious training needs and transformed into its current educational processes for mass development with equal opportunity and diversity. Meyer in Morris (1963, p. 17) provide a history of education in the United States and notes: "You will find, after a little bookwork and meditation, that, strictly speaking, our Republic is not graced – as are some other lands – by a national system of education." In the United States, schools are connected like rungs on a ladder from elementary to higher education and the opportunity is open to anyone. American educational developments mirrored Renaissance-type energy. There were simultaneous developments from several viewpoints.

The primary issue is that development and expansion were couched in localized control, which eventually became a modern cohesive landscape as the speed and quality of media and communication processes expanded.

Religious training was the primary reason for education in the United States. In 1647 Massachusetts passed the “Old Deluder Law,” a puritanical anti-Satan effort that set the stage for what was to become the American state school system. Teachers were chosen and paid most often by parents in an unorganized system of opinion by local inhabitants. “The only specific restriction imposed by the state in the employment of teachers during the colonial period was a ‘security clearance’ on religious and political loyalty” (Kinney, 1964, p. 39). The premise that government can require parents to school their young became an acceptable practice. This was not true for all the early states though, and some like Virginia left the education of children to private enterprise and family initiatives.

In the late 1790s after the American Revolution and adoption of the United States Constitution, the American population exploded. Individuals who were considered masters would select themselves to conduct the acts of education. Most were self-proclaimed mentors or had favorable reputations from public appearances, demonstrating erudite wisdom and effective communication skills. The quality of the results led to a more organized effort to establish an educational academy. Academies were initially formalized in Philadelphia, and the privately owned academy concept expanded due to its appeal to provide what most considered useful instruction. The states began to view general education of the public as their sovereign responsibility, but lack of tax revenues hindered widespread expansion.

The 1800s gave rise to the common school, which was free and open to all. Support came from public funds and quality assurance was a function of the individual states. A primary issue for formalized schooling was the quality of the teacher; in other words there was not a structure to ensure that incompetent teachers were being employed. This led to a movement for the establishment of special training schools and the first state board of education in 1837. (Horace Mann was the first board’s secretary.) Massachusetts became the first state to establish a public normal school, which in essence was a teacher’s college. Teaching methods were borrowed from the pedagogical thinking that was occurring in Europe.

But unlike Europe, the structure in the United States supported formalized education that allowed every American youngster to reach their utmost potential; Europe clung to a dual system with one body of schools reserved for the masses and another, distinct and unrelated, for the so-called elite, whether intellectual or otherwise.

Other states followed the pattern and by the late 1800s, tax-supported public schools were becoming popular in many states, as was state authority and oversight. Although this trend was popular in populated cities, rural areas still embraced the one-room schoolhouse into the early 1900s. The tiered structure of elementary, secondary and higher education had taken root. Uniformity became a standard for quality assurance. As Meyers states (Morris, 1963, p. 45): "Specializing in the gross, it was expected, like a rolling mill, to yield a standard product." Teachers had the same preparation and the similar lesson plans. But then the art behind the science of teaching began to take hold. The role and overall competencies of a teacher took on a loftier significance, and certification became a formalized process requiring a higher degree of scrutiny as areas of specialization grew and expectations of matriculating students took on a new significance.

Teaching was arguably becoming a profession. Some took the position that teaching was a quasi-profession because teachers were typically not self-employed but rather employees of organizations. Others espoused the view that good teachers were born, not made. By any view, the responsibilities of teachers were such that professional certification became appropriate. The similarities with other professional areas of practice such as medicine and law were often made.

Kinney (1963, p. 3) provides a school-based definition of certification: "Certification is a process of legal sanction, authorizing the holder of a credential to perform specific services in the public schools of the state." It is noteworthy that certification was not taken lightly by the profession or the public. The professions embraced certification because it brought into alignment preparation and assignment; the public liked certification because it provided at least the semblance of a guarantee of quality. Indeed, the teacher who was certified had the satisfaction of being identified as personally and professionally qualified for service, and was able to relish in the status and protection.

In the United States, it wasn't until the 1825 that certification was formalized. Although laws stipulated the qualifications of teachers previous to this time, there was little oversight in teacher performance and the value of education was declining. "Evidence on the academic qualifications of the applicant, under most circumstances, was obtainable only by interviewing the candidate" (Kinney, 1963, p. 40). Certification of teachers began to formalize when counties began to evaluate candidates using teacher examinations. Authority to examine equaled authority to certify, and the process initially was little more than a screening for literacy. Later more stringent requirements were implemented to provide public assurance of at least minimum competencies, and state oversight gained appeal. This gave birth to the National Education Association in 1870, which had the goal to elevate the character and advance the interest of the profession of teaching as well as promote the cause of popular education in the United States.

It wasn't until the early 1900s that states took primary authority in certifying teachers, and this was aided by the elimination of teacher examinations in favor of college training as a basis for certification. By 1950 there was a concerted effort to professionalize education. The movement was led by representatives of the National Commission on Teacher Education and Professional Standards. The goal was to provide a continuing program for the profession in matters of recruitment, selection, preparation and advancement of professional standards. These standards affected institutions that prepared teachers, an effect that continues today. This coupled with national accreditation, which is a fairly recent occurrence, takes us to the landscape we still see today. According to Kinney (1963), "the strength and unity of the profession in education depend on national accreditation" and is "the keystone for professional effectiveness" (p. 94).

Standards for teaching were historically set quite low for historical and economic reasons. "When normal schools began in the 1800s, teachers knew little more than their students. American society did not require a highly educated work force. Instead, it required large numbers of people with basic skills, and the schools satisfied that need" (Wise and Leibbrand, 2000, p. 613). The next several years saw deterioration in the teaching profession and certification processes. It was during this time period that the teacher profession became undervalued. "In the early to mid-1900s, most policy makers viewed teaching as a routine activity that could be picked up 'on the job' with some supervision" (p. 613).

In many ways the efforts of standardized certification and accreditation of preparation programs did not keep pace with the information explosion and real time availability of facts as access to the worldwide web became pervasive. “As education became a lifelong activity, educational programs became, for adult learners, a consumer product to be purchased and, for institutional providers, a commodity for mass marketing” (Stubblefield and Keene, 1994, p. 255). Programs were devised to provide alternative certification for people who already had college degrees in fields other than education, who were older and more mature and seeking opportunities to teach in the public schools. These programs shared university-based curricula, but more emphasis was being put on pre-service programs, internships, regional service centers, school district programs and mentoring opportunities. “A combination of teacher shortages (regionally and in particular subject matter areas), the need for preparation models other than four-year undergraduate programs for those who want to enter teaching later in their careers, and criticism of traditional teacher preparation programs have made a variety of alternative routes a more attractive option for policy makers” (Hirsh and others, 1998, p. iv).

Hirsh and others (1998) provide a modern look at the American educational landscape, and have identified three distinct waves in reforming the quality of teaching beginning in 1983 with the release of *A Nation at Risk*, which warned of declining educational standards and weak to mediocre student performance. The first wave was an intensification of improved academic standards and designing new curricula. In the late 1980s a second wave emerged that focused on the structure of the teaching occupation and administration of the schools. The third and most recent wave is focused on “improving the quality of teaching through, for example, better teacher preparation, higher quality professional development, teaching standards, and a more comprehensive attempt to boost the professionalism of teaching” (p. 2-3).

The history of formal public teacher education credentialing is identifiable, but in the nonpublic sector the development of processes for certifying instructors in special interest areas is not so clear. As special-interest organizations became involved in employee training and development and as adult and continuing education programs became more prevalent, the need for non-public school teachers and instructors grew. After-school programs were implemented in community education efforts and private industry too became interested in educating the public.

Developments in the 1980s included an American Society for Training and Development study that “identified areas of practice and competencies needed for training and development functions; expanded the concept of human resource development into the three domains of training and development, organization development, and career development; explored certification programs for HRD (Human Resource Development) practitioners; and developed models for graduate professional programs” (Stubblefield and Keane, 1994, p. 267-268).

From a non-formalized, non-teacher education viewpoint and considering training as basically a sophisticated form of communication, it is not out of the question to think of training processes starting with the caveman; there knowledge was transferred as needed for survival. “We can surely say that here was the first on-the-job training. Through signs and words, the developmental process which we call training was administered; and when the message was received successfully by another person, learning took place and knowledge or skill was transferred” (Miller in Craig, 1996, p. 3-4).

Even into the modern industrial age, knowledge of the crafts could only be transferred by direct instruction from the skilled to the unskilled. Underneath the culture of formal education were initiatives of a fledgling training community. It was here the apprenticeship program came to life. “There was no American system of public education to provide ‘useful knowledge’ for potential young workers in those early days of the industrial era. Out of necessity, training had to be done within a company or in a trade group.” (Miller in Craig, 1996, p.7). Later the term “vocational education” became synonymous with job training. This set the precedent for organizations to provide specialized training not provided by formal schooling.

From 1996 to 2001, in an effort to achieve and promote a globally accepted benchmark for organizations managing the qualification and certification of persons, the American National Standards Institute developed Personnel Certification Standards. The premise was that confidence in the respective certification schemes is achieved by means of a globally accepted process of assessment, subsequent surveillance and periodic reassessments of the competency of certified persons. The proposed standards were a response to the ever-increasing velocity of technological innovation and growing specialization of personnel. This three-stage process (assessment, surveillance, reassessment) became the core template adopted by organizations that certify personnel and it can be seen in the majority of certification processes.

Part 1 has provided a look at the history of American education with special emphasis regarding teacher certification processes. It was shown that both informal and formal processes have been used to ensure a person who provides instruction is competent and ethical, and that for formal teacher certification, oversight commenced with families and local community involvement, moved to county and state bureaucracies, and then expanded with overarching accreditation processes by specialized organizations. Many specialized organizations involved in public and private training programs offer personnel credentialing to conduct specialized training. Certifications range from personal fitness instruction to scuba diving, from corporate coaching to motorcycle safety training. These certification programs have become a synthesis of the patterns used in formal teacher education programs and vocational credentialing processes. Contemporary educational programs designed to certify individuals to conduct training follow similar processes to ensure that an individual has developed and demonstrated minimum competencies related to developing an adequate knowledge base, appropriate skills sets, and an effective communication style. Part 2 will provide a snapshot of practices from select organizations that provide certification of individuals to conduct training.

Part 2 – Certification practices of organizations

Part 2 provides a look at select agencies and organizations that certify personnel to conduct training. Most of them provide certification of instructors for specialized training in safety or product operation for the public. Instructor is defined as someone directly responsible for conducting, presenting or otherwise facilitating a basic course or activity. A course or activity is defined generally as a unit of instruction that leads to participant improvement in cognitive, affective or psychomotor processes, or an activity that monitors or assesses performance.

The Motorcycle Safety Foundation completed a convenience survey of six select organizations involved in certifying personnel for knowledge and skill based training programs. The six agencies were: Ohio Department of Natural Resources, Division of Watercraft; American Sailing Association; Professional Ski Instructors of America (Western Division); American Riding Instructors Association; American Association of Certified Firearms Instructors; and National Association of Flight Instructors.

Information was gathered using an interview guide developed for the purpose of a structured review of each program. Specific answers to questions were discovered from direct interviews or from an organization's Internet web site. Supporting documentation such as guidelines, requirements, testing, screening and registration was assembled.

The primary topics of interest included the format and length of a basic course of instruction, steps for certification, prerequisites for acceptance and enrollment, structure and length of the certification course, internship or apprenticeship processes, quality assurance measures, and any decertification criteria. Below are highlights of certain policies, procedures or features of each of organization's certification processes.

The Ohio Boating Education Course eight hours in length. To become certified to conduct this course, a person must pass the course itself, complete a pre-course assignment, attend a weekend instructional program, and demonstrate content knowledge and teaching skills. Prerequisites include: 21 years of age, be of good moral character, have a minimum of one year of boating experience, have a minimum of 60 hours of public speaking or teaching, be proficient in PowerPoint, and teach at least one course per year. An instructor must teach or co-teach a minimum of one course per year. An annual update, which is three to five hours in length and offered at no cost, is required to maintain certification. Instructor materials are updated annually as needed. Communication with instructors is infrequent and consists of semi-annual reminders of certification requirements and update schedules.

The American Sailing Association has a stratified certification process based on boat size. Their basic instructional course is one day. To become a certified instructor a person must be at least 18 years old, have at least three years of sailing experience, possess clear communication skills, and be currently certified in First Aid and Cardiopulmonary Resuscitation. Certification has no term but a Coast Guard Captain's license is required that needs to be renewed every five years. The association is currently revising its course and testing materials to ensure consistency. There is no direct communication with instructors and no quality assurance measures are in place.

The Professional Ski Instructors of America (PSIA) does not have a basic course, but rather only provides a certification credential. Recertification requirements vary as do decertification processes based on local employment practices by agencies that hire ski instructors.

Besides requiring candidates to demonstrate the basic knowledge and skills of skiing, content of the certification course includes the history, purpose and organizational structure of PSIA, knowledge about the skiing industry, and an emphasis on the importance of professionalism.

The American Riding Instructors Association exists to recognize and certify outstanding teachers of horseback riding. The expectations for instructors are that they be safe, knowledgeable and professional. Certification is for various levels and includes competencies demonstrated by written and oral testing, with some certifications requiring submission of a videotape of personal performance. A candidate for basic certification must be at least 18 years of age and pass an essay test as well as a written test with a cut score of 80 percent. Recertification is required every five years and three- to five-hour annual updates are offered. Materials are updated and distributed annually. The association has a periodic newsletter. Decertification is not addressed.

The American Association of Certified Firearms Instructors (AACFI) customizes its certification processes to reflect and support the unique laws of the states. Their basic course is approximately six hours in length. To become a certified instructor, a person must demonstrate significant handgun experience (including a valid permit to carry), be active in a local gun club or gun rights organization, and show evidence of formal training experience. Background checks are a key prerequisite. The certification course itself is two days. A unique feature is that participants are taught to use the AACFI website support services to support personal business operations. Course materials are updated as needed and a newsletter is published periodically. Recertification varies by state.

The National Association of Flight Instructors is dedicated to raising and maintaining the professional standing of the flight instructor in the aviation community. They have several levels of certification. Basic certification prerequisites include submission of a portfolio to ensure complete qualifications. Each activity in a portfolio is evaluated and all documentation is verified. A background check is completed. Certification is valid for two years and annual half-day to full day updates are provided. Updated information is compiled and distributed annually.

Part 2 provided a look at select agencies and organizations that certify personnel to conduct training. It provided a look at what organizations require for training and recertification. Basic certification features are used by them, with some distinctions and variations such as videotaping, requiring other certifications. There were varying degrees of assessment, surveillance, and reassessment.

Part 3 – Certification processes of the motorcycle safety foundation

Part 3 presents the Motorcycle Safety Foundation's process, procedures and practices for certifying and recertifying RiderCoaches to conduct its RiderCoursesSM and RiderCoach Trainers conducting RiderCoach Preparation courses within its Rider Education and Training System. The discussion is focused on certification to conduct the Basic RiderCourse (BRC) that is a 15-hour novice, learn-to-ride curriculum consisting of five hours of classroom activities and 10 hours of on-cycle training. The BRC is the cornerstone of the MSF Rider Education and Training System.

RiderCoaches are the heart of the delivery of RETS products and services because the training effects occur at the level of the RiderCoach/participant interactions. The goals set by the MSF RETS for RiderCoach certification and recertification include but are not limited to the following:

1. to develop and support for those who demonstrate personal mastery of motorcycle riding and the ability to use effective communication techniques for the education and training of course participants
2. to provide opportunities for participation in shaping ongoing expansion and improvement of the education and training system
3. to initiate a framework in which professional development, mentoring and lifelong may occur

There are two formal levels for certification: RiderCoach and RiderCoach Trainer. RiderCoach certification is for the enthusiast who wishes to teach the RiderCourses and other formal training opportunities in RETS. RiderCoach Trainer certification is for RiderCoaches who wish to train new RiderCoaches.

Motorcyclists who are interested in become a RiderCoach are recruited through communications with dealership personnel, course graduates, persons who are renewing their motorcycle license, public school teachers and training professionals who ride. To qualify for RiderCoach certification, a person must meet the following criteria:

1. be 18 years of age or older
2. possess a valid motorcycle license
3. be a frequent rider
4. possess a good driving record
5. complete an MSF RiderCoach Application Form
6. acknowledge availability to conduct RiderCourses on a routine basis

Once minimum qualifications are met, a motorcyclist is eligible to enroll in a RiderCoach Preparation Course (RCP). It consists of approximately 60 clock hours of activities and is typically scheduled over three weekends, and is facilitated by an MSF certified RiderCoach Trainer. Completion requirements include the following:

1. successful completion of a pre-course assignment
2. complete attendance
3. successful completion of a riding skill test
4. successful completion of a written test on curriculum materials and methods
5. successful completion of peer teaching
6. successful completion of student teaching of novice riders
7. agreement with (by signature) MSF RiderCoach Rules of Professional Conduct

A graduate receives national MSF certification, but jurisdictions may add state-specific requirements related to their laws or administrative procedures. Also supplementing the initial two-year certification are internship and mentoring opportunities in which a new RiderCoach teams up with experienced RiderCoaches to gain some real world experience. Certification maintenance includes the following minimum requirements:

1. conduct at least two BRCs or equivalent MSF RiderCourses
2. complete one professional development activity, course or workshop
3. complete one personal learning activity
4. complete the MSF recertification form
5. re-sign the MSF RiderCoach Rules of Professional Conduct

The second level of certification consists of RiderCoach Trainer certification, in which a RiderCoach advances to a train-the-train function. It is natural professional development for a RiderCoach who wishes to move to the next level of contribution in motorcycle rider education and training. With a primary purpose to form a seamless transition while simultaneously creating an environment for professional growth, MSF has instituted a RiderCoach Trainer Certification System. This system has three distinctive features:

1. It establishes a professional development opportunity for RiderCoaches who wish to develop and improve their skills and competencies,
2. it provides a formalized apprenticeship process whereby RiderCoaches may groom themselves toward the qualities of a RiderCoach Trainer, and
3. it establishes an ongoing professional development scheme for currently certified RiderCoach Trainers toward recertification.

The Motorcycle Safety Foundation (MSF) RiderCoach Trainer Certification System (RCTCS) is a performance-based program designed to establish high standards in the MSF RiderCoachSM training function and to foster RiderCoach Trainer development and excellence. The qualifying entry requirements were designated to ensure that the most experienced and motivated RiderCoaches would choose to enter into the system. Following are the entry requirements for RiderCoach applicants:

1. be currently certified RiderCoaches who have personally conducted at least eight complete Basic RiderCourses (or its equivalent)
2. complete an RiderCoach Trainer Certification System application
3. complete a self-assessment of motorcycle safety related experiences and goals
4. complete a personality profile assessment and describe the implications of the results
5. provide a self-assessment of five subject matter strands integral to RiderCoach and RiderCoach Trainer competencies
6. submit participant evaluations from two recently conducted Basic RiderCourses or Experienced RiderCourses
7. provide evidence of being a lifelong learner by providing information about recently completed activities
8. provide a letter of local sponsorship that identifies personal capabilities and the need for a RiderCoach Trainer

Upon acceptance into the RCTCS, a portfolio is established that contains all application information and the ongoing submissions from required professional development activities. A person remains a RiderCoach Trainer Apprentice through a competency maintenance program that consists the completion of 60 clock hours of professional development activities that relate directly to the five subject matter strands.

Once a need is identified for additional RiderCoach Trainers, apprentices will be notified when a RiderCoach Trainer Preparation Course will be offered. This course is a 90 clock hour instructional program. For entry into the RiderCoach Trainer Preparation Course, a RiderCoach Trainer Apprentice must provide the following:

1. complete an application form
2. provide proof of a good driving record
3. be endorsed by a training site, state program administrator or military coordinator
4. provide evidence of availability to conduct RiderCoach Preparation Courses upon certification

Requirements for completion of the RiderCoach Trainer Preparation Course include the following:

1. successful completion of a pre-course assignment
2. attendance at all sessions
3. pass a riding skill test
4. pass a written knowledge test over the curriculum
5. pass peer teaching assignments
6. pass student teaching assignments
7. evidence of qualitative characteristics (Appendix C)
8. agreement with (by signature) the MSF RiderCoach Trainer Rules of Professional Conduct

RiderCoach Trainer certification is maintained on a biannual basis by the following: Successfully conduct at least one complete RiderCoach Preparation Course (RCP) (or assist in two or more that cumulatively equal one); or conduct four MSF professional development workshops (PDWs); and successfully complete at least 60 clock hours of learning experiences that include an application statement for each experience. (In essence this is identical to the requirements for the RiderCoach Trainer Apprentice.) Successful completion is determined by MSF upon review of documentation.

Key features of the RiderCoach Trainer Certification System include portfolios, learning experiences, and application statements. Personal portfolios contain RiderCoach Trainer and RiderCoach Trainer Apprentice records. They are maintained by MSF until a person is no longer certified, and are kept current with RiderCoach Trainer Certification System related documentation. Portfolios will be accessible for review by RiderCoach Trainer Apprentices and RiderCoach Trainers. Learning experiences consist of formal and informal activities that occur after acceptance into the system and are personal to each RiderCoach Apprentice and RiderCoach Trainer. To support lifelong learning, skill sets and certifications acquired before acceptance as a RiderCoach Trainer Apprentice do not apply. Learning experiences, if not directly related to the Rider Education and Training System, must be approved in advance by MSF. Some experiences could be approved after completion, but there is no guarantee that they will be accepted without prior approval. Each experience requires some written verification of successful completion plus a personally written application statement. Each submission is assessed by MSF with feedback provided by as appropriate.

Learning experiences encompass five subject matter strands. Because some learning experiences can be associated with more than one strand, a person may choose the strand that is most appropriate. Periodic MSF-required learning experiences will encourage balanced development. Below are the five strands with a brief description:

1. safety and risk management knowledge, which refers to specific safety training that may be formal professional training, AAA traffic safety courses, National Safety Council courses, or on-the-job safety training
2. adult education teaching-learning interactions knowledge, which consists of experiences such as completing a course of instruction, earning Continuing Education Units (CEUs), mentoring others, earning certificates for completion of training, or acquisition of other earned credentials
3. motor skill development knowledge, which refers to experiences in which motor skill theory or practice is obtained or where a motor skill is learned or developed. Examples include personal development in a non-rider education and training venue such as sporting or leisure activities that are physically engaging
4. motorcycle knowledge, which consists of general consumer information, safety-related aftermarket information, new features and technology, motorcycle and motorcyclist contemporary issues, and advanced motorcycle skills training. Included here is formal affiliation with motorcycle-related groups, clubs, or organizations that support safe and responsible motorcycling

5. Rider Education and Training System knowledge, which includes certifications and experiences in RETS courses and modules. Knowledge can be demonstrated by completion of a RETS course or training opportunity as a participant, earning additional RETS certifications, having direct experience teaching, and mentoring or being mentored

An application statement consists of a brief commentary that explains the value and influence of a learning experience in developing the knowledge, skill, attitude, habits and values important in RiderCoach training and development. It is reviewed by MSF and recorded in the personal portfolio. The purpose of application statement is to ensure that a learning experience transcends surface knowledge and applies in some manner to the MSF Rider Education and Training System. An application statement is to be approximately 250 words.

RiderCoach Trainers and RiderCoach Trainer Apprentices may leave the RCTCS several ways. These include but are not limited to the following:

1. upon request by the RiderCoach Trainer/RiderCoach Trainer Apprentice
2. unsatisfactory completion of minimum acceptable Learning Experiences
3. loss of RiderCoach certification
4. documented and verifiable reports of non-compliance or substandard performance that is not in alignment with MSF or its Rider Education and Training System (RETS) mission and goals in meeting rider training participant needs
5. deficiencies in aligning with the intention of the letter and spirit of the RiderCoach Trainer Rules of Professional Conduct

Once a RiderCoach Trainer or RiderCoach Trainer Apprentice leaves the system, reapplication is not permitted for two years from the MSF date of leaving.

The RiderCoach Trainer Certification System is designed to support continuing development of an effective and viable motorcycle rider education and training system. It is a fluid system that provides ongoing and developmental growth of RiderCoach Trainers. The result is enhanced safety training for RiderCoaches and of course, for all motorcyclists. The system represents a commitment to excellence in conducting positive learning experiences in support of safe, responsible motorcycling.

Part 3 presented the Motorcycle Safety Foundation's process, procedures and practices for certifying and recertifying RiderCoaches to conduct its RiderCourses and RiderCoach Trainers conducting RiderCoach Preparation courses within its Rider Education and Training System. The discussion focused on certification to conduct the Basic RiderCourse (BRC), which is a 15-hour novice, learn-to-ride curriculum consisting of five hours of classroom activities and 10 hours of on-cycle training. The BRC is the cornerstone of the MSF Rider Education and Training System.

Summary

The purpose of this paper was to provide a framework for certification processes as it relates to motorcycle safety training specialists generally, and to provide the policies and procedures of the Motorcycle Safety Foundation's certification and recertification processes for its RiderCoaches and RiderCoach Trainers specifically. It traced the development of education in the United States for both for public schooling and for vocational training, as well as the roots of teacher certification as it became an acceptable acknowledgement of competencies for graduation and provided a credential to verify expertise in a given discipline. Also presented were findings of a survey of select organizations that certify personnel to conduct training. It showed a baseline template of assessment, surveillance and reassessment for initial certification. Finally, presented was a description of the Motorcycle Safety Foundation's RiderCoach Trainer Certification System, which may serve as a template for the development of certification processes for motorcycle safety education and training specialists.

Resources

- 01/ American National Standards Institute. (2002). Personnel certification standards. Washington, D.C.
- 02/ Cervero, Ronald M. (1988). Effective continuing education for professionals. San Francisco: Jossey-Bass, Inc., Publishers
- 03/ Craig, Robert L., Editor, (1996). The ASTD training and development handbook: A guide to human resource development. New York: McGraw-Hill
- 04/ Darling-Hammond, Linda and Sykes, Gary (eds.). (1999). Teaching as a learning profession. San Francisco: Jossey-Bass Publishers
- 05/ Galluzzo, Gary R. and Pankratz, Roger S. (1990). Five attributes of a teacher education program knowledge base, *Journal of Teacher Education*, 41(9), 7-14
- 06/ Hart, Patricia M. and Rowley, James B. (1997). *Becoming a star teacher*. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.
- 07/ Hart, Patricia M. and Rowley, James B. (1999). The origins of star teachers: Implications and challenges for teacher education, *Journal for a Just and Caring Education*, 5(1), 203-208
- 08/ Hirsch, Eric, Koppich, Julia E., and Knapp, Michael, S. (1998). What states are doing to improve the quality of teaching, A CTP working paper, Center for the Study of Teaching and Policy
- 09/ Irving, Barrie. (1999). The role of initial teacher training in the promotion of a life long learning culture: A conflict of ideas, *Journal of Education and Training*, 41,(9), 416-424
- 10/ Kinney, Lucien B. (1964). *Certification in education*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc.
- 11/ Morris, Van Cleve and others. (1963). *Becoming an educator: An introduction by specialists to the study and practice of education*. Boston: Houghton Mifflin Company
- 12/ Morris, Van, Meyer, Adolphe, Havighurst, Robert and others (Eds.). (1963). *Becoming an educator: An introduction by specialists to the study and practice of education*. Boston: Houghton Mifflin Company
- 13/ Palmer, Parker J. (1998). *The courage to teach: Exploring the inner landscape of a teacher's life*. San Francisco: Jossey-Bass, Publishers
- 14/ Stolovitch, Harold D. and Keeps, Erica J. (2003). *Telling ain't training*. Alexandria: American Society for Training and Development.
- 15/ Stubblefield, Harold W. and Keane, Patrick. (1994). *Adult education in the American experience: From the Colonial period to the present*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

- 16/ Wise, Arthur E. (1996). Building a system of quality assurance for the teaching profession, *Phi Delta Kappan*, November, 191-192.
- 17/ Wise, Arthur E. and Leibbrand, Jane A. (2000). Standards and teacher quality: Entering a new millennium, *Phi Delta Kappan*, April, 612-621.

**Vorschlag zur Definition, Messung und Dokumentation
der Auswirkungen von „Safety Renewal“ –
ein Konzept, das überfällig ist**

**A proposal for defining, measuring and
documenting the effects of “Safety renewal”
– a concept who’s time has come**

**Une proposition pour la définition, la mesure et
la documentation des effets du «Renouvellement de
la Sécurité» – Un concept dont l’heure est venue**

Tim Buche, President
Sherry Williams, Ph.D., Research Director
Allison Tyra, Research

Associate Motorcycle Safety Foundation Irvine, CA, United States

Kurzfassung

Der Vortrag fasst Forschungsergebnisse der letzten 20 Jahre aus dem Bereich Fahrerausbildung zusammen. Auf der Grundlage der Verkehrssicherheits- und Motorradsicherheitsforschung der letzten Jahrzehnte wird ein neues und originelles Konzept zur Fahrerausbildung vorgestellt: die „Sicherheitsauffrischung“.

Das Konzept der Sicherheitsauffrischung wird als wesentlicher Bestandteil der Fahrerausbildung und Trainingskonzeption verstanden, das sich auszeichnet durch mehrere Trainingskurse mit verschiedenen Einstiegsmöglichkeiten, die angepasst sind an die lebenslangen Fortbildungsbedürfnisse von Fahrern jeglicher Couleur.

Ein Erfolg dieses Konzepts der Sicherheitsauffrischung wird als sehr erfolgreich gesehen. Das vorliegende Konzept wird verglichen mit herkömmlichen statischen Ergebnissen aus der Beobachtung einzelner Fahrer in Trainingskursen.

Darüber hinaus stellt die vorliegende Untersuchung eine Langzeitstudie vor, welche die Auswirkungen der Sicherheitsauffrischkurse definiert, beurteilt und dokumentiert und diese Auswirkungen auf erfahrene Motorradfahrer vergleicht mit denen auf unerfahrene Fahrer sowie auf Fahrer, die einen einzigen Einsteigerkurs besucht haben.

Abstract

Research findings in the areas of driver and rider education as reported in the literature over the past twenty years are summarized. Based on previous decades of research conducted in traffic and motorcycle safety, an original idea for rider education is introduced: safety renewal.

The concept of safety renewal is discussed as an integral part of a comprehensive rider education and training system that is distinguished by multiple training courses with multiple entry points that meet the lifelong learning needs of current and prospective motorcyclists. Safety renewal is hypothesized to be correlated with significant positive outcomes. This concept is contrasted with the previous measures of static results tied to a single rider education course.

In addition, this paper reviews a proposal for a longitudinal research study that will seek to define, measure and document the effects of safety renewal on trained motorcyclists contrasted to results from untrained riders and riders trained through a single novice course.

Résumé

Le document présentera le concept de renouvellement de la sécurité comme un résultat viable d'un système global de formation théorique et pratique des motocyclistes. Le document récapitulera les résultats des recherches dans les domaines de la formation des conducteurs et des motocyclistes, constatant à la fois les effets à court terme et contradictoires d'un seul cours de formation conformément à ce qui est rapporté dans la littérature des vingt dernières années.

Le concept de renouvellement de la sécurité sera discuté comme partie intégrante d'un système global de formation théorique et pratique des motocyclistes qui se distingue par les multiples cours de formation avec des niveaux d'accès multiples qui répondent aux besoins d'apprentissage pendant toute la vie des motocyclistes actuels et futurs. Le concept de renouvellement de la sécurité contrastera avec les mesures précédentes de résultats statiques liés à un seul cours de formation de motocycliste. Le document examinera une proposition d'étude de recherche sur trois ans qui cherchera à définir, à mesurer et à documenter les effets du renouvellement de la sécurité sur un petit nombre de motocyclistes.

Des indicateurs qualitatifs et quantitatifs multiples des résultats seront discutés, à savoir l'accroissement des connaissances, les capacités à éviter les accidents, le nombre et la gravité des collisions évitées de justesse, les incidents ou les accidents, ainsi que différentes mesures liées aux comportements.

**A proposal for defining, measuring and documenting the effects of "Safety renewal"-
a concept who's time has come**

Research into the topic of motor vehicle safety has grown exponentially over the years. Specifically, research about motorcycle safety as a unique category of motor vehicles is of particular value. This paper will provide an historical view of the research in motorcycle safety. This overview will show that the main purposes of recent psychological and sociological research concerning motorcycle safety have been to explain casualty statistics and then to use this knowledge to develop effective countermeasures. With this historical view as a basis, the concept of "safety renewal" will be identified and defined as a promising new approach to conceptualizing the effect of motorcycle skills training and other mediating factors on riderbased outcomes.

As the number of fatalities has risen, the search for appropriate countermeasures has grown concurrently. In order to better understand the experience of motorcycling, we need to understand the rider. Therefore, one avenue of empirical investigation pursued has been to decipher the characteristics of the motorcyclist. These characteristics often include the rider's perception of risk, age, experience, skill level, and training. With these descriptive studies as a basis, theorists and researchers can develop hypotheses and design proper methodological studies to understand what rider characteristics may predict motorcycle crashes and fatalities. Substantial research has been conducted using these predictors to develop educational programs to help combat the crash and fatality statistics. The current zeitgeist for motorcycle crash prevention is exploring the benefits of multiple training and lifelong education based on previous empirical findings.

The cultural changes that occurred during the 1960s and 1970s included a substantial increase in the number of people riding motorcycles in most of the Western world. With this growth came an increase in motorcyclist injuries and deaths. In fact, from 1950 to 1974, the number of registered motorcycles increased by 1000% in the United States, which corresponded to the increase in the crude death rate (Kraus, Franti, Johnson, & Riggins; 1976). Pressure grew for changes in safety policy that would, in theory, quickly reduce the number of motorcycle casualties. Changes came in the form of a plethora of legislation that included stricter proficiency tests, a reduction in the time a provisional license could be held, and restrictions of engine capacity for learners. It was this early impetus that established the research agenda for the 1970s. During this time, the emphasis in motorcycle safety research was on crash analysis. Research focused on the characteristics of motorcycling crashes and the contributory factors which led to crashes and injuries (Chesham, Rutter, & Quine, 1993; Hurt, Ouellet, & Thom, 1981). Examples of related research topics included use of safety gear, use of daytime headlamps, the rider's age, and the influence of alcohol on motorcycle injuries and fatalities.

In the 1980s, the focus of motorcycle safety research shifted to investigating why the rider had chosen to comply with existing laws, how training affected behavior, and how perceived risks contributed to safety issues. Instead of examining the factors involved in crashes, research analyzed the processes of riding. These processes included training, skills testing, evaluation, and perceived risk (Mortimer, 1984; Wilde, 1982). Overall, this line of questioning now acknowledged the motorcycle rider as the central influence in motorcycle safety. In general, with notable exceptions such as the methodologically-sound Hurt Report (Hurt, et al., 1981), research involving motorcycle safety in the 70s and 80s lacked a strong theoretical foundation and therefore, measurements of the variables were often faulty.

As the 1990s, dawned and the rider became viewed as an “active agent,” the methodology of research became more stringent. Much of this new line of investigation was based in the social psychological literature and was focused on the function of beliefs and attitudes in human behavior. The two important theories that were utilized were the Theory of Reasoned Action (Fishbein & Ajzen, 1975; Ajzen & Fishbein, 1980) and the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1988). The Theory of Reasoned Action states that the most direct determinant of a behavior is a person’s intention to perform it. Similarly, the Theory of Planned Behavior suggests that the best predictor of how individuals act in a specific situation is the strength of their intentions. In other words, if a motorcycle rider strongly believes and intends to ride safely, the chances of the motorcyclist riding safely increases. Both models have been useful and have shown that beliefs and attitudes play a significant role in roadway behavior.

While the historical picture of motorcycle safety research is replete with topic-oriented research studies, the current trend in research surrounding motorcycle safety attempts to incorporate all of the previous decades’ findings. Many of the variables included in past research are not mutually exclusive; but instead, are correlated to one another. For example, Rutter, Quine, and Chesham (1995) found that beliefs and attitudes serve as mediators between a rider’s age and safe riding behaviors. The study isolated a significant relationship between the rider’s age (young versus middle aged) and his or her beliefs about traffic violations (receiving a speeding ticket or not), which, in turn, influenced the individual riding behavior (risky versus non-risky).

Using the more recent research as a guide, including and analyzing multiple variables appears to be an essential element in understanding motorcycle safety outcomes. In deciphering the more important variables to include when studying motorcycle safety outcomes, several seem especially important in the literature such as age, perceived risk, and training. The first variable, age of the rider has been studied extensively. For example, Rutter and Quine (1996) found that motorcycle crashes were three times more common when the rider was under 20 years of age. Other studies have found that if the rider is young and male, the chance of being involved in a crash increases (Lin, Chang, Pai, & Keyl, 2003). However, the age question cannot be based solely on the increased risk associated with being young. The average age of today's motorcyclist is increasing. According to Motorcycle Industry Council (MIC) data (Motorcycle Industry Council, 1998), the typical U.S. motorcycle rider is 38 years of age compared with 24 years of age in 1980. A report from the National Highway and Traffic Safety Administration (2001) noted that the fatality rate for riders over 49 years of age increased 38% while the rate for riders in all age groups increased only 7%. In other words, the people riding motorcycles today tend to be older and are experiencing more crashes than ever before.

The second variable of interest is the level of risk perceived by the motorcycle rider. The idea of risk perception is grounded in the theory of "unrealistic optimism" (Weinstein, 1980). This theory states that people generally expect misfortunes to happen to others and that more good things are likely to happen to themselves. Since Weinstein's classic series of papers (Weinstein, 1982; 1983; 1984; 1987), considerable literature on unrealistic optimism has developed (see Hoorens, 1994; Weinstein & Klein, 1996). One important focus of this literature has been to examine whether the theory of unrealistic optimism predicts behavior; specifically, whether unrealistic optimism predicts motorcycling behavior. In a study by Rutter, Quine, and Albery (1998), motorcyclists who participated displayed unrealistic optimism but no direct relationship was found between unrealistic optimism and subsequent risky behavior. Similarly, Horswill and Helman (2003) found that motorcyclists and non-motorcycling car drivers did not differ on risk-taking measures. While the theoretical basis of this research appears promising, to date this line of investigation has been plagued by methodological problems (Van der Pligt, 1994). One such problem is the method in which "risk" is defined or constructed.

Although motorcycling is commonly recognized as an activity that is more risky than other forms of transportation, surprisingly little has been investigated from the perspective of an actual motorcyclist. A large portion of the literature in this area has examined the automobile driver's perception of their own driving abilities and the likelihood of being involved in a crash (Mannering & Grodsky, 1995). Then, assumptions and generalizations are made from the nonmotorcycle driver to motorcyclists' perception of risk due to the notion that the driving environments are similar. This is an oversimplification of the motorcycling experience that may render the research to be considered irrelevant. Also, there is a difference in the construct of risk itself between the "experts" and the people who ride. According to Bellaby and Lawrenson (2001), motorcyclists disagree with the expert's assessment of risk. Many motorcyclists stated, "we are not so much risk-takers" as the risky situation is often imposed upon the rider (e.g., environment, road hazards, unsafe drivers). Overall, future research involving risk perception and motorcyclists should utilize a prospective longitudinal design (Rutter, Quine, & Albery, 1998), with multiple measures of constructs such as risk and various motorcyclist's personal characteristics.

The third variable of interest in motorcycle safety research is training. In particular, training as a method of managing risk and preventing crashes. The results from examining the effects of a single skill training program have been mixed. Almost all of the early evaluations of rider training programs produced encouraging results. Multiple studies noted that formally trained riders had a lower incidence of crashes than riders who were untrained (McKnight, 1987; Rothe & Cooper, 1987). For example, McDavid, Lohrmann, and Lohrmann (1989) found a small and persistent but not significant difference in trained and untrained riders using a rigorous subject matching methodology. Another study found significant differences between formally trained riders and untrained riders at a 6-month follow up but not one or two years after the training program (Billheimer, 1996). However, according to Mayhew and Simpson (1996), all of these studies suffered from at least one serious methodological flaw. For example, the McDavid et al. (1989) study did not control for amount of exposure. Therefore, the positive results are questionable.

Other analyses, some better-designed and others not, generally produced disappointing results. For example, Jonah, Dawson, and Bragg (1982) found that after controlling for differences in exposure level, formally trained riders had the same number of crashes as riders who did not receive formal instruction. In several assessments of the Motorcycle Safety Foundation's Motorcycle Rider-Course: Riding and Street Skills (MRC:RSS) course, evaluators found no significant difference in crash rates (Osga, 1980), crash rates per miles ridden (Mortimer, 1984), or crash rate, violation rate, or motorcycle damage (Mortimer, 1988). Furthermore, Buchanan (1987) reported on a large-scale study in New York State, with a very large matched sample and a rigorous experimental design that confirmed the negative findings of previous studies. In summarizing the research into the effectiveness of a single training program, Mayhew and Simpson (1996) conclude that research conducted in three countries "provides no compelling evidence that rider training is associated with reductions in collisions." (p. 36)

These experts warn researchers of the pitfalls of evaluating the effectiveness of motorcycle rider training (Simpson & Mayhew, 1990). First, they noted that the evaluations have failed to address the issue of effectiveness adequately by considering only final outcomes. Anecdotal evidence from Motorcycle Safety Foundation training course participants abounds that supports the effectiveness of the training in real-life scenarios. Yet, these countless anecdotes have not been represented in the study variables. Additionally, researchers should consider capturing measurements of variables that go beyond violation and crash statistics. Variables such as self-reported cases of utilizing crash avoidance skills, the severity of collisions, improvement of riding skills, using protective gear, rider motivation, and attitudes towards risk and safety may serve as important intermediate outcomes. Previous research has demonstrated conflicting results but has not generally considered these mediating factors. Therefore, future research should include an assessment of variables such as these.

Another criticism of previous evaluation research of motorcycle training programs is the fact that these programs have been a single formal training experience. While the Motorcycle Safety Foundation's MRC:RSS has consisted of two separate courses (a novice course and an experienced rider course) since its development in 1986, nearly 90% of the students nationwide are trained only on the novice course according to MSF training statistics. As a result, what is pragmatically in place is a single-course training system. Overall, it is difficult to show any long-term effects from a single skills training program. According to Rothe and Cooper (1987), motorcycle operation requires excellent motor skills and physical coordination.

In order to master these types of complicated skills, repetition is necessary. In addition, because safe motorcycle riding is dependent on realistic attitudes toward risk taking and mental alertness, frequent reinforcement of safety-oriented attitudes may be essential.

The Motorcycle Safety Foundation has coined a concept for this type of practice or learning experience and attitude reinforcement, “safety renewal”. In other words, an individual should be exposed to multiple learning experiences about safe riding techniques, which will affect a change in attitude or intention and, subsequently, behavior. If a motorcyclist is involved in a variety of learning experiences over time, with no artificially imposed breaks between beginning and experienced courses (required waiting period and/or miles ridden requirements), the likelihood of the individual mastering the various cognitive and motor skills necessary for crash prevention should increase. Furthermore, renewal training periodically reminds the rider of salient safety issues, which should increase a rider’s level of safety awareness and risk assessment. The safety renewal concept encourages proponents of motorcycle safety programs to modify their approach to training. If safety renewal is the key, riders will benefit more from multiple training modules and lifelong education compared to a single safety training course. Instead of viewing motorcycle training as a one-time inoculation to crash prevention, safety training should be presented as a “booster” to prevent crashes over the rider’s lifetime. In conjunction with this idea, the Motorcycle Safety Foundation has developed the comprehensive Motorcycle Rider Education and Training System (RETS).

In the mid-1990s, the MSF embarked on a significant endeavor to improve the education and training processes related to motorcyclists and its own certified instructors. Originally the MSF believed that revising its two existing Rider-CoursesSM would benefit the rider education and training community. The MSF soon learned that revising the original curricula alone would not be adequate to meet the needs of today’s motorcyclists. As a result, the MSF approached the project uniquely by establishing the Rider Education and Training System Development and Oversight Team (RETSDOT) who undertook a comprehensive, broad-reaching investigative approach to curricular improvement. The RETSDOT approach revealed that the original curricula content remained sound and effective as it was based on quality research, including the Motorcycle Task Analysis (Motorcycle Safety Foundation, 1974), Motorcycle Curriculum Specifications (Motorcycle Safety Foundation, 1976), and Hurt Report (Hurt, et al., 1981). Also, by researching participant needs, as well as program delivery partners, and other stakeholders, RETSDOT identified the inadequacy of a segmented course structure as it relates to student learning.

Thus, MSF created the concept for an entire system where the processes of education and training would form a lifelong learning continuum and would provide for continuous and realtime improvement. Gone was the assumption that a rider needed a waiting period between novice training and experienced rider training. The MSF Rider Education and Training System (MSF RETS) was developed over a period of several years and continually analyzed, improved and expanded. The system uses proven and cost-efficient approaches to promote motorcycle safety by addressing the false perception that rider training is only for novice riders and by encouraging motorcyclists to constantly improve their skills and safety attitudes. RETS is a fluid system that provides ongoing and developmental growth for all motorcyclists that is distinguished by multiple training courses with multiple entry points. In addition, the system represents a commitment to excellence in promoting positive learning experiences in support of safe, responsible motorcycling.

The MSF RETS has four goals set to aid it in achieving the MSF mission of improving the safety of our nation's streets and highways so that responsible motorcyclists can enjoy riding to the fullest. Two of the four MSF RETS goals that apply to safety renewal are:

1. **A Comprehensive Model:** The MSF RETS is a dynamic program that packages education and training courses into interconnecting building blocks, each containing a specific set of core skills and competencies. MSF RETS offers learning opportunities for a wide variety of riders; for the community that supports RiderCoachesSM, policymakers, and Safety program administrators. Because of the building block approach, the rider will experience renewal of his/her focus on cognitive and motor skill development that is essential to safe motorcycling.
2. **Custom-Tailored for Riders:** The MSF RETS uses stand-alone yet interrelated modules so participants can select courses to create a personalized education and training program with instruction and coaching matched to particular needs, interests, and skill levels.

Several fields of study and disciplines were applied in the development of RETS. The MSF Rider Education and Training System was conceptualized and developed by considering several fields of study and disciplines. System underpinnings include motor skills development principles, traffic and motorcycle safety research and experience, contemporary principles of human learning and development, and human factors research related to the motorcycle rider task (Brookfield, 1986; Jensen, 1996; Schmidt & Wrisberg, 2000).

Applicable motor skill development principles include proper application of whole-to-part training, speed versus accuracy, the distinguishing characteristics of kinesthetic and augmented feedback, and the effects of verbalization and visualization. Overall, the MSF RETS is designed to enhance crash avoidance skills and to continuously improve rider education and training curricula in the area of crash avoidance skills based upon tested and evaluated skills, both cognitive and motor skills essential to safely operating a motorcycle on the roadway.

In order to test the proposed hypothesis that the new RETS program will encourage safety renewal and thus, demonstrate long-term effectiveness in positive motorcycle safety outcomes, the Motorcycle Safety Foundation has entered into a cooperative agreement with the National Highway Traffic and Safety Administration (NHSTA), the Discovery Project. The objective of the cooperative agreement is to conduct a series of longitudinal studies to measure the knowledge, skills, attitudes, habits, and values important to safe motorcycle riding. Research has shown that multiple variable models are essential. Thus, multiple predictors and intermediate outcomes will be employed. Taking to heart the vague results from a single training program, the main distinction between this study and countless others is the inclusion of safety renewal as one of the main predictors. Other predictor variables will include rider demographics, rider-perceived risk, rider experience, and previous driving and/or riding history. Mediator outcome variables will include the development of cognitive and physical motorcycle skills that are essential to safe riding and the rider's experience and/or involvement in critical incidents and near misses. Other outcome variables will include traffic violations, crashes, and fatalities. It is hypothesized that a systems approach to safety renewal will produce the desired results in increasing crash avoidance skills and reducing traffic violations and crashes while increasing safety awareness and attitudes over time.

The MSF RETS Discovery Project will take place at several controlled training sites where MSF will seek the match riders on important characteristics and then randomly assign them to one of three conditions: no training, single-course training, and safety renewal. For the safety renewal condition, the MSF will use rider incentives to encourage this experimental group to become involved with the MSF RETS by enrolling in multiple courses, learning modules and other learning opportunities. All three groups will be followed over time to assess their progress on the intermediate and final outcomes identified. With the MSF's primary focus of safety training for current and prospective motorcyclists, the study design will not prevent a motorcyclist from enrolling in additional training if they have been assigned to the single course training condition.

The sample size will be large enough to accommodate any such movement of participants between groups.

Data collection efforts will involve both quantitative and qualitative measures. For example, crash avoidance skills will be operationalized as scores on a riding evaluation test, a quantitative measure. Traditional outcome measures such as violations and crashes will be counted and coded for severity. At the same time, to provide a more complete picture, mediating measures such as near misses or critical riding experience will be collected as qualitative recollections where research participants give full and complete narratives. Narratives can then be coded in various ways, depending on the nature of the stories. In this way, the MSF will attempt to understand the effects of training from multiple perspectives and through both quantitative and qualitative measures.

This paper has introduced the concept of safety renewal as an important advancement to understanding the effects of motorcycle safety training. Though previous research findings in the areas of driver education and rider education have shown only short-term and/or contradictory effects from a single training course, the MSF RETS is a system-based approach consisting of multiple courses and learning opportunities that honors a rider's needs for training when he/she needs it. By meeting the lifelong learning needs of current and prospective motorcyclists, and thereby, increasing a rider's attention to a safe attitude through safety renewal, RETS is hypothesized to produce more lasting and more significant positive outcomes over time. Through a cooperative agreement with NHTSA, the MSF will embark on a significant test of this hypothesis. The study will utilize rigorous research design and methods including matched subjects and multiple experimental manipulations achieved through rider incentives and random assignment. The study instrumentation will include multiple quantitative and qualitative indicators of intermediate and final outcomes such as increases in knowledge, crash avoidance skills, number and severity of near misses, incidents or crashes, and various attitudinal measures. The MSF believes that a shift to the concept of safety renewal will prove fruitful in the area of positive safety outcomes from rider training.

References

- 01/ Ajzen, I. (1988). Attitudes, personality, and behavior. Open University Press: Milton Keynes
- 02/ Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- 03/ Bellaby, P., & Lawrenson, D. (2001). Approaches to the risks of riding motorcycles: Reflections on the problem of reconciling statistical risk assessment and motorcyclists' own reasons for riding. *Sociological Review*, 49(3), 368-389
- 04/ Billheimer, J.W. (1996). Program effectiveness: Accident evaluation of the California Motorcyclist Safety Program. Crain & Associates: Menlo Park, CA.
- 05/ Brookfield, Stephen D. (1986). Understanding and facilitating adult learning. San Francisco: Jossey-Bass Publishers
- 06/ Buchanan, L. S. (1987, January). Results of the motorcycle rider education evaluation project. Motorcycle and Moped Committee, Transportation Research Board
- 07/ Chesham, D.J., Rutter, D.R., & Quine, L. (1993). Motorcycling safety research: A review of the social and behavioural literature. *Social Science Medicine*, 37(3), 419-429
- 08/ Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). Belief, attitude, intention and behaviour. Reading, MA: Addison-Wesley
- 09/ Hoorens, V. (1994). Unrealistic optimism in health and safety risks. In D.R. Rutter & L. Quine (Eds), *Social Psychology and Health: European Perspectives*, p. 153-474. Aldershot: Avebury
- 10/ Horswill, M.S., & Helman, S. (2003). A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non- motorcycling car drivers: factors influencing accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, 35, 589-597
- 11/ Hurt, H.H. Jr., Ouellet, J.V. & Thom D.R. (1981). Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures. (DOT HS 805 862). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration
- 12/ Jensen, Eric. (1996). Brain-Based Learning. Del Mar: Turning Point Publishing
- 13/ Jonah, B.A., Dawson, N.E., & Bragg, B.W.E. (1982). Are formally trained motorcyclists safer? *Accident Analysis & Prevention*, 14(4), 247-255
- 14/ Kraus, J.F., Franti, C.E., Johnson, S.L., & Riggins, R.S. (1976). Trends in deaths due to motorcycle crashes and risk factors in injury collisions. *Accident Analysis & Prevention*, 8, 247-255

- 15/ Lin, M., Chang, S., Pai, L., & Keyl, P.M. (2003). A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan. *Accident Analysis & Prevention*, 35, 243-252
- 16/ McDavid, J.C., Lohrmann, B.A., & Lohrmann, G. (1989). Does motorcycle training reduce crashes? Evidence from a longitudinal quasi-experimental study. *Journal of Safety Research*, 20, 61-72
- 17/ Mannering, F. (1993). Male/female driver characteristics and accident risk: Some new evidence. *Accident Analysis & Prevention*, 25, 77-94
- 18/ Mayhew, D. R., & Simpson, H. M. (1996). *The Effectiveness and Role of Driver Education and training in a Graduated Licensing System*. Ottawa, Ontario, Canada: Traffic Injury Research Foundation
- 19/ McKnight, A.J. (1987). *Evaluation of the Pennsylvania Motorcycle Safety Program, Final Report*. Indiana, Pennsylvania: University of Pennsylvania
- 20/ Mortimer, R.G. (1984). Evaluation of the motorcycle rider course. *Accident Analysis & Prevention*, 16, 63-71
- 21/ Mortimer, R.G. (1988). A further evaluation of the motorcycle rider course. *Journal of Safety Research* 19(4), 187-196
- 22/ Motorcycle Industry Council, (1998). *2000 Motorcycle Statistical Annual*. Irvine, CA.
- 23/ Motorcycle Safety Foundation, (1976). *Motorcycle Curriculum Specifications*, Irvine, CA.
- 24/ Motorcycle Safety Foundation. (1974). *Motorcycle Task Analysis*. Irvine, CA.
- 25/ National Highway and Traffic Safety Administration. (2001). *Recent trends in fatal motorcycle crashes*. DOT HS 809 271, Springfield, VA: National Technical Information Service
- 26/ Osga, G.A. (1980). *An investigation of the riding experiences of MSF rider course participants in South Dakota*. Report HFL-80-2. Vermillion, South Dakota: University of South Dakota
- 27/ Rothe, J., & Cooper, P. (1987). *Motorcyclist: Image and reality*. Vancouver, BC: Insurance Corporation of British Columbia
- 28/ Rutter, D.R., & Quine, L. (1996). Age and experience in motorcycling safety. *Accident Analysis & Prevention*, 28(1), 15-21
- 29/ Rutter, D.R., Quine, L., & Albery, I.P. (1998). Perceptions of risk in motorcyclists: Unrealistic optimism, relative optimism, and predictions of behaviour. *British Journal of Psychology*, 89(4), 681-697
- 30/ Rutter, D.R., Quine, L., & Chesham, D.L. (1995). Predicting safe riding behaviour and crashes: Demography, beliefs, and behaviour in motorcycling safety. *Psychology & Health*, 10(5), 369-386

- 31/ Schmidt, Richard A., and Wrisberg, Craig A. (2000). *Motor Learning and Performance*, Second Edition. Champaign, IL: Human Kinetics
- 32/ Simpson, H.M., & Mayhew, D.R. (1990). The promotion of motorcycle safety: Training, education, and awareness. *Health Education Research: Theory and Practice*, 5(2), 257-264
- 33/ Van der Pligt, J. (1994). Risk appraisal and health behaviour. In D.R. Rutter & L. Quine (Eds), *Social Psychology and Health: European Perspectives*. Aldershot: Avebury
- 34/ Weinstein, N.D. (1980). Unrealistic optimism about future life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 806-820
- 35/ Weinstein, N.D. (1982). Unrealistic optimism about susceptibility to health problems. *Journal of Behavioral Medicine*, 5, 441-460.h
- 36/ Weinstein, N.D. (1983). Reducing unrealistic optimism about illness susceptibility. *Health Psychology*, 2, 11-20
- 37/ Weinstein, N.D. (1984). Why it won't happen to me: Perceptions of risk factors and susceptibility. *Health Psychology*, 3, 431-457
- 38/ Weinstein, N.D. (1987). Unrealistic optimism about susceptibility to health problems: Conclusions from a community-wide sample. *Journal of Behavioral Medicine*, 10, 481-500
- 39) Weinstein, N.D., & Klein, W.M. (1996). Unrealistic optimism: Present and future. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 15, 1-8
- 40/ Wilde, G.J.S. (1982). The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, 2, 209-225

Was macht die Straße für den Motorradfahrer interessant und was gefährlich? – Ein Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrern –

**What makes a road for motorcyclists interesting and what makes it dangerous?
– A contribution for increasing safety of motorcyclists –**

Qu'est-ce qui fait la route intéressante et qu'est-ce qui la fait dangereux pour le motocycliste ? – Une part pour l'augmentation de sécurité des motocyclistes –

Dipl.-Ing. Annette Zehn
Sachsenbike e.V

Dipl.-Ing. Ralf Heger
Technische Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften/Verkehrspsychologie

Dresden University of Technology
Faculty of Traffic and Transportation Sciences
Traffic and Transportation Psychology

Faculté de Science Trafic Psychologie de Trafic
Université Technique de Dresde

Kurzfassung

Problemstellung, Untersuchungsansatz:

Motorradfahren wird vielfach als Freizeitbeschäftigung bzw. als Freizeitsportart betrieben. Die Motive der Routenwahl sind damit andere als die der Beförderung von Personen und Gütern von Ort A nach Ort B. Ziel der Studie war, ausgehend von Präferenzen der Motorradfahrer bzgl. der Routenwahl, die Unfallursachenermittlung, um daraus Rückschlüsse für sicherere Straßen ziehen zu können.

Methode:

In einer Umfrage (N=131) unter Motorradfahrern (26 Fragen) in den Kategorien Streckenerlebnis, Aspekte des Streckenverlaufs und der Kurve, Leistungsaspekte (Maschinenbeherrschung, Fahren im Grenzbereich) sowie generelle und soziale Aspekte, wurden Motive zur Auswahl bestimmter Fahrtrouten quantitativ erfasst. In einer umfassenden Unfallanalyse im Land Brandenburg wurde festgestellt, dass sich Motorradunfälle an bestimmten Stellen häufen. Die Unfallhäufigkeit ist somit nicht nur davon abhängig, wie oft und mit welchen Motiven die Strecke aufgesucht wird, sondern auch von den geometrischen Gegebenheiten der Straße. Für eine bekannte Motorradstrecke (L 291 Eberswalde – Liepe) wurde deshalb eine Sicherheitsanalyse unter Einbeziehung der fahrgeometrischen, fahrdynamischen und fahrpsychologischen Gegebenheiten durchgeführt.

Ergebnisse:

Die Umfrageergebnisse widerlegen die Allgemeingültigkeit der These, dass Motorradfahrer ein „erhöhtes Verlangen nach Außenreizen“ aufweisen und zu dessen Befriedigung bewusst unkontrollierbare Risiken in Kauf nehmen. Vielmehr sind deren Verhaltenspräferenzen durch Leistungsmotivation und soziale Aspekte geprägt. Die Unfall- und Sicherheitsanalysen beweisen, dass die straßenseitigen Faktoren erheblichen Anteil am Unfallgeschehen haben und ursächlich aus Diskrepanzen in der Schnittstelle Fahrer – Straße herrühren.

Konsequenzen:

Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse bilden die Grundlage für Detailuntersuchungen im jetzt anlaufenden EU-Forschungsprojekt RIPCORDER-IPEREST in dem die Autoren involviert sind.

Abstract

Problem Description and Starting Point for Investigation:

Riding a motorcycle is usually a leisure activity or sport. The motives of route choice are different from common transport purposes between source and target localities. Starting with the route choice preferences of motorcyclists the objective of this study covers the investigation of accident causes to draw conclusions for safer roads.

Methods:

A survey (26 items) under Motorcyclists (N = 131) was conducted for quantitative determination of route choice motives taking into account categories of route experience, aspects of routing and curves, performance aspects (motorcycling skills, riding under limited conditions) as well as general and social aspects.

An in depth accident study of the state Brandenburg revealed, that motorcycle accidents accumulate on certain points on the road. Therefore, accident frequency not only on the motives of route choice but also on the geometric conditions of the road. A safety analysis was accomplished for a well known "Biker-Route" (L 291 Eberswalde – Liepe) taking into account driving geometric, driving dynamic and driving psychological conditions.

Results:

The results of the survey refute universal validity of the hypothesis, that motorcyclists exhibit "an increased desire towards external stimuli" and accept intolerable risks to satisfy them. Their behavioural preferences are rather determined by performance motivation and social aspects. Accident and safety analyses demonstrate, that road related factors dominate accident occurrence caused by incompatibilities within the motorcyclist – road interface.

Consequences:

The results achieved in this study establish a basis for more detailed analyses of the ongoing EU funded research project RIPCORD-ISEREST in which the authors will be involved.

Résumé

Donné du problème, point de départ d'examen:

Faire la moto est exercé souvent comme activité des loisirs ou bien comme sport des loisirs. Donc les motifs du choix de parcours sont différents au transport des personnes et des marchandises de l'endroit A vers l'endroit B. L'objet des études était, à partir des préférences des motocyclistes concernant le choix de parcours, l'investigation des raisons des accidents pour pouvoir tirer les conclusions pour des routes plus en sécurité.

La méthode:

Pendant en sondage d'opinion (N=131) parmi des motocyclistes (26 questions) dans les catégories expérience de la route, les aspects du tracé de la route et du virage, les aspects de la performance (maîtriser la machine, aller à la limite) ainsi que des aspects généraux et sociaux étaient enregistrés quantitativement des motifs du choix de parcours. Dans une vaste analyse des accidents à Brandenburg a été constaté la concentration des accidents de motocyclette au certains endroits. Par conséquent la fréquence des accidents non seulement dépend du motif et de la fréquence de choisir le parcours mais aussi de la géométrie de la route. Pour un tronçon souvent fréquenté par motocyclistes (L291 Eberswalde - Liepe) a été fait une analyse de sécurité en considération des aspects géométriques du transport, des aspects dynamiques du transport et des aspects psychologiques du transport.

Les résultats:

Les résultats du sondage réfutent la validité générale de la thèse, que les motocyclistes "ont une convoitise élevée de stimulations extérieures" et pour l'assouvir ils s'accrochent conscient des risques incontrôlables. Au contraire, leurs préférences sont formées des motivations de la performance et des aspects sociaux. Les analyses des accidents et les analyses de sécurité prouvent, que les facteurs de la route ont part important aux accidents et résultent des divergences dans l'intersection le conducteur - la route.

Les conséquences:

Les résultats de ces études servent de base pour des recherches détaillées dans le cadre du projet de recherche de L'Union Européenne actuellement commencée à laquelle les auteurs prennent part.

Was macht die Straße für den Motorradfahrer interessant und was gefährlich? – Ein Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrern –

Problemstellung, Untersuchungsansatz

Gemäß dem Statistischen Bundesamt in Wiesbaden ist die Zahl der Verkehrstoten auf den niedrigsten Stand seit der Wiedereinführung der amtlichen Verkehrsunfallstatistik nach dem Zweiten Weltkrieg im Jahr 1953 gesunken. Nur gilt dieser Trend für Zweiradfahrer nicht. Motorradfahren bleibt ein gefährliches Hobby – wobei die Gefahr nicht selten von den Autofahrern ausgeht (Bild 1).

Im Jahre 2003 wurden in Deutschland 6613 Menschen im Straßenverkehr getötet [01/]. Dies entspricht ca. 3 Prozent weniger als 2002. Demgegenüber ist bei Motorradfahrern im Vergleich zu 2002 ein Anstieg um ca. 4 Prozent auf 946 tödlich Verunglückte zu verzeichnen [01/]. Gleichermäßen ist ein Anstieg der verletzten Motorradfahrer (38339) um ca. 3 Prozent auf den Straßen Deutschlands registriert worden. Ähnliche Tendenzen können in Frankreich, Großbritannien und den USA beobachtet werden.

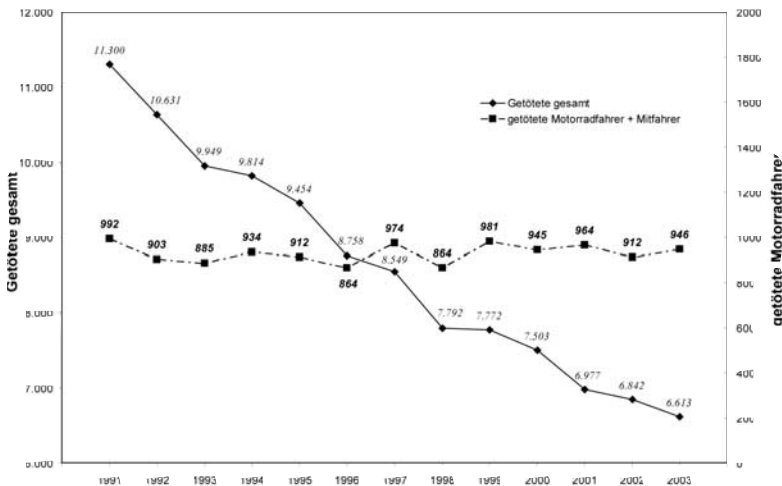


Bild 1

Entwicklung der tödlichen Verkehrsunfälle (Gesamt u. Motorrad) in Deutschland

Motorradunfälle zeichnen sich durch eine besonders hohe Unfallschwere aus. Das Verletzungsrisiko bei Motorradfahrern ist deutlich höher als bei anderen motorisierten Verkehrsteilnehmern. Einen Schwerpunkt bei Motorradunfällen stellen Landstraßenunfälle dar, da diese sich durch besonders schwere Unfallfolgen auszeichnen. Dies ist insbesondere auf die höheren Geschwindigkeiten im Vergleich zu Innerortsunfällen zurück zu führen.

Gegenüber Autobahnen wird das Gefahrenpotenzial für Motorradfahrer hier durch Kurven und plangleiche Knotenpunkte erhöht. Vergleicht man den Unfall und Getötetenanteil, so ereignen sich zwar nur rund ein Drittel der Motorradunfälle mit Personenschaden auf Landstraßen, der Anteil der tödlich Verunglückten macht jedoch mehr als 70 Prozent in dieser Ortslage aus [02/].

Außerortsunfälle weisen einen hohen Anteil an Fahrnfällen auf, welche auf Motorradstrecken dominieren [03/]. Diese ereignen sich häufig in Kurven, wenn der Fahrer die Kontrolle über sein Motorrad verliert. Als häufigste Unfallursache wird die „Nicht angepasste Geschwindigkeit“ in den Unfallberichten genannt. Dem Fahrnfall vorausgehend sind aber in der Regel Fehler bei der rechtzeitigen Erkennung des Verlaufs der Straße oder bevorstehender Querschnittsänderungen.

Bei Fahrnfällen, bei denen der Motorradfahrer von der Fahrbahn abkommt, spielt der Aufprall auf Hindernisse neben der Fahrbahn in Bezug auf die Schwere der Verletzungen eine entscheidende Rolle.

Motorradfahren wird vielfach als Freizeitbeschäftigung oder als Freizeitsportart betrieben. Ein Hauptzweck solcher Tätigkeiten ist es, der alltäglichen Routine zu entkommen, den Verantwortungen zu entfliehen, zur Ruhe zu kommen und Erholung zu finden. Ein weiterer Hauptzweck der Ausübung von Freizeittätigkeiten sind positive Erlebnisse, Spaß und Freude [04/].

Fahrdynamische Motive liegen dann vor, wenn ein besonderer Reiz vom Erleben von Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie vom Durchfahren von Kurven in erheblichen Schräglagen ausgeht. Diese Neigung oder dieser Wunsch, Spannung und Abenteuer durch riskante und aufregende Aktivitäten wie schnelles Fahren, risikoreiche Sportarten und dergleichen zu erleben wird als „Thrill and Adventure Seeking (TAS) bezeichnet [06/].

Bei einer sportlichen Freizeitbeschäftigung gewinnt der Ausübende Fertigkeiten, Fähigkeiten und Erfahrungen. Meistern von Herausforderungen und Ausloten von Leistungsgrenzen führen zu erlebter Kompetenz, was sich Selbstwert steigend auswirkt. Eine optimale Balance zwischen Anforderung der Tätigkeit und Kompetenz führt zu Zufriedenheit. Diese Zufriedenheit kann sich bis in das völlige Aufgehen in einer Tätigkeit, verbunden mit einem hohen und wunschlosen Wohlbefinden („Glück“) unter weit gehender Ausblendung nicht beteiligter Umweltgegebenheiten hinein steigern. Dieser Zustand, der auch beim Motorradfahren auftreten kann, wird Flow oder auch Fluss erleben genannt [05/].

Die Ausübung einer sportlichen und unter Umständen riskanten Freizeittätigkeit erfordert ein hohes Maß an Beherrschung möglicher Gefahren, die Motivationen zur vollständigen Kontrolle über den Tätigkeitsvollzug – sozusagen die Situation im Griff zu haben – ansprechen [04/].

Mit der Ausübung von Freizeittätigkeiten ist häufig die Suche nach Anerkennung und Selbstbestätigung verbunden, die nicht nur aus der Tätigkeit selbst, sondern aus dem speziellen Status des Dazugehörens oder dem Besitz des Freizeitgerätes gezogen werden kann. Schließlich dienen Freizeitaktivitäten der Befriedigung sozialer Bedürfnisse. Das Gefühl der Zusammengehörigkeit spielt bei Motorradfahrern traditionell eine besondere Rolle, was sich unter anderem in einschlägigen Clubs und lockeren Fahrgemeinschaften manifestiert. Soziale Aspekte stellen daher eine nicht unbeträchtliche Motivation für Motorradfahrer dar [04/].

Die Motive der Routenwahl sind andere als die der Beförderung von Personen und Gütern von Ort A nach Ort B. Ähnlich wie beim Fallschirmspringen, Paragleiten oder Bungee Jumping werden in erster Linie Anreize valent, die nicht im postaktionalen Zweck (Erreichen von Ort B), sondern im Vollzug der Tätigkeit selbst liegen. Das Erreichen des Zielortes wird mitunter sogar bedauert und schnell ein neues Ziel ins Auge gefasst, um die Tätigkeit weiterführen zu können [07/]. Biker fahren nicht nur, um irgendwo anzukommen: Das Fahrvergnügen steht im Vordergrund.

In diesem Zusammenhang wurden in der Verkehrspsychologie bisher vor allem Fragestellungen, mit welchen Mitteln riskantes Verhalten im Straßenverkehr verhindert oder modifiziert werden kann und welche Theorien sowohl das Verhalten selbst als auch Interventionsmaßnahmen erklären, untersucht. Verhalten steht demnach im Zentrum des Interesses, risikoreiche Formen wären danach an den Straßenverkehr „fehlangepasst“ [08/].

Sowohl aus sozial- und umweltpsychologischer Sicht als auch mit dem Ziel einer dem Gegenstand „Straßenverkehr“ angemessenen ganzheitlichen systemorientierten Betrachtungsweise ist es notwendig, diese klassische Individuum fokussierende Perspektive zu ergänzen.

Zwei Ansatzpunkte sollen damit verbunden werden [08/]:

1. Straßenverkehr wird als System aufgefasst, welches das geregelte, reibungsarme Zusammenspiel seiner Einzelkomponenten (Fahrer-Fahrzeug-Fahrraum) anstrebt:
 - a) durch die Gestaltung des Verkehrsraumes
 - b) durch Nutzungsvorschriften
2. Das Verhalten des Fahrers als einer Einzelkomponente dieses Systems resultiert aus
 - a) allgemeinen Gesetzmäßigkeiten menschlichen Erlebens und Verhaltens
 - b) Merkmalen und Funktionsweisen des Systems selbst (Vorschriften, Regeln, physikalische Gegebenheiten, Verhalten anderer Fahrer, „Verkehrssituation“)
 - c) System bezogenen Gesetzmäßigkeiten menschlichen Erlebens und Verhaltens

Damit macht das Verhalten einzelner Verkehrsteilnehmer zugleich den Straßenverkehr aus und resultiert andererseits aus ihm. Diese ganzheitliche, System orientierte Sicht betont diese Wechselwirkung von Einzelkomponenten und Funktionieren des Ganzen [8]. Schließt man sich dieser Betrachtungsweise an so ist festzustellen, dass die auf die jeweilige Systemkomponente anzurechnenden Unfallverursachungsanteile sehr unterschiedlich ausfallen (Bild 2).

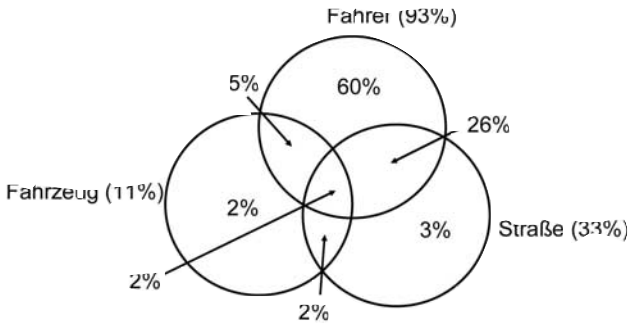


Bild 2

Unfallverursachungsanteile von Fahrer - Fahrzeug - Straße [09/]

Folgt man dieser Gewichtung des Beitrags dieser drei Systemkomponenten zur Unfallentstehung, so ist ein beachtlicher Anteil der Unfälle im Straßenverkehr durch eine psychologisch nicht adäquate Straßengestaltung zumindest teilweise induziert.

Einem allgemeinen psychologischen Modell folgend, entsteht Verhalten immer aus der Interaktion zwischen unterschiedlichen Komponenten einmal auf der Seite der Person und zum anderen auf der Seite der Situation oder des Handlungsumfeldes.

Entsprechend kann das Verkehrsverhalten nur zum Teil durch Regeln, Informationen, Sanktionen oder die Ausbildung der Verkehrsteilnehmer beeinflusst werden. Ein wichtiger Verhaltenshintergrund ist die Straße selbst sowie ihr Umfeld. Verhalten findet immer in Auseinandersetzung mit konkreten (physischen und sozialen) Umfeldgegebenheiten statt. Ausgegangen wird somit von der Erkenntnis, dass es einen Zielkonflikt zwischen Verhaltensmöglichkeiten und -präferenzen des Fahrers und dem von ihm wahrgenommenen straßenseitigen Verhaltensangebot gibt [10/].

Im Folgenden soll untersucht werden, welches Verhaltensangebot Motorradfahrer zur bevorzugten Wahl bestimmter Strecken, so genannter „Motorradstrecken“, veranlasst und in welcher Weise diese Straßen sicherheitsabträgliche Verhaltensweisen induzieren können.

Methodik

In einer Umfrage (N=131) unter Motorradfahrern (26 Fragen) in den Kategorien Streckenerlebnis, Aspekte des Streckenverlaufs und der Kurve, Leistungsaspekte (Maschinenbeherrschung, Fahren im Grenzbereich) sowie generelle und soziale Aspekte wurden Motive zur Auswahl bestimmter Fahrtrouten quantitativ erfasst. In einer umfassenden Unfallanalyse im Land Brandenburg wurden Strecken mit erhöhter Unfallauffälligkeit von Motorradfahrern festgestellt. Für eine bekannte Motorradstrecke (L 291 Eberswalde – Liepe) wird exemplarisch eine Sicherheitsanalyse unter Einbeziehung der fahrgeometrischen, fahrdynamischen und fahrpsychologischen Gegebenheiten erläutert.

Ergebnisse

Die Befragung wurde auf der Motorradmesse Leipzig (6. – 8. Februar 2004) unter Motorradfahrern durchgeführt. Von der Altersstruktur sind alle Altersgruppen vertreten, die jüngeren Fahrer jedoch überrepräsentiert (Bild 3) [11/].

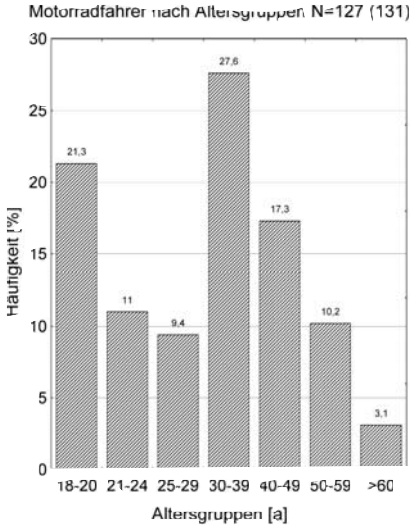


Bild 3
Altersverteilung

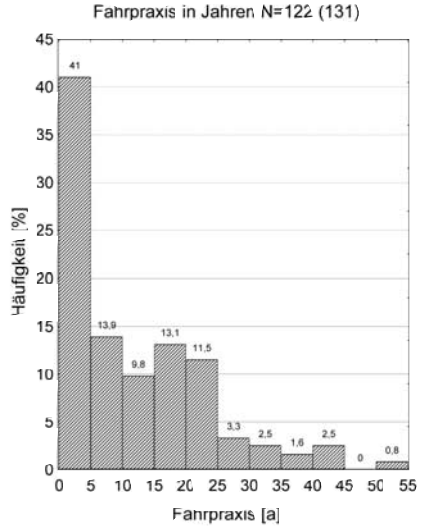


Bild 4
Fahrpraxis

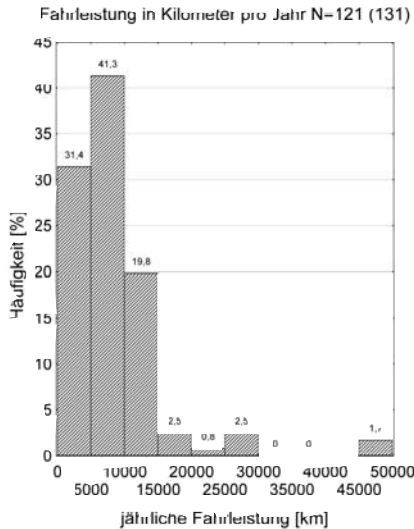


Bild 5
Fahrleistung

Hinsichtlich der Fahrpraxis überwiegt die Gruppe unter 5 Jahren (Bild 4) und hinsichtlich der Fahrleistung (Bild 5) die unter 15000 km/Jahr. 13 Prozent der befragten Motorradfahrer sind weiblich. Vom Typ des Motorrads fahren 53 Prozent Sportler, 35 Prozent Tourer und 12 Prozent Chopper. Übergeordnet stand die Frage: „Was macht die Straße für den Motorradfahrer interessant?“ Anhand der verschiedenen Motivationen zum Motorradfahren wurden die weiteren Fragepunkte in vier Komplexe

- Streckenerlebnis
- Leistungsaspekte
- soziale Aspekte
- fahrdynamische Aspekte

gegliedert, wobei für jeden Fragepunkt Zustimmung (wichtig/ja), Ablehnung (unwichtig/nein) oder unentschieden (egal) anzukreuzen war.

Im Komplex Streckenerlebnis wurden Steckeneigenschaften befragt, die auf Motivationen zur Erholung wie abwechslungsreiches Geländeprofil (Steigung/Gefälle), Landschaft/Vegetation, interessante Fixpunkte entlang der Strecke sowie Wechsel im Streckentyp (gerade/kurvig) hindeuten. Die überwiegende Mehrheit der Befragten fand diese Streckeneigenschaften für die Auswahl ihrer Routen wichtig.

	wichtig	egal	unwichtig
Geländeprofil	76 %	19 %	5 %
Landschaft	74 %	19 %	7 %
Fixpunkte	56 %	39 %	5 %
Streckentyp	88 %	11 %	1 %

Tabelle 1
Streckenerlebnis

Kompetenz und fahrdynamische Motive wurden im Komplex Leistungsaspekte erfasst. Nahezu alle befragten Motorradfahrer (99,2%) halten die sensumotorische Beherrschung ihrer Maschine für wichtig. Weniger als 50% der Befragten sind jedoch auch am Fahren im Grenzbereich interessiert.

Soziale Aspekte spielen bei Motorradfahrern traditionell eine besondere Rolle. Die überwiegende Mehrheit der Befragten macht die Wahl der Route von ähnlichen Interessen anderer, gemeinsamer Treffpunkte und der Möglichkeit des Fahrens in der Gemeinschaft/Gruppe oder von positiven Erlebnissen (Natur/Abenteuer) abhängig.

Für nahezu alle Befragten ist der Fahrspaß eine wichtige Motivation zum Motorradfahren.

	wichtig	egal	unwichtig
Gemeinschaft	75 %	22 %	3 %
Fahrspaß	97 %	1 %	2 %
Erlebnisse	80 %	18 %	2 %

Tabelle 2
Soziale Aspekte

Im Komplex fahrdynamische Aspekte wurden Eigenschaften des Streckenverlaufs und der Kurvengestaltung befragt, aus denen Sicherheitseinschätzungen abgeleitet werden können [12/].

	ja	egal	nein
große Sichtweite	61 %	32 %	7 %
Kurvenabstand gleich	17 %	59 %	24 %
Radien gleich	14 %	51 %	35 %
viele Kurven	71 %	23 %	6 %
breite Straße	45 %	42 %	13 %
wenig Verkehr	68 %	25 %	7 %
wenige LKW	64 %	13 %	23 %
guter Grip	86 %	10 %	4 %
Kalkulierbarkeit	64 %	30 %	6 %

Tabelle 3
Streckenverlauf

	ja	egal	nein
Hundekurve	17 %	37 %	46 %
geringe Längsneigung	34 %	54 %	12 %
Übersichtlichkeit	85 %	12 %	3 %

Tabelle 4
Kurvenverlauf

Gleicher Kurvenabstand, annähernd gleiche Radienverhältnisse und eine kurvilineare Linienführung (viele Kurven) entsprechen einer stetigen Trassierung, die sowohl fahrdynamisch als auch fahrpsychologisch sicherer ist als eine unstetige Trassierung mit plötzlichen Änderungen in der Streckencharakteristik, die gleichfalls abrupte Änderungen im Fahrverhalten erfordert.

Entsprechend der Vorliebe vieler Motorradfahrer, vor allem derer, die sportliche Maschinen bevorzugen, Beschleunigungen zu erleben und das Leistungsvermögen ihrer Maschinen auch zu nutzen, ist eine Streckenführung, die zu einer gleichmäßigen Geschwindigkeit zwingt, nicht gewünscht. Die übergroße Mehrheit bevorzugt jedoch Strecken mit vielen Kurven. Dies bedeutet, dass hohe Geschwindigkeiten, wie sie etwa auf Autobahnen erreicht werden können, nicht angestrebt werden. Vielmehr meiden viele Motorradfahrer Autobahnen wegen der hohen Windkräfte und -geräusche.

Große Sichtweiten und die Kalkulierbarkeit des Streckenverlaufs sind für eine große Mehrheit der Befragten wichtige Kriterien bei der Routenwahl. Damit sind eine rechtzeitige Antizipation der Streckenführung und erwartungskonformes Handeln möglich. Diese Präferenzen bei der Routenwahl können als Sicherheitsmotivation verstanden werden. Tendenziell in die gleiche Richtung ist der Wunsch nach einer möglichst ebenen und griffigen Straßenoberfläche zu interpretieren.

Die Fahrbahnbreite ist in den meisten Fällen in Deutschland ausreichend für den Motorradverkehr dimensioniert. Tendenziell werden aber eher breitere Fahrbahnen bevorzugt, was sich fahrgeometrisch positiv vor allem bei Kurvenfahrt auswirkt. Von Motorradfahrern werden Strecken bevorzugt, die eine freie unbehinderte Fahrt zulassen. Dies wird in den beiden verkehrlichen Fragepunkten deutlich.

Weiterhin werden Strecken bevorzugt, die übersichtliche und symmetrische Kurven (keine Hundekurven) aufweisen. Tendenziell sollten diese keine großen Längsneigungen aufweisen.

Die Umfrageergebnisse widerlegen trotz des hohen Anteils an jugendlichen Motorradfahrern die Allgemeingültigkeit der These, dass Motorradfahrer ein „erhöhtes Verlangen nach Außenreizen [13]“ aufweisen und zu dessen Befriedigung bewusst unkontrollierbare Risiken in Kauf nehmen. Vielmehr sind deren Verhaltenspräferenzen durch Leistungsmotivation und soziale Aspekte geprägt.

Nachfolgend soll am Beispiel der Motorradstrecke „L 219 Eberswalde – Liepe“ geklärt werden, welche straßenseitigen Faktoren maßgeblichen Anteil am Unfallgeschehen haben.

Die Motorradstrecke befindet sich nicht weit von Berlin in der unmittelbaren Nähe des bekannten Schiffshebewerkes Niederfinow, das in vielen Fällen als Treffpunkt von Motorradfahrern genutzt wird.

Topographisch liegt die Strecke im Endmoränen-Hügelland und weist für Brandenburg unüblich einige bedeutende Höhenunterschiede auf, die es zu überwinden gilt. Straßenentwurfstechnisch wird dies durch Längsneigungen bis zu sechs Prozent und einer am Hang eng gewundenen kurvenreichen Strecke erreicht, die auf dem Plateau über dem Schiffshebewerk auch einige lange Geraden aufweist. Landschaftlich ist das Umfeld eine sehr schöne, meist bewaldete Gegend, die viele Ausflügler vor allem aus Berlin anzieht. Besonders auffällig ist ein Abschnitt kurz nach dem Ortsausgang Eberswalde (Bild 6). Er weist hohe Längsneigungen (bis zu 6%) auf. Die Lageplangeometrie ist in Bild 6 dargestellt. Wegen der geringen Radien und der damit verbundenen Kurvenverbreiterung wurden die Achsen auf den linken bzw. rechten Fahrbahnrand gelegt.

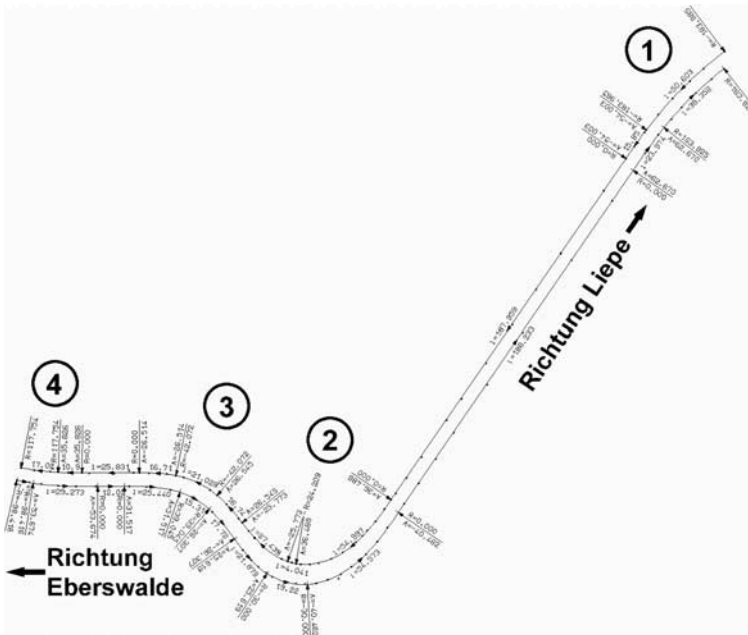


Bild 6
Ausschnitt Meßstrecke L 291-10 Eberswalde – Liepe

Besonders kritisch ist Kurve 2 zu bewerten. Der Innenkurvenradius beträgt nur 24 Meter bei einem Richtungsänderungswinkel von 83 gon. Aus Richtung Liepe sind eine Gerade von 188 Meter und eine sehr lange Klothoide von 55 Meter vorgeschaltet. Die Strecke fällt in diesem Bereich mit beträchtlichem Gefälle zur Kurve 2 hin ab. Die Parameter der angrenzenden Klothoiden sind erheblich größer als der Radius der Kurve. Dies wirkt sich fahrdynamisch ungünstig aus. Weiterhin bewirkt die sehr geringe Länge des Kreisbogens von nur 4 Meter, dass sich ein fahrgeometrisches Verhalten wie bei einer Scheitelklothoide einstellt. Dies bewirkt gemeinsam mit dem sehr kurzen Übergangsbereich zwischen Kurve 2 und Kurve 3, dass jeder noch so unbedeutende Fahrfehler für Motorradfahrer fatale Folgen haben kann.

Verschlimmert wird die Situation durch zu geringe Sichtweiten und Nichteinsehbarkeit der Kurve von beiden Seiten. Motorradfahrer sind bei Kurvenfahrt hinsichtlich der Sicht gegenüber Autofahrern erheblich benachteiligt. Nicht nur, dass der Helm das nutzbare Sehfeld erheblich einschränkt, die fahrgeometrischen und fahrdynamischen Besonderheiten des Motorradfahrens in Kurvenlage bewirken eine gegenüber Autofahrern schlechtere Sicht bei Kurvenfahrt.

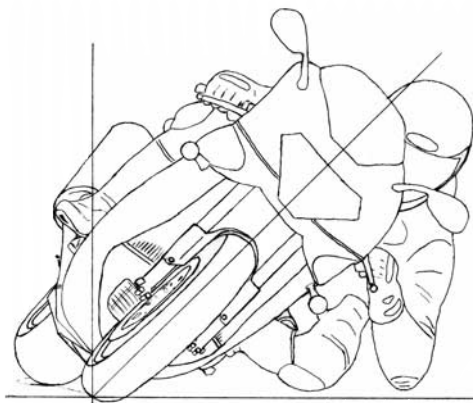


Bild 7
Motorrad und Fahrer in Kurvenlage (hanging off)

Die Gewährleistung der Haltesichtweite über die gesamte Länge einer Straße ist ein wichtiges Sicherheitskriterium. Die Haltesichtweite umfasst die notwendige Strecke, um gefahrlos vor einem Hindernis anhalten zu können. Sie setzt sich aus dem während der Reaktionszeit zurückgelegten Weg und dem Bremsweg zusammen.

Die Haltesichtweite wird in der Mitte des Fahrstreifens mit einer Aughöhe von einem Meter und geschwindigkeitsabhängigen Zielpunkthöhen gemessen. Für Autofahrer ist dieses Modell akzeptabel, da sie in der Regel links der Fahrzeugmitte sitzen und bei den heute üblichen Fahrstreifenbreiten und moderatem Kurvenschneiden in den für diesen Fall kritischen Rechtskurven sich die Augen des Fahrers in der Regel links der Fahrstreifenmitte bewegen.

Für Motorradfahrer gilt dies nicht. Motorradfahrer müssen die bei Kurvenfahrt auftretenden Fliehkräfte durch Schräglage kompensieren (vgl. Bild 7). Kurvenradius, Geschwindigkeit und Schräglage befinden sich dann im Gleichgewicht [05/].

Damit bewegen sich die Augen des Motorradfahrers in Rechtskurven am weitesten rechts, was die effektive Sichtweite bei Sichthindernissen am Kurveninnenrand wie Böschungen, Bewuchs und/oder Leitplanken, gegenüber dem Autofahrer erheblich verkürzt. Weiterhin ist es durchaus möglich, dass die Aughöhe des Motorradfahrers bei Kurvenfahrt, wie in Bild 7 dargestellt (ca. 0,6 m), unter die im Bemessungsmodell für Straßen festgelegte (1m) fallen kann. Zusätzliche Sichtprobleme sind dann bei Kurven in Kuppenlage zu erwarten.

Um die Kurvenfahrt zu beenden, muss das Motorrad aufgerichtet werden. Dies erfolgt durch Vergrößerung der Fliehkräfte, indem entweder die Geschwindigkeit erhöht oder der gefahrene Radius verkleinert, also zur Kurveninnenseite gelenkt wird [05/].

Für dieses Manöver werden geschwindigkeitsabhängig Streckenlänge und entsprechend den fahrgeometrischen Gesetzmäßigkeiten der Spurführung Platz im Fahrstreifen benötigt. Bei Wendelinien (S-Kurven) wie in unserem Beispiel zwischen Kurve 2 und 3 kommt zusätzlich noch ein Lenkimpuls zum Einleiten der Schräglage für die Gegenkurve (Kurve 3) hinzu. Fahrfehler in Kurve 2, die ein zu spätes Aufrichten bewirken, sind durch den zu kurzen Übergangsbereich zwischen Kurve 2 und 3 nicht mehr kompensierbar. Gleiches gilt für die Gegenrichtung Eberswalde – Liepe. Sicherheitsförderlich wirkt hier die Längsneigung, da man bergauf fährt.

An dieser Stelle wird deutlich, dass die physische und psychische Beanspruchung von Motorradfahrern bei vergleichbarer Streckencharakteristik deutlich höher als bei Fahrern von Personenkraftwagen ist [03/].

Aus Richtung Liepe kann ein hohes Geschwindigkeitsniveau erwartet werden. Die gestreckte Linienführung mit langen Geraden und wenigen flachen Kurven erzeugt eine entsprechende Erwartungshaltung im Fahrer, die Anwendung auf nachfolgende Streckenabschnitte findet. Der plötzliche Bruch der Streckencharakteristik ab Kurve 2 wird nicht erwartet und infolge fehlender Übersicht inkorrekt antizipiert.

Die aus dieser Richtung etwa 100 Meter vor Kurve 2 angeordnete Geschwindigkeitsbegrenzung auf 40 km/h ist, obwohl angesichts der folgenden Mängel in der Streckenführung durchaus berechtigt, für den Motorradfahrer in dieser Situation fahrpsychologisch schwer einzusehen. Auch die in der Gegenrichtung angeordnete zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h sollte wegen der Trassierungsmängel die Kurven 2 und 3 betreffend strikt eingehalten werden.

Die beschriebenen Mängel in der Streckencharakteristik haben entsprechend Auswirkung auf die Unfallhäufigkeit an dieser Stelle. In den letzten fünf Jahren wurden allein von den Unfällen mit Personenschaden fünf schwer verletzte und sechs leicht verletzte Motorradfahrer in Kurve 2 in der Verkehrsunfalldatenbank Brandenburg registriert [14/].

Konsequenzen

Um das von der EU gesteckte Ziel, die Unfalltoten auf den Straßen um die Hälfte zu reduzieren, zu erreichen genügt es nicht, nur neue Straßen ausreichend sicher zu gestalten. Vielmehr muss das historisch gewachsene Straßennetz adäquat sicher gestaltet werden.

Motorradfahrer gehören zu den „Vulnerable Road Users“, also zu den verletzlichen Verkehrsteilnehmern, die nur unzureichend durch passive Schutzeinrichtung am Fahrzeug geschützt werden können.

Demzufolge kommt der aktiven Sicherheit ein weitaus höherer Stellenwert zu. Unfälle können nur vermieden werden, wenn das System Straßenverkehr ganzheitlich analysiert, bewertet und entsprechend der Anforderungen der Komponenten gestaltet wird.

Die Unfall- und Sicherheitsanalysen beweisen, dass die straßenseitigen Faktoren erheblichen Anteil am Unfallgeschehen haben und ursächlich aus Diskrepanzen in der Schnittstelle Fahrer – Straße herrühren.

Demzufolge werden Instrumente benötigt, die dem Sicherheitsaspekt größeres Gewicht bei der Finanzierung und Planung von Straßenbaumaßnahmen verleihen und dem Anliegen zum Schutz der verletzlichen Verkehrsteilnehmer Rechnung tragen.

Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse bilden die Grundlage für Detailuntersuchungen im anlaufenden EU-Forschungsprojekt RIPCORD-ISEREST, in das die Autoren involviert sind.

Literatur

- 01/ Statistisches Bundesamt Deutschland, Vorläufiges Ergebnis für 2003, Stand 03.06.2004
- 02/ Assing, K. (2002) „Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern“, Bericht zum Forschungsprojekt 99 420 der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg), Reihe Mensch und Sicherheit, Heft 137, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- 03/ Brendicke, R., Forke, E.; Gajewski, R. (1995) „Motorradfreundlicher Straßenbau. Motorradspezifische Anforderungen an Planung, Bau und Betrieb von Außerortsstraßen.“ Essen: Institut für Zweiradsicherheit e.V., Praxisheft 6
- 04/ Schulz, U. (1993) „Freizeitmotivationen von Motorradfahrern und ihre Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit“, Zeitschrift für Verkehrssicherheit 39(2), 68-81
- 05/ Spiegel, B. (2003) „Die obere Hälfte des Motorrads – Über die Einheit von Fahrer und Maschine“, Stuttgart: Motorbuch Verlag, 4. Auflage
- 06/ Zuckerman, M. (1976) „Sensation seeking and anxiety. Traits and states as determinants of behaviour in novel situations“. In: I.G. Sarason & C. D. Spielberger (Eds.): Stress and anxiety, Washington D. C.: Hemisphere Wiley
- 07/ Rheinberg, F., Dirksen, U., Nagels, E. (1986) „Motivationsanalysen zu verschiedenem riskanten Motorradfahren“, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 36(2), 75-80
- 08/ Linneweber, V. (2003) „Verhalten im Straßenverkehr“, In M. Jerusalem & H. Weber (Eds.) „Psychologische Gesundheitsförderung – Diagnostik und Prävention“, Göttingen: Hogrefe
- 09/ Rumar, K. (1985) “The role of perceptual and cognitive filters in observed behaviour”, In: L. Evans & R.C. Schwing (Eds.), Human behaviour and traffic safety New York: Plenum Press, S. 151-170
- 10/ Schlag, B., Heger, R. (2002) „Empfehlungen zur Berücksichtigung physiologischer und psychologischer Fähigkeiten und Grenzen der Kraftfahrer bei der Straßenplanung in Brandenburg“, Forschungsbericht Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg, Landesamt für Bauen, Verkehr und Straßenwesen
- 11/ Koch, H. (2002) „Veränderungen in der Altersstruktur der Motorradfahrer – Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und Herausforderungen an die Forschung“, ifz (Hrsg.): „Sicherheit - Umwelt - Zukunft IV“, Tagungsband der 4. Internationalen Motorradkonferenz, Essen: ifz Forschungshefte, Bd. 10

- 12/ Lamm, R., Psarianos, B., Mailänder, T., Choueiri, E., Heger, R., Steyer, R. (1999). Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook. New York: McGraw Hill
- 13/ Bartl, G. (2002) „Wie risikofreudig sind junge Kraftfahrer?“
ÄKVÖ/ÖAMTC-Symposium „Junge Kraftfahrer - junge Wilde?: Das Risikopotenzial jugendlicher Lenker“, Wien: ÖAMTC
- 14/ Wenk, S. (2004) Auszug aus der Verkehrsunfalldatenbank Brandenburg, Potsdam: Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg

3

Entwicklungen
Trends



**Aspekte bei der Verwendung von Xenonscheinwerfern
in Motorrädern**

Aspects of HID headlamps for motorcycles

Benno Spinger

Philips Automotive Lighting

Kurzfassung

Mit Hochdruckgasentladungslampen ausgerüstete Scheinwerfer, sogenannte Xenon Scheinwerfer, sind seit 1990 in Personenkraftwagen im Gebrauch. Seit damals ist ihr Marktanteil kontinuierlich gestiegen und man kann davon ausgehen, dass er den der herkömmlichen Halogenscheinwerfer zukünftig übersteigt.

Auch für Motorräder könnte das Xenonlicht wegen des deutlich verbesserten Scheinwerferbündels, der langen Lebensdauer und des verringerten Energieverbrauchs eine attraktive Alternative werden. Das Papier beschäftigt sich mit den grundlegenden Eigenschaften von Xenonscheinwerfern, besonders im Vergleich zu Halogenscheinwerfern, und den wichtigsten Aspekten bei der Verwendung in Motorrädern. Dies umfasst eine Diskussion über Xenon Scheinwerferbündel und der daraus resultierenden erhöhten Sicherheit sowie eine Diskussion der gegenwärtigen Rechtslage, die eine automatische Leuchtweiteneinstellung sowie ein Reinigungssystem für Xenon-Scheinwerfer vorschreibt.

Die Auswirkung von Scheinwerferausrichtung (horizontal, vertikal , rotierend) und von Verschmutzungen der Abschlusscheibe auf Bündelperformance und Blendung werden untersucht und im Hinblick auf die Einführung von Xenonlicht für Motorräder diskutiert. Gestützt wird dies durch eine Reihe von Publikationen und eigenen Untersuchungen zu diesem Thema.

Abstract

Headlamps equipped with a high intensity discharge light source, called HID headlamps, are in use for cars since 1990. Since then their market share has continuously been increased and is expected to exceed that of conventional halogen headlamps in the future.

HID headlamps could also become an attractive option for motorcycles due to their substantially increased beam performance, corresponding to improved safety, long lifetime and reduced energy consumption. The paper highlights the basic characteristics of HID headlamps, especially in comparison to halogen headlamps, and shows important aspects when transferring these results to motorcycles. This includes a discussion of the HID beam pattern and its effect on safety aspects as well as a discussion on the current legal situation, requiring an automatic levelling system as well as a cleaning system for HID headlamps to avoid glare to other road users.

Effects of levelling (horizontal, vertical, rotational) and dirt on beam performance and glare are shown and possibilities are sketched on how to deal with these issues when introducing HID headlamps for motorcycles. This results from a series of publications and own investigations.

Résumé

Depuis 1990, des phares dotés d'une source de lumière à décharge haute intensité dits « phares HID », sont utilisés dans l'automobile. Depuis, leur part de marché n'a cessé de croître et, selon les prévisions, devrait surpasser à terme celle des phares à halogène classiques.

Les phares HID pourraient également se révéler une solution intéressante pour les motocyclettes en raison de leur performance optique considérablement accrue, soit une sécurité accrue, une longue durée de vie et une réduction de la consommation d'énergie. L'article traite des caractéristiques de base des phares HID, en particulier par rapport aux phares à halogènes, et souligne les aspects importants de ces résultats transposés aux motocyclettes. Sont également abordées les caractéristiques du faisceau HID et leur impact sur la sécurité, ainsi que la situation légale actuelle, qui requiert un système de réglage automatique et un système de nettoyage des phares HID pour éviter l'éblouissement des autres usagers de la route.

Les effets du réglage (horizontal, vertical, en rotation) et de la saleté sur la performance optique et l'éblouissement sont indiqués et les possibilités de traiter ces questions lors de la mise en oeuvre des phares HID sur des motocyclettes sont esquissées. Le tout résulte de l'étude d'un ensemble de publications et de recherches personnelles.

Aspects of HID headlamps for motorcycles

1. Introduction

Many accidents take place at night or in conditions of poor visibility. Light is at the top of the safety circle in road traffic situations in terms of accident-prevention factors (Diagram 1). It is not until the danger has been recognised that the other elements in the safety chain can come into action. Improved head-lamp light therefore plays a significant role in the prevention of accidents.

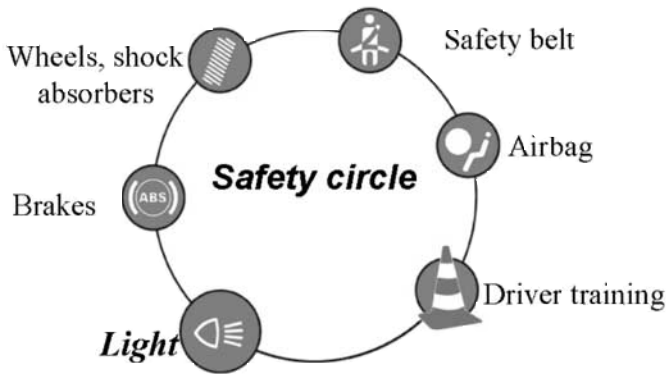


Diagram 1
Safety circle in road traffic situations

Headlamps fitted with high-pressure gas-discharge lamps, known as xenon headlamps, have been in use in motor cars since 1990. The market share of the xenon lamps has risen continuously ever since and it is fair to say that it will exceed that of the traditional halogen lamps for dipped-beam use in the future.

The application of high-pressure gas-discharge lamps instead of the customary halogen lamps is of particular advantage in motor vehicles. It is not only the high light output and the low energy consumption, but also, above all, the luminance of the voltaic arc (Diagram 2) – 2-3 times higher than in lamps with filament coils – that enables a much better headlamp beam. In addition to the longer range, this is also very much apparent in the significantly broader light distribution (Diagram 3). The advantages of this better light distribution have been proven in numerous studies [Ham99][Der01][Siv02].

As with all gas-discharge lamps, the xenon lamps that are used in automotive lighting need a ballast to enable the required power to be supplied. In addition to providing the ignition and operating voltage, this ballast also ensures a faster lamp warm-up so that 80% of the light output is available within four seconds of the lamp being switched on. Whereas the first ballasts of this type were less suitable for application in motorcycles due to their size, the volume and weight of modern ballasts have been reduced to such an extent ($\sim 80 \text{ cm}^2$, $\sim 150 \text{ g}$) that they can now be integrated easily into the headlamp. The additional costs incurred because of the electronics are compensated for by the extremely long life of the xenon lamps.

An additional advantage is the fact that the lamp does not contain a coil and is therefore not sensitive to shock.

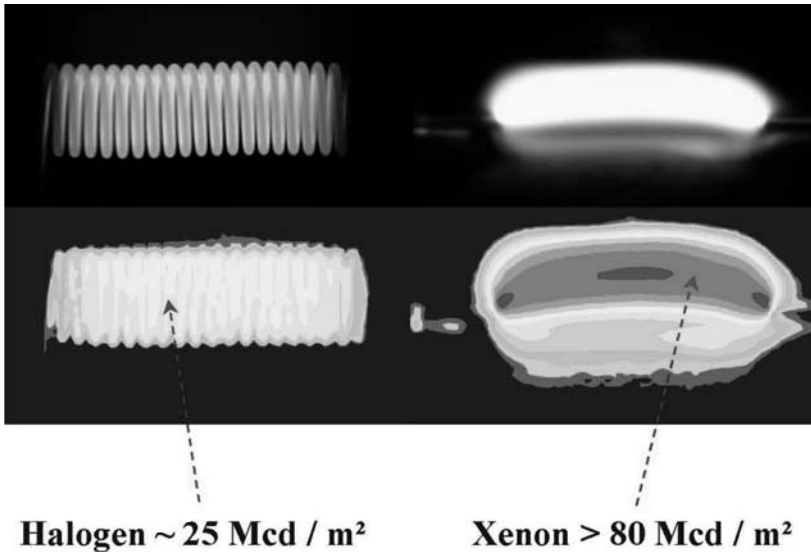


Diagram 2

Luminance images for a halogen lamp and a xenon gas-discharge lamp

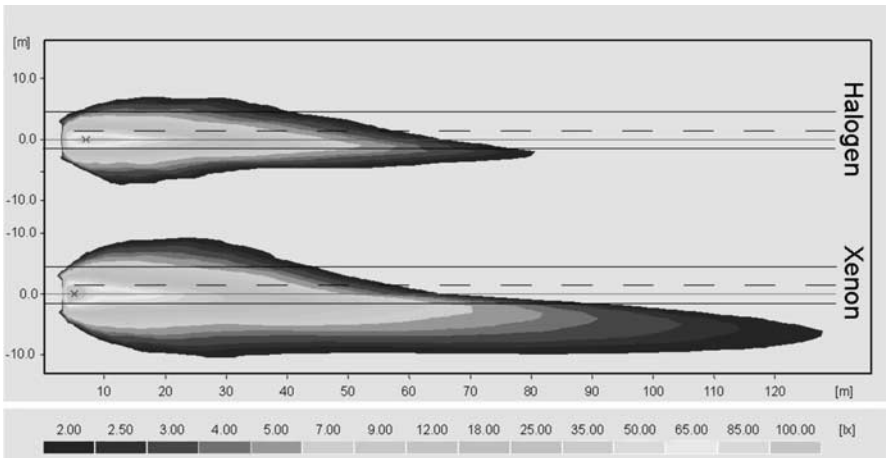


Diagram 3
Light distribution of a halogen headlamp (top) and a xenon headlamp (below)

2. Colour difference studies

Yet another advantage of xenon lamps is the colour of the light they produce. This is much whiter than that of halogen lamps and therefore more like natural daylight. Multiple studies [Der03, Der03_2] have examined the extent to which the spectral distribution affect visibility in the traffic situation. For example, the visibility of peripheral dangers was tested by means of suitable filtering of the headlamp beam under conditions illuminated using different colours of light. The results showed that the bluer colour of the xenon light led to a significant improvement in visibility in the peripheral area. This can be explained by the different distribution of rods and cones in the human eye. The rods are responsible for peripheral vision and are significantly more sensitive to blue light. Furthermore, the time resolution of these receptors is much higher, which enables a faster reaction to the danger signals.

Xenon headlamps are more noticeable in traffic because the eye is in the peripheral area more sensitive to the bluer light reflex. Furthermore, it can also be shown that the objectively measurable glare (disability glare), which can really give rise to reduced perception of dangers, etc., is not increased by the blue colour of the light [Der04]. In the human eye it is the central visual field that is responsible for the actual recognition of objects. This is an area with a greater density of cones, which is most sensitive in the green region of the spectrum.

In summary, it can be said that xenon lamps promote better visibility in the peripheral visual field and thus guarantee better visibility for other road users, without reducing their visual conditions.

3. Headlamp adjustment

One of the most common causes of glare in traffic is the incorrect adjustment of the headlamps. If the vertical setting of a headlamp is as little as several tenths of a degree out, this can increase glare considerably. The cause of this may be, for example, the extent to which the car is loaded or it can be caused by dynamic driving effects [Dam95].

Although this problem affects both halogen and xenon headlamps equally, it is a legal requirement for xenon headlamps fitted to cars to incorporate an automatic levelling device that will at least correct the effect of the loading of the car. Many vehicles even have an integrated dynamic levelling device, which compensates to a very large degree for the effects of acceleration and braking.

In the case of motor cycles there is, in addition to the vertical variation in the headlamp adjustment when the motorcycle is accelerating or braking, also an additional rotation around the headlamp beam axis when the motorcycle is travelling round a bend in the road. The inclination of the motorcycle depends on its speed and the radius of the bend. The headlamp beam rotates around the longitudinal axis as the motorcycle tilts. It is assumed here that the headlamp is mounted on the motorcycle frame. The rotated headlamp beam has a drastically reduced range on the inside of the bend. Without countermeasures the eye of the oncoming traffic is for more or less long time in a area of high intensity. Although this glare problem also occurs with halogen headlamps, it could be exacerbated by the use of xenon headlamps. For this reason, we investigate below the effect of the position of the motorcycle in the bend on glare and headlamp range.

We examined the position of the eyes of the driver of an oncoming vehicle in relation to the rotated headlamp beam in right-hand bends¹⁾ with a radius (R) of between 50 m and 500 m and an angle of inclination (α) of the motorcycle of between 0° and 75° (Diagram 4).

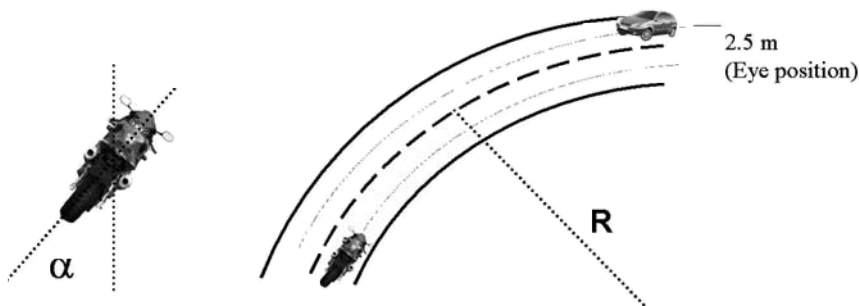


Diagram 4

The calculations below measure the effect of glare on oncoming traffic as created by a motorcycle that is travelling around a bend with a radius R at an angle of inclination α .

First we examined a situation in which the motorcycle travels at a fixed angle of inclination of 45°. As long as the oncoming vehicle is far enough away from the motorcycle (i.e. is to the right of the motorcycle), the eye position is well above the dark/light boundary. The headlamp beam is focused on the road. However, shortly after the oncoming vehicle crosses the headlamp axis, it enters the beam of light from the inclined motorcycle (Diagram 5). The position and the progression of this eye line are relatively independent of the radius of the bend.

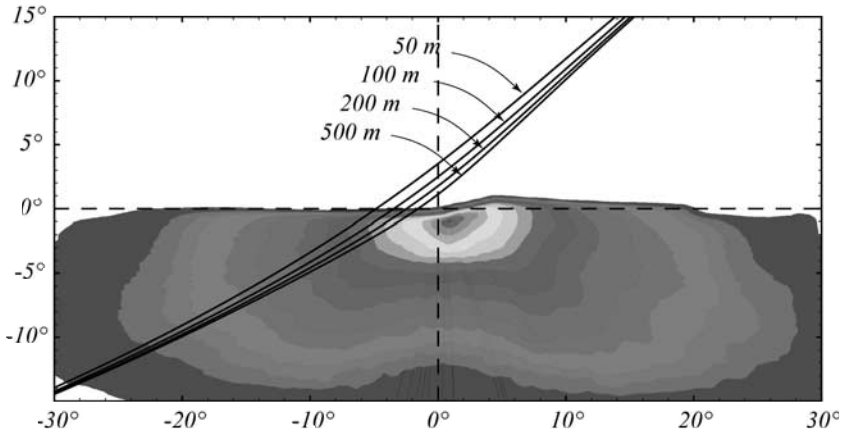


Diagram 5

Eye line of drivers of oncoming vehicles (in relation to the motorcycle headlamp) when a motorcycle is travelling round bends with different radii (50m to 500m) at an angle of inclination of 45°

If we now do the opposite and examine the course of the eye line for a fixed bend radius and variable inclination of the motorcycle, we find, for an angle of inclination of the motorcycle above 10°, that the oncoming traffic crosses the dark/light boundary earlier or later, depending on the angle of inclination (Diagram 6).

This shows, therefore, that the light on the right-hand side of the headlamp beam does not create any glare. It is only the left-hand side of the headlamp beam (> 2° horizontal) that causes glare for oncoming traffic, with the glare effect lasting considerably longer at smaller angles of inclination than when the angle of inclination is greater.

The inclination of the motorcycle not only creates glare for the oncoming traffic, it also causes a significant reduction in the range of the headlamp beam and, therefore, poor visual range for the motorcycle rider. For this reason it would be advantageous to produce headlamps that keep the dark/light boundary horizontal whilst the motorcycle is travelling round the bend. Here it would be important to ensure that the horizontal is maintained precisely, otherwise it will not be possible to reduce/prevent glare.

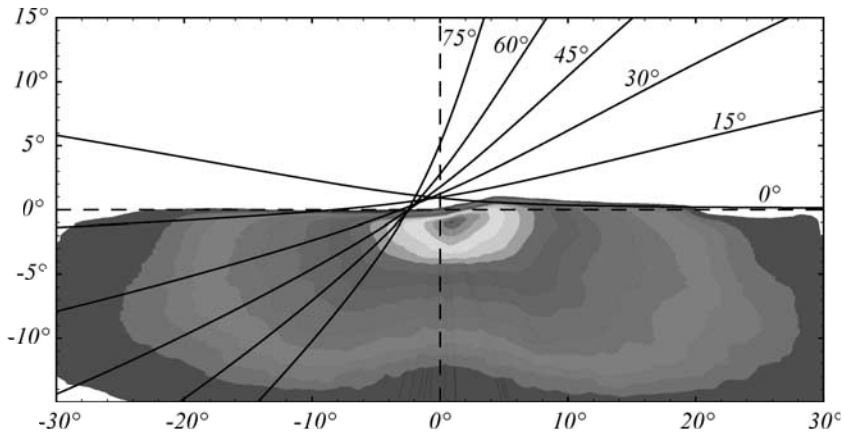


Diagram 6

Eye line of driver of oncoming vehicle for a motorcycle travelling around a bend ($R=200$ m) at variable angles of inclination (in relation to the motorcycle headlamp)

4. The effect of dirt on the headlamp cover

In order to prevent glare caused by dirt on the headlamp cover, xenon systems fitted to cars are legally required to incorporate a headlamp cover cleaning system. The system most commonly used in passenger cars is the water-jet principle, which uses a jet of water to clean the cover. However, this is not appropriate for motorcycles.

The link between glare and dirt on the headlamp cover has been researched adequately [Sch78, Orth95, Boe04]. Even when the headlamp cover is only slightly dirty, there is a marked increase in glare (see Diagram 7). Depending on the type of dirt and the type of headlamp, maximum glare is created with a relative cover of dirt of between 40% and 60% (corresponds to the transmission of light).

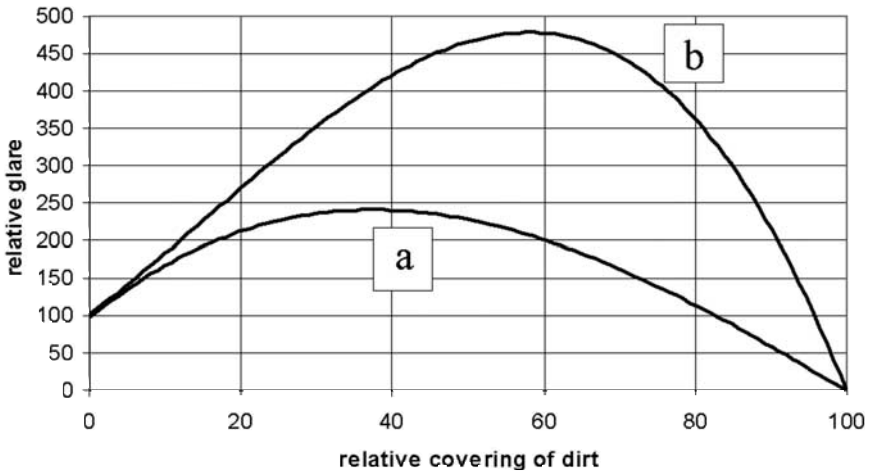


Diagram 7
Glare caused for oncoming traffic with increasing covering of dirt on headlamp cover in accordance with a:[Orth95] and b:[boe04]

The rise in glare is due to the diffusion of light from the headlamp by the particles of dirt (Diagram 8). Depending on the nature of the dirt, light may also be absorbed. If there is a thick covering of dirt, this could even lead to a reduction in glare, but of course it would also cause a marked reduction in the rider's visibility.

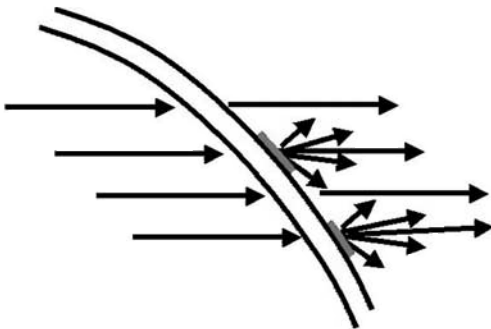


Diagram 8
Diffusion of light from a dirty headlamp cover

Despite the advantages of a cleaning system, it is only xenon headlamps that are required by law to incorporate such a system. The reason for this is the luminous flux of the gas-discharge lamp, which is a factor of two or three greater than for the conventional halogen lamp. The permitted glare levels for xenon lamps are, however, only 30% higher than those for halogen lamps. It is possible to comply with these levels because the higher luminance generated by the xenon lamp is more tightly controlled in a specially designed headlamp system.

To make a comparison of the effect of dirt on halogen and xenon headlamps, the beam of light from two different headlamp systems that are available in both a halogen and a xenon version were measured. Various foils which create varying degrees of diffusion were positioned in front of the headlamp covers. Although this does not fully represent the diffusion effect of actual dirt, it does allow some quality-related information to be derived. The headlamps used were projection systems in order to ensure a fair comparison between the systems. The quantity of light that fell in a defined area of glare was measured²⁾. For headlamp systems on their own, without any additional diffusion, it was apparent that the xenon systems project approximately 30% more light into the area of glare than the halogen headlamps. This relationship does not change when the level of diffusion at the headlamp cover is increased (see Diagram 9).

This means that the relative increase of glare created by dirt is independent from the luminous flux of the lamp, otherwise a greater relative increase in glare would be expected for the xenon systems. It is much more likely that the increase in glare is connected with the actual illumination values achieved in the vicinity of the area of glare. If we assume that, because of the dirt on the headlamp cover, the diffused light is not distributed evenly in all directions, but is only deflected to a greater or a lesser extent, then it would seem that it is primarily the illumination values on the left-hand side close to the dark/light boundary that are responsible for the increase in glare. The ratio of glare between halogen and xenon headlamps is, however, not affected by dirt.

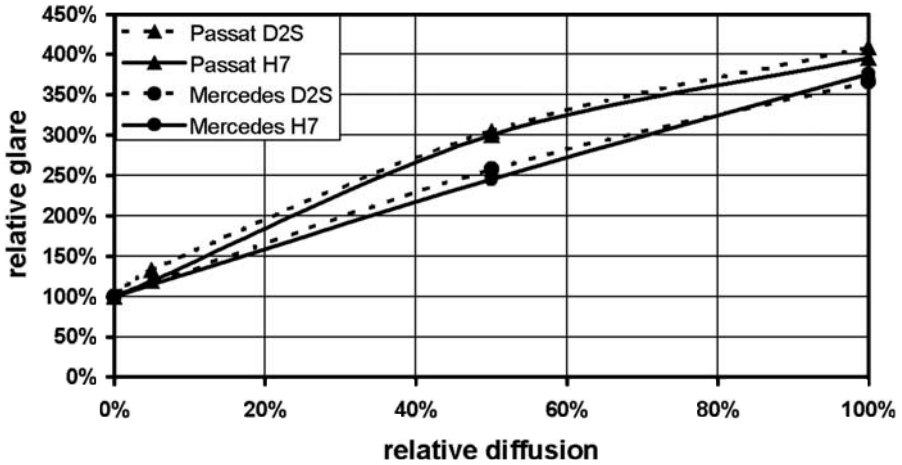


Diagram 9

Relationship between varying degrees of diffusion by the headlamp cover and the relative increase in glare created by various headlamp systems

This investigation does not question the benefits of a cleaning system. However as can be seen from figures 7 and 9 the effect of dirt itself contributes significantly higher to glare than the choice between a xenon- and a halogen system. There is no new problem regarding dirt when using a xenon headlamp instead of a halogen headlamp.

5. Summary

The use of xenon headlights can become an attractive solution for two-wheelers in the future due to the increased range, higher peripheral visibility, longer lifetime and lower energy consumption in comparison to halogen systems. These advantages have also made the xenon technology a big success in automotive lighting. In addition, the increased conspicuity of a xenon headlight would be a major benefit for two-wheelers.

For cars equipped with xenon headlights the use of a headlamp cleaning system and an automatic leveling system is obligatory.

Despite of the advantage in using a headlamp cleaning system, its benefit for a xenon headlamp is not higher than for a halogen headlamp since dirt on the covering glass leads to the same relative increase of glare for xenon- as well as for halogen headlamps.

In the same way the benefits of an automatic leveling system are essentially the same for xenon- as well as for halogen headlamps. A correction of headlamp rotation in curved roads would give an advantage since glare can be avoided in right-hand bends and the range of the headlamp can be considerably increased. However, because of the dynamic nature of a motorcycle, these issues are more complex for the motorcycle manufacturer.

6. Literature

- [Boe04] Boebel D.: Influence of System Components and Parameters on Headlamp Performance In: SAE Technical Paper 2004-01-0666
- [Dam95] Damasky J.: Lichttechnische Entwicklung von Anforderungen an Kraftfahrzeugscheinwerfer. Dissertation. TH Darmstadt, 1995
- [Der01] Van Derlofske J., Bullough J. D., Hunter C.M.: Evaluation of High Intensity Discharge Automotive Forward Lighting
In: PAL. Progress in Automobile Lighting 2001
- [Der03] Van Derlofske J., Dyer D., Bullough J. D.: Visual Benefits of Blue Coated Lamps for Automotive Forward Lighting
In: SAE Technical Paper 2003-01-0930
- [Der03_2] Van Derlofske J., Bullough J. D.: Spectral Effects of High-Intensity Discharge Automotive Forward Lighting on Visual Performance
In: SAE Technical Paper 2003-01-0930
- [Der04] Van Derlofske J., Bullough J. D., Dee P., Chen J., Akashi Y.: Headlamp Parameters and Glare In: SAE Technical Paper 2004-01-1280
- [Ham99] Hamm M.: Xenon Light and its Impact on Traffic Safety Aspects
In: PAL. Progress in Automobile Lighting 1999
- [Orth95] Orth P.: Scheinwerfer-Reinigungssysteme
In: PAL. Progress in Automobile Lighting 1995
- [Sch78] Schmidt-Clausen H.-J.: Einfluß der Verschmutzung von Scheinwerfer-Streuscheiben auf die Sichtweite von Kraftfahrern
In: ATZ, 80.Jahrgang. Nr. 11, 1978
- [Siv02] Sivak M., Flanagan M. J., Schoettle B., Mefford M. L.: Driving Performance with and Preference for HID Headlamps
In: Report No. UMTRI-2002-3 February 2002

- ¹⁾ It is assumed here that the motorcycle is travelling on the right-hand side of the road.
- ²⁾ The area chosen was between the horizontal and 4° upwards and between the verticals and 12° to the left.

**Jugend und ihre Mobilitätsvorstellungen in Relation
zum motorisierten Zweirad**

**Young people and their mobility demands in relation
to motorized two-wheelers**

**La jeunesse et son idée de la mobilité en rapport avec
les deux-roues motorisés**

Elmar Forke
Institut für Zweiradsicherheit

Kurzfassung

In einer empirischen Studie des Instituts für Zweiradsicherheit wurden 162 Jugendliche zwischen 13 und 21 Jahren zu ihren Mobilitätsvorstellungen befragt. Der Themenkomplex „Jugendliche und ihre Einstellungen und Bedürfnisse zur Mobilität sowie speziell zum motorisierten Zweirad“ tritt in der aktuellen Literatur über Mobilität im Sinne des einspurigen Fahrzeugs kaum auf, obwohl Jugendliche stark im Focus der Verkehrsmobilitätsforschung stehen.

Die empirische Befragung Jugendlicher von 13 bis 21 Jahren konnte eine subjektive Haltung der Befragtengruppe aufzeigen, die stark an der automobilen Pkw-Gesellschaft orientiert ist. Generelles Interesse besteht bei einer Vielzahl von jungen Personen an der Mobilitätsform „motorisiertes Zweirad“. Dennoch überwiegt eine eher realistische Einstellung zur individuellen Mobilität, die sich durch eine primäre Orientierung am Erwerb des Pkw-Führerscheins manifestieren lässt.

Einflussgrößen der Verkehrsmittelwahl Jugendlicher, die sich aus der Lebenssituation der Jugendlichen ergeben, sollen in diesem Beitrag aufgedeckt werden.

Das soziale Umfeld der Familie spielt eine entscheidende Rolle. Gerade in dieser Entwicklungsphase besitzen Familie und Eltern keine Vorbildfunktion, stellen für den Jugendlichen eher ein konträres Verhältnis dar. Aus dem sozialen Umfeld kommt eine finanzielle Unterstützung eher für den Erwerb des Pkw-Führerscheins in Frage.

Die Faszination „Motorrad“ kennzeichnen die Befragten mit den Attributen der Fahrdynamik des Zweirades: Beschleunigung und Gruppenerleben sind Elemente, die pro Motorrad genannt werden.

Abstract

In an empirical study carried out by the ifz 162 male and female youths aged 13 to 20 years were surveyed by questionnaires asking for their visions of and attitudes towards mobility. This subject in connection with the juveniles' opinions about motorcycles in general can only rarely be found in scientific literature although research in traffic and mobility generally strongly focuses on this group.

Research results show that the surveyed group strongly orientates to our modern "car focused" society. Although young people show a general interest in motorcycles and motorcycling they show a realistic attitude for the time being by preferring a car license at the age of 18.

Influencing factors on the selection of means of transport arising from the young people's particular life situation will be presented in this study.

Family background plays an important role, too. It is especially at this age that youths do not pattern themselves on parents. Financial support by parents for a driving permission is more often and more willingly provided for car licenses than for motorcycle licenses.

The fascination of riding a motorbike is associated with riding dynamics: "Acceleration" and "Group Riding" as social experience have been named in the questionnaires together with "Individual Mobility" in high ranks.

Résumé

Dans une étude empirique de l'institut pour la sécurité des deux roues, 162 jeunes entre 13 et 21 ans ont été interrogés en ce qui concerne leurs idées sur la mobilité. L'ensemble du thème relatif à l'interrogation « Les jeunes et leurs idées et leurs besoins en ce qui concerne la mobilité, plus spécialement par rapport aux deux-roues » ne se présente pratiquement pas dans la littérature actuelle concernant la mobilité dans l'optique du véhicule à deux-roues, bien que les jeunes se trouvent au centre de la recherche relative à la mobilité dans la circulation.

L'interrogation empirique de jeunes de 13 à 21 ans a pu montrer une attitude subjective du groupe des interrogés, qui est fortement orienté vers la société tributaire de la voiture automobile. Un intérêt général existe pour un bon nombre de jeunes personnes concernant la forme de mobilité « Deux-roues motorisés ». Cependant une position plutôt réaliste prédomine au niveau de la mobilité individuelle, qui se manifeste par une primaire orientation vers l'acquisition du permis de conduire pour voitures automobiles.

Les évènements d'une influence capitale en ce qui concerne le choix du moyen de transport des jeunes, qui résulte de la situation des jeunes par rapport au niveau de vie, trouveront une réponse dans cet article.

L'environnement social de la famille joue un rôle décisif. Justement, dans cette phase de l'évolution, les familles et les parents ne possèdent pas la qualité d'exemple, mais représente pour le jeune plutôt une relation opposée. De l'environnement social provient plutôt un soutien pour l'acquisition du permis de conduire pour les voitures automobiles.

La fascination « Moto » se trouve caractérisée par les interrogés avec les attributs de la dynamique du mouvement du deux-roues : accélération et vie en groupes sont des éléments cités par marque de moto.

Jugend und ihre Mobilitätsvorstellungen in Relation zum motorisierten Zweirad

Einleitung

Der Themenkomplex „Jugendliche und ihre Einstellungen und Bedürfnisse zur Mobilität sowie speziell zum motorisierten Zweirad“ tritt in der aktuellen Literatur über Mobilität im Sinne des einspurigen Fahrzeugs kaum auf, obwohl Jugendliche stark im Focus der Verkehrsmobilitätsforschung stehen. Immanente Jugendforschungsaspekte sind eher im Verhältnis zum Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), dem ökologischen Verhalten oder in Modal-Split-Mobilitäts-Modellen zu sehen. Dabei negieren diese Forschungsansätze die Tatsache, dass Jugendliche ab 15 Jahren zuerst ihre motorisierte Mobilität mit einspurigen Fahrzeugen wie Mofa oder Leichtkraftrad (Lkr) in Angriff nehmen können. In nur wenigen Forschungen wird das motorisierte Zweirad berücksichtigt.

Mobilität ist ein wichtiger Bestandteil der Jugendkultur und der sukzessive erweiterten Lebenswelt Jugendlicher. Der Führerscheinwerb steht für 18-Jährige auf der Prioritätenskala ganz oben. Mobilität wird mehr als Notwendigkeit denn als Option gesehen, wobei der Blick für alternative Fortbewegungsmittel eingeschränkt ist. Emotionale Gründe sind bei der Anschaffung von Kfz höher zu bewerten als rationale. Obwohl diese Studie sich nicht explizit auf motorisierte Zweiräder bezieht, kann insbesondere der letzte Punkt mit Sicherheit auch für Motorräder als gültig angesehen werden [06/].

Dabei liegt über Jugendliche keine differenzierte bundesweite Datenbasis vor. Darüber hinaus gibt es Defizite im Bereich der Erforschung derjenigen subjektiven Einflussfaktoren von Individuen, die letztlich für die konkrete Auswahl des Verkehrsmittels aus einer bestimmten Menge von Alternativen verantwortlich sind. Die Verkehrsverhaltensforschung hat kaum Erkenntnisse aus Nachbardisziplinen, wie beispielsweise der Soziologie, Psychologie oder Sozialpsychologie mit einbezogen, so dass wenig Datenmaterial gefunden und untersucht werden konnte. Grund legend besteht auf dem Gebiet „motorisiertes Zweirad und Jugendliche“ als spezielles Teilgebiet der Sozialforschung weiterer Forschungsbedarf.

Gleichzeitig sind Erkenntnisse aus der soziodemographischen Richtung bekannt, dass Motorradfahrer eine durchschnittliche Altersstruktur von über 35 Jahren aufweisen und dass Jugendliche nur in den wenigsten Fällen früh zum motorisierten Zweirad kommen. Hier ist erheblicher Nachholbedarf vorhanden, der das ifz dazu bewogen hat, eine empirische Befragung von Jugendlichen zwischen 13 und 21 Jahren durchzuführen.

Sie soll ein erster Grundstein sein, das Verhältnis zwischen Jugendlichen und der Mobilitätsalternative „motorisiertes Zweirad“ zu klären und hierbei auch subjektive Faktoren der Option „motorisiertes Zweirad“ einfließen zu lassen.

Individuelles Verhalten zur Verkehrsmittelwahl wird von einer Vielzahl von Determinanten bestimmt. Zum einen handelt es sich um objektive Faktoren, welche die möglichen Verhaltensspielräume des Individuums bestimmen (etwa die Voraussetzung des Führerscheinbesitzes für die Teilnahme am motorisierten Individualverkehr). Zum anderen sind subjektive Faktoren von Bedeutung, die letztlich zur Auswahl eines konkreten Verhaltens führen. Mobilität und damit die Verkehrsmittelwahl ist nicht nur von objektiven Gegebenheiten abhängig, sondern auch stark von subjektiven Bedürfnissen, Motiven, Werten, Einstellungen, Präferenzen, Gewohnheiten und Lebensstilen. Die Einflussgrößen der Verkehrsmittelwahl Jugendlicher, die sich aus deren Lebenssituation ergeben, sollen in diesem Beitrag aufgedeckt werden. Schematisch lassen sich diese Erkenntnisse folgendermaßen zusammenfassen (Abb. 1).

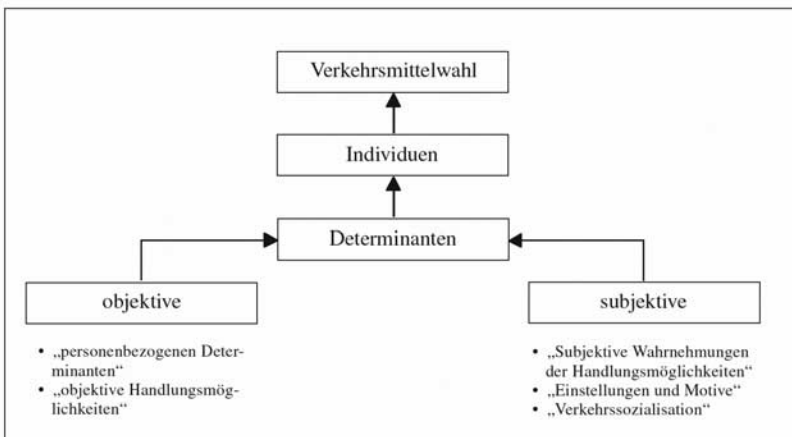


Abb.1
 Abhängigkeiten der Verkehrsmittelwahl [01/]

Objektive Rahmenbedingungen für die Mobilität von Jugendlichen ab 15

Führerschein und Fahrzeuge

Für die Jugendlichen gibt es in Deutschland einen gesetzlich auf dem Führerscheinrecht basierenden Rahmen, der ihre Mobilität mit dem motorisierten Zweirad bestimmt. Die folgende Tabelle zeigt, dass Jugendliche mit dem Mofa ab 15 Jahren Ihren Mobilitätsausgangspunkt finden.

Klasse	Beschreibung	ab Alter
Mofa*	Motorfahrrad ≤ 25 km/h, Leichtmofa ≤ 30 ccm, $\leq 0,5$ kW, ≤ 20 Km/h	15
M	Kleinkrafträder und Fahrräder mit Hilfsmotor ≤ 50 ccm, bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit ≤ 45 km/h	16
A1	Krafträder ≤ 125 ccm, ≤ 11 kW; für 16- und 17-Jährige; bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit ≤ 80 km/h	16
	Krafträder ≤ 125 ccm, ≤ 11 kW; für 16- und 17-Jährige; ohne bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit	18
A	Leistungsbeschränkte Krafträder mit oder ohne Beiwagen, (bis < 25 kW (34 PS) Verhältnis Leistung/Gewicht $\geq 0,16$ kW/kg, nach zweijähriger Fahrpraxis wird diese Begrenzung ohne weitere Prüfung aufgehoben	18
A	Leistungsunbeschränkte Krafträder mit oder ohne Beiwagen, nach zweijähriger Fahrpraxis ohne weitere Prüfung	> 20
A	Leistungsunbeschränkte Krafträder mit oder ohne Beiwagen	25
B	Kfz $\leq 3,5$ t und ≤ 8 Sitzplätzen (außer Fahrersitz) mit Anhänger bis 750 kg oder mit Anhänger über 750 kg, sofern die zulässige Gesamtmasse des Anhängers die Leermasse des Zugfahrzeugs und die zulässige Gesamtmasse des Zuges 3,5 t nicht überschreiten	18

* hierbei handelt es sich nicht um eine Führerscheinklasse, sondern um eine Fahrerlaubnis

Mofa

Die auf 25 km/h gedrosselten Mofas gibt es von vielen Herstellern. Mofas brauchen ein Versicherungskennzeichen, das es beim Händler, bei Sparkassen oder Versicherungen gibt. Jedes Jahr zum 1. März muss ein neues Versicherungszeichen angebracht werden. TÜV und Steuern fallen bei Mofas nicht an. Wer vor dem 1. April 1965 geboren ist, benötigt keine Prüfbescheinigung. Jüngere Fahrer müssen eine Prüfbescheinigung besitzen, die man in Fahrschulen oder in der Schule erwirbt. Mofas dürfen ab 15 Jahren gefahren werden.

Kleinkraftrad

Die 50 km/h schnellen Kleinkrafträder (häufig Roller/Scooter) brauchen, wie Mofas, nur ein Versicherungskennzeichen. TÜV- und steuerfrei präsentieren sich 50er als problemlose Fahrzeuge ohne behördlichen Aufwand. Jeder Autofahrer, ob 18 oder 88, darf ohne Extraprüfung 50er fahren. Auch 16-Jährige dürfen Kleinkrafträder bewegen, brauchen dazu allerdings einen Führerschein der Klasse M.

Nach Mitte 1999 homologierte 50er haben eine Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h. Wer den M-Schein macht, darf diese 45 km/h-Fahrzeuge bewegen (Übergangsfrist bis 2003). Altfahrzeuge müssen nicht nachträglich gedrosselt werden, sie dürfen auch in Zukunft 50 km/h laufen.

Leichtkraftrad

Bei den 125ern ist das Regelwerk kompliziert. Die maximal 11 kW (15 PS) starken Maschinen erreichen zwischen 90 und 110 km/h Höchstgeschwindigkeit. Wer vor dem 1. April 1980 seine Fahrlizenz der Klasse 3 (heute B) erwarb, darf ohne Prüfung diese Fahrzeuge bewegen. Auch der „Mopedschein“ 4 oder 1b vor dem 1. April 1980 genügt.

Wer seine Fahrlizenz Klasse 3 oder 4 ab dem 1. April 1980 erworben hat, muss sich mit 50 Kubik begnügen. Alle anderen Interessenten für eine 125er Maschine müssen mindestens 16 Jahre alt sein und den Führerschein A1 (früher 1 b) besitzen. Fahrstunden, theoretische und praktische Prüfung sind Pflicht.

Ein deutsches Absurdum ist die Drosselung. Wer noch nicht 18 Jahre alt ist, muss seine 125er Maschine auf 80 km/h drosseln lassen; wer „erwachsen“ ist, darf schneller fahren. Wenn Eltern und die 16-jährige Tochter oder der 16-jährige Sohn das 125er Fahrzeug gemeinsam nutzen, muss es für alle gedrosselt werden. 125er sind steuerfrei, dürfen auf die Autobahn und müssen alle zwei Jahre beim TÜV vorgeführt werden.

Im Alter von 16 Jahren kann der so genannte A1-Führerschein für Leichtkraft-
räder erworben werden, der aber nur für „geschwindigkeitsreduzierte“ Leicht-
krafträder bis 80 km/h gilt. Ab 18 Jahre gilt dieses Limit nicht mehr.

Motorrad

Ab 18 Jahren kann der Motorradführerschein der Klasse A, zunächst leistungs-
reduziert auf 34 PS, erworben werden. Nach zweijähriger Fahrpraxis kann ohne
weitere Prüfung der Führerschein der Klasse A (unbeschränkt) erteilt werden. Ein
Direkteinstieg ohne die leistungsreduzierte Fahrpraxis ist erst ab einem Alter von
25 Jahren zulässig.

Bestand

Eine weitere objektive Variable ist der Bestand an Leichtkrafträdern in Deutsch-
land. Die Bestandsentwicklung verläuft in unregelmäßigen Sinuswellen, die sich
durch erhöhte Kosten dieser Verkehrsmittelwahl erklären lassen. 1970 waren rund
150.000 dieser Fahrzeuge im Bestand, im Jahr 1985 kam es zu einem Boom mit
414.000 Fahrzeugen. Es folgte eine Verminderung auf 181.000 Lkr im Jahr 1990
sowie eine deutliche Steigerungsrate ab 1995 mit der Veränderung im europäi-
schen Führerscheinrecht durch die Einführung der 125-Kubik-Klasse, so dass im
Jahr 2004 (1. Januar) über 692.000 Leichtkrafträder zugelassen waren (Abb. 2).

Bestand an Lkr in Deutschland 1970 - 2004 Registered lightweight vehicles (Germany) 1970 - 2004

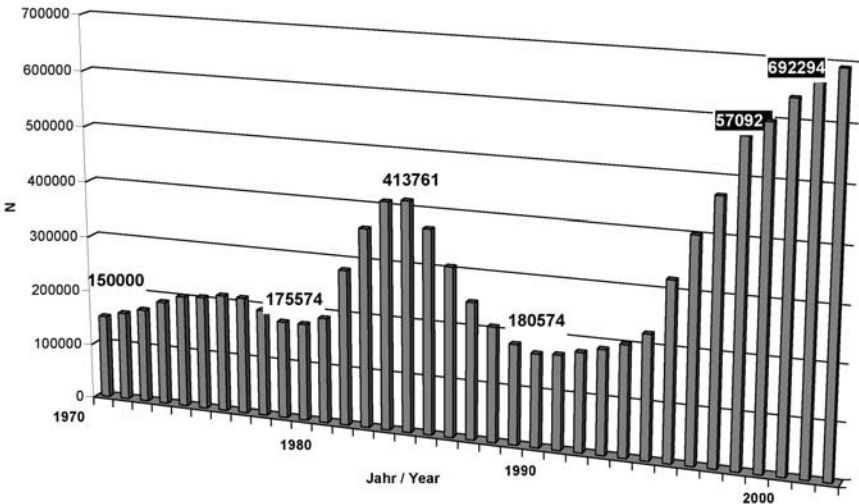


Abb. 2

Die Analyse der Jahre 1985 und 2004 zeigt eine stark unterschiedliche Entwicklung im Bezug zum Alter der Personen, die ein Leichtkraftrad angemeldet haben. Die Kurve für das Jahr 1985 verdeutlicht die starke Orientierung der Jugendlichen am Verkehrsmittel „motorisiertes Zweirad“. Im Alter zwischen 16 und 18 Jahren hatten noch 99.000 Jugendliche ein Leichtkraftrad, die Altersklasse zwischen 18 und 21 Jahren weist sogar 173.000 Fahrzeuge im Bestand auf. Im Vergleich zum Jahr 2004 reduzierte sich diese Anzahl für die 16- bis 18-Jährigen auf 27.400 Fahrzeuge und für die 18- bis 21-Jährigen auf rund 39.000 Leichtkrafträder. Dies bedeutet eine Verringerung um 72,3 Prozent bei den bis 18-Jährigen, bei den bis 21-Jährigen um 77,4 Prozent (Abb. 3, 4).

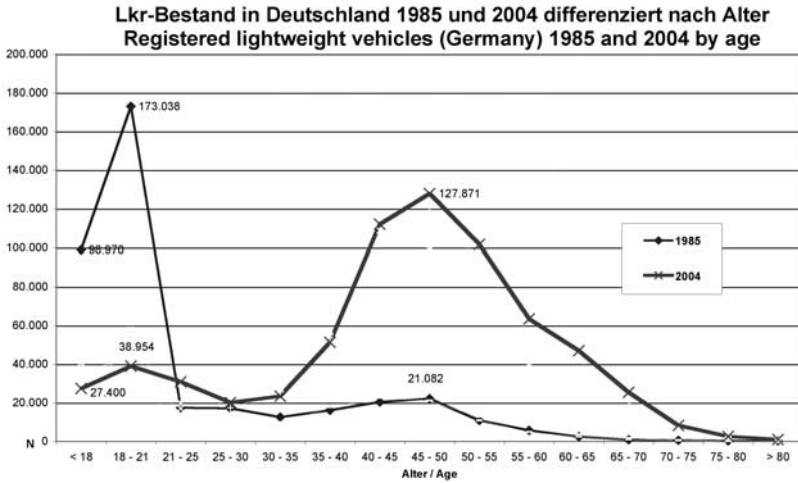


Abb. 3

Für die Gruppe der älteren Fahrer zwischen 45 und 50 Jahre findet ein Umkehrtrend statt. Im Jahr 1985 waren für diese Altersgruppe 21.082 Leichtkraftäder zugelassen, im Jahr 2004 konnten 127.871 Lkr im Bestand gemeldet werden: ein Plus von 506,5 Prozent [02/].

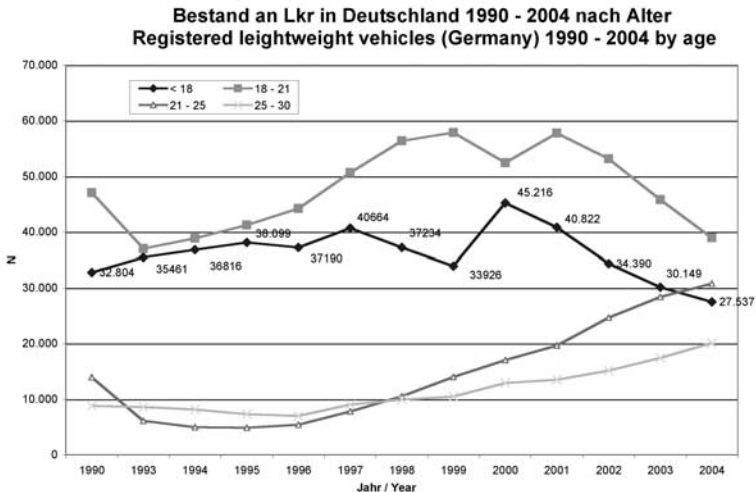


Abb. 4

Wird der Bestand an motorisierten Zweirädern für die Jugendlichen zwischen 1990 und 2004 analysiert ist festzustellen, dass sich die Führerscheinnovelle von 1995 kaum ausgewirkt hat. Zwischen 16 und 18 Jahren kommt es sogar zu Steigerungen um fast 8.000 Fahrzeuge. Erst 1999 verringert sich der Bestand auf knapp 34.000 Fahrzeuge, ein Jahr später kommt es zu einer Erhöhung auf 45.000 Leichtkrafträder. Erst mit dem Jahr 2001 gehen diese drastisch zurück bis zu ihrem Tiefpunkt von 27.537 Lkr im Jahr 2004.

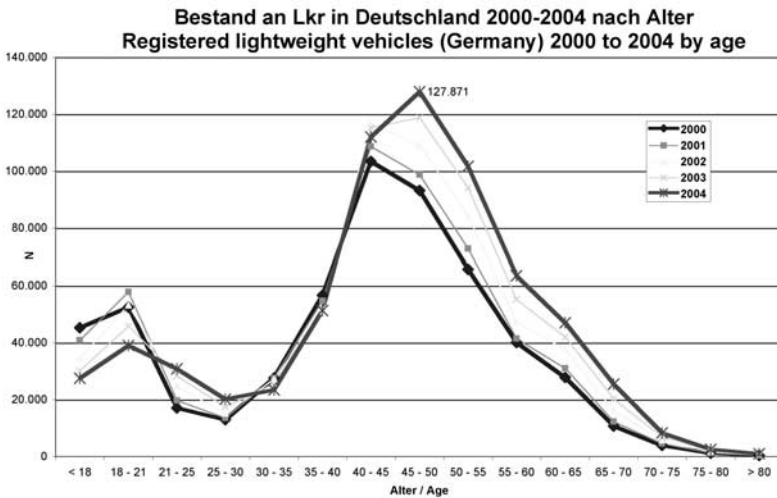


Abb. 5

Die Veränderung im Bereich der Jugendlichen zeigt Abb. 5, die ebenfalls die zunehmenden Bestände in der Altersklasse zwischen 45 und 50 Jahren belegt.

Als Fazit kann eine Umorientierung der Jugendlichen in den letzten Jahren gesehen werden, die sich zunehmend vom Zweirad abwenden und das Leichtkraft- rad nicht zum Einstieg in die mobile Welt nutzen.



Abb. 6

Während das Mofa spürbar an Bedeutung verliert (von 1.072.995 Einheiten im Jahr 1985 auf 428.732 im Jahr 2003), kann dies bei den versicherungspflichtigen motorisierten Zweirädern für Mopeds ebenfalls gelten. Demgegenüber ist bei den Mokicks eine steigende Tendenz erkennbar. Besonders deutlich wird diese Entwicklung 1995/1996 mit einer Steigerung von 244 Prozent zum Vergleichsjahr 1985. Im Versicherungsjahr 2002/2003 erreicht diese Fahrzeugklasse mit 973.000 Einheiten ihren Höchststand im Vergleichszeitraum.

Eine repräsentative Studie, die in mehreren EU-Ländern in Form von Einzelinterviews durchgeführt wurde, untersucht das Konsumentenverhalten sowie die Interessenschwerpunkte von Jugendlichen [04/]. Bei Nicht-Besitzern von Motorrollern stehen andere Interessen weit oben auf der Rangskala der persönlichen Interessen, bei Motorrollerbesitzern dagegen motorisierte Zweiräder. Die deutschen Jugendlichen sind in Europa sowohl bei der Höhe des Taschengeldes als auch im „Dazuverdienen“ führend. Rollerbesitzer in Deutschland streben noch stärker den Erwerb des Pkw-Führerscheins und anschließend eines Pkw als die Nicht-Rollerfahrer.

Raithel [06/] findet in seiner aktuellen Bewertung „Fahrmotive und Verkehrsverhalten jugendlicher Zweiradfahrer“ folgende Ergebnisse:

- der funktionale Aspekt des „Einspurfahrzeugs“ wurde am häufigsten von Fahrrad-, gefolgt von Mofa- und Lkr-Fahrern genannt
- der Spaß am Fahren überwiegt bei den motorisierten Befragten
- das Erlebnismotiv, der soziale Aspekt (Gruppenausfahrten) und das risikobezogene Fahrmotiv sind bei den Lkr-Fahrern am höchsten
- das sportliche Motiv findet sich nur bei den Fahrradfahrern
- das Fahren unter Alkohol-/Drogeneinfluss ist am stärksten bei den Fahrradfahrern, gar nicht bei den Lkr-Fahrern zu finden
- die technische Verkehrssicherheit ist bei den Lkr deutlich besser als bei Fahrrädern und Mofas

Raithel zieht sein Fazit: „Die jugendlichen Motorzweiradfahrer verhalten sich hingegen verantwortungsvoller und angepasster als die Fahrrad fahrenden Jugendlichen.“

Empirische Forschung: ifz-Befragung Jugendlicher zwischen 13 und 21 Jahren

Die Befragung Jugendlicher erfolgte in zwei Wellen mit leicht unterschiedlichen Rahmenbedingungen. Die erste Welle wurde in verschiedenen Schulen im Bereich der Lehrveranstaltungen eingesetzt. Es handelt sich um ausgewählte Schulen verschiedener Typen im Bundesland Nordrhein-Westfalen. Das weitere Datenmaterial ist aufgrund mehrerer Befragungsdurchläufe bei Jugendlichen während der Dortmunder Motorradmesse MOTORRÄDER 2004 zustande gekommen. Das Kollektiv der Befragten besteht aus 162 Personen, deren geschlechtsspezifische Anteile sich wiederum aus 70 Prozent (114) männlichen und 30 Prozent (48) weiblichen Jugendlichen zusammensetzen.

Im Mittel betrug das Alter der Befragten 16 Jahre mit einer Abweichung von 1,75 Jahren. Die meisten Befragten waren mit einem Anteil von 23,5 Prozent 15 Jahre alt, die Jüngsten 13 Jahre alt, der Ältteste 21 Jahre. Fast 60 Prozent der Schüler lagen in der Altersklasse zwischen 13 und 16 Jahren. Vor einer unmittelbaren Entscheidung der Mobilitätswahl dürfte die Gruppe der 17- und 18-Jährigen stehen, die mit einem Anteil von fast einem Drittel (29,5 Prozent) ebenfalls einen großen Teil der Befragten ausmachte.

Altersverteilung der Befragten in Prozent Age questionnaire percentages

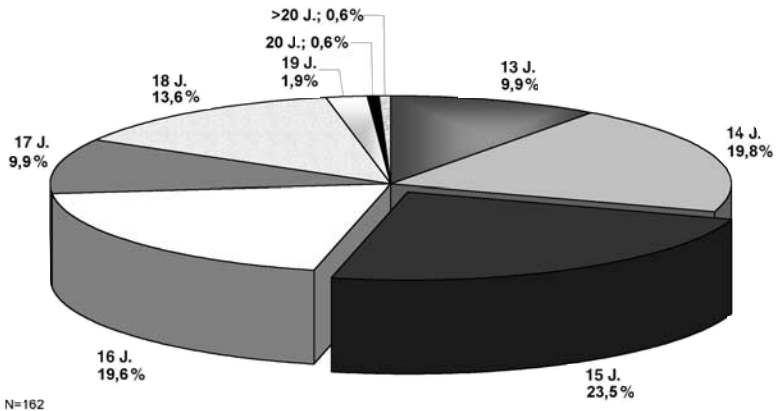


Abb. 7

Soziodemographische Daten der Befragten Geographical aspect questionnaire

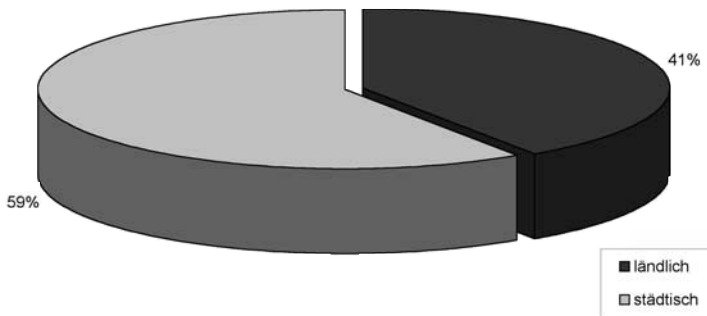


Abb. 8

59 Prozent der Jugendlichen kommen aus städtischen Ballungsräumen, 41 Prozent aus ländlichen Gebieten. Über die Hälfte (55%) der befragten Jugendlichen besuchen das Gymnasium (28%) oder eine Gesamtschule (27%). Danach bilden die in Ausbildung stehenden Jugendlichen (17%) die drittgrößte Gruppe. Insgesamt findet sich eine weit gefächerte Verteilung zwischen verschiedenen Schulformen.

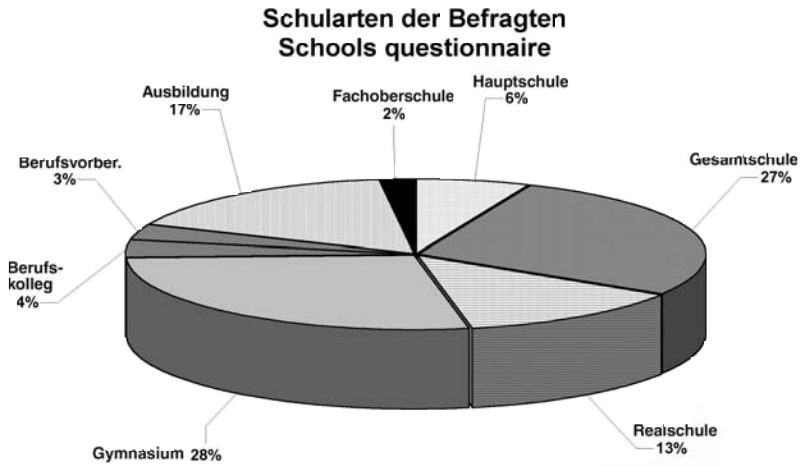


Abb. 9

In diesen Schulformen wurden Jugendliche der 7. bis 13. Klasse befragt. Damit konnten sowohl die Einstellungen der Jugendlichen, die im Entscheidungsprozess für die Form ihrer individuellen Mobilität stehen ebenso berücksichtigt werden wie die der Schüler, die bereits ein Mofa und oder Leichtkraftrad nutzen. Der Hauptanteil liegt bei Klasse 8 mit 44 Prozent, gefolgt von Klasse 9 mit 24 Prozent. 28 Prozent der Jugendlichen besuchen die Klassen 10 bis 13.

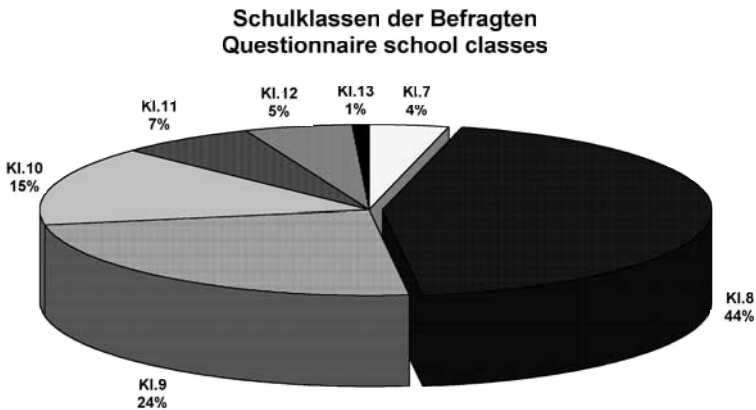


Abb. 10

Verhältnis zum motorisierten Zweirad

Zum Einstieg in das Thema wurden die Jugendlichen über ihren aktuellen Führerscheinbesitz und ihre möglicher Weise vorhandenen motorisierten Zweiräder befragt. 61 Jugendliche (37,4%) besitzen demnach eine Mofa-Prüfbescheinigung. Mit dem Moped fahren dürfen 43 Jugendliche, den A1-Führerschein besitzen 20 Probanden (12,3%).

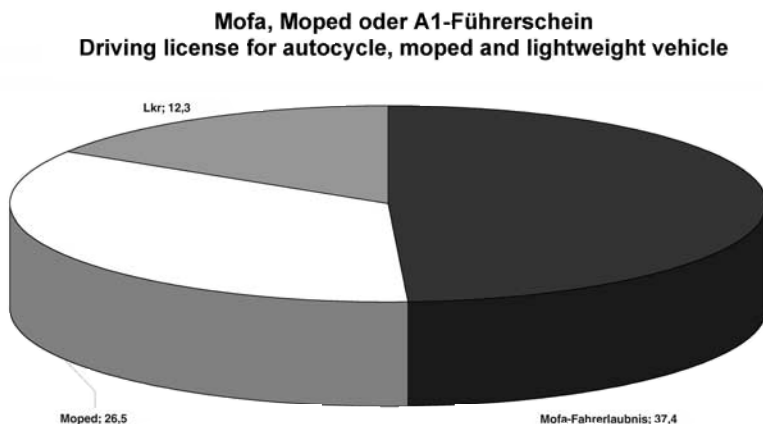


Abb. 11

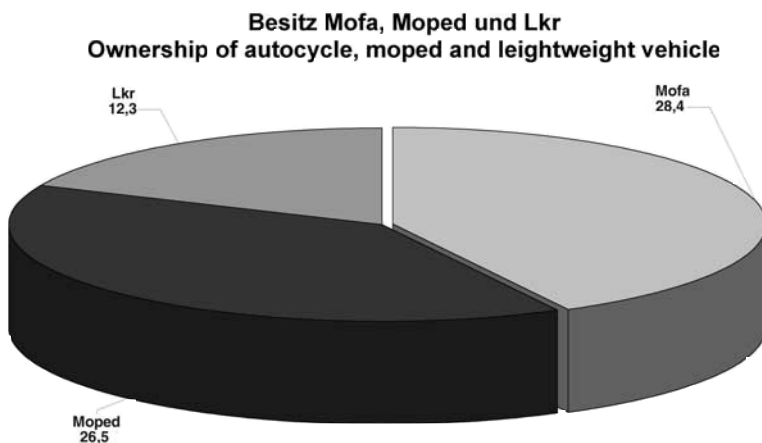


Abb. 12

28,4 Prozent der Probanden besitzen ein Mofa, 26,5 Prozent ein Moped. Das Leichtkraftrad war mit 12,3 Prozent relational gering vertreten.

Das soziale Umfeld und die Nutzung von motorisierten Zweirädern beleuchten weitere Fragen. Vermutlich durch das Umfeld der Befragung auf der Zweiradmesse MOTORRÄDER 2004 wurde bei den Eltern ein relativ hoher Anteil gefunden, der Motorrad fährt (59%). Gering war mit 12,8 Prozent der Anteil der Geschwister, die ein Zweirad bewegen. Es zeigt sich, dass das Motorrad in der Regel von „reiferen“ Personen als Mobilitätsmittel genutzt wird. Betrachtet man die Vorbildfunktion der Familie als potenzielle Motivation für das Motorradfahren, so kommt den Eltern eine Vorreiterstellung zu. Dabei drängt sich die Frage auf, ob Jugendliche deshalb Abstand zum motorisierten Einspurfahrzeug nehmen, weil sie sich von dem Vorbild der Eltern lösen möchten.

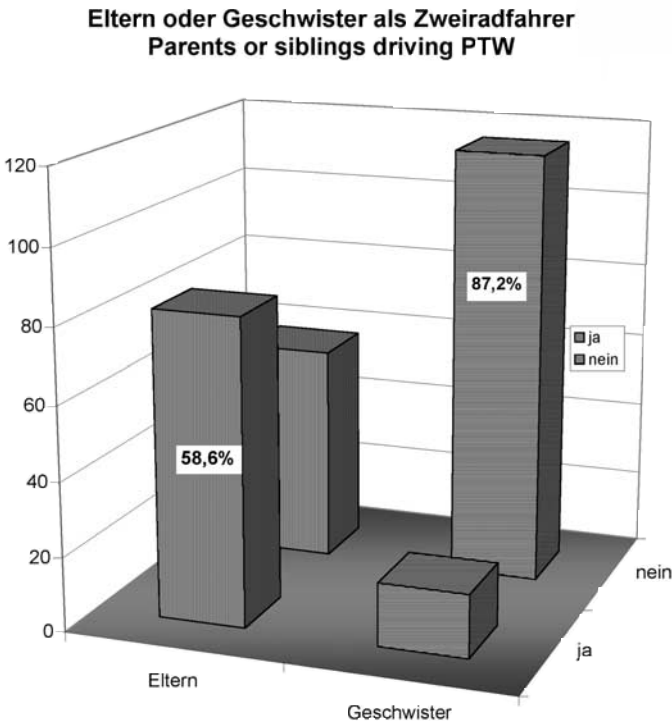


Abb. 13

Trotzdem erachten 70 Prozent der Jugendlichen das Motorradfahren als eine geeignete Form zur Erfüllung ihrer Mobilitätsansprüche als sehr wichtig. Bei der Frage nach der Präferenz von Motorrad- oder Pkw-Führerschein betrachten dem gegenüber fast 40 Prozent der Befragten den Motorradführerschein im direkten Vergleich mit der Pkw-Lizenz als „unwichtig“: Hier wird mit über 94 Prozent der Pkw-Führerschein als „wichtig“ bis „sehr wichtig“ eingestuft.

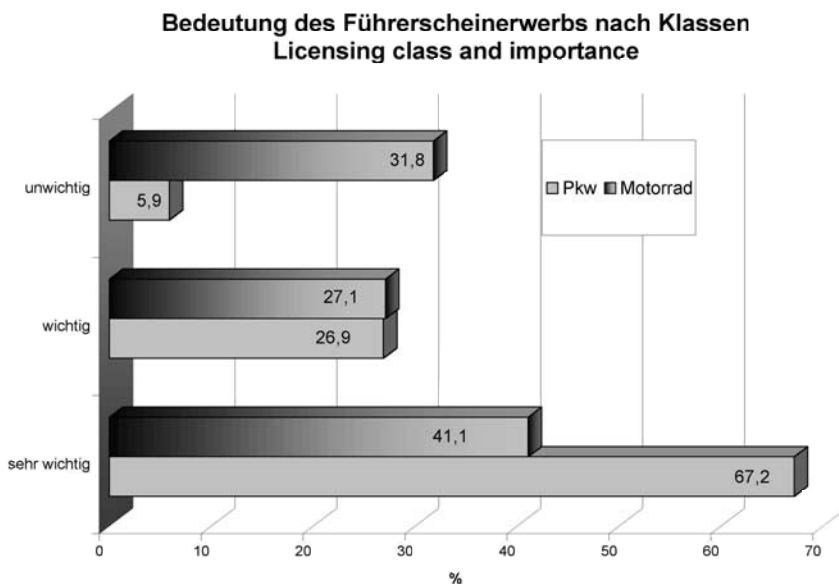


Abb. 14

Diese Haltung wird auch durch die Antwort auf die Frage, welcher Führerschein zuerst erworben wird, bestätigt. Die weiter differenzierte Untersuchung, welche Führerscheinklasse den Jugendlichen als besonders wichtig oder eher unwichtig erscheint und welchen Führerschein sie in erster Priorität erwerben möchten, stellt klar die Favorisierung des Pkw-Führerscheins (55%) heraus.

Aus einer Studie des Instituts für Verkehrserziehung im Kuratorium für Verkehrssicherheit geht hervor, dass das bevorzugte Ziel der Jugendlichen darin besteht, „viel Spaß zu haben“ – jedoch steht der Gedanke an eine gesicherte Zukunft mit einem „festen Job“ und der Gründung einer Familie im Vordergrund [06/]. So „outet“ sich die Jugend offenbar als „erstaunlich vernünftig“, rational und eher „konservativ“.

Trotzdem lässt sich die Tendenz erkennen, beide Führerscheine (Motorrad und Pkw) zu erwerben. Fast ein Viertel der Befragten gab an, beide Führerscheinprüfungen absolvieren zu wollen. Der Anteil der Jugendlichen, die zunächst ausschließlich den Motorradführerschein anstreben, liegt mit fast 22 Prozent nur knapp darunter.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Hälfte der Befragten anstrebt, den Motorradführerschein mit 18 Jahren zu erwerben.

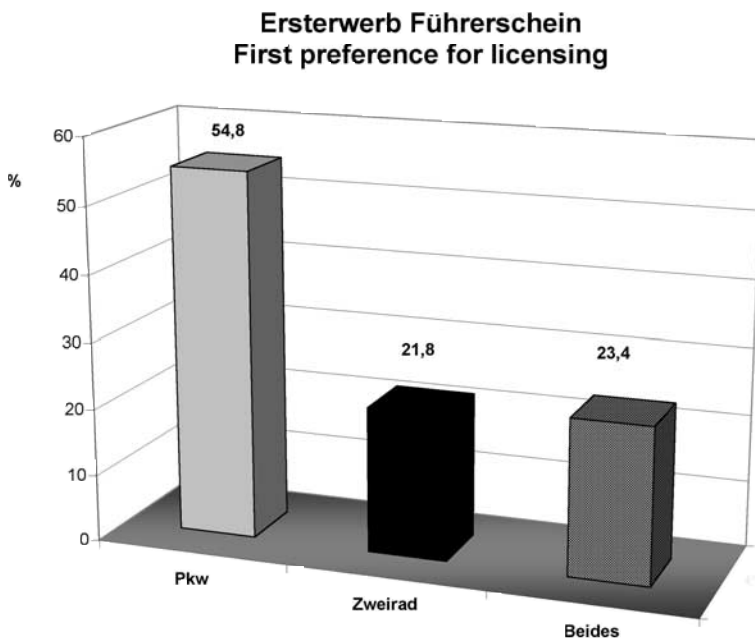


Abb. 15

Abbildung 15 macht deutlich, dass die Jugendlichen sehr „pragmatisch“ mit dem Erwerb des Führerscheins umgehen und bestätigt die „automobile“ Orientierung.

Stellenwert Führerschein nach Alter Preferences for driving license by age

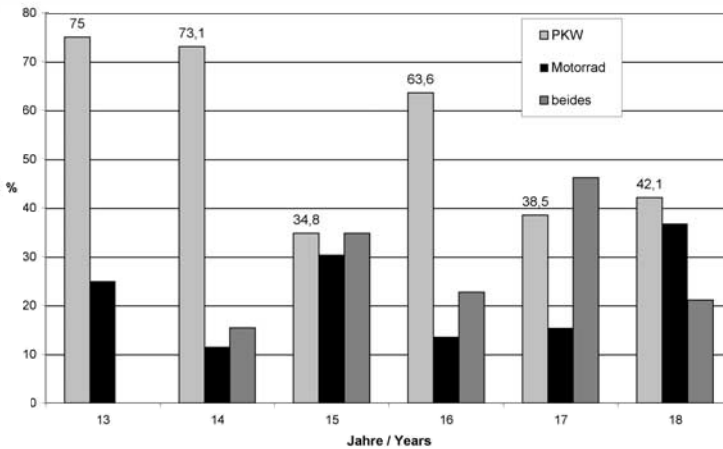


Abb. 16

Bei der Analyse der Altersklassen scheint gerade der Pkw-Führerschein für die Altersklassen der 13- und 14-Jährigen mit 75 respektive 73,1 Prozent das Maß der Dinge zu sein. Bei den 15-Jährigen liegen alle Führerscheine auf einem Mittel von über 30 Prozent. 17- und 18-Jährige möchten in der Regel beide Führerscheine besitzen.

Stellenwert Pkw-Führerschein Importance of a car licensing

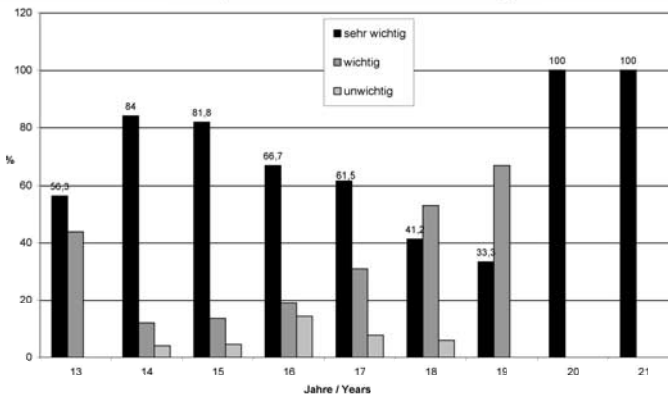


Abb. 17

Für alle befragten Altersklassen ist der Pkw-Führerschein sehr wichtig, dies gilt selbst für die Jugendlichen zwischen 13 und 15 Jahren, die teils die höchsten Werte mit über 80 Prozent der Angaben aufweisen. Dies zeigt deutlich, dass die Jugendlichen stark in der „automobilen“ Gesellschaft leben und ihr Hauptaugenmerk auf den Pkw gerichtet ist.

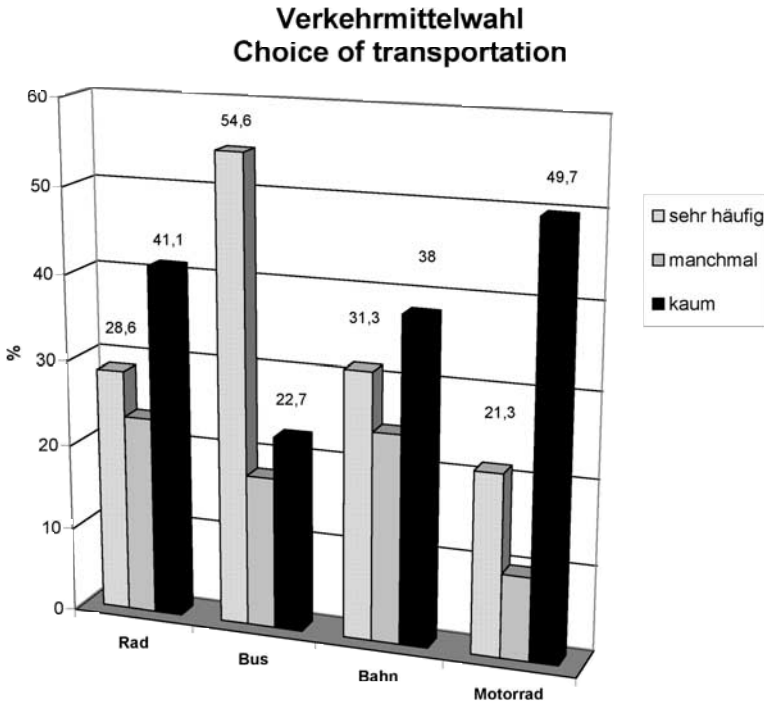


Abb. 18

Zwölf Prozent der Befragten legen ihren Schulweg mit dem motorisierten Zweirad zurück, 62 Prozent wechseln ihren „fahrbaren Untersatz“ zwischen motorisiertem Zweirad und anderen Verkehrsmitteln (Bus, Bahn, Mitfahrgelegenheiten, Abb. 19).

Das motorisierte Zweirad findet nur selten seinen „Stammpfad“. Mit 54,6 Prozent ist der Bus eindeutiger Favorit, gefolgt von der Bahn mit 31,3 Prozent und dem Fahrrad mit 28,6 Prozent. 21 Prozent nutzen das motorisierte Zweirad. Für fast die Hälfte der Befragten spielen Mofa oder Leichtkraftrad kaum eine Rolle.

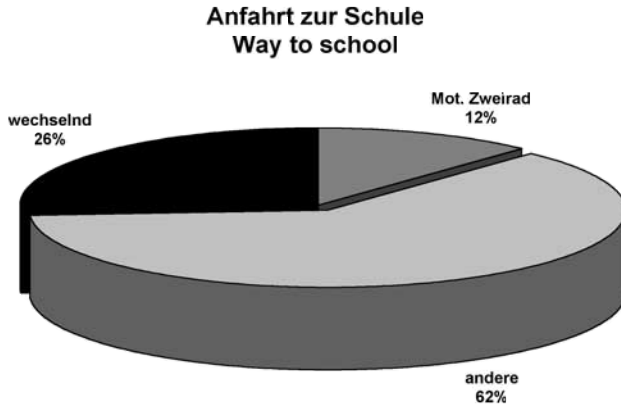


Abb. 19

Abbildung 20 macht klar: Der Wunsch, Motorrad zu fahren, steht bei den 13- und 14-Jährigen nicht im Vordergrund, während er zwischen 15 und 17 Jahren mit 80 bis 89 Prozent stark ausgeprägt ist. Ab einem Alter von 18 Jahren tritt dieser Wunsch wieder in den Hintergrund, vermutlich in Erwartung des Pkw-Führerscheins.

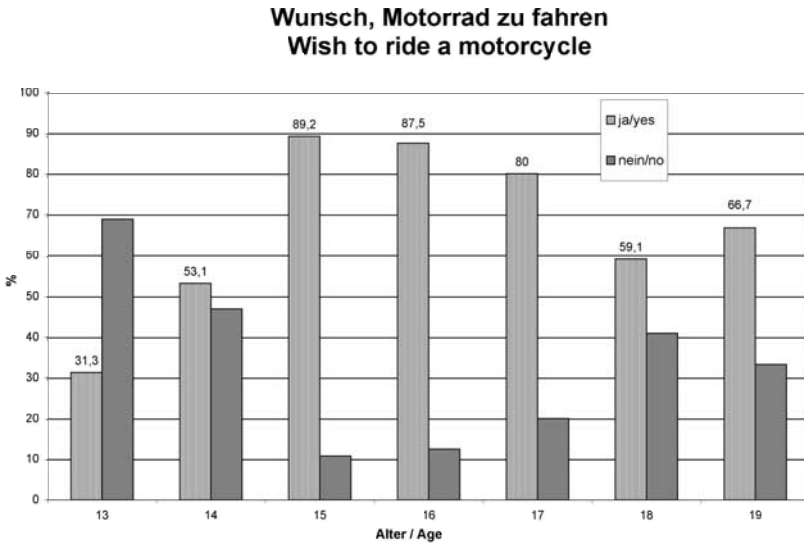


Abb. 20

Freizeitverhalten Jugendlicher

Im weiteren Verlauf der Befragung wurden Freizeitverhalten und Bedeutung verschiedener Aktivitäten ermittelt. Dabei zeigten sich deutliche Schwerpunkte in den Bereichen der interpersonellen Aktivitäten respektive der Peer-Group, die entscheidend für die Jugendlichen sind. „Freunde treffen“ wird mit 75,1 Prozent „sehr oft“ oder „oft“ genannt, selbst Computer oder Fernsehen haben geringe Werte. Nicht außer Acht zu lassen sind die Angaben der Aktivitäten, die „manchmal“ bis „oft“ betrieben werden. Hier stehen Kinobesuche, Fernsehen oder auch der Computer im Mittelpunkt des Interesses.

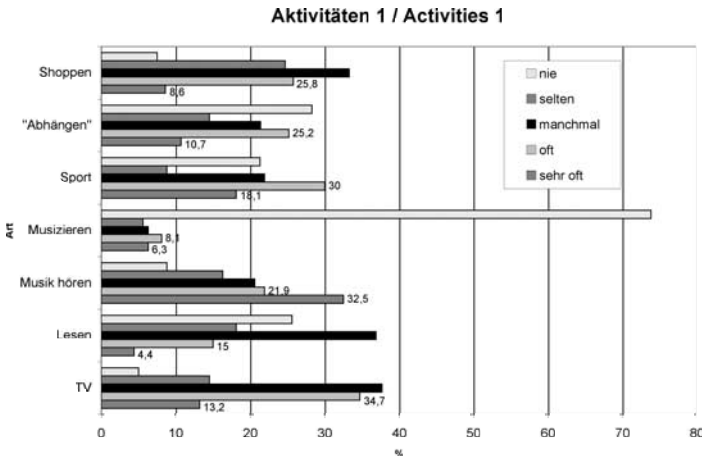


Abb. 21

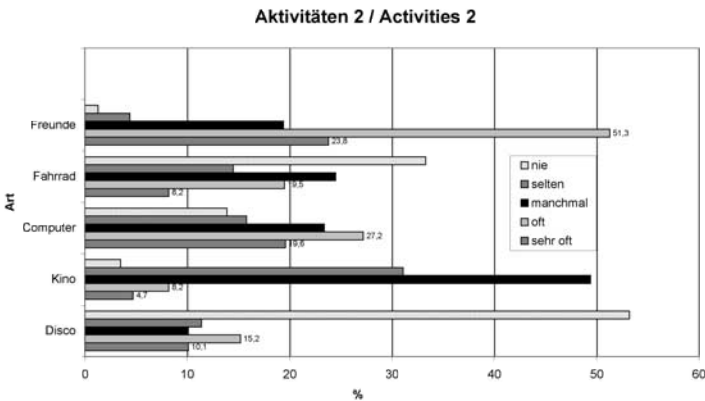


Abb. 22

Bei der Kontrollfrage zum Freizeitverhalten wurde die Bedeutung der Peer-Group noch offensichtlicher. Fast 91 Prozent der Befragten gaben „Freunde besuchen“ als wichtige Freizeitgestaltung an, „die Clique treffen“ wurde nochmals mit 55 Prozent genannt. „Ruhe haben“, „Abenteuer erleben“, „Leute treffen“ oder „Geld verdienen“ lagen im Schnitt bei knapp über 40 Prozent. Wie unbedeutend in diesem Zusammenhang die Familie ist, zeigt der letzte Rang mit 31,1 Prozent der Antworten.

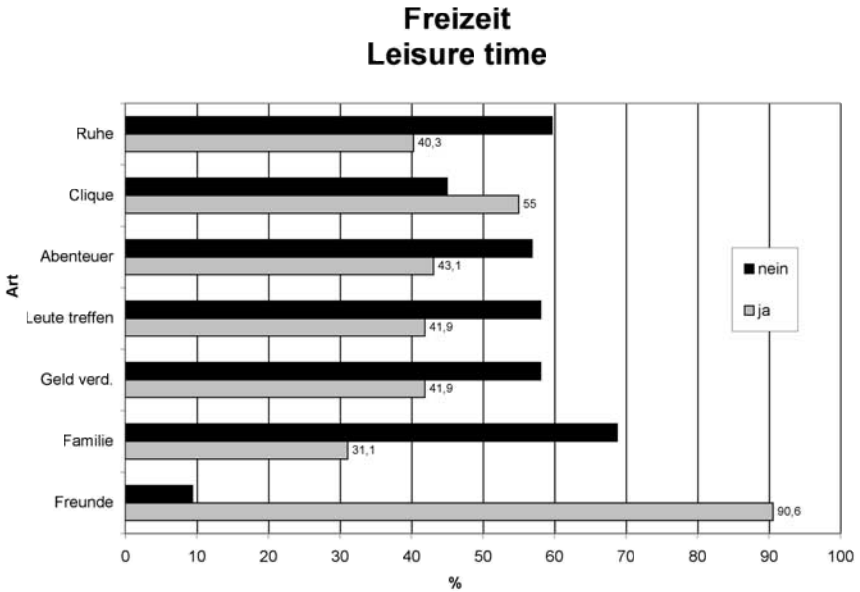


Abb. 23

Dies macht deutlich – auch im Bezug zum Motorrad –, dass entscheidende Impulse für die Freizeit aus dem engen Freundeskreis gleichaltriger Personen kommen.

Subjektive Determinanten im „Verhältnis zum Zweirad“

Welche subjektiven Aspekte die Jugendlichen im Verhältnis zum Zweirad besitzen, unterstreicht eine konkret realistische Einstellung, die nicht in einem emotionalen Bezug zum Motorrad steht: 76,2 Prozent der Jugendlichen sehen es als sehr wichtig an, Motorrad zu fahren, um mobil (76,2%) und unabhängig (71%) zu sein. Es ist erkennbar, dass der funktionale Aspekt an erster Stelle steht. Ebenfalls zeigt sich, dass Impulse aus der „Gruppe“ mit 58 Prozent zur Erfahrung der „Zweiradmobilität“ sehr wichtig sind. Dies bestätigt unter anderem eine weitere Befragung von Jürgen Raithel [06/], der ebenfalls die Bedeutung des Gruppenerlebnisses, besonders der motorisierten Zweiradfahrer, als signifikant vorweisen kann. Die Faszination der Technik (49,7%) motorisierter Zweiräder begeistert die Jugendlichen ebenso. Abenteuer und „Racen“ sind für 43 Prozent der Befragten „wichtig“.

„Vorreiterposition“ (53,7%) und das „Motorrad als Statussymbol“ zu nutzen (48,1%) gehen in den „nicht wichtigen“ Bereich über, ebenso wie „anders sein“.

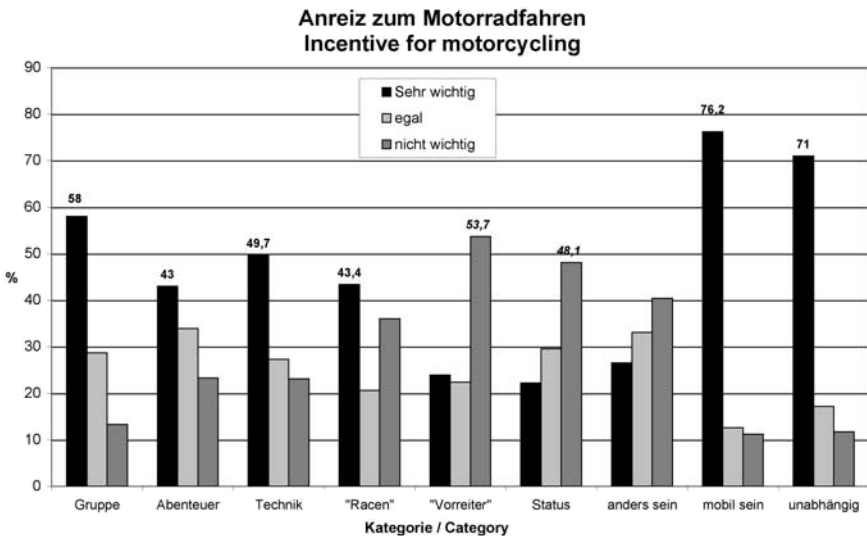


Abb. 24

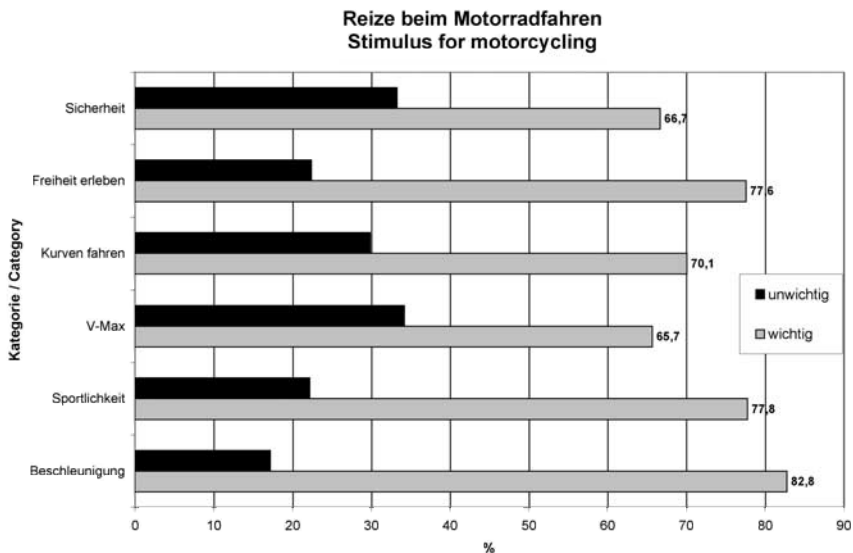


Abb. 25

Bei den Jugendlichen sind „Beschleunigung“ (82,8%), „Freiheit erleben“ (77,6%) und „Sportlichkeit“ (77,8%) ein prägnantes Kriterium des motorisierten Zweirads. Selbst „Kurven fahren“ liegt mit 70,1 Prozent noch vor dem Sicherheitsaspekt (66,7%), gefolgt von „Höchstgeschwindigkeit“ mit 65,7%. Diese Rangordnung macht deutlich, dass sich die Jugendlichen der „Faszination Motorrad“ durchaus bewusst sind.

Einstellungen des familiären Umfelds

Die Einstellung der Eltern halten 48 Prozent der Jugendlichen für positiv, was sich aus dem hohen Anteil Motorrad fahrender Eltern erklären lässt. Kritisch zum Motorrad eingestellt sind 18 Prozent der Eltern. Nimmt man die neutrale Haltung zum Zweirad hinzu, besitzen 82 Prozent der Eltern keine generelle negative Haltung zum Zweirad.

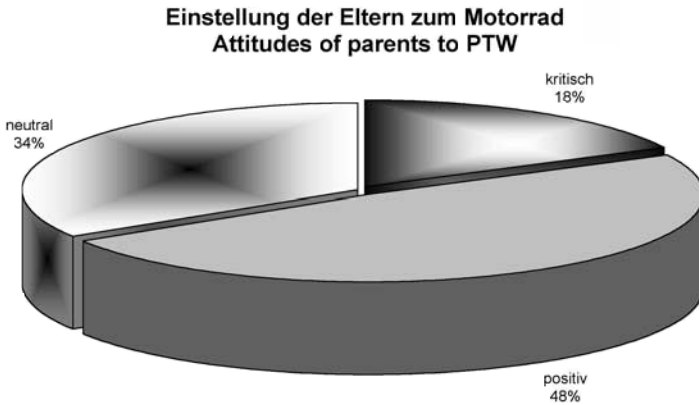


Abb. 26

Dies korreliert auch mit der Frage, ob Eltern für den Motorradführerschein Geld geben: 65 Prozent der befragten Jugendlichen sind davon überzeugt, 14 Prozent antworteten klar mit „nein“.

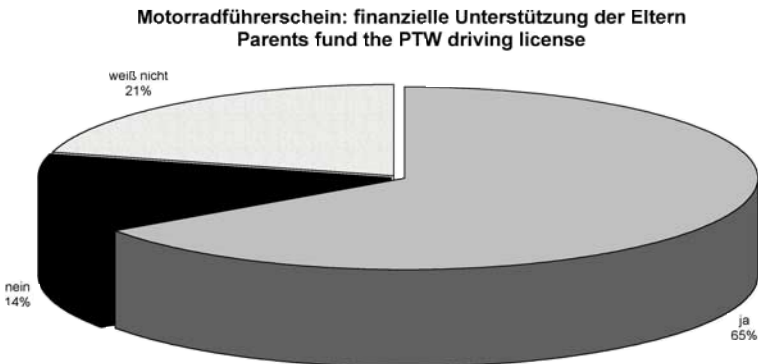


Abb. 27

Bei der Frage, welchen Führerschein die Eltern eher unterstützen würden, zeigten die Jugendlichen Realitätsbewusstsein: Obwohl 65 Prozent der befragten Jugendlichen der Meinung waren, bei ihrem Motorradführerschein mit finanzieller Unterstützung ihrer Eltern rechnen zu können, zeigt die folgende Grafik bei der Frage „entweder Motorrad oder Pkw“ eine andere Tendenz „elterlichen Wohlwollens“ (Abb. 28).

Wenn es darum geht, welcher Führerschein eher unterstützt wird, liegt der Pkw-Führerschein mit 72 Prozent an erster Stelle, der Motorradführerschein hat eine untergeordnete Bedeutung. Hier wären nur noch 12 Prozent der Eltern gewillt, diesen zu befürworten und zu bezahlen. Ein Anteil von 16 Prozent der Eltern würde nach Meinung der Jugendlichen beide Führerscheine finanzieren.

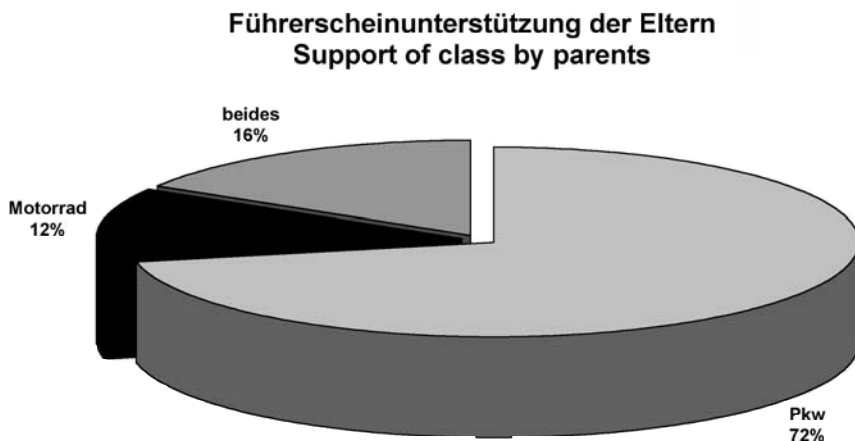


Abb. 28

Ergebnisse der Befragten mit einem motorisierten Zweirad

Der Erwerb des Mofa-Führerscheins konzentriert sich mit 72 Prozent auf die Fahrschulen. Nur 24 Prozent der Jugendlichen legten die Prüfung in der Schule ab.

Erwerb Mofa-Fahrerlaubnis Purchase of autocycle license

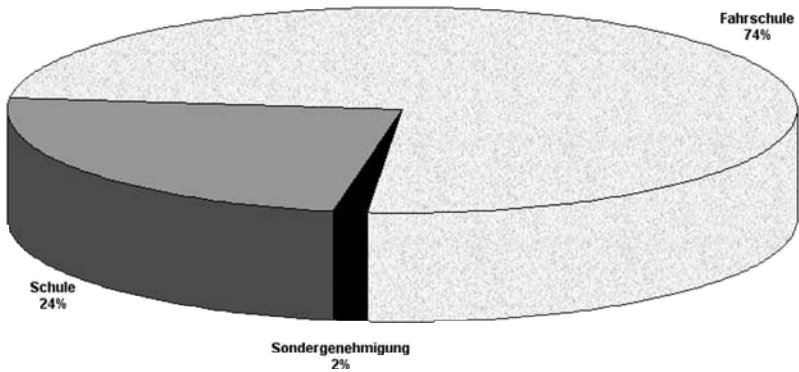


Abb. 29

Wenn es um den Mofa-Führerschein geht, zeigen sich viele Eltern offensichtlich spendabel: 64 Prozent der Mofa-Prüfbescheinigungen belasten die Konten von Mutter und Vater (Abb. 30). Nur ein Drittel der Mofa-Jugend hat das eigene Geld in die erste Fahrerlaubnis investiert (36%).

Mofa-Fahrerlaubnis selbst bezahlt Payment of autocycle license by adolescent

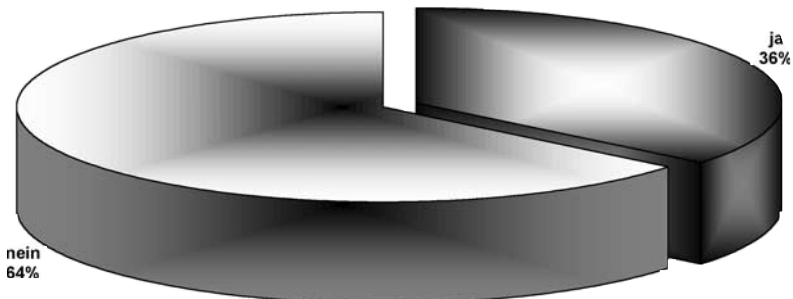


Abb. 30

Nur 27 Prozent der befragten Jugendlichen finanzieren ihr motorisiertes Zweirad selbst. Die Eltern mit 61 Prozent und Verwandte mit 12 Prozent unterstützen die Jugendlichen bei der Nutzung eines zweirädrigen Fahrzeugs.

Dies passt in das Bild des regelmäßigen „Dazuverdienens“ der Jugendlichen neben der Schule. Wie das Institut für Jugendforschung belegt [03/], verdienen rund 25 Prozent der 13- bis 21-jährigen Jugendlichen regelmäßig neben der Schule oder Ausbildung dazu, um ihren Konsum steigern zu können. Schwerpunkte des Konsums liegen in den Bereichen „Shoppen“ und „PC“. Die ifz-Befragung gelangt zu ähnlichen Ergebnissen im Freizeitbereich (siehe Abb. 21/22).

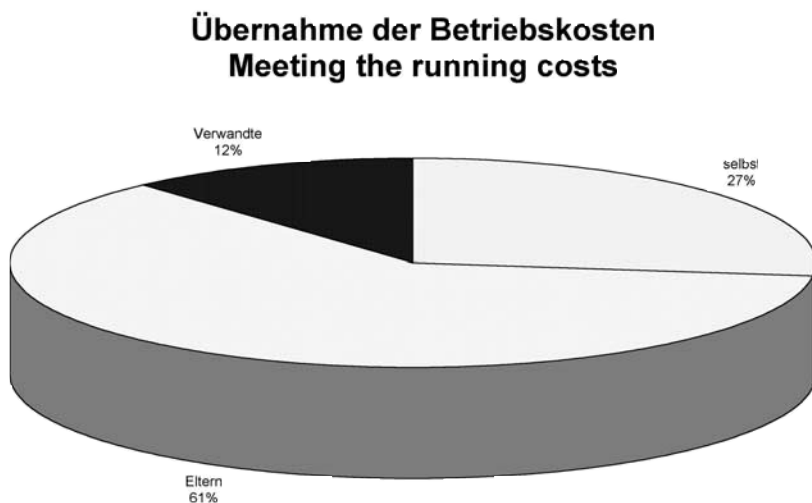


Abb. 31

Zulassung / Haltereintrag Registered ownership

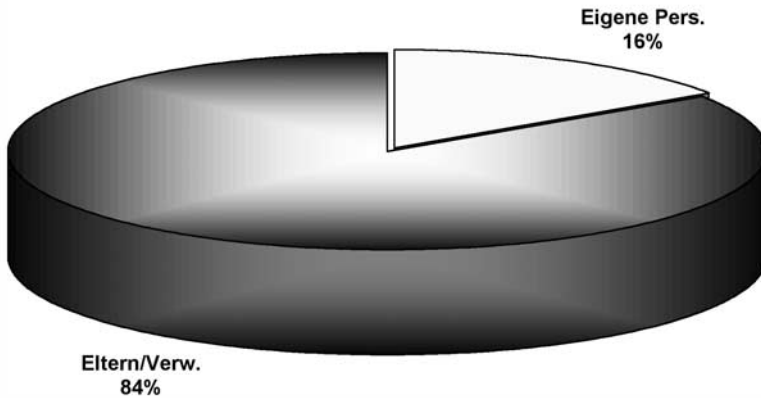


Abb. 32

Ein interessantes Ergebnis brachte die Frage nach dem „Fahrzeughalter“. Ähnlich wie bei den Betriebskosten, wo Eltern oder Verwandte die „Unterhaltszahlungen“ leisten, ist mit 84 Prozent der größte Teil der motorisierten Zweiräder der befragten Jugendlichen auf den Namen von Eltern oder Verwandten zugelassen. Lediglich 16 Prozent der jungen Zweiradbesitzer bekennen sich namentlich zu ihrem fahrbaren Untersatz.

Dies lässt den Bestand an motorisierten Zweirädern in einem anderen Licht erscheinen: Wenn Eltern und Verwandte, die deutlich älter als die tatsächlichen Fahrzeugnutzer sind in der Zulassungs- und Bestandsstatistik auftauchen, ist diese bezüglich der Alterstruktur der Halter stark verzerrt. Hier besteht ein erhebliches Forschungs- und Informationsdefizit.

Impulsgeber zum Zweiradfahren Impulse to ride

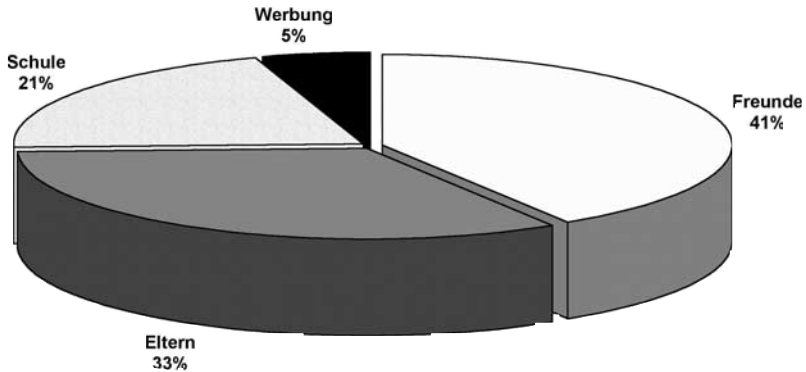


Abb. 33

Der Weg zum motorisierten Zweirad führt in 41 Prozent der Fälle über Freunde, bei 33 Prozent der Befragten gaben die Eltern den Anstoß. Somit sind drei Viertel der jugendlichen motorisierten Zweiradfahrer über ihr unmittelbares soziales Umfeld mit dem Zweirad-Virus infiziert worden. Werbekampagnen als Initialzündung zum Motorrad fahren wurden nur von fünf Prozent der Befragten genannt.

Wie stark der Einfluss der Peer-Group für das Zweiradfahren bei Jugendlichen ist verdeutlicht auch die Fragestellung, ob man eher in der Gruppe oder allein auf dem motorisierten Zweirad unterwegs ist. Hier gaben 84 Prozent der Jugendlichen an, „sehr gerne“ in der Gruppe mit ihrem motorisierten Zweirad aktiv zu sein. Bei den Freizeitaktivitäten dominieren darüber hinaus generell gruppendynamische Aspekte.

Fazit

Die empirische Befragung Jugendlicher von 13 bis 21 Jahren konnte eine subjektive Haltung der Befragtengruppe aufzeigen, die stark an der „mobil-individuellen“ Pkw-Gesellschaft orientiert ist. Gerade die Jugendlichen, die noch über keinen Führerschein oder eine Mofa-Prüfbescheinigung verfügen, sehen vor allem den Pkw-Führerschein als extrem wichtig an. Das motorisierte Zweirad als Einstieg in die individuelle Mobilität ist für viele Jugendliche nicht vorrangig, obwohl der Wunsch nach individueller Mobilität und Unabhängigkeit vorhanden ist – dieser orientiert sich aber offensichtlich nicht primär am motorisierten Zweirad.

Das Thema „Motorrad“ ist darüber hinaus stark von der „älteren Generation“ besetzt, die über 40-Jährigen dominieren die Szene. Doch für die Heranwachsenden besitzen Familie und Eltern keine Vorbildfunktion, sondern setzen für die Jugendlichen einen „Kontrapunkt“, der von alltäglichen Konflikten dominiert wird.

Umso deutlicher konnte in der hier präsentierten Untersuchung die Bedeutung von Freunden, Clique oder Schule nachgewiesen werden. Ist es in diesen Gruppen nicht opportun, ein motorisiertes Zweirad zu besitzen, so werden die Jugendlichen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht in diese erste Möglichkeit individueller Mobilität einsteigen.

Die vorliegende Studie weist im Bereich „Jugend und motorisiertes Zweirad“ einen erhöhten Forschungsbedarf nach. Zwar beschäftigen sich viele wissenschaftliche Disziplinen mit der „kaufkräftigen“ Zielgruppe „Jugend“ in vielfältigen Facetten. Die Einstellungen der 13- bis 21-Jährigen zur individuellen Mobilität mit besonderem Focus auf das motorisierte Zweirad sind dagegen bisher kaum berücksichtigt worden.

Literatur:

- 01/ Barth, M., H. Neumann, J. Würtenberger, 1996, Bewusstseinsbildung für eine „nachhaltige Mobilität“. In: Internationales Verkehrswesen 7/8, S. 21-24.
- 02/ Brendicke, Reiner; Forke, Elmar: Mobilitäts- und Sicherheitsaspekte der neuen europäischen 125 ccm Leichtkraftradklasse. In: Sicherheit – Umwelt – Zukunft II. Tagungsband der 2. Internationalen Motorradkonferenz 1998 – Reiner Brendicke (Hrsg.), Institut für Zweiradsicherheit. Essen 1998. – S. 517-548. – (Forschungshefte Zweiradsicherheit 8)
- 03/ Institut für Jugendforschung (ifj), München: Pressemitteilung: Erst die Arbeit – dann das Vergnügen. Jugendliche jobben für mehr Freizeitspaß. – München, 2004
- 04/ Jugend-Studie: Roller fahren ins Abseits. Der Motorradmarkt ist rückläufig. Vor diesem Hintergrund hat C.S.M. International, das führende Marktforschungsinstitut im Motorradbereich, untersucht, wohin die Konsumtrends bei der heutigen Jugend gehen. In: Motorrad Händler. – (2001)11. – S. 38-39
- 05/ Kraftfahrtbundesamt (Hrsg): Statistische Mitteilungen. Reihe 1: Kraftfahrzeuge, monatliche Mitteilungen.
- 06/ Raithel, Jürgen: Fahr motive und Verkehrsverhalten jugendlicher Zweiradfahrer. Ein Vergleich zwischen männlichen Fahrrad-, Mofa- und Leichtkraftradfahrern. In: Zeitschrift für Verkehrserziehung (2000)2. – S. 8-10
- 07/ Schwarz, Rudolf: Sicherheitsbewußtsein und Risikobereitschaft Jugendlicher im Alter von 15-16 Jahren. In: Zeitschrift für Verkehrserziehung. – (1991)1. – S. 20-26
- 08/ Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Verkehr, Fachserie 8, Reihe 7, Verkehrsunfälle. Wiesbaden, Jahressbände
- 09/ Tully, Claus J.: Umweltbewusst und den Lappen mit 18. Das Auto im Lebensalltag von Jugendlichen. In: 21 – Das Leben gestalten lernen. Mobilität und Stillstand. – (2000) September

**Untersuchung der Belastung und Beanspruchung von
Motorradfahrern bei Navigationsaufgaben**

**Investigation into the stress and strain on motorcyclists
during navigation tasks**

**Recherches concernant les épreuves et les sollicitations
auxquelles sont soumis les motocyclistes en raison
des tâches d'orientation**

Dipl.-Ing. Michael Haumann
Dipl.-Ing. Rainer Krautscheid

Bundesanstalt für Straßenwesen

Federal Highway Research Institute (BAST)

Office Fédéral des Recherches Routières (BAST)

Kurzfassung

Die zum heutigen Zeitpunkt noch vorwiegend übliche Navigation per Straßenkarte (auf dem Tankrucksack) bei Motorradfahrern wird zukünftig vermehrt durch den Gebrauch von Satellitennavigationssystemen ersetzt.

Der Motorradfahrer hat im System Mensch – Fahrzeug – Umwelt komplexe Regelungsaufgaben zu übernehmen. Selbst erfahrene Motorradfahrer sind oft damit überfordert, in schwierigen Verkehrssituationen die richtige Orientierung zu finden ohne dabei anzuhalten und den Verkehrsfluss zu unterbrechen. Zukünftige Navigationssysteme haben das Potenzial, bei nutzergerechter Gestaltung der Mensch – Maschine-Schnittstelle die Anforderungen solcher Situationen an den Fahrer zu reduzieren und durch dessen Entlastung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beizutragen.

Das Mensch – Maschine-System wurde in unserer Studie unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Hierbei wurde zwischen der Kartennavigation und dem Satellitennavigationssystem mit und ohne Sprachausgabe unterschieden.

Die Erarbeitung von Kriterien für die Darstellung der Fahrerbeanspruchung in Abhängigkeit von der Verkehrssituation und den zur Verfügung stehenden Navigationshilfen stand dabei im Mittelpunkt. Unter Anwendung einer Nebenaufgabe und der Erfassung weiterer relevanter Verhaltenskennwerte, wie beispielsweise der Blickabwendung, wurde das Fahrerverhalten untersucht. Die erarbeiteten Kriterien können für die Entwicklung zukünftiger motorradspezifischer Navigationssysteme und Fahrerassistenzsysteme genutzt werden.

Die Methodik und der Versuchsaufbau des noch laufenden Projektes werden detailliert dargestellt.

Abstract

Navigation using a road-map (on the tank ruck-sack), which is still common among motorcyclists, will in future increasingly be replaced with the use of satellite navigation systems.

Motorcyclists have to carry out complicated control procedures within the man-vehicle-environment system. Even experienced motorcyclists are often unable to choose the correct route in difficult traffic situations without stopping and interrupting the traffic flow. Future navigation systems will, if the man-machine interface is designed in a user-friendly manner, have the potential to reduce the demands made on motorcyclists in such situations and, by reducing these demands, to contribute towards increasing road safety.

Our study investigated the man-machine system under different conditions. A differentiation was made in the investigation between navigation by map and use of the satellite navigation system with and without speech output.

The investigation focused on drawing up criteria for representing the strain placed on motorcyclist as a function of the traffic situation and the navigation aid available. Motorcyclist behaviour was investigated by using a secondary task and recording further relevant behavioural parameters, e.g. averting gaze. The criteria drawn up can be used to develop future navigation systems and rider assistance systems specific to motorcycles.

The methodology and the test structure of the project, which is still running, are presented in detail.

Résumé

Le type d'orientation habituel encore le plus répandu jusqu'à ce jour pour les motocyclistes consiste à utiliser des cartes routières (fixées au dos du réservoir). A l'avenir, elles seront remplacées de plus en plus par des systèmes de navigation par satellite.

Le motocycliste doit accomplir des tâches complexes de régulation dans le système -homme-machine-environnement. Placés devant la nécessité de trouver la bonne direction dans des situations de trafic difficiles, il arrive fréquemment que même des motocyclistes expérimentés soient dépassés par la situation à moins de s'arrêter et d'interrompre ainsi le flux de la circulation. En redéfinissant le rapport homme-machine et en améliorant le confort d'utilisation, les systèmes de navigation de l'avenir ont le pouvoir de réduire la complexité des tâches qui apparaissent dans de telles situations et de concourir ainsi à l'amélioration de la sécurité routière en soulageant le conducteur.

Dans notre étude, le système homme-machine a été étudié dans différentes conditions. A cet effet, des différenciations entre les cartes d'orientation et les systèmes de navigation par satellite avec ou sans sortie vocale ont été effectuées.

Une place centrale a été accordée à l'élaboration de critères permettant de représenter les sollicitations auxquelles sont soumis les conducteurs selon la situation du trafic et les systèmes d'orientation disponibles. Le comportement du conducteur a été étudié à partir de l'utilisation d'une tâche annexe et de l'enregistrement d'autres caractéristiques importantes du comportement, telles que, par exemple le détournement du regard. Les critères élaborés peuvent servir lors de la mise au point de futurs systèmes de navigation et d'aide à la conduite destinés aux motocyclistes.

La méthode et les structures des essais du projet encore en cours de réalisation sont présentés dans le détail.

Untersuchung der Belastung und Beanspruchung von Motorradfahrern bei Navigationsaufgaben

1. Einleitung

Die zum heutigen Zeitpunkt noch vorwiegend übliche Navigation per Straßenkarte (auf dem Tankrucksack) bei Motorradfahrern wird zukünftig vermehrt durch den Gebrauch von Satellitennavigationssystemen ersetzt. Die Fahrerbeanspruchung beim Motorradfahren wurde bisher weder für einfache wiederkehrende Fahraufgaben noch für komplexe Fahrmanöver untersucht.

Der Mensch hat im System Mensch – Maschine – Umwelt komplexe Regelungsaufgaben zu übernehmen. Selbst erfahrene Motorradfahrer sind oft damit überfordert, in schwierigen Verkehrssituationen die richtige Orientierung zu finden ohne dabei anzuhalten und den Verkehrsfluss zu unterbrechen. Zukünftige Navigationssysteme haben das Potenzial bei nutzgerechter Gestaltung die Anforderungen solcher Situationen an den Fahrer zu reduzieren und durch dessen Entlastung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beizutragen.

Aufbauend auf bisherigen Forschungsergebnissen wird das Mensch – Maschine-System für Fahrer und Motorrad in verschiedenen Fahrsituationen untersucht. Hierbei steht die Belastung und Beanspruchung des Fahrers im Vordergrund. Die Erarbeitung von Kriterien für die Darstellung der Fahrerbeanspruchung in Abhängigkeit von der Verkehrssituation und den zur Verfügung stehenden Navigationshilfen (Straßenkarte auf dem Tankrucksack, Satellitennavigationssystem mit und ohne Sprachausgabe) steht dabei im Mittelpunkt. Unter Gebrauch der PDT-Methode (Peripheral Detection Task) und der Erfassung weiterer relevanter Versuchsparameter wie beispielsweise der Blickabwendung wird das Fahrerverhalten untersucht. Die Fahrerbeanspruchung wird bei verschiedenen Fahrmanövern dargestellt und durch die Erarbeitung von Kriterien für deren tolerierbare Höhe sinnvoll ergänzt.

Die erzielten Ergebnisse können dann für die Entwicklung zukünftiger (spezieller) Navigationssysteme genutzt werden, die beispielsweise nur mit einer hoch entwickelten Sprachausgabe auskommen. Die Übertragung auf weitere motorradspezifische Fahrerassistenzsysteme ist denkbar.

Die im Projekt erarbeiteten Forschungsergebnisse sollen auch zur Verbesserung vorhandener Navigationssysteme beitragen und dann auf verschiedenen Ebenen nutzbar sein. Insbesondere soll die Vereinbarkeit der Mensch – Maschine-Schnittstelle von Navigationssystemen für Motorräder mit der EU-Empfehlung „European Statement of Principles“ geprüft werden.

2. Methode

2.1 Beanspruchungsmessung

Man kann Beanspruchung auf verschiedene Arten erfassen:

- a) Mentale Beanspruchung als zeitliche Größe
- b) Mentale Beanspruchung als Resultat von Informationsverarbeitungsprozessen (hier Primär- und Sekundärmaße)
- c) Mentale Beanspruchung als physiologisch messbare Aktiviertheit
- d) Mentale Beanspruchung als subjektiv erlebte Aufmerksamkeit oder Anspannung

Um möglichst genaue Aussagen über die Beanspruchung treffen zu können, bietet sich eine Kombination aus mehreren dieser Erfassungsarten an. Für unsere folgende Auswertung wird daher die Beanspruchung auf unterschiedliche Arten erfasst. So bekommt die Versuchsperson neben Ihrer eigentlichen Navigationsaufgabe noch eine Zusatzaufgabe gestellt. Im peripheren Sichtfeld der Versuchsperson wird eine Leuchtdiode (LED) angebracht. Die Versuchsperson soll das von Ihr registrierte Aufleuchten der LED durch einen Knopfdruck bestätigen. Der Effekt, den man dabei ausnutzt ist der, dass bei größer werdender Beanspruchung eine Art Tunnelblick entsteht der dazu führt, dass das Aufleuchten der LED nicht mehr wahrgenommen wird. Die LED wird dabei alle 3 bis 5 Sekunden für 1 Sekunde eingeschaltet. Die Dauer der Pause (zwischen 3 und 5 Sek.) ist zufällig, aber gleich verteilt.

Weiterhin wird der Puls der Versuchspersonen kontinuierlich gemessen. Im Rahmen der Auswertung wird dann überprüft, ob beispielsweise ein erhöhter Puls mit einer geringen Anzahl von PDT-Bestätigungen und langsamer Reaktionszeit bei entsprechenden Verkehrssituationen korreliert.

2.2 Stichprobe

Die Versuchspersonen wurden aus Angehörigen des Öffentlichen Dienstes zufällig ausgewählt. Arbeiter, Angestellte und Beamte fanden hier gleichermaßen Berücksichtigung. Dabei beschränkte sich die Stichprobe auf rund vierzig Personen, das heißt, mindestens zehn für jede der unterschiedlichen Navigationsaufgaben. Der Anteil der weiblichen Versuchspersonen entspricht dem ungefähren prozentualen Anteil der weiblichen Motorradfahrerinnen an der Gesamtpopulation der Motorradfahrer. Es wurden keine älteren Motorradfahrer berücksichtigt, die sich nicht mehr in einem Beschäftigungsverhältnis befinden; die Altersgrenze betrug somit 65 Jahre.

Die durchschnittliche Jahresfahrleistung der Versuchspersonen schwankte von rund 500 km bis über 10.000 km. Somit enthielt die Stichprobe alle verfügbaren Kategorien von Motorradfahrer einschließlich derer, die auch beruflich auf dem Zweirad unterwegs sind (Motorradpolizei).

3. Versuchsdurchführung

3.1 Versuchsfahrzeug und Fahrerausstattung

Bei dem Versuchsfahrzeug handelt es sich um eine BMW R 1150 GS mit getrennt geregelter ABS für Vorder- und Hinterrad. Das Fahrzeug wurde der BAST von der BMW AG für die Versuche zur Verfügung gestellt. Das Versuchsfahrzeug ist mit einem BMW Navigator 1, baugleich mit Garmin Streetpilot 3, ausgerüstet.



Bild. 3.1.1
BMW Navigator 1



Bild. 3.1.2
Versuchsfahrzeug

Um die Beanspruchung des Fahrers erfassen zu können, wurde das Versuchsfahrzeug mit einem Datenerfassungssystem, diversen Sensoren, einem Videosystem und einem Steuerungsmodul für den PDT ausgestattet.



Bild 3.1.3
Blick in die „Messtechnik“ des Versuchsfahrzeugs

Die für die Fahrversuche benötigten Helme mit eingebautem Headset wurden der BASt von der Firma Schubert zur Verfügung gestellt. Es handelt sich hierbei um Helme der Baureihe Concept. Die Helme wurden für die Verwendung einer „PDT-Blende“ umgerüstet.

Bisher wurde die PDT-Methode nur bei mehrspurigen Fahrzeugen eingesetzt. Die Umsetzung dieser Methode für die Anwendung am Motorrad stellte daher eine besondere Herausforderung dar.



Bild 3.1.4
Helm mit integrierter PDT LED

3.2 Versuchsablauf

Da ein Motorrad aufgrund der physikalischen Gegebenheiten deutlich schwieriger in der Handhabung als ein Auto ist und zudem die Bedienelemente bei den unterschiedlichen Herstellern leicht variieren, erhalten die Versuchspersonen zunächst Gelegenheit, bei einer kurzen Einweisung auf dem BASt-Gelände sich mit der Maschine vertraut zu machen. Bei einer anschließenden dreiviertelstündigen Fahrt mit vorausfahrendem Versuchsleiter prägt sich die Versuchsperson die gefahrene Strecke ein und hat hier Gelegenheit, sich an die Betätigung der PDT-Bestätigungstaste zu gewöhnen. Im Anschluss an diese Orientierungsfahrt fährt die Versuchsperson die vorher zurückgelegte Strecke erneut unter Bedienung der PDT-Bestätigungstaste ab. Diese Fahrt dient als Referenzfahrt, da hier eine bekannte Strecke ohne Navigationsaufgabe absolviert wird. Die Wegführung der Strecke wurde entsprechend einfach gewählt.

Im Anschluss an die Referenzfahrt wurde dann, um eine Überbeanspruchung der Versuchspersonen zu vermeiden, im Abstand von einem Tag die eigentliche Versuchsfahrt durchgeführt. Um Gewöhnungs- und andere Effekte ausschließen zu können, wurde die Gesamtgruppe der Versuchspersonen (Vpn) in drei Gruppen zu je mindestens zehn Vpn aufgeteilt. Die Verteilung auf die Gruppen erfolgt zufällig nach dem Losprinzip. Die erste Gruppe der Vpn legt die Strecke mit Karte herkömmlich navigierend zurück. Die zweite Gruppe nutzt auf der identischen Strecke das Navigationssystem ohne Sprachausgabe, die letzte Gruppe fährt mit Navigationssystem und Sprachausgabe die identische Strecke ab. Dabei wird die rund 2,5h lange Fahrstrecke zweimal unterbrochen, um die gesammelten Eindrücke, Erfahrungen und Schwierigkeiten der Vpn durch gezielte Fragen festzuhalten.

Um eine Systembewertung durchführen zu können, wird eine angepasste Fragebogenstruktur, welche im Rahmen von EU-Projekten [01/] bereits erfolgreich von der BASt eingesetzt wurde, benutzt. Weiterhin sollen zusätzliche Fragen Aufschluss über die Zahlungsbereitschaft der Vpn bei einer Nachrüst- oder Serienausstattung des Motorrads mit einem solchen System liefern.

3.3 Messgrößen

Am Versuchsmotorrad werden der Lenkwinkel, die Fahrgeschwindigkeit, die Längsbeschleunigung, die GPS-Fahrzeugposition und die Außentemperatur bei den Versuchen messtechnisch erfasst. Zusätzlich wird das Verkehrsgeschehen vor dem Motorrad und die Kopf- und Blickbewegungen der Probanden mit zwei Kameras auf Video digital aufgezeichnet.

Weiterhin werden bei den Probanden die Herzfrequenz, die Betätigung der Hand- bzw. Fußbremse, die Helminnentemperatur, die Anzahl der Betätigungen der PDT-Taste und die dabei benötigte Reaktionszeit aufgezeichnet.

4. Fahrstrecke

Die Fahrtstrecke umfasst zu jeweils rund 20 Prozent Innenstadt und Autobahn oder Kraftfahrstraßen. Die restlichen 60 Prozent werden vorwiegend auf Land- und Kreisstraßen zurückgelegt, die weitestgehend dem typischen von vielen Motorradfahrern bevorzugtem Streckenprofil entsprechen. Die Verteilung stimmt mit der typischen Betriebsweise im realen Verkehr nahezu überein [02/].

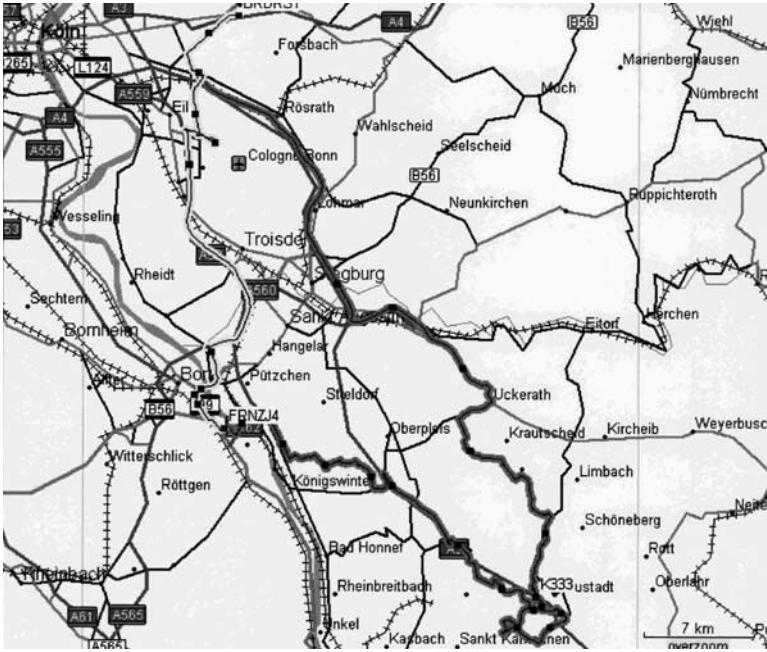


Bild 4.1.1
Referenzstrecke

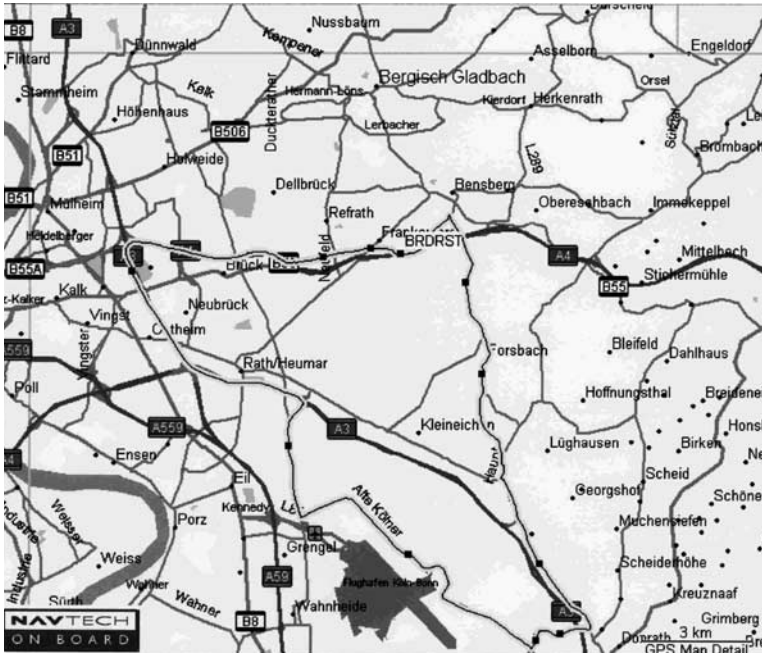


Bild 4.1.2
Versuchsstrecke

5. Zusammenfassung und Ausblick

Das Mensch-Maschine-System für Fahrer und Motorrad wird, aufbauend auf bisherigen Forschungsergebnissen, in verschiedenen Fahrsituationen untersucht. Dabei werden von jeweils einer gleich großen Anzahl von Probanden Versuchsfahrten mit Navigation im herkömmlichen Sinn (Karte auf dem Tankrucksack), Navigationssystem mit Sprachausgabe und Navigationssystem ohne Sprachausgabe durchgeführt.

Nach Abschluss der Versuchsfahrten mit den Probanden werden typische Verkehrssituationen ausgewertet. Die Anzahl der Betätigungen der PDT-Taste und die dafür benötigte Reaktionszeit werden mit den erfassten Versuchsparametern bei der Referenzfahrt verglichen. Die Referenzfahrt setzt sich unter anderem aus Teilstrecken mit geringer Beanspruchung (z.B. ehemalige Militärstraße am Flughafen Köln/Bonn) zusammen, die als Vergleichsgrundlage für Verkehrssituationen mit hoher Beanspruchung dienen.

Auf Basis eines solchen Vergleichs kann die Beanspruchung des Motorradfahrers zahlenmäßig zum Ausdruck gebracht werden.

Die zusätzlich erfassten Kopf- und Blickbewegungen und die gemessene Herzfrequenz sind weitere Faktoren für die Beanspruchung, die in den einzelnen Verkehrssituationen in die Auswertung mit einfließen.

Im Anschluss werden verschiedene Kriterien für die Darstellung der Fahrerbeanspruchung in Abhängigkeit von der Verkehrssituation formuliert. Auf Grundlage dieser Kriterien soll bei verschiedenen Verkehrssituationen oder Fahrmanövern ein Maß für die tolerierbare Höhe der Beanspruchung erarbeitet werden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse stehen für die Entwicklung und Konzeption zukünftiger (ggf. motorradspezifischer) Satellitennavigationssysteme zur Verfügung und können zur Verbesserung vorhandener Systeme beitragen.

Die Nutzung dieser Erkenntnisse und deren Übertragung auf motorradspezifische Fahrerassistenzsysteme ist vorstellbar. Die Überprüfung der Mensch – Maschine-Schnittstellen von Satellitennavigationssystemen für Motorräder mit der EU-Empfehlung „European Statement of Principles“ ist ebenfalls Bestandteil der Untersuchungen.

6. Literatur

- 01/ Haumann, M.; Gelau, C.: DEUFRAKO-IVHW: Bewertung der Nutzerschnittstelle eines auf Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation basierenden Funkwarnsystems auf der Grundlage von Nutzertests im realen Verkehr, 2. Teilbericht der deutschen Studie für DC, unveröffentlicht
- 02/ Breuer B., Schröder F., Schmidt R.: Betriebsweise und Kraftstoffverbrauch von Motorrädern im realen Verkehr, Tagungsband der 2. Internationalen Motorradkonferenz 1998, S. 443 – S. 456, Herausgeber IFZ, ISBN: 3-923994-13-3

**Fahrerassistenzsysteme für das Motorrad –
sinnvoll oder ungeeignet?**

**Driver assistance systems for motorcycles
– useful or inapplicable?**

**Les systèmes d'assistance au conducteur pour les motos –
propue ou insensé ?**

Dr. phil. Hubert Koch
Dr.-Ing. Alexander Sporer
Europäisches Motorrad-Institut EMI

Kurzfassung

Fahrerassistenzsysteme, die beim Pkw in den letzten Jahren eine große Bedeutung gewonnen haben, sind beim Motorrad noch kaum verbreitet. Allerdings ist in den letzten Jahren eine Zunahme an solchen Entwicklungen zu beobachten. Die unter dem Begriff „Fahrerassistenzsysteme“ zusammengefassten Einrichtungen haben jedoch sehr unterschiedliche Funktionen. Sie können der Fahrstabilität und damit der Sicherheit dienen – wie beispielsweise ABS- oder Anti-Schlupfregelungen –, der Überwachung der Funktionsfähigkeit wichtiger Systeme (Reifen-Innendruck), der Information des Fahrers (Navigationssysteme) oder dem Komfort (elektro-hydraulischer Hauptständer).

Der Beitrag gibt eine systematische Übersicht über die vorhandenen Systeme, versucht einen Ausblick in die Zukunft und misst die technischen Möglichkeiten an motivationspsychologischen Aspekten des Motorradfahrens.

So wird die Frage diskutiert, ob die Fahrer diese vom Auto bekannten Systeme erwarten und nachfragen, oder ob sie diese eher als Beeinträchtigung des originären Motorradenerlebnisses einstufen.

Auch die Frage der Kompatibilität des Motorrades mit kommenden Telematic-Systemen wird diskutiert.

Abstract

Driver assistance systems in cars are gaining high innovation and seem to promise a future almost free of accidents. From the past we have got the experience that new systems integrated in cars need some time to become also practicable for motorcycles. So, are driver assistance systems for motorcycles necessary?

This report tries to answer this question – especially as some driver assistance systems seem to make sense also for motorcycles. First priority has here to be given to better braking systems. Further possible systems will have to fulfil three main points:

A direct transferability of driver assistance systems used in cars and trucks to motorcycles is not possible. The different requirements have to be taken into account. Or example is the ALB for cars designed to allow steering during braking, whereas for the motorcycle the avoidance of falling because of an over braking of the front wheel is the main point.

Furthermore, for the motorcycle other physical basic parameters like the slope in curves are of high importance. This leads to a steering moment during braking which is completely unknown in cars. Stability systems like ESP have to be confronted with the reduced possibility to produce equalizing torque.

At last the results of accident research are also able to give hints to develop realistic driver assistance.

At the end the study presents first the urgent need for progress in assistance systems, second the possible systems which can help and third the unnecessary systems which should never adopted at motorcycles.

Résumé

Les systèmes d'assistance au conducteur dans les voitures bénéficient de grandes innovations et semblent promettre un futur presque exempt d'accidents. Le passé a montré que de nouveaux systèmes intégrés dans des voitures ont besoin d'un certain temps pour devenir également applicables aux motos. Les systèmes d'assistance au conducteur sont-ils nécessaires pour les motos ?

Ce rapport essaie de répondre à cette question – d'autant plus que l'utilisation de certains systèmes d'assistance au conducteur pour les motos semble également être sensée. Ici, la priorité absolue doit être donnée à de meilleurs systèmes de freinage. De plus, les systèmes possibles devront satisfaire à trois points principaux :

Des systèmes d'assistance au conducteur utilisés dans les voitures et les camions ne peuvent pas être transférés directement aux motos. Les exigences différentes doivent être prises en compte. Un exemple est le correcteur automatique de freinage en fonction de la charge (ALB) pour les voitures, conçu pour permettre de diriger le véhicule pendant le freinage, tandis que pour la moto le point principal est d'éviter de tomber suite à un freinage excessif de la roue avant.

En outre, pour la moto d'autres paramètres physiques de base comme l'inclinaison dans les virages ont une grande importance. Ceci entraîne un moment directionnel pendant le freinage qui est complètement inconnu dans les voitures. Des systèmes de stabilité comme le programme de stabilité électronique (ESP) doivent être confrontés à la possibilité réduite de produire un couple d'égalisation.

Enfin, les résultats de la recherche sur les accidents peuvent également fournir des indications pour le développement d'une assistance réaliste au conducteur.

Pour terminer, l'étude expose premièrement le besoin urgent de progrès en matière de systèmes d'assistance, deuxièmement les systèmes possibles qui peuvent constituer une aide et, troisièmement, les systèmes inutiles qui ne devraient jamais être adoptés sur des motos.

Fahrerassistenzsysteme für das Motorrad – sinnvoll oder ungeeignet?

Die Möglichkeiten der passiven Sicherheit für Fahrzeuge sind begrenzt. Gerade für das Motorrad haben wir in den letzten Jahren beobachten müssen, dass die positive Entwicklung im Pkw-Bereich längst noch nicht auf das Motorrad übertragen werden konnte. Wenn man aber die Sicherheit im Bereich des Motorrades erhöhen will, muss die aktive Sicherheit einen höheren Stellenwert bekommen.

Die aktive Sicherheit aber, die ja den Unfall überhaupt vermeiden soll, ist eng mit der Fahrerassistenz verbunden, da es viele Systeme gibt, die schneller als der Fahrer eine gefährliche Situation entschärfen können. Gleichzeitig haben viele aktive Sicherheitselemente einen direkten Einfluss auf die Wirkung passiver Sicherheitselemente, womit in der Zukunft die Verbesserung der aktiven Sicherheit auf dem Motorrad ein vorrangiges Ziel sein muss.

Immer mehr werden Fahrerassistenzsysteme auf dem Pkw-Sektor, die ja als aktive Sicherheitselemente gelten, als Verkaufsargument, aber auch als sinnvolles Zubehör angeboten. Kann diese Entwicklung auch auf das Motorrad übertragen werden oder stehen wir hier vor Problemen?

Um diese Frage aus mehreren Blickwinkeln zu betrachten, muss als erstes der Begriff „Fahrerassistenz“ näher definiert werden. Es gibt drei wesentliche Bereiche der Fahrerassistenz, die sich einmal in die Meldung eines Zustandes oder einer Gefahr aufteilen, einmal in die Übernahme einer Funktion, um menschliche Defizite zu kompensieren und als Drittes in die Übernahme einer Funktion, um den Komfort zu erhöhen.



Bild 1
Festlegung des Begriffes „Fahrassistenz“

In der Gruppe der Meldungen kann der Zustand des Reifendrucks, der Fahrdaten oder auch des Fahrbahnzustandes dem Fahrer des Fahrzeuges durch Anzeige oder Sprachausgabe übermittelt werden. Im Bereich der Sicherheit kann die Meldung einer Gefahr zum Beispiel die Meldung einer drohenden Kollision sein, beziehungsweise auch in Verbindung mit dem Reibwert oder der Außentemperatur auf Gefahren hinweisen.

Bei der Übernahme einer Funktion, um menschliche Defizite zu korrigieren, stehen als erstes die Bremskraftdosierung, die Bremskraftverteilung, die Schlupfregelung und alle unmittelbar notwendigen Änderungen eines Bedienungselementes, die normalerweise auch von einem geübten Fahrer nicht so schnell erledigt werden können. Bestes Beispiel ist die Regelung des Bremsvorganges durch ein Antiblockiersystem, durch das das Blockieren eines Rades blitzartig durch Reduzierung des Bremsdruckes verhindert werden kann. In der letzten Kategorie, der Übernahme einer Funktion, um den Komfort zu erhöhen, stehen sogar so einfache Bedienungselemente wie der Blinker oder Parkhilfen und ähnliches im Vordergrund.

Nachdem die Definition eines Fahrerassistenzsystems, aufgeteilt nach Meldung und Übernahme einer Tätigkeit, feststeht, muss als nächstes die Übertragbarkeit bereits existierender Systeme beim Pkw auf das Motorrad kritisch geprüft werden. Aus der Vergangenheit ist bekannt, dass zum Beispiel bei den Sicherheitselementen Airbag oder auch Sicherheitsgurt deutliche Unterschiede zur Funktion im Pkw bestehen und die einfache Übertragung nicht funktioniert hat.

Als zweites muss die unterschiedliche physikalische und technische Komponente des Motorrads beachtet werden. Immerhin handelt es sich um ein Einspurfahrzeug, das über eine andere dynamische Stabilität verfügt und bei dem auch die Bremstechnik einen ganz anderen technischen Fortschritt hinter sich hat im Vergleich zum Pkw.

Der Mensch als Benutzer des Motorrads stellt deutlich andere Anforderungen an das Fahrzeug und damit entspricht auch die Akzeptanz für bestimmte Systeme nicht dem bekannten Standard aus der Pkw-Branche.

Auch der futuristisch immer wieder geplante Einsatz von X-wire Systemen wird sich auf dem Motorrad niemals manifestieren können, da bereits heute so große Probleme im Pkw-Bereich auftreten, dass die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalles für die Anwendung auf einem Motorrad zu hoch ist.

Damit ergibt sich also folgende Fragestellung bzw. Forderung für die Entwicklung eines Fahrerassistenzsystemes für das Motorrad:

1. Was gibt es schon im Bereich der Fahrzeugtechnik und kann das auf das Motorrad übertragen werden?
2. Welche speziellen Anforderungen stellt das motorisierte Zweirad darüber hinaus?
3. Gibt es Hinweise aus der Unfallforschung, aus denen man die Notwendigkeit eines Fahrerassistenzsystemes ablesen kann?
4. Die Standardisierung von Alpha-Systemen, worunter zu verstehen ist, dass zum Beispiel die Bedienung der Blinker nicht von Fahrzeugmodell zu Fahrzeugmodell unterschiedlich ist, sollte zumindest parallel zur Entwicklung neuer Systeme vorangetrieben werden.

Sieht man sich die bereits bestehenden Fahrerassistenzsysteme im Bereich Pkw und Lkw an, so zeigt die Auflistung von Antiblockierverhinderern bis vorausschauenden Aktivitäts-Sicherheitselementen ein weites Spektrum an Möglichkeiten.

- ALB Anti Lock Brake Automatische Blockier Verhinderer
- ASC Anti-Skid Controlsystem Antriebsschlupf-Regelung
- IBA Intelligent Brake Assistent erweiterter Bremsassistent
- DSC Dynamic Stability Control Fahrdynamikregelungen
- ACC Active Cruise Control Abstands/Geschwindigkeitsregelungen
- NIVI night vision Nachtsehassistent
- LDW/LCW Lane Departure/Change Warning Querführungsassistent
- NAVI GPS Navigation
- ALC Adaptive Light Control Lichtstärkenregelung
- HC Heading Control Informationsdarstellung im Sichtbereich
- VAS



Bild 2

Fahrerassistenzsysteme PKW/LKW (Beispiele)

Greift man sich als erstes die Antiblockiersystem-Technologie heraus, so erkennt man sofort bei der Gegenüberstellung der Anforderungen von Pkw und Motorrad die wichtigsten Unterschiede. Während beim Pkw das ABS die Lenkfähigkeit bei Vollbremsungen bereitstellen muss, um in Notsituationen auch ausweichen zu können, steht beim Motorrad das Verhindern des Sturzes durch das Blockieren des Vorderrades im Vordergrund. Für beide Fahrzeugkategorien gilt natürlich die Verbesserung der Verzögerung und beim Motorrad im speziellen bei Nässe.

Beispiele aus der Unfallforschung belegen diese Notwendigkeit durch aussagekräftige Unfallrekonstruktionen, die eine Unfallvermeidung, beziehungsweise eine deutliche Reduzierung der Unfallfolgen nach über 1.000 untersuchten Unfällen nachweislich belegen 01/. Ein Fallbeispiel zeigen die nächsten zwei Bilder, in denen ein Motorrad durch einen einbiegenden Pkw zum Sturz kam und der beteiligte Motorradfahrer im Verlauf der Rutschphase sich tödlich am Pkw verletzte. Beim Einsatz eines ABS-Systems wäre es in diesem speziellen Fall gar nicht zur Kollision gekommen.

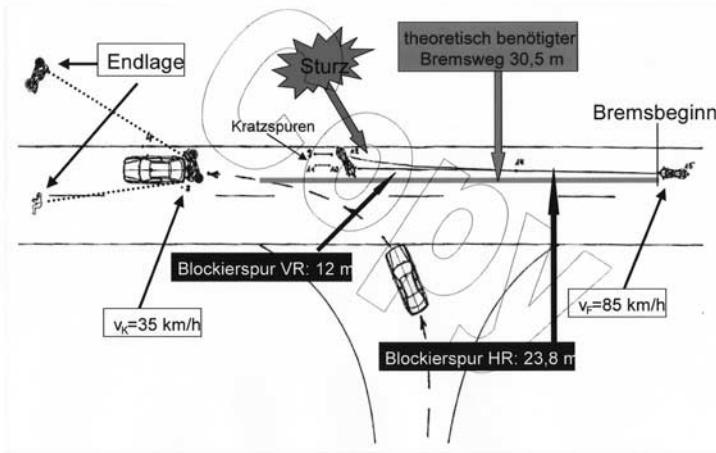
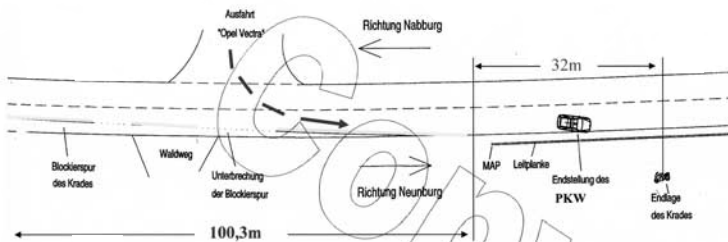


Bild 3
 Unfallskizze: Fallbeispiel 1

Die Möglichkeit, Motorradbremsen vorne und hinten getrennt zu bedienen, birgt aber noch ein weiteres Potenzial für Fahrerassistenzsysteme, das eigentlich bekannt sein sollte, nämlich die Verbindung der beiden Bremsen. Auch hier zeigt ein Beispiel aus der Unfallforschung, was passiert, wenn ein Motorradfahrer nur die Hinterradbremse benutzt und somit wertvollen Bremsweg verschenkt.

In diesem, in den nächsten beiden Bildern gezeigtem Unfall, hätte eine Kombi-Bremsanlage die Geschwindigkeit mit Sicherheit so weit reduzieren können, dass der tödliche Anprall am Ende der 100 Meter langen Bremsspur durch das Hinterrad nicht tödlich ausgegangen wäre.



Annäherungsgeschwindigkeit des Motorrades 115 - 140km/h

Zeit zwischen Reaktion und Stillstand Krad = 9,1 - 10,3 sec

Bei 140km/h mit 8m/s^2 ergibt ca. 95m

Bild 4

Unfallskizze

Die Bremstechnologie auf dem Motorrad birgt aber noch weitere Potenziale, insbesondere wenn das ABS-System analytisch betrachtet wird. Im Grunde genommen handelt es sich um eine hydraulische Einheit, die über eine elektronische Steuerung durch Eingabeparameter von Sensoren bestimmte Tätigkeiten durchführen kann. Eine moderne Bremse oder die von einigen Herstellern propagierten „Advanced Brake Systems“ kann auf viele zusätzliche Funktionen programmiert werden.

Neben der schon angesprochenen Kombi- oder Integral-Bremse kann eine optimale Bremskraftverteilung in Abhängigkeit von Beladung, Reibwert und Geschwindigkeit in der Software eingegeben werden.

Auch das ABS selbst kann in Abhängigkeit beliebiger Vorgaben zum Sport-ABS, Gelände-ABS oder abschaltbarem ABS ausgeführt und frei wählbar konstruiert werden. Zusätzlich kann eine Software-Ergänzung ohne große Probleme die zusätzliche Funktion eines Bremsassistenten integrieren, die ohne ABS undenkbar wäre für das Motorrad. In einem integrierten ABS-System ist die Überwachung der Bremskraft in der gefährlichen Anfangs-Bremsphase damit kein Problem mehr. Die gefährliche Überbremsung durch den schnelleren Anstieg der Bremskraft gegenüber der langsamen dynamischen Vorderradlastverlagerung 02/ bei einer Notbremsung ist damit kontrolliert.

Weitere innovative Bremsengriffe könnten die Anfahrhilfe am Berg sein, aber auch im gegenteiligen Fall einer Bergabfahrt eine Schub-Betriebsregelung. Eine weitere mögliche Bremsvariante ist ein so genanntes „Rear Wheel Lift-off Protection System“, in dem das Abheben des Hinterrades durch geeignete Sensoren besser als heute erkannt wird und die Bremskraft im Vorderrad entsprechend reduziert wird.

Als letztes ist die Antischlupf-Regelung zu nennen, die bei den Hochleistungsmotorrädern nicht mehr ohne Eingriff der Bremse auskommt.

Mit dieser Aufzählung soll deutlich gemacht werden, dass aus dem ursprünglichen Gedanken, nur ein ABS-System zur Vermeidung des Sturzes in das Motorrad zu integrieren, eine Vielzahl von möglichen und durchaus realistischen Zusatzfunktionen angedacht wird, die das Thema Fahrerassistenzsysteme für das Motorrad bereichern können.

Auf der anderen Seite gibt es Gebiete, die beim Motorrad auf völliges Neuland stoßen. Hier ist vor allem die Schräglage und die damit verbundene Folge des Aufstellmomentes bei Kurvenbremsung zu nennen. Zukünftige Fahrerassistenzsysteme sollten diese gefährliche Fahrzeugreaktion kompensieren können. Ein Beispiel zeigt die schon seit Jahren veröffentlichte Kompensation des Bremslenkmomentes durch einen Vorschlag von Dr. A. Weidele 03/, in dem eine Lenkwinkelverlagerung bei Kurvenfahrt den Kraftauftrittspunkt zwischen Reifen und Fahrbahn dementsprechend verändert. Heutzutage ist die damalige Problematik, den Schräglagenwinkel zu messen, besser in den Griff zu bekommen, da es millionenfach bewährte Gierwinkel, beziehungsweise Gier-Raten-Sensoren in Fahrdynamiksystemen gibt, die durch relativ geringe Änderungen auf Schräglagemessung, beziehungsweise Schräglagen-Raten umgebaut werden können.

Zurück zu unseren anfangs gestellten Fragen, welche Einflüsse zukünftige Fahrerassistenzsysteme realistisch sind, bleibt die Betrachtung des Unfallgeschehens.

Zwei Schwerpunkte kennzeichnen den Motorradunfall: Zum einen der Alleinunfall, zum anderen die Kollision mit einem Unfallgegner. Zu den Alleinunfällen wird im Moment eine Studie an der TU Darmstadt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführt, die Aussagen liefern soll, inwieweit Fahrdynamikregelungen kritische Situationen beim Motorrad positiv beeinflussen können. Hierzu wird es daher in Bälde einige Ergebnisse geben.

Für den Bereich Kollisionen können die Ergebnisse 04/ des ehemaligen Instituts für Fahrzeugsicherheit des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) herangezogen werden, aber auch die amtliche Statistik, die jedes Jahr konstant berichtet, dass die Schuldverteilung zwischen den beiden Unfallpartnern Pkw und Motorrad nach wie vor zu Ungunsten des Motorradfahrers ausfällt.

In zirka einem Drittel aller Kollisionen zwischen einem Motorrad und einem anderen Unfallgegner ist der Motorradfahrer der Beteiligte 01 oder Verursacher. In allen anderen Fällen, also zirka zwei Drittel, wird er unschuldig in einen Unfall verwickelt.

Sieht man sich die Unfallsituation näher an, so kann man erkennen, dass über 45 Prozent der Unfälle sich an Kreuzungen ereignen. Fazit daraus ist, dass der Motorradfahrer in den allermeisten Fällen nicht erkannt, das heißt übersehen wird. Hier kann ein Fahrerassistenzsystem eingreifen, das nun zur Entlastung des Motorrades nicht auf dem Motorrad installiert werden muss, sondern im Zuge der vorausschauenden Hinderniserkennung im Pkw zum Einsatz kommen muss.

Denkbar sind auch Varianten, die stationär an Kreuzungen installiert werden und die Annäherung von zwei möglicherweise kollidierenden Objekten gleichzeitig an diese weiterleiten.

Bei diesem System handelt es sich zwar nicht um ein Fahrerassistenzsystem, das direkt am Motorrad installiert wird, aber bei der Entwicklung heutiger Fahrzeugassistenzsysteme mit berücksichtigt werden muss. Dieser Vortrag ist auch in dem Sinne zu verstehen, dass nur durch die Verbindung aller Anstrengungen, Fahrerassistenzsysteme für alle Verkehrsteilnehmer zu optimieren, ein wirksames Konzept zur Unfallvermeidung für den Motorradfahrer gefunden werden kann.

Zusammenfassend möchte ich die Fahrerassistenzsysteme für Motorräder nochmals nach der Unterteilung Sicherheit – Information – Komfort auflisten.

- **Sicherheit**
ABS – Kombibremse – Intelligente Bremse
 Schlupfregelung - Lenkbremsmomentkompensation
 Fahrzeugerkennung - Straßen/Hinderniserkennung
- **Information**
Navigation - automatische Unfallmeldung
 Fahrzeugsensorik (Fahrdaten, Reifendruck, Sensorauswertung...)
- **Komfort**
 Fahrwerkabstimmung - Sitzverstellung

Bild 5
Systematik der Fahrerassistenzsysteme

Im Bereich Sicherheit sind die dargestellten Bremssysteme ABS, Kombi-Bremse bis hin zur intelligenten Bremse das Realisationsziel Nummer eins. Schlupfregelungen, Lenk-/Brems-Kombination, Fahrzeugerkennung sollten in einer zweiten Phase realisiert werden.

Ähnlich verhält es sich im Bereich Information. Hier sollte die Fahrzeugnavigation mit einer automatischen Unfallmeldung bei einem verunglückten Motorradfahrer als erstes Element verwirklicht werden. Weitere Informationselemente wie Fahrdatendarstellung, Sensorauswertungen, Head-up-Display sind in der zweiten Phase zu realisieren. Der Bereich Komfort, Parkhilfen, Sitzverstellung, aber auch Standardisierung der Alpha-Systeme, sollte eigentlich parallel dazu erfolgen.

Weiter muss beachtet werden, dass bewährte Fahrerassistenzsysteme, zum Beispiel aus dem Pkw-Bereich, nicht ohne kritische Prüfung der zweiradspezifischen Eigenschaften auf das Motorrad übertragen werden dürfen. Ein Beispiel ist das ABS, das beim Motorrad in erster Linie den Sturz verhindern muss. Außerdem müssen alle Möglichkeiten der heutigen Technik zur Verbesserung der Bremsen genutzt werden. Dazu gehört die Integration von Bremskraftverteilung, Bremsassistent, Schlupfregelung im Modul ABS-Steuerung – also das intelligente Bremssystem IBS.

Speziell für das Motorrad zu entwickelnde Fahrerassistenzsysteme müssen sich auf die Problematik der Schräglagedynamik und die damit verbundenen Brems-Lenk-Momente konzentrieren. Die Übertragung von speziellen Sensoren zur Schräglagemessung kann aus Fahrdynamikregelungen von Pkw unter Beachtung der zweiradspezifischen Randbedingungen möglich sein.

Die spezielle Unfallgefährdung an Kreuzungen muss durch eine im Zusammenhang mit dem Unfallgegner oder der Umwelt entwickelten Freund/Feind-Erkennung reduziert werden. Dazu ist eine Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen anzustreben, die alle Bereiche der Verkehrspartner beinhaltet, also Pkw, Lkw und das Motorrad.

Literatur

- 01/ www.besser-bremsen.de
- 02/ Dynamische Vorderradüberbremsung bei Motorrädern
Dipl. Ing. J. Funke
Technische Universität Darmstadt
fzd-Bericht Nr. 270/00
- 03/ Untersuchungen zum Bremsverhalten von Motorrädern unter besonderer
Berücksichtigung der ABS-geregelten Kurvenbremsung
Dr.- Ing. Alois Weidele
VDI Bericht Reihe 12 Nr. 210
- 04/ Noch immer gefährliche Begegnungen. Die häufigsten Gefahren-
situationen für Motorradfahrer und die resultierenden Verletzungen
Dipl. Ing. Th. Kramlich
4. internationale Motorradkonferenz des Instituts für Zweiradsicherheit
Tagungsband, Sept. 2002

**Zukunftsfähige Bordnetzkonzepte
bei BMW Motorrad**

**Concepts for future electrical systems
in BMW motorcycles**

**Concepts de réseau de bord d'avenir
chez BMW moto**

Guido Stoffregen
Kai Barbehön

BMW Motorrad München

Kurzfassung

Die Anforderungen an ein modernes Motorradbordnetz werden aufgrund gesteigerter Ansprüche des Kunden und der Zulassungsbehörden immer komplexer. Moderne Motormanagementsysteme, ABS, umfangreiche Komfortfunktionen sind heute Stand der Technik. Gleichzeitig werden die gesetzlichen Anforderungen bezüglich Umweltverträglichkeit von Motorrädern immer strenger.

Ein in konventioneller Bauweise ausgeführtes Bordnetz vollausgestatteter Luxusrouer stellt heute in Bezug auf Kosten, Package und Gewicht die Grenze des Machbaren dar.

BMW hat für die kommende Generation BMW Motorräder ein neues Bordnetz-konzept mit folgenden Eigenschaften entwickelt:

- CAN-Bus basierte Datenkommunikation der Steuergeräte
- Kosten- und Gewichtsreduzierung durch verminderte Komplexität des Kabelbaums
- Skalierbarkeit des Bordnetzes
- größerer Funktionsumfang durch verteilte Funktionen
- Entfall von Sicherungen durch Einsatz von intelligenten Leistungstreibern

Der Vortrag beschreibt zunächst neben den Zielsetzungen bei der Entwicklung des neuen BN-Konzeptes auch die dabei angewendeten Prozesse und Methoden wie z.B.:

- BN-Definition
- Restbussimulation
- Hardware in the loop

Anschließend wird auf die Umsetzung und Verifikation der technischen Funktionen vom Systemprüfplatz über das Laborfahrzeug bis hin zur Serienfreigabe am fertigen Produkt eingegangen.

Abstract

Due to growing demands of the customer and homologation authorities the requirements for electrical systems in motorcycles are becoming increasingly complex. Modern engine management systems, anti lock brake systems, numerous convenience features are state of the art. At the same time legal requirements with regard to environmental protection are getting stricter.

The electrical systems of a luxury cruiser built in conventional technology are at the limits with regards to cost, package and weight.

For the coming generation of BMW motorcycles BMW has developed electrical systems with the following features:

- CAN-bus based data communication of the controllers
- reduction of cost and weight by reduced complexity of the wiring harness
- scalability of the electrical systems
- more functionality due to distributed functions
- replacement of fuses by use of intelligent semiconductors

The presentation describes the objectives during the development of the new electrical systems and the processes and methods used such as:

- definition of the electrical systems
- simulation of the controller network
- hardware in the loop

Furthermore the implementation and verification of the technical functionality from the single component up to the sign off for volume production is described.

Résumé

En raison des exigences accrues du client et des autorités d'homologation, on attend de plus en plus de choses complexes d'un réseau de bord pour moto moderne. Des systèmes de gestion du moteur modernes, l'ABS, de nombreuses fonctions de confort sont aujourd'hui l'état de la technique. Simultanément, les exigences légales en matière de respect de l'environnement par les motos deviennent de plus en plus sévères.

Un réseau de bord de construction conventionnelle de motos de touring de luxe atteint aujourd'hui la limite du faisable en matière de coûts, de "package" et de poids.

Pour sa prochaine génération de motos, BMW a mis au point un nouveau concept de réseau de bord présentant les propriétés suivantes :

- communication des données des appareils de commande basée sur bus CAN
- réduction des coûts et du poids grâce à un faisceau de câbles moins complexe
- réseau de bord modulable
- plus grande étendue des fonctions grâce à leur répartition
- fusibles superflus grâce à l'utilisation de programmes de gestion de puissance intelligents

l'exposé décrit tout d'abord également, outre les objectifs du développement du nouveau concept de réseau de bord, les processus et méthodes utilisés comme par ex. :

- définition du réseau de bord
- simulation de bus résiduel
- matériel in the loop

La mise en œuvre et la vérification des fonctions techniques, de l'emplacement de contrôle du système à l'homologation de série sur le produit fini en passant par le véhicule laboratoire est ensuite évoqué.

Zukunftsfähige Bordnetzkonzepte bei BMW Motorrad

1. Einleitung

Die Anforderungen an ein modernes Motorradbordnetz werden immer komplexer. Moderne Motormanagementsysteme, Sicherheitssysteme wie das ABS sowie gestiegene Kundenerwartungen bezüglich umfangreicher Komfortfunktionen sind heute Stand der Technik. Gleichzeitig werden die gesetzlichen Anforderungen bezüglich der Umweltverträglichkeit von Motorrädern immer strenger.

Ein in konventioneller Bauweise ausgeführtes Bordnetz voll ausgestatteter Luxustourer stellt heute in Bezug auf Package und Gewicht die Grenze des Machbaren dar.

Für die neue BMW R1200 GS, als erster Vertreter der neuen Technologiesgeneration, galt als oberstes Entwicklungsziel eine drastische Reduzierung des Gesamtgewichts gegenüber dem Vorgängermodell bei gleichzeitig gestiegenem Funktionsumfang. Diese Gewichtseinsparung war nur durch innovative Lösungen in allen Funktionsgruppen möglich. Somit ergaben sich für das neue Bordnetz folgende Anforderungen:

- Reduktion des Gewichts und der Komplexität des Kabelbaums bei gleichzeitig erhöhtem Funktionsumfang
- maximale Robustheit und Verfügbarkeit des Gesamtsystems
- vollständig diagnosefähig
- Zukunftssicherheit durch Skalierbarkeit
- ganzheitlicher Ansatz zur Abbildung der Funktionalität im Bordnetz

Resultierend aus diesen Anforderungen galt es, für die kommende Generation von BMW-Motorrädern ein neues Bordnetzkonzept mit folgenden Eigenschaften zu entwickeln:

- CAN-Bus-basierte Datenkommunikation der Steuergeräte
- Entfall von Sicherungen durch Einsatz von intelligenten Leistungstreibern
- größerer Funktionsumfang durch verteilte Funktionen

2. Der CAN-Bus im Motorrad

In der analogen Verbindungstechnik muss jede Information als diskretes Signal über eine exklusive Leitung geführt werden. So steigen mit dem Grad der Vernetzung auch überproportional die Anzahl der Leitungen und Gewicht und Kosten des Kabelbaums.

Die Forderung nach einer Reduktion des Gewichts und der Komplexität des Kabelbaums bei gleichzeitig erhöhtem Funktionsumfang ließ sich also nur mit der Einführung eines digitalen Bussystems erfüllen (siehe Bild 1). Dabei fiel die Wahl auf den CAN-Bus.

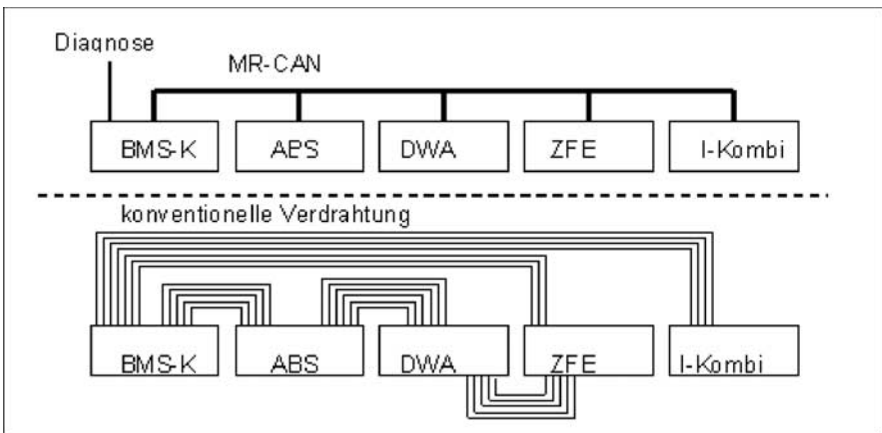


Bild 1
Vergleich Bussystem – konventionelle Verdrahtung

Die Abkürzung CAN steht für Controller Area Network und bezeichnet ein Feldbussystem zur Vernetzung von Steuergeräten in der Automobil- oder Automatisierungstechnik. Entwickelt wurde das CAN-Protokoll bei der Firma Bosch Mitte der 80er Jahre. 1987 stellte INTEL erstmals einen CAN-Contoller vor.

Der CAN-Bus wurde 1991 bei BMW-Pkw erstmals beim 8er Coupé in die Serie eingeführt. 1994 erfolgte mit der damaligen 7er Baureihe die Übernahme in die Großserie. Mittlerweile ist der CAN-Bus in jedem BMW Automobil enthalten und in der gesamten Automobilindustrie Stand der Technik in der Vernetzung von Steuergeräten.

Wie Bild 2 anschaulich zeigt, wurde die Kehrtwende weg von einer weiter steigenden Anzahl von Einzelleitungen mit Einsatz der Bustechnik vollzogen. Daher war es für BMW Motorrad folgerichtig, die mittlerweile bewährte und robuste Technik auch in der Motorradentwicklung zu übernehmen.

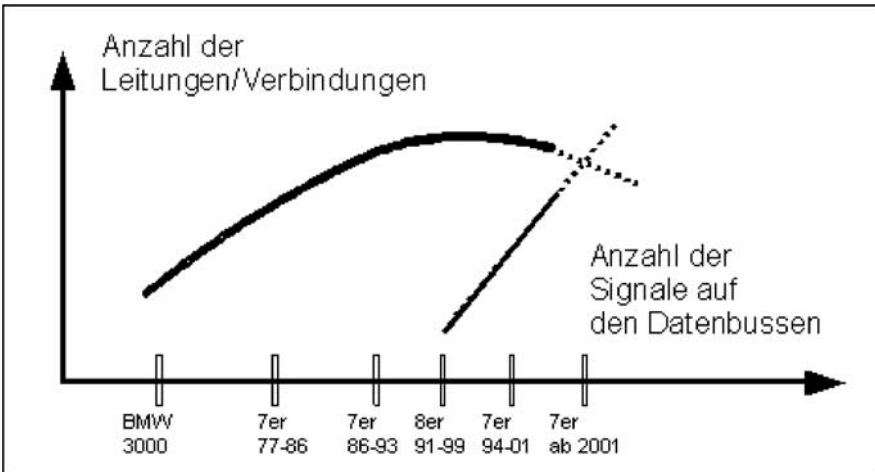


Bild 2
Entwicklung von Datenbussen in BMW Automobilen

Bei der Verwendung eines digitalen Bussystems wird die Information als Bestandteil eines Telegramms allen Busteilnehmern zur Verfügung gestellt. Der CAN hat eine Multi-Master Architektur, das heißt, jeder Busteilnehmer ist für seine Kommunikation am Bus selbst verantwortlich. Dies hat den Vorteil, dass der Ausfall eines Teilnehmers das Sendeverhalten der anderen nicht beeinflusst. Ob eine Nachricht auf dem CAN für ein Steuergerät relevant ist, entscheidet das Steuergerät in der Akzeptanzfilterung. Aufgrund dieser Eigenschaften des CAN lassen sich einfach 1:n Beziehungen zwischen Sendern und Empfängern von Signalen darstellen. Dies ist in Bild 3 dargestellt. Verteilte Funktionen werden hierdurch erst möglich.

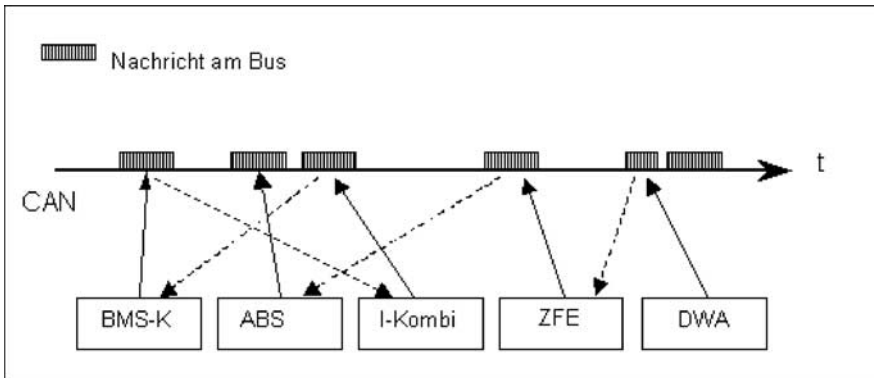


Bild 3
 Steuergeräte legen Nachrichten auf den Bus

3. Das sicherungslose Bordnetz

In der neuen Bordnetzgeneration vereinen intelligente Leistungshalbleiter erstmals bei Motorrädern die Funktion der bisherigen konventionellen Schmelzsicherungen und Relais. Diese Innovation bringt mehrere Vorteile mit sich.

Die Absicherung der elektrischen Bauteile im Motorsteuerungsverbund geschieht durch entsprechende Leistungshalbleiter, die in die Motorsteuerung integriert sind. Die Energieversorgung für alle weiteren Funktionen werden von der zentralen Fahrzeugelektronik (ZFE) übernommen. Durch die Integration der Sicherungs- und Relaisfunktionalität in diesem Steuergerät wird auch die so genannte E-Box überflüssig, in der beim konventionellen Bordnetz bislang alle Relais und Sicherungen untergebracht sind. Dies bringt erhebliche Vorteile hinsichtlich Gewicht und Package mit sich. So konnte bei der R 1200 GS bei erhöhter Funktionalität die Anzahl der Leitungen im ZFE-Bordnetzverbund gegenüber der Vorgängerin mit E-Box von 203 auf 178 Leitungen verringert werden. Rechnet man die Leitungen für den gestiegenen Funktionsumfang heraus, können sogar 51 Leitungen auf der Einsparungsseite ausgewiesen werden.

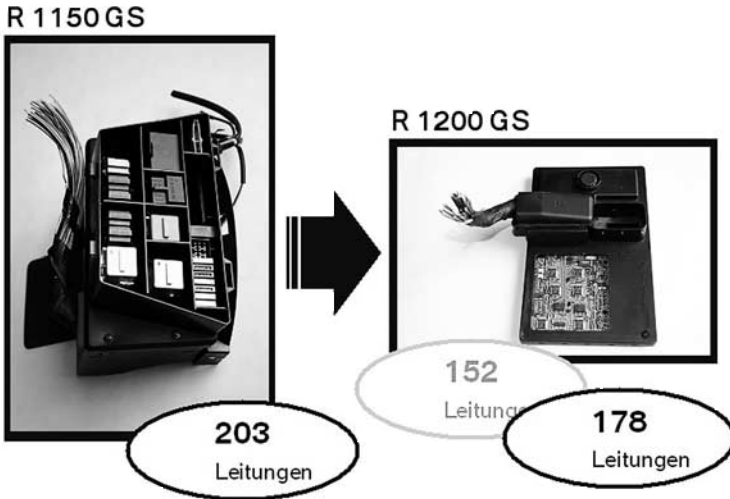
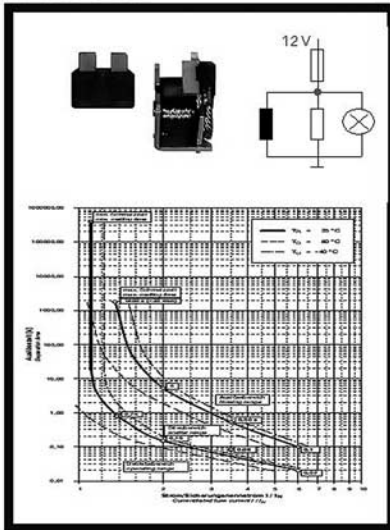


Bild 4
Vergleich E-Box - ZFE

An Stelle der Schmelzsicherungen treten, wie bereits oben erwähnt, eigendiagnosefähige Leistungstreiber. Gegenüber einer Schmelzsicherung besitzt der Leistungstreiber ein erheblich eingeschränktes Toleranzfeld, insbesondere was die Toleranzabhängigkeit von der Betriebstemperatur betrifft (Bild 5). Da die eingesetzten Halbleitertypen über eine Eigendiagnose verfügen, konnte durch Einsatz entsprechender Algorithmen ein Fehlerspeicherkonzept implementiert werden, welches zu der von den Halbleitern gemeldeten Fehlerart (Leistungsunterbrechung oder Kurzschluss) auch aussagefähige Umweltbedingungen hinterlegt. Erkennen die Systeme im Bordnetzverbund für den Fahrbetrieb relevante Abnormalitäten, werden diese via CAN dem Kombiinstrument übermittelt und dem Fahrer im Infodisplay visualisiert.

R 1150 GS



R 1200 GS

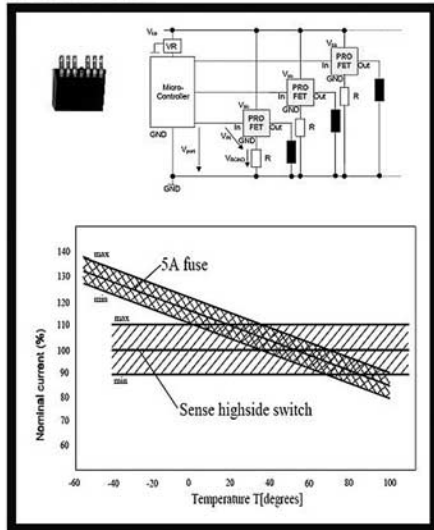


Bild 5
Vergleich Sicherungskonzepte

Wurde ein Fehler bei einem Fahrzyklus erkannt, der dazu führte, dass ein entsprechender Funktionspfad abgeschaltet wurde, prüft das Steuergerät bei jeder Neuinitialisierung die Funktion der Verbraucher. Ist der Fehler, der zur Abschaltung eines Verbrauchers geführt hat (Kurzschluss), nicht mehr vorhanden, wird der entsprechende Pfad wieder freigegeben. Hierdurch wird auch die Gefahr von unsachgemäßer Reparatur (Überbrücken einer Sicherung oder Austausch durch eine falsch dimensionierte Sicherung) erheblich verringert.

Ein Novum in der Motorradtechnik ist die aus dem Diagnosekonzept abgeleitete Möglichkeit von Ersatzfunktionen. Fällt zum Beispiel das Rücklicht einer R1200GS aus, wird dies von der ZFE diagnostiziert. Ein Fehlerspeichereintrag wird mit den entsprechenden Zusatzinformation erzeugt und ein entsprechender Hinweis im Display zur Information des Fahrer generiert. Gleichzeitig steuert die ZFE die Funktion des Rücklichts auf die Bremslichtlampe um, indem sie die Helligkeit des Rücklichts durch Dimmen (Pulsweitenansteuerung) des Bremslichtes umsetzt.

4. Verteilte Funktionen

Um den wachsenden Ansprüchen an die Funktionalitäten eines Fahrzeugs gerecht zu werden, erfordert es den Einsatz verteilter Funktionen. Bei einer verteilten Funktion wird beispielsweise der Wert eines zu einem Steuergerät gehörigen Sensors oder ein Teilergebn einer bereits berechneten Funktion auch anderen Steuergeräten zur Verfügung gestellt, um in diesen Steuergeräten in weiteren Funktionen ebenfalls verarbeitet zu werden.

Dies hat den Vorteil, dass neue innovative Funktionen relativ leicht dargestellt werden können, der Aufwand für Sensorik sinkt und Funktionen in den Steuergeräten implementiert werden können, die sich als „Funktionsinhaber“ am geeignetsten erweisen. Durch die Bustechnologie brauchen die Signale nur einmal in einer bestimmten Güte ausgewertet zu werden und können als Bussignal von den anderen Steuergeräten leicht verarbeitet werden. Als einfachstes Beispiel sei hier die Auswertung des Geschwindigkeitssignals aufgeführt (Bild 6).

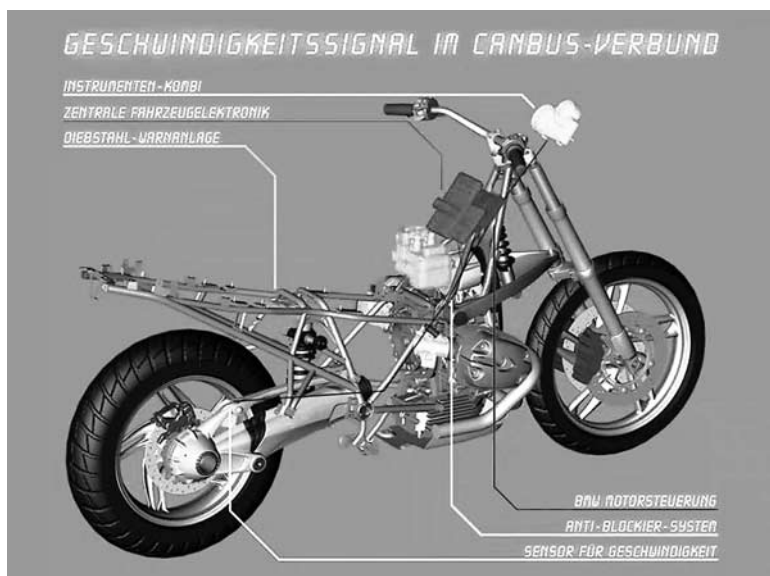


Bild 6

Beispiel: Auswertung des Geschwindigkeitssignals

Der Geschwindigkeitssensor wird bei verbautem ABS vom ABS-Steuergerät ausgewertet, bei Fahrzeugen ohne ABS von der ZFE. Der Wert des Sensors wird digitalisiert und auf den Bus gelegt. Von dort wird er von den anderen Steuergeräten eingelesen und in verschiedenen Funktionen verwendet, zum Beispiel:

- zeit- und wegabhängige Blinkerrückstellung in der ZFE
- Grundfunktion des ABS
- Anzeige der Geschwindigkeit im Kombi
- diverse Funktionen in der Motorsteuerung
- Umweltbedingung für Fehlerspeichereinträge

Durch den intelligenten Entwurf verteilter Funktionen können neue kundenwertige Funktionalitäten umgesetzt werden, die in einem herkömmlichen Bordnetz nur mit erheblichem Aufwand realisierbar wären. Insbesondere im Bereich der Fahrerinformations- und Assistenzsysteme liegen hier viele Chancen.

5.1 Anforderungsbeschreibung

In der Entwicklung von der abstrakten Idee hin zum fertigen Produkt ist die Anforderungsbeschreibung der erste Schritt. An das System „Bordnetz“ im Fahrzeugverbund werden verschiedene funktionale Anforderungen gestellt. Dabei steht in der abstrakten Betrachtung nicht mehr die Komponente im Vordergrund. Zu diesem Zeitpunkt der Entwicklung liegt der Fokus in der Entwicklung auf der Funktion.

Im Allgemeinen wird eine Funktion beschrieben durch eine Eingangs- und eine Ausgangsgröße. Bezogen auf ein Steuergerät (Komponente) ist eine Eingangsgröße zu einer Ausgangsgröße in der einfachsten Betrachtung üblicherweise ein Sensor und Ausgangsgröße der Funktion ein Aktuator (Stellglied).

5.2 Analyse

In der Analyse erfolgt die Partitionierung des Bordnetzes. Partitionierung heißt, aus dem abstrakten Funktionsnetz wird die Zuordnung der Funktionen zu den Komponenten (Komponentennetz) und der Signalaustausch der Komponenten untereinander (Verbindungsnetz) abgeleitet.

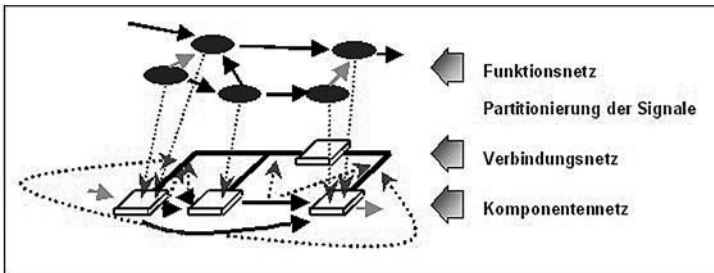


Bild 8
Partitionierung des Bordnetzes

5.3 Entwurf

Das Ergebnis von Anforderungsbeschreibung und Analyse ist die virtuelle Modellierung des Bordnetzes in der Bordnetz Datenbank. Hieraus werden dann der Nachrichtenkatalog (physikalische Beschreibung aller Signale auf dem Bus) und die Restbussimulation generiert. Diese dienen im Anschluss den Zulieferern als Basis für die Komponententwicklung.

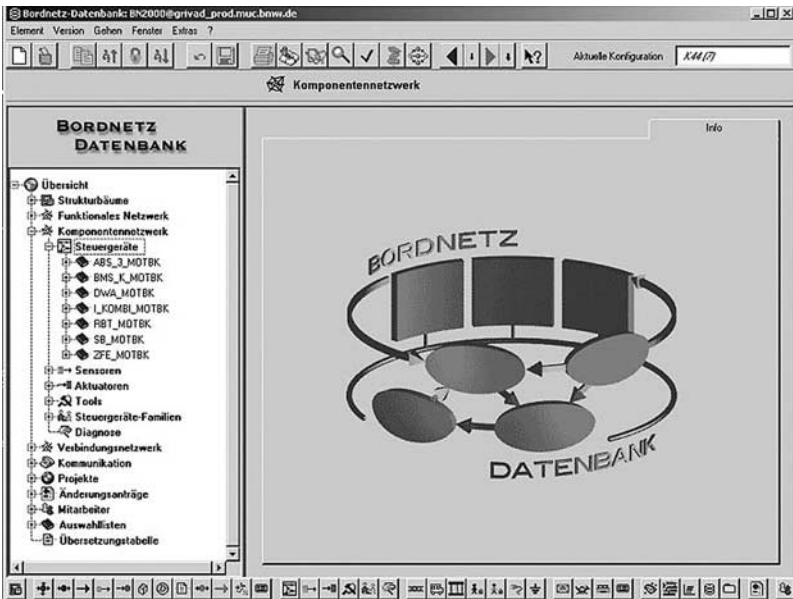


Bild 9
Bordnetz Datenbank

5.4 Systemtest

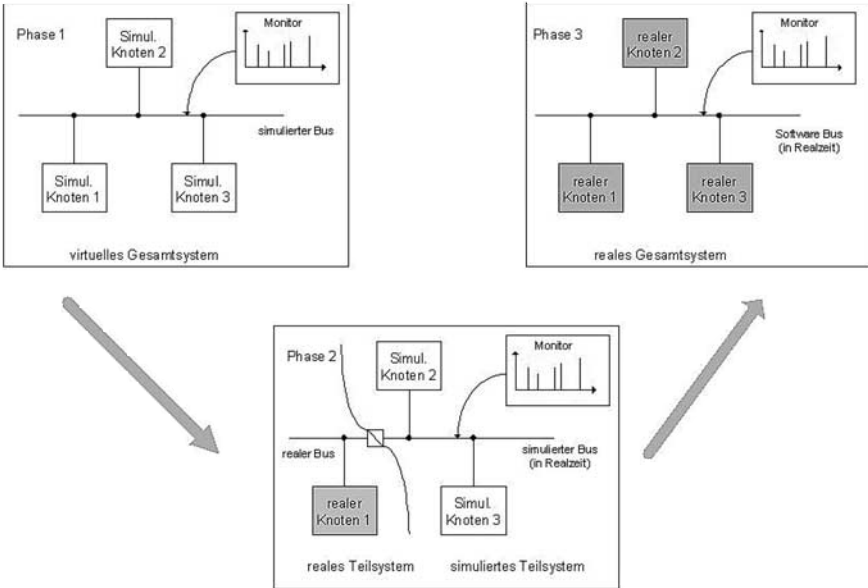


Bild 10
Integration vom virtuellen zum realen System

Die Integration einer Komponente in das Bordnetz erfolgt in mehreren Schritten. Zuerst wird die Komponente am Teilsystemplatz in einer simulierten Umgebung überprüft. Hier liegt besonderes Augenmerk darauf, ob die Komponente ihre Schnittstellen (Buslogik, Busphysik, simulierte und/oder reale Lasten) korrekt bedient.

Nach Meistern dieses ersten Prüfschrittes folgt die Integration in den Gesamtverbund aller elektrischen Komponenten am sogenannten Labbike. Hier werden in der Realität auftretende Betriebszustände wie Überspannung, Unterspannung, Bus-Fehler, Ausfall von Lasten, usw. unter Laborbedingungen abgeprüft.

Erst nach erfolgreich bestandenem Test am Labbike (Bild 11) erfolgt die Integration am Gesamtfahrzeug.

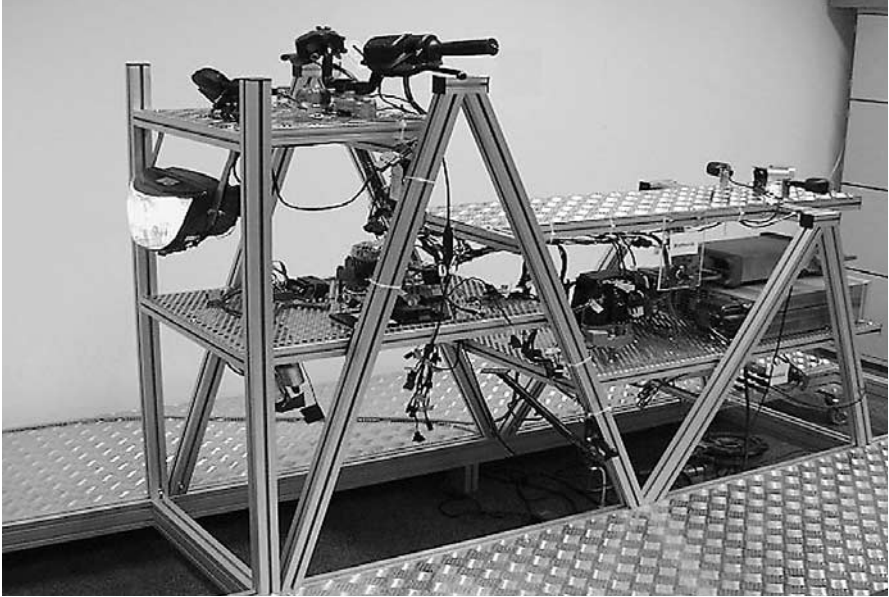


Bild 11
Labbike

6. Skalierbarkeit und Zukunftsfähigkeit

Da die neue Bordnetzgeneration bei BMW Motorrad durch seine Funktionalitäten definiert ist und nicht zwingend durch seine Komponenten, ist eine gute Skalierbarkeit des Bordnetzes gegeben.

Somit stellt das neue Bordnetz eine ideale Grundlage für die Entwicklung der Elektrik/Elektronik weiterer Modellvarianten von BMW Motorrad dar.

Die funktionalen Anforderungen unterschiedlichster Fahrzeugtypen können innerhalb einer Bordnetzkonfiguration abgebildet werden.

So können auch Funktionalitäten für verschiedene Modellvarianten relativ leicht zu einer bestehenden Konfiguration hinzugefügt werden (Beispiel ESA-Funktionalität der K1200S).

Alle Steuergeräte sind flashprogrammierbar, so können auch zukünftige funktionale Innovationen aufwandsarm bei bereits ausgelieferten Fahrzeugen nachgerüstet werden. Darüber hinaus sind die meisten Steuergeräte auch codierbar, das heißt, von Sonderausstattungen abhängige Merkmale (z.B. Griffheizung), können in den Steuergeräten softwaremäßig aktiviert werden. Für den Kunden bringt dies den Vorteil, dass bestimmte Funktionsumfänge in der Handelsorganisation einfach nachgerüstet werden können.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Mit Einführung der neuen CAN-Bus Bordnetzgeneration hat BMW Motorrad technologisch einen weiteren, großen Schritt nach vorne getan. Dabei wurde die im Automobilbau bewährte CAN-Bus Technologie hinsichtlich der motorradspezifischen Belange optimiert und durch Einsatz elektronischer Halbleitersicherungen mit Bezug auf den Bordnetz Gesamtverbund optimiert.

Diese neue Bordnetzgeneration stellt die Basis für zukünftige BMW Motorrad Modellvarianten und innovative neue Funktionalitäten.

Mit der modernen digitalen Technik und der konsequenten Diagnosefähigkeit ist BMW Motorrad bereits heute für künftige gesetzliche Anforderungen gut gerüstet.

Der ganzheitliche funktionale Ansatz, verbunden mit einem Entwicklungsprozess vom virtuellen hin zum realen System, wird bei gleichzeitig erhöhter Testtiefe Entwicklungszeiten verkürzen und die Basis für neue, auch sicherheitsrelevante Bordnetzfunktionalitäten darstellen.

**Leichtbaumethodik bei BMW Motorrad
am Beispiel R 1200 GS**

**Lightweight engineering and technology by
BMW Motorrad, taking the R 1200 GS as an example**

**R 1200 GS – exemple de la méthodologie de
construction allégée de BMW Motorrad**

Dr.-Ing. Markus Braunsberger
Leiter Forschung & Entwicklung
Executive Vice President Research & Development

Dipl.-Ing. Udo Ochner
Leiter R-Baureihe
General Manager R-Series

BMW Motorrad

Kurzfassung

Leichtbau steht im Focus der Zielsetzung für alle neuen BMW Motorräder. Die erfolgreiche Umsetzung dieses hochpriorisierten Projektziels setzt die konsequente Erarbeitung und Anwendung eines methodischen Vorgehens voraus, dessen Haupteinflussfaktoren erläutert werden.

Wegen ihrer besonderen Wichtigkeit werden die Phasen des Produktentstehungsprozesses sowie ihre Vernetzung beschrieben und hervorgehoben, wie sich der Zielwert Gewicht bezüglich Bedeutung und Absolutwert durch diese Phasen hindurch entwickelt. Der Vortrag beschreibt dazu die Systematik der Zielwertbildung.

Die Abläufe innerhalb der Entwicklungsfachabteilungen beginnen mit einer Kategorisierung der Bauteile, um die Lösungskonzepte auf der Prinzipienebene systematisch aufzubauen. Basis der Weiterentwicklung ist die Messung der Betriebslasten und die Ermittlung der Lastdaten, mit denen Simulations- und FEM-Modelle beaufschlagt werden. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Korrelation der Ergebnisse von Messung und Berechnung zu. Es wird ein zweistufiger Regelkreis beschrieben, der bei Zielabweichungen im Rahmen der Bauteilentwicklung zum Tragen kommt.

Über die beschriebenen Entwicklungstools und Abläufe hinaus werden weitere Erfolgsfaktoren genannt, die wichtigen Einfluss auf die Umsetzung eines anspruchsvollen Gewichtszieles haben. Im Vordergrund stehen dabei die hohe Priorität des Gewichtszieles, die Verbindlichkeit der Zielvereinbarung, die personalisierte Verantwortlichkeit und die Infrastruktur der Projektteams.

Abstract

Lightweight engineering is an overriding objective on all new BMW motorcycles. Successful implementation of this top priority project target requires consistent development and implementation of a methodical approach described in greater detail in this paper.

The various phases of the product creation and development process as well as the network connecting these phases are described and highlighted in greater detail on account of their particular significance. A further point given particular consideration is how the weight target develops during these phases in terms of its significance and absolute value. In particular, the paper describes how this target is formulated and developed in a systematic process.

Operations within the Development Departments begin with the categorisation of components systematically revealing the various solutions and concepts in terms of their underlying principles. Ongoing development is then based on the measurement of operating loads and the development of load data for subsequent simulation and FEM models. The correlation of results obtained in measuring and calculation processes is of particular significance in this context. The paper describes a two-stage control circuit applicable whenever targets in the development of components are not reached in full and therefore require further scrutiny.

Over and above the development tools and processes described, the paper presents further factors crucial to success, all of which have a major influence on the achievement of the weight target. The focus is on the overall weight of the motorcycle as a criterion of high priority, the need for binding targets, the personification of responsibility, and the infrastructure of the project team.

Résumé

La construction allégée est un objectif essentiel pour toutes les nouvelles motos BMW. La réalisation réussie de cet objectif de projet prioritaire suppose l'élaboration et l'application conséquente d'une approche systématique dont les critères principaux sont expliqués.

En raison de leur importance particulière, les phases de conception du produit ainsi que leur mise en réseau font l'objet d'une description détaillée mettant l'accent sur l'évolution du paramètre poids pendant ces phases concernant son importance et ses valeurs absolues. L'exposé en définit la systématique de la détermination des valeurs objectives.

Les process dans les services de développement commencent par la catégorisation des composants pour définir les concepts de solutions systématiquement à partir des principes retenus. Les bases du développement ultérieur sont le relevé des charges de fonctionnement et la détermination des données de charge appliquées aux modèles de simulation et d'éléments finis. En ce contexte, la corrélation entre les relevés de mesure et les résultats de calcul revêt une importance particulière. L'exposé décrit une boucle à deux phases applicable en cas d'incohérences dans le cadre de l'étude des composants.

Au-delà des outils et process de développement sont évoqués d'autres critères de réussite ayant une influence significative pour la réalisation d'un objectif de poids ambitieux, soulignant la priorité absolue de l'objectif poids, le caractère impératif du cahier de charges, la responsabilité personnelle et l'infrastructure de l'équipe de projet.

Leichtbaumethodik bei BMW Motorrad am Beispiel der R 1200 GS



Eine deutliche Gewichtsreduzierung ist die herausragende Zielsetzung für alle neuen BMW Motorräder. Die erfolgreiche Umsetzung dieses hochpriorisierten Projektziels setzt die konsequente Erarbeitung und Anwendung eines methodischen Vorgehens voraus. Von großer Bedeutung ist dabei die Vernetzung der Aktivitäten in allen Phasen der Produktentwicklung, die Zielwertbildung, die Konstruktionssystematik, die Berechnungstools mit den zugehörigen Lastannahmen und die Systematik zur Ausregelung von Zielabweichungen. Großen Einfluss darüber hinaus haben die Priorität der Gewichtszielsetzung, die Personifizierung der Verantwortung zur Zielerreichung sowie die Infrastruktur des Projektteams.

1. Einführung

Mit dem seit Jahren anhaltenden Trend zu hubraumstarken Motorrädern ist deren Gewicht stetig gestiegen und dies insbesondere, wenn neben Off-Road-Eigenschaften hohe Ansprüche an Touren- und Soziuskomfort sowie Zuladung gestellt wurden (Bild 1). Bei den großen Reise-Enduros schränkten Fahrzeugleergewichte über 240 kg den Fahrspaß im Gelände zunehmend ein. Auch der Agilität auf der Straße waren damit Grenzen gesetzt. Vor diesem Hintergrund galt für die R 1200 GS als oberstes Entwicklungsziel eine drastische Reduzierung des Gesamtgewichts um ca. 12% gegenüber dem Vorgängermodell.

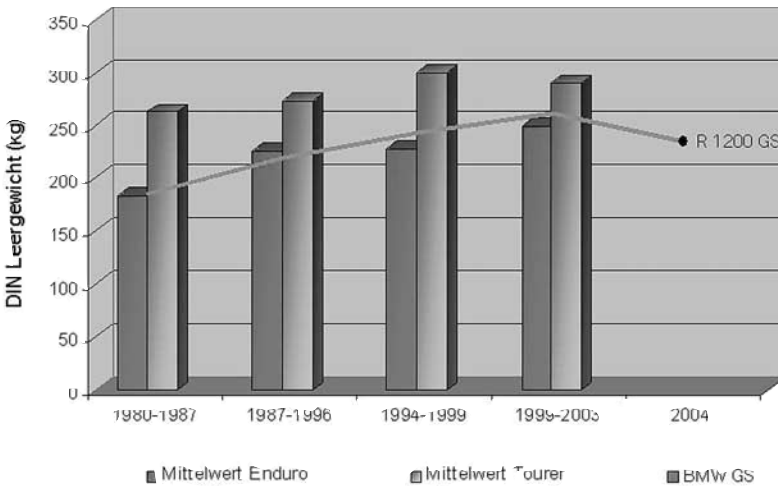


Bild 1
Entwicklung der Fahrzeuggewichte Enduro und Tourer

2. Leichtbaumethodik

2.1 Haupteinflussparameter

Der hochkomplexe Projektprozess verfügt über eine Vielzahl von Schnittstellen zwischen den einzelnen Unternehmensbereichen. Für die erfolgreiche Umsetzung des Gewichtszieles steht dabei die Vernetzung von Projekt- und Entwicklungsprozess im Vordergrund, um damit sicherzustellen, dass schon in der Vorentwicklung der Komponenten die richtigen Schwerpunkte gesetzt werden. Weitere wichtige Einflussfaktoren liegen in der Entwicklungsmethodik mit den zugehörigen Tools der Bereiche Berechnung und Konstruktion, der Zielwertbildung sowie seiner Steuerung. Hinzu kommen einige projektspezifische Erfolgsfaktoren (Bild 2).

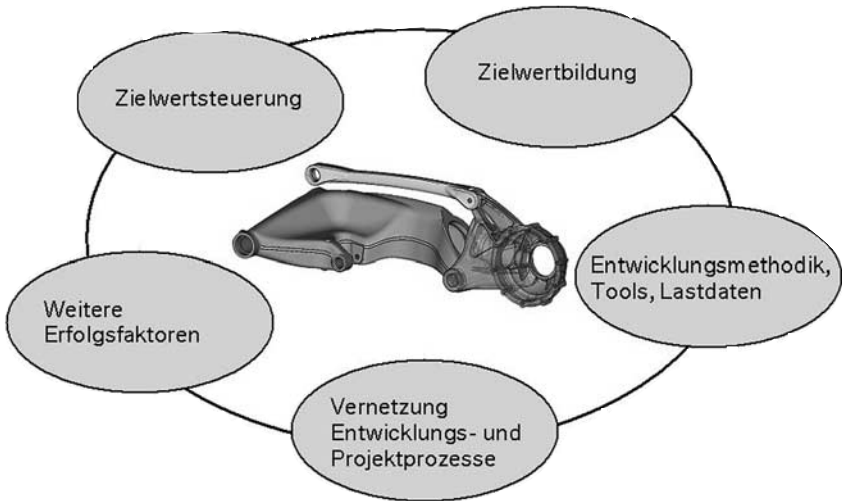


Bild 2
Haupteinflussfaktoren Leichtbaumethodik

2.2 Vernetzung von Entwicklungs- und Projektprozessen

Die Aktivitäten in der Vorleistungsphase des Produktentstehungsprozesses sind entwicklungsgetrieben. Ein Team von wenigen Spezialisten aus den Entwicklungsbereichen und der Gesamtfahrzeugprojektleitung führt eine erste Sichtung des technisch Machbaren auf Basis des Vorgängermodells durch. Dabei werden die Einschätzung des Wettbewerbes aus technischer Sicht sowie die zu erwartende gesetzliche Situation berücksichtigt. Der Vorgang dient dazu, die Vielzahl der möglichen technischen Lösungen auf die sinnvoll Umsetzbaren zu reduzieren. In diesem Zusammenhang wird auch die Rolle des Gewichtes diskutiert, eine Bewertung dieses Projektparameters durchgeführt und eine erste Abschätzung zum Gewichtsziel vorgenommen.

Mit dem groben Produkteigenschaftsprofil und den erarbeiteten technischen Realisierungsansätzen können dann, unter Einbindung des Vertriebes, die Vorentwicklungsaktivitäten nach Inhalt und zeitlicher Taktung hinsichtlich der Realisierung im jeweiligen Fahrzeugprojekt abgestimmt werden. In der anschließenden Strategiephase werden die Situation im Markt und der Wettbewerb analysiert. Ziel ist es dabei, die Annahmen der langfristigen Modellangebotsplanung auf Basis der aktuellen Marktsituation zu plausibilisieren und zu prüfen, ob bezogen auf den zeitnahen Start des Projektes Korrekturen am Modellangebot, sowie an der grundsätzlichen Ausrichtung einzelner Modelle, notwendig sind. In dieser Phase wird die Bedeutung des Fahrzeuggewichtes aus marktstrategischer Sicht bewertet (Bild 3).

In der Konzeptfindungsphase geht es schließlich konkret um technische Umsetzungen. Die Arbeiten umfassen Konstruktionen und Package Betrachtungen zu Komponenten aus der Vorentwicklung, die die Anforderungen an das Fahrzeuggewicht aus den vorangegangenen Phasen berücksichtigen.

Es werden dabei bis zu drei alternative Konzeptlösungen zum Beispiel für Motor-
komponenten oder für Radführungssysteme betrachtet und bezüglich ihrer Eignung
für einzelne Modelle der Baureihe oder als Teile des Baukastensystem
bewertet.

Die Initialphase unmittelbar vor dem Start des Fahrzeugprojektes dient dazu, die
vorliegenden Erkenntnisse in einen stimmigen Zielparametersatz für die Bau-
reihe und das Leadmodell zu überführen.

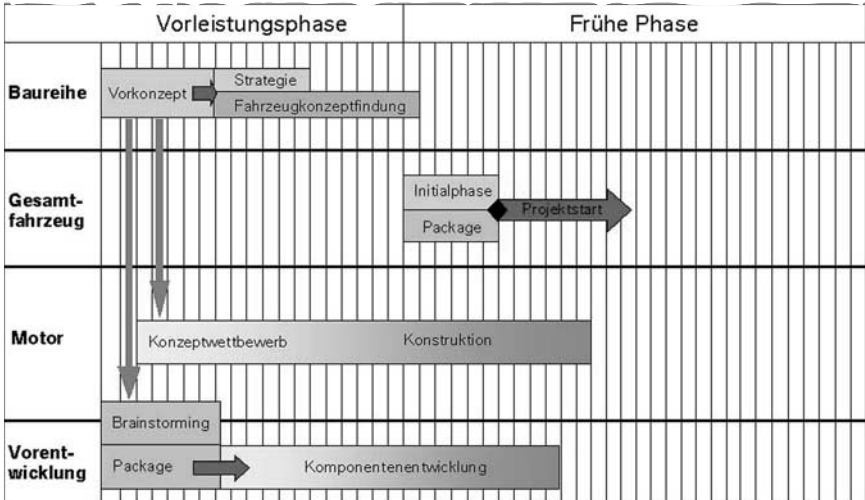


Bild 3
Vernetzung der Entwicklungsaktivitäten zu Anfang des Produktentstehungsprozesses

2.3 Zielwertbildung und Zielvereinbarung

Aus den Erkenntnissen der Vorleistungsphasen Strategie und Konzept wird ein
Pauschalwert für das Gewichtsziel gebildet, der im Rahmen der Initialphase zu
bestätigen ist (Bild 4). Im ersten Schritt wird das Pauschalziel prozentual auf die
Entwicklungsfachbereiche verteilt und von diesen über eine Vorgängerbetrach-
tung auf Machbarkeit und Grad der Anspannung bewertet. Dabei werden die
Gewichtsabschätzungen über die Baugruppe bis auf das Einzelteil herunterge-
brochen. Zu der Betrachtung gehört auch die Beurteilung von Konzeptänderun-
gen gegenüber dem Vorgängermodell und daraus resultierenden Verschiebun-
gen der Pauschalzielaufteilung zwischen den Fachbereichen.

Einkauf und Controlling bewerten dazu jeweils die Auswirkungen auf die Betriebswirtschaft. Diesen Vorgang steuern die Vertreter der Entwicklungsfachbereiche im Projekt für ihr Teilgewichtsziel und der Fahrzeugprojektleiter für die Gesamtzielsetzung.

Mit Abschluss der Initialphase werden alle Projektziele im Zielkatalog verankert. Für die einzelnen Kostenziele sowie für das Gewichtsziel wird eine Zielvereinbarung verfasst. Der Entwicklungsfachbereichsleiter bestätigt mit seiner Unterschrift das mit ihm persönlich abgestimmte Paket aus Produktsubstanz, Entwicklungskosten, Terminen, Herstellkosten und Gewicht.

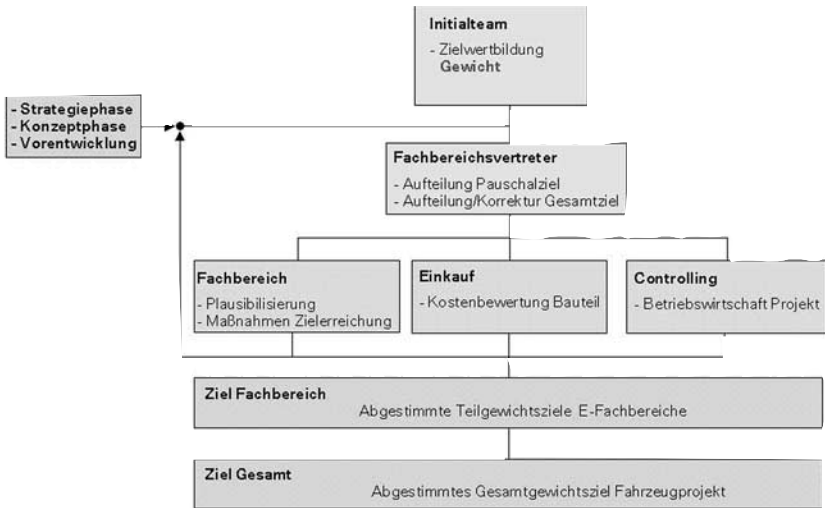


Bild 4
Regelkreis zur Zielwertbildung in der Initialphase

2.4 Entwicklungsmethodik, Tools und Lastdaten

Um die Lösungskonzepte systematisch aufzubauen, beginnt die konstruktive Umsetzung mit einer Analyse der Bauteile auf Prinzipfunktionsebene (Bild 5). Besonderer Fokus liegt hier auf dem Erkennen von Potenzialen zur Funktionsintegration als wichtigste Basis des Leichtbaus über den Weg der Eliminierung von Bauteilen. Belastungsgerechtes Konstruieren nach intensiver Betrachtung von Krafteinleitung und Kraftfluss bildet einen weiteren wichtigen Stellhebel über den Weg des minimierten Materialeinsatzes, um letztlich mit der Wahl des richtigen Werkstoffes das Gewichtspotenzial möglichst umfassend nutzen zu können.

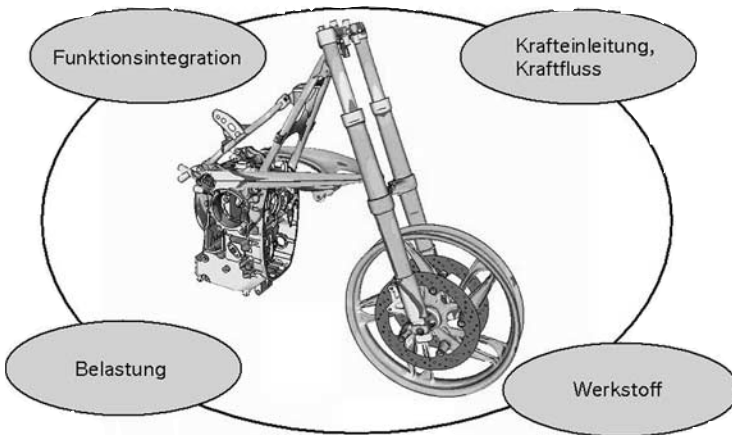


Bild 5
Analyse auf Prinzipfunktionsebene

Die erfolgreiche Umsetzung der Funktionsintegration setzt einen sehr intensiven Austausch aller Entwicklungsfachabteilungen voraus, der über das Fahrzeugprojektteam sichergestellt wird. Dabei werden fachbereichsbezogene Detaillösungen, wie zum Beispiel die Integration der Bremsleitungs-verteilung in die Gleitrohrbrücke, ebenso verfolgt wie grundlegende strukturelle Maßnahmen. Zu diesen gehört die Umsetzung der CAN-Bus-Technologie. In Verbindung mit der Integration der Relais- und Sicherungsfunktionen auf der Platine des Steuergerätes der Zentralen Fahrzeugelektronik konnten durch den Einsatz dieser Technologie bei deutlich gesteigerter Funktionalität 25 Leitungen und insgesamt im Bereich Elektrik/Elektronik 4 kg Gewicht eingespart werden (Bild 6).

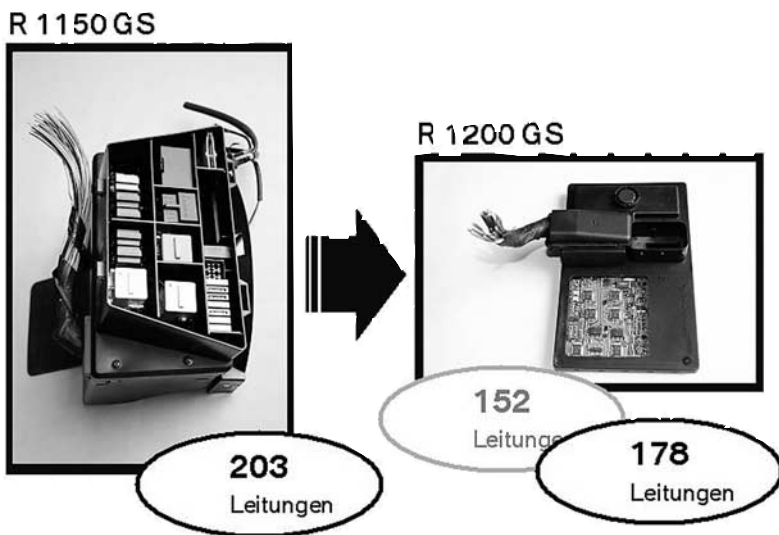


Bild 6

Beispiel Funktionsintegration im Bereich Elektrik/Elektronik

Wichtige Voraussetzung für gewichtsoptimierte Auslegungen haben die genaue Kenntnis der Hauptbelastungen der Bauteile und die Ermittlung von Krafteinleitung und Kraftfluss. Belastungsgerechtes Konstruieren steht hier im Vordergrund, denn Krafteinleitung und Kraftverteilung auf Prinzipfunktionsebene bilden die Basis für den sparsamen Umgang mit Material und damit für den Leichtbau. So ist beispielsweise die Lagerung des Hinterachsgehäuses im Vergleich zur Lösung des Vorgängermodells deutlich tiefer angeordnet (Bild 7).

Auf diese Weise kann der Hebelarm der Seitenkraft im Radaufstandspunkt, der in die Torsionsbelastung der Lagerung quadratisch eingeht, kürzer ausgeführt werden. Für die Lagerung bedeutet dies bei gleicher Seitenkraft eine deutlich geringere Torsionsbelastung und eröffnet die Möglichkeit einer gewichtsoptimierten Dimensionierung. Da aus Kostengründen exotische Werkstoffe nur im Ausnahmefall Verwendung finden, kommt der Auslegung auf der Prinzipienebene diese große Bedeutung zu.

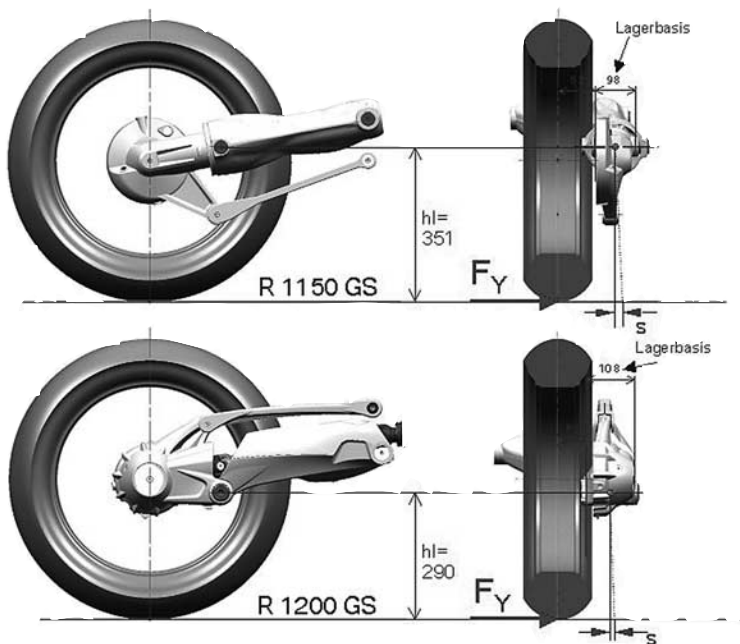


Bild 7
*Beispiel Kräfteinleitung und Kraftfluss an der Lagerung
 Hinterachsgetriebe*

Zu den prinzipiellen Überlegungen gehört auch die Auswahl des geeigneten Werkstoffes. Für Funktionsteile wie das Gepäcksystem, das bei dem Vorgängermodell aus Aluminiumdruckguss gefertigt ist, kommen auch Kunststoffe in Frage, die je nach Anforderung mit verschiedenen Festigkeiten ausgestattet werden können (Bild 8). Die Gepäckplatte der neuen R 1200 GS ist beispielsweise aus PA 6 gefertigt, während die höher belastete Gepäckbrücke mit den integrierten Soziushaltegriffen in PA 6 mit 30% Glasfaseranteil ausgeführt ist.

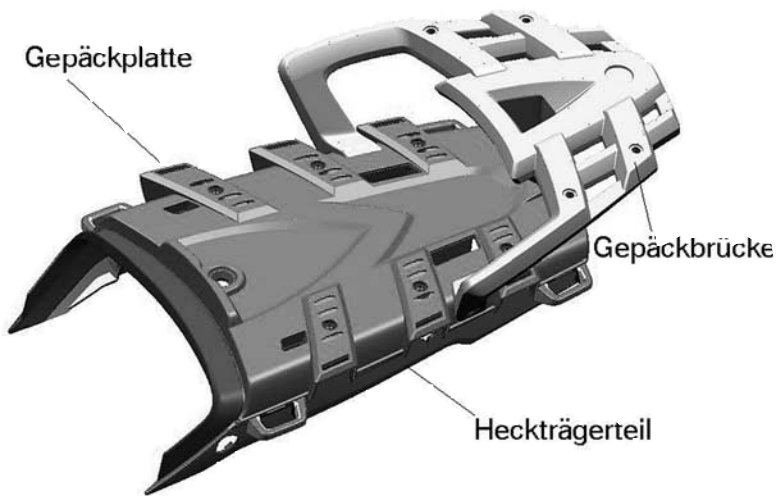


Bild 8
Beispiel Materialwahl Gepäcksystem

Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung eines Bauteils sind anwendungsgerechte Lastannahmen, da sie unmittelbar in die Bauteildimensionierung und damit in das Bauteilgewicht eingehen. Die Übereinstimmung zwischen der realen am Fahrzeug gemessenen Bauteilbelastung, der Lastannahmen und Schnittkräfte für die FEM-Berechnung sowie die Belastung der Komponenten auf dem Prüfstand stellt den entscheidenden Schritt in der Leichtbaumethodik von BMW Motorrad dar.

Basis bildet hier die Messung der Betriebslasten und die Ermittlung der Lastdaten. Hervorzuheben ist dabei, dass diese Daten modellspezifisch im realen Vergleichsfahrzeug gemessen werden (Bild 9). Abhängig von den segmenttypischen Nutzungsbedingungen wird das Gesamtbelastungsprofil aus Messungen auf Autobahn, Landstraße, Schotter- und Endurostrecken abgeleitet. Zur Validierung der Lastannahmen und der Übertragungsfunktion der Lastdaten des Vorgängerfahrzeuges auf das neue Fahrzeug werden in der frühen Prototypenphase zusätzlich Beanspruchungsmessungen auf den jeweiligen Auslegungstrecken vorgenommen.



Bild 9

Messaufbau zur Ermittlung der realen Bauteibelastungen am Motorrad

Ausgehend von den Lastannahmen und den skalierten Lastdaten werden zur Auslegung der Bauteile die Schnittkräfte und Momente benötigt. Diese lassen sich, wenn sie nicht aus Messungen vorliegen, über eine Mehrkörpersimulation des Gesamtfahrzeuges berechnen. Die Lastdaten werden somit für das erste Topologiemodell des neuen Bauteils, für die Konstruktionsphase mit Rückführung über die Berechnung und für die anschließende Ansteuerung des Prüfstandes verwendet (Bild 10).

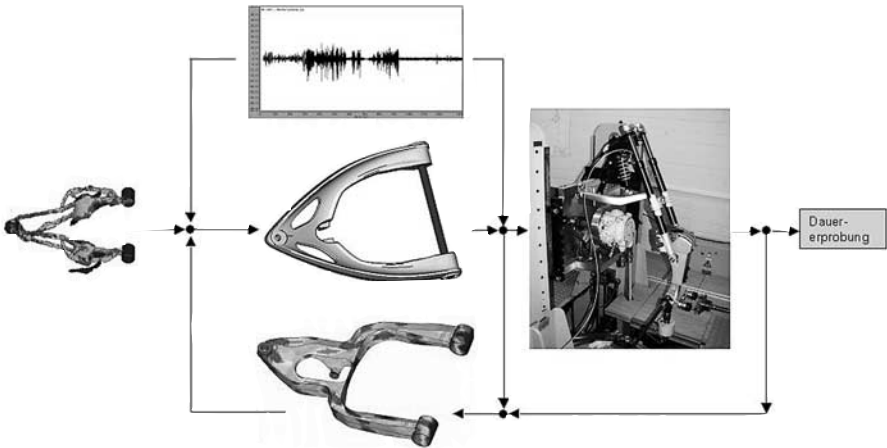


Bild 10

Schematische Darstellung Entwicklungsschritte auf Basis gleicher Lastdaten

2.5 Zielwertsteuerung

Die Zielwertsteuerung erfolgt auf Basis detaillierter und umfassender Gewichtsziellisten, mit denen das Fachbereichsziel bis auf das einzelne Bauteil heruntergebrochen wird. Änderungen mit Einfluss auf das Gewicht werden abhängig von der Entwicklungsphase im CAD ermittelt oder am Realteil gewogen. Zur Kompensation von Zielabweichungen kommt ein zweistufiger Regelkreis zum Einsatz (Bild 11).

Im ersten Schritt hat der Entwicklungsfachbereich dafür zu sorgen, dass die Abweichung von seinem Teilgewichtsziel innerhalb seines Bereiches kompensiert wird. Ist dies nicht möglich, werden über die fachbereichsübergreifende Regelung unter Federführung der Projektleitung Kompensationspotenziale im Gesamtfahrzeug erarbeitet.

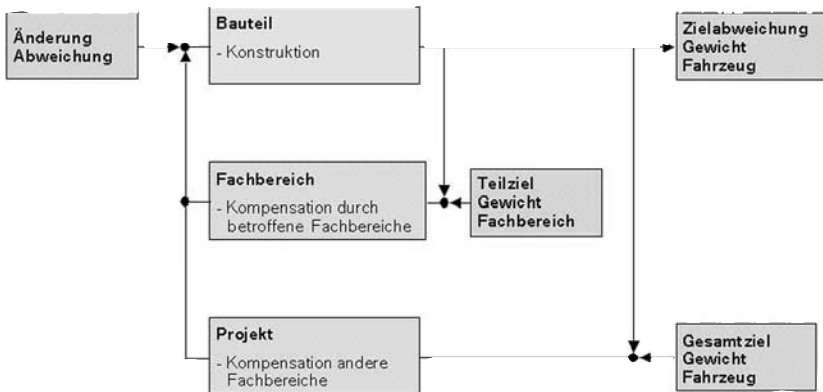


Bild 11
Zweistufiger Regelkreis Zielwertsteuerung

2.6 Weitere Erfolgsfaktoren

Über die beschriebenen Entwicklungstools und Abläufe hinaus haben folgende Parameter großen Einfluss auf die erfolgreiche Umsetzung einer anspruchsvollen Gewichtszielsetzung:

- **Priorität**
Das Gewichtsziel ist mit hoher Priorität zu verankern. Im Zielkonfliktfall findet die Abstimmung der fachbereichsübergreifenden Lösungen durch die Entwicklungsleitung statt.
- **Verbindlichkeit und personalisierte Verantwortung**
Die Gewichtszielsetzung wird mit den Fachbereichsleitern plausibilisiert, abgestimmt und auf der Zielvereinbarung per Unterschrift bestätigt. Abweichungen werden gegenüber der Entwicklungsleitung berichtet. Die Fachbereichsleiter übertragen die operative Verantwortung zur Erreichung des Gewichtsziels direkt an ihre Teilprojektleiter.
- **Infrastruktur und Größe Projektteam**
Die Projektteams sind räumlich zusammengefasst und arbeiten in direkter Nähe des Prototypenbaus. Die Kommunikation zwischen allen Fachbereichen und Projektmitarbeitern erfolgt größtenteils persönlich. Die Projektteams können so sehr schnell und schlagkräftig agieren.

3. Zusammenfassung

Die konsequente Anwendung der dargestellten Methodik hat bei der R 1200 GS zu einer Gewichtsreduzierung gegenüber dem Vorgängermodell von 27 kg geführt (Fahrzeug mit den gängigen Sonderausstattungen). Die Zielabweichungen in den einzelnen Fachbereichen wurden analysiert und haben zur Weiterentwicklung der Leichtbaumethodik bei BMW Motorrad geführt.

4

Technologie und Sicherheit
Technology and safety



**Erkennung und Entschärfung kritischer Fahrsituationen
bei Motorrädern**

**Recognising and reducing the danger of critical
motorcycling situations**

**Identification et atténuation des situations de conduite
critiques rencontrées par les motos**

Jost Gail
Bundesanstalt für Straßenwesen

Joachim Funke
TU Darmstadt, Fachgebiet Fahrzeugtechnik (Leitung: Prof. Winner)

Kurzfassung

Fahrdynamikregelungen gehören in vielen Pkw mittlerweile zur Serienausstattung und leisten ihren Beitrag zur Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit. Für Einspurfahrzeuge dagegen sind diese Systeme nicht erhältlich. Eine Ursache dafür ist, dass die komplexere Fahrdynamik bei Zweirädern höhere Anforderungen an eine Regelung stellt als beim Automobil. Aber gerade die komplexere Fahrdynamik ist es auch, die für vom Motorradfahrer schwer beherrschbare Situationen sorgt, so dass technische Systeme zur frühzeitigen Erkennung kritischer Situationen und zur Unterstützung der Fahrer von großem Nutzen wären. Eines der schwierigsten Manöver ist die Bremsung, bei welcher der Fahrer zwei voneinander unabhängige Regler bedienen muss. Mit ABS und Kombinationsbremsanlage stehen hier bereits Systeme zur Verfügung, welche die Bremsaufgabe erleichtern können.

Um sowohl die Bremsung näher zu untersuchen als auch weitere kritische Fahrsituationen beim Motorradfahren erkennen und entschärfen zu können, hat die Bundesanstalt für Straßenwesen zwei Forschungsprojekte in Bezug auf Anforderungen an zukünftige Kraftradbremssysteme und die objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern initiiert, von denen das erste bereits abgeschlossen ist und das zweite gerade gestartet wurde. Es werden Ziele, Ergebnisse und Folgerungen aus beiden Projekten dargestellt, die sowohl auf Fahrversuchen mit Testpersonen als auch auf Simulationen der Fahrdynamik basieren.

Abstract

Driving-dynamics control systems are now standard equipment in many cars and assist in increasing active and passive safety. These systems are not, however, available for two-wheelers. One of the reasons for this is that two-wheelers have more complex driving dynamics than cars and that they consequently place greater demands on a control system. But these more complex driving dynamics also cause situations which are difficult for motorcyclists to cope with; technical systems to assist in the early recognition of critical situations and support the rider would therefore be of great benefit. One of the most difficult motorcycle manoeuvres is braking; when braking, the rider has to operate two independent controllers. With ABS and combination braking systems, there are already systems available which can make the braking process easier.

In order both to investigate braking more closely and to be able to recognise and reduce the danger posed by other critical motorcycling situations, the Federal Highway Research Institute initiated two research projects on the requirements of future motorcycle braking systems and the objective recognition of critical motorcycling situations, of which the former has already been completed and the latter has just been started. This paper presents aims, results and conclusions from the two projects, based both on test rides by test participants and on simulations of riding dynamics.

Résumé

Les réglementations dans le domaine de la dynamique de conduite font maintenant partie dans beaucoup de voitures de l'équipement de série et apportent leur contribution au renforcement de la sécurité active et également passive.

Par contre, ces systèmes ne sont pas disponibles pour les monotraces. Une raison pour cela réside dans le fait que les deux roues ont une dynamique de conduite plus complexe et plus exigeante en matière de réglementation que les automobiles. Mais c'est justement la dynamique de conduite plus complexe qui s'occupe des situations difficilement contrôlables rencontrées par les motos de telle sorte que des systèmes techniques servent à l'identification précoce de situations critiques et à la protection des conducteurs. L'une des manœuvres les plus difficiles est le freinage pour lequel le conducteur doit se servir de deux régulateurs indépendants. Des systèmes tels que les dispositifs de freinage ABS et combiné sont déjà à disposition et peuvent faciliter le freinage.

Afin de pouvoir non seulement examiner avec précision le freinage mais aussi identifier et atténuer d'autres situations critiques de conduite à moto, l'Institut Fédéral de Recherches Routières (BASt) a initié deux projets de recherche. Ces projets concernent les exigences en matière de nouveaux systèmes de freinage pour motos et l'identification objective des situations de conduite critiques rencontrées par les motocyclistes. Le premier projet est déjà terminé et le second vient de commencer. Les objectifs, les résultats et les conclusions de ces deux projets sont présentés. Ils se basent non seulement sur des essais de conduite avec des cobayes mais également sur des simulations de dynamique de conduite.

Erkennung und Entschärfung kritischer Fahrsituationen bei Motorrädern

1. Einleitung

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) hatte im Jahr 2000 das Fachgebiet Fahrzeugtechnik der Technischen Universität Darmstadt (fzd) damit beauftragt, die Bremsung des Motorradfahrers mit verschiedenen Kraffradbremssystemen zu untersuchen, um mögliche Anforderungen an zukünftige Kraffradbremssysteme zu ermitteln. Das Projekt wurde Mitte 2003 abgeschlossen.

Die Bremsung ist eines der am schwierigsten zu beherrschenden Motorradfahrmanöver. Der Fahrer muss zwei voneinander unabhängige Bremskreise bedienen. Ihm wird die Regelaufgabe zusätzlich durch die latente Sturzgefahr eines kreiselstabilisierten Einspurfahrzeugs erschwert [01/]. Weiterhin begünstigt das große Verhältnis von Schwerpunktöhe zu Radstand die Gefahr eines Bremsüberschlags. Außerdem treten hohe Bremskräfte bereits bei niedrigen Bedienkräften auf. Weitere fahrwerkabhängige Parameter wie die Lage des Nickpols beeinflussen den zeitlichen Ablauf der Radlastverschiebung während der Anfangsphase der Bremsung, die für die Erzielung eines geringen Bremswegs besonders wichtig ist. Trotz dieser für den Fahrer als Regler ungünstigen Voraussetzungen hat sich am Grundkonzept der im größten Teil der Motorradpopulation verbauten Standardbremse mit getrennter Bedienung von Vordrad- und Hinterradbremse seit Beginn des letzten Jahrhunderts nichts geändert. Ziel der Forschungsarbeit war es, Anforderungen an Bremssysteme, mit denen der Motorradfahrer sichere Bremsungen mit kurzen Bremswegen reproduzierbar erreichen kann, zu formulieren. Auf Ergebnisse dieses Projektes wird im ersten Teil des vorliegenden Beitrags näher eingegangen.

Ein auf die Arbeiten zur Motorradbremsung aufbauendes Projekt wurde Anfang 2004 von der BASt ebenfalls an die TU Darmstadt vergeben. Ziel dieses Vorhabens ist die objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen bei Motorrädern. Damit sollen Grundlagen erarbeitet werden, die es später ermöglichen sollen, eine Fahrdynamikregelung für Motorräder zu entwickeln. Das Projekt ist für 2,5 Jahre angesetzt. Im Rahmen von Fahrversuchen und Simulationen soll untersucht werden, wie eine kritische Fahrsituation eines motorisierten Zweirades zu definieren ist. Dazu ist zunächst eine Klassifizierung von verschiedenen Fahrsituationen nach Gefährdungsgrad erforderlich. Anhand von physikalischen Messgrößen sollen Kriterien festgelegt werden, nach denen eine Fahrsituation eindeutig und objektiv einer bestimmten Klasse zugeordnet werden kann. Das Hauptaugenmerk soll dabei auf der möglichst frühzeitigen Erkennung von potenziell die Verkehrssicherheit gefährdenden Fahrzuständen liegen.

Aus diesen Daten sollen Vorschläge für Maßnahmen entwickelt werden, mit denen als kritisch eingestufte Fahrsituationen entschärft oder sogar vermieden werden können, so dass das Motorrad für den Fahrer beherrschbar bleibt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu dienen, auch beim Motorrad weitere technische Systeme zur Steigerung der aktiven Sicherheit entwickeln und einsetzen zu können. Im zweiten Teil des vorliegenden Beitrags werden das Projekt und die darin geplanten Arbeiten im einzelnen vorgestellt.

2. Bremsmanöver

2.1 Untersuchungsmethodik

Zur Vorbereitung der Bremsversuche wurden, aufbauend auf bisherigen Erkenntnissen, unter anderem folgende Hypothesen zu Bremsleistungen sowie und Beanspruchung der Fahrer unter Variation der Parameter Versuchsaufgabenstellung und Art des Bremssystems aufgestellt:

- Auf nasser Fahrbahn sind auch bei erfahrenen Fahrern die mit blockiergeschützten Bremsen erzielten Bremswege kürzer als die mit nicht blockiergeschützten Bremssystemen erzielten,
- auch erfahrene Fahrer erbringen mit blockiergeschützten Bremssystemen konstantere Bremswege als mit nicht blockiergeschützten,
- bei der Kurvenbremsung liegen theoretisch erzielbare und von den Versuchspersonen erzielte Bremsverzögerungen bei allen Bremssystemen am deutlichsten auseinander,
- die physische Beanspruchung der Fahrer ist bei allen Bremssystemen gleich,
- die psychische Beanspruchung der Fahrer ist bei Bremsungen mit nicht blockiergeschützten Bremsen höher als bei Bremsungen mit blockiergeschützten Bremsen,
- bei einem blockiergeschützten Kombinationsbremssystem hat die Anzahl der Bedienelemente keinen Einfluss auf die Bremsleistungen erfahrener Fahrer.

Von den Hypothesen abgeleitet wurde der Versuchsaufbau. Um Einflüsse jenseits der gebildeten Hypothesen minimieren zu können, wurden eventuelle weitere Einflussgrößen so konstant wie möglich gehalten.

Es fand ein und dasselbe Fahrzeug (BMW R1150RT) bei allen Fahrversuchen Verwendung. Im Versuchsfahrzeug sind folgende Bremssysteme realisiert:

- Standardbremsanlage
- Kombinationsbremsanlage
- Standardbremsanlage mit ABS
- Kombinationsbremsanlage mit ABS
- Kombinationsbremsanlage mit ABS und nur einem Bedienelement (Handbremshebel)

Zur Ermittlung der Raddrehzahlen wurden die Signale der ABS-Sensoren verwendet. Parallel dazu wurde zur Abschätzung des Fehlers in der Geschwindigkeitsmessung über die Raddrehzahlen die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit in Vorversuchen mit einem Datron Correvit aufgenommen. Die Bremsmomente wurden über selbst konstruierte Bremsmomentmessenrichtungen von Kraftmessdosen aufgenommen (siehe Bild 1).



Bild 1
Bremsmomentmessenrichtung vorne

Ebenfalls selbst entwickelt und konstruiert sind die Sensoren zur Messung der Betätigungswinkel von Handbrems- und Kupplungshebel, die auf dem Darmstädter Reifensensor [02/] nach dem Hall-Prinzip basieren. Der Betätigungswinkel des Fußbremshebels wird wie die Federwege vorne und hinten sowie der Lenkerdrehwinkel von einem auf dem Hall-Prinzip basierenden Winkelsensor ermittelt.

Weiterhin wurde ein GPS-Empfänger verbaut, der die spätere Auswertung der Daten erheblich vereinfacht.

Sensorik, Messdatenverarbeitung und Messdatenaufzeichnung sind vor Witterungseinflüssen geschützt untergebracht.

Das Versuchsfahrzeug wurde zum Schutz des Aufsassen und der Messtechnik mit einer Umsturzvorrichtung ausgestattet. Diese Umsturzvorrichtung begrenzt den Rollwinkel ohne relevante Einflüsse auf das Fahrverhalten des Motorrads hinsichtlich des wichtigen Faktors Rollträgheitsmoment. Dazu wurden nach dem Prinzip eines Schwenkergespansns beidseitig je ein auf Inline-Skate-Rollen mitlaufender, leichter Beiwagenrahmen konstruiert und gebaut. Diese Rahmen sollen das Motorrad im Falle eines Sturzes auffangen. Für den Fahrer ist dennoch die Gefahr eines Sturzes latent, so dass aufgrund dieser Art der Umsturzvorrichtung nicht von einer Verhaltensanpassung des Fahrers an das Vorhandensein einer Umsturzvorrichtung ausgegangen werden muss. Der hintere Bremshebel des Motorrads wurde abnehmbar gestaltet. Bild 2 zeigt die am Motorrad aufgenommenen Messgrößen.

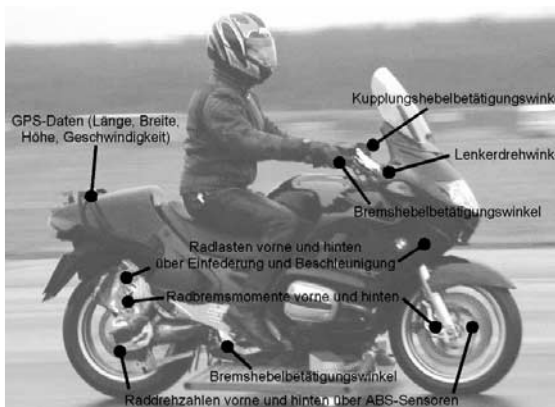


Bild 2
Messgrößen am Versuchsmotorrad

Die 14 Versuchspersonen sind männlich, zwischen 21 und 31 Jahre alt und besitzen eine Gesamtfahrerfahrung mit dem Motorrad zwischen 21.000km und über 200.000km. Die Versuchspersonen können den eher erfahrenen Motorradfahrern zugerechnet werden. Geplante Versuche auch mit unerfahrenen Versuchspersonen wurden nach ersten Stürzen nicht mehr in Betracht gezogen.

Bis auf eine hatte keine der Versuchspersonen Erfahrungen mit blockiergeschützten Bremsen, und nur wenige Versuchspersonen hatten sehr geringe Erfahrungen mit Kombinationsbremsystemen. Die Einstellung zu ABS beim Motorrad war durchweg eher positiv, die Einstellung zu Kombinationsbremsystemen indifferent.

Versuche bezüglich der Wechselwirkungen zwischen der Art des Bremssystems und der Fahrweise und der Bremsleistungen von Motorradfahrern im öffentlichen Straßenverkehr durchzuführen, ist aufgrund der Realitätsnähe Versuchen auf abgesperrtem Versuchsgelände vorzuziehen [03/]. Allerdings ist eine statistisch relevante Anzahl an Bremsungen dort nur durch eine exzessive Fahrversuchsdauer erreichbar [04/]. So kommt es nur selten zu einer verkehrsinduzierten Vollbremsung. Dabei ist eine Unterscheidung zwischen dem Willen und dem Können des Fahrers schwierig, wenn nicht gar unmöglich.

Da Untersuchungen kritischer Situationen im Straßenverkehr aus Sicherheitsgründen nicht praktikabel sind, wurden die Fahrversuche auf abgesperrtem Gelände durchgeführt. Zur Beurteilung der Bremsleistungen der Versuchsfahrer mit den verschiedenen Bremssystemen wurde die Vollbremsung in Geradeausfahrt als am geeignetsten befunden. Die Überzahl der Motorradunfälle findet auf Landstraßen statt [05/]. Daher und zur Niedrighaltung der kinetischen Energien wurden die Ausgangsgeschwindigkeiten zu 60 km/h und 90 km/h gewählt.

Bezüglich der Kurvenbremsung wird diese als eine der größten Herausforderungen des Fahrers beim Motorradfahren beschrieben [06/, 03/, 07/]. ABS kann dabei helfen; in der Literatur wird jedoch oft beschrieben, dass die Blockiersicherung bei größeren Rollwinkeln unter Umständen eine zum Sturz ausreichend lange Radblockade nicht verhindern kann oder es zu Lenkmomentenschwankungen aufgrund der Bremsmomentschwankungen vor allem am Vorderrad kommt. Daher wurde eine Kurvenbremsung mit in das Versuchsprogramm aufgenommen. Der durch die Ausgangsgeschwindigkeit und den Kurvenradius vorgegebene Rollwinkel beträgt dabei rund 20°. Dies ist eine dem Menschen aus der Erfahrung von natürlichen Vorgängen her bekannte Grenze [08/]. Die Ausgangsgeschwindigkeit wurde aus dem Kompromiss aus möglichst niedrigen kinetischen Energien und einem gut fahrbaren Kurvenradius weit genug jenseits der Selbststabilisierungsgrenzgeschwindigkeit des Motorrads gebildet und beträgt 50 km/h.

Auf Vorversuche mit Zielbremsungen zur objektiven Beurteilung der Dosierbarkeit eines Bremssystems wurde Mangels eines harten Beurteilungskriteriums verzichtet.

In Vorversuchen wurde bestimmt, dass die Versuchspersonen ihr Lernplateau nach spätestens sechs aufeinander folgenden Bremszyklen erreicht hatten. So konnte die Anzahl der Versuchsdurchführungen pro Bremssystem und Versuch auf sieben beschränkt werden. Die Versuchsfolge wurde so festgelegt, dass der Fahrer nach dem Sichvertrautmachen mit dem Fahrzeug zunächst eine Vollbremsung aus 60 km/h bis zum Stillstand, dann eine aus 90 km/h bis zum Stillstand durchführte. Anschließend wurde die Kurvenbremsung unter den obengenannten Parametern durchgeführt. Dies wiederholte die Versuchsperson sieben Mal.

Die Reihenfolge der Bremssysteme wurde zur Vermeidung von Artefakten durchpermutiert. Die Permutationen gewährleisteten, dass sich weder die Position eines Bremssystems innerhalb der Versuchsabfolge noch eine Abfolge zweier Bremssysteme wiederholt.

Hinsichtlich der Fahrbahnoberfläche wurde eine nasse Betonasphaltfahrbahn gewählt. Der Reibwert von ca. 0,8 bedingt ein mitbremsendes Hinterrad zur Erzielung optimal kurzer Bremswege. Weiterhin gilt die Bremsung auf optisch nasser Fahrbahn als besondere fahrerische Herausforderung. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, dass die tatsächliche Wasserstandshöhe wenig relevant ist gegenüber der Wahrnehmung einer nicht trockenen Fahrbahn durch den Fahrer. Es wird davon ausgegangen, dass Aquaplaning bei Motorrädern erst bei großen Wasserfilmhöhen und hohen Geschwindigkeiten auftritt. Auftreten von Aquaplaning kann daher ausgeschlossen werden.

Zur genaueren Ermittlung der Einstellung und des Verhaltens der Versuchsfahrer wurde ein nach psychologischen Aspekten erstellter Fragebogen zum Fahrverhalten der Fahrer und ihrer Einstellung zu Motorrad-ABS im Vorfeld der Versuche von den Versuchsfahrern ausgefüllt. Dieser Fragebogen lehnt sich an entsprechende Fragebögen an, die bei Pkw-Fahrversuchen verwendet wurden. Weiterhin wurde die Befindlichkeit der Probanden vor und nach den Versuchen sowie während des Wechsels der Bremssysteme mittels einer vereinfachten Eigenzustandsskalierung abgefragt, um einen Einfluss des Zustands der Probanden auf die Ergebnisse der Bremsversuche untersuchen zu können.

Der Versuchsfahrer wurde mit physiologischer Messtechnik ausgestattet (siehe Bild 3). Als Belastungs- und Beanspruchungsgrößen wurden Herzschlagfrequenz und Arrythmiequotient herangezogen. Zur Indikation der Beanspruchung wurden der Tonus des Musculus trapezius pars descens und des Flexor digitorum erfasst.



Bild 3

*Teil der elektromyografischen und elektrokardiografischen Ausrüstung:
Versuchsperson, ausgestattet mit Elektroden für EKG und EMG am Trapezius*

Nach Stellung der Fahraufgabe folgten die Fahrversuche. Die während der Versuchsvorbereitung (Ruhephase) aufgezeichneten physiologischen Messdaten gelten als Basis für einen späteren interindividuellen Vergleich. Der Versuchsfahrer durchfährt den Bremszyklus mit dem ersten Bremssystem seiner Permutation. Zunächst muss er die Vollbremsung aus 60 km/h absolvieren und die Vollbremsung aus 90 km/h durchführen. Danach führt der Versuchsfahrer die Kurvenbremsung aus 50 km/h in einer Rechtskurve mit dem Radius $r = 50$ m durch. Der Zyklus beginnt von neuem. Nach sieben Durchläufen ist wiederum der Befindlichkeitsbogen auszufüllen und das Bremssystem wird gewechselt. Zur Synchronisation der Fahrzeugdaten mit den physiologischen Daten werden zwischen den Versuchszyklen Marker gesetzt. Nach dem Ende der fünf Versuchszyklen mit den verschiedenen Bremssystemen wird zum letzten Mal der Befindlichkeitsfragebogen ausgefüllt.

2.2 Ergebnisse der Bremsversuche

2.2.1 Bremsleistungen

Bezüglich der gesamten Bremsung von der Betätigungsschwelle bis zum Stillstand erzielten die Versuchspersonen ihr bestes Ergebnis entgegen ersten Hypothesen bezüglich einer Lernkurve ausnahmslos innerhalb der ersten sechs Bremsungen innerhalb der sieben Bremsmanöver. Allerdings wurde nicht untersucht, wie sich eine große Zahl an Bremsversuchen intraindividuell auf die erzielten Bremswege auswirkt. Ebenso kann vor allem dieses Ergebnis nicht auf sehr unerfahrene Versuchspersonen übertragen werden. Die Längen der von den Testpersonen erzielten Bremswege sind in Bild 4 dargestellt.

Je schwieriger die Aufgabenstellung, desto größer die prozentualen Unterschiede der im Mittel mit und ohne ABS erzielten Bremswege. Zur Verdeutlichung sei beispielhaft die Differenz der erzielten Bremswege bei Bremsungen aus 90 km/h gewählt: Der Median der Bremswege ohne ABS-Regelung beträgt 11,80m mehr als der mit blockiergeschützten Bremssystemen erzielten. Dies bedeutet, dass an dem Ort, an dem die mittlere Bremsung mit ABS beendet ist, unter den gegebenen Voraussetzungen ohne ABS im Mittel noch eine Geschwindigkeit von fast 50 km/h anliegt.

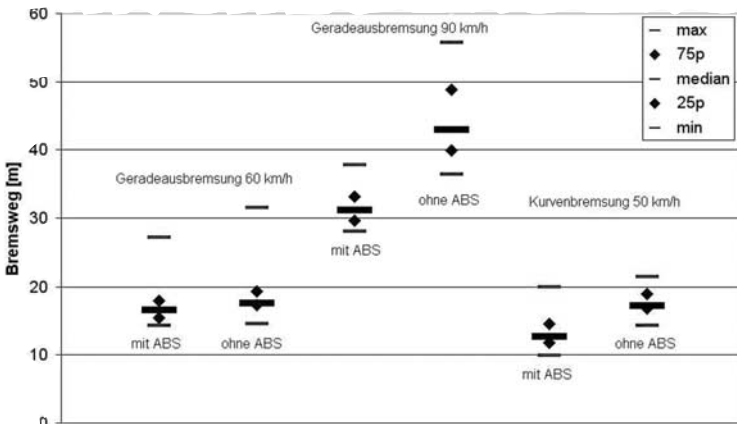


Bild 4
Erzielte Bremswege mit und ohne ABS getrennt nach Bremsaufgaben

Selbst erfahrene Fahrer benötigen ohne ABS längere Bremswege oder die Bremswege weisen ohne ABS größere Streubreiten als mit ABS auf. Der Unterschied zwischen erzielbaren und erzielten Bremswegen ist bei der Kurvenbremsung am größten. Beides bestätigt die zuvor aufgestellten Hypothesen.

Es kann erwartet werden, dass vor allem die in der Initialphase zurückgelegten Wege stark von der Art des Bremssystems abhängen, während die in der Vollbremsphase zurückgelegten Wege beim vorliegenden Fall erfahrener Testpersonen eher auf gleichem Niveau liegen. Die Unterschiede zwischen ABS-geregelten und nicht ABS-geregelten Systemen der in der Vollbremsphase zurückgelegten Wege sind gering: Sie bewegen sich bei den Versuchen mit niedrigen Ausgangsgeschwindigkeiten in ähnlichen Größenordnungen mit leichten Vorteilen für die nicht ABS-geregelten bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h und leichten Vorteilen für die ABS-geregelten bei der Kurvenbremsung.

Die Betrachtung der Initialphase der Bremsung ergibt erwartungsgemäß wesentlich größere Unterschiede in den Bremsleistungen zwischen den Bremssystemen. Selbst die (erfahrenen) Testpersonen können unter den gesicherten Bedingungen einer abgesperrten Versuchsstrecke die Bremskraft deutlich schneller aufbauen und somit in der Initialphase schon bei Landstraßengeschwindigkeit erheblich Bremsweg einsparen (siehe Bild 5).

Die verstrichenen Zeiten zwischen Bremsbeginn und dem Erreichen von 90 Prozent der Ausgangsgeschwindigkeit steigen bei nicht blockiergeschützten Bremsen dabei überproportional stark mit der Geschwindigkeit an, während dieselbe Größe bei blockiergeschützten Bremsen deutlich geringer ist.

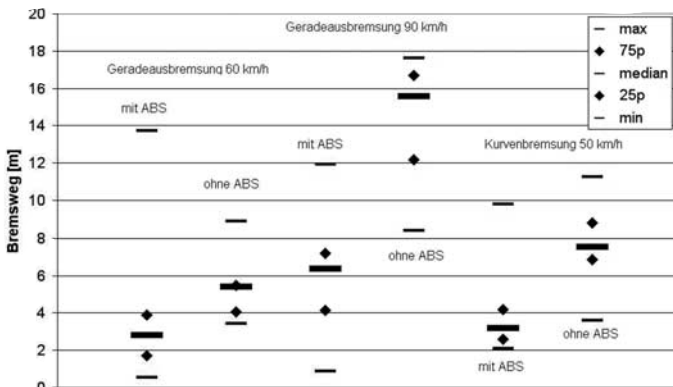


Bild 5
Mit und ohne ABS zurückgelegte Wege während der Initialphase

Hierbei ist wie bei den anderen Betrachtungen zur Bremsleistung der Versuchsfahrer festzuhalten, dass das Merkmal Kombi- gegenüber Standardbremse im Gegensatz zum Merkmal ABS-Sicherung keine signifikanten Unterschiede in den Bremsleistungen erkennen lässt. Es kann zusammengefasst werden, dass der Median der Bremswege mit Standardbremse tendenziell kleiner ist als der mit Kombibremse erzielten, jedoch die mittlere absolute Abweichung vom Median bei der Kombibremse geringer ist als bei der Standardbremse.

Die untersuchte Einhebel-Bedienung gewährleistet bei blockiergeschützten Kombibremsen geringe Vorteile gegenüber der konventionell mit zwei Bedienelementen ausgestatteten blockiergeschützten Kombibremse (siehe Bild 6). Die Bremswegeinsparungen resultieren aus dem schnelleren Bremsdruckaufbau zu Beginn der Bremsung. Nach Initialphase und Vollbremsphase aufgeteilt, steuert erstere etwa zwei Drittel der Bremswegdifferenz bei, in der Vollbremsphase wird etwa ein Drittel der Bremswegdifferenz gewonnen. Über die gesamte Bremsung konnten die Versuchsfahrer so im Mittel 2m bis 3m Bremsweg einsparen. Die Hypothese über den fehlenden Einfluss der Anzahl der Bedienelemente auf die erzielten Bremswege konnte somit nicht aufrecht erhalten werden. Selbst im Falle zweier vorhandener Bedienelemente bei Bremsungen mit Kombinationsbremsssystemen mit und ohne ABS haben manche Versuchsfahrer teilweise nur einen Bedienelement betätigt. Dies war ausnahmslos der vordere Bedienelement.

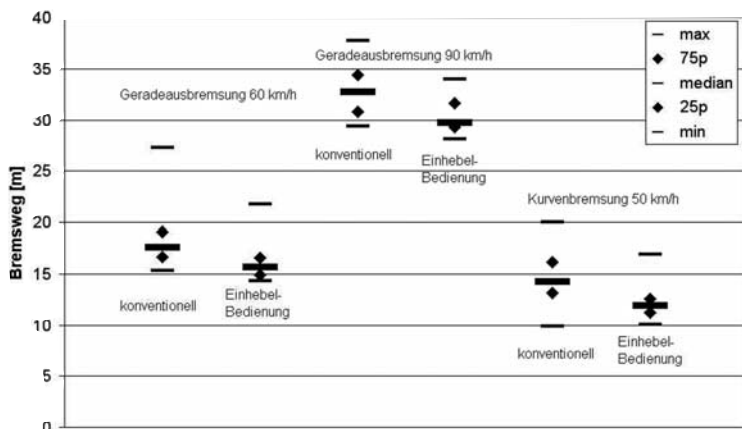


Bild 6
Erzielte Bremswege mit Einhebel- und konventioneller Zweihebel-Bremsbedienung einer blockiergeschützten Kombibremse

2.2.2 Belastung und Beanspruchung

Bei Bremsungen mit ABS-geregelten Bremssystemen liegt der interindividuelle Median bei ca. 80 Prozent des Muskeltonus bei Bremsungen ohne ABS. In leicht abgeschwächter Form ist dies auch für die Kombibremse im Gegensatz zur Standardbremse gültig. Vergleicht man in ähnlicher Weise den Muskeltonus des Fingerbeugers (Flexor digitorum superficialis), so wird der Einfluss der mentalen und emotionalen Disposition des Fahrers in Abhängigkeit vom verwendeten Bremssystem überdeutlich (siehe Bild 7).

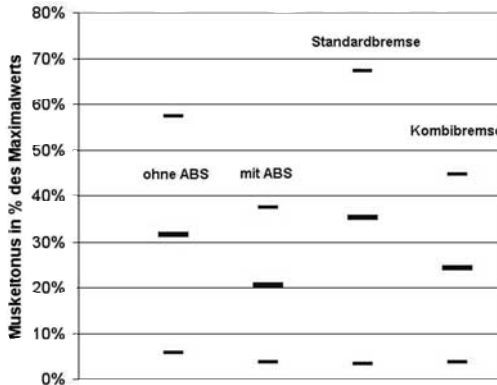


Bild 7

Bezogener Muskeltonus (75p, Median, 25p) des Fingerbeugers bei Bremsungen mit verschiedenen Bremssystemen über alle Bremsaufgaben

Die physische Beanspruchung ist entgegen der aufgestellten Hypothese nicht über alle Bremssysteme gleich hoch, da die höhere psychische Beanspruchung bei Bremssystemen ohne Blockierschutz zu einer Steigerung des Muskeltonus führt. Das heißt, eine höhere mentale Beanspruchung drückt sich in einer Steigerung der muskulären Anspannung aus.

Bezüglich der Beurteilung der mentalen Beanspruchung anhand der Herzschlagfrequenz können die Versuchspersonen in zwei Gruppen eingeteilt werden. Bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen (acht) liegt die Schwankungsbreite der Herzschlagfrequenz zwischen den Versuchszyklen mit verschiedenen Bremssystemen bei weniger als fünf Prozent des Maximalwerts. Bei sechs der Versuchspersonen hingegen kommt es zu großen Unterschieden in der Herzschlagfrequenz unter Variation des Bremssystems.

Hierbei wird die starke Reaktion der Herzschlagfrequenz auf das Nicht-Vorhandensein eines ABS deutlich, wohingegen das Merkmal Kombi-/Standardbremse keinen belastbaren Unterschied ergibt. Vor allem der sehr starke Anstieg der Herzschlagfrequenz während der Bremszyklen mit den nicht ABS-geregelten Bremssystemen gegenüber der Ruhephase fällt auf. In absoluten Zahlen ausgedrückt, haben manche Versuchsfahrer über eine Minute gemittelt Herzschlagfrequenzen von 160 bis 170 Schlägen/min.

2.3 Folgerungen für die Praxis

Einspurfahrzeuge sind mit ABS auszurüsten. Die Versuchsergebnisse bezüglich der Bremsleistung bestätigen vorangegangene Forschungen; die Beanspruchung des Fahrers konnte in dieser Untersuchung als ein weiterer, schwer wiegender Grund zur möglichst flächendeckenden Einführung von ABS im Motorrad benannt werden.

Die Kurvenbremsung mit blockiergeschützten Bremsen wurde in früheren Veröffentlichungen aufgrund der wechselnden Bremslenkmomente als problematisch beschrieben. Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, dass moderne ABS auch und vor allem bei der Kurvenbremsung dem Fahrer die Erzielung kürzerer Bremswege als mit nicht blockiergeschützten Bremsen ermöglichen.

Für Fahrzeuge, die auch für Einsatzzwecke außerhalb öffentlicher Straßen vermarktet werden, könnte der Blockierschutz in Analogie zu Vorgehensweisen bei Pkw und bisheriger Praxis abschaltbar gestaltet sein. Es wäre wünschenswert, wenn sich die Motorradhersteller freiwillig selbst verpflichten würden, nur noch Motorräder mit ABS in den Handel zu bringen.

Die Einstellung der idealen Bremskraftverteilung ist dem Fahrer mit einer Standardbremse ohne Blockierschutz höchstens zufällig und nur kurzzeitig möglich. Bei Fehlbedienung der Bremse wird nur ein Bruchteil der möglichen Abbremsung erreicht. Bereits eine einfache Kombinationsbremsanlage kann hier eine höhere Abbremsung gewährleisten.

Ausgehend vom Vorhandensein eines ABS kann der Fahrer theoretisch unabhängig vom Vorhandensein einer Kombibremse die ideale Bremskraftverteilung erreichen, indem er den Bremsdruck so lange erhöht, bis beide Räder in der Regelung sind. Etwaige Bedienfehler – beispielsweise alleinige Betätigung der hinteren Bremse – können jedoch erheblich verlängerte Bremswege zur Folge haben.

Möglicherweise sind solche Fehlbedienungen mit blockiergeschützten Bremsen aufgrund des Wissens des Fahrers um die gebannte Sturzgefahr nicht mehr relevant.

Betrachtet man allein die Vollbremsung im öffentlichen Straßenverkehr mit dem Ziel eines möglichst geringen Bremswegs, so ist die Verwirklichung der zu diesem Zeitpunkt idealen Bremskraftverteilung ungeachtet der Hebelbetätigung sinnvoll. Besonders beim Motorrad ist jedoch zu beachten, dass es Bremsaufgaben gibt, die nicht der Erzielung geringstmöglicher Bremswege dienen, sondern stabilisierenden Charakter haben. Ein Beispiel ist eine als Stau- oder Rangierbremsung bezeichnete leichte Abbremsung des Hinterrads, auch angewendet bei der Durchfahrt enger Kehren sowie bei Kolonnenfahrten. Ein anderes Manöver ist das leichte Betätigen der Hinterradbremse vor Kurven, welches das Motorrad stabilisieren soll.

Weiterhin ist bei Fahrbahnverhältnissen mit niedrigem Reibwert eine Beaufschlagung des Vorderrads mit Bremskräften zumindest bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten auch mit Blockiersicherung zu vermeiden, um das ohnehin geringe Querkraftschlussangebot nicht zu vermindern. Dieser Punkt sowie die zuvor benannten eher komfortorientierten Kriterien führen zu der Überlegung, dass bei niedrigen eingesteuerten Bremsdrücken und/oder bei niedrigen Geschwindigkeiten die Kurve der idealen Bremskraftverteilungskurve zugunsten einer hinterradlastigen Bremskraftverteilung verlassen werden sollte. Zur genaueren Auslegung bedarf es näherer Untersuchungen.

Aus gestalterischer Sicht abzulehnen sind konstruktiv vorgegebene Bremskraftverteilungen, die bei Ausfall oder Abschalten der Blockiersicherung dem Fahrer nicht die Möglichkeit geben, in einem ausreichend großen Reibschlussbereich das Hinterrad vor dem Vorderrad zu überbremsen. Regelungen gegen einen Bremsüberschlag sind anzuraten und aus technischer Sicht reinen Steuerungen vorzuziehen.

Die erzielten Ergebnisse hinsichtlich einer Einhebelbedienung für eine blockiergesicherte Kombibremse haben keinerlei Nachteile für diese Art der Bremsenbetätigung allein durch den Handbremshebel erbracht. Im Gegenteil konnten für diese Art der Bremsenbetätigung tendenziell Vorteile ausgemacht werden. Die Einhebelbedienung eignet sich jedoch nur für blockiergeschützte Kombibremsen. Die bestehende gesetzliche Forderung nach zwei Betätigungseinrichtungen ist vor diesem Hintergrund für blockiergeschützte Kombibremsen nicht erforderlich.

3. Erkennung kritischer Fahrsituationen

3.1 Problem

Um zu einer über das heutige ABS für Motorräder hinausgehenden Assistenzfunktion für die Fahrdynamik bei motorisierten Zweirädern zu gelangen, müssen zunächst die Defizite herausgearbeitet werden, die im System Fahrer – Fahrzeug – Umwelt zu fahrdynamisch kritischen Situationen führen können. Kritische Situationen entstehen zum Beispiel dann, wenn aufgrund von Radstillständen die stabilisierenden Kreiselkräfte sowie die Seitenführungskräfte der Räder wegfallen. Aber auch Flattern, Pendeln und Lenkerschlagen sowie das Auftreten von großen Rollwinkeln sind spezifisch für das Motorrad.

Als ebenfalls kritisch erweisen sich Reibwertschwankungen der Fahrbahn, die außer aufgrund von Witterungsbedingungen auch durch Straßenmarkierungen oder ausgebesserte Stellen in der Straßendecke verursacht sind. Nicht zuletzt kann auch die Streckenführung selbst oder deren Fehleinschätzung durch den Fahrer zu gefährlichen Fahrsituationen führen. Aus diesen Gründen ist es zum Schutz der Motorradfahrer unerlässlich, die Grundlagen zur Einführung von Systemen zur Regelung der Querdynamik von Motorrädern zu erforschen. Im Folgenden wird daher auf die beabsichtigte methodische Vorgehensweise im von der BASt angestoßenen Forschungsprojekt eingegangen.

3.2 Untersuchungsmethodik

3.2.1 Analyse von Unfallbeschreibungen

Um zu Beginn die wesentlichen kritischen Fahrsituationen ausfindig zu machen, soll neben der Auswertung von Unfallstatistiken die Sichtung von verfügbaren Unfallbeschreibungen, zum Beispiel der im Auftrag der BASt laufenden In-depth-Analysen der Medizinischen Hochschule Hannover oder der TU Dresden, erfolgen. Darüber hinaus ist geplant, Expertengespräche mit Motorradherstellern, Sachverständigen und erfahrenen Motorradfahrern und -technikern zu führen, um erlebte eigene Unfälle oder Beinaheunfälle der Befragten erfassen und analysieren zu können.

Aus diesem Datenpool heraus soll eine Klassifizierung verschiedener kritischer Fahrsituationen von motorisierten Zweirädern vorgenommen werden. Es wird erwartet, dass sich schon anhand der gebildeten Kategorien ableiten lässt, welche fahrdynamischen Größen in den jeweiligen Fällen von Bedeutung sind, so dass die Versuche darauf ausgerichtet werden können.

3.2.2 Durchführung von Fahrversuchen und Simulationen

Zur Ermittlung fahrdynamischer Kenngrößen sollen Fahrversuche durchgeführt werden, in denen kritische Fahrsituationen nachgestellt werden. Das Versuchsdesign muss dabei so gewählt sein, dass eine Gefährdung der Versuchspersonen ausgeschlossen ist. Gleichzeitig soll die Übertragbarkeit auf die reale Gefahrensituation weiterhin gegeben sein. Das hat zur Folge, dass nur eine begrenzte Auswahl an Fahrmanövern tatsächlich im Versuch durchgeführt werden können. Auch innerhalb der gefahrenen Versuche sind Grenzwerte vorzugeben, über die der Fahrer nicht hinausgehen darf, um Gefährdungen des Fahrers zu vermeiden.

Für die Versuche steht das Motorrad (BMW R 1150 RT), das bereits für die Untersuchung zum Bremsen verwendet wurde, zur Verfügung. Das Motorrad ist mit Messtechnik ausgerüstet die es erlaubt, Lenkwinkel, Rollwinkel, Raddrehzahlen, Radlasten und Geschwindigkeit zu erfassen. Lediglich für die Gierrate ist noch ein Sensor zu implementieren. Da die kritischen Fahrsituationen möglichst realistisch nachgefahren werden sollen, ist gegebenenfalls die Umsturzvorrichtung zu optimieren.

Da wie oben beschrieben nicht alle Versuche gefahrlos gefahren werden können, wird in diesen Fällen auf die Simulation ausgewichen. Dazu soll ein Mehr-Körper-Simulations-Modell (MKS) verwendet werden, das ein Fahrzeug- und ein Fahrermodell beinhaltet und an die ausgewählten Fahrsituationen angepasst ist. Das Modell ist im Abgleich mit den realen Fahrversuchen zu validieren. Wichtig für die Simulation von nicht real durchgeführten Manövern ist, dass sich abschätzen lässt, ob die Modellqualität für diese Fälle hinreichend groß ist.

3.2.3 Methoden zur frühzeitigen Erkennung kritischer Situationen

Mit Hilfe der durchgeführten Versuchsfahrten und Simulationen sollen die physikalischen Größen ermittelt werden, an denen frühzeitig erkennbar ist, dass sich die Fahrt in Richtung auf einen schwer beherrschbaren Fahrzustand hinbewegt. Letztlich soll es allein anhand der Messgrößen möglich sein, unkritische von kritischen Fahrsituationen zu unterscheiden und letztere in Kategorien einzuteilen.

Dazu ist es erforderlich, die Bewegungsgrößen des Motorrads aus Messung und Simulation zu analysieren. Es müssen Methoden entwickelt werden, mit denen sich die relevanten Messgrößen aus den aufgenommenen Daten herausfiltern lassen und die den Wertebereich der Größen festlegen, der Indikator für die Einstufung als kritische Situation ist. Dabei ist zu prüfen, ob die gewählten Methoden robust genug für die Erkennung des Fahrzustands gegenüber leichten Änderungen der Randbedingungen sind und der Nutzen den Aufwand rechtfertigt.

3.2.4 Vermeidungs- und Entschärfungsstrategien

Ist eine kritische Fahrsituation mittels der oben beschriebenen Methoden frühzeitig identifiziert und auf physikalische Größen zurückgeführt, gilt es Maßnahmen zu ergreifen, die eine Eskalation der Situation verhindern und das Motorrad in einen sicheren Fahrzustand zurückführen helfen. Hierzu soll das fahrdynamische Verhalten des Motorrads im Rechenmodell nachgebildet werden. Aus der Simulation soll abgeleitet werden, welche Eingriffe in das System Fahrer – Fahrzeug dazu geeignet sind, das Fahrzeug zu stabilisieren. Vorstellbar wären zum Beispiel das Aufbringen oder Wegnehmen von Bremskräften, Änderungen am Lenkwinkel/Lenkmoment oder Änderungen am Feder-/Dämpfersystem. Die Simulation soll auch helfen, das Potenzial verschiedener Maßnahmen zu bestimmen. In einem letzten Schritt sind die gewonnenen Erkenntnisse auf technische Lösungen zu übertragen. Als Ziel wird angestrebt, Empfehlungen und Vorschläge geben zu können, wie sich die erarbeiteten Regelstrategien technisch umsetzen lassen. Dabei soll auch eine erste Bewertung der Vorschläge hinsichtlich Kosten und Nutzen erfolgen.

4. Zusammenfassung

Im Forschungsprojekt zum Bremsen mit Motorrädern wurden die derzeit angebotenen Bremssysteme Standard- und Kombinationsbremsanlage jeweils mit und ohne Blockierverhinderer (ABS) verglichen und bewertet, um so Anforderungen an zukünftige Bremsanlagen von Krafträdern formulieren zu können. Bremsversuche wurden nach arbeitswissenschaftlichen Kriterien vorbereitet; das System Mensch – Maschine wurde hinsichtlich seines Bremsvermögens bewertet. Wesentliches Ergebnis ist der Nutzen eines ABS, das es sowohl geradeaus als auch in der Kurve erlaubt, signifikant kürzere Bremswege unter geringerer Beanspruchung des Fahrers zu erzielen. Außerdem trägt ABS zur Vermeidung von Stürzen bei. Im Gegensatz zum Merkmal ABS/kein ABS konnten keine signifikanten Unterschiede in der Bremsleistung einer Kombinationsbremsanlage gegenüber der Standardbremse festgestellt werden, obwohl die Kombinationsbremse prinzipiell geeignet ist, Fehlbedienungen der Bremse, die zu längeren Bremswegen führen, zu vermeiden.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es sinnvoll ist, die Ausrüstung von Motorrädern mit ABS zu forcieren. Dieses Ergebnis hat dazu geführt, ein weiteres Projekt zu initiieren, um zu untersuchen, ob auch über das ABS hinaus Systeme denkbar sind, welche die Fahrdynamik des motorisierten Zweirades beeinflussen können und das Fahren sicherer machen. Mit Hilfe von Fahrversuch und Simulation sollen kritische Fahrsituationen frühzeitig anhand von Messgrößen identifiziert werden. Aus den gewonnenen Daten sollen Strategien zur Entschärfung kritischer Fahrzustände und erste Vorschläge zu deren technischer Umsetzung entwickelt werden.

5. Literatur

- 01/ BREUER, B.: Motorräder. Skriptum zur Vorlesung Motorräder, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2001
- 02/ BREUER, B. und Th. STROTHJOHANN: Der Darmstädter Reifensensor – ein mechatronisches System zur Ermittlung dynamischer Größen im rotierenden Reifen. Veröffentlicht in der KGK Kautschuk Gummi Kunststoffe, Ausgabe 11/2002, S. 610 ff
- 03/ PRÄCKEL, J.: Die Motorradbremsung im System Mensch / Maschine / Umgebung. Diss. TH Darmstadt, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 384, VDI-Verlag, Düsseldorf 1999
- 04/ SCHELL, M.: Untersuchungen zur Mensch-Maschine-Schnittstelle am motorisierten Zweirad. Dissertation an der TU München, München 2002
- 05/ ASSING, K.: Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Reihe Mensch und Sicherheit Heft M 137, Bergisch Gladbach 2002
- 06/ WEIDELE, A.: Untersuchungen zum Bremsverhalten von Motorrädern unter besonderer Berücksichtigung der ABS-geregelten Kurvenbremsung. Diss. TH Darmstadt, Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 210, VDI-Verlag, 1994
- 07/ TOYOFUKU, Y., K. MATSUSHIMA, Y. IRIE, H. YONEZAWA und K. MIZUNO: Study on the effects of motorcycle anti-lock-braking-system for skilled and less-skilled riders: regarding braking in a turn. JSAE Review 15 (1994), S. 223-228
- 08/ SPIEGEL, B.: Die obere Hälfte des Motorrads. Verlag Heinrich Vogel, München 1998

**Forschungsstudie über einen Airbag
für einen großen Motorroller**

**Exploratory study of an airbag for a
large scooter type motorcycle**

Etude exploratoire d'un airbag pour un gros scooter

Takeshi Kuroe
Satoshi Iijima
Hideo Namiki

Honda R&D Co., Ltd.
Dept: Asaka R&D Center, Engineering Design Dept. 8

Kurzfassung

Das Konzept des Honda Airbags für ein großes Tourenmotorrad bedeutet, „Verletzungen beim Aufprall des Fahrers auf ein anderes Fahrzeug und/oder Objekt bei Frontalzusammenstößen durch Aufnahme der kinetischen Energie und durch eine Verringerung der Geschwindigkeit des Fahrers bei der Trennung vom Motorrad in Frontrichtung zu mindern.“ Um zu überprüfen, ob dieses Konzept auch auf einen großen Motorroller anwendbar ist, wurde eine Forschungsstudie durchgeführt.

Zuerst wurden die Position und die unterstützende Struktur des Airbags untersucht. Dann wurde ein Prototyp des Airbag-Systems für einen großen Motorroller hergestellt und unter Anwendung eines Teils der ISO Norm 13232 „Test- und Analyseverfahren für die Bewertung von Forschungen über an Motorrädern befestigte Crash-Schutzvorrichtungen für Fahrer“ getestet. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass ein Airbag mit demselben Konzept wie für ein großes Tourenmotorrad auch bei einem großen Motorroller angewandt werden kann.

Abstract

The concept of Honda airbags for a large touring motorcycle is “To reduce the injuries to a rider when impacting with an opposing vehicle and/or opposing object in frontal collisions by absorbing rider kinetic energy and by reducing rider separation velocity from the motorcycle in the forward direction.” In order to verify whether this concept is applicable to a large scooter-type motorcycle, an exploratory study was conducted.

First, airbag positioning and supporting structure of the airbag was examined. Then, a prototype airbag system for a large scooter-type motorcycle was produced and tested by utilizing a part of ISO 13232: “Test and analysis procedures for research evaluation of rider crash protective devices fitted to motorcycles”. As a result, it was recognized that an airbag with the same concept as a large touring motorcycle could also be applicable to a large scooter-type motorcycle.

Résumé

Le concept des airbags Honda destinés à une grosse motocyclette type Grand Tourisme est de « réduire les blessures d'un motocycliste lors de l'impact avec un véhicule et/ou un objet opposé suite à une collision frontale en absorbant l'énergie cinétique du motocycliste et en réduisant sa vitesse lorsqu'il est projeté de la motocyclette vers l'avant. » Afin de vérifier si le concept est applicable à un gros scooter, une étude exploratoire a été mise en place.

Premièrement, le positionnement et la structure porteuse de l'airbag ont été examinés. Puis, un prototype d'un système d'airbag destiné à un gros scooter a été produit et testé en utilisant une partie de la norme ISO 13232 : "Procédures de test et d'analyse pour l'évaluation de la recherche sur les dispositifs de protection du motocycliste en cas d'accident adaptés aux motocyclettes". En résultat, on a pu déterminer qu'un airbag suivant le même concept que celui d'une grosse motocyclette type Grand Tourisme pourrait aussi être appliqué à un gros scooter.

**Exploratory study of an airbag for a
large scooter type motorcycle**

1. Introduction

Honda began its research on motorcycle rider protection in the 1960s (01/). Recently, Honda has been researching the feasibility of reducing injuries with a motorcycle mounted airbag system as one of the alternative means of rider protection in the event of a frontal collision. The research results using the GL1500, a large touring motorcycle, was reported at the 16th ESV conference in 1998 (02/) and the 17th ESV conference in 2001 (03/). In these previous investigations, the need for a feasibility study with other types of motorcycles was proposed.

In this research, a large scooter-type motorcycle (hereafter “large scooter”) was selected, and the applicability of an airbag was studied. Compared to the GL1500 large touring motorcycle, the large scooter had half the weight, step-through-type mainframe and smaller wheels. Based on the airbag system established in the previous study with a large touring motorcycle, a preliminary study of an impact sensing system and the installation of an airbag considering a large structure was conducted, and then a prototype large scooter with an airbag system was fabricated.

The basic evaluation criterion of this study was how much the airbag absorbed rider kinetic energy in the event of a frontal collision. Though the evaluation procedures of this study were based in part on ISO13232: “Test and analysis procedures for research evaluation of rider crash protective devices fitted to motorcycles” (04/), the evaluation concept was different from that of ISO 13232. The concept of ISO 13232 is to verify the injury reducing effects of a protective device by comparing the results of vehicles with and without rider protective devices. In this study, comparison tests of a large scooter with and without an airbag were not conducted. Also, test configurations that were not relevant to airbags in frontal collisions were not conducted.

The prototype large scooter was evaluated in four collision configurations. Three out of the four were selected from the seven test configurations provided by ISO 13232. The other one was developed by Honda.

In these previous investigations, the need for studies with other types of collisions was proposed. As one of those studies, a collision configuration in which the front wheel does not hit the opposing subject first (hereafter “under-ride collision”) was conducted.

This paper provides an outline of an airbag system for a large scooter and the results of the full-scale collision tests.

2. Investigation of impact sensing system

The impact sensing system on the large touring motorcycle used the acceleration data of the front fork near the front axle (hereafter “front axle G”). One issue for the large scooter was whether this same sensing system was also applicable to it. In order to establish a method to give a trigger signal for an airbag deployment, a series of tests, including circumstances in which the airbag must not deploy, were conducted, and the front axle G were recorded during these tests.

2.1 Collision condition of "must deploy"

This airbag system for the large scooter is intended “to activate in the event of a frontal collision when the rider separates from the motorcycle in the forward direction.” In order to investigate collision conditions to cause the forward separation of riders, actual collision tests were conducted. The Honda Accord four-door sedan, 1998 to 2001 Japanese Model, was selected as the opposing vehicle. The major specifications are shown in Table 1. A Hybrid IIAM50th percentile pedestrian type dummy was used.

Length	(m)	4.635
Width	(m)	1.695
Height	(m)	1.420
Wheel base	(m)	2.665
Mass	(kg)	1 300
Displacement	(cm ³)	1 997

Table 1
Opposing vehicle (HONDA Accord) specifications

Table 2 shows the test results. In the case of a collision against both the front and side of the opposing vehicle, the criteria for collision conditions were determined to be that the airbag "must deploy" at speeds of 30 km/h and higher.

Impact conditions		Dummy motion	Deploy or not
Accord front	20 (km/h)	No separation from MC	Not necessary
	25 (km/h)	No separation from MC	Not necessary
	30 (km/h)	Just before separation from MC	Necessary
Accord side	25 (km/h)	No separation from MC	Not necessary
	30 (km/h)	Just before separation from MC	Necessary
	35 (km/h)	Separated from MC	Necessary

MC: Motorcycle

Table 2
Collision test results for operational setting

2.2 Collision condition of "must not deploy"

Except for special conditions in which continuing to ride is impossible, the airbag system "must not deploy" under defined road conditions such as rough road or irregularities during operation. In order to examine the effect of road impact on riding continuity and to monitor the front axle G data, the curb ride over test was conducted as shown in Figure 1.

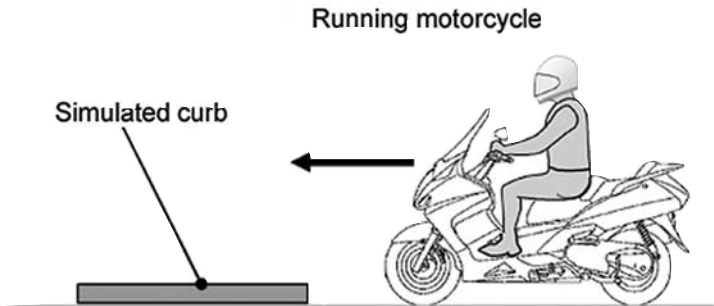


Figure 1
Simulated curb ride over test

A Hybrid IIAM50th percentile pedestrian type dummy was used. The wrists of the dummy were modified to be detached by specified tension in excess of that called for in ISO13232 and were fixed on the handlebar grips.

The resulting dummy condition and driving continuity are shown in Table 3. The front axle G data were measured and collected. The conditions of the dummy and the motorcycle in this test are shown in Figure 2. From the test results, when at least one hand remained on the handlebar, it was decided that riding can be continued and an airbag system "must not deploy".

Running condition	Dummy conditions /Continuous ride possibility	Deployment
A	No hands separation, possible	Not allowed
B	Single hand detached, critical	Not allowed
C	Hands detached, not possible	Allowed

Table 3
Simulated curb ride over test results



Figure 2
Motorcycle and dummy in simulated curb ride over test

2.3 Method to determine the operation status

The logic of the method is "to start integration upon exceeding a certain acceleration value" and then "to activate airbag deployment when the integrated value reaches a given level (hereafter "the threshold)". The certain acceleration value and the threshold were both examined using front axle G data from crash tests described in section 2.1, and curb ride over tests described in section 2.2. As a result of the appropriate selection of the two values, the method to determine the operation status was obtained as shown in Figure 3. Figure 4 shows the sensing decision flow, in this figure sub-sensor will be discussed in section 6.

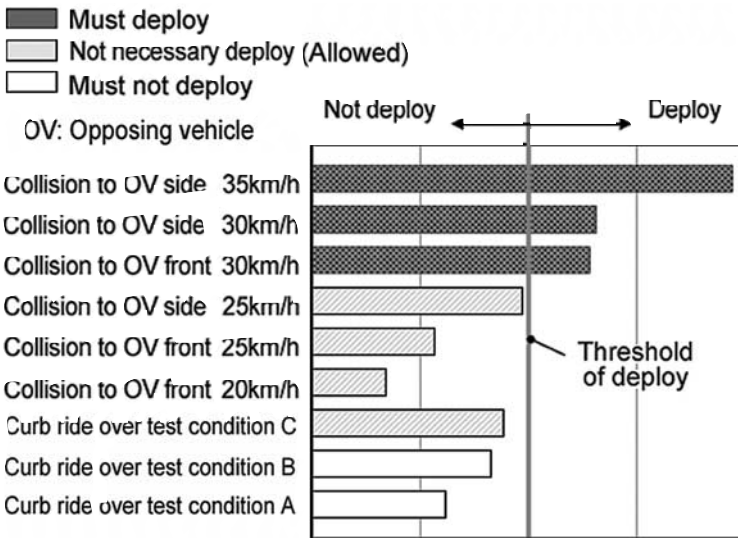


Figure 3
Decision of deployment by integrated impact deceleration

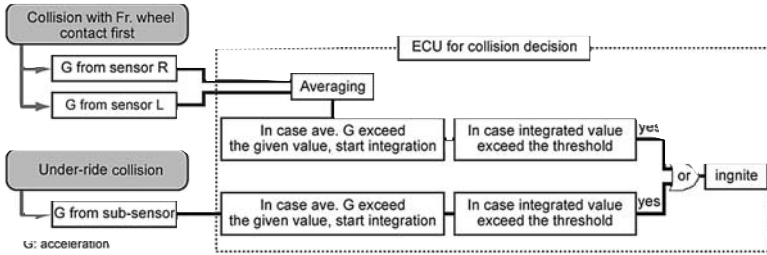


Figure 4
Decision flow for deployment

3. Outline of a large scooter with a newly designed airbag

3.1 Overall structure

Table 4 shows the specifications of a large scooter, a Silver Wing, which was selected as the test subject for this airbag feasibility study, and it has a different design from that of the large touring motorcycle, GL1500. Figure 5 shows the large scooter with the prototype airbag.

Length	(m)	2.275
Width	(m)	0.770
Height	(m)	1.430
Wheel base	(m)	1.595
Mass	(kg)	224
Displacement	(cm ³)	582

Table 4
Large scooter (Silver Wing) specifications

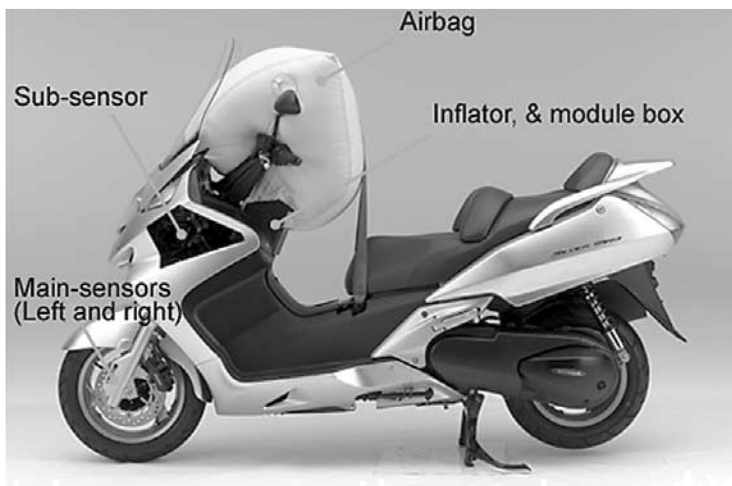


Figure 5
Large scooter with prototype airbag system

3.2 Airbag inflator

Knowledge gained from the study of an airbag for a large touring motorcycle was reflected in the prototype airbag specifications, such as the size of the airbag, the rear V-shaped airbag panel and the straps connecting the airbag to the frame. Figure 6 shows a prototype airbag system for a large scooter. The deployed volume of the airbag is approximately 150 liters. Deployment characteristics were verified through static deployment tests. This airbag needs about 40 msec to deploy. Airbag performance of rider kinetic energy absorption was proved to be equivalent to the airbag performance for a large touring motor cycle, GL1500, through sled tests.



Figure 6
Prototype airbag system for large scooter

4. Full-scale collision test

4.1 Test procedure

The question "Whether a similar airbag system that was mounted and studied on a large touring motorcycle can show the same kinetic energy absorbing performance for a large scooter" was evaluated through full-scale collision tests. The airbag system was evaluated in six collision configurations. Five were selected out of the seven collision configurations of full-scale tests provided by ISO13232. A sixth was added by Honda. However, only four collision configuration tests were conducted, because the airbag effects in two collision configurations were estimated from the other test results as described in section 5.

Figure 7 shows the notation system of the collision configurations based on ISO 13232. Figure 8 shows the collision configurations for the evaluation. Here, a mark of "*" represents the ISO configuration, and a mark of "***" represents the Honda configuration, and a mark of "****" represents the configuration not tested. The collision speed (indicated by "km/h") was set to be a little faster than indicated in ISO.

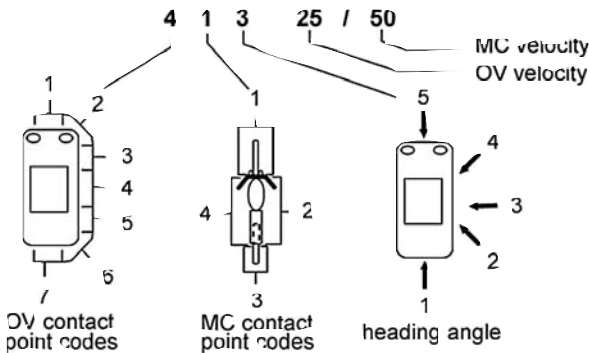


Figure 7
Indication of impact configuration (ISO13232)

- * Evaluated configurations for front collision airbag in ISO13232
- ** Configurations Honda added
- *** Configurations perceived not necessary







115-0/50 **	413-0/50 ***	413-25/50 *	414-25/50 *	412-25/50 *	114-25/50 ***
					
Parked	Parked	25km/h	25km/h	25km/h	25km/h

Figure 8
Impact configurations for evaluation

The ISO/CD13232 (under discussion in ISO/TC22/SC22)-MATD (Motorcyclist Anthropometric Test Device) dummy was used for the full-scale collision tests. The HONDA Accord four-door sedan, 1998 to 2001 Japanese Model (shown in Table 1) was used as the opposing vehicle. Table 5 shows the measuring items on collision tests.

Head	Head maximum GAMBIT Head injury criterion (HIC)
Neck	Neck injury index (NII)
Chest	Sternum maximum normalized compression (C) Sternum maximum velocity-compression (VC)
Abdomen	Abdomen maximum residual penetration (pA)
Lower extremities	Damage of frangible component of lower extremities (IE)

Table 5
Measuring items on collision test

4.2 Results of full-scale collision tests

4.2.1 Determination of impact sensing system

Figure 9 shows the results of the impact sensing system for the four configurations of full-scale tests. In this figure, TTF (Time to fire) represents the time between the first contact of the large scooter and the opposing vehicle and the time of collision determination by the sensing system, deployment time represents the time for the airbag deploying, and rider encounter time represents the time between the first contact and the rider reaching the deployed airbag. In all four configurations, the airbag was fully deployed before the dummy reached the deployed airbag surface area.

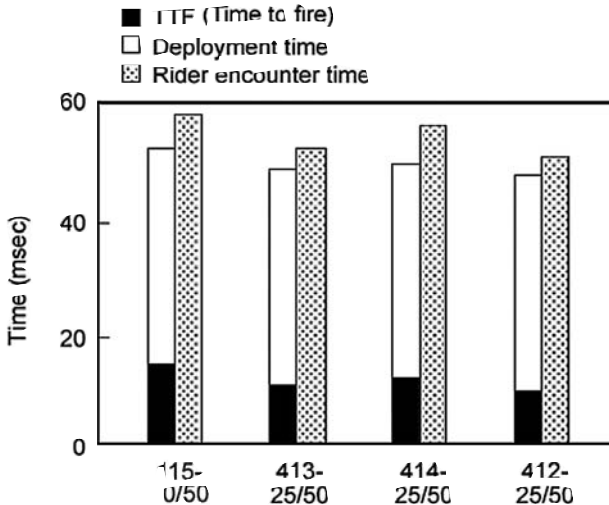


Figure 9
Comparison of airbag deployment time and rider encounter time

4.2.2 Injury evaluation for each collision configuration

In the full-scale collision tests, the injury assessment values shown in Table 5 were evaluated using MATD dummy and injury evaluations defined in ISO/CD 13232.

Figure 10 shows the injury evaluation of each relevant area obtained from measured data of the dummy for the four test configurations. The primary impact injury in the figure represents the maximum injury value within 500 msec from the beginning of the collision. The secondary impact injury represents the maximum injury value after 500 msec, which most likely is the dummy's contact with the ground.

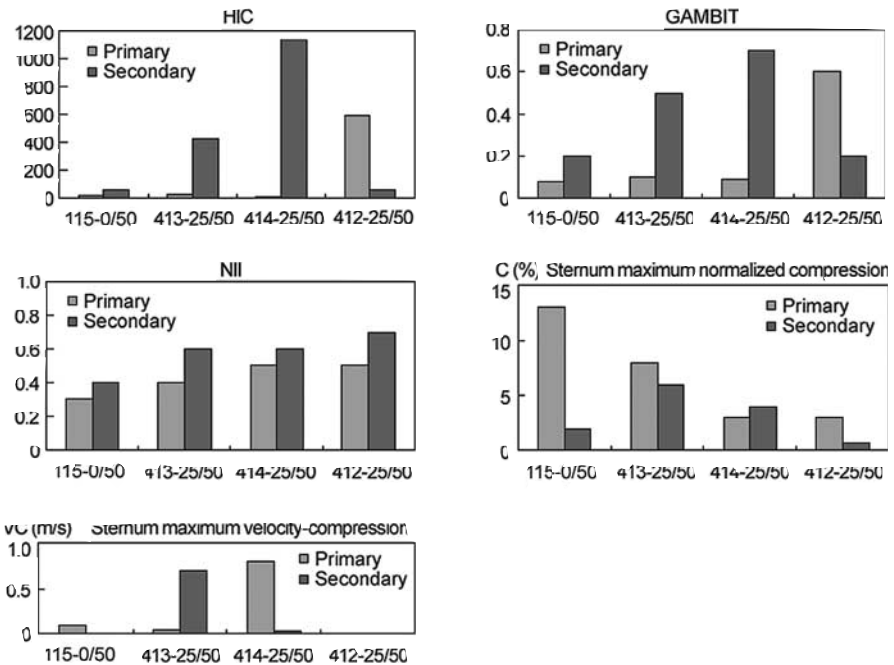


Figure 10
Measured dummy injuries in collision tests

Figure 11 shows the condition of the large scooter and the dummy in the [115-0/50]-collision configuration. In this configuration, even though the motorcycle showed a significant vertical pitching motion, the airbag absorbed the kinetic energy of the dummy without forward separation. The primary impact injuries show that HIC = 15.4, GAMBIT = 0.08 and Chest deflection = 25 mm. Serious injury values were not observed.

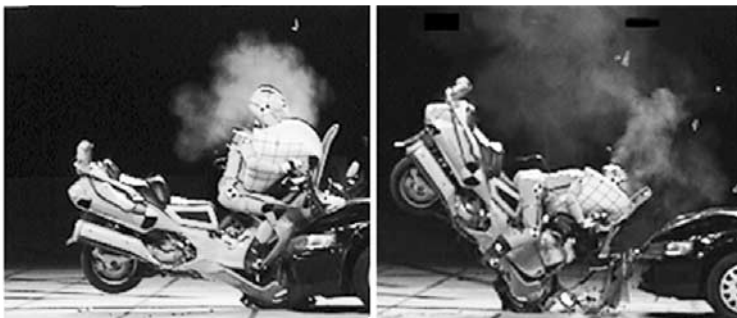


Figure 11
Dummy and motorcycle in configuration [115-0/50]

Figure 12 shows the motion of the large scooter and the dummy in the [413-25/50]- collision configuration. Although the large scooter showed yawing motion after the initial impact, the airbag absorbed the kinetic energy of the dummy and prevented the contact of the dummy with the opposing vehicle. The primary impact injuries show that HIC = 28, GAMBIT = 0.1 and Chest deflection = 15 mm. Serious injury values were not observed.

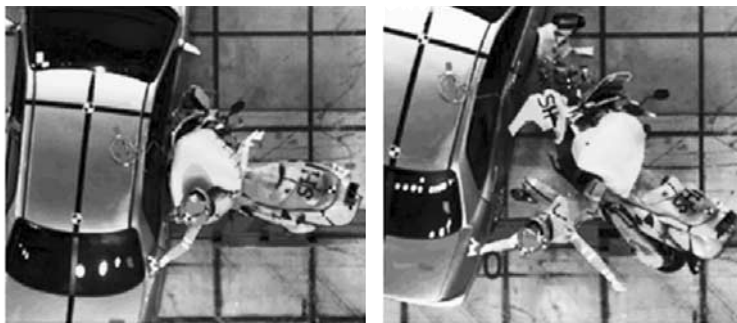


Figure 12
Dummy and motorcycle in configuration [413-25/50]

Figure 13 shows the motion of the large scooter and the dummy in the [414-25/50]-collision configuration. The large scooter showed yawing motion after the collision. The different direction of movement of the dummy and the large scooter decreased the absorbing effect of the airbag. The dummy separated from the large scooter scraping the C-pillar of the opposing vehicle and contacted the ground. The primary impact injury caused by the impact between the dummy's head and the opposing vehicle showed that $HIC = 14$ and $GAMBIT = 0.09$. Serious injury values were not observed. But for the secondary impact sequence, significant dummy injury was caused by ground impact, and injury evaluation values of $HIC = 1138$ and $GAMBIT = 0.73$ were observed.

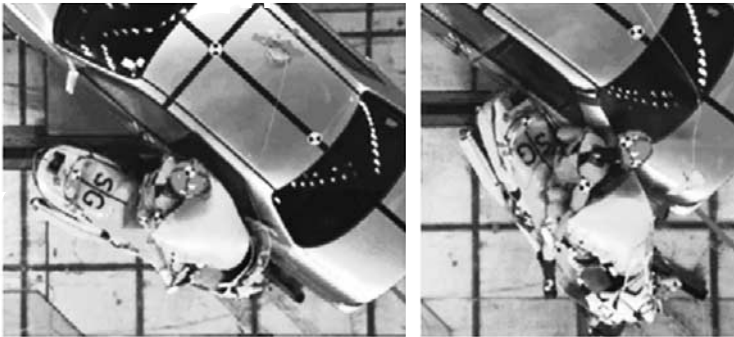


Figure 13
Dummy and motorcycle in configuration [414-25/50]

It was important to investigate whether or not the airbag contributed to these serious injury values. As shown in Figure 14, the scenario of this serious injury was different from the harmful phenomenon of the head first contact to the ground in the previous investigation by Iijima et al (1998) for the large touring motorcycle.

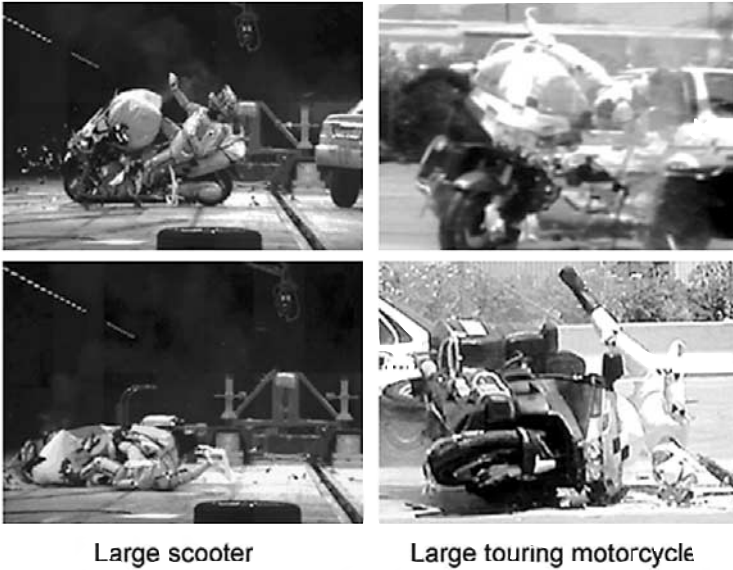


Figure 14
Dummy contact ground in configuration [414-25/50]

Figure 15 shows the motion of the large scooter and the dummy in the [412-25/50]-collision configuration. The large scooter started yawing just after the collision. The large scooter and the dummy moved in different directions. The dummy barely contacted the airbag and the dummy's head contacted the roof-edge of the opposing vehicle. But injury evaluation value showed that $HIC = 600$ and $GAMBIT = 0.6$, so the injury likelihood was low. It was determined the airbag did not contribute to the serious injury measured during the ground contact.

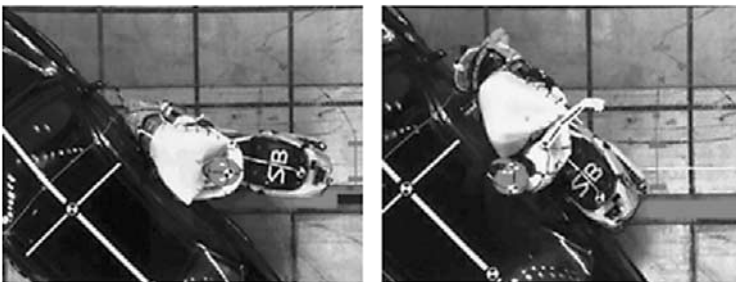


Figure 15
Dummy and motorcycle in configuration [412-25/50]

Except for the case of ground impact in [414-25/50]-collision configuration, serious injury values were not measured in the four test configurations throughout all measured events including contact with the airbag, contact with the opposing vehicle and contact with the ground.

5. Rider kinetic energy absorbing performance of airbag

The energy absorbing performance of the airbag was evaluated under the concept of the following goal:

”To reduce the injuries to a rider when impacting with an opposing vehicle and/or opposing object in frontal collisions by absorbing rider kinetic energy and by reducing rider separation velocity from the large scooter in the forward direction”.

From this viewpoint, the energy absorbing effect was evaluated in six collision configurations. Five were configurations of frontal collision specified in ISO 13232. The remaining configuration was uniquely examined by Honda. The effects of the airbag were classified as follows:

- effective: The airbag effectively absorbs the kinetic energy of the dummy’s upper body so that contact against the opposing vehicle does not occur
- slightly effective: The airbag absorbs some kinetic energy of the dummy’s upper body so that only some contact against the opposing vehicle occurs
- not effective: The airbag does not absorb any kinetic energy of the dummy’s upper body such that contact against the opposing vehicle occurs without sufficient impact reduction

The energy absorption performance was decided from measured chest deflection data and the degree of contact between the dummy and the airbag observed in video review. The occurrence of contact of the dummy’s upper body against the opposing vehicle was judged by contact marks, video review and the recorded acceleration of the dummy’s head.

Table 6 shows the result. The full-scale collision test of [413-0/50] and [114-25/50] were not conducted and the absorption performance of the airbag was estimated by the following logic.

	115-0/50	413-0/50	413-25/50	414-25/50	412-25/50	114-25/50
Large scooter (Silver Wing)	Effective	Effective*	Effective	Slightly effective	Not effective	Not effective*
Large motorcycle (GL1500)	Effective	Effective	Effective	Effective	Effective	Slightly effective

* Estimated result

Table 6
Rider kinetic energy absorbing performance

The yawing motion of the motorcycle affected the absorbing energy performance of the air bag. Greater yaw-motion caused lower absorbing performance of the airbag. As shown in Figure 16, the magnitude of the yawing motion of a large touring motorcycle during the effective time period of airbag energy absorption in 6 configurations were ranked as [115-0/48] (=) [413-0/48] < [413-24/48] < [414-24/48] < [412-24/48] < [114-24/48].

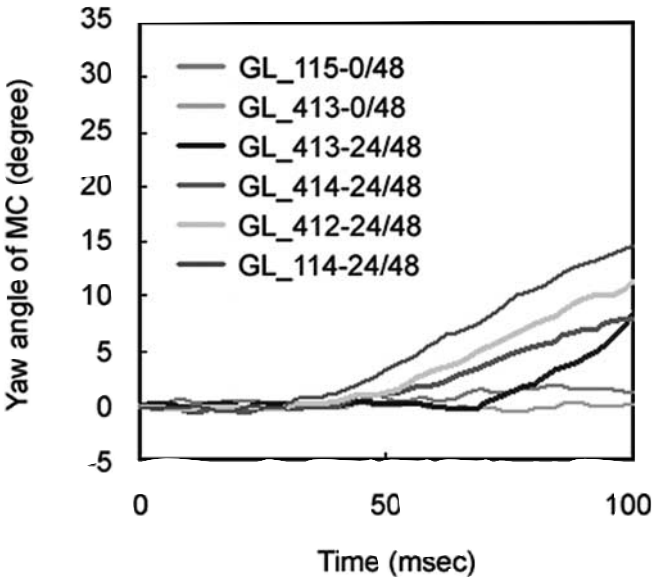


Figure 16
Yaw motion of large touring motorcycle

Also as shown in Figure 17, the magnitude of yawing motions of a large scooter were ranked as [413-25/50] < [414-25/50] < [412-25/50]. So in these three configurations, the yawing trend of a large scooter is the same as a large touring motorcycle. From these results, it can be concluded that both motorcycle types had the same trend of yaw motion in the six collision configurations used for evaluation.

Therefore in the collision of a large scooter, it was determined to be reasonable that the yawing motion of [413-0/50], which was not tested, should be smaller than that of [413-25/50], and the yawing motion of [114-25/50], which was also not tested, should be larger than that of [412-25/50]. Therefore, [413-0/50] with smaller yawing than [413-25/50] was expected to show a larger absorbing effect than [413-25/50]. That meant "Effective" because the judgment of [413-25/50] was "Effective." In the same way, [114-25/50], of which yawing is larger than [412-25/50], was expected to be "Not effective" because [412-25/50] was "Not effective."

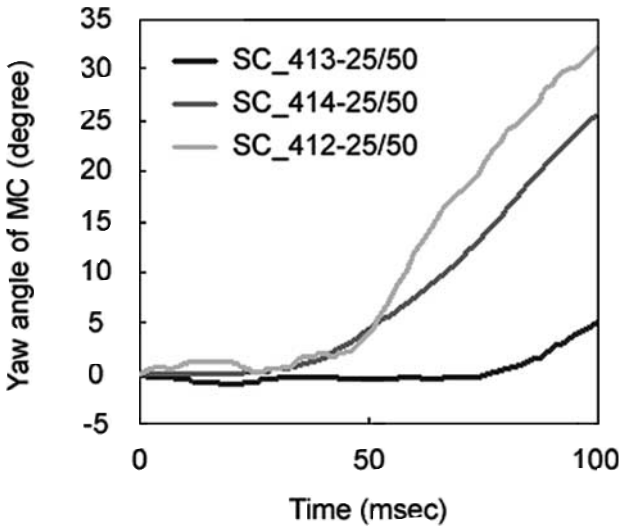


Figure 17
Yaw motion of large scooter

As shown in Table 6, the airbag on a large scooter scored 3 "Effective" configurations, 1 "Slightly effective" configuration and 2 "Not effective" configurations out of the 6 collision configurations. On the other hand, a large touring motorcycle scored 5 "Effective" configurations, 1 "Slightly effective" configuration and zero "Not effective" configurations. Although the airbag energy absorbing effect for a large scooter was limited and smaller compared to that of a large touring motorcycle, the concept to absorb rider kinetic energy and to reduce rider separation velocity with an airbag attached to a motorcycle was observed to potentially be applicable to a large scooter.

6. Examination of under-ride collision

A collision pattern where the front wheel does not collide first (hereafter "under-ride collision") is a potential collision scenario. This pattern occurs, for example, when a large scooter collides with a truck trailer. In this collision, the space between the rider and the opposing object surface (hereafter "rider protective space") can be too small for the timing to begin deployment by the impact sensing system using front axle G. As shown in Figure 18, the following three events are evaluated to be the cause of this:

1. The front upper portion of the large scooter behind the front end of the front wheel collides first. So the rider protective space becomes smaller than that of the direct front wheel collision.
2. The collision impact is transmitted from the impacted front upper portion to the front axle via the mainframe and the steering system structure affecting the timing of deployment.
3. The large scooter has a step-through-type mainframe that results in greater bending due to external front forces as compared with conventional motorcycles.

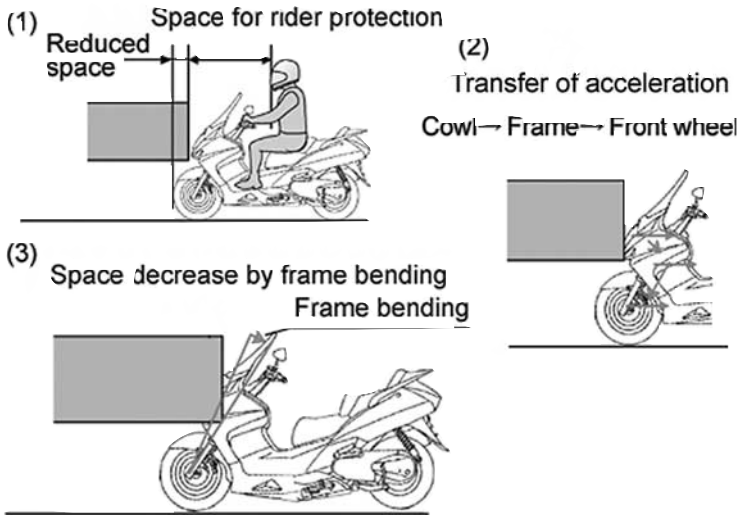


Figure 18
Cause of protection space reduction in under-ride collision

6.1 Verification of characteristics of baseline motorcycles

Tests for the under-ride collision were carried out with a baseline scooter. The tested scooter collided with a stationary trolley that applied the parking brake at 50km/h. The sensing system timing, the motion of the scooter and the dummy were recorded. The trolley used is shown in Figure 19. A Hybrid IIAM50th percentile pedestrian type dummy was used.

Length	3.65m
Width	2.08m
Height	1.30m
A	0.7m
B	0.6m
Mass	1650kg



Figure 19
Opposing trolley used in under-ride collision tests

Figure 20 shows the conditions of the dummy and the tested scooter at the beginning of the collision ($t = 0$ msec); the completion point of the collision determination by the sensing system (23 msec); the theoretical completion of the airbag deployment (63 msec), and the dummy contacting with the surface of the opposing object (82 msec).

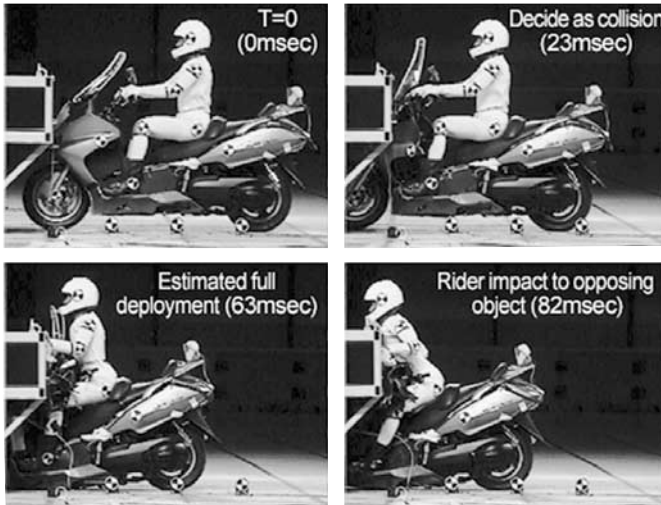


Figure 20
Dummy and motorcycle in under-ride collision without airbag

These results show that the impact sensing system that was used from the study of an airbag system for a large touring motorcycle did not adequately function for the large scooter. Thus, additional research was required.

6.2 Conceivable methods for further development

The following three methods and their combinations were proposed for further development of the airbag system.

1. To strengthen the front upper frame member against a collision. This would help reduce the loss of the rider's protective space and simultaneously increase the impact acceleration of the scooter body and front axle. This would lead to a quicker determination for deployment.
2. To install an additional sensor on the front upper portion of the scooter body in order to advance the deployment determination timing.
3. To strengthen the mainframe in order to help prevent the reduction of the rider protective space due to mainframe bending.

Those elements were examined by utilizing computer simulation.

6.3 Examination of improvement methods by computer simulation

Honda had proposed a need for computer simulation technology to estimate injury level of the dummy, prior to ground contact. That was presented in "Exploratory Study of an Airbag Concept for a Large Touring Motorcycle" unveiled at the 16th ESV Meeting on 1998 (02/). As unveiled at the SETC conference on 2003 (05/), Honda introduced computer simulation technology that allowed for the precise estimation of the dummy's motion in the event of a collision. By using this technology, the proposed elements were examined.

First, the above mentioned under-ride collision with the baseline scooter was simulated by computer. Figure 21 and Figure 22 show the comparison of vehicle deformation and mainframe acceleration between an actual test and a simulation.

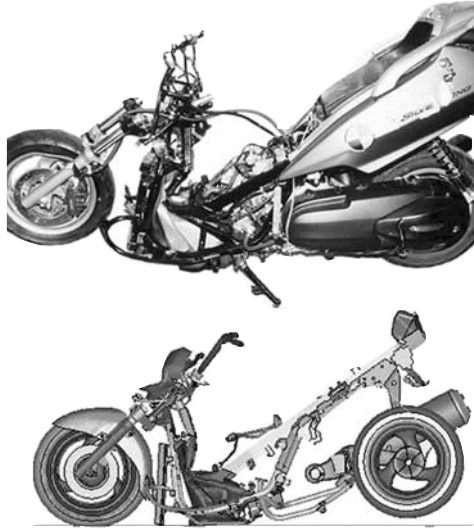


Figure 21
Comparison of frame damage between full-scale test (FST) and computer simulation (CS)

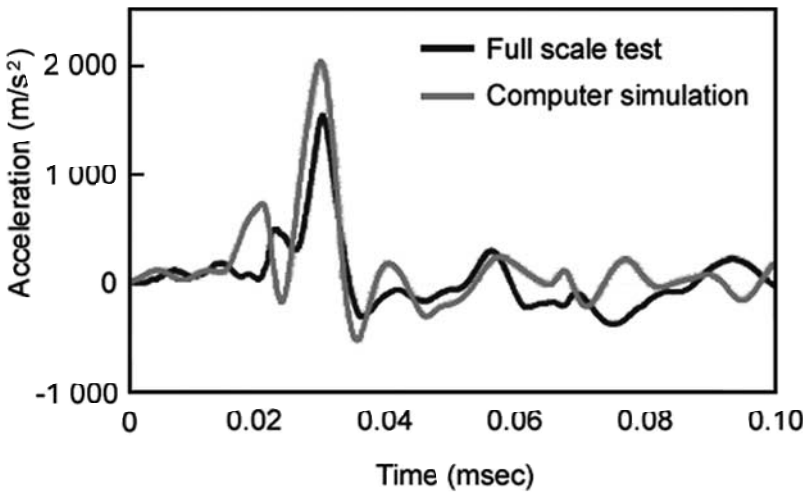


Figure 22
Comparison of acceleration on frame between full-scale test (FST) and computer simulation (CS)

6.4 Examination result of improvement elements by computer simulation

The investigation with computer simulation provided output including the collision determination timing of the sensing system, rider protective space, and injury level of the rider's head, chest and so on with a deployed airbag. Through the examination of outputs, two practical countermeasures were proposed to achieve rider protection. One was to strengthen the cowl stay and the other was to attach a sub-sensor on the cowl stay. Figure 23 shows the modifications. Figure 24 shows the simulation results for the modified model. The determination flow for airbag deployment by the sensing system with the added sub-sensor is shown in figure 4.

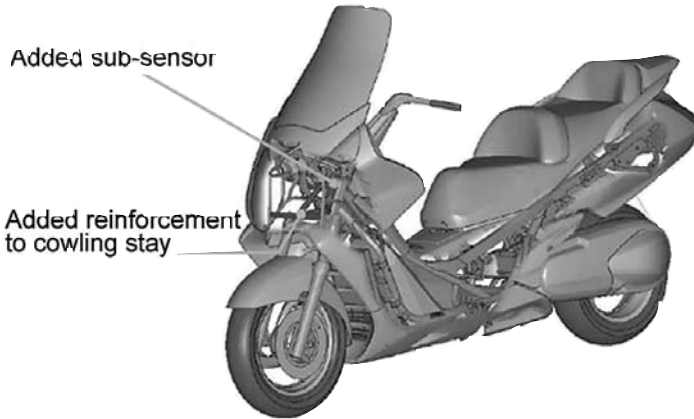


Figure 23
Modification for under-ride collision analyzed by computer simulation

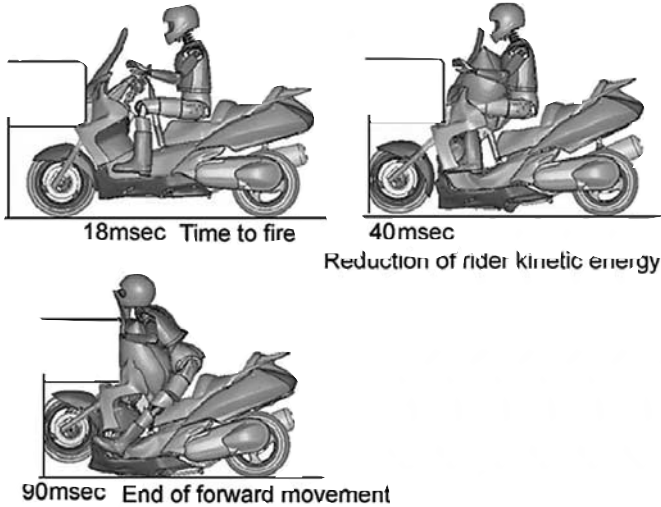


Figure 24
Dummy and motorcycle movement with modification

6.5 Results of under-ride collision test by modified sensing system

The large scooter under-ride test was conducted with the modified airbag system. A Hybrid IIIAM50th percentile pedestrian type dummy was used and the measurement of the injury data as described in Table 7. Other test conditions were the same as the baseline scooter under-ride collision test mentioned at section 6.1.

Head	Head injury criterion (HIC)
Neck	Tension, compression, flexion, extension
Chest	Chest deflection

Table 7
Measuring items on under-ride collision test

The results were as follows.

Decision for deployment was made by the signal of the sub-sensor that came earlier than the signal of the main-sensor.

As shown in Figure 25, the dummy encountered the airbag still deploying in this configuration. The primary impact injuries show that HIC = 221, Neck tension = 45 Nm and Chest deflection = 56 mm. Serious injury values were not observed.

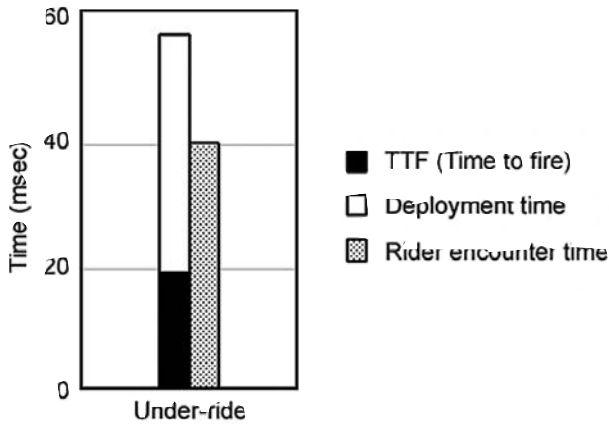


Figure 25
Comparison of airbag deployment time and rider encounter time in under-ride collision

It was confirmed that the airbag for a large scooter can maintain its protective capability for riders in an under-ride collision.

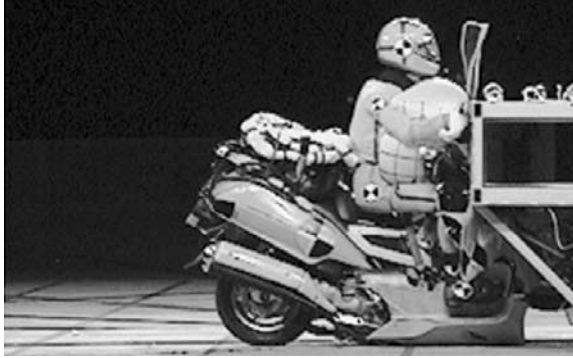


Figure 26
Dummy and motorcycle in under-ride collision configuration

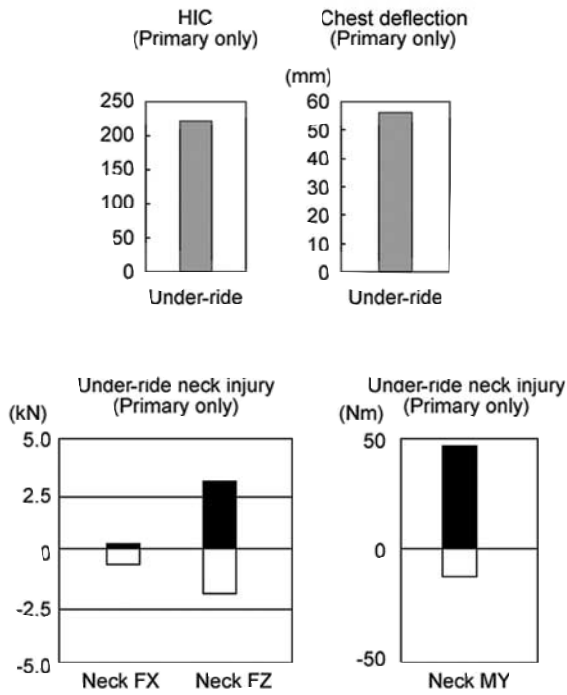


Figure 27
Measured dummy injuries in under-ride collision

7. Conclusion

1. By detecting and calculating the impact acceleration of the front fork near the front axle, a large scooter sensing system:
 - a) could properly determine operation status representing collision/non collision conditions, and
 - b) could properly deploy the airbag before the rider has reached the deployed area in four cases of collision configuration with an Accord at the speed of 50 km/h.
2. Although the absorption performance of an airbag system fitted to a large scooter was limited to fewer collision configurations as compared to the large touring motorcycle, the concept of absorbing rider kinetic energy and reducing rider separation velocity with an airbag might be feasible for a large scooter.
3. For an under-ride collision, the airbag for a large scooter might maintain a protective effect for riders if the large scooter has a sub-sensor on the front upper portion and a main sensor at the front fork near the front axle.
4. Computersimulation proved to be effective for the examination of the crash characteristics of the motorcycle and for the investigation of modifications to the sensing system.

8. Future issues

It has been proven through this study that an airbag may be effective when applied to a large scooter. Additional research needs to be done. The following items are listed as future issues: verification of applicability to other types of motorcycles; verification of effectiveness with different postures or sizes of a rider; risk-benefit analysis based on full-scale collision tests defined by ISO/CD 13232; and, injury evaluation until the rider contacts the ground through the use of computer simulation.

References

- 01/ Inoue. T., et al.: Experimental Collision Test on Motorcycles with Passenger Cars, JSAE, October 1969
- 02/ Iijima. S., et al.: Exploratory Study of an Airbag Concept for a Large Touring Motorcycle, Sixteenth International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Paper No. 98-S10-0-14, (1998)
- 03/ Yamazaki. T., et al.: Exploratory Study of an Airbag Concept for a Large Touring Motorcycle: Further Research, Seventeenth International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Paper No. 01-S9-0-240, (2001)
- 04/ International Standard ISO 13232: 1996(E), Motorcycles-Test and analysis procedures for research evaluation of rider crash protective devices fitted to motorcycles, Parts 1 to 8, International Standards Organization, Geneva, December 1996
- 05/ Namiki. H., et al.: A Computer Simulation for Motorcycle Rider-Motion in Collision, Small Engine Technology Conference, Paper 2003-32-0044, (2003)

**Entwicklung eines elektronisch gesteuerten hydraulischen
Rotations-Lenkungsdämpfers für Motorräder**

**Development of electronically controlled hydraulic rotary
steering damper for motorcycles**

**Développement d'un amortisseur de direction
hydraulique rotatif contrôlé par électronique
pour motocyclettes**

Takashi Wakabayashi
Kiyotaka Sakai

Honda R&D Co., Ltd.
Dept: Asaka R&D Center, Engineering Design Dept. 2

Kurzfassung

Der HESD (Honda Electronic Steering Damper) für Motorräder wurde als weltweit erster hydraulischer Rotations-Lenkungsdämpfer mit elektronischer Steuerung entwickelt, um eine optimale Dämpfungscharakteristik zu ermöglichen. Die Handling-Eigenschaften und das „Kickback“-Phänomen wurden an einem Motorrad mit und ohne Lenkungsdämpfer untersucht.

Der Lenkungsdämpfer vermindert das „Kickback“-Phänomen aufgrund der Dämpfungseigenschaften in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit und -beschleunigung. Ein elektronisch gesteuerter linearer Elektromagnet wurde integriert, um den Durchflusswiderstand des Dämpfers zu beeinflussen. Der HESD vermindert das „Kickback“ und ermöglicht gleichzeitig sportliches Handling bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten.

Abstract

The world's first electronically controlled hydraulic rotary steering damper for motorcycles, HESD (Honda Electronic Steering Damper), has been developed. The HESD gives optimum damping characteristics during running. Handling characteristics and the "Kickback" phenomenon were analyzed using a motorcycle with and without a steering damper.

The steering damper with damping characteristics according to the speed and acceleration of the vehicle reduces the "Kickback" phenomenon. An electronically controlled linear solenoid was applied to alter flow resistance of the damper. The HESD reduces kickbacks while maintaining sporty handling at low speed running.

Résumé

Le premier amortisseur de direction hydraulique rotatif contrôlé par électronique, appelé HESD (Honda Electronic Steering Damper), vient d'être créé. L'HESD permet de gérer de façon optimale les mouvements de direction qui apparaissent lors de courses. Maniabilité et phénomènes de guidonnage ont été analysés sur des motos équipées avec et sans amortisseur de direction.

Selon des données relatives à la vitesse et à l'accélération du véhicule, l'amortisseur de direction gère les mouvements de direction réduisant le phénomène de guidonnage. Un solénoïde linéaire commandé par une centrale électronique a été utilisé pour modifier les flux de résistance de l'amortisseur. L'HESD réduit les guidonnages tout en conservant une excellente maniabilité à faible vitesse.

Development of electronically controlled hydraulic rotary steering damper for motorcycles

1. Introduction

Kickback is a vibration phenomenon (vehicle behavior) arising in motorcycles running at high speed. Kickback is a sharp change in the steering angle which occurs as the vehicle passes over bumpy road surfaces (01/). This can lead to rider discomfort and fatigue. Typical measures employed to reduce kickback include setting adjustments to the tires, suspension characteristics and vehicle alignment. However, another device for reducing kickback is a steering damper. A steering damper adds a damping torque to the steering axis and suppresses any sudden movement to the handlebar. Hydraulic types have been the main types of damper control used to date. The issue with steering dampers is that when the damping torque required to reduce kickback is applied it can affect the handling when the vehicle is running at low speed. Consequentially, such steering dampers have only been applied to racing motorcycles and some commercial motorcycles.

An analysis of the handling characteristics and kickback phenomenon was conducted and the damping characteristic requirements for these were observed. This paper describes the development of a new technology with the application of an electronically controlled rotary steering damper that applies variable damping characteristic. This new technology successfully reduces kickback phenomenon without deterioration of the light handling when the vehicle runs at low speed. Figure 1 shows the newly developed Honda Electronic Steering Damper (HESD) system and Figure 2 shows the 2004 CBR1000RR model with the new steering damper system.



Figure 1
Appearance of "HESD"



Figure 2
Appearance of “CBR1000RR” with steering damper

2. Evaluation method of running test

A large super sport motorcycle was used in all running tests of this research. Table 1 shows the major specifications of the test motorcycle. The following test method was used to evaluate light handling (steering effort) and kickback.

2.1 Evaluation of steering effort at low speed

As shown in Figure 3, the test motorcycle goes into the test course with straight running at a constant speed of 30 km/h. From point “A”, the motorcycle changes lanes by two meters and then reverts to its straight running. The steering torque fluctuation in this lane change test mode at the change in steering angle was defined as “steering torque fluctuation” and was evaluated. See Figure 4. The test rider also rated the steering effort according to the sensory test. Figure 5 shows the rating scale of the test rider’s sensory evaluation. The above-mentioned test method has been defined as the “lane change test.”

Item	Specifications	
Engine type	Liquid cooled 4-stroke DOHC 4-cylinder	
Engine displacement (cm ³)	998	
Transmission	6 speed constant mesh	
Vehicle dimension (mm)	2 025 x 720 x 1 120	
Wheel base (mm)	1 410	
Vehicle mass (kg)	179	
Tire size	Front	120/70-17
	Rear	190/50-17
Suspension	Front	Telescopic
	Rear	Swing arm

Table 1
Specifications of test motorcycle

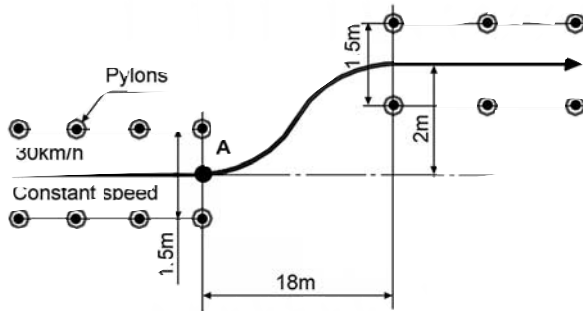


Figure 3
Lane change test procedure

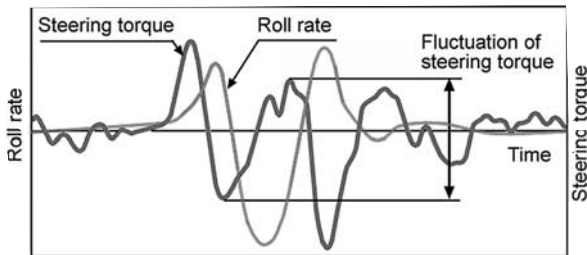


Figure 4
Definition of steering torque fluctuation

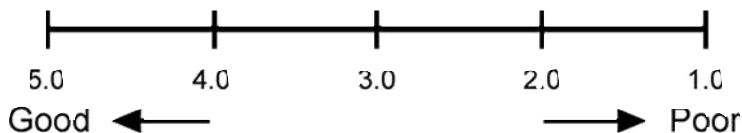


Figure 5
Rating scale of sensory evaluation

2.2 Evaluation method of kickback

As shown in Figure 6, the motorcycle enters the test course with straight running at a constant speed of 120 km/h using sixth gear. From point “A,” the motorcycle enters a bumpy road surface at full throttle condition. The greatest steering angle that occurs in the test was defined as the “maximum kickback steering angle,” and then evaluated as shown in Figure 7. The test rider also conducts sensory evaluation. The same criteria for evaluating the ride sensation used in the lane change test as shown in Figure 5 are also used in this test. This test has been defined as the “kickback test.”

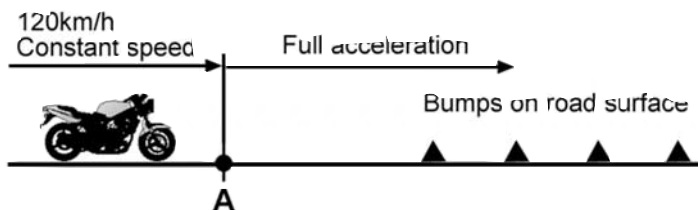


Figure 6
Kickback test procedure

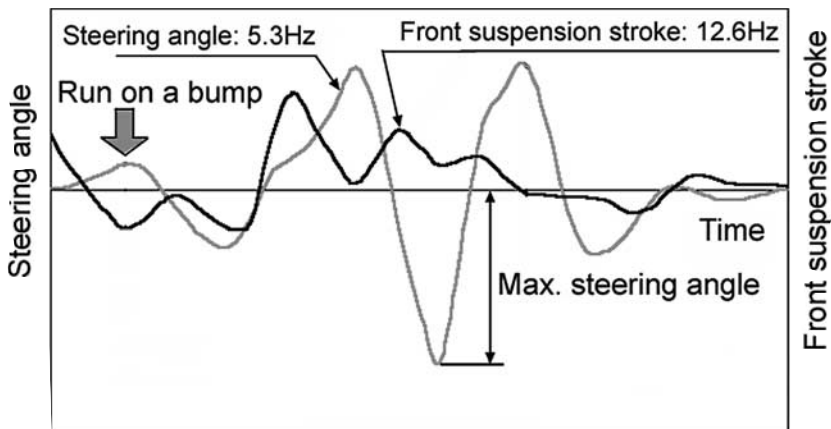


Figure 7
Definition of kickback

3. Target damping characteristics

A running test was conducted to determine the target damping characteristics. Tests were conducted by using a steering damper with manual control damping characteristic.

3.1 Minimum target damping characteristics

Light handling can be achieved by decreasing the damping torque generated by a steering damper. The lane change test was repeated while gradually increasing the damping torque of the steering damper. The sensory evaluation was also conducted. If the increase in steering torque fluctuation is less than 10%, it was confirmed that there was no change in the rider's evaluation of steering effort as shown in Figure 8. As shown in Figure 9, this test verified that the fluctuation in steering torque increased proportionally for damping torque applied in almost maximum steering angular velocity. From the results of these analyses, the target value for the steering torque fluctuation was determined within 10% of the test motorcycle without steering damper system. It was also verified that the damping characteristics to achieve the target is characteristic of line 1 shown in Figure 10. This was defined as the target minimum-damping characteristic.

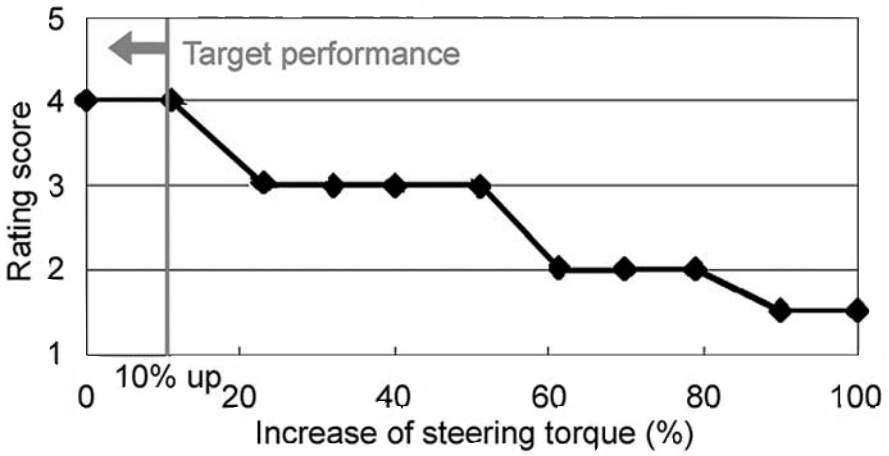


Figure 8
Rating of steering effort

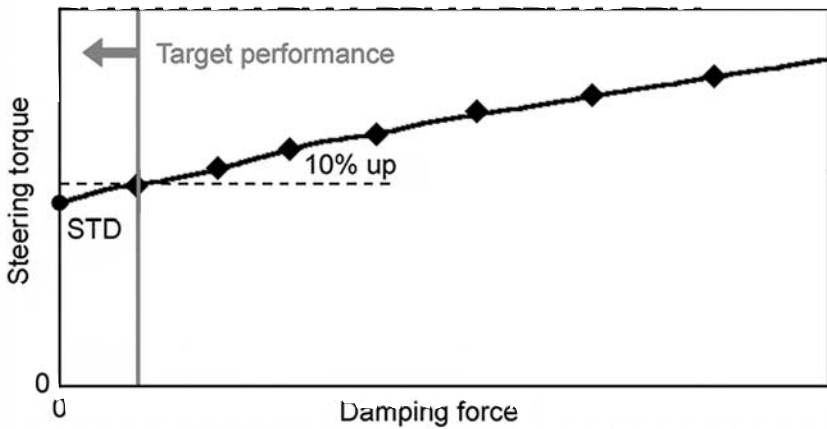


Figure 9
Relationship between steering torque and damping

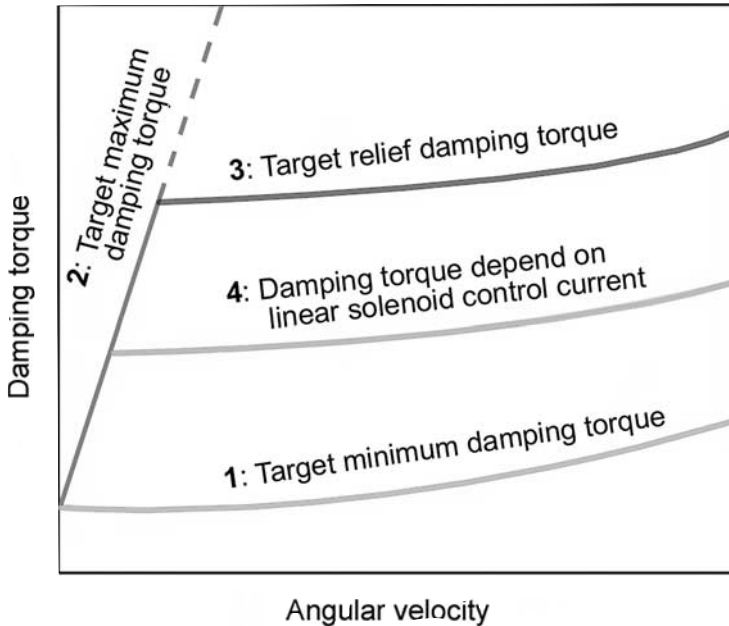


Figure 10
Target damping characteristics

3.2 Maximum target damping characteristics

A steering damper that can exert a large damping torque will help reduce the level of kickback. The kickback test was repeated while gradually increasing the damping torque on the steering damper. Test rider evaluation of the kickback feeling showed a 4-point rating increase when the maximum kickback steering angle was reduced by 75% or more compared to without a steering damper. This reduction of 75% was set as the target value. Figure 11 shows the target performance. It was also confirmed that the maximum kickback steering angle tended to converge as the damping torque increases as shown in Figure 12. It was also found that exerting a larger damping torque at lesser steering angles and steering angular velocity is effective for reducing the kickback. Damping torque is raised in conjunction with increasing steering angular velocity and the higher strength is required for the damper body because the damper pressure is greatly increased. As a result, the body becomes large and heavy.

If a suitable damping torque can be applied in low steering angular velocity, the kickback can be sufficiently reduced by a minimal damping torque. By fitting an adjustable relief valve, increasing damping torque was controlled by releasing more than certain specific pressure. The maximum damping torque characteristic without affecting the straight running stability was obtained from the above-mentioned test results. Line 2 shown in Figure 10 was determined as the target maximum damping characteristic.

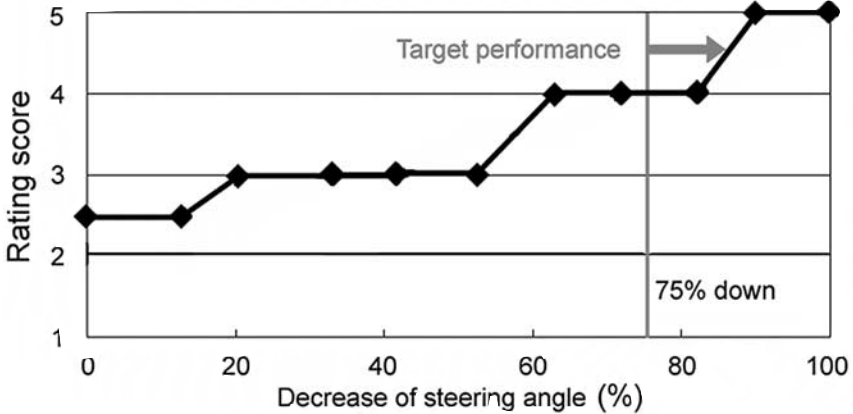


Figure 11
Rating of kickback performance

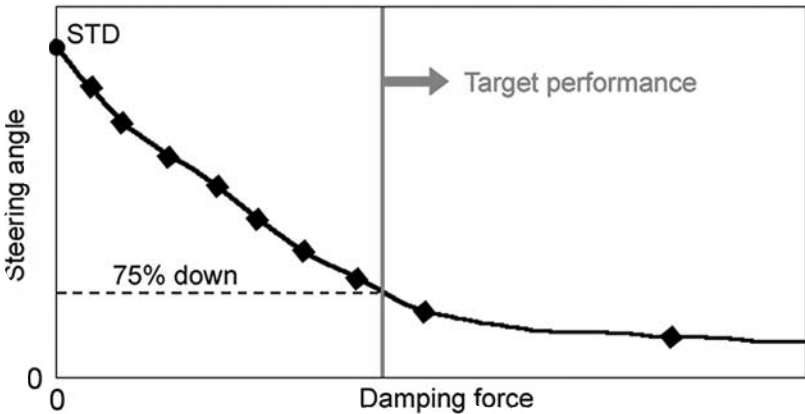


Figure 12
Relationship between steering angle and damping torque

4. Damping characteristic control with vehicle speed and acceleration

4.1 Requirements of controlling mechanism

From the above-mentioned test results, it was found that the damping characteristic of the steering damper needs to change according to the required performance. Some steering dampers currently available on the market have an adjustable damping characteristic with manual operation. The newly developed system is fitted with an automatic controlling device that electronically controls the damping characteristic to generate the optimum damping characteristics according to running conditions.

4.2 Control parameters

The conventional steering damper creates a substantial heaviness of steering effort during low speed operation. As the operation speed decreases, the rider controls the motorcycle largely by adjusting the steering angle. This increases the steering angular velocity as shown in Figure 13. The kickback occurs more readily when running at high speed where the steering system receives larger impact loads, when accelerating where the contact load of the front tire decreases. Speed and acceleration have been applied to the controlling parameter for the damping characteristics. The conditions for controlling are as follows:

- Damping torque is reduced to enable light handling when running at low speed.
- Damping torque is increased to reduce kickback when running at high speeds and accelerating.

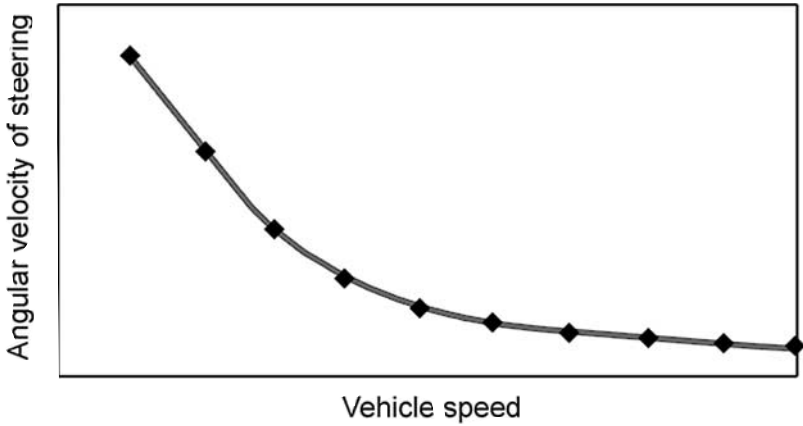


Figure 13
Characteristics of angular velocity of steering

5. System and control

5.1 Damper system

There are generally three types of steering damping systems; friction type dampers, hydraulic type dampers and electromagnetic type dampers. Table 2 shows the characteristics for each damper system and the verified results on each type. As a result, the hydraulic system was selected for this development. Hydraulic type dampers provide a damping mechanism with fluid resistance of the hydraulic oil and can generate a damping torque according to the actuation speed of the dampers.

Types	Friction Type Use of mechanical friction	Hydraulic Type Use of fluid resistance	Electromagnetic Type Use of magnets and coils
Damping characteristics	Unsuitable	Suitable	Suitable
Generated damping force	Small	Large	Medium
Controllability	Low	Medium	High
Size	Small	Small	Large
Cost	Low	Medium	High

Table 2
Investigation of damper types

5.2 System and damper configuration

Figure 14 shows the system configuration of the newly developed HESD. The ECU of the controller segment determines the control current value for the linear solenoid housed in the damper based on information from a vehicle speed sensor. The linear solenoid is attached to the main valve and adjusts the pushing force according to the control current value calculated by the ECU. Figure 15 shows the internal structure of the HESD. The damper body consists of an oil chamber divided into right and left by the vane and oil lines for controls. The hydraulic oil fills the oil chamber. The damper body is fixed on the motorcycle body frame. The vane is located in the oil chamber and is connected to the steering system via a link. When the vane rotates, the hydraulic oil begins to flow between the right and left oil chambers. At the same time, the fluid resistance and the friction inside of the damper is transmitted to the steering system as a damping torque around the common rotational axis. The main valve, check valves, a relief valve and an accumulator are placed in the controlling oil lines. The functions of each component are described below. The main valve regulates the magnitude of fluid resistance according to the valve opening conditions. The check valves ensure a one-way flow of the hydraulic oil to the main valve. The relief valve is located in the oil line parallel to the main valve and limits the maximum generating damping torque. The accumulator serves to stabilize the damper inner pressure though the volume of the hydraulic oil changes according to the operational temperature.

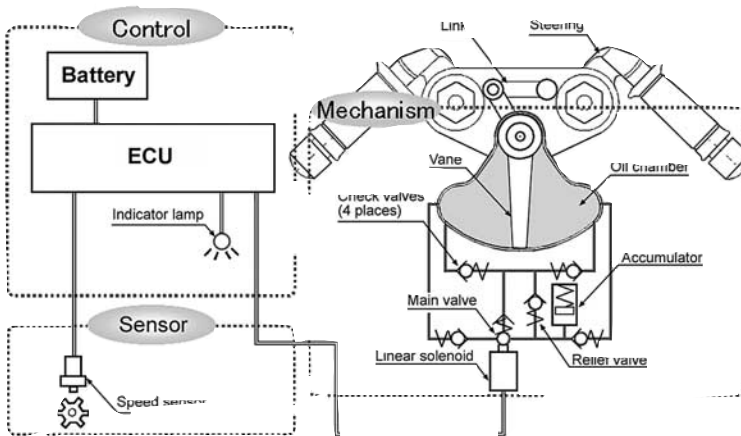


Figure 14
Diagram of control system

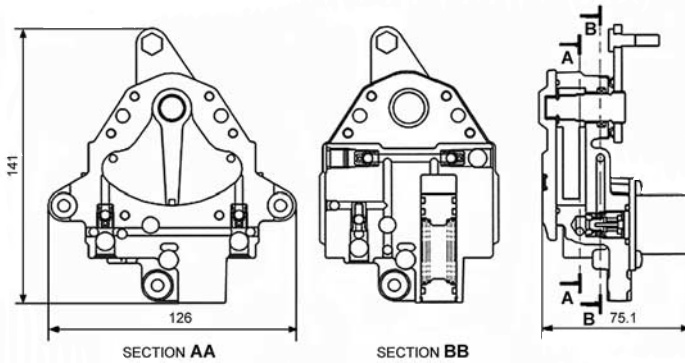


Figure 15
Inner structure of developed steering damper

5.3 Electronic control

The ECU calculates vehicle speed and acceleration by using signals of vehicle speed and determines the control current value for the linear solenoid by a three-dimensional map. Figure 16 shows the control map. The control current of the linear solenoid is dropped at low speeds and increases according to an increase in the vehicle speed. When the vehicle accelerates, the control current value increases according to the acceleration. During deceleration, the control current value is set equal to that of the constant speed.

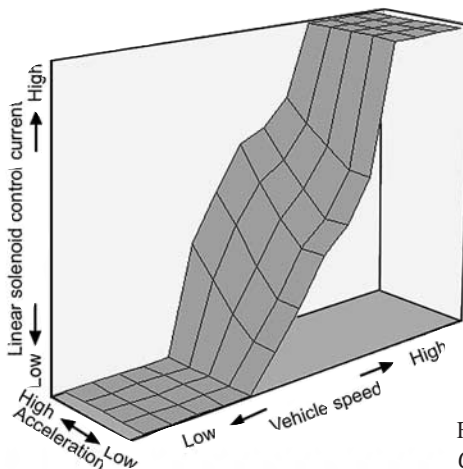


Figure 16
Control mapping

6. Results of effect verification

The following test was conducted with an HESD fitted vehicle to verify the efficiency of the system configuration and specifications described herein. A vehicle without a steering damper and a vehicle with a conventional steering damper were used in the comparative testing. Two types of conventional steering dampers with the target specification of this development were used. One has the characteristic of the steering torque fluctuation increased by approximately 10% (conventional specification 1). The other has the maximum kickback steering angle reduced by approximately 75% (conventional specification 2).

6.1 Lane change test

This test verified whether the HESD made steering heavy when running at low speeds. Figure 17 shows the distribution of steering torque fluctuation during the lane change test. The horizontal axis shows the maximum steering velocity. The average values for ten evaluations of each specification are shown with the horizontal line. Fluctuation in steering torque was increased by 8%, when comparing between the vehicles with the HESD and without a steering damper. This is a favorable result even in comparison with the conventional damper specification 1 configured with the target value. On the other hand, that was increased by 52% on the vehicle with conventional damper specification 2. Table 3 shows the sensory evaluation results. The vehicle fitted with the HESD was rated with the same score as the vehicle without a damper. It was further verified the HESD vehicle was ratable as the same level as that without a steering damper.

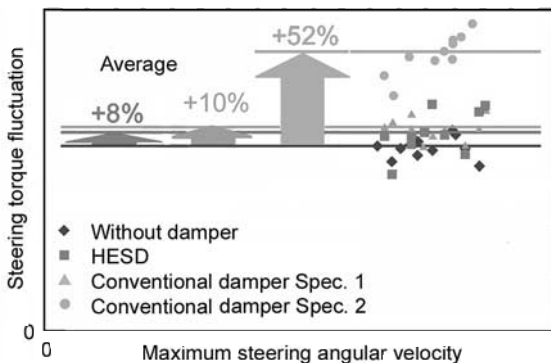


Figure 17
Lane change test results

	Rider A	Rider B	Rider C
Without damper	4.0	4.0	4.0
HESD	4.0	4.0	4.0
Conventional damper Spec. 1	4.0	4.0	4.0
Conventional damper Spec. 2	3.0	2.0	3.0

Table 3
Steering effort evaluation results

6.2 Kickback test

Figure 18 shows the time-series change for the steering angle of tested vehicles as they passed over the tested road surfaces. The HESD has reduced the maximum steering angle by approximately 85%. This was a better result than that achieved by the target conventional damper specification 2. In contrast, conventional damper specification 1 achieved only a 19% reduction in steering angle. Table 4 shows the sensory evaluation results of kickback characteristic. The vehicle with the HESD received high ratings compared with that for the vehicle without a damper.

These test results have demonstrated that the HESD has suitable damping characteristics for riding conditions. Those provide light handling when running at low speeds while reducing kickback occurrences when running at high speeds, which is not possible on vehicles with conventional steering dampers.

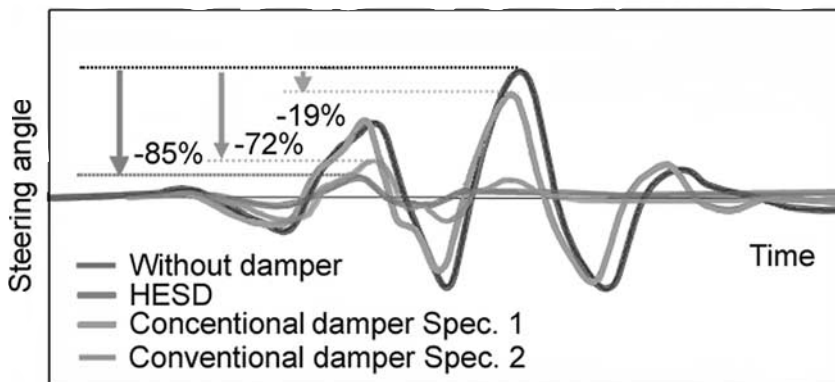


Figure 18
Kickback test results

	Rider A	Rider B	Rider C
Without damper	3.0	2.5	2.5
HESD	5.0	4.0	4.0
Conventional damper Spec. 1	3.0	2.5	3.0
Conventional damper Spec. 2	4.0	4.0	4.0

Table 4
Kickback performance evaluation

7. Conclusion

1. Handling characteristics and kickback phenomenon characteristics were analyzed. Optimal steering damping characteristics for speed and acceleration were found.
2. An electronically controlled linear solenoid was used to alter the internal damper fluid resistance. This reduced kickback occurrences while maintaining light handling at low speed running.

8. Reference

- 01/ Society of Automotive Engineers of Japan, Inc.: JASO T803-96, Glossary of terms relating to motorcycle and moped stability and controllability, p. 22 (1996)

**Kennwertermittlung zur objektiven Beurteilung des
fahrdynamischen Verhaltens von Motorrädern**

**Determination of parameters for objective evaluation
of motorcycles driving dynamics behaviour**

**Détermination de valeurs caractéristiques pour
l'évaluation du comportement de conduite de motos**

Dipl.-Ing. (FH) Dieter Bunz
TÜV Automotive GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Max Klasen
BMW AG, Sparte Motorrad

Cand.-Ing.(FH) Andreas Schäffler
FH München, Fachbereich Fahrzeugtechnik

Kurzfassung

Zur Zeit finden sich in der Entwicklung von Motorrädern noch wenige objektive Parameter, die das Fahrverhalten von Motorrädern untereinander vergleichbar beschreiben. Auch existieren noch keine Normen zur Standardisierung von Fahrmanövern, die zur Ermittlung solcher Kennwerte erforderlich wären.

Ziel dieser Arbeit ist es, abgeleitet aus den normierten Fahrmanövern des Kraftwagensektors, Standardfahrmanöver zu entwickeln, diese im Fahrversuch auf ihre Validität hin zu optimieren und somit den Grundstein zur Ermittlung aussagekräftiger Kennwerte zu legen. Weiterhin beschäftigt sich die Arbeit mit der Entwicklung der Kennwerte aus den in den Fahrversuchen gewonnen Daten.

Durch optimierte Auswerteroutinen in Kombination mit reproduzierbaren Fahrversuchen kann die Trennschärfe soweit gesteigert werden, dass die Kennwerte zuverlässige Aussagen liefern. Diese Arbeit ist als erster Schritt zu sehen, um das subjektive Empfinden der Motorradfahrtdynamik nachzubilden und eine objektive Beurteilung der Fahrtdynamik von Motorrädern zu ermöglichen. Um die methodische, ökonomische Entwicklung von Motorrädern weiter zu steigern, sollten diese Kennwerte besonders in den Versuch integriert werden, um nicht allein die Intuition als Führungsgröße der Entwicklung zu stützen.

Abstract

At the moment there are only a few objective parameters in the development of motorcycles, which compare the driving behaviour of different motorcycles. As well there are existing no standards of driving manoeuvres, which are necessary to determine these parameters.

The goal of this paper is to develop standards of driving manoeuvres based on the existing standards of road vehicles, to optimise and validate them during the implementation of road tests to create basic elements for the investigation of expressive parameters.

By using optimised evaluation methods in combination with reproducible road tests the selectivity can be increased in a way, that the parameters provide reliable statements. This paper can be seen as a first step to reproduce the subjective assessment of motorcycle driving dynamics and to enable the objective evaluation.

To perfect the methodical and economic development of motorcycles, these parameters should especially be integrated in testing to support not only intuition as reference input of vehicle development.

Résumé

Actuellement, dans le développement des motos, il y a encore peu de paramètres objectives, qui peuvent décrire et comparer le comportement de conduite des motos entre elles. Encore il n'y existe pas de normes pour une standardisation des manoeuvres, qui seraient nécessaires pour une détermination de valeurs expressives et comparatives.

But de ce travail est de créer des manoeuvres standardisés dérivés des manoeuvres normés du secteur automobile, d'augmenter la validité par l'optimisation de ces manoeuvres à l'essai et de cette façon poser la première pierre pour la recherche de valeurs substantielles. En outre cette œuvre se préoccupe avec l'extraction et le développement de valeurs substantielles des données gagnées par l'essai.

Par des méthodes d'analyses et d'évaluation optimisées, combinées avec des routines d'essai reproductibles, la sélectivité peut être augmentée à tel point que les valeurs extraites fournissent des résultats fiables.

Ce mémoire est à voir comme « premier pas » pour reproduire la sensation subjective de la dynamique des motos et de rendre une évaluation objective possible. Dans le but d'augmenter le développement méthodique et économique des motos, ces valeurs substantielles devraient être intégrées dans l'essai, pour ne pas seulement soutenir l'intuition comme grandeur pilote du développement.

Kennwertermittlung zur objektiven Beurteilung des fahrdynamischen Verhaltens von Motorrädern

1. Einleitung

Das Fahrverhalten eines Motorrads kann aufgeteilt werden in Kurvenverhalten und Geradeauslaufverhalten jeweils bei konstanter Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzögerung. Zu beurteilen sind dabei die Fahrstabilität sowie die Handlingeigenschaften. In dieser Arbeit wird das Kurvenverhalten bei konstanter Geschwindigkeit behandelt. Dieses lässt sich mit den Begriffen Handlichkeit und Neutralität beschreiben.

Hinter dem Begriff Handlichkeit versteckt sich das Übergangsverhalten des Motorrads zwischen zwei stationären oder quasistationären Zuständen. Hierbei gilt es, zwischen Richtungswechsel, Veränderung des Kurvenradius, das heißt Veränderung der Schräglage und Schräglagenwechsel, das so genannte Umlegen des Motorrads, zu unterscheiden.

Fahrmanöver zur Beurteilung der Handlichkeit:

- Spurwechsel, Ausweichtest
- Slalom
- Einlenken/Auslenken

Neutralität beschreibt das Verhalten des Motorrads unter Stationärbedingungen: Wie „leicht“ lässt sich der stationäre Zustand beibehalten. Idealerweise liefert das Motorrad eine klare Rückmeldung an den Fahrer über die geforderte Eingabe und beharrt auf seiner Bahn.

Fahrmanöver zur Beurteilung der Neutralität:

- Stationäre Kreisfahrt

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Ausweichtests und Slalomfahrten durchgeführt.

2. Herleitung der Fahrmanöver aus den bestehenden Standards des Kraftwagensektors

2.1 Ausweichmanöver

Als Basis für das zu entwickelnde Ausweichmanöver dienen die aus dem Pkw-Fahrversuch bekannten Tests ISO Spurwechsel und VDA Ausweichmanöver. Die aus der Vorschrift zu errechnende Gassenbreite würde sich, bei einer angenommenen Fahrzeugbreite von 0,9 m, um 1,30 m bis 1,50 m bewegen. Die Breite der Gassen kann nur über einen iterativen Prozess angepasst werden, so dass ein Einleiten des Manövers nur aus der Fahrstreifenmitte möglich ist.

Es sollten zwei Spurwechselmanöver etabliert werden, um Low- und Highspeed-Bereich abzudecken. Der Spurversatz sollte etwa 2 m betragen. Dadurch werden Ausweichmanöver, wie sie im realen Straßenverkehr durchaus vorkommen können, abgedeckt. Mögliche Feinanpassungen der Abstände der Gassen zueinander und die Länge der Gassen werden im Fahrversuch vorgenommen. Die Abstände der Gassen zueinander sollten für das langsame Ausweichen in etwa dem VDA Ausweichtest entsprechen. Aufgrund geringerer Wendigkeit eines Motorrades im Vergleich zum Pkw sollte der Abstand der Gassen auf 15 m zwischen Gasse eins und zwei und 14 m zwischen Gasse drei und vier geändert werden.

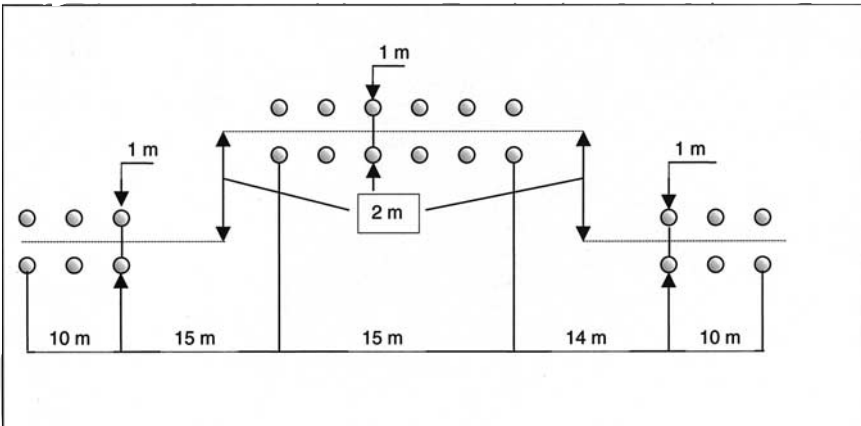


Abbildung 1
Ausweichen Lowspeed

Bei der schnellen Variante bildet der ISO Spurwechsel die Basis der Abstände der Gassen. Auch hier ist eine geringfügigere Verlängerung der Gassen angedacht. Gasse eins zu zwei 30 m und zwei zu drei 25 m.

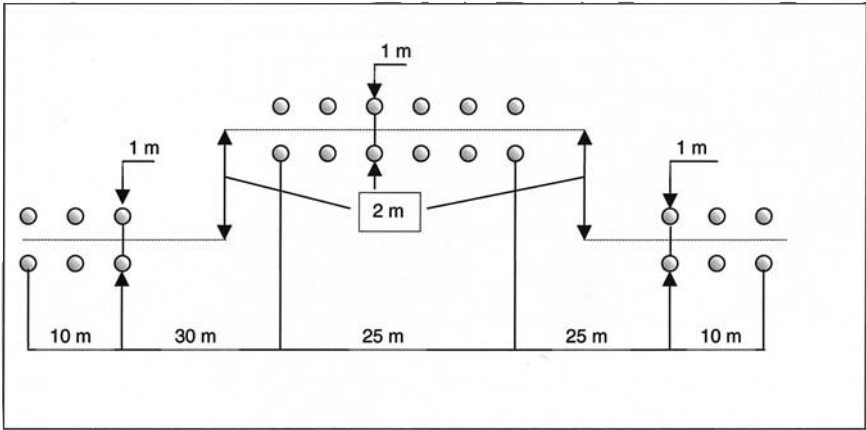


Abbildung 2
Ausweichen Highspeed

Für den Lowspeed-Bereich sollten Einfahrtsgeschwindigkeiten bis etwa 70 km/h realisierbar sein, für das Highspeed Ausweichmanöver bis 120 km/h. Die Länge der zweiten Gasse sollte für das langsame Ausweichen 15 m und 25 m für das Highspeedmanöver betragen.

Für alle Maße gilt, dass diese im Fahrversuch verändert werden können, um Fahrbarkeit und Reproduzierbarkeit des Versuchs und der Versuchsbedingungen zu gewährleisten. Der Einfluss der Linienwahl, also das Anfahren der ersten Gasse am linken oder rechten Rand, kann eine Rolle für die Ausweichmanöver spielen und sollte auch gesondert untersucht werden. Der Aufbau der Gassen sollte aber grundsätzlich so gestaltet sein, dass derartige Variationen nicht möglich sind.

Zur Durchführung der Ausweichmanöver müssen folgende Bedingungen eingehalten werden, um die Messung als gültig zu markieren: Die Mindestgeschwindigkeit liegt beim langsamen Ausweichen bei ca. 45 km/h und bei der schnellen Variante bei ca. 80 km/h. Diese Eingangsgeschwindigkeiten werden dann in Schritten zu $v = 5$ km/h gesteigert bis zum Erreichen der Maximalgeschwindigkeit, bei der die Messung noch gültig durchgeführt werden kann.

An der Manöverobergrenze sollte die Geschwindigkeit in kleineren Schritten gesteigert werden, da es dann immer schwieriger wird, die subjektiven Kriterien einzuhalten. Ebenso ist darauf zu achten, dass trotz der sich steigenden Geschwindigkeit die Eingaben in das Fahrzeug ausschließlich über den Lenker gemacht werden. Damit ist gewährleistet, dass der Fahrereinfluss auf ein Minimum reduziert wird.

Als subjektive Gültigkeitskriterien sind einzuhalten:

- kein Pylonenkontakt mit dem Fahrzeug
- kein zu hoher Geschwindigkeitsabbau während des Manövers; d. h. Ausfahrtsgeschwindigkeit < 80 Prozent der Einfahrtsgeschwindigkeit
- „Körpereinsatz“ nicht zu hoch
- kein seitliches Verlassen einer der Gassen

Grundsätzlich gilt, dass das Ausweichen möglichst gleichmäßig durchfahren wird. Es hat sich gezeigt, dass bei hektischen und besonders kraftaufwändigen Eingaben die Qualität der Messdaten verschlechtert wird.

2.2 Slalom

Die klassische Anordnung des Slaloms wie im ISO Slalom bringt bei einem Einspurfahrzeug wahrscheinlich nicht die gewünschten Erkenntnisse. Um einen größeren Spurversatz zu erreichen ist es sinnvoll, mit versetzten Pylonen zu arbeiten. Hierfür sollten diese so aufgestellt werden, dass der Slalom aus Reihen von aneinander gesetzten Kreissegmenten mit definiertem Radius besteht. Auch sollten hier zwei Varianten des Slaloms gefahren werden. Die schnelle Variante mit Radius 100 m und eine langsame Variante mit Radius 50 m. Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten auf den Teststrecken müssen Zugeständnisse an den überstrichenen Winkel gemacht werden. Optimal wäre für beide Radien ein Kreissegment mit eingeschlossenem Winkel zwischen 45° und 60°. Dies kann leider aus Platzgründen nicht realisiert werden. Daher wurde der Breitenbedarf auf 10 m begrenzt. Als maximaler Längenbedarf sind 500 m angesetzt, darin enthalten sind die Anfahrt, der eigentliche Slalom und der Auslauf.

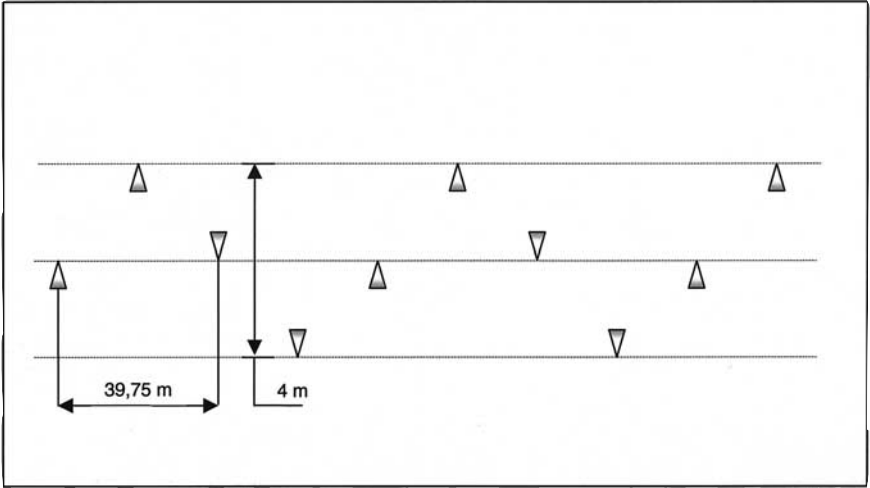


Abbildung 3
Slalom 100m

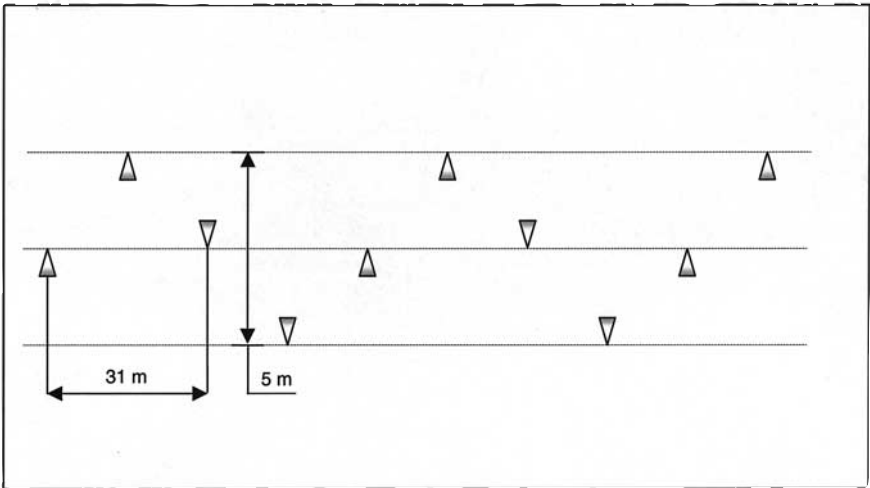


Abbildung 4
Slalom 50m

Auch beim Slalom gilt: Eingabe in das Fahrzeug nur über den Lenker. Eingaben des Fahrers mittels Körpereinsatz sind auf ein Minimum zu reduzieren. Daraus folgt, dass die Fahrtechnik „Hanging Off“ nicht angewendet werden darf, um die Slalomversuche auszuführen.

Die subjektiven Gültigkeitskriterien lauten für beide Varianten:

- kein Pylonenkontakt mit dem Fahrzeug
- kein zu hoher Geschwindigkeitsabbau während des Manövers; d. h. Ausfahrtsgeschwindigkeit < 80 Prozent der Einfahrtsgeschwindigkeit
- keine Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den Schwüngen, durch fahrerbedingte wechselnde Last des Motors („Gasspielen“)
- „Körpereinsatz“ nicht zu hoch
- kein zu großer Abstand zu den Pylonen
- kein Verlassen der vorgegebenen Fahrlinie; z. B. falsches Vorbeifahren an den Pylonen

Auch hier provozieren zu massive Eingaben in das Fahrzeug heftige Federbewegungen, die einen gültigen Versuch unwahrscheinlich werden lassen. Um besser in den Rhythmus des Slaloms zu finden, sollte für die eigentliche Linie ein „Blindschwung“ vorgehalten werden, damit ein weiches Einfahren in den Slalom möglich ist. So lassen sich die Versuche einfacher und reproduzierbarer gültig absolvieren.

2.3 Randbedingungen

Um eine sichere Reproduzierbarkeit und eine für die Auswertung der Daten wichtige Vergleichbarkeit zu erreichen, besonders wenn mehrere Versuche auf verschiedenen Testgeländen durchgeführt werden, ist eine Definition der Randbedingungen unabdingbar.

2.3.1 Einfahrzyklus

Für alle Versuche empfiehlt sich ein Einfahrzyklus, um eine vollständige Durchwärmung der Reifen zu erreichen. Ein 20-minütiges Anfahren der Reifen sollte dem zu fahrenden Versuch vorausgehen. Dabei sollten Kurven verschiedener Radien, „landstraßentypisches“ Profil, durchfahren werden. Ein Erreichen der Kurvengrenzgeschwindigkeiten ist nicht erforderlich.

2.3.2 Allgemeine Prüfbedingungen

Die Tests werden auf trockener und ebener Fahrbahn mit einheitlichem Reibwert absolviert. Die Teststrecken werden so ausgewählt, dass die vorgeschriebenen Fahrmanöver ohne Gefahr durchgeführt werden können. Besonders wird auf das Vorhandensein benötigter Auslaufzonen geachtet. Die Tests werden bei unbeladenem Fahrzeug ausgeführt. Bei allen Versuchsfahrten sind vor Beginn Reifendruck, Befestigung der Sensoren und deren Funktion/Plausibilität zu überprüfen.

3. Versuchsfahrzeug und Messaufbau

3.1 Versuchsfahrzeug

Das in den Versuchen zum Einsatz gekommene Fahrzeug, ist von BMW Motorrad zu Verfügung gestellt worden. Es handelte sich dabei um eine R-1150 R-Rockster.



Abbildung 5
Versuchsfahrzeug

3.2 Sensoren

Fahrzeuginnenlängsgeschwindigkeit v_x und Fahrzeugschwimmwinkel β : Zur Erfassung der Bahngeschwindigkeit des Fahrzeugs und des auftretenden Schwimmwinkels wird ein berührungslos arbeitender optischer Sensor der Fa. CORRSYS –DATRON, Handelsbezeichnung „Correvit S-CE“, verwendet. Raddrehzahlen Vorderrad n_v und Hinterrad n_h : An Vorder- und Hinterrad sind jeweils induktive Impulsgeber verbaut. Die Abnahme der Raddrehzahl erfolgt über die Köpfe der Befestigungsschrauben der Bremsscheiben.

Federwege vorne f_v und hinten f_h : Zur Erfassung der Bewegungen der Vorder- radführung wird ein Linearpotentiometer, Messbereich 100 mm, der Fa. 2D – Debus & Diebold Messsysteme verwendet. Es kann parallel zur Gabel eingebaut werden, wodurch direkt die Längenänderung der Gabel erfasst wird. Zur Erfassung der Bewegung des Hinterrades kommt ein Fadenpotentiometer mit besonders hoher Federvorspannung zum Einsatz, um bei schnellen Feder-/Dämpferbewegungen den „Faden“ sicher auf Zug zu halten.

Erfassung der Drehraten um Fahrzeuginnen- und Hochachse, $\dot{\Phi}$ und $\dot{\Psi}$: Die Messung der Rollrate und Gierrate erfolgt mit einaxialen Gyroskopen der Firma BAE. Der Anbau erfolgt in der Nähe des Fahrzeugschwerpunktes.

Lenkwinkel δ : Auf das Lenkkopflager wird ein Rotationspotentiometer aufgesetzt, so dass der Lenkwinkel direkt gemessen werden kann. Bei der Auswahl muss darauf geachtet werden, dass die bei Einspurfahrzeugen auftretenden geringen Lenkwinkel von ca. $\pm 2^\circ$ sicher erfasst werden können.

Lenkmoment: Bei diesem Sensor handelt es sich um einen Eigenbau auf DMS-Basis. Der Lenker wird mit der oberen Gabelbrücke über ein Rohr verbunden, das mit einem Torsions- DMS (Vollbrücke) appliziert wurde. Durch die geringe Bauhöhe lässt sich dieser Sensor gut an die geometrischen Gegebenheiten der Motorräder anpassen.

Reifentemperaturen T_v und T_h : Zur Überwachung der Reifentemperaturen sind am Vorder- und Hinterrad Infrarot-Temperatursensoren verbaut. Diese IR-Sensoren arbeiten berührungslos, der Messbereich erstreckt sich bis 100°C .

3.3 Messsystem

Die Messdaten wurden mittels einem 2D-Datarecording Messsystem erfasst. Es handelt sich um ein robustes, handliches System. Besonders hervorzuheben ist der geringe Platzbedarf des Datenloggers. Dieses Messsystem ist in der Lage, 16 Analogkanäle und 5 Digitalkanäle mit bis zu 800 Hertz Abtastrate aufzuzeichnen. Die Abtastrate bei den durchgeführten Versuchen beträgt 100 Hz.

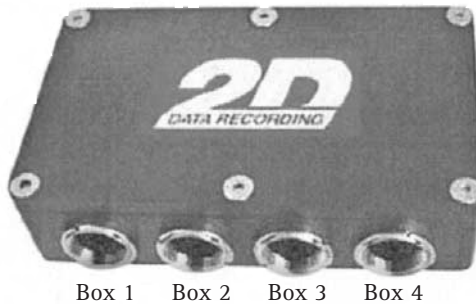


Abbildung 6
Datenlogger

4. Auswertung der Messdaten

4.1 Nachbehandlung der Rohdaten

Der Offsetabgleich wird an folgenden Kanälen vorgenommen: Lenkwinkel, Schwimmwinkel, Rollrate, Gierrate und Lenkmoment. Die oben genannten Kanäle werden zusätzlich mit einem Butterworth Tiefpass Filter gefiltert. Die Grenzfrequenzen liegen je nach Kanal bei 5 oder 7,5 Hz. Desweiteren wird die Schräglage aus dem Integral der Rollrate berechnet, die Gierrate über die Schräglage korrigiert sowie die Bestimmung des Kurvenradius, des Nachlaufs, des Radstands, des effektiven Lenkwinkels, der Querbeseleunigungen, der Seitenkräfte, der Schräglaufwinkel und des Schwimmwinkels durchgeführt.

Nach dem ersten Auswerteschritt werden die Datensätze in die einzelnen Versuche zerlegt. Zu Beginn wird automatisiert nach den objektiven Gültigkeitskriterien gesucht.

Die Geschwindigkeit beim Verlassen der letzten Gasse darf die Einfahrtsgeschwindigkeit nicht mehr als fünf Prozent unterschreiten. Zusätzlich dürfen beim Slalom die Rollratenmaxima der einzelnen Schwünge nicht mehr als 15 Prozent vom Rollratenmaximum der gesamten Messung abweichen. Anschließend wurde bei jedem Versuch der Rollraten- und Gierratenverlauf subjektiv beurteilt. Zur Auswertung wurden nur die am präzisesten gefahrenen Versuche herangezogen.

Aus den ausgewählten Datensätzen werden für die einzelnen Manöver automatisiert Maximalwerte und Kennwerte bestimmt. Die während des Auswerteflows entstandenen Datensätze wurden mit Hilfe von Approximationsfunktionen behandelt und anschließend in Diagrammen abgebildet. Um auch eventuell auftretende Fahrerunterschiede darzustellen wird entschieden, nach Möglichkeit beide Versuchsfahrer in einem Diagramm darzustellen.

5. Interpretation der Ergebnisse

5.1 Allgemeines

Ziel der Auswertung soll sein, aus der Vielzahl von möglichen Kennwerten diese zu bestimmen, die einerseits wenig durch den Fahrer oder die Taktik des Durchfahrens und kleine Korrekturmanöver beeinflusst werden, aber andererseits genügend Trennschärfe bieten und das Handlingverhalten sowie weitere Aspekte der aktiven Sicherheit klar beurteilen.

Für jeden Versuch existiert ein „ideales“ Geschwindigkeitsfenster. In diesem Geschwindigkeitsbereich, der bei etwa 80 bis 90 Prozent der Maximalgeschwindigkeit liegt, fällt es dem Fahrer besonders leicht, das Manöver fehlerfrei und gut reproduzierbar zu absolvieren. Der Grund liegt darin, dass aufgrund der relativ hohen Geschwindigkeit kaum mehr Variationsmöglichkeiten bezüglich der Liniwahl möglich sind. Da man sich aber noch nicht am Grenzbereich befindet, benötigt der Fahrer nicht die volle Konzentration, er kann das Fahrmanöver relativ „locker“ absolvieren, was sich positiv auf die Ergebnisse auswirkt. Oberhalb dieses Bereichs werden die Messwerte immer verrauschter. Dies ist auf große Schräglaufwinkel, die ein exaktes Fahren erschweren, sowie auf Vibrationen, wie sie zum Beispiel durch große Schräglaufwinkel oder Fahrwerksunruhen entstehen, zurückzuführen.

Im Kraftwagensektor werden zur Zeit bei den hier behandelten Fahrmanövern nur die maximale Durchfahrtsgeschwindigkeit und die Durchfahrzeit ausgewertet, ansonsten erfolgt nur eine subjektive Beurteilung. Auch für den Motorradbereich bietet sich dies bei vergleichenden Messungen an. Zur Beurteilung des Handlings sollten aber weitere Faktoren hinzugezogen werden, die das System Fahrzeug – Fahrer beschreiben, wie die Systemeingangsgrößen Lenkkräfte/-momente und die Systemausgangsgrößen maximale Schräglage, Rollrate, Rollbeschleunigung, Gierrate und Gierbeschleunigung sowie deren Verhältnis zueinander. Weiterhin sollte der Zeitverzug zwischen Eingabe des Fahrers und Fahrzeugreaktion sowie das Verhältnis Eingabe zu Reaktion bewertet werden. Diese Werte sind nicht nur bei Maximalgeschwindigkeit von Interesse, sondern der Änderung der Werte über die Geschwindigkeit sollte ebenfalls Beachtung geschenkt werden.

Weiterhin sind die Bewegungen des Fahrwerks zu betrachten. Hier sollten die absoluten Federbewegungen, die Gleichmäßigkeit der Bewegung vorne und hinten sowie der Abstand zu den Endanschlägen beurteilt werden, da es durchaus zu kritischen Situationen, wie dem Abheben eines Rades, kommen kann. Es liegt nahe, auch die Änderungen von Lenkkopfwinkel und Radstand während der Fahrmanöver zu bewerten.

5.2 Federbewegung und Veränderung der Fahrzeuggeometrie

Die Geometrie Eckdaten sind für die Handlichkeit von entscheidender Bedeutung. Deren Veränderung sollte während der Fahrmanöver möglichst gering ausfallen, um das Verhältnis Lenkmoment/Systemausgangsgrößen möglichst konstant zu halten. Daher liegt es nahe, die Bewegungen des Fahrwerks und die daraus resultierenden Veränderungen in der Fahrzeuggeometrie näher zu untersuchen. Hierzu liefern die Ausweichversuche die Datenbasis, da hier eine besonders große Anzahl an gültigen Versuchen vorliegt.

Das Versuchsfahrzeug mit Telelever® ist konstruktiv derartig ausgelegt, dass beim Einfedern der Lenkkopfwinkel flacher und der Radstand größer wird. Besonders beim Schräglagenwechsel wirkt sich dieser Umstand theoretisch nachteilig auf das Handlingverhalten aus. Deshalb sollten die Extremwerte der Fahrwerksgeometrie einer genaueren Betrachtung unterzogen werden.

Bei der Auswertung der Veränderung in der Fahrwerksgeometrie hat sich die Gierrate als Führungsgröße herauskristallisiert. Diese resultiert aus dem linearen Zusammenhang zwischen Querbesehleunigung und Gierrate. Aus den nach Geschwindigkeitsstufen sortierten Versuchen wurden die Maxima und Minima der Federwege und des Lenkkopfwinkels in Abhängigkeit der maximalen Gierrate herausgelöst.

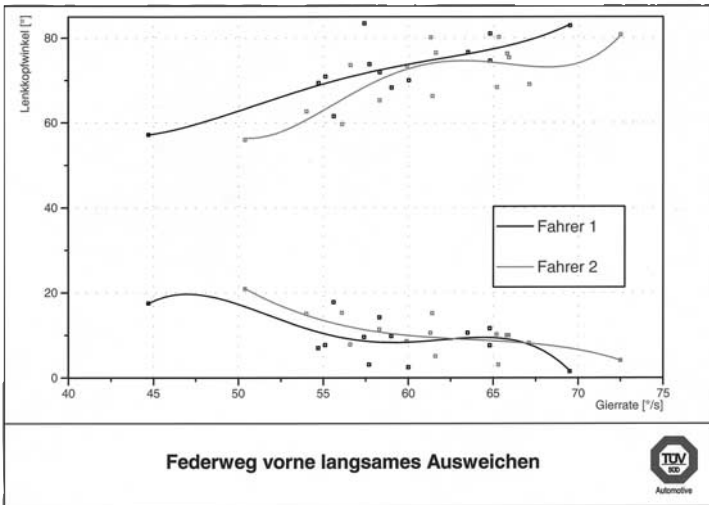


Abbildung 7
Extremwerte des vorderen Federwegs in Abhängigkeit der Gierrate
 Anmerkung: Federweg = 0 mm heißt „voll ausgefedert“

Im obigen Diagramm sind beispielhaft die Extremwerte der vorderen Federwege dargestellt. Je größer die Gierrate, desto größer die Durchfederung der Vorderradführung. Bei 120 mm Federweg ist die Gabel noch weit vom Anschlag entfernt. Der Negativfederweg wird dagegen fast vollständig aufgebraucht. Diese Tendenz verstärkt sich beim schnellen Ausweichen noch.

Für die Abstimmung eines Motorrades ist es wichtig, dass Vorder- und Hinterrad gleichmäßig ein- und ausfedern, so dass das Fahrzeug nicht übermäßig zu nicken beginnt. Dieses Ziel der Fahrwerksabstimmung wurde beim Versuchsmotorrad gut erreicht. Als Folge der Federbewegungen bewegt sich der Lenkwinkel in folgenden Grenzen.

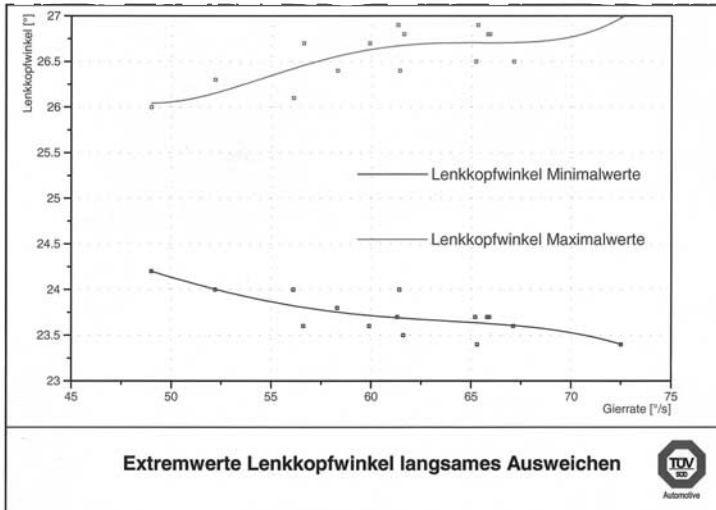


Abbildung 8
Extremwerte Lenkkopfwinkel über der Gierrate

Hier verdeutlicht sich schon die Charakteristik der Telelever®-Fahrzeuge, die Vergrößerung des Lenkkopfwinkels beim Einfedern des Vorderrades. Eine endgültige Beurteilung des Telelevers® kann erst erfolgen, wenn ein in Fahrwerksgeometrie, Fahrwerksabstimmung und Gewicht möglichst ähnliches Fahrzeug mit Telegabel im Vergleich gefahren wurde.

5.3. Ausweichen

5.3.1 Grundsätzliches

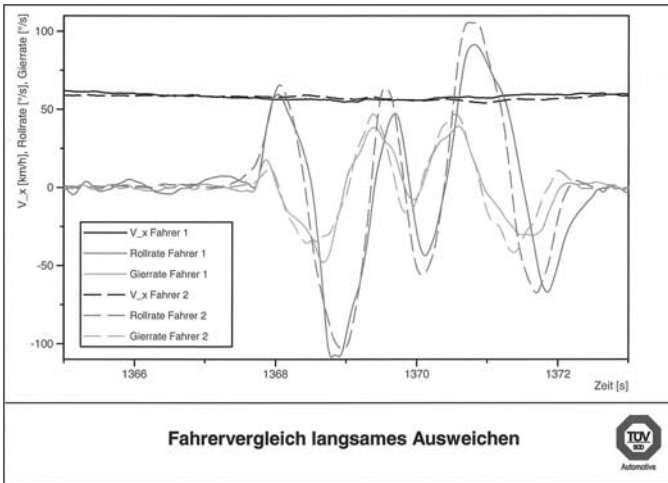


Abbildung 9
Versuchvergleich Fahrer 1 und Fahrer 2

Die Abbildung zeigt zwei gültige Versuche bei einer Einfahrtsgeschwindigkeit von ca. 60 km/h. Da es sich hierbei um das langsame Ausweichen handelt, stellt diese Geschwindigkeit schon die Obergrenze des Versuchs dar. Es ist gut zu sehen, dass der Versuch nur noch mit ähnlicher Strategie gültig gefahren werden kann, wobei sich trotzdem der unterschiedliche Stil der Fahrer im Messschrieb abzeichnet. Fahrer 1 leitet den Versuch mit einem starken Lenkimpuls ein, während bei Fahrer 2 der Versuchsbeginn „weich“ eingeleitet wird. Umgekehrt ist Fahrer 1 aufgrund seiner Fahrweise mit dem Versuch etwas später fertig. Dies bereitet Fahrer 1 anfänglich Probleme, als sich dieser Zeitverzug noch gravierender abzeichnete. Als besonders wichtig stellte sich heraus, dass die beiden Kurven, aus denen ein Spurwechsel besteht, mit möglichst gleichem Radius gefahren werden.

Die maximale Durchfahrtsgeschwindigkeit wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Während beim langsamen Ausweichen die Schräglagenfreiheit höhere Geschwindigkeiten verhindert, wachsen beim schnellen Ausweichen die Kreiselkräfte so stark an, dass ab einer bestimmten Geschwindigkeit die erforderlichen Lenkkräfte zu hoch oder die Zeit für den Lenkimpuls zu gering wird.

Das Lenkmomentniveau wächst beim schnellen Ausweichen im Vergleich zum langsamen Ausweichen etwa auf das Doppelte. Außerdem zeigt beim schnellen Ausweichen das Vorderrad die Tendenz zum Abheben.

5.3.2 Koch-Indices

Der Koch-Index beschreibt die Handlichkeit eines Motorrads mit Hilfe der Maximalwerte von Lenkmoment M_L und Rollrate $\dot{\varphi}$ nach folgendem Zusammenhang:

$$Koch \text{ Index} = \frac{M_L}{v_{stat} \dot{\varphi}}$$

Dieser seit langem bewährte Wert ermöglicht es, die Handlichkeit verschiedener Versuchsfahrzeuge zu vergleichen. Die gewünschte Reaktion des Fahrzeugs beschreibt sich durch die Rollrate, die Eingangsgröße ist das Lenkmoment. Zusätzlich ist der Einfluss der Geschwindigkeit berücksichtigt. Das heißt, je kleiner der Betrag des Koch-Index ist, desto handlicher ist das Motorrad, da das Lenkmoment den Betragswert bestimmt. Die Berechnung des Koch-Index und Verlauf über die Geschwindigkeit zeigen die nächsten zwei Diagramme.

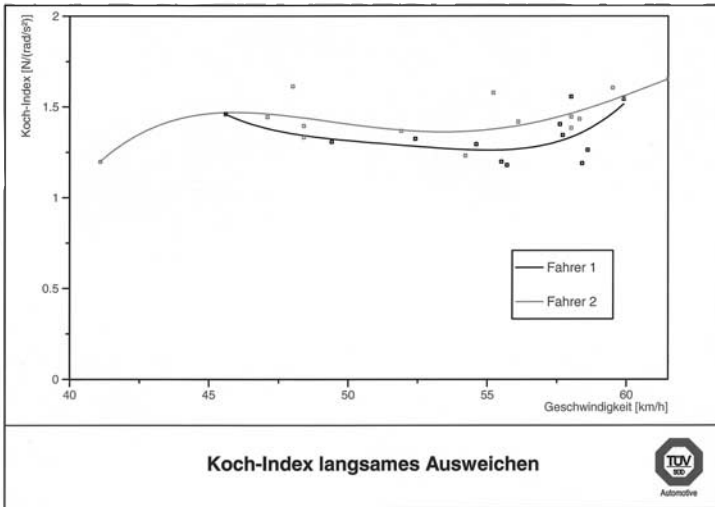


Abbildung 10
Koch-Index langsames Ausweichen

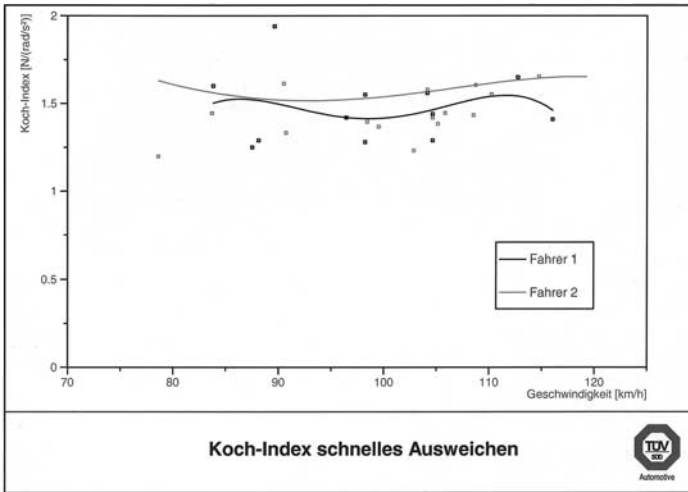


Abbildung 11
Koch-Index schnelles Ausweichen

Wie bereits erwähnt, konnten keine Vergleichsfahrten durchgeführt werden. In den Diagrammen dargestellten Fahrervergleiche zeigen aber, dass der Koch-Index in beiden Varianten des Ausweichmanövers über die Geschwindigkeit nahezu konstant und somit das angewendete Verfahren plausibel ist. Die Streuung ist gering, die Kurven der beiden Fahrer verlaufen nahezu deckungsgleich. Beide Versuche liefern einen ähnlichen Grenzwert für beide Fahrer; Koch-Index $\approx 1,5$.

5.3.3 Zusammenhang zwischen Rollbeschleunigung und Lenkmoment; „Schräglagenwilligkeit“

Besonders beim Ausweichen ist ein wichtiges Kriterium, dass möglichst schnell Schräglage aufgebaut wird. Die Schräglage entsteht als Folge der entstandenen Seitenkräfte, die eine Zentrifugalkraft erzeugen, welche durch die Schräglage kompensiert werden muss. Falls der Bedarf an Schräglage schnell ansteigt, erfolgt dies aufgrund schnell wachsender Seitenkräfte, wodurch sich die Zeit, in der in die Kurve eingelenkt wird, verringert. Deshalb ist ein hoher Wert der Rollbeschleunigung, gepaart mit niedrigen Lenkmomenten, ein Indiz für gute Handlichkeit.

Bei diesem Kriterium wurde nur das schnelle Ausweichmanöver ausgewertet, da beim langsamen Ausweichen der Messbereich des Rollratensensors bei einigen Versuchen nicht ganz ausreichte.

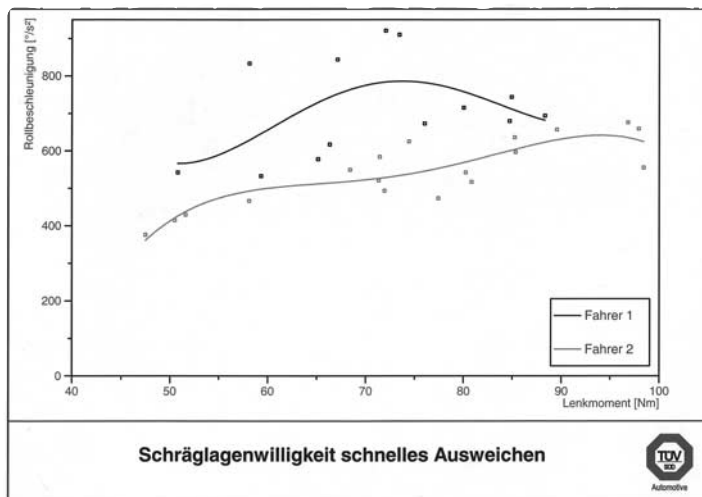


Abbildung 12
Maxima Rollbeschleunigung über Maxima Lenkmoment

Während bei Fahrer 1 die Streuung der Punkte relativ groß ist und eine Interpretation erschweren, zeigt die Kurve von Fahrer 2 einen im Mittelbereich gleichmäßigen Anstieg, dem kurz vor Erreichen des maximalen Lenkmomentes ein Maximum folgt. Auch eine Steigerung des Lenkmomentes über diesen Punkt hinaus bewirkt keine weitere Beschleunigung des Schräglagenaufbaus. Leider erfordert die genaue Bestimmung dieses Maximums einen sehr exakten Fahrstil, diese Untersuchungen sollten immer mit mehreren Fahrern durchgeführt werden.

5.3.4 Zusammenhang zwischen Gierbeschleunigung und Lenkmoment; „Richtungswilligkeit“

Der Begriff „Richtungswilligkeit“ soll die Fähigkeit eines Motorrades beschreiben, um nach der Eingabe des Lenkimpulses direkt eine hohe Gierrate aufzubauen und so möglichst schnell eine Richtungsänderung einzuleiten.

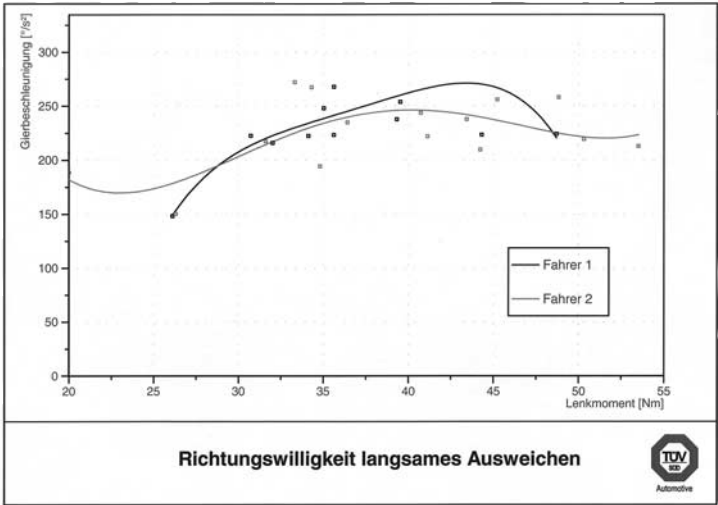


Abbildung 13
Fahrervergleich Maxima ψ über Maxima Lenkmoment

Gut zu sehen ist, dass der Fahrereinfluss beim langsamen Ausweichen relativ gering, der Kurvenverlauf sehr ähnlich ist. Weiterhin ist die Streuung der einzelnen Punkte nicht sehr groß. Die fallende Gierbeschleunigung bei hohen Lenkmomenten entsteht durch große Schräglaufwinkel am Vorderrad, die den Schlupf am Rad soweit steigern, dass das Rad nicht mehr so gut dem eingeschlagenen Kurs folgen kann. Bei höheren Geschwindigkeiten wächst die Schräglage, diese bewirkt eine Verformung des Reifens, wodurch zusätzlich Seitenkräfte übertragen werden können. Somit reduzieren sich die Schräglaufwinkel, so dass weniger Schlupf des Vorderrades provoziert wird und dadurch der Verlauf der Kurven einen größeren linearen Anteil besitzt.

Dieser Effekt setzt sich beim schnellen Ausweichen nur bei Fahrer 1 fort, wie die nächste Darstellung zeigt.

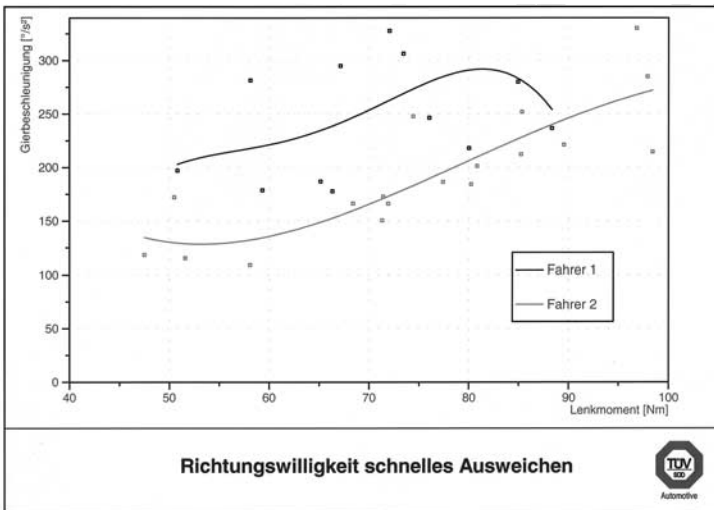


Abbildung 14
 Fahrervergleich ψ über ψ Lenkmoment

Hier ist deutlich der Fahrereinfluss zu erkennen: Während der runde Fahrstil von Fahrer 2 geringere Schräglaufwinkel erfordert, was sich in einem gleichmäßigen Anstieg der Kurve niederschlägt, benötigt Fahrer 1 höhere Schräglaufwinkel. Zwar werden bei gleicher Fahrgeschwindigkeit höhere Gierbeschleunigungen erreicht, dies ist aber ein Hinweis darauf, dass „eckig“ durch den Ausweichtest gefahren wurde. Im Hinblick auf diese Tatsache ist zu überlegen, inwieweit die Gültigkeitskriterien angepasst werden können, um den Fahrereinfluss zu minimieren.

Um einen Bewertungsindex für die Richtungswilligkeit zu erhalten, der unabhängig von der Durch-fahrtsgeschwindigkeit ist, sollte analog zum Koch-Index der Quotient aus Systemeingangs- und Systemausgangsgröße berechnet und folgendermaßen mit der Geschwindigkeit verrechnet werden:

$$\text{Index der Richtungswilligkeit} = \frac{M}{v_{\text{stat}}^2 \cdot \psi}$$

Im nachfolgenden Diagramm ist der Index für das schnelle Ausweichen dargestellt.

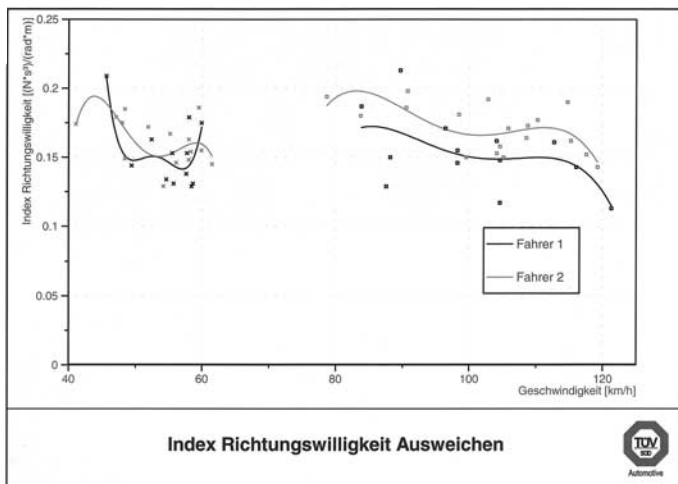


Abbildung 15
Index Richtungswilligkeit

Es zeigt sich, dass bei beiden Ausweichmanövern die Kurven auf gleichem Niveau liegen. Allerdings sind die Tendenzen aus Abb. 14 und 15 auch hier zu erkennen. Bei erhöhtem Schräglauf am Vorderrad, verursacht durch schnelle Richtungswechsel, fallen die Kurven ab.

5.4 Slalom

5.4.1 Allgemeines

Auch beim Slalom stellte sich besonders bei langsameren Geschwindigkeiten heraus, dass das Manöver mit unterschiedlichen Strategien gefahren werden kann. Entscheidend dafür ist die Geschwindigkeit des Schräglagenwechsels. Bei der Planung wurde von einer Aneinanderreihung von Kreissegmenten ausgegangen. Die Zeit für den Schräglagenwechsel wurde mit 0 angenommen. Dies ist in der Praxis naturgemäß nicht möglich. Je mehr Zeit für den Schräglagenwechsel aufgewendet wird, umso kleiner wird der erforderliche Radius. Die Zeit, in der ein konstanter Radius gefahren wird, ist kürzer. Dies ist deutlich im Rollratensignal zu erkennen.

Bei höheren Durchfahrtsgeschwindigkeiten muss zum Erreichen einer möglichst hohen Maximalgeschwindigkeit ein großer Radius gewählt werden, dadurch sind automatisch schnelle Schräglagenwechsel erforderlich.

Während der Testdurchführung wurde deshalb in Erwägung gezogen, durch das Aufstellen weiterer Pylonen die Linienwahl des Fahrers zu beschränken. Es ist jedoch ein sehr aufwändiger iterativer Prozess notwendig, um die optimale Linie zu finden.

5.4.2 Koch-Indices

Da der Koch-Index ein fahrzeugspezifischer Kennwert ist, sollte sich ein ähnlicher Betrag einstellen wie beim Ausweichen. Die nachfolgende Darstellung des Koch-Index zeigt, dass sich der Betrag des Ausweichens in beiden Slalomvariationen wiederfindet.

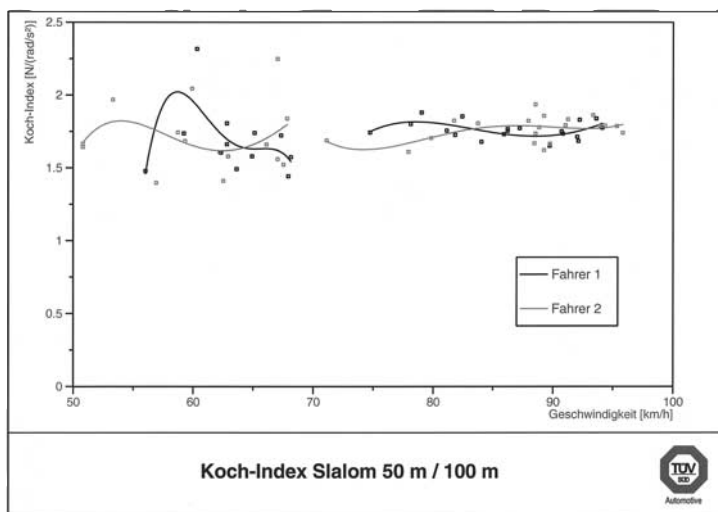


Abbildung 16
Koch-Index Slalom

Die Approximationskurven des Koch-Index befinden sich auf dem gleichen Niveau wie bei den Ausweichtests. Allerdings ist beim 50-m-Slalom zu erkennen, dass die Einzelwerte sehr stark streuen, was sich durch die geringe Anzahl an gültigen Versuchen negativ auf die Approximation auswirkt. Dieses Phänomen tritt bei beiden Fahrern auf, so dass ein Fahrereinfluss ausgeschlossen scheint.

Schon während der Versuchsdurchführung stellte sich heraus, dass dieses Manöver sehr schwierig exakt zu fahren ist. Eine Verringerung des Versatzes der Pylonen könnte eine Erhöhung der Reproduzierbarkeit bewirken.

Der 100-m-Slalom dagegen scheint in Bezug auf Fahrbarkeit und Reproduzierbarkeit sehr gut ausgelegt zu sein.

5.4.3 Richtungswilligkeit

Wie auch bei den Ausweichtests wurde beim Slalom der Index der Richtungswilligkeit bestimmt. Die Werte liegen auf einem ähnlichen Niveau. Es zeigt sich bezüglich des Radius des Slaloms die gleiche Tendenz wie beim Koch-Index. Dadurch wird die These gestützt, dass der Aufbau des 50-m-Slaloms modifiziert werden sollte.

Der Index der Richtungswilligkeit scheint ein plausibler Wert zur Beurteilung des Fahrverhaltens zu sein. Allerdings sind Messungen mit Vergleichsfahrzeugen erforderlich, um den Wert zu validieren.

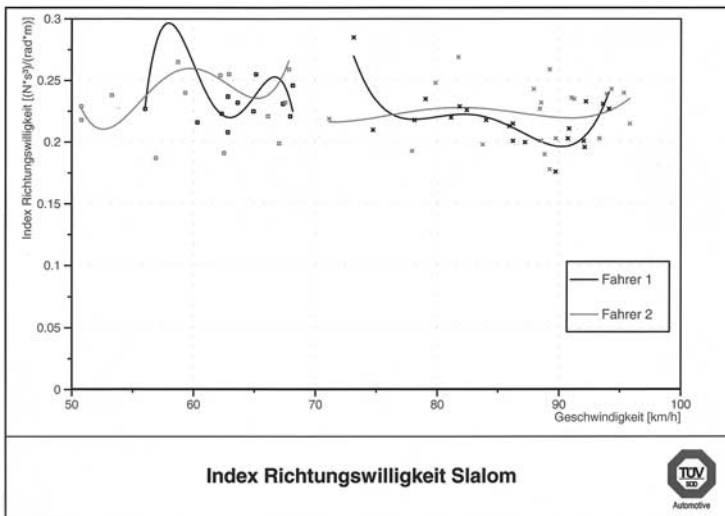


Abbildung 17
Index Richtungswilligkeit Slalom

5.4.4 Schräglaufwinkel

Der Reifenschräglaufwinkel ist eine für das Steuerverhalten Maß gebende Größe. Zu große Schräglaufwinkel signalisieren einen hohen Schlupf am rollenden Rad. Das heißt, dass die vom Fahrer geplante Linie nicht mehr exakt eingehalten werden kann. Um das Eigenlenkverhalten zu bestimmen, ist der Vergleich der Schräglaufwinkel am Vorder- und Hinterrad erforderlich.

Die Betrachtung der maximalen Schräglaufwinkel vorne/hinten über der Geschwindigkeit brachte beim 50-m-Slalom keine gesicherten Ergebnisse. Die Daten sind sehr verrauscht. Dafür lieferte die schnelle Variante des Slaloms gute Ergebnisse. Die maximalen Schräglaufwinkel am Vorderrad steigen sowohl über der Geschwindigkeit, als auch über dem Lenkmoment, der Roll- und Gierrate und der Schräglage linear an bis zu einem Maximum kurz vor der Grenzgeschwindigkeit.

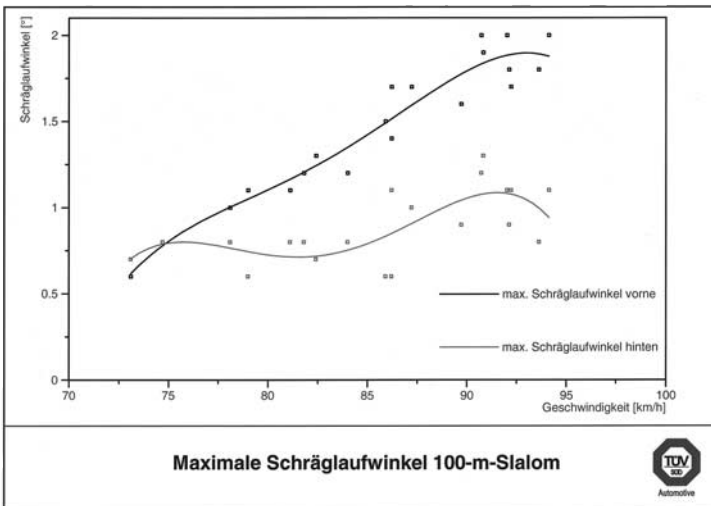


Abbildung 18
Maximale Schräglaufwinkel

Im Gegensatz dazu verläuft der maximale Schräglaufwinkel am Hinterrad bis zu mittleren Geschwindigkeiten nahezu konstant und steigt anschließend analog zum Schräglaufwinkel vorne bis zu seinem Maximum an. Ein Fahrereinfluss ist nicht festzustellen.

Rückschlüsse auf das Eigenlenkverhalten lassen sich aus diesem Fahrmanöver nur bedingt ableiten, da stationäre Fahrzustände im Slalom nicht auftreten. Die Maxima der Schräglaufwinkel vorne/hinten treten deshalb nicht gleichzeitig auf. Während der Schräglaufwinkel am Vorderrad etwa analog zur Rollrate verläuft, weisen die Schräglaufwinkel des Hinterrads einen Zeitverzug zu denen des Vorderrads auf.

Festzuhalten bleibt, dass sich die größten Schräglaufwinkel beim Schräglagenwechsel, und dort bei geringer Schräglage, einstellen. Auch die Differenz der Schräglaufwinkel ist hier am größten. Bei voller Schräglage nähern sich die Kurven an und verlaufen fast deckungsgleich.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die im theoretischen Teil entworfenen Fahrversuche konnten schnell in die Praxis umgesetzt werden. Es hat sich gezeigt, dass gut interpretierbare Kennwerte bestimmt werden können. Bei einigen Fahrmanövern, besonders beim langsamen Slalom, sollte noch eine Feinabstimmung erfolgen. Der Messaufbau hat sich als funktional erwiesen. Es ist allerdings darauf zu achten, dass die Qualität der Sensoren und deren Messbereich den Anforderungen entsprechen.

Bezüglich der Auswertung ist anzumerken, dass diese Arbeit erst den Beginn zur Objektivierung subjektiver Fahreindrücke darstellt. Anhand der vorhandenen Datenbasis sollte die Entwicklung weiterer Auswerteparameter und Gültigkeitskriterien fortgeführt werden.

Um die gewonnenen Ergebnisse zu validieren und die Datenbasis zu erweitern, sollten noch Vergleichsfahrten unternommen werden, so dass im nächsten Schritt eine objektive Beurteilung des Fahrverhaltens möglich ist.

7. Literatur

- 01/ Stoffregen, Jürgen: Motorradtechnik. Vieweg Verlag. Braunschweig/Wiesbaden. 4. Auflage 2001
- 02/ V. Cossalter: Motorcycle Dynamics, published by Race Dynamics, 8421 Midland Dr., Greendyle WI 2002
- 03/ Weir, D.H./ Zellner, J.W./ Development of Handling Test Procedures for Motorcycles –SAE Paper 780313-1978
- 04/ R. S. Sharp, “The Stability and Control of Motorcycles”, Journal Mechanical Engineering Science, 13, 5(1971) 316
- 05/ Cocco, Gaetano: Motorradtechnik pur, Funktion – Konstruktion – Fahrwerk, Motor-buch Verlag Stuttgart, 1. Auflage 2001

**Der Motorradairbag – neueste Ergebnisse
aus Full-Scale-Tests nach ISO 13232**

**The airbag for motorcycles – latest results of
full-scale tests according to ISO 13232**

Peter Rücker
F. Alexander Berg

DEKRA Automobil GmbH
Unfallforschung & Crash Test Center Stuttgart

Kurzfassung

Seit 1981 gehört der Airbag zur Serienausstattung von Pkw. Für Serien-Motorräder wird bisher noch kein Airbag angeboten. Über entsprechende Prototypen und Versuche wird jedoch bereits seit 1973 berichtet. Als Sicherheitsausstattung von größeren Touren-Motorrädern ist der Motorrad-Airbag ein aktuelles Forschungs- und Entwicklungsthema.

Die DEKRA Unfallforschung beschäftigt sich bereits seit 1987 mit dem Thema Motorrad-Airbag. Im Jahr 2002 wurden die ersten Full-Scale-Versuche mit einem selbst entwickelten Airbag-Prototyp für ein mittelgroßes Tourenmotorrad im DEKRA Crash Test Center Neumünster durchgeführt. Hierbei prallte ein Motorrad vom Typ Yamaha FZS 600 Fazer mit 48 km/h rechtwinklig gegen die Seite eines stehenden Pkws (in Anlehnung an Konfiguration 413, ISO 13232). Den Aufsassen repräsentierte ein Dummy vom Typ Hybrid III 50th percentile male. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden bereits publiziert. Eine Weiterführung der Testreihe erfolgte Anfang des Jahres 2004. Als Testmotorrad diente wiederum eine Yamaha FZS 600 Fazer. Der rechtwinklige Anprall mit 48 km/h fand diesmal gegen einen mit 24 km/h fahrenden Pkw statt (ebenfalls entsprechend Konfiguration 413, ISO 13232). Als Dummy diente dabei erstmals der spezielle Motorradfahrerdummy MATD nach ISO 13232. Dieser Dummy ist eigens für die komplexen Bewegungs- und Anprallverhältnisse bei Motorradanstoßen entwickelt worden und zeichnet sich unter anderem durch brechbare Knochen aus.

Der Beitrag gibt einen Einblick in das reale Unfallgeschehen mit motorisierten Zweirädern und stellt kurz den DEKRA Airbag vor. Schwerpunkt ist eine detaillierte Analyse der aktuellen Versuchsreihe und ein Vergleich mit den vorherigen Versuchen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Primäranprall (Anprall am Pkw). Die Interpretation der Ergebnisse unter der Berücksichtigung erster Ansätze einer Risiko/Nutzen-Analyse nach ISO 13232 beschließt den Beitrag.

Abstract

Since 1981 the airbag is a part of the standard equipment of passenger cars. There is no airbag for production motorcycles available yet though corresponding prototypes and tests had been reported since 1973. Currently the subject of the motorcycle airbag as part of the safety equipment of bigger touring motorcycles is on focus.

DEKRA accident research has been dealing with the motorcycle airbag since 1987. First full-scale tests with an airbag developed by DEKRA were carried out at the DEKRA Crash Test Center in Neumünster in 2002. At this test, a mid-sized touring motorcycle Yamaha FSZ 600 Fazer impacted perpendicularly on a stationary passenger car at 48 km/h (according to configuration 413, ISO 13232). A Dummy Hybrid III 50th percentile male has been used to substitute the occupant. The results of these tests have already been published. The tests have been continued in 2004. A Yamaha FZS 600 Fazer was used again. The impact occurred with a speed of 48 km/h right-angled on the side of the passenger car driving at 24 km/h (also configuration 413, ISO 13232). For the first time in this test series the special motorcycle dummy MATD has been used (Motorcyclist Anthropometric Test Device as described in ISO 13232). This dummy has been especially designed for the complex movements and impact conditions at motorcycle collisions. Among other things the dummy features breakable bones.

This paper provides an insight into the real-world accident scenarios of motorised two-wheelers as well as a short description of the DEKRA motorcycle airbag. The focus will be set on a detailed analyses of the current test series and a comparison with former tests series. Especially the first impact (contact with the passenger car) should be taken into account. The interpretation of the results in respect of initial stages according a risk/benefit analyses described in ISO 13232 will finish this paper.

Résumé

Depuis 1981, l'airbag fait partie de l'équipement de série des voitures particulières. Pour les motos, aucun airbag n'est encore proposé. Des rapports d'essais ont cependant été publiés sur ce thème dès 1973. L'airbag pour moto est un thème d'actualité dans le domaine de l'équipement sécurité des grosses motos grand tourisme.

La recherche sur les accidents DEKRA s'est penchée dès 1987 sur le thème de l'airbag pour moto. Les premiers essais grandeur nature (full scale tests), utilisant un airbag prototype développé en régie propre (DEKRA) ont été réalisés en 2002 au centre de tests de crash de Neumünster (Allemagne). Pour ce test, une moto du type Yamaha FZS 600 Fazer entrain en collision contre une voiture à l'arrêt (configuration 413, ISO 13232) à la vitesse de 48 km/h. Le rôle du conducteur était pris en charge par un mannequin (dummy) masculin du type Hybrid III, 50ème percentile. Les résultats de ces essais ont déjà été publiés. Une suite de la série d'essais a été réalisée début 2004. La moto test était toujours une Yamaha FZS 600 Fazer. La collision avait lieu à 48 km/h selon un angle droit contre une voiture particulière roulant à 24 km/h (configuration 413, ISO 13232). Dans le rôle du conducteur, on a pour la première fois utilisé un mannequin motocycliste spécial (MATD selon ISO 13232). Ce mannequin a été développé spécialement pour les circonstances complexes des collisions avec des motos. Il se caractérise, entre autres, par des os cassables.

L'exposé donne un bref aperçu du déroulement réel d'un accident avec un deux-roues motorisé et explique rapidement l'évolution de l'airbag DEKRA. L'essentiel tient dans l'analyse détaillée de l'actuelle série d'essais ainsi que dans une comparaison avec les essais précédents. La collision primaire (contre la voiture particulière) a ici été traitée avec une attention toute particulière. L'interprétation des résultats qui prend en compte une analyse risque/utilité selon ISO 13232 conclut l'exposé.

**Der Motorradairbag – neueste Ergebnisse
aus Full-Scale-Tests nach ISO 13232**

Einführung

Seit 1981 gehört der Airbag zur Serienausstattung von Pkw [01/]. Für Serien-Motorräder wird bisher noch kein Airbag angeboten. Über entsprechende Versuche und Prototypen wird jedoch bereits seit 1973 berichtet [02/]. Kritiker führen dies als Argument dafür an, dass bei der Entwicklung der passiven Sicherheit von Motorrädern kaum Fortschritte zu erkennen sind. In diesem Zusammenhang sind jedoch besondere Restriktionen zu beachten. In der Literatur ist eine deutlich Aussage zu finden, die Aoki bereits Anfang der 1970er Jahre formulierte [03/]: "Special attention must be paid to the fact that it is impossible to apply to the motorcycle the concept of Experimental Vehicles Safety (ESV) particularly concerning the concept of crash-worthiness. By doing so, the motorcycle will become something else which can no longer be called a motorcycle". Obwohl zwischenzeitlich einige Ansätze für alternative motorisierte Zweiräder mit besonderen Eigenschaften der passiven Sicherheit untersucht und auch realisiert wurden, ein Beispiel ist der BMW C1, gilt diese Aussage für klassische Motorräder noch heute.

Die Funktion des Airbags als Teil des Rückhaltesystems für weit gehend definierte Insassen, wie dies beim Personenkraftwagen der Fall ist, kann für klassische Motorräder nicht direkt umgesetzt werden. Für einen Motorrad-Airbag kann zusätzlich die Beeinflussung der Bewegungsbahn des Aufsassen während einer Frontalkollision in Betracht gezogen werden. Dabei sind komplexe Bewegungsabläufe bis hin zum Aufprall des Motorradfahrers auf der Fahrbahn zu beachten. Auch kann auf dem Motorrad eine längere Standzeit des entfalteten Airbags günstig sein, um die Anpralldämpfung und gegebenenfalls auch die Beeinflussung der Bewegungsbahn des Motorradfahrers möglichst wirkungsvoll zu gestalten. Ein Motorrad-Airbag kann bereits die Verletzungsrisiken durch Anprall des Motorradfahrers am Tank des Motorrades und Hängenbleiben am Lenker sowie beim Anprall am Unfallgegner verringern. Auch das Lösen der Aufsassen vom Motorrad unmittelbar nach Kollisionsbeginn kann ein Airbag unterstützen.

Aktuell ist der Motorrad-Airbag als Forschungs- und Entwicklungsthema im Bereich der Sicherheitsausstattung von größeren Touren-Motorrädern [04/, 05/, 06/]. Im Jahr 2001 begann die DEKRA Unfallforschung mit der Entwicklung eines Airbags für ein mittelgroßes Tourenmotorrad.

Dieser Airbag wurde bereits in früheren Versuchen (Konfiguration 413 in Anlehnung an ISO 13232 bei mechanischer Auslösung der Zündung des Luftsackes mit guten Ergebnissen hinsichtlich seiner Schutzwirkung beim Anprall an einem stehenden Personenkraftwagen erprobt [07/]. Bei diesen Versuchen kam als Aufsasse ein Dummy Hybrid III 50th percentile male zum Einsatz. Dieser Dummy ist in der Fahrzeugsicherheitsforschung üblich, entspricht jedoch in seiner messtechnischen Ausstattung nicht den erweiterten Anforderungen bei einem Motorradanprall, wie sie beim MATD (Motorcyclist Anthropometric Test Device) nach ISO 13232 realisiert sind. Der MATD zeichnet sich durch umfangreiches zusätzliches Messequipment aus, das dem komplexen Bewegungsablauf und den vielfältigeren verletzungskritischen Belastungen eines Motorradfahrers beim Unfall Rechnung trägt. Weiterhin verfügt er über brechbare Knochen und verdrehbare Kniegelenke. Anfang des Jahres 2004 wurden zwei weitere Versuche, diesmal mit Motorradanstoß an einem bewegten Personenkraftwagen durchgeführt. Dabei kam in dieser Versuchsreihe erstmals auch der MATD zum Einsatz. Die aufgenommenen Messwerte wurden für erste Ansätze einer auf dem Teil 5 der ISO 13232 basierenden Risiko-Nutzen-Analyse des getesteten Airbags verwendet. Hierbei wurden über die gemessenen Dummybelastungen Verletzungsindizes für verschiedene Körperregionen jeweils für den Versuch mit und ohne Airbag ermittelt und so einem Nutzen bzw. Risiko zugeordnet.

Reales Unfallgeschehen

Seit 1997 sind in den alten und neuen Ländern der Bundesrepublik Deutschland wieder mehr Motorräder zugelassen als Mitte der 50er Jahre allein in den alten Bundesländern zugelassen waren [08/, 09/]. Entsprechend haben sich die Fahrleistungen entwickelt. In den 50er und 60er Jahren war ein Rückgang der Fahrleistungen und der Bestandszahlen von Motorrädern mit einem entsprechenden Rückgang der schwer verletzten und getöteten Motorradfahrers zu verzeichnen. In jüngerer Zeit waren die erneuten Zuwächse im Bestand und bei den Fahrleistungen der motorisierten Zweiräder nicht mit einer parallelen Zunahme der Zahlen getöteter und verletzter Motorradfahrer und -mitfahrer verbunden. Insbesondere in den 90er Jahren blieben die Zahlen der getöteten und schwer verletzten Fahrer von Motorrädern nahezu konstant (Jahr 2002: 228 Getötete innerorts und 622 Getötete außerorts), während die Bestandszahlen und die Fahrleistungen deutlich anstiegen [09/]. Dies weist in der Gesamtbewertung auf eine Verringerung des Risikos tödlicher und schwerer Verletzungen der Motorradfahrer hin.

Da jedoch die Zahlen von anderen Gruppen getöteter und schwer verletzter Verkehrsteilnehmer, wie beispielsweise Insassen in Personenkraftwagen oder Fußgänger, in den vergangenen Jahren kontinuierlich gesunken sind, nimmt die relative Bedeutung der verunglückten Motorradfahrer im Unfallgeschehen der Bundesrepublik Deutschland zu (Bild 1).

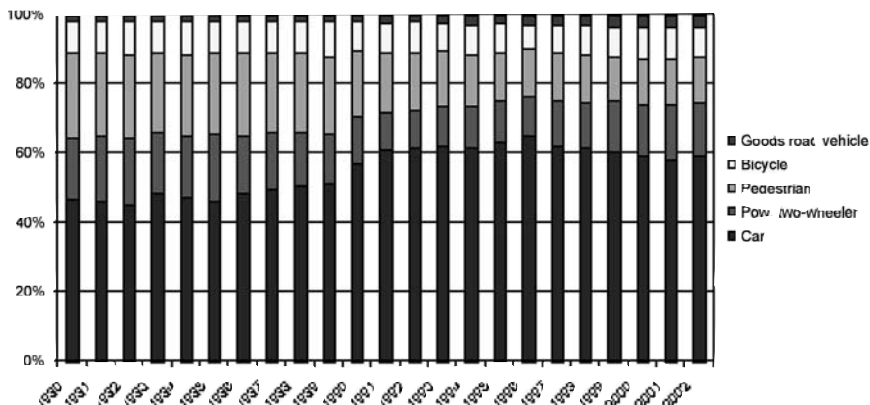


Bild 1
 Entwicklung der Anteile getöteter Verkehrsteilnehmer
 in Deutschland zwischen 1980 und 2002 [09/]

Häufigster Kollisionsgegner von motorisierten Zweirädern ist innerorts wie außerorts der Personenkraftwagen (Bild 2). Darüber hinaus sind die Alleinunfälle eine wichtige Unfallgruppe, bei denen Aufsassen von motorisierten Zweirädern häufig getötet werden. Liefer- und Lastkraftwagen sind als Unfallgegner getöteter Motorradaufsassen von statistisch untergeordneter Bedeutung. Verschiedene Analysen der verletzten Körperregionen der Aufsassen motorisierter Zweiräder weisen darauf hin, dass der Kopf – trotz Schutzhelm – am meisten gefährdet ist [10/]. Darüber hinaus zeigt sich eine große Vielfalt der verletzten Körperregionen einschließlich der oberen und unteren Extremitäten, je nach Art des Unfallgeschehens und der damit verbundenen Anstoßkonstellation des Motorrads.

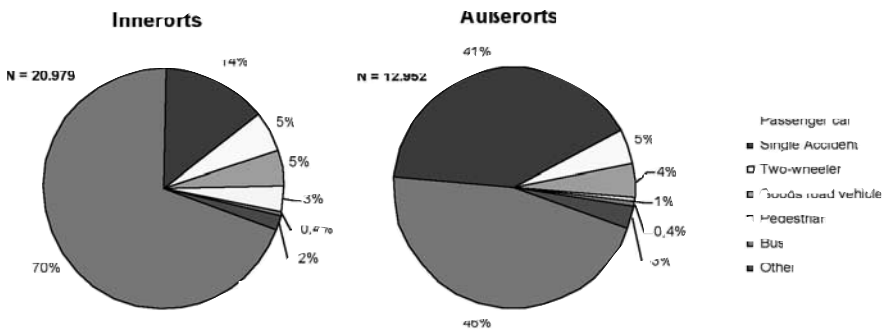


Bild 2

Anteile der Motorrad-Alleinunfälle und der Unfallgegner von Motorrädern bei Unfällen mit zwei Beteiligten, jeweils bei Unfällen mit Personenschaden in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2002 [09/]

Als eine Unfallart mit häufig tödlichem Ausgang für den Motorradfahrer wurde der Anprall des Motorradfahrer-Kopfes an der seitlichen Dachkante eines Personenkraftwagens erkannt. Dies wird mit den Anstoß-Konfigurationen 412, 413 und 414 nach ISO 13232 nachgebildet (Bild 3). Unfalluntersuchungen der Medizinischen Hochschule Hannover haben zwar ergeben, dass im allgemeinen Unfallgeschehen mit Motorrädern der schräge Anstoß gegen die Seite des Personenkraftwagens in dessen Front- und Heckbereich häufiger vorkommt. Bei besonders schweren Unfällen bestätigte sich jedoch die Bedeutung von Kollisionen entsprechend Konfiguration 413. Insbesondere bei den schweren Unfällen mit Kollisionen gegen eine Seite des Personenkraftwagens sind die Verletzungshäufigkeiten an Kopf und Thorax besonders hoch [10/].

ISO 13232 7 Full-Scale-Tests

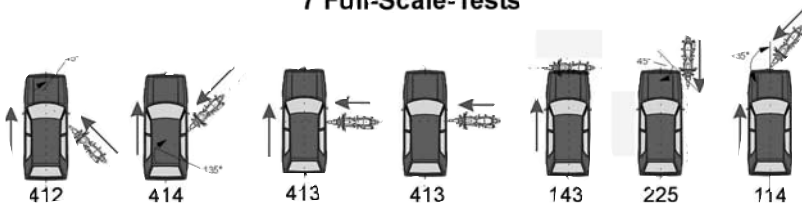


Bild 3

Anstoßkonstellationen für Full-Scale-Tests nach ISO 13232

Abschätzung des Schutzpotenzials eines Airbags bei Motorradunfällen

Ende der 90er Jahre wurde im Rahmen einer von der DEKRA Unfallforschung und der Universität Stuttgart betreuten Diplomarbeit eine Studie erstellt und veröffentlicht, bei der das reale Unfallgeschehen zur Analyse und Weiterentwicklung der Fahrzeugsicherheit bei Krafträdern untersucht wurde [11/, 07/]. Zu diesem Zweck sind 97 unfallanalytische Gutachten im Raum Stuttgart/Aalen gesammelt und ausgewertet worden. Die Erfassung der Daten erfolgte mit einem hierfür überarbeiteten Erhebungsbogen unter Berücksichtigung der in ISO 13232 zur Erfassung und Auswertung von realen Motorradunfällen definierten Merkmalen. Zusätzlich wurde die mögliche Wirkung eines „imaginären Airbags“ beim Motorrad in dem betrachteten realen Unfallgeschehen durch sachkundige Schlussfolgerungen ermittelt. Diese Schlussfolgerungen stützten sich einerseits auf aus der Literatur bekannte Erkenntnisse über die möglichen Wirkungen von Motorrad-Airbags. Darüber hinaus standen Videoaufzeichnungen von Crash-tests mit Motorrädern zur Verfügung, bei denen einzelne Motorräder bereits mit einem Airbag ausgerüstet waren.

Bei der sachkundigen Abschätzung der möglichen Wirkung des „imaginären“ Motorrad-Airbags standen drei Fragen im Vordergrund:

1. Hätte ein eingebauter Airbag ausgelöst?
2. Welche Wirkung hätte er gehabt?
3. Hätte der ausgelöste Airbag einen Einfluss auf die Verletzungsschwere gehabt?

Die Studie kam zu dem Schluss, dass der Motorrad-Airbag grundsätzlich eine überwiegend positive Auswirkung auf das Unfallgeschehen mit Motorrädern hätte. In 58 Prozent der betrachteten Fälle wäre er ausgelöst worden und er könnte in elf Prozent der Fälle verletzungs-mindernd gewirkt haben.

Frühere Versuche mit dem DEKRA Airbag (1. Versuchsreihe)

Als Basismotorrad für den DEKRA-Airbag dient ein Motorrad Yamaha YZS 600 Fazer als Vertreterin des typischen Mittelklassensegmentes. Der Airbag hat die Form eines Zylinders mit aufgesetztem Kegelstumpf und verfügt über ein Volumen von ca. 66 Liter (Bild 4).

Der untere Bereich ist mit einem breiten Airbagmund versehen, um die Belastung des anprallenden Dummys aufzunehmen und dabei nicht auszureißen. In der Mitte musste der Abstand der Arme und nach oben die Neigung des Kopfes berücksichtigt werden. Eine Anbringung des Moduls auf dem Tank und nicht auf der oberen Gabelbrücke erwies sich als zweckmäßig, da hierdurch ein neben der Anpralldämpfung zusätzlich gewünschter Rampen-Effekt am besten erreicht wird. Die Gabelbrücke dringt relativ schnell und tief in den Unfallgegner ein und eignet sich daher weniger gut zur Montage des Airbag-Moduls. Die notwendige Zeit für die Airbagfüllung von ca. 30 bis 40 ms kann mit der Anbringung des Moduls auf dem Tank besser zur Verfügung gestellt werden. Die schnelle Montage des Versuchsträgers auf dem Tank und die Wiederverwendbarkeit des Airbag-Gehäuses bei den Versuchen waren ebenfalls wichtige Gesichtspunkte, die gegenüber Design-Aspekten den Vorzug erhielten. Um einerseits die zusätzlich gewünschte Rampenwirkung zu erhöhen und gleichzeitig im oberen Bereich des Luftsackes genügend Volumen zur Dämpfung des Kopfanpralls zur Verfügung zu haben, wurde die Aufnahme des Moduls im Tank nach vorne hin um ca. 15° geneigt [07/].

Die ersten beiden Full-Scale-Crashtests wurden im DEKRA Crash Test Center Neumünster in Anlehnung an die Vorgaben von ISO 13232 durchgeführt [07/]. Der Anprall des Motorrads erfolgte mit 48 km/h nach Konfiguration 413 an einem stehenden Personenkraftwagen VW Golf II, 2-Türer. Die ISO 13232 schreibt hier einen Toyota Corolla vor, da dieser bei Entwicklung der 1. Fassung der Norm weltweit verbreitet war. Abweichend davon wurde bei den hier beschriebenen Versuchen ein VW Golf verwendet. Dieser ist vor allen Dingen in Deutschland, aber auch in Europa präserter als der Toyota Corolla.

Den Motorradfahrer repräsentierte ein instrumentierter Dummy Hybrid III 50th percentile male. Der Airbag wurde über einen mechanischen Berührungsschalter (Tape-Switch) mit nachgeschaltetem Zeitverzögerungsglied ausgelöst. Der Schalter war an einem Bügel am Vorderrad befestigt (Bild 4). Die Versuche erfolgten im direkten paarweisen Vergleich, das heißt es wurde unter gleichen Anprallbedingungen ein Versuch mit und ein Versuch ohne Airbag durchgeführt.

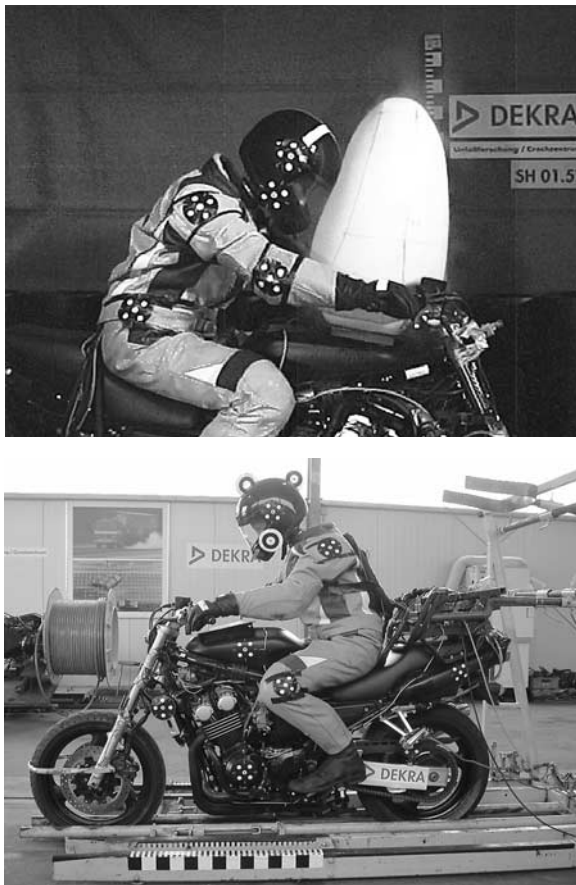


Bild 4
Versuchsmotorrad Yamaha FZS 600 Fazer
mit DEKRA Airbag [07/]

Bild 5 zeigt die Durchführung des Versuchs mit dem Airbag-Motorrad in der Draufsicht und in der Seitenansicht. Der Airbag hat bereits ausgelöst und wurde vom Dummy nahezu symmetrisch getroffen. Dabei dämpft er den Anprall des Dummys mit Oberkörper und Kopf am Personenkraftwagen.



Bild 5
*Full-Scale-Versuch Yamaha FZS 600 mit Airbag
gegen einen stehenden VW Golf II (2-Türer) [07/]*

Im Folgenden werden einige der Ergebnisse der beiden ersten Full-Scale-Crash-tests vorgestellt und miteinander verglichen. Der verwendete Dummy vom Typ Hybrid III 50th percentile male entspricht nicht der ISO 13232, wurde jedoch für dieses Testpaar mit Anstoß am stehenden Personenkraftwagen akzeptiert. Zur Beurteilung der Dummy-Belastungen sind die selben Kriterien verwendet worden, wie sie für den Einsatz des Dummys Hybrid III als Insasse in Personenkraftwagen beim Frontalaufprall üblich sind.

Das Head Injury Criterion HIC und die resultierende Verzögerung a_{3ms} (Bild 6) zeigen, dass der Airbag die Verletzungsgefahr für den Kopf deutlich mindern konnte. Bei beiden Versuchen wurde der Personenkraftwagen durch das anprallende Motorrad und den mit Oberkörper und Kopf anprallenden Dummy angehoben und seitlich versetzt. Beim zweiten Versuch nahm der Airbag einen grossen Teil der Anprallenergie des Dummys auf oder leitete die Bewegung um. So wurde der Dummykopf „weich“ aufgefangen und eine Bewegung über die Dachkante des Personenkraftwagens unterstützte.

Der Dummy gelangte im weiteren Ablauf mit dem Oberkörper bis auf das Dach des Personenkraftwagens. Beim ersten Versuch ohne Airbag lag der 3-ms-Wert der Kopfverzögerungen mit 79 g knapp unterhalb des zugehörigen Grenzwertes 80 g. Beim Versuch mit Airbag wurde ein deutlich unterhalb des Grenzwertes liegender Wert von 31 g gemessen. Auch das HIC wurde beim Versuch mit Airbag von 369 auf 69 erheblich gemindert.

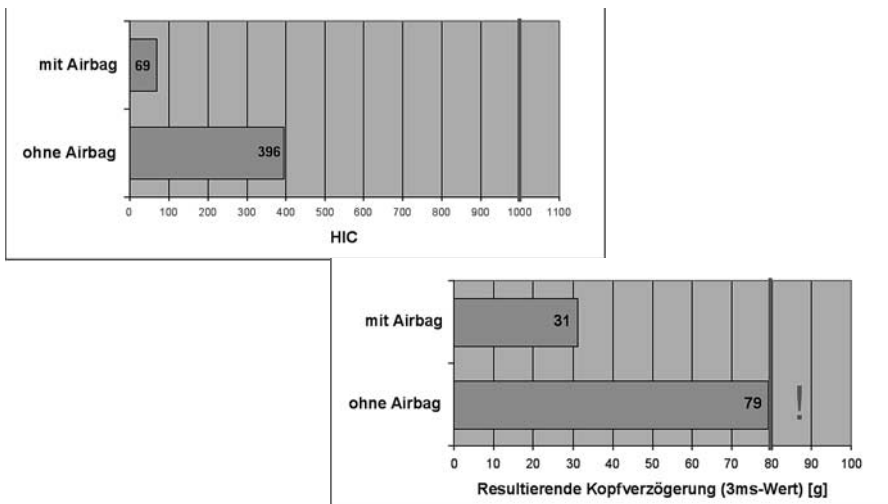


Bild 6
Gemessene Dummy-Kopfbelastungen (1. Versuchsreihe) [07/]

Die gemessenen Halsbelastungen zeigen ein ähnliches Bild (Bild 7). Sowohl das Retroflexions-Biegemoment als auch die Schwerkraft liegen beim Versuch ohne Airbag bereits deutlich unter dem Grenzwert. Mit Airbag werden diese Belastungen weiter gesenkt. Der Maximalwert der Halsdruckkraft liegt mit 4,2 kN beim Versuch ohne Airbag knapp über dem zugehörigen Grenzwert 4,0 kN. Hier wurde die Belastung durch den Airbag auf 0,9 kN reduziert.

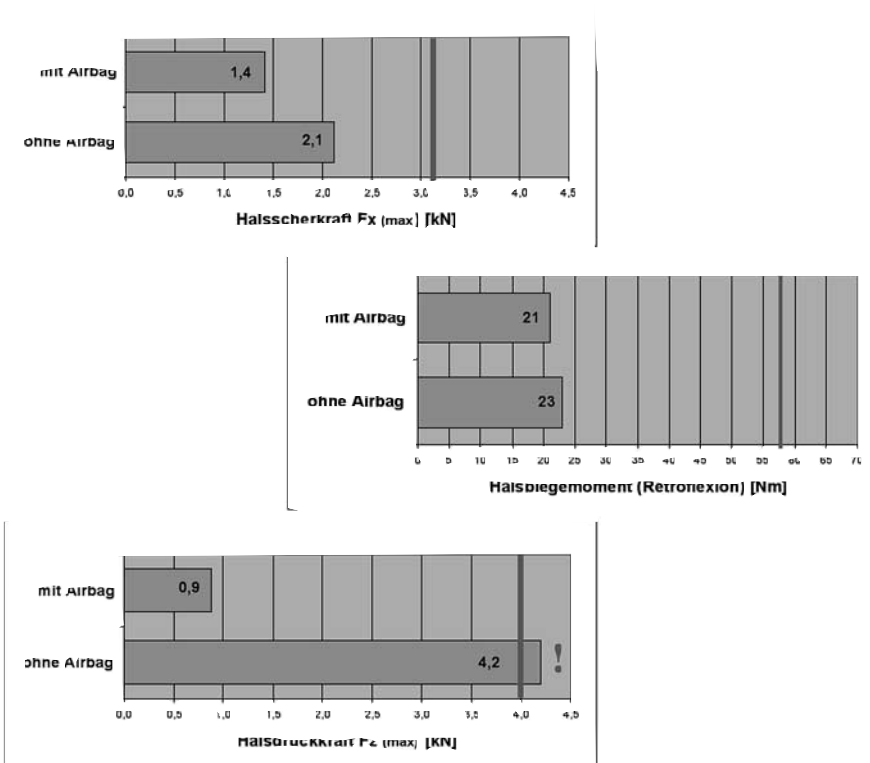


Bild 7
Gemessene Dummy-Halsbelastungen (1. Versuchsreihe)

Aktuelle Versuche mit dem DEKRA Airbag (2. Versuchsreihe)

Die oben beschriebenen Versuche wurden mit einem Dummy vom Typ Hybrid III 50th percentile male durchgeführt und ausgewertet. Dieser Dummytyp ist entwickelt worden, um die passive Sicherheit von Personenkraftwagen beim Frontalanprall zu überprüfen und die bio-mechanischen Belastungen der Insassen abzubilden. Dementsprechend ist sein messtechnisches Equipment und Bewegungsverhalten vor allem für eine frontale Belastung ausgelegt. Bei einer Versuchskonstellation 413 in der Variante moving/stationary, wie in der ersten Versuchsreihe getestet, war das für eine erste paarweise Bewertung hinreichend. Der Kollisionspartner des Motorrades ist hier ein nicht bewegter Pkw und der Anprall erfolgt frontal und im rechten Winkel. Für eine Kollision mit zwei bewegten Fahrzeugen (Variante moving/moving) wäre dieser Dummy nur noch sehr bedingt geeignet, da die beim Anprall des Motorrades an dem fahrenden Personenkraftwagen entstehenden streifenden Belastungen und zusätzlichen Drehbewegungen des Dummies sowie die postkollisionären Belastungen nicht mehr zufriedenstellend dargestellt werden können.

Für die zweite Versuchsreihe, die in der Variante moving/moving stattfand, wurde der nach ISO 13232 vorgeschriebene MATD (Motorcycle Anthropometric Test Device) (Bild 8) als Motorradfahrer-Dummy verwendet. Dieser Dummy wurde eigens für die multiplen Bewegungsrichtungen und Belastungen bei Motorradanprallen ausgelegt. Zudem ermöglichen die mit dem MATD ermittelten Belastungswerte eine Nutzen/Risiko-Analyse nach ISO 13232, die eines der zentralen Ergebnisse einer kompletten Versuchsreihe mit ergänzenden numerischen Simulationen ist.

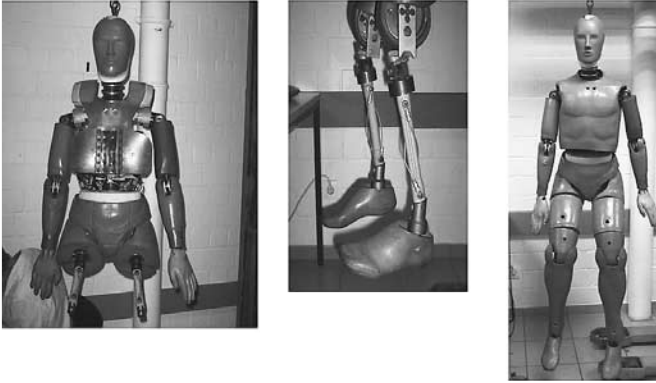


Bild 8
MATD (Motorcycle Anthropometric Test Device) nach ISO 13232

Der MATD verfügt im Kopf über neun einaxiale statt nur einen triaxialen Beschleunigungsaufnehmer und ist somit in der Lage, auch die rotatorischen Anteile bei einem Anprall des Kopfes an ein Hindernis zu erfassen. Im Hals werden ebenfalls die Momente und Kräfte in allen drei Achsen erfasst. Im Brustbereich messen vier Seilzugpotenziometer die Brusteingdrückung für den oberen und unteren Brustbereich in x- und y-Richtung sowie die Eindrückungsgeschwindigkeit oben und unten. Die Sensoren der aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Oberschenkel können sowohl Kräfte als auch Momente messen. Die Oberschenkelknochen sind zudem so ausgelegt, dass sie bei einer bestimmten Last brechen. In den Knien befinden sich Scherstifte und elastische Kunststoffelemente, welche die Verdrehung des Kniegelenks abbilden. Die Tibia (Unterschenkel) sind wie die Oberschenkel brechbar ausgeführt und mit Sensoren bestückt, die Kräfte und Momente in allen 3 Richtungen des Raumes messen können.

Innerhalb der zweiten Versuchsreihe wurden zwei Full-Scale-Tests in Anlehnung an ISO 13232 im DEKRA Crash Test Center Neumünster durchgeführt. Hierbei prallte das Motorrad vom Typ Yamaha FZS 600 Fazer mit 48 km/h im rechten Winkel gegen die Seite eines mit 24 km/h fahrenden VW Golf (4-Türer) (Bild 9).



Bild 9
*Full-Scale-Versuch Yamaha FZS 600 mit Airbag
gegen einen fahrenden VW Golf II (4-Türer)*

Wie in der ersten Versuchsreihe erfolgte die Airbagzündung über einen mechanischen Berührungsschalter an einem Bügel um das Vorderrad und ein Zeitverzögerungsglied. In Bild 10 ist zu erkennen, dass der fahrende Pkw beim Anprall eine y-Komponente in die Bewegung von Dummy und Motorrad einbringt. Dadurch wird die Bewegungsbahn des Dummys erheblich beeinflusst. Der Airbag platziert sich gut zwischen Dummykopf und Personenkraftwagen, baut Bewegungsenergie von Kopf und Oberkörper ab und verhindert so den gefährlichen Kopfanprall an die Dachkante. Durch die zusätzliche Bewegung des Personenkraftwagens steht allerdings kein Hindernis für ein Aufsteigen des Dummys zur Verfügung. Somit findet kein Aufgleiten entlang des Airbags auf das Dach des Personenkraftwagens statt. Der Dummy gleitet vielmehr seitlich vom Airbag ab und kommt hinter dem Pkw auf der Fahrbahnoberfläche in seine Endlage.

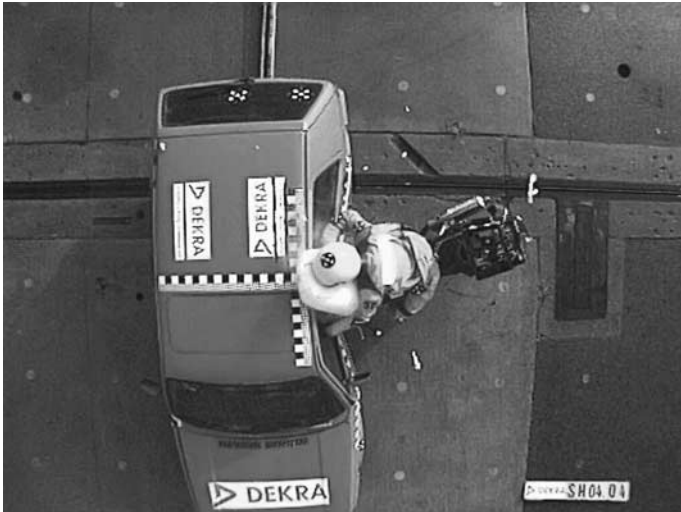


Bild 10
Draufsicht auf Bewegungsablauf (2. Versuchsreihe)

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe entsprechend denen der 1. Versuchsreihe (Dummy Hybrid III) zusammengefasst und miteinander verglichen. Auch hier konnte der Airbag die auftretenden Kopfbelastungen erheblich reduzieren (Bild 11). Das Niveau der gemessenen Werte ist insgesamt höher als bei den früheren Versuchen. Mit einem 3-ms-Wert der Kopfverzögerung von 110 g wurde beim Versuch ohne Airbag der biomechanische Grenzwert deutlich überschritten. Somit sind schwerste Verletzungen wahrscheinlich. Der Airbag führte hier etwa zu einer Halbierung des Messwertes auf 51 g. Beim HIC-Wert ist die Reduzierung durch den Airbag ähnlich deutlich. Der Airbag konnte somit den Kopfanprall erheblich dämpfen.

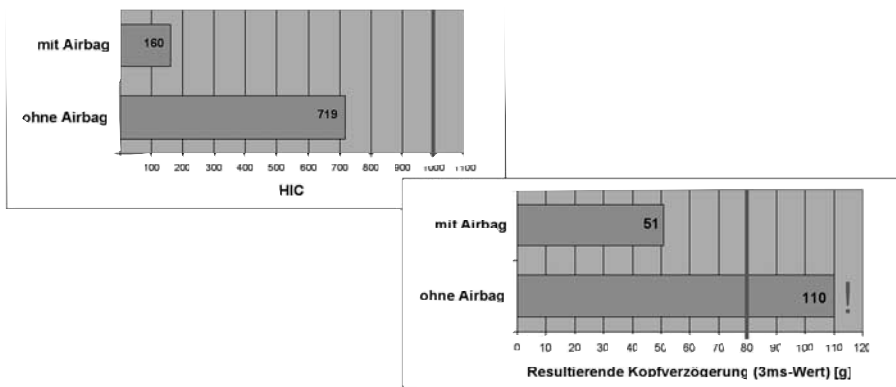


Abbildung 11
Gemessene Dummy-Kopfbelastungen (2. Versuchsreihe)

Etwas differenzierter stellt sich das Bild bei Betrachtung der gemessenen Halsbelastungen (Bild 12) dar. Hier ist das Niveau der ermittelten Werte insgesamt niedriger als bei den vorherigen Versuchen. Mit 40 Nm kommt der Messwert des Retroflexionsbiegemomentes, also bei der Kopfbewegung nach hinten, beim Versuch mit Airbag dem biomechanischen Grenzwert von 57 Nm recht nahe. Mit 22 Nm ist das Halsbiegemoment beim Versuch ohne Airbag weniger als halb so groß. Der Airbag bewirkte demnach eine erhöhte Drehbelastung des Halses nach hinten. Bei Betrachtung der Halskraft F_z (Druckkraft) zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Maxima liegen bei 1,5 kN (mit Airbag) und 1,0 kN (ohne Airbag). Der Airbag erhöhte demnach diesen Messwert um ein Drittel. Der Grenzwert 4,0 kN wurde jedoch bei weitem noch nicht erreicht. Die Halskraft in x-Richtung (Scherkraft) wird durch die Wirkung des Air-bags erheblich vermindert. Sie reduziert sich von 1,4 kN auf 0,6 kN.

Für die Halsbelastungen wurden somit bei der 2. Versuchsserie positive und negative Effekte des Airbags festgestellt.

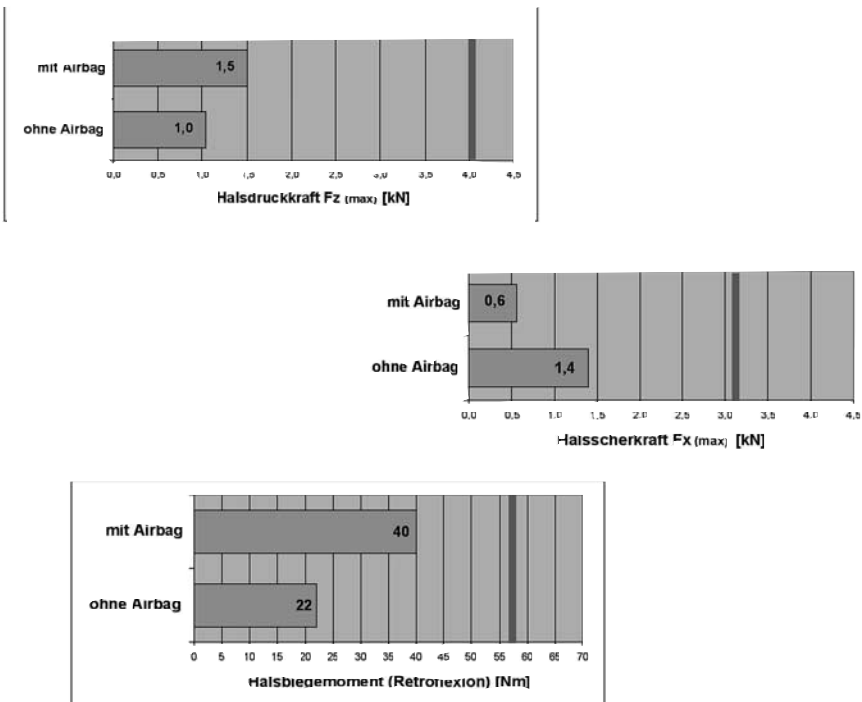


Abbildung 12
Gemessene Dummy-Halsbelastungen (2. Versuchsserie)

Aufgrund des Einsatzes des MATD konnten weitere, differenziertere Aussagen getroffen werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten bei den beiden vorstehend beschriebenen Versuchen beim Anprall am Pkw (Primäranprall) am MATD gemessenen bio-mechanischen Belastungen und deren zugehöriger Grenzwerte.

Der NII (Neck Injury Index) ist eine berechnete Kennzahl, die sowohl die Halskräfte in x-, y- und z-Richtung als auch die Halsmomente in x-, y- und z-Richtung zu einem Belastungswert zusammenfasst. Somit steht der NII für die Halsbelastung insgesamt. Diese Kennzahl kann nur mit dem MATD bestimmt werden, da dieser über die dazu erforderlichen Sensoren im Hals verfügt. Für den Versuch ohne Airbag betrug $NII = 0,71$. Für den Versuch mit Airbag wurde $NII = 1,06$ ermittelt und lag somit höher. Ein biomechanischer Grenzwert liegt für das NII nicht vor.

In der Brust sind die Belastungen deutlich unterkritisch. Der Airbag führte allerdings hier zu einer leicht erhöhten Kompression im oberen und unteren Brustbereich. Im Beckenbereich befanden sich die Werte für beide Versuche auf gleich niedrigem Niveau.

	Messwert	SH 04.03 ohne Airbag	SH 04.04 mit Airbag	Belastungsänderung bei Versuch mit Airbag	Bio- mechanischer Grenzwert
Kopf	HIC	719	160	- 559 (- 77,7 %)	1000
	a_{0ms} [g]	110	51,3	- 58,7 (- 53,3 %)	80
	Gambit	0,78	0,29	- 0,49 (- 62,8 %)	
Hals	Scherkraft F_x [kN]	1,4	0,6	- 0,88 (- 62,8 %)	3,1
	Druckkraft F_z [kN]	1,04	1,5	+ 0,46 (+ 30,6 %)	4,0
	Biegemoment M_{by} [Nm]	+ 10,3 - 22,1	+ 24,6 - 40,4	+ 14,3 (+ 138,8 %) + 18,3 (+ 82,8 %)	190 -57
	Nil	0,71	1,06	+ 0,35 (+ 50,3 %)	
Brust	Eindrückung oben x [mm]	0,8	3,2	+ 3,2 (+ 300 %)	50
	Eindrückung oben y [mm]	1,5	1,3	- 0,2 (- 13,3 %)	50
	Eindrückung unten x [mm]	0,4	3,8	+ 7,2 (+ 1800 %)	50
	Eindrückung unten y [mm]	3,6	3,1	- 3,1 (-13,8 %)	50
	a_{0ms} [g]	20,1	17,8	- 2,3 (- 11,4 %)	60
Becken	a_{0ms} [g]	30,9	34,4	+ 3,5 (+ 11,3 %)	60
Oberschenkel rechts	Druckkraft F_z [kN]	4,2	3,2	- 1 (- 23,8 %)	10
	Res. Biegemoment $M_{b_{res}}$ [Nm]	349,7	279,8	- 69,9 (- 20 %)	
Oberschenkel links	Druckkraft F_z [kN]	1,1	1,5	+ 0,41 (+ 37,6 %)	10
	Res. Biegemoment $M_{b_{res}}$ [Nm]	171,8	217,1	+ 45,3 (+ 26,5 %)	

Tabelle 1

Paarweiser Vergleich der bei Versuch SH 04.03 (ohne Airbag) und SH 04.04 (mit Airbag) beim Anprall am Pkw (Primäranprall) am Dummy MATD nach ISO 13232 gemessenen biomechanischen Belastungen

Beim Versuch ohne Airbag brach der rechte Oberschenkelknochen zu einem Zeitpunkt während der Aufwärtsbewegung des Dummys kurz vor dem Kopfanprall an der Dachkante des Personenkraftwagens (Bild 13). Dies konnte beim zweiten Versuch nicht beobachtet werden. Hier brach beim Landen des Dummys auf der Straße (Sekundärprall) der linke Oberschenkelknochen. Weiterhin wurde beim ersten Versuch eine leichte Verdrehung des Knies verzeichnet. Diese fand beim zweiten Versuch nicht statt. Die gemessenen Belastungen der Unterschenkel wiesen bei beiden Versuchen unterkritische Werte auf. Insgesamt konnte keines der Ereignisse in den unteren Extremitäten eindeutig der Wirkung des Airbags zugeschrieben werden.

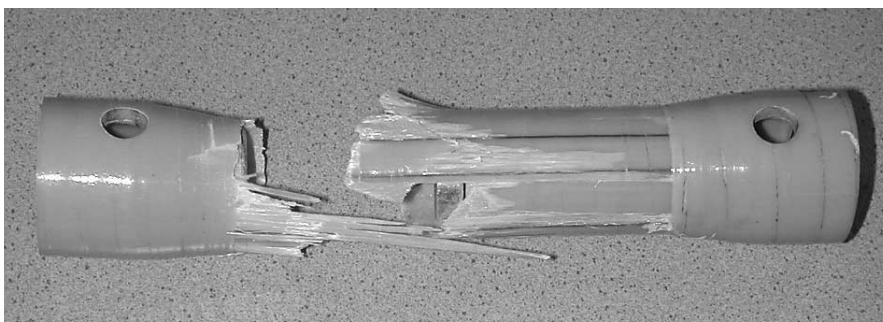


Bild 13

Gebrochener rechter Oberschenkelknochen beim Versuch ohne Airbag

Erster Ansatz einer Risiko/Nutzen-Analyse nach ISO 13232

Grundsätzlich können Fahrzeugsicherheitselemente in bestimmten Situationen eine Verringerung oder auch eine Erhöhung des Verletzungsrisikos bewirken. Zur Veranschaulichung sei auf den Front-Airbag in Personenkraftwagen hingewiesen. Hier ist aus dem realen Unfallgeschehen bekannt, dass bei Frontalkollisionen eine Vielzahl von tödlichen und schweren Verletzungen durch die Wirkung des Airbags vermieden werden. Andererseits sind auch Fälle mit Verletzungen der Insassen, beispielsweise durch Kontakte mit heißen Airbag-Gasen oder durch Kontakte mit dem sich noch entfaltenden Airbag in nicht normalen Positionen (out of position) bekannt. Die Entscheidung der Freigabe eines Fahrzeug-Sicherheitssystems zur Serieneinführung bedarf daher einer umfassenden, objektiven und nachvollziehbaren Nutzen/Risiko-Analyse.

Hier bestehen auch Analogien zur Freigabe von Medikamenten. Voraussetzung für eine solche Freigabe ist, dass der Nutzen das Risiko überwiegt und dass das Risiko auf einem tolerierbar niedrigen Niveau liegt. Hierfür wurden auf analytischen Methoden basierende Nutzen/Risiken-Analysen entwickelt [12/].

Aus dem konventionellen paarweisen Vergleich der im Dummy gemessenen Belastungswerte lassen sich bereits Erhöhungen oder Verminderungen der Belastungen einzelner Körperteile und damit verbundene Auswirkungen auf die körperteilbezogenen Verletzungsrisiken erkennen. In Teil 5 von ISO 13232 sind darüber hinaus die Ermittlung von Verletzungsindizes und die Erstellung einer Risiko/Nutzen-Analyse beschrieben. Bei der Entwicklung von ISO 13232 wurden 501 reale Motorradunfälle untersucht und in 200 Anstoßkonfigurationen aufgeteilt. Diese stellen die Gesamtheit des für die Norm relevanten Unfallgeschehens mit Motorrädern dar. Entwickelt ein Motorradhersteller ein spezielles Sicherheitselement, müssen die Nutzen und Risiken des Elementes in diesen 200 Konstellationen untersucht und bewertet werden. Dazu dienen numerische Simulationen der 200 Konstellationen. Das Simulationsprogramm wird durch Vergleich mit den Ergebnissen der sieben Full-Scale-Crashtests (Bild 3) validiert. Für jede Konstellation sind zwei Versuche durchzuführen oder zu simulieren, einer mit und einer ohne das neu entwickelte Sicherheitselement (paarweiser Vergleich).

Grundlage für die Erstellung einer Risiko/Nutzen-Analyse ist die Berechnung von Verletzungswahrscheinlichkeiten für einzelne Körperregionen des Motorradfahrers bei jeder der 200 Konstellationen. Diese Körperregionen sind: Kopf, Hals, Brust, Abdomen und untere Extremitäten. Als Basiswerte dienen hier für den Kopf der Gamber-Wert und das Head Injury Criterion HIC, für den Hals der Neck Injury Index NII, für die Brust die Brustkompression und die Brustkompressionsgeschwindigkeit, für das Abdomen die abdominale Intrusion und für die unteren Extremitäten deren Frakturen und Dislokationen.

Zunächst wird die Mindestwahrscheinlichkeit I für einen bestimmten Wert der Verletzungsschwere nach der international gebräuchlichen Verletzungsschwere-Skala AIS für jede Körperregion ermittelt. Es folgt die Wahrscheinlichkeit P eines bestimmten AIS-Wertes. Hiermit können dann die zugehörigen medizinischen Gesamtkosten, die Gesamtnebenkosten, die genormten Überlebenskosten, die Todeswahrscheinlichkeit sowie der wahrscheinliche AIS-Wert (PAIS) berechnet werden.

Der PAIS ist die Grundlage für eine Risiko/Nutzen-Berechnung. Hierzu werden für jede Körperregion und jede Konstellation die PAIS-Werte für den Versuch ohne Sicherheitselement von den PAIS-Werten des Versuchs mit Sicherheitselement abgezogen. Es entsteht eine Tabelle mit 207 Differenzwerten pro Körperregion. Die gleiche Prozedur wird mit dem Gambit-Wert, den translatorischen und rotatorischen Beschleunigungswerten im Kopf, dem HIC-Wert und den Verletzungskosten durchgeführt. Auch hier entstehen pro Belastungswert 207 Differenzwerte. Je nachdem, ob diese Differenzwerte ein negatives oder positives Vorzeichen haben, bedeuten sie ein Risiko oder einen Nutzen. Abschließend werden sowohl die Risiko-Werte als auch die Nutzen-Werte für jede der 200 Konstellationen mit einem Faktor gewichtet, addiert und mit der Gesamtanzahl der Basisunfälle (501) ins Verhältnis gesetzt.

Das Ergebnis besteht aus einem durchschnittlichen Risiko und einem durchschnittlichen Nutzen. Diese beiden Zahlen werden ins Verhältnis gesetzt und mit 100 Prozent multipliziert. Im Endergebnis liegt so ein Risiko/Nutzen-Verhältnis für das getestete Sicherheitselement vor. Diese Prozedur kann für den hier vorgestellten DEKRA Motorrad-Airbag derzeit noch nicht durchgeführt werden, da bisher noch nicht alle sieben Full-Scale-Tests absolviert sind. Damit liegt auch noch kein validiertes numerisches Simulationsmodell für alle 200 Konstellationen nach ISO 13232 vor.

Für die mit Full-Scale-Tests bei Einsatz des MATD untersuchte Konstellation 413 in der Variante moving/moving wurden jedoch bereits die Verletzungsindizes und die PAIS-Werte ermittelt (Bild 14). Damit kann dargestellt werden, welche Verbesserung oder Verschlechterung der Airbag für eine bestimmte Körperregion erbracht hat.

Die Berechnung des PAIS für den Kopf basierte auf dem maximalen Gambit-Wert. Hier wurde eine Verbesserung von 50 Prozent (PAIS 2,4 auf PAIS 1,2) errechnet. Für den Hals (NII) ergab sich eine leichte Verschlechterung, ebenso im unteren Brustbereich. Bei den unteren Extremitäten hielten sich die positiven und negativen Einflüsse die Waage. Die durchgeführten Berechnungen gelten für den Anprall am Pkw (Primäranprall).

Der nachfolgende Anprall auf die Fahrbahn (Sekundäranprall) soll noch gesondert analysiert werden. Letztlich werden bei einer Risiko/Nutzen-Analyse nach ISO 13232 die höchsten Belastungen herangezogen, ohne Trennung nach Primär- und Sekundäranprall. Im derzeitigen Stadium der Untersuchungen wurde hierauf jedoch verzichtet, da sich die bisherigen Untersuchungen vor allem auf die Milderung des direkten Anpralls am Personenkraftwagen konzentrieren.

Insbesondere bei den Schwerstunfällen entstehen häufig die für die maximale Verletzungsschwere Maß gebenden Belastungen.

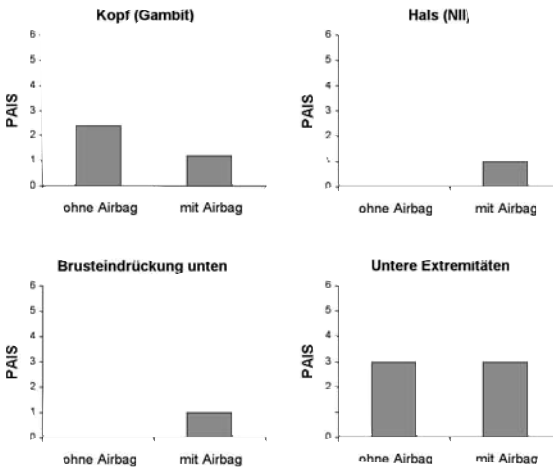


Bild 14

Wahrscheinlicher AIS-Wert (PAIS), berechnet nach ISO 13232 für einzelne Körperregionen

Fazit und Ausblick

Mit den dargestellten Versuchen hat die DEKRA Unfallforschung einen weiteren Beitrag für die Diskussion und Erforschung des Potenzials von Airbags zur Verbesserung der passiven Sicherheit motorisierter Zweiräder geleistet. Im Einklang mit Erkenntnissen aus dem realen Unfallgeschehen hatten vergangene Versuchsreihen gezeigt, dass kritische oder lebensbedrohliche Belastungen des Motorradfahrers häufig direkt oder indirekt aus dem Anprall an der Seite von Personenkraftwagen resultieren [07/]. Es handelt sich hierbei insbesondere um die Kopfverzögerungen beim Anprall an der Dachkante, um Brustverzögerungen sowie um Halskräfte und Halsbiegemomente. Die in Crashtests ermittelten Dummy-Belastungen waren teilweise so hoch, dass lebensgefährliche oder tödliche Verletzungen des Motorradfahrers die Folge sein können.

Zu den vordringlichen Maßnahmen gehört somit der Schutz von Kopf, Hals und Brust des Motorradfahrers beim Anprall an der Seite eines Personenkraftwagens als dem häufigsten Unfallgegner. Der Kopfanprall muss entweder vollständig verhindert oder erheblich gemildert werden.

Das heißt, bei Beginn der Kollision muss das Belastungs-Niveau des auf dem Motorrad nach vorne rutschenden und dann am Unfallgegner anprallenden Aufsassen zunächst auf ein erträgliches Belastungsniveau gesenkt werden.

Die nach dem ersten Anprall am Unfallgegner gegebenenfalls noch verbleibende kinetische Energie kann dann dazu genutzt werden, um eine Aufwärts-Bewegung des Aufsassen einzuleiten. Bei hohen Anprallgeschwindigkeiten kann so ein Überfliegen oder Gleiten über das Dach eines angestoßenen Personenkraftwagens stattfinden. Weitere Anbauteile am Motorrad können dies günstig beeinflussen.

Bei großen Motorrädern sind Anpralldämpfung und Rückhaltewirkung des Motorrad-Airbags ein vorrangiges Entwicklungsziel. Hierzu sind relativ große Platzverhältnisse auf dem Motorrad und relativ großvolumige Airbags erforderlich. Als Schutzelement eines mittelgroßen Motorrades sind die Potenziale der Anpralldämpfung und die Rückhaltewirkung des Airbags aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse und Airbag-Volumina jedoch begrenzt. Vor diesem Hintergrund wurde mit der im vorliegenden Beitrag beschriebenen Entwicklung eines vergleichsweise kleinen Motorrad-Airbags begonnen.

Wie die erste Versuchsreihe nach Konstellation 413 (in Anlehnung an ISO 13232) in der Variante moving/stationary gezeigt hat, konnte damit der direkte Anprall des Motorradfahrer Kopfes an der Dachkante eines Personenkraftwagens vermieden werden. Im weiteren Bewegungsablauf gelangte der gesamte Oberkörper über die Dachkante aus dem gegebenen Gefahrenbereich heraus. Alle am Motorradfahrer-Dummy (Hybrid III) gemessenen Belastungswerte lagen beim Versuch mit Airbag deutlich unterhalb der entsprechenden Werte des Versuchs ohne Airbag und weit unterhalb der biomechanischen Grenzwerte.

Die zweite Versuchsreihe nach Konstellation 413 (ISO 13232) in der Variante moving/moving zeigte teilweise ähnlich positive, aber auch differenziertere Ergebnisse. Hier kam erstmals bei den bisher durchgeführten Tests der spezielle Motorradfahrer-Dummy MATD nach ISO 13232 zum Einsatz. Als Folge der Bewegung des angestoßenen Personenkraftwagens stellte sich ein deutlich anderer Bewegungsablauf dar. Wiederum konnte durch den Airbag der Kopfanprall vermieden werden, allerdings fand hier durch die Querbewegung des kreuzenden Personenkraftwagens kein Aufgleiten auf dessen Dach statt. Auch hier lagen alle Dummy-Messwerte unterhalb ihrer biomechanischen Grenzwerte. Bis auf das Halsbiegemoment und die Halsdruckkraft wurde in allen anderen Fällen durch den Airbag eine Verringerung der gemessenen Dummybelastungen erzielt.

In der Gesamtschau der bisher vorliegenden Ergebnisse wird ein erhebliches Nutzenpotenzial zur Vermeidung von Schwerstverletzungen durch den bei den Versuchen eingesetzten Airbag-Prototypen gesehen. Für eine endgültige umfassende Bewertung liegen bisher jedoch noch zu wenige Versuchsergebnisse vor.

Eine umfassende Analyse und Darstellung des Airbag-Nutzenpotenzials anhand einer Risiko/Nutzen-Analyse nach ISO 13232 kann derzeit noch nicht durchgeführt werden. Hierzu ist es erforderlich, alle sieben hierfür definierten Anstoßkonstellationen mit Full-Scale-Tests zu simulieren und damit ein numerisches Simulationsmodell zu validieren. Dieses Simulationsmodell kann dann zur Analyse von allen 200 in ISO 13232 zur Darstellung des relevanten Gesamtunfallgeschehens definierten Konstellationen dienen.

Es ist vorgesehen, die Testreihe mit der Durchführung weiterer Tests nach ISO 13232 fortzusetzen, um das Nutzenpotenzial des Airbags weiter zu untersuchen und später eine komplette Risiko/Nutzen-Analyse durchzuführen. Zudem sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass sich sämtliche hier vorgestellten Dummy-Messwerte auf den primären Anprall am Pkw beziehen. Für den Sekundärprall des Dummies auf die Straße und seine physikalischen und biomechanischen Merkmale besteht noch gesonderter Bedarf für Fachdiskussionen und Analysen.

Ergänzend zum Airbag könnte für ein umfassendes Konzept zum Schutz des Motorradfahrers auch dessen Schutzbekleidung (Airbagweste) in die Überlegungen mit einbezogen werden. Sollte sich in den weiteren Untersuchungen die Belastung des Halses als besonders kritisch herausstellen, könnte eine Abstützung des Halses durch einen aufblasbaren Kragen des Schutzanzuges eine weitere Möglichkeit für Verbesserungen sein.

Weiterhin besteht auf dem Gebiet der Sensorik und der Entwicklung von Trigger-Algorithmen für Motorrad-Airbags noch erheblicher Forschungsbedarf, ebenso auf den Gebieten Soziuseinfluss, verschiedene Fahrergrößen, Out-of-position-Problematik und unbeabsichtigtes Auslösen des Airbags.

Vor diesem Hintergrund ist eine rasche Einführung des Airbags für Motorräder derzeit noch nicht zu erwarten.

Literatur

- 01/ BRAMBILLA, L.: Verbesserter Insassenschutz durch Gurtstrammer und Airbag. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 27 (1989) 3 S 73-76
- 02/ BOTHWELL, P., Hirsch, A. E.: Airbag Crash Protection for Motorcycle Application NHTSA, ASME-Paper 1973
- 03/ AOKI, D: Study of ESM's in Japan. Paper No. 73045; Second International Congress on Automotive Safety; Theme: Motorcycle and Recreational Vehicle Safety, July 16-18, 1973, San Francisco, California, USA
- 04/ IJIMA, S., Hosono, S., Ota, A., Yamamoto, T.: Exploratory Study of an Airbag Concept for a Large Touring Motorcycle. 16th ESV-Conference, Windsor 1998
- 05/ YAMAZAKI, T., Iijima, S., Yamamoto, T.: Exploration Study of an Airbag Concept for a Large Touring Motorcycle: Further Research. 17th ESV-Conference, Amsterdam, 2001
- 06/ GROSE, G., Patel, B., Okello, J.: The Development Of A Motorcycle Rider Airbag Restraint System, FISITA-Conference, Praha 1996
- 07/ RÜCKER, P., Berg, F. A.: Beitrag zur Untersuchung des Potenzials eines Airbags zur Steigerung der passiven Sicherheit motorisierter Zweiräder, Forschungshefte Zweiradsicherheit, ifz Nr. 10, Essen 2002
- 08/ BERG, F. A., Bürkle, H., Schmidts, F.: Analyse der passiven Kraftrad-sicherheit mit Unfallanalysen und Crashtests, Forschungshefte Zweirad-sicherheit, ifz Nr. 8, Essen 1998, Aktualisierte Fassung vom 15. März 1999
- 09/ STATISTISCHES BUNDESAMT: Fachserie 8, Reihe 7, Verkehrsunfälle 2002. Verlag Metzler-Poeschel (2003)
- 10/ OTTE, D.: Technisch-medizinische Zusammenhänge bei Verkehrsunfällen von Motorradfahrern – Ergebnisse und Nutzen von In-Depth-Erhebungen am Unfallort, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Juni 2004, S. 129-136
- 11/ DREHER, O.: Schutzpotenzial des Airbags bei Motorrad- und Motorrollerunfällen. Diplomarbeit Universität Stuttgart und DEKRA Automobil GmbH, 1998
- 12/ THOMPSON K. M., Graham J. D., Zellner J. W.: Risk-Benefit Analyses Methods for Vehicle Safety Devices. 17th ESV-Conference, Amsterdam, 2001

5

Umwelt
Environment



**Weiterentwicklung umweltrelevanter Vorschriften
für motorisierte Zweiräder**

**Further development of environmental relevant
requirements for motorized two wheelers**

**Développement des prescriptions relatives aux
motocycles et importantes pour l'environnement**

Dipl.-Ing. Christoph Albus*

Dipl.-Ing. Christian Theis*

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen,
Referat S 34

*Eine Druckversion dieses Vortrags kann beim Institut für Zweirädsicherheit angefordert werden.

Kurzfassung

Überblick über geplante und laufende gesetzgeberische Projekte hinsichtlich der Weiterentwicklung kraftfahrzeugtechnischer Umweltvorschriften von motorisierten Zweirädern – national, europäisch und weltweit. Vor dem Hintergrund technischer Entwicklungen, wissenschaftlicher Erkenntnisse und politischer Diskussionen werden folgende Themen kurz angerissen:

Abgassektor:

- Entwicklung des weltweit harmonisierten Testzyklusses (WMTC)
- WMTC als Globale Technische Regelung (GTR)
- weiterführende Elemente der Abgasgesetzgebung
- Abgasuntersuchung

Geräuschsektor:

- neues Geräuschmessverfahren für die Typgenehmigung
- Off-cycle-Problematik
- Austauschschalldämpferanlagen
- Standgeräuschmessung (national)

Abstract

Overview of planned and ongoing legislative projects concerning the further development of environmental related requirements for motorized two wheelers – national, european, world-wide. With regard to technical development, scientific knowledge and political discussions the following items will shortly be raised:

Field of pollutant emissions:

- development of the worldwide harmonized test cycle (WMTC)
- WMTC as a Global Technical Regulation (GTR)
- further elements for pollutant emissions legislation
- periodical Inspection (pollutant emissions)

Field of noise:

- new measurement procedure for type approval regarding noise
- problem of off-cycle-emissions
- replacement silencer system
- stationary test (national)

Résumé

Vue d'ensemble des projets législatifs envisagés et en cours concernant le développement des prescriptions relatives à la technique automobile, applicables aux motocycles et importantes pour l'environnement (aux niveaux national, européen et mondial). Dans le contexte des réalisations techniques, des résultats de la recherche scientifique et des discussions politiques en la matière, les sujets suivants sont abordés :

dans le domaine des émissions d'échappement :

- mise au point du cycle mondial d'essais pour le contrôle des émissions des motocycles
- description du cycle mondial d'essais dans un règlement technique mondial (rtm)
- éléments supplémentaires de la législation en matière de contrôle des émissions
- contrôle des gaz d'échappement

dans le domaine du bruit :

- nouvelle méthode de mesure du bruit en vue de l'homologation
- problématique concernant les « émissions off-cycle »
- dispositifs silencieux d'échappement de remplacement
- mesure du bruit en stationnement (au niveau national)

**Aktiv gegen Verkehrslärm – der Beitrag
motorisierter Zweiräder**

**Active work against road traffic noise –
motorcyclists's contributions**

Dipl.- Ing. Christoph Gatzweiler

IVM (Industrie-Verband Motorrad Deutschland e.V.)
Motorcycle Industry Association of Germany

Director of Technical and Legislativ Affairs

Kurzfassung

Viele Menschen empfinden den Verkehrslärm als eine der Hauptursachen für ihre alltägliche akustische Belastung. Zwar haben in den vergangenen Jahren zahlreiche technische Verbesserungen zur Reduzierung des Geräuschniveaus im Straßenverkehr beigetragen, doch die im Detail erzielten Fortschritte werden in der Regel durch die permanente Zunahme des gesamten Verkehrsaufkommens zunichte gemacht. Dazu trägt die ständig größer werdende Zahl von Kraftfahrzeugen genauso bei wie der Ausbau des Straßen- und Schienennetzes, der stetig wachsende Luftverkehr und der kontinuierlich wachsende Güterverkehr.

Auch wenn das motorisierte Zweirad ein sehr ökonomisches Transportmittel ist, beträgt sein Anteil am gesamten Verkehrsaufkommen in Westeuropa doch lediglich drei Prozent. Trotzdem sorgt seine Geräuschentwicklung immer wieder für Aufsehen und für emotional geführte Diskussionen. Ein Forschungsprojekt des europäischen Herstellerverbandes ACEM sollte Klarheit schaffen, ob sich die Empfindungen der Menschen mit Messwerten aus dem simulierten realen Straßenverkehr decken.

Tatsächlich zeigte sich, dass Motorräder im Serienzustand und im normalen Gebrauch unauffällig sind. Das Vorurteil, Motorräder seien wegen identischer Grenzwerte genauso laut wie Lkw, konnte eindrucksvoll widerlegt werden. Selbst bei aggressivster Fahrweise bleiben Motorräder deutlich leiser als Lkw. Der direkte Vergleich mit dem Pkw zeigt, dass bei Geschwindigkeiten über 70 km/h die Abrollgeräusche der Pkw-Bereifung das Emissionsniveau von Motorrädern sogar überschreiten können. Akustisch betrachtet verfügen Motorräder bauartbedingt über ein hohes Dynamik-Potenzial. Der Einfluss des Fahrers ist nicht unerheblich auf die Geräuschemission. Die Nutzer von Motorrädern müssen hierauf hingewiesen werden, damit sie Ihr Verhalten an die Örtlichkeiten anpassen können.

Das wahre Problem sind allerdings die illegalen oder manipulierten Auspuffanlagen. Leider zeichnet sich in jüngster Zeit ein Trend zur Nutzung derartiger Anlagen ab. Eine weitere Absenkung der Grenzwerte für motorisierte Zweiräder könnte diesen Trend noch verstärken und würde somit keinen Gewinn für den realen Straßenverkehr bringen. Das größte Potenzial zur Reduzierung des Geräuschniveaus liegt in der Umsetzung der bereits existierenden Vorschriften.

Die wissenschaftliche Basis dieser Untersuchung erlaubt erstmals einen direkten Vergleich der Geräuschemissionen verschiedener Kraftfahrzeugarten unter Berücksichtigung ihres akustischen Potenzials.

Abstract

A lot of people feel offended by road traffic noise as one of the main causes of their day-to-day acoustic strain. Although in recent years there have been numerous technical improvements in noise reduction, the continual increase of traffic in general impedes real improvements. Further factors in this context are the steadily increasing number of road traffic vehicles, as well as the extension of roadways and railways, air traffic and freight traffic.

Although motorized two-wheelers are an economical means of transport, their share in the total West-European traffic is only 3 percent. And in spite of this rather small share, motorcycles noise emission again and again is the cause for rather emotional discussions. A research project of the European manufacturers' association ACEM wants to clarify the question if people's feelings really reflect test data obtained in tests under real-traffic conditions.

Results in fact showed that series-produced motorcycles and those in normal use are unobtrusive. The prejudice that mcs are as noisy as lorries or vans because of identical limiting values was disproved. Even in case of very aggressive riding styles motorcycles are still considerably less noisy than vans. A direct comparison with cars shows that - at a speed of 70km/h - noise of car tyres even exceeds the noise level attained by motorcycles.

Due to their construction motorcycles provide a high dynamical potential with respect to acoustics. Thus the rider's influence on noise emission is high. The motorcycle users' attention has to be drawn to this fact so that they can adapt their riding behaviour to the public's demands.

The real problem in fact lies in illegal or manipulated exhaust pipe systems. Unfortunately, in recent times there has been a trend to use these systems. A further reduction of limiting values, however, might even intensify this trend, and in any case will bring no effect. By far, the greatest potential of MC noise reduction lies in the enforcement of the existing regulations.

The scientific database allowed for the first time to compare the noise emissions of different vehicles in consideration of their dynamic potential.

Résumé

Beaucoup de gens ressentent les bruits de la circulation comme une des plus grandes sources de leurs fardeaux de tous les jours. Certes, de nombreuses améliorations techniques ont contribué à la réduction du niveau sonore du trafic.

Néanmoins, en règle générale, les progrès acquis en détail sont réduits à néant en raison d'une circulation totale qui est constamment en nette hausse. Cette hausse se produit à la suite du nombre croissant des véhicules automobiles et aussi à la suite de la construction de routes et de rails. Les autres facteurs augmentant cette hausse sont le trafic aérien et le trafic des marchandises.

Bien que la moto soit un véhicule de transport très économique, sa participation dans toute la circulation en Europe occidentale ne s'élève qu'à 3 %. Malgré tout, son dégagement sonore fait sensation et échauffe les esprits sans cesse. Un projet de recherche de l'association des fabricants européens (ACEM) avait la tâche d'éclaircir la question si les sensations des gens se concordent avec la circulation réelle simulée.

En effet, il s'est avéré que les motos de série et d'usage normal ne se font pas remarquer. On a pu réfuter nettement le préjugé selon lequel les motos, comme elles ont les mêmes valeurs limites que les camions, auraient ainsi le même niveau sonore que les derniers. Même lors de la conduite la plus agressive, le niveau sonore des motos reste visiblement au-dessous de celui des camions. Une comparaison directe nous montre qu'à partir d'une vitesse de 70 km/h les bruits du déroulement des pneus des voitures particulières peuvent même dépasser le niveau d'émissions des motos. Du point de vue acoustique, les motos disposent en raison de leur construction d'un haut potentiel dynamique. L'influence du pilote sur l'émission des bruits n'est pas négligeable. Il faut attirer l'attention des motocyclistes sur le fait qu'ils peuvent adapter leur conduite aux lieux. Toutefois, les pots d'échappement illégaux et manipulés constituent le problème véritable.

Tout récemment, une tendance à utiliser des installations pareilles s'est malheureusement annoncée. Cette tendance pourrait encore être augmentée par une autre réduction des valeurs limites concernant les deux-roues motorisés. Par conséquent, la circulation réelle n'en profiterait pas. Le plus grand potentiel pour réduire le niveau sonore doit se faire en appliquant des règlements qui existent déjà.

Sur la base de cette étude nous pouvons, pour la première fois, comparer directement les émissions des bruits de toutes sortes de véhicules automobiles en considération de leur potentiel acoustique.

**Active work against road traffic noise –
motorcyclists’s contributions**

1. From sound to noise

Physically speaking, noise is a composite set of sounds. In our everyday lives, it is an unwelcome sound or set of sounds that causes discomfort. Although the perception of sound varies according to multiple factors, its volume is the single factor that most often trips hearing from the bearable to the unbearable.

Discomfort also stems from the sound's duration. A short sound does not have the same impact on an individual as a succession of sounds or a prolonged single sound. Auditory and nervous fatigue is greater in cases of prolonged exposure, as in the case of a construction worker who has to put up with the ceaseless noise of a pneumatic drill, or a motorist subjected to the noise in the passenger compartment throughout a long journey.

The change from pleasure to discomfort also stems from repetition. An insignificant or even a pleasant sound can become excruciating if it is repeated often enough. Then again, the perception of noise can depend on individual tolerance levels. The sound impulses we generate ourselves seem less of a nuisance than those generated by others. We are also more indulgent when it comes to a "friendly" sound or noise - to music, for example, if you happen to be a musician yourself.

Lastly, the physical or psychological state of the hearer influences their perception of noise. A previously unnoticed sound can, in certain circumstances, become a source of severe irritation. A bird's warbling, which is quite romantic in a charming rural setting, can be unbearable if it causes you to wake up unexpectedly early.

2. How is noise measured?

A sound is nothing other than a fast change in pressure, which moves through the air as a sound wave and causes the human ear drum to vibrate. We perceive these vibrations as sound. Our perception depends on the strength of the sound wave and the speed of the vibration, i.e. its frequency:

- The higher the pressure, the louder the sound
- The higher the frequency, the higher the sound

Pressure is measured in bar. As, however, the sound pressure relevant for humans ranges from 0.0002 microbar (hearing threshold) to 200 microbar (pain threshold) and due to the fact that these kinds of numbers are extremely complicated to deal with, the sound pressure is converted into decibels (dB) and one talks about the sound pressure level: - hearing threshold: 0 dB - pain threshold: 120 dB.

In order to understand the auxiliary quantity decibel, it must be clear that it is a logarithmic measurement. This means that the sound pressure does not increase in a linear fashion with the decibel value, but that, for example, an increase of 10 dB in the sound pressure level is equal to a 200 % increase in the sound pressure -humans perceive this increase as a sound twice as loud as before.

At the same sound pressure, humans perceive low and high-pitched sounds less loudly than medium-pitched sounds. In order to reproduce human hearing as accurately as possible, the sound pressure values measured are therefore corrected using the so-called A-filter, depending on the frequency. The sound pressure level is then expressed in dB(A).

From leaves rustling in the breeze to the shriek of a jet engine, and from all those everyday noises such as conversation and phone ringing to neighbourhood noises like barking dogs or transport noise, figure 2 shows an inventory of many of the sounds and noises in our everyday environment.

In this respect, road traffic noise plays more of a minor role with regard to the measurable sound pressure level. Instead, it is the duration of the noise which tends to be the cause of annoyance.

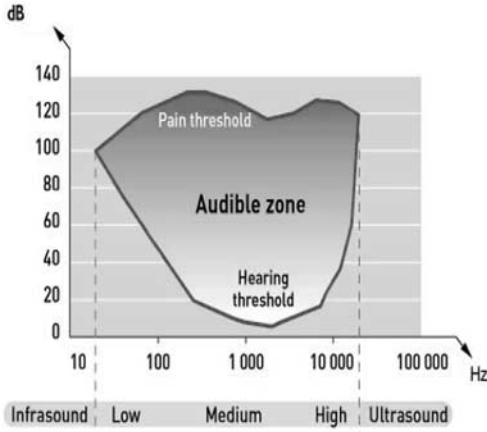


Figure 1
Audible zone of human hearing

What we hear everyday:

Jet engine	120 dB
Pneumatic drill	110 dB
Train at high speed	100 dB
Subway	105 dB
Radio set	105 dB
Barking Dog	95 dB
Restaurant	80 dB
Heavy traffic	80 dB
Ringing telephone	75 dB
TV set	75 dB
Residential street	50 dB
Quiet conversation	35 dB
Quiet bedroom	30 dB
Leaves rustling in the breeze	15 dB

Figure 2
Noise and its daily key figures



3. Loudness of PTWs compared to other vehicles

Different vehicles contribute to road traffic noise to differing degrees. According to the subjective impression of large sections of the population, the PTWs belong to the louder vehicles.

A comparison of the noise values of various vehicles determined for their type approval test is not enough to verify this subjective impression or to provide another explanation for it. Firstly, a whole series of readings for various speeds is necessary to even come close to reproducing actual conditions. Secondly, the measuring methods for the type test of PTWs, cars and trucks vary and as a result, the values determined can not be compared. And thirdly, the road noise measurements for the approval testing of all types of motor vehicles assumes a kind of worst case scenario, in which the values of the vehicle being evaluated are measured at full throttle.

In reality, however, road users only utilise a fraction of the performance potential of their vehicles. Instead of driving at high engine revolutions in each gear they change gears quickly and generally drive in the highest possible gear. The reason for this is usually the obligation to drive in keeping with the prevailing traffic conditions, as well as an attempt to save fuel. Ultimately, however, this behaviour also has a positive effect on the noise development. A renowned research and development institute in German has therefore created measurement series under realistic conditions for all types of vehicles, which allow a comparison of the noise development of various motor vehicles.

3.1 PTWs compared to cars

The readings taken from various series car and PTW types lead to the discovery that both types of vehicle lie far below the statutory limit values under the given circumstances and do not represent significant sources of noise in traffic.

The main noise from cars is from the tyres, and this increases almost linearly with the speed, while the engine and transmission are less noticeable due to their effective containment. In the case of PTWs, however, the noise is predominantly from the engine and drive train, while the noise from the tyres plays a less significant role. This is why PTWs are marginally louder than cars at speeds below 60 km/h, while at speeds from 80 km/h, they can even be quieter than cars.

Comparison City Car - Commuter Motorcycle

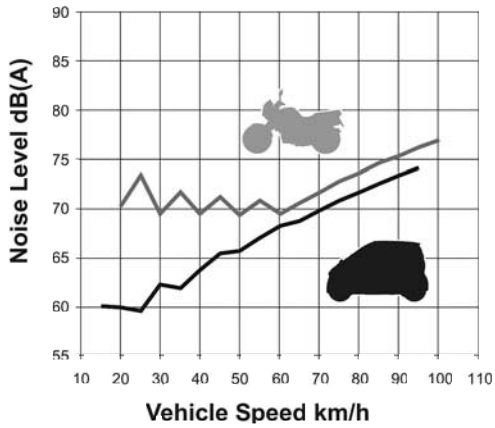


Figure 3

Comparison Passenger Car - Sports Motorcycle

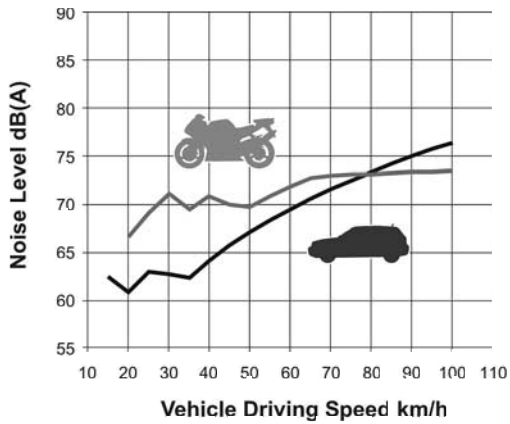


Figure 4

3.2 PTWs compared to trucks

In the case of trucks, there are very large differences in the readings. These are mostly dependent on the size, weight, construction and tyres of the vehicles. Light commercial vehicles, for example, are extremely similar to passenger cars in terms of noise development, although on a somewhat higher level, as they are slightly louder than PTWs from a speed of only 60 km/h.

Heavy trucks are, in general, audibly and measurably louder than PTWs and come considerably closer to the statutory limit value under the circumstances described than any other motor vehicles.

The figure 6 displays the observed values for the loudest truck tested, which is 32 times as loud as the sports motorcycle used as a comparison at a speed of 80 km/h.

When trucks are equipped with special traction tyres, such as is the case with construction site vehicles, even higher noise values are reached.

The striking difference between PTWs and trucks rarely becomes obvious in reality because both types of vehicle are seldom seen and heard in the same environment at the same time.

The fact is, however, that heavy trucks are clearly the loudest motor vehicles on our roads, while standard PTWs are on a similar level to cars and light commercial vehicles.

Comparison Light Truck - Commuter Motorcycle

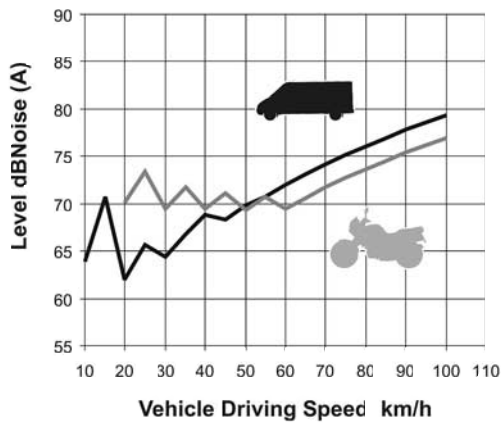


Figure 5

Comparison Heavy Truck - Sports Motorcycle

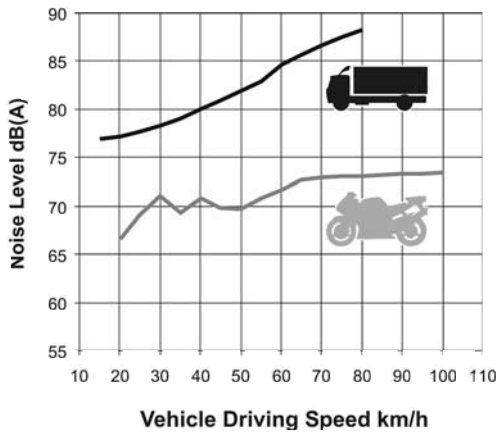


Figure 6

4. The share of PTWs in traffic

The comparisons made so far always apply to the measurement of individual vehicles. For an assessment of the extent to which PTWs contribute to the overall noise exposure, the percentage of PTWs in the overall motor pool is equally as important as their average use.

Of the approximately 231 million motor vehicles in use in Europe, only 25 million, i.e. a little over 10%, are PTWs. Moreover the majority of these PTWs are not in daily use. This portrays a comparison between the average annual mileage of cars and motorcycles: with 5,000 kilometers, motorcycles cover only 20% of the average annual distance covered by cars.

This means that PTWs neither contribute much to the total number of motorised vehicles nor to the overall noise level. Furthermore, a large majority of PTWs are used on city roads, which helps to improve urban traffic flows and the accessibility of city centres, as PTWs are flexible and require little running and parking space.

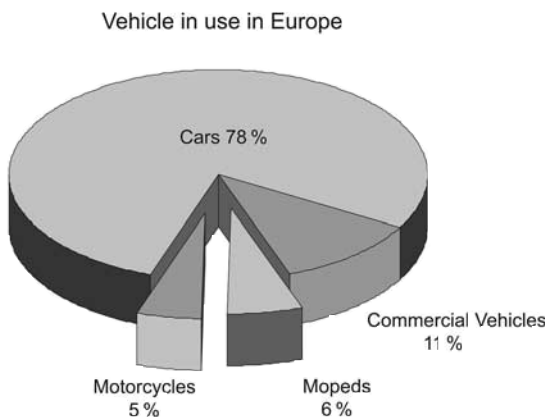


Figure 7
Motorised vehicle parc in Europe

5. Noise reduction in the past

The PTW industry has been working hard over the last thirty years to reduce the noise emissions of its products and significant progress has been achieved in this area.

The technologies applied are basically the same as for other motor vehicles. However, measures for PTWs are more difficult to realise for several reasons. The two most significant reasons are as follows:

- The engine can not be contained as it is in a car
- The potential for intake and exhaust noise reduction has already been fully exploited

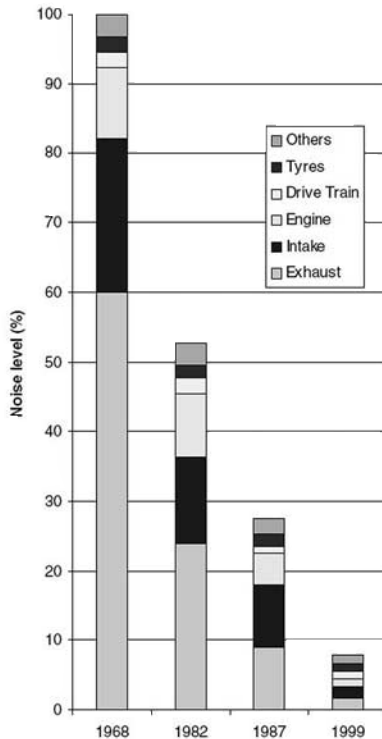


Figure 8
PTW noise reduction and its sources

6. Potential for reduction

The technical options for making new PTWs quieter are very limited, as known noise reduction technologies are already applied to meet existing limits.

Additional noise reduction by means of further technical improvement would require wide-ranging reduction measures at very high costs, while the overall effect can be estimated at a reduction of up to only 2 dB(A).

Moreover any further reduction would compromise the other requirements of a PTW. A PTW must meet not only noise requirements but also those involving safety, exhaust emissions, cost, productivity, durability, and rideability, amongst others.

Finally making standard PTWs even quieter would not lead to a drop in the noise level produced by PTWs, as even more PTW riders than today would be motivated to use illegal exhaust systems - see chapter 7.

What is more, achieving a reduction in this manner would take many years - if not decades - as it takes a very long time for the new, quieter vehicles to become noticeable in the overall vehicle pool.

7. The real problem: Illegal exhaust systems

7.1 Illegal vs. production PTWs

If standard PTWs contribute so little to the noise level of road traffic, the question remains as to why the popular impression is that PTWs are loud. The answer is as follows: many PTW owners make their vehicles noisier with modifications, mainly to the exhaust system. These riders either manipulate the standard exhaust system of their PTW themselves or they equip their PTW with illegal after-market replacement exhaust systems.

As shown in figure 9, tests with such illegal exhaust systems generally show at least a 5 dB(A) increase in the noise level compared to standard equipment when carried out with a normal riding style under the aforementioned conditions. Some riders of PTWs with illegal exhaust systems, however, tend to have an aggressive riding style linked to increased noise level.

They like to ride at high engine speeds and accelerate as far as possible in each gear instead of changing gears quickly. This behaviour takes them very close to the worst case scenario, which is used as a basis for the noise readings for the vehicle type approval test.

With such riding behaviour, the noise emissions of a sports motorcycle with standard equipment increase by up to 15 dB(A) (see figure 10), and even rise by up to 25 dB(A) with an illegal exhaust system - which is as loud as approximately 300 standard PTWs. The acoustic potential, which will be discussed in further detail later, is extremely large with PTWs with illegal exhaust systems. An aggressively-ridden sports motorcycle with an illegal exhaust system is up to 30 dB(A) louder - in other words 1,000 times louder - than a standard version ridden normally.

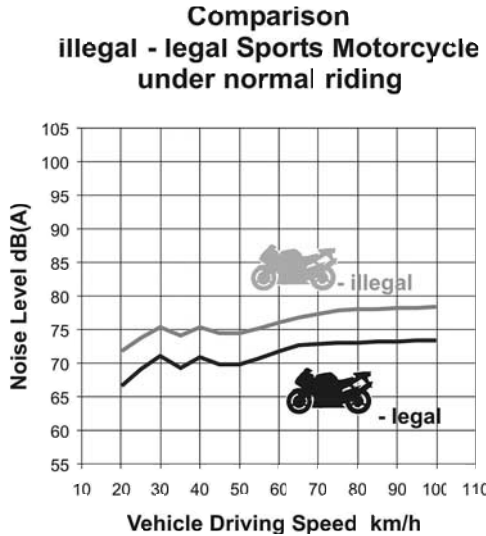


Figure 9

Comparison illegal - legal Sports Motorcycle under aggressive riding

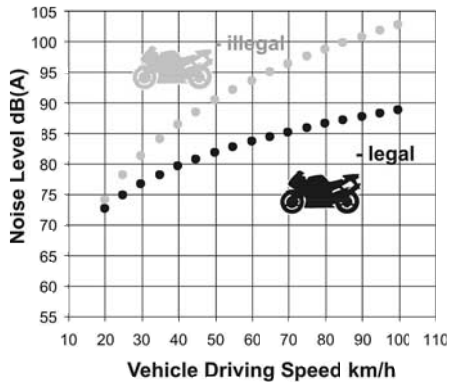


Figure 10

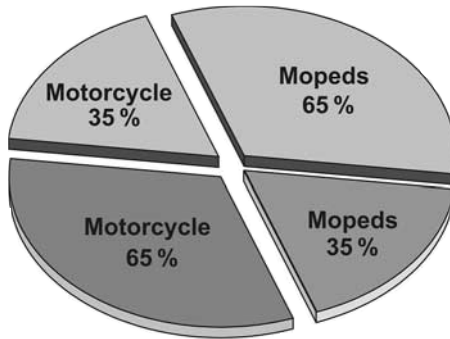
7.2 Statistics on illegal exhausts

Illegal replacement exhausts are very popular in Europe. There are an estimated 4 million motorcycles and almost 9 million mopeds with illegal exhaust systems. This means that around half of all PTWs in Europe have illegal equipment.

The motives for switching to an illegal exhaust system are diverse, but are mainly based on the rider's dissatisfaction with the original exhaust sound of their PTW. For the majority of PTW owners, the tonal quality is extremely important to the image of the product as a whole. The quality of the exhaust sound therefore has a high potential for alteration, which has nothing to do with a desire to break the law or necessarily achieve a more satisfactory performance. In the past, the riders' dissatisfaction with the original exhaust sound of their PTWs increased each time the noise regulations for new PTWs were tightened. Under the given circumstances, a further restriction would not lead to a drop in the noise level produced by PTWs on public roads, but rather an increase, as even more PTW riders would be motivated to use illegal exhaust systems.

Illegal exhaust systems are supported by the fact that very few legal obstacles are placed in the path of those who trade in these products and that the laws forbidding their use on public roads are not adequately enforced.

Illegal exhaust = 51 %



Legal exhaust = 49 %

Figure 11

8. Legislation and enforcement

If national authorities seriously wish to reduce noise they must achieve effective control of the sale of illegal systems, particularly of those which exploit the "for racing use only" loophole. However, direct owner modification and the continued use of illegal products can only be controlled at the roadside.

The following problems in particular have to be solved in order to curb the use of illegal exhaust systems:

- In some countries there is the need to revise legislation on roadside checks and subsequent vehicle rectification
- The enforcement of noise legislation has a low priority in police work
- There is a lack of trained manpower for effective testing at the roadside

Effective measures against illegal exhaust systems will have the greatest effect on the reduction of noise from PTWs. The overall effect can be estimated at 10 to 20 dB(A) on a short-term basis.

9. Riders can also make the difference

The difference in noise output originating from riding styles, normal against aggressive, is extremely large in the case of PTWs with illegal exhaust systems. This raises the question: Do have standard PTWs a higher noise potential than other motor vehicles?

Comparative tests confirm that a sports motorcycle which is quieter than a car when accelerating normally can be up to 10 dB(A) louder than a car when accelerated at the limits of its performance (see figure 12). Nonetheless the motorcycle remains quieter than a heavy truck - regardless of driving style.

The figure 13 shows that the acoustic potential of a heavy truck is very small in comparison to that of a sports motorcycle. In other words, the driver of a heavy truck has little influence on the noise level of his vehicle with his style of driving - the truck is always loud. The rider of a sports motorcycle, however, has control over whether his bike is as quiet as a passenger car or almost as loud as a heavy truck. The education of riders therefore assumes particular significance in terms of aiming to reduce the noise level.

Educating riders in matters of environmental protection creates reasonable potential for reducing the noise level. The overall effect can be estimated at 5 to 10 dB(A) on a long-term basis.

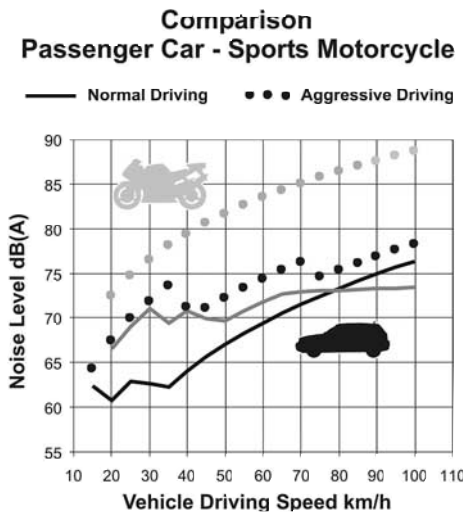


Figure 12

Comparison Heavy Truck - Sports Motorcycle

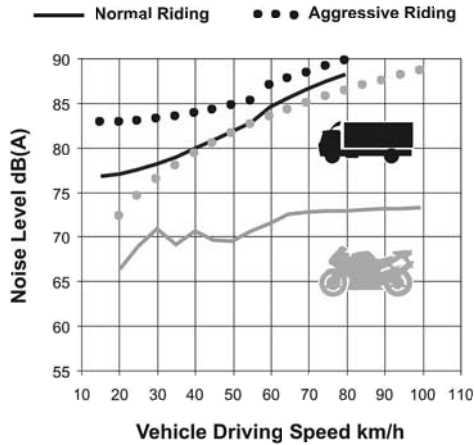


Figure 13

10. What can really help to further reduce the traffic noise level produced by PTWs?

Standard PTWs can not be rated as noisy. The noise produced by PTWs under normal traffic conditions is essentially identical to that produced by passenger cars and much lower than that produced by heavy trucks. The low percentage of PTWs in the overall vehicle pool, i.e. a little over 10%, also contribute to the fact that the traffic noise produced by PTWs is already very low today.

The technical options for further noise reduction are very limited, as all known noise reduction technologies have been successfully applied during the past years to meet existing limits. A huge amount of costs and manpower would only result in 2 dB(A) of noise reduction potential on a long-term basis. Moreover even more PTW riders would be motivated to use illegal exhaust systems. Therefore, a further decrease in the noise limits for new PTWs will have a very limited effect.

A PTW is only perceived as loud, due to its high acoustic potential, when it is accelerated very hard in a quiet environment. This is why noise disturbance from PTWs is generally associated with single events and peak noise levels.

These are mainly dependent on riding behaviour, such as the use of high engine speeds, and very often arise from vehicles equipped with illegal exhaust systems.

Educating riders in matters of environmental protection therefore creates reasonable potential for reducing the noise load. The overall effect can be estimated at 5 to 10 dB(A) on a long-term basis.

The real challenge, however, is to find effective measures against illegal exhaust systems. The number of PTWs in use with illegal systems is very high, which essentially raises the average noise output. The reduction potential of 10 to 20 dB(A) is also very high, and reductions can be obtained on a short-term basis.

Effectiveness of measures for noise reduction

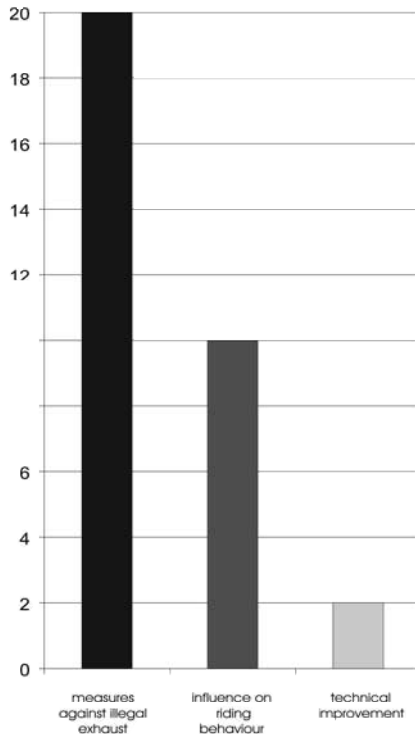


Figure 14

References

- 01/ ACEM Striving against traffic Noise
How powered two-wheelers can contribute – 2004
- 02/ ACEM yearbooks – 2001, 2002, 2003
- 03/ ACEM Noise project
Motorcycle noise evaluation. Final report
Porsche Engineering Services – 2002
- 04/ ACEA Tackling Noise
How motor vehicle can contribute – 2002
- 05/ European Commission
Draft position paper on PTW noise – 2001
- 06/ IMMA Motorcycle noise
The curious silence – 1996
- 07/ Steven, FIGE Germany
Noise investigations of motorized cycle – 1982
- 08/ Dr. Stenscheke, Federal Environment Agency of Germany
Possibilities for reduction of noise emissions from motorcycles – 1989
- 09/ Nelson, FIOA
Controlling vehicle noise – 1992
- 10/ EC and UK 16th European Omnibus Survey
Attitudes to noise – 1981
- 11/ Sir A. Armitage
Report of enquire into lorries
People and environment – 1980
- 12/ Wilson (CMNO 2056) – 1983
- 13/ Miller, Manchester Area Pollution Advisory Council
Environmental noise survey – 1992
- 14/ Vanke, Lara Symposium – 1978
- 15/ Romaine, Derby City Council, Housing and Environmental Services
Motorcycle Noise – 1978
- 16/ Dunmore, National Society for Clean Air
Noise committee Agenda – August 1978

Das Abgasverhalten moderner Motorräder

The exhaust emission behaviour of modern motorcycle

**Comportement des gaz d'échappement des
motocycles modernes**

Dipl.-Ing. Ralf Johannsen
RWTÜV Fahrzeug GmbH
Institut für Fahrzeugtechnik (IFT)

Kurzfassung

Die Verschärfung der Abgasgrenzwerte und die Einführung neuer Fahrzyklen ab 2006 für die Typprüfung von Krafträdern wird einen großen Einfluss auf zukünftige Motorkonzepte und die Motorcharakteristik haben. Das Abgasverhalten moderner Motorräder unterschiedlicher Abgasstrategien, gemessen über verschiedene Fahrzyklen, soll aufgezeigt werden.

Die Motorräder wurden sowohl über den WMTC (Worldwide Harmonised Motorcycle Emissions Test Procedure) als auch über den NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) im Auftrag des ADAC vermessen. Der NEFZ macht als zusätzlichen Aspekt einen Vergleich mit dem Pkw möglich.

Abstract

The tightening of exhaust gas emission limits and the introduction of a new driving cycle in 2006 for the type approval of motorcycle will have a great influence on engine concepts and engine characteristics. The exhaust emission behaviour of modern motorcycle using different exhaust gas strategies measured over different driving cycle will be shown.

The motorcycles have been measured over the WMTC (Worldwide Harmonised Motorcycle Emissions Test Procedure) and the NEDC (New European Driving Cycle) ordered by the ADAC. In addition, the NEDC allows a comparison with passenger cars.

Résumé

Le renforcement des valeurs limites pour les gaz d'échappement et l'introduction à partir de 2006 de nouveaux profils de trajets pour les essais d'homologation des motocycles aura à l'avenir une grande influence sur les concepts de moteurs et les caractéristiques des moteurs. En faisant des mesures sur différents profils de trajets, il s'agira de mettre en évidence le comportement des gaz d'échappement des motocycles modernes aux technologies différentes quant aux gaz d'échappement.

Le mesurage des motocycles a été effectué autant par le WMTC (Worldwide Harmonised Motorcycle Testing Cycle) que par le NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus «nouveau profil de trajets européens») pour le compte de l'ADAC. En tant qu'aspect complémentaire, le NEFZ rend possible une comparaison avec les automobiles.

Das Abgasverhalten moderner Motorräder

Prüfverfahren

Das Institut für Fahrzeugtechnik (IFT) des RWTÜV hat in Zusammenarbeit mit dem ADAC die Abgasemissionen von sechs Motorrädern in verschiedenen Fahrzyklen gemessen. Dabei handelt es sich um Fahrzeuge, die 2003 die fortschrittlichste Technologie im Bereich des Abgasverhaltens ihrer Marke repräsentierten. Von unregelter Multipoint-Einspritzung in der Kombination mit Sekundärluftsystem und U-Kat über geregelten G-Kat bis zur elektronischen Multipoint-Einspritzung mit geregeltem Katalysator, Sekundärluftsystem und variablen Ventilsteuerzeiten war ein Querschnitt durch die aktuelle Motorentechnik vorhanden.

Die Schadstoff-Emissionen wurden während der Messungen zeitdiskret (modal) aufgezeichnet und zusätzlich das Lambda-Sonden-Signal (soweit möglich) bei G-Kat-Fahrzeugen erfasst, um eine Aussage über das Regelungsverhalten zu erhalten. Die Messungen wurden über den sehr dynamischen WMTC (World-Wide Harmonised Motorcycle Emissions Test Procedure) und den NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) mit Kaltstart durchgeführt.

Im Gegensatz zu den gängigen Typprüfwerten zeigen die Ergebnisse den Schadstoff-Ausstoß über einen Fahrzyklus, der aus realen Fahrversuchen ermittelt wurde. Der ADAC hat eine Wertung nach einem Notensystem vorgenommen, um die Rangliste der geprüften Fahrzeuge hervorzuheben (siehe Tabelle 1, 01/).

MODELL	WMTC			GESAMTNOTE
	Schadstoffausstoß	Teilnoten (je 33 %)	Verbrauch (l/100 km)	
Honda VFR 4-Zylinder-V-Motor, 782 cm ³ , 80 kW,VVT, G-Kat + SLS	HC: 0,27 g/km NOx: 0,13 g/km CO: 1,67 g/km	0,6 0,6 0,6	6,25	0,6
Yamaha FJR 1300 A 4-Zylinder-Reihen-Motor, 1298 cm ³ , 106 kW, G-Kat + SLS	HC: 0,40 g/km NOx: 0,24 g/km CO: 1,70 g/km	1,3 3,7 0,6	6,09	1,9
BMW R 1100 S 2-Zylinder-Boxer-Motor, 1085 cm ³ , 72 kW, G-Kat	HC: 0,28 g/km NOx: 0,27 g/km CO: 1,06 g/km	0,6 4,6 0,6	5,95	1,9
Triumph Speed Triple 3-Zylinder-Reihen-Motor, 955 cm ³ , 88 kW, G-Kat + SLS	HC: 0,56 g/km NOx: 0,19 g/km CO: 5,57 g/km	2,5 2,0 3,1	5,39	2,5
Kawasaki Z 1000 4-Zylinder-Reihen-Motor, 953 cm ³ , 93 kW, U-Kat + SLS	HC: 0,99 g/km NOx: 0,14 g/km CO: 5,16 g/km	5,4 0,6 2,8	6,27	2,9
Suzuki SV 1000 S 2-Zylinder-V-Motor, 996 cm ³ , 85 kW, G-Kat + SLS	HC: 0,79 g/km NOx: 0,11 g/km CO: 10,06 g/km	4,1 0,6 5,5	5,72	3,4

Tabelle 1

Bewertung ADAC der Prüffahrzeuge über den WMTC 01/

Um die Ursachen der unterschiedlichen Ergebnisse zu verdeutlichen, wurden die zeitdiskreten (modalen) Daten der limitierten Schadstoffe und das Lambda-Sonden-Signal herangezogen. Dabei traten gerade in höheren Geschwindigkeitsbereichen starke Unterschiede in der Regelungsstrategie auf. Während die bestbewertete Honda auch bei 120 km/h noch ein stöchiometrisches ($\lambda = 1$) Luft-/Kraftstoff-Gemisch einregelt, wird bei der Suzuki nur noch unterstöchiometrisch ($\lambda < 1$) gefahren, was eine Lambda-Sonden-Spannung von ca. 900 mV belegt.

Hintergrund

Ab dem 17. Juni 1999 gelten europaweit einheitliche Grenzwerte für den Ausstoß limitierter Schadstoffe (CO, HC und NO_x) von motorisierten Zwei- und Dreirädern. Seit dem 1. April 2003 gelten für die Typprüfung die Grenzwerte der Stufe 2 (Euro 2 – Krafträder). Betrachtet man die Grenzwerte im Hinblick auf das Prüfverfahren und im Vergleich zu den heute gültigen Abgasvorschriften für Pkw, so befinden sich Krafträder bezüglich „erlaubtem“ Schadstoffausstoß auf sehr hohem Niveau. Erst ab 2006 wird der Fahrzyklus soweit modifiziert, dass auch der Kaltstart und ein Geschwindigkeitsbereich bis 120 km/h bei Krafträdern über 150 ccm abgedeckt sind (siehe Bild 1). Als Alternative wurde ein Fahrzyklus erarbeitet, der das reale Fahrverhalten von Krafträdern abbildet, ermittelt aus unzähligen Fahrversuchen mit unterschiedlichen Fahrern und unterschiedlichen Fahrzeugen. Der so genannte WMTC (World-Wide Harmonised Motorcycle Emissions Test Procedure, siehe Bild 2) zeigt eine sehr viel höhere Dynamik und wurde deshalb für eine Beurteilung des realen Schadstoff-Niveaus moderner Motorräder herangezogen.

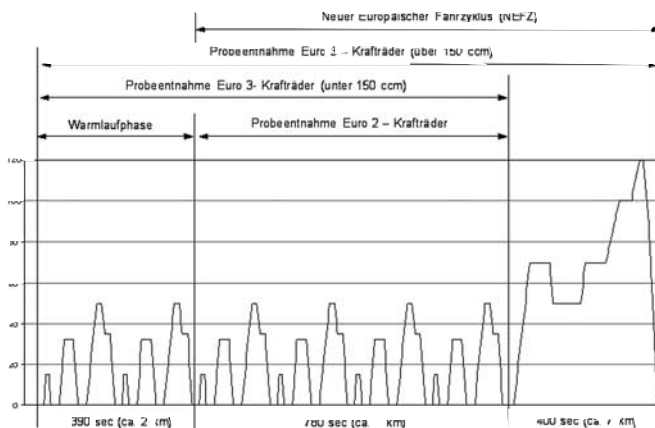


Bild 1

Vergleich Fahrzyklen Euro 2-/Euro 3 – Krafträder und Pkw (NEFZ)

Die Schaltpunkte werden beim WMTC dem Fahrzeug angepasst. Die Leistung, der nutzbare Drehzahlbereich und die Getriebeübersetzungen in den einzelnen Gängen werden herangezogen, um die Schaltpunkte zu errechnen und in die Fahrkurve zu übertragen.

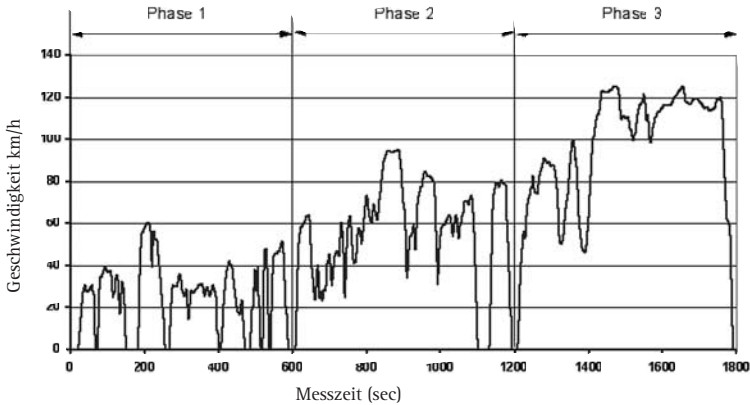


Bild 2
 WMTC (World-Wide Harmonised Motorcycle Emissions Test Procedure)

1. Emissionen limitierter Schadstoffe über den WMTC und NEFZ

Die Emissionen über den Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) entsprechen annähernd den Anforderungen, die ab 2006 für die Typprüfung bei Krafträdern eingeführt werden. Ab dem Zeitpunkt lassen sich auch Pkw und Krafträder fast unmittelbar miteinander vergleichen. Die Ergebnisse zeigen im Vergleich zu den momentan gültigen Grenzwerten für Pkw (Euro 3), wo die einzelnen Prüffahrzeuge einzuordnen sind (s. Tabelle 2).

MODELL	KOMPONENTE			
	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	Verbrauch [l/100 km]
Honda VFR	1,90	0,39	0,10	6,78
Yamaha FJR 1300 A	1,31	0,53	0,17	6,67
BMW R 1100 S	1,04	0,35	0,21	6,51
Triumph Speed Triple	4,95	0,68	0,16	5,83
Kawasaki Z 1000	4,88	0,96	0,09	6,92
Suzuki SV 1000 S	6,35	0,73	0,12	6,19
Grenzwerte Pkw Euro 3	2,3	0,20	0,15	-

Tabelle 2
 Ergebnisse Schadstoff-Ausstoß über den NEFZ im Vergleich zu den Pkw-Grenzwerten nach Richtlinie 98/69/EG (Euro 3)

Verdoppelt man die Ergebnisse von 390 Sekunden bis 780 Sekunden (wurden separat analysiert), dann bekommt man annähernd das Ergebnis nach dem zukünftigen Typprüfverfahren Euro 3 – Krafträder (ab 1. Januar 2006). Die errechneten Ergebnisse zeigen, dass keines der getesteten Fahrzeuge zum Zeitpunkt der Messungen (April 2003) die Euro 3 – Krafträder erfüllt hätte, aber doch einige dem schon sehr nahe kommen (siehe Tabelle 3).

MODELL	KOMPONENTE			
	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	Verbrauch [l/100 km]
Honda VFR	1,66	0,37	0,09	7,21
Yamaha FJR 1300 A	1,27	0,52	0,16	7,13
BMW R 1100 S	0,95	0,31	0,18	6,85
Triumph Speed Triple	4,73	0,71	0,15	6,18
Kawasaki Z 1000	4,35	0,95	0,09	7,36
Suzuki SV 1000 S	5,64	0,68	0,11	6,54
Grenzwerte Euro 3 – Krafträder	2,0	0,30	0,15	-

Tabelle 3

Ergebnisse Schadstoff-Ausstoß über den Prüfzyklus ab 2006 (errechnet) im Vergleich zu den zukünftigen Grenzwerten Euro 3 - Krafträder

Betrachtet man den WMTC und damit auch eine Fahrkurve, die dem realen Fahrverhalten nahe kommt, dann werden die Unterschiede noch extremer.

MODELL	KOMPONENTE			
	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	Verbrauch [l/100 km]
Honda VFR	1,67	0,27	0,13	6,25
Yamaha FJR 1300 A	1,70	0,40	0,24	6,09
BMW R 1100 S	1,06	0,28	0,27	5,95
Triumph Speed Triple	5,57	0,56	0,19	5,39
Kawasaki Z 1000	5,16	0,99	0,14	6,27
Suzuki SV 1000 S	10,06	0,79	0,11	5,72

Tabelle 4

Ergebnisse Schadstoff-Ausstoß über den WMTC

Hinweise auf die Ursachen der dargestellten Unterschiede lassen sich aus den so genannten Modaldaten herleiten, die im folgenden Punkt behandelt werden.

2. Regelungsbereiche der Prüffahrzeuge

Bei den Messungen wurden die limitierten Schadstoffe mit einer Frequenz von 1 Hz erfasst und aufgezeichnet. Da die Darstellung aller Fahrzeuge zu unübersichtlich wird, wurden hier nur die Fahrzeuge verglichen, die vom ADAC die Eckpunkte der Bewertungsskala darstellen, die Honda VFR und die Suzuki SV 1000 S.

Der Verlauf der Schadstoff-Komponenten Kohlenmonoxid (CO) und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) über den WMTC zeigen, dass die Honda VFR und die Suzuki SV 1000 in der Phase 1 (0–600 sec) annähernd das gleiche Emissionsverhalten zeigen (siehe Bild 3 und Bild 4). Die Ausschläge zu Beginn der Messung zeigen den Einfluss des Kaltstarts und der damit verbundenen Kaltstartanreicherung und Aufwärmphase des Motors sowie das Erreichen der „Anspringtemperatur“ der Katalysatoren (ca. 200–250 °C Abgastemperatur).

In Phase 2 (600–1200 sec) werden stärkere Spitzenwerte bzw. Ausschläge in den Beschleunigungsphasen bei der Suzuki sichtbar und in Phase 3 (1200–1800 sec) scheint die Gemischaufbereitung bei der Suzuki hauptsächlich im unterstöchiometrischen Bereich ($\lambda < 1$) zu bleiben, was aufgrund des Luftmangels eine Konvertierung von Kohlenmonoxid (CO) und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) unterbindet.

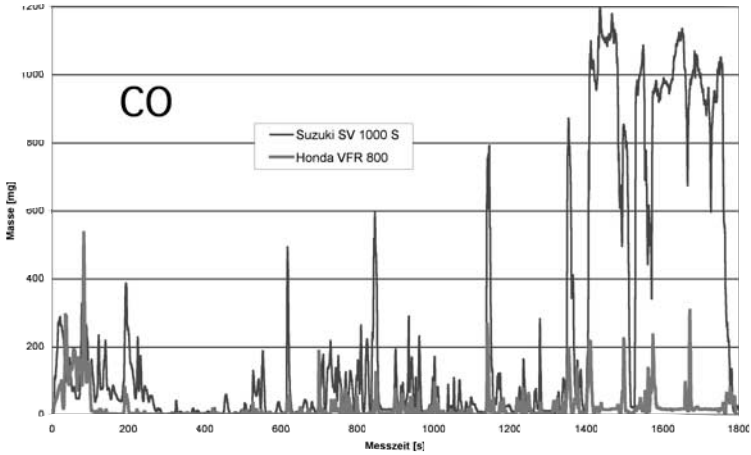


Bild 3
 Vergleich CO-Verlauf über den WMTC

Die Ausschläge, die die Suzuki in den Beschleunigungsphasen im Bereich CO und HC zeigt, werden bei der Honda durch die vorhandene Wechselwirkung von Oxidation und Reduktion im Bereich der Stickoxide (NOx) sichtbar (siehe Bild 5).

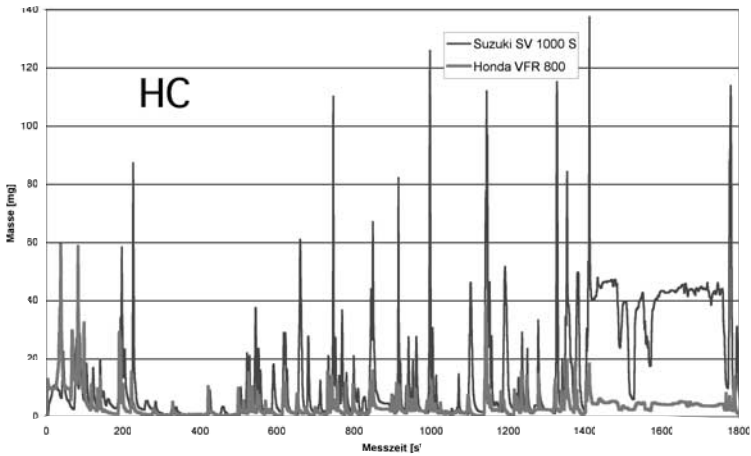


Bild 4
 Vergleich HC-Verlauf über WMTC

Bei einer Regelungsstrategie, die ein stöchiometrisches Luft-/Kraftstoff-Verhältnis ($\lambda = 1$) erzeugt, lässt sich eine Lambda-Sondenspannung messen, die sich in einem Bereich um ca. 450 mV bewegt. Fällt die Spannung auf Werte um 100 bis 200 mV ab, bewegen wir uns im mageren Bereich und bei einer Spannung über 800 mV im fetten Bereich (siehe Bild 6).

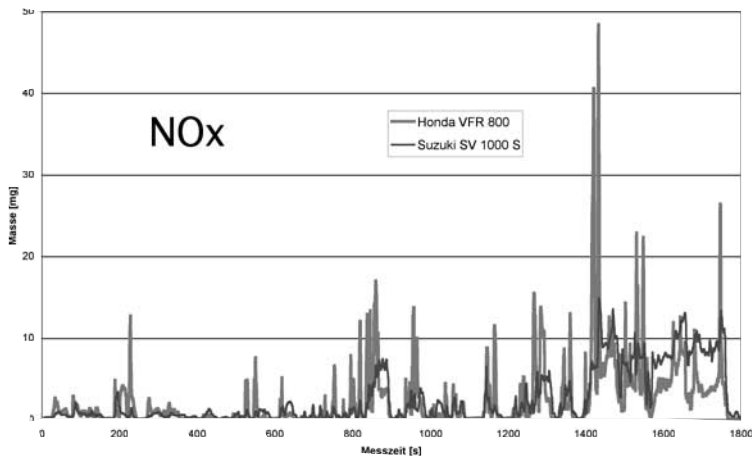


Bild 5
Vergleich NOx-Verlauf über WMTC

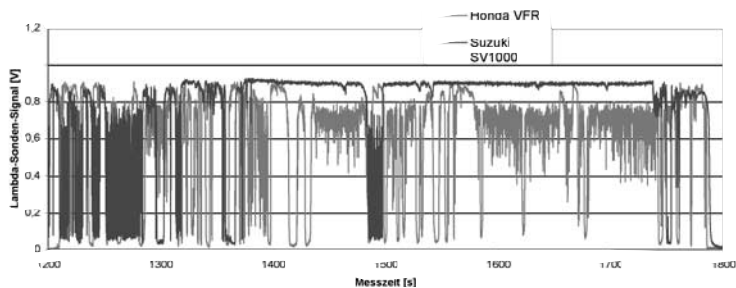


Bild 6
Verlauf Lambda-Sonden-Signal in der Phase (1200-1800 sec) des WMTC

Da es sich bei der Aufzeichnung des Lambda-Sonden-Signals um eine sehr große Datenmenge handelt, die mit 10 Hz aufgezeichnet wurde, beschränkt sich die Darstellung in Bild 6 auf Phase 3, die den signifikantesten Unterschied aufweist. Bei höheren Geschwindigkeiten ($v > \text{ca. } 90 \text{ km/h}$) zeigt sich bei der Suzuki ein Lambda-Sonden-Signal, das zu stagnieren scheint und zwar um einen Wert von ca. 900 mV. Hier ist bei der Art der verwendeten Lambda-Sonde der maximale Wert für einen „fetten“ Betrieb erreicht und eine Oxidation von CO und HC, beschleunigt durch den Katalysator, nicht mehr möglich. Nur Stickoxide werden durch den Luftmangel reduziert. Die Honda dagegen zeigt auch in diesem Bereich noch ein Regelungsverhalten, das um $\text{Lambda} = 1$ liegt und damit eine effektive Wirksamkeit des Katalysators gewährleistet.

Literatur

- 01/ „Sechs Motorräder im Abgas-Test“, ADAC motorwelt 9/2003,
und „Motorrad-Abgastest: Auf neuen Wegen zu frischerer Luft“,
www.adac.de, Projektleiter: Ruprecht Müller



INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT e.V.

Forschungshefte Zweiradsicherheit

Bisher erschienen:

Band 1

**Koch, Hubert:
Stufenführerschein für
motorisierte Zweirad-
fahrer**

Synopse der vorliegenden
Modelle und Untersuchung
der empirischen Grundlagen.
Unter Mitarbeit von Dorothee
Böhmer.
Bochum, 1983 (vergriffen).

Band 2

**Schüler, Florian u. a.:
Der Körperanprall
gegen Schutzplanken
beim Verkehrsunfall
motorisierter Zweirad-
benutzer**

Bremerhaven, 1984
(vergriffen).

Band 3

**Koch, Hubert (Hrsg.):
Der Motorradunfall**

Beschreibung, Analyse,
Prävention.
Bremerhaven, 1986.
(vergriffen)

Band 4

**Bayer, Bernward:
Das Pendeln und Flattern
von Krafträdern**

Untersuchungen zur Fahrdy-
namik von Krafträdern unter
besonderer Berücksichtigung
konstruktiver Einflusspara-
meter auf die Hochgeschwin-
digkeitsgeradeausstabilität.
Bremerhaven, 1986
(vergriffen).

Band 5

**Koch, Hubert (Hrsg.):
Passive Sicherheit für
Zweiradfahrer**

Referate des 2. Bochumer
Workshops für Zweirad-
sicherheit.
Bochum, 1987 (vergriffen)

Band 6

**Koch, Hubert (Hrsg.):
Motorradfahren.
Faszination und
Restriktion**

Bochum, 1990 (vergriffen)

Band 7

**Safety – Environment –
Future**

Proceedings of the 1991
International Motorcycle
Conference.
Bochum, 1991 50,11 €

Band 8

**Sicherheit – Umwelt –
Zukunft II**

Tagungsband der
2. Internationalen
Motorradkonferenz 1998
**Safety – Environment –
Future II**
Proceedings of the 1998
International Motorcycle
Conference.
Essen, 1998 24,54 €

Band 9

**Sicherheit – Umwelt –
Zukunft III**

Tagungsband der
3. Internationalen
Motorradkonferenz 2000
**Safety – Environment –
Future III**
Proceedings of the 2000
International Motorcycle
Conference.
Essen, 2000 24,54 €

Band 10

**Sicherheit – Umwelt –
Zukunft IV**

Tagungsband der
4. Internationalen
Motorradkonferenz 2002
**Safety – Environment –
Future IV**
Proceedings of the 2002
International Motorcycle
Conference.
Essen, 2002. 24,00 €

Band 11

**Sicherheit – Umwelt –
Zukunft V**

Tagungsband der
5. Internationalen
Motorradkonferenz 2004
**Safety – Environment –
Future V**
Proceedings of the 2004
International Motorcycle
Conference.
Essen, 2004 24,00 €













Sicherheit | Umwelt | Zukunft

Tagungsband der 5. Internationalen
Motorradkonferenz 2004



Institut für
Zweiradsicherheit e.V.

Gladbecker Straße 425
45329 Essen

www.ifz.de
info@ifz.de