

Schriftenreihe, Band 1

Hochschule  
Kempten

University of Applied Sciences



Prof. Dr.-Ing. Andreas Rupp & Prof. Dr.-Ing. Reinhard Kolke (Hrsg.)

# Unfallforschung 2015

1. ADAC Symposium für Unfallforschung  
und Sicherheit im Straßenverkehr



**ADAC**



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



# Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten, Schriftenreihe

Band 1



# Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten, Schriftenreihe

Band 1

Herausgegeben von

Prof. Dr.-Ing. Andreas Rupp

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Kolke

Charlotte Wallin

Michael Pschenitza

Thomas Unger

Hochschule  
Kempten

University of Applied Sciences



Prof. Dr.-Ing. Andreas Rupp & Prof. Dr.-Ing. Reinhard Kolke (Hrsg.)

# Unfallforschung 2015

## 1. ADAC Symposium für Unfallforschung und Sicherheit im Straßenverkehr



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



---

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2015

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2015

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

[www.cuvillier.de](http://www.cuvillier.de)

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2015

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-95404-997-4

eISBN 978-3-7369-4997-3

## Vorwort zum UFO Tagungsband

Seit 2005 entwickelte das ADAC Technik Zentrum die Unfallforschung gemeinsam mit der ADAC Luftrettung GmbH. In dieser Zeit wurde eine komplexe Datenbankbasis geschaffen und stetig weiterentwickelt. Viele Arbeiten der angewandten Wissenschaft wurden im Rahmen von Projektarbeiten und Abschlussarbeiten der Studiengänge Ingenieurwissenschaften, Verkehrswesen, Fahrzeugtechnik, technische Rettung und Medizin betreut. Der interdisziplinäre Ansatz der Arbeiten ist vielseitig von digitalen Steckkartensystemen über moderne Fahrzeugstrukturen und technische Rettungsstrategien, sowie Analysen von Traumaversorgung und Verletzungsmustern und zukünftig die Berücksichtigung von Unfallszenarien in der Modellierung von Fahrerassistenzsystemen. Im Zuge vielseitiger Hochschulkooperation veröffentlichen wir erstmals in einer Schriftenreihe der Hochschule Kempten die Fachaufsätze des 1. ADAC Symposium für Unfallforschung und Sicherheit im Straßenverkehr. Die Hochschule Kempten gliedert sich in die Fakultäten Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik, Soziales und Gesundheit, Betriebswirtschaft und Tourismus; sie steht mit Ihrem Forschungsschwerpunkt „Vernetzte Mobilität und Fahrzeugtechnik“ Verbänden, Behörden und Industrie als kompetenter Forschungs- und Entwicklungspartner rund um Fragen zu Fahrzeugen und Mobilität zur Seite.

Forschung lebt vom Dialog und der kritischen Diskussion. Daher sollen mit diesem Schriftenwerk der Hochschule Kempten Experten der Fahrzeugtechnik, insbesondere aus den Bereichen Unfallforschung, Verkehrspsychologie und Fahrzeugsicherheit angesprochen werden. Darüber hinaus sollen Forschungseinrichtungen, weitere Hochschulen, Verbraucherschutzorganisationen, Versicherungsgesellschaften, sowie Institutionen aus dem medizinischen und technischen Rettungswesen adressiert werden. Im Zuge einer solchen Schriftenreihe der Hochschule sollen auch junge Wissenschaftler die Möglichkeit erhalten, sich aus erster Hand zu informieren oder sich zukünftig mit eigenen fundierten Forschungsarbeiten einer hochkarätigen Fachwelt zu präsentieren.



**Prof. Dr.-Ing. Andreas Rupp**  
Hochschule Kempten  
Vizepräsident für Forschung und  
Wissens-/Technologietransfer



**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Kolke**  
ADAC Technik Zentrum  
Leiter Test und Technik



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Euro NCAP Today and in the Future</b>	<b>1</b>
Dr. ir. Michiel R. van Ratingen	
<b>In-Depth-Unfallforschung und deren Möglichkeiten der Nutzung von Daten – Ein historischer und prospektiver Überblick</b>	<b>11</b>
Prof. Dietmar Otte	
<b>Projekt IGLAD: Entstehung und Zukunft einer internationalen In-Depth Unfalldatenbank</b>	<b>33</b>
Jörg Bakker	
<b>Ablenkung beim Autofahren. Eine überschätzte Gefahr?</b>	<b>47</b>
Ulrich Chiellino (ADAC), Marion Seidenberger (ÖAMTC), Michael Gatscha (Neurotraffic), Gerhard Klösch (ISWF), Sten Hanke, Andreas Oberleitner (AIT)	
<b>Sicherheit durch funktionsgerechte Standardisierung von Landstraßen</b>	<b>63</b>
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold	
<b>Aktuelle Herausforderungen der polizeilichen Verkehrssicherheitsarbeit</b>	<b>77</b>
Polizeiberrat Andreas Feß	
<b>Datengrundlagen zur Bewertung Integraler Sicherheit</b>	<b>81</b>
Dr.-Ing. Lars Hannawald	
<b>Latin America: moving to safer cars but still far from developed countries</b>	<b>101</b>
Alejandro Furas	
<b>Die ÖAMTC Unfallforschung</b>	<b>113</b>
Dr. techn. Maximilian Lang	



---

<b>Veränderung der Verletzungsmuster durch die Fahrzeugsicherheit</b>	<b>129</b>
Dr. med. Tim Heyne	
<b>Notärztliche Diagnosequalität bei eingeklemmten Verkehrsunfallopfern – eine retrospektive Erhebung</b>	<b>131</b>
Matthias Helm, Martina Faul, Thomas Unger, Björn Hossfeld, Lorenz Lampl und Martin Kulla	
<b>Schneidversuche moderner KFZ Karosserien</b>	<b>147</b>
Jürgen Wohlrab	
<b>Technische Rettung heute – Informationssysteme zur Optimierung der Rettungskette</b>	<b>175</b>
Thomas Unger	

---

## Euro NCAP Today and in the Future

Dr.ir. Michiel R. van Ratingen

Secretary General, European New Car Assessment Programme

### 1. Introduction

The European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) provides consumers with a realistic and objective assessment of the safety performance of some of the most popular cars sold in Europe. The organization has an important influence on vehicle designs and fitment of safety equipment, leading to fewer traffic deaths on European roads.

Established in 1997, Euro NCAP is a non-profit international association independent of the automotive industry. It is backed by seven European governments (France, Germany, Sweden, the Netherlands, the United Kingdom, Luxembourg, and the Catalonia region of Spain); consumer groups through International Consumer Research and Testing organisation; European motoring clubs through the Fédération Internationale de l'Automobile (FIA Region 1, ADAC and ACI); and UK insurers through the Motor Insurance Repair Research Centre (Thatcham).

Euro NCAP's headquarters are in Brussels, Belgium, close to the European Commission and Parliament. Testing of vehicles is carried out at seven accredited laboratories located in six Member States of the European Union: ADAC, BAST, CSI, IDIADA, Thatcham (with MIRA) and TASS.

Over the last 18 years, Euro NCAP has tested more than 500 vehicles, including superminis, small and large family cars, executive cars, MPVs, SUVs, pick-ups, roadsters and vans.

#### 1.1. Overall Safety Rating

Vehicle buyers owe it to themselves and their families to choose the safest vehicle. To do so they need reliable, accurate and unbiased comparative information regarding the safety performance of individual models. In Europe, all new models must, by law, pass safety tests before they are sold, but these are minimum standards and the buying public is not informed about how well cars pass these tests. Euro NCAP encourages manufacturers to exceed the minimum requirements and ensures that car buyers can make an informed decision by issuing an easy-to-understand star rating for most popular cars.

Since 2009<sup>1</sup>, Euro NCAP has released an overall safety rating with a maximum of 5 stars for each vehicle. The star rating is comprised of tests in four important areas in vehicle safety:

---

<sup>1</sup> Before 2009, Euro NCAP published three independent ratings per car: adult occupant protection, child occupant protection (as of 2003) and pedestrian protection.



- Adult occupant protection (driver and passenger);
- Child occupant protection;
- Pedestrian protection, and
- Safety assist technologies.

The underlying tests include full-scale crash tests, front-end component tests for pedestrian protection and seat sled tests for whiplash prevention in rear-end crashes. Seat belt reminders, speed limiters, electronic stability control and autonomous emergency braking systems also contribute towards a vehicle's rating. The overall score is calculated by weighing the four scores with respect to each other, while making sure that no single area is underachieving.

## 2. Recent Updates

The overall rating scheme was introduced to provide a more balanced assessment of various vehicle safety aspects and to add more flexibility to the rating scheme (Van Ratingen, 2008). In recent years, Euro NCAP has worked on a programme of stepwise updates to the rating scheme (Euro NCAP, 2009), reviewing the existing crash and subsystem test procedures and adding new tests of emerging crash avoidance and advanced driver assistance technologies.

### 2.1. Adult Occupant Protection

In 2015, an updated set of crash tests for front and side protection has been adopted, including a new full-width frontal crash test and revised barrier and pole tests. What Euro NCAP wishes to achieve is, amongst other things, better restraint systems for the rear passengers. For the full width frontal test this will be realised by assessing the risk of injury of a small female occupant, controlling forward head excursion and chest displacement and penalizing the tendency to "submarine" (where the pelvis slides under the lap belt, resulting in abdominal injuries).

The updated side barrier test uses a mobile barrier that is heavier, stiffer and wider than that used today (Ellway et al., 2013) and a more biofidelic side impact dummy in the driver seat (ISO, 2005). In addition, the new oblique pole test, aligned with the GTR14 procedure, applies a geometric assessment of the head protection device. This will assess the area covered by side thorax/head or curtain airbags in both front and rear seat positions for different sizes of occupants (Figure 1).



**Figure 1: The updated Euro NCAP side impact crash tests using the Advanced European Mobile Deformable Barrier (AE-MDB) and the WorldSID mid-sized male dummy**

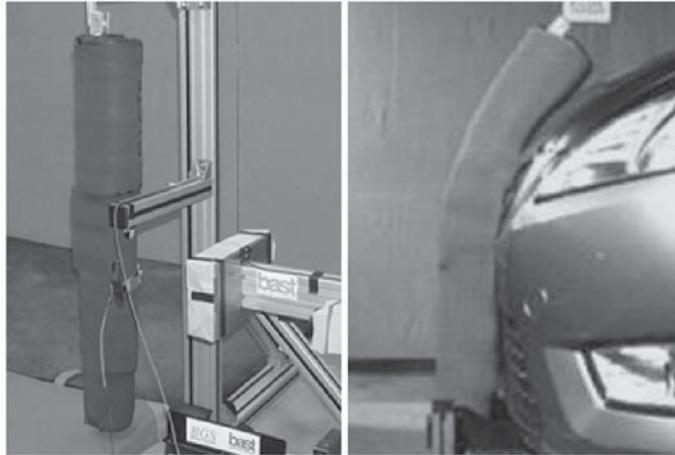
## 2.2. Child Occupant Protection

In 2013, Euro NCAP introduced a child seat installation check and changed from P- to the more advanced Q-series of anthropomorphic test dummies for the assessment of the protection offered by car and child restraint in front and side crash.

The installation check promotes better compatibility between vehicles and the most popular types of child restraints on the European market, an area which is often a cause of problems in the real world (Van Ratingen, 2011). Further updates are scheduled in the coming year, most importantly the use of taller child dummies – 6 and 10 year old – for the dynamic tests to cover the transitional size group between those children in integral child seats and adults. Finally, Euro NCAP will provide incentives for vehicle makers to design their vehicles to be compatible with child restraints approved to the new UN Regulation 129 (the so-called “i-Size” seats).

## 2.3. Pedestrian Protection

Step-wise updates to the subsystem tests (adult and child headform, lower leg and upper legform) have been introduced since 2010. Firstly, the head form impactors were harmonised with those specified in the GTR9 and European Regulation 78/2009. Longstanding industry criticism about subjective impact location selection was addressed by implementing a grid approach, first for bonnet and subsequently for bumper and bonnet leading edge testing. At the same time, the scope of the protocol was extended by incorporating the verification of deployable protection devices, such as pop-up bonnets. Finally, in 2014 the lower leg test device was updated to the Flex PLI impactor (Yoon et al., 2011) with new criteria and limits (Figure 2) and in 2015 a revised upper legform test was implemented.



**Figure 2: The Flex-PLI is used to assess pedestrian knee and tibia injury risk.**

## 2.4. Safety Assist

The assessment area of Safety Assist was introduced to the overall rating to reflect the increasing importance of rapidly emerging crash avoidance and driver assistance technology. While only a few safety assist technologies were included initially (Seat belt reminders, Speed Limitation Devices and Electronic Stability Control on a fitment basis), it is clear that considerable safety benefits can be realised by rewarding wider fitment of robust crash avoidance and driver assistant systems.

Following the start of the ESC track testing in the rating scheme in 2011, the assessment of Speed Limitation devices was broadened in 2013 to include intelligent Speed Assistance Systems which employ digital mapping and/or speed sign recognition (Schram et al., 2013).



**Figure 3: Euro NCAP started to assess AEB systems in 2014 using specially designed “impactable” vehicle target and test equipment**

In 2014, lane support systems were added to the assessment as well as Autonomous Emergency Braking (AEB) systems (including forward collision warning) which help to avoid or mitigate rear-end crashes both

at high and low speeds (Schram et al., 2013). This will be followed in 2016 with the inclusion of Pedestrian Detection technology (as part of the Pedestrian Protection assessment).

### 3. Rewarding Innovation: Euro NCAP Advanced

Since 2010, Euro NCAP has been rewarding vehicle manufacturers that make available new technologies which have a scientifically proven safety benefit for consumers and society but are not yet considered in the rating scheme (Van Ratingen et al., 2011). Many of these technologies focus on avoiding crashes by informing, advising, alerting or supporting drivers in dangerous situations. Recognizing these advances under Euro NCAP Advanced provides an incentive to manufacturers to accelerate the availability of new safety equipment across their model ranges, helps vehicle buyers factor these features into their purchasing decisions.



**Figure 4: The “Beyond NCAP” methodology requires that the vehicle manufacturer presents a detailed step-by-step analysis of the innovation’s potential safety impact, based on accident data and test results**

The Euro NCAP Advanced assessment process, or “Beyond NCAP” shown in Figure 4, is putting high emphasis on the potential casualty reduction of new safety innovations. Hence the reward system also serves as method by which Euro NCAP identifies key important technologies, learns about how these operate and what their limitations are. This paves the way for inclusion of these technologies in the rating scheme.

### 4. The Future of Safety: Driverless Cars

The idea of automated and self-driving cars has been widely aired in technical discussions and in media coverage recently. The rapid development of electronic safety systems has made the concept possible and prototype systems are able to “drive” in controlled situations. The established vehicle industry is active in this field but new players such as Google have also shown prototypes. There is no doubt that greater



automation will lead to a revolution in safety, putting it above all other requirements and characteristics of a car. Not only will the self-driving car have the technology to sense, avoid and mitigate in potential crash scenarios, it will also drive in a safer manner. Besides that, used in a manual way, the vehicle will always carry the safety elements and technologies to intervene when necessary. Euro NCAP plans to engage in the roll out of vehicle automation as a way to dramatically improve vehicle safety and safe driving. It will continue to promote best safety practice when vehicles start to have elements fitted which support automated driving and to ensure that the vehicle manufacturer remains responsible for safe operation of the system.

#### **4.1. Market Challenges**

New cars today are much safer than they were a decade ago thanks to improved crash test standards, crumple zones, seatbelts and airbags which help protect occupants in a crash. While most occupant safety measures can be considered mature, more could and should be done to improve their robustness for the general diversity of vehicle occupants and crash scenarios.

Crash avoidance systems can help prevent accidents from happening in the first place. They should be effectively deployed to address the above key accident scenarios, including those that involve other road users and commercial vehicles. Today, the uptake of crash avoidance technology still poses a particular challenge: a large variety of systems is available but only a few are offered as standard. The uptake of optional systems is still low and depends greatly on market incentives. In the coming years, the need for more on-board technologies to support (partial) automated driving will probably make crash avoidance systems cheaper and more cost-effective across the European car fleet.

Besides the price, acceptance and volume of advanced technologies are driven largely by how well consumers understand these features and value them. For this, the vehicle rating must reflect the true contribution of passive and active safety measures to the overall safety performance. The lack of traceability of (the performance of) systems in the market, the complex role of driver behaviour and inconsistency in the Information, Warning and Intervention strategies applied across industry, all further complicate the important task of identifying the true potential of avoidance technology.

#### **4.2. Strategic Plan**

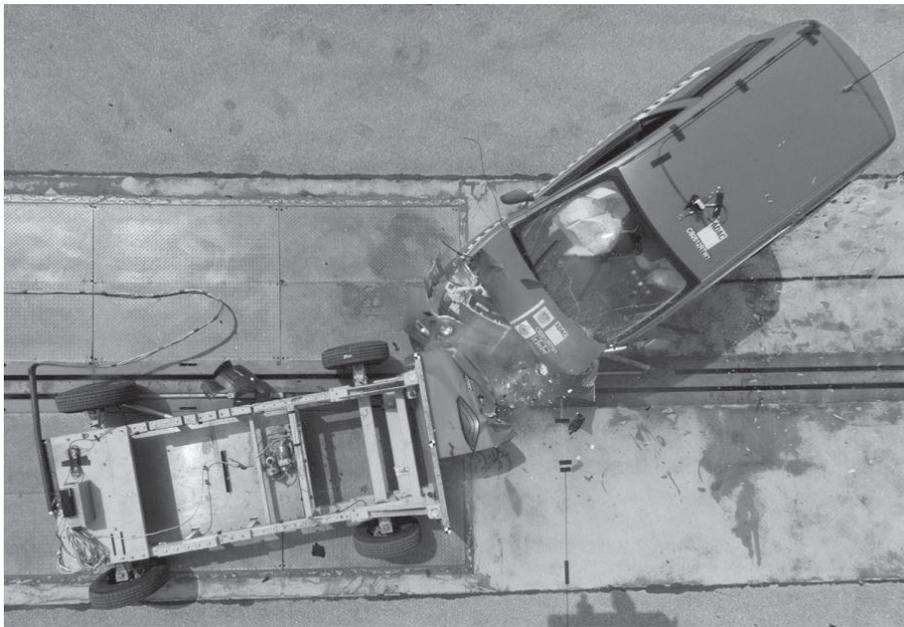
Euro NCAP's recently released 2020 strategic plan (Euro NCAP, 2015) presents the way in which Euro NCAP intends to address these challenges. Europe still has a long way to go to reach its target of reducing the number of road casualties. To prevent it falling behind, Euro NCAP has already taken a firm step in the direction of promoting critical crash avoiding systems. The expectation, however, is that the safety rating will need to progress much further in the years to come to take account of new systems and more advanced generations of current crash avoidance technology. The push towards self-driving cars will naturally form the overarching theme. Occupant protection remains an important area and a pre-condition for consumer confidence in highly automated cars.



For the following years, the following priorities have been set in the development of the safety rating in order to guide the evolution in vehicle safety technology and to be able to provide the best possible advice to consumers:

#### ***4.2.1. Occupant Protection in Front and Side Crashes***

Front and side crashes continue to dominate the number of road traffic fatalities and serious injuries. In frontal crashes, the focus will be on improved interaction between vehicles involved in a crash. Improved restraint system robustness for a diverse driver and occupant population means more attention to the elderly and the young of all sizes. Injuries sustained in far side crashes, mostly to head and thorax, can be mitigated by deployment of advanced restraint systems.



**Figure 5: A mobile solution to offset front impact protection, as researched by ADAC and others, is proposed to improve structural engagement for a broad range of vehicles**

#### ***4.2.2. Autonomous Braking for Cars and VRU***

The present Euro NCAP specifications for AEB systems are focused on low speed and urban-type car crash scenarios. Advancements in technology coupled with a drop in price means that sensors will increasingly be deployed in mass-market vehicles over the coming years. At the same time, advanced algorithms and higher processing capabilities are expected to bring better system performance and enhanced capabilities.

The next generation AEB systems will be able to address more complex accident scenarios where intervention is currently not possible, such as turning into oncoming traffic or crossing a junction. HMI and the driver warning strategy will require higher levels of standardisation within industry and warrants objective and cross-functional verification.

With the growing urbanization and the environmental concerns it is expected that the number of two-wheelers, with or without power, will increase. Several stakeholders call for increased attention to vulner-



able road users, pedestrians and (motor) cyclists, in terms of vehicle design measures and especially crash avoidance technologies.



**Figure 6: Testing advanced AEB systems in more complex traffic scenarios requires further advances in testing technology, such as 3D vehicle and cyclist targets**

#### ***4.2.3. Lateral Assist Systems***

The increasing adoption of lane support systems is an essential part of the drive towards autonomous vehicles. Many current lane departure warning, lane-keeping assist and blind spot support systems, designed to help keep the car on the road and prevent accidents, don't seem to deliver on their promise due to poor levels of consumer acceptance. More intuitive, intelligent and integrated systems are expected to emerge in the coming years that will be able to avoid unintended road departures, critical lane change manoeuvres as well as (narrow off-set) head-on collisions.

#### ***4.2.4. Speed & Impaired Driving***

More than ninety percent of road accidents are caused by human mistakes. In general two kinds of mistakes can be observed: violations, of which speeding and driving under the influence of alcohol or drugs are most common; and human errors, in which the driver state – inattentiveness, fatigue, distraction – and inexperience play an important role. Already, driver advisory systems such as Speed Assistance systems and Attention Assist target the human element in crashes by alerting the driver in critical situations and, ultimately, by supporting the driver to improve his behaviour. In addition, adapting intervention criteria to individual drivers and driver state may provide a significant potential for earlier interventions in the future.

Semi-automated vehicles will become more widely available, in particular those that offer Level 1 (Combined function automation) and Level 2 (Limited self-driving) functionality according to NHTSA's proposed Levels of Automation<sup>2</sup>.

### **4.3. International Cooperation**

Recognising the increased globalisation of the automotive industry, Euro NCAP is committed to building a strong international partnership between NCAPs world-wide by strengthening bi-lateral cooperation with

<sup>2</sup> Informal document WP.29-161-18, 161st WP.29 session, 12-15 November 2013, agenda item 18.6.

regional stakeholders and through its participation in Global NCAP in the UN Decade of Action (WHO, 2010). It will support initiatives to harmonise, where feasible and appropriate, test tools and/or procedures, particularly in the area of crash avoidance, provide assistance to emerging NCAPs and give credit to global manufacturers that produce safe vehicles around the world.

## 5. Conclusions

Over the last 18 years the European New Car Assessment Programme has provided motoring consumers with an objective and independent assessment of the safety performance of new vehicles on the European market. Vehicle safety has developed significantly over the years, which has meant that Euro NCAP's tests continued to evolve to take into account of the newest, essential safety technology as it appeared on the market. This is particularly true to recent years in which avoidance technology and driver assistance systems are rapidly moving centre stage. In the years ahead, the roll out of vehicle automation is expected to accelerate development and availability of advanced sensors and driver-centred functions in the vehicle even more, each of which will need to have reliable and robust performance to deliver the safety benefits. Euro NCAP's 2020 strategic plan has identified what priorities should be addressed for the rating to remain relevant to consumers in the coming future.

## References

- Van Ratingen, M (2008) The Changing Outlook of Euro NCAP. In: Proceedings of the Airbag 2008 – 9th International Symposium & Exhibition on Sophisticated Car Occupant Safety Systems, Karlsruhe.
- Euro NCAP (2009) 2010-2015 Strategic Roadmap, <http://www.euroncap.com/en/for-engineers/technical-papers>. Download 2015-04-22.
- Ellway J, van Ratingen M, Versmissen T, van Montfort S, Langner T, Dobberstein J, Goutas P, Gay P, Malak A, Denker C, Hallack J, Odanaka K, Ogihara T (2013) The Advanced European Mobile Deformable Barrier Specification for Use In Euro NCAP Side Impact Testing. In: Proceedings of the 23rd ESV Conference, Seoul.
- International Organisation for Standardization (2005) ISO 15830-2; Road Vehicles – Design and performance specifications for the WorldSID 50<sup>th</sup> percentile male side-impact dummy", Geneva.
- Van Ratingen, M (2011) An Introduction to Euro NCAP's New COP Protocol. In: Proceedings of the 9th International Conference Protection of Children in Cars, Munich.
- Yoon YW, Kim GH, Lim JM, Park, GJ (2011) Evaluation of Usefulness and Repeatability For Pedestrian Protection Flex-PLI. In: Proceedings of the 22nd ESV Conference, Washington DC.
- Schram R, Williams A, van Ratingen M, Strandroth J, Lie A, Paine M (2013) New NCAP Test and Assessment Protocols for Speed Assistance Systems, a First in Many Ways. In: Proceedings of the 23rd ESV Conference, Seoul.
- Schram R, Williams A, van Ratingen M (2013), Implementation of Autonomous Emergency Braking (AEB), The Next Step in Euro NCAP's Safety Assessment. In: Proceedings of the 23rd ESV Conference, Seoul.
- van Ratingen, M, Williams A., Castaing P, Lie A, Frost B, Sandner V, Sferco R, Segers E, Weimer C. (2011) Beyond NCAP: Promoting New Advancements In Safety. In: Proceedings of the 22nd ESV Conference, Washington DC.



---

Euro NCAP (2015) 2020 Roadmap – Revision 1, <http://www.euroncap.com/en/for-engineers/technical-papers>.  
Download 2015-04-22.

WHO (2010) Global Plan for the Decade of Action for Road Safety.

## **In-Depth-Unfallforschung und deren Möglichkeiten der Nutzung von Daten – Ein historischer und prospektiver Überblick**

Prof. Dietmar Otte

Leiter der Verkehrsunfallforschung, Medizinische Hochschule Hannover

### **Abstract**

Die amtliche Unfallstatistik kann nur in begrenztem Umfang Informationen zu Unfallentstehung und Unfallablauf sowie den Verletzungsmechanismen von Verkehrsunfällen bereitstellen. Verbleibende Informationslücken lassen sich schließen durch spezielle Erhebungsteams, die Verkehrsunfälle unabhängig von der polizeilichen Zielsetzung nach rein wissenschaftlichen Aspekten dokumentieren. Aus diesem Grund finanzieren Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wirtschaft und Bundesanstalt für Straßenwesen in Deutschland seit über 40 Jahren ein Forschungsprojekt zur Unfalldatenerhebung an der Medizinischen Hochschule Hannover. Seit 1999 wird dies gemeinsam mit der Forschungsvereinigung für Automobiltechnik (FAT) durchgeführt, die ein weiteres Erhebungsteam an der Technischen Universität Dresden unterhält.

Die Unfalldaten von jährlich etwa 2000 Verkehrsunfällen mit Personenschaden gehen in eine gemeinsame Datenbank ein, die den Namen GIDAS German In-Depth-Data-Analysis-Study trägt, aus der sich umfassende Informationen zu den breit gefächerten Forschungsfeldern „Passive und aktive Fahrzeugsicherheit“, „Verkehrs- und Rettungsmedizin“ und „Straßenbezogene Sicherheitsfragen“ gewinnen lassen. Für den Gesetzgeber besteht durch diese Art der Verkehrsunfallforschung die Möglichkeit, das Unfallgeschehen genauestens zu beobachten und negative Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. In der Zukunft werden Unfallvermeidungsstrategien und Unfallursachenprophylaxe im Vordergrund der prospektiven Unfallforschung stehen. Sie werden auch in Zukunft für die weitere Verbesserung der Verkehrssicherheit einen bedeutenden Beitrag leisten, sie sind unverzichtbarer Bestandteil einer zielorientierten Sicherheitsarbeit.

### **1. Wissenschaftliche Erhebungen am Unfallort seit über 40 Jahren an der Medizinischen Hochschule Hannover**

Die Erhebungen am Unfallort Hannover wurden im Jahr 1973 begonnen und zählen mittlerweile mit zu den bekanntesten und führenden Teams weltweit, sie sind heute in ein Netzwerk international arbeitender Teams integriert.

Die moderne Unfallforschung ist historisch eng verwoben mit der Untersuchung militärischer Flugunfälle. 1953 wurde in den USA an der Cornell University eine „Automobile Crash Injury Research Group (ACIR)“ gebildet, die aus der Flugunfallerfahrung des Hugh de Haven resultierte und in welcher man die Notwendigkeit einer Steigerung der Sicherheit für den Automobilbereich erkannte. Ohne den heutigen hohen



Sicherheitsstandard, ohne Automatikssicherheitsgurte und Airbags war die Zunahme an Fahrzeugen verbunden mit einer Zunahme an Unfällen und Verletzten. Man erkannte schnell, dass die dringende Anforderung darin bestand, die den Gesetzen der Physik folgende Weiterbewegung der Insassen durch eine Art Rückhaltesystem zu verhindern. Ähnliche Überlegungen wurden in der Flugtechnik geführt. Das Institut ACIR untersuchte von 1938 bis 1941 militärische Flugunfälle, de Haven wurde 1942 Direktor des neu implementierten Crash Injury Research (CIR) Centers und der Cornell University in den USA. 1953 wurde dieses in 2 Bereiche Flug (AvCIR) und Automobile Research (ACIR) aufgeteilt. Erste Untersuchungen am Unfallort wurden durch den Physiker William Haddon in den 50er Jahren vorgenommen, der 1966 Direktor der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) wurde und sodann an der Pilot Study on Road Safety for the Committee on the Challenges of Modern Society NATO mitwirkte (Volpe). In Europa begannen derartige Sicherheitsstudien erst in den späten 50er Jahren. So berichtet Aldman über die Entwicklung des Sicherheitsgurtes auf der Basis einer Auswertung realer Unfälle in Schweden aus dem Jahre 1957 (Aldman, 1973). Etwa zur gleichen Zeit wurden in England das „Transport and Road Research Laboratory“ (TRRL; heute TRL) und in Frankreich die „L’Organisme National de Sécurité Routière“ (ONSER, heute Inrets) als staatliche Forschungsstellen gegründet. In Deutschland begannen die Fahrzeughersteller ab 1967 mit Untersuchungen am Unfallort. Dabei standen die Unfälle mit Fahrzeugen eigener Fabrikation im Vordergrund des Interesses (Opel 1967, Daimler-Benz 1969, Ford 1970, VW 1971). Auch Universitäten wurden in dieser Zeit aktiv: Wissenschaftler gingen direkt an die Unfallstelle (u.a. University Birmingham: Mackay, Ashton und Chalmers University Sweden: Aldman sowie University Odense Denmark: Nordentoft), um insbesondere biomechanischen Fragen nachzugehen.

Das heutige GIDAS-Projekt wurde Anfang der 70er Jahre durch die Bundesanstalt für Straßenwesen ins Leben gerufen. Vor dem Hintergrund einer ständig wachsenden Zahl von Straßenverkehrsunfällen, mit der auch für Deutschland sehr hohen Anzahl von etwa 20.000 Verletzten, gab der NATO-Ausschuss für Umweltfragen eine Pilot-Studie zur Unfallanalyse in Auftrag. Im Rahmen dieser Studie wurden in hoch motorisierten NATO-Ländern Unfälle vor Ort von interdisziplinären Teams aufgenommen und analysiert. Wichtigstes Ergebnis der Studie war ein detaillierter Katalog von Anforderungen an eine moderne Unfallerhebung. Der „NATO Collision Analysis Report (Form)“ (Volpe, 1971) beinhaltet wesentliche Parameter zur Erfassung von Fahrzeugdeformationen und eine Zusammenstellung der aus Verkehrsunfällen resultierenden Verletzungen. Dieser Katalog bildete die Grundlage für alle nachfolgenden Unfallerhebungen vor Ort. Er kam unter Mitwirkung von Medizinern, Kraftfahrzeugingenieuren und Polizeibehörden zustande. An der Studie beteiligt waren u.a. Großbritannien, Frankreich, die Niederlande und die Bundesrepublik Deutschland. Nach 2 Jahren Erhebungszeitraum brachte die Bundesrepublik 100 Fälle in das Gemeinschaftsprojekt ein. Erhoben wurden diese Unfälle im Raum Heidelberg durch ein Team um Herrn Professor Gögler, Universität Heidelberg. Nach Abschluss des internationalen Projektes wurden Unfallerhebungen auf nationaler Ebene fortgeführt. Ein weiteres Erhebungsteam wurde an der Medizinischen Hochschule Hannover (Professor Tscherne) eingerichtet, der dieses gemeinsam mit der Technischen Universität Berlin (Professor Appel) durchführte und damit den interdisziplinären Charakter aus Medizin und Technik verwirklichte. Fahrzeuge mit Blaulicht und Einsatzhorn wurden mit Wissenschaftlern zu Verkehrsunfällen herausgeschickt (Wandrer, 1974 und Stürtz, 1975). Beide zu dieser Zeit aktiven Forschungszentren in Heidelberg und Hannover

waren bereits zuvor durch die wissenschaftlichen Studien zu Unfalldokumentationen einzelner Fälle bekannt geworden (Heidelberg: Gögler, Hannover: Schmitt-Neuenburg). Aufgabe der Teams war es zunächst zu prüfen, inwieweit eine Erhebung am Unfallort in Deutschland überhaupt möglich und zielführend sei. Die beiden Zentren entwickelten auf der Basis der NATO-Unterlagen einen gemeinsamen Erhebungskatalog und erfassten innerhalb von 2 Jahren 386 Unfälle. Dabei testeten sie die prinzipiell auch heute eingesetzte Methodik, mittels spezieller Fahrzeuge mit Blaulicht die Unfallstelle sobald wie möglich zu erreichen und die Dokumentation unabhängig und parallel zur Polizei am Unfallort zu beginnen. Ein drittes Team wurde in Berlin 1974/75 eingerichtet (Appel, 1975). Die Teams Heidelberg und Berlin wurden später, aufgrund von Schwierigkeiten bei der Umsetzung einer einheitlichen Methodik nicht weitergeführt, während Hannover sich weiter entwickeln und etablieren konnte. Dabei wurde besonders auf die Auswertung der detaillierten Daten Wert gelegt, u.a. spezielle Themen wie den Zweiradunfall besonders behandelt (Otte, 1987) und sogar Entwicklung neuer Sicherheitssysteme initiiert, u.a. Die Schutzprotektoren für Motorradschutzkleidung (Otte/Middelhaue, 1987; Otte, 1998; Otte, 2002).

Im Jahre 1983 wurde eine Projektgruppe mit der Aufgabe errichtet, die Zielsetzung und Arbeitsmethodik festzulegen, um langfristig repräsentative Ergebnisse aus Unfallereignissen vorzulegen. Die Arbeit der Projektgruppe (Brinkmann et al, 1983) gelangte zu dem Ergebnis, dass die bisherigen Erhebungen vielfältig genutzt und eine langfristige weitere Dokumentation von realen Unfallereignissen unverzichtbar ist und im öffentlichen Auftrage fortgeführt werden sollte, allerdings in modifizierter Form zur Erzielung größtmöglicher Repräsentativität. Zwei Denkmodelle wurden diskutiert. Das eine dieser Modelle stellte den Wunsch nach einer Erhebung dar, welche die Repräsentativität für das Unfallgeschehen in der gesamten Bundesrepublik Deutschland gewährleisten sollte, das andere als Minimallösung in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Finanzmittel bezeichnete Modell, sollte weitestgehend ortsunabhängige Zusammenhänge des Unfallgeschehens liefern und eine Möglichkeit einer statistischen Abschätzung auf das Gesamtgeschehen ermöglichen. Zugunsten höherer Fallzahlen wurde eine Ausweitung des bis dahin bestehenden Erhebungsgebietes in Betracht gezogen und die Implementierung eines statistischen Stichprobenverfahrens für das bestehende Erhebungsgebiet Hannover veranlasst. Es wurde ein statistisches Stichprobenverfahren für die Erhebungen am Unfallort Hannover entworfen und dabei eine definierte Methodik zur Gewichtung der gewonnenen Stichprobe erarbeitet (Hautzinger, 1990). Damit sollte gewährleistet werden, dass die dokumentierte Stichprobe an Unfällen auch einem repräsentativen Abbild aller Unfälle mit Personenschaden für das Erhebungsgebiet einerseits und andererseits eine Möglichkeit bietet das bundesweite Unfallgeschehen für Detailfragen wiederzugeben.

### **1.1. Struktureller Aufbau einer praxisorientierten Unfallerehebung**

Betrachtet man die heutigen Erhebungen am Unfallort als langjährig gewachsene Institution, die Verkehrsunfälle fortlaufend dokumentiert und eine Datenbank mit sehr detaillierten Informationen zu Mensch-Maschine-Umwelt strukturiert erfasst, so liefert wohl eine historische Betrachtung der weltweiten Entwicklung von Erhebungsteams anschaulich eine Möglichkeit diese Erhebung in das Netz von vielen anderen einbinden zu können. Hierzu wird zunächst die Arbeitsmethodik der Erhebungen in GIDAS dargestellt.



## **1.2. Wirkprinzip von In-Depth-Erhebungen Hannover und Dresden – GIDAS**

In den Jahren 1973 bis 1984 wurden Unfälle nicht nach statistischem Stichprobenplan aufgenommen, sondern ausschließlich auf der Basis einer Benachrichtigung durch die Polizei. Da jedoch die Polizeibeamten die Kriterien für einen geeigneten Unfall sehr weit und individual festlegten, hatte dies meist die Dokumentation schwerer Unfälle zur Folge. 1984 entschied eine Projektgruppe über die langfristige Zielsetzung und Einbindung der Erhebungen am Unfallort auf der Basis eines definierten Erhebungsgebietes im Großraum Hannover, um repräsentative Ergebnisse zu gewinnen. So wurde von 1985 an eine jährliche Fallzahl von 1.000 Verkehrsunfällen angestrebt, die als Grundgesamtheit die Basis zukünftiger Auswertungen bildete. Zur Auswahl der Verkehrsunfälle diente ein statistischer Stichprobenplan, wonach umfangreiche Informationen zu diversen Bereichen der Vorunfall-, Kollisions- und Nachunfallphase in einer Datenbank zusammengeführt wurden.

### **1.2.1. Aufnahmekriterien:**

- Verkehrsunfälle mit verletzten Personen (leicht, schwer, getötet)
- Anwendung eines Stichprobenverfahrens mit Kriterium des zeitlich zuletzt gemeldeten Unfalles und Einsatz mittels Schichtzeiten-Plan kontinuierlich über Tag, Wochen, Monate mit dem Ziel 1000 Unfälle jährlich aufzunehmen.

### **1.2.2. Wichtung der Daten**

Durch Vergleich der wichtigsten Merkmale der dokumentierten Unfälle und der polizeilich im Erhebungsgebiet erfassten Unfälle ergeben sich Wichtungsfaktoren, die besonders für die Verletzungsschweregrade, Innerorts- und Außerortsunfälle sowie die Tageszeit des Unfalles am Ende eines Dokumentationsjahres neu festgelegt werden. Hierzu dienen die Daten der Statistischen Landesämter.

### **1.2.3. Erhebungsgebiet**

Das Erhebungsgebiet umfasst das Stadtgebiet und den Landkreis Hannover. In diesem Gebiet leben ca. 1,2 Millionen Menschen. Die Flächenausdehnung beträgt ca. 2.289 km<sup>2</sup>, wovon etwa 10% als städtisches Gebiet ausgewiesen sind.



#### **1.2.4. Stichprobenplan und Arbeitsweise**

Die Verkehrsunfälle mit Personenschaden werden von den in beiden Erhebungsgebieten tätigen Einsatzzentralen der Polizei, Rettungsdiensten und Feuerwehr dem Forscherteam fortlaufend gemeldet, aus denen dann das Forscherteam nach einem festgelegten Zufallsverfahren Unfälle auswählt und diese nach einem umfassenden Erhebungskatalog dokumentiert. Um Verzerrungen in der Datenstruktur zu vermeiden, werden die Daten in einem Vergleich mit der amtlich erfassten Unfallstruktur für das jeweilige Erhebungsgebiet jährlich gewichtet. Damit können die durch das Forscherteam erfassten Unfallkollektive als repräsentativ für die Erhebungsgebiete gelten.

In jeder Schicht steht ein Aufnahmeteam bereit, das sich aus zwei Technikern, einem Mediziner und einem Koordinator zusammensetzt. Einsatzfahrzeuge sind mit Blaulicht, Sondersignalen und Funk ausgestattet. Unter Anwendung physikalischer Gesetzmäßigkeiten der Stoßmechanik werden die Kollisionsgeschwindigkeiten bestimmt und bewährte Rekonstruktionssoftware, wie u.a. PC-Crash genutzt, um den Bewegungsablauf transparent zu dokumentieren. Wichtig für die Unfallanalyse ist eine maßstabsgetreue Zeichnung der Unfallstelle, der Unfallspuren und der Endstellung der Fahrzeuge. Hierzu dient u.a. eine 3-D-Laser-Vermessung der Unfallstelle und der Fahrzeuge (Otte, 2005). Mittels Computer unterstützter Kollisionsanalytik können damit die Fahr- und Kollisionsgeschwindigkeiten berechnet und für die Korrelation mit der resultierenden Verletzungsschwere wesentliche Unfallparameter errechnet werden.

Insgesamt werden so ca. 500 bis 3.000 Informationen pro Unfall gesammelt. Darin enthalten sind auch personenbezogene Daten, die unter Beachtung der Bestimmungen des Datenschutzes verarbeitet werden. Auch die Richtlinien der ärztlichen Schweigepflicht und der Persönlichkeitsrechte sind gewährleistet. Alle Informationen werden in anonymisierter Form in einer Datenbank SIR (Scientific Information Retrieval) für Hannover und UNIDATO (Dresden) gespeichert und stehen für Auswertungen zur Verfügung. Aussagen für die bundesweite Situation sind nur für solche Unfallmerkmale möglich, die relativ unabhängig von regionalen Einflüssen sind. Da Kollisionsabläufe in der Regel von technischen Randbedingungen abhängig sind und Verletzungsfolgen von diesen geprägt werden, können die Erhebungen für die meisten Aspekte der



passiven Sicherheit als repräsentativ genutzt werden. Zwischenzeitlich hat sich im Zuge der Europäisierung und Globalisierung die Bedeutung von In-Depth Erhebungen auch im internationalen Bereich durchgesetzt und viele Länder unterhalten ähnliche Teams.

### **1.2.5. Nutzung der Daten**

Die erhobenen Daten werden in einer Datenbank gespeichert und mit den Daten aus dem im Raum Dresden tätigen zweiten Team zusammengeführt und als GIDAS (Kurzbezeichnung für German In-Depth Accident Study) den Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt und in verschiedener Hinsicht ausgewertet (Otte, 2003). Die Daten sind käuflich auch von Dritten zu erwerben, deren Entscheidung innerhalb eines Lenkungsgremiums aus den beteiligten Institutionen getroffen wird. Gesetzgeber und Fahrzeugindustrie nutzen diese Daten für Ihre Belange zur Findung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr und von Fahrzeugen.

## **2. Erhebungen der Fahrzeughersteller zur Optimierung der Fahrzeugsicherheit**

### **2.1. AUDI**

Die AARU (Audi Accident Research Unit) ist eine interdisziplinäre Forschungsgemeinschaft zwischen der AUDI AG und dem Klinikum der Universität Regensburg. Unterstützt wird die AARU durch das Bayerische Staatsministerium des Innern, dabei informiert die Bayerische Polizei das Forscherteam.

#### **2.1.1. Erhebungsgebiet**

Das Datenerhebungsgebiet erstreckt sich vorrangig über ganz Bayern.



### **2.1.2. Kriterien der Unfallaufnahme**

- 24 Stunden Rufbereitschaft

Die definierten Kriterien, nach denen die Polizeiinspektionen Unfallereignisse melden, sind:

- Beteiligung von einem Audi Modell (Fahrzeugalter bis 2 Jahre)
- starke Fahrzeugdeformation
- eine erfolgte Airbagauslösung oder massive Fahrzeugschäden oder mindestens ein Verkehrsteilnehmer ist verletzt (auch Fußgänger oder Zweiradfahrer).

Nach den genannten Kriterien werden Unfälle aus dem Raum Bayern, vereinzelt auch aus anderen Ländern, sofern Kenntnisse über einen interessanten Fall existieren. Quantitatives Ziel ist es, 120 Unfallereignisse/Jahr zu erfassen und zu analysieren.

Die Forschungsergebnisse fließen direkt in die Entwicklung neuer Fahrzeuge der AUDI AG ein. Durch die Weiterentwicklung bestehender Systeme für aktive und passive Sicherheit sowie dem Einsatz neuer Techniken, verbessert Audi dauerhaft die Sicherheit ihrer Fahrzeuge im Straßenverkehr.

Das Einverständnis bei Unfallbeteiligten für die Datenerhebung auch das Einverständnis zur Untersuchung des unfallbeteiligten Fahrzeugs und ausführliche Interviews erfolgen nach Kontaktaufnahme. Mitarbeiter von Krankenhäusern, Kliniken und Rettungsdiensten werden zur Mitarbeit gebeten, um bei der Kontaktaufnahme zu den Patienten zu helfen. Mitarbeiter in Werkstätten und Abschleppunternehmen werden ebenfalls gebeten die Dokumentation des Teams zu unterstützen.

Es wird versichert, dass alle Angaben und Daten streng vertraulich behandelt werden. Eine zeitnahe Anonymisierung aller personenbezogenen Daten stellt sicher, dass ein Rückschluss auf alle beteiligten Personen nach der Unfallanalyse ausgeschlossen ist. Die AARU unterliegt den Bestimmungen des Bayerischen Datenschutzgesetzes (BayDSG). Alle Mitarbeiter sind zur besonderen Verschwiegenheit verpflichtet. Die erhobenen Daten werden ausschließlich zum Zwecke der Forschung erhoben.

## **2.2. Volkswagen**

Im Rahmen der zentralen Forschung betreibt der VW vom Standort Wolfsburg ausgehend auch internationaler Unfallforschung am Unfallort. Bereits 1971 war VW mit einem Team am Unfallort im Raum Hannover tätig, das später durch die BAST weitergeführt wurde (Schmitt-Neuerburg). Die Unfalldatenanalyse von VW stützte sich in den Jahren ab 1980 im Schwerpunkt auf die Daten der Medizinischen Hochschule in Hannover, später sodann auf GIDAS. Mit Hilfe der Daten der MHH können Fragen nach der Relevanz bestimmter Unfallkonstellationen statistisch präzise beantwortet werden. Vorteil der Daten der MHH ist die hohe Anzahl von erfassten Unfallereignissen (seit 1973 > 20000 Unfallereignisse). Ein Nachteil ist, dass die Daten frühestens nach sechs Monaten zur Verfügung stehen. Des Weiteren wurden und werden eigenständige Unfallaufnahmen durch VW durchgeführt. Eine frühzeitige Analyse von Unfällen mit neuen Fahrzeugmodellen ist daher auf Basis der GIDAS Daten nicht ausreichend möglich. Um frühzeitiger – insbesondere neue Modelle der Marken – im Hinblick auf ihr Verhalten im Realunfall analysieren zu können, wurden 1998 sowohl für die Marke VW als auch für die Marke Audi dezentrale Unfallforschungsteams einge-



richtet. Unfallereignisse mit Beteiligung junger (ca. 2 Jahre) Fahrzeuge der Marken zeitnah und eigenständig zu erfassen und zu analysieren ist die zentrale Aufgabe. Aus Gründen der Vergleichbarkeit basiert die Datenerhebung auf die Datenbankstruktur der MHH. Ergänzend werden im VW Konzern fahrzeugspezifische Daten erfasst. Das eigene VW-Team rückt bei Unfällen aus, die durch die Polizei des Landes Niedersachsen an eine vorgegebene Zentralrufnummer gemeldet werden.

### 2.2.1. Einsatzkriterien

- ein aktuelles Volkswagen-Fahrzeug beteiligt
- Personen schwer verletzt oder getötet (auch Fußgänger oder Zweiradfahrer)

Das Team (kann auch nur eine Person sein) dokumentiert retrospektiv das Konzernfahrzeug und soweit möglich werden Daten der beteiligten Fahrzeuge erfasst und Informationen durch die Polizei soweit möglich abgefragt. Die Richtlinien des Datenschutzes sind einzuhalten (NdsDSG). Es besteht 24 Stunden Rufbereitschaft.

### 2.2.2. Erhebungsgebiet

Land Niedersachsen



Ein wichtiges Element der Unfallforschung im Konzern Volkswagen sind die Erhebungen am Unfallort durch Erfassung von Verkehrsunfällen in der Region „Niedersachsen“ vom Standort Wolfsburg aus. Die Unfallerhebung begann im Regierungsbezirk Braunschweig und wurde später auf ganz Niedersachsen ausgeweitet. Unfalldaten werden meist retrospektiv in einem zeitlichen Abstand von Stunden bis wenigen Tagen nach dem Ereignis direkt vor Ort erhoben werden. Jeder Unfall wird zudem auch in seiner Entstehungsgeschichte technisch und medizinisch untersucht. Um Aussagen zur Risikowahrnehmung und zur Konzentration der Fahrer am Steuer zu generieren, werden subjektive Erinnerungen in psychologischen Interviews ermittelt. Der Basiskatalog ist eng an GIDAS orientiert.



### 2.2.3. Nutzung der Daten

Die interdisziplinär gewonnenen Erkenntnisse aus der Pre-Crash-Phase fließen direkt auch in die Entwicklung von Assistenzsystemen ein. Denn erst wenn das typische Verhalten des Autofahrers in kritischen Situationen bekannt ist, können technische Systeme zur Nachtsicht oder zur Abstands- und Spurassistentz adäquat ausgelegt werden. Kollisionsvorgänge und Geschwindigkeiten werden im Rahmen einer Rekonstruktion ermittelt. Die Erfassung neuer Modelle im Unfallgeschehen liefern VW wichtige Informationen um die Entwicklungszeit für neue Modelle zu beschleunigen.

Mittlerweile hat VW weltweit weitere Teams in analoger Weise etabliert bzw. befinden sich im Aufbau an Standorten Ihrer Konzernfahrzeugzentren, u.a. Spanien, China, Tschechoslowakei, Brasilien. Eine Übersicht zur weltweiten Marktpräsenz verdeutlicht dies.

Škoda und Seat betreiben fachlich unterstützt vom VW-Konzern Wolfsburg, eine eigene Unfallforschung am Standort Mlada Boleslav bzw. Barcelona. Die Forscher arbeiten dabei ebenso wie in Deutschland eng mit Polizei sowie den Ministerien zusammen.



### 2.3. BMW

In 1987 gegründet erhebt ein Team im Raum Bayern (seit 2006 in USA und seit 2012 in China) Unfälle mit Beteiligung von mindestens einem BMW Group Fahrzeug (aktuelle Produktion) mit dem Kriterium: Mindestens eine verletzte Person.

Es erfolgt eine technische und medizinische Erfassung von mehr als 3500 Parametern je Fall. Bis zum Jahr 1991 wurden über 1000 Unfallereignisse mit einem PKW und 250 Unfälle mit Motorrädern analysiert.



### 2.3.1. Erhebungsgebiet

Das Datenerhebungsgebiet erstreckt sich vorrangig über ganz Bayern.



### 2.3.2. Nutzung der Daten

Das Ziel dient der Verbesserung der Fahrzeugsicherheit über detaillierte Erkenntnisse zu Wirkmechanismen im Feld. Dank des 1997 auf Grundlage der eigenen Unfallforschung entwickelten seitlichen Kopfairbags – oft als „bayerische Weißwurst“ bezeichnet – ging das Risiko tödlicher Verletzungen beim Seitenaufprall um 37 Prozent zurück.

## 2.4. Daimler

Seit 1969 rücken Unfallforscher von Mercedes-Benz (heute Daimler) im Raum Baden-Württemberg zu gemeldeten Unfällen aus, wenn Personenwagen der Stuttgarter Automarke in schwere Unfälle verwickelt sind. 1969 gab das baden-württembergische Innenministerium den Polizeidienststellen die Order, „Verkehrsunfälle, an denen Pkw Mercedes-Benz beteiligt waren und bei denen Insassen schwer verletzt oder getötet wurden, der Firma fernmündlich mitzuteilen.“

### 2.4.1. Einsatzkriterien

- ein aktuelles Konzern-Fahrzeug beteiligt
- Personen schwer verletzt oder getötet (auch Fußgänger oder Zweiradfahrer)
- 24 Stunden Rufbereitschaft

Rund 4000 schwere Verkehrsunfälle haben die Mercedes-Unfallforscher seit 1969 analysiert und dokumentiert.

### 2.4.2. Erhebungsgebiet

Land Baden-Württemberg



### 2.4.3. Nutzung der Daten

Zielsetzung der Unfallforschung von Daimler ist die Verbesserung der Verkehrssicherheit. Die Erkenntnisse fließen kontinuierlich in die Entwicklung neuer Modelle ein und über die Arbeit der Unfallforschung wird fortlaufend in Veröffentlichungen auf Seminaren und Kongressen, in Fachzeitschriften und Publikumszeitschriften berichtet.

Das Wissen zu Unfällen wird genutzt, um die Technik der Fahrzeuge kontinuierlich zu perfektionieren, u.a. Frontschutzsysteme wurden hieraus entwickelt und auch das neue PreBrakingSystem entstand unter Auswertung und Rekonstruktion realer Unfallabläufe. Welche Unfallarten sind am häufigsten und wie praxisnah sind demzufolge die Crashtests neuer Modelle. So fanden die DB-Unfallforscher Anfang der 1980er-Jahre heraus, dass Fahrer und Beifahrer durch die Stoßbelastung beim Frontalaufprall schwere Fuß- und Beinfrakturen erleiden. Ingenieure entwickelten daraufhin spezielle Schaumpolster und Prallplatten, die unter den Fußablagen Aufprallenergie absorbieren. Ebenso deckten Unfallanalysen Ende der 1970er-Jahre auf, dass der Sicherheitsgurt noch wirksamer sein kann, wenn das schwarze Band besser über Becken und Schulter geführt wird.

## 2.5. Opel (GM Germany)

Die Adam Opel AG hat in früheren Jahren intensiv Unfallforschung auch am Unfallort im Raum Frankfurt/Rüsselsheim betrieben. Diese wurde jedoch in den 80iger Jahren eingestellt, u.a. wegen interner Umstrukturierungsmaßnahmen.

Seit dem Jahr 1999 betreibt Opel wieder intensiver Unfallforschung. Dazu hat die Adam Opel AG über das zuständige Innenministerium mit einzelnen Polizeiinspektionen Vereinbarungen getroffen, dass Unfälle mit



jungen Opel-Modellen gemeldet werden. Die Unfallaufnahme erfolgt mit einem von Opel erstellten Erhebungsbogen. Es werden 1-2 Unfallergebnisse / Monat genannt.

### **2.5.1. Nutzung der Daten**

Über die eigene Datenerhebung hinaus stützt sich die Unfallforschung bei Opel vornehmlich auf die Daten von GIDAS.

## **2.6. Bedeutende Erhebungen von Herstellern in Europa**

In Frankreich haben sich die Firmen Renault und Citroen unter der Bezeichnung LAB (Laboratory Accidentology and Biomechanics) zusammengeschlossen und erfassen in Raum Paris Unfälle Ihrer Fahrzeugflotte, aber auch darüber hinaus tödliche Unfälle in ganz Frankreich durch Benachrichtigung durch die Polizei.

1970 wurde die Unfallforschung bei VOLVO in Schweden gegründet und ist auch heute noch kontinuierlich im Einsatz als Volvo CAR und Volvo Truck. Ziel der Volvo Unfallforschung war „Real Life Safety“. In Publikationen auf Fachtagungen, in Fachzeitschriften und Publikumszeitschriften werden die Ergebnisse und die Arbeitsmethodik der Volvo Unfallforschung veröffentlicht.

Das Team der Unfallforschung von Volvo setzt sich aus Ingenieuren, Medizinern und Studenten zusammen. Von diesem Team werden jährlich 200 Unfallereignisse aufgenommen.

## **3. Nutzen von Erhebungen am Unfallort für Hersteller, Versicherungen und Behörden**

Unfallforschung wird mittlerweile von einer Vielzahl an Institutionen betrieben und schon seit vielen Jahren offensichtlich vorteilhaft für die Erhöhung der Verkehrssicherheit betrieben:

- Automobilhersteller
- Medizinische und Technische Hochschulen
- Öffentliche Einrichtungen/ Behörden
- Verbraucherverbände
- Verkehrsüberwachungsdienste
- Versicherungen
- Verkehrsministerien

Standen zu Beginn der Unfallforschung der einzelne Unfall und dessen individuelle Verletzungssituation im Vordergrund wissenschaftlicher Betrachtungen, so konzentrierte sich das Interesse in der Folge auf die Erfassung der Unfallgesamtheit, der damit verbundenen Verletzungsgefahren und Verletzungsquellen an Fahrzeugen und dem Unfallort (Aspekte der Passiven Sicherheit). Wirksamkeitsanalysen erfordern den Einbezug der gesamten Unfallstruktur und nicht von Einzelfällen. Letztere geben Aufschluss über einzelne und mögliche Fehlfunktionen innerhalb des Systems Fahrzeug, Mensch und Umwelt und sind deshalb ebenso

wichtig wie die Gesamtstruktur. Daten aus Erhebungen am Unfallort finden somit heute meist innerhalb eines Netzwerkes aus allgemeiner Unfallstatistik und Einzelfallbetrachtungen ihre Etablierung.

In der Zukunft werden Unfallvermeidungsstrategien und Unfallursachenprophylaxe im Vordergrund der prospektiven Unfallforschung stehen (Aspekte der Aktiven Sicherheit) und die aus den Unfallerbhebungen gewonnenen Informationen zu dem Fahrer- und Fahrzeugverhalten sind von besonderem Interesse. Detailliert und kontinuierlich durchgeführte Erhebungen am Unfallort schaffen die Voraussetzungen für den Gesetzgeber, das Unfallgeschehen genauestens zu beobachten und negative Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. Durch die ausführliche Dokumentation des Unfallgeschehens mit detaillierten Informationen zu Fahrzeugdeformationen, Verletzungsquellen von Insassen und äußeren Verkehrsteilnehmern wie Fußgängern, Radfahrern und motorisierten Zweiradbenutzern, können Schwerpunkte zukünftiger Forschungen und Anregungen für die sicherheitsoptimierte Fahrzeugauslegung gegeben werden. Es können damit Gesetzesgrundlagen und Verhaltensempfehlungen erarbeitet werden.

In der Vergangenheit haben die Daten aus Erhebungen am Unfallort häufig als Grundlage gedient, geeignete Prüfverfahren im Rahmen der Typgenehmigung (z.B. EG-Richtlinien) zu entwickeln und standardisierte Testbedingungen im Rahmen der Normengestaltung zu definieren.

Die Daten fanden Eingang in die Festlegung der Testbedingungen ECE und wurden im Rahmen der EECV Arbeitsgruppen immer wieder durch die Bundesanstalt für Straßenwesen genutzt, u.a. zur Optimierung der ECE-Regelwerke R16 Sicherheitsgurte, R 22 Motorradhelme, R 44 Kindersitze, R 42 Front- und Hecksicherheitseinrichtungen, aber auch zur Festlegung der Crashrichtlinien des 40%-Offset-Frontalanpralles und des Seitenpralles. Auch für die Entwicklung europäischer Regelwerke (2003/102/EG, 7/156/EWG) und Vorschläge zu Testbedingen wie dem Fußgängerschutz-Komponententestverfahren (EU, NCAP), dienten Daten aus Erhebungen am Unfallort. Untersuchungen am Unfallort zeigen hier Korrelationen zwischen Fußgängerdaten und den Verletzungen und Fahrzeugtyp mit Form, sowie Anprallgeschwindigkeit und dem Verletzungsbild. So wirkten sich in der Vergangenheit Ergebnisse aus den Erhebungen am Unfallort auf die Festsetzung von Gesetzesgrundlagen und Richtlinien aus, die in vielen Fällen die Unfall- und Verletzungssituation auf unseren Straßen positiv beeinflusst haben. Beispiele aus dem Bereich der Fahrzeugsicherheit sind u.a. Verletzungshäufigkeiten von Fahrern mit Sicherheitsgurt bei Frontalanprall (Kopf 30% an Lenkrad) die Entwicklung des Frontairbags sowie der daraus sich ergebenden Neuentwicklung eines weiteren Regelwerkes R 114 Airbag-Systeme.

Ein weiterer Nutzen von kontinuierlichen Erhebungen liegt in der Erfassung an Informationen zu Fahrzeugentwicklungen. So konnten durch Erhebungen am Unfallort Fragen zur Entwicklung der Verletzungssituation des Beines bei Fußgängerunfällen und die Bedeutung der Änderung der Fahrzeugfrontform einschließlich Stoßstangenform analysiert und beantwortet werden. Dies war für Effektivitätsanalyse einerseits wichtig.

Für die Automobilindustrie besteht die Möglichkeit, Vergleiche zwischen realem Unfallgeschehen und Crashversuchen vorzunehmen. Verletzungsgefährdende Strukturen können so frühzeitig erkannt werden. Außerdem werden die Daten genutzt zur Unterstützung der Findung von Crashtestbedingungen zur Optimierung der Sicherheit der eigenen Fahrzeugflotte und zur Validierung von Computersimulationen. Die



Erkennung und Einschätzung potentieller Bereiche zukünftiger Sicherheitsentwicklungen und der Bewertung der Fahrzeug-Sicherheits-Performance im realen Unfallgeschehen ist damit möglich. Die Daten finden Verwendung bei der Bewertung der Fahrzeug-Sicherheits-Performance im realen Unfallgeschehen.

Unterschiedliche Kulturen und Mentalitäten verbieten es, Ergebnisse der Unfallforschung ohne weiteres zu verallgemeinern. Deshalb haben viele Hersteller auch bereits Teams in Asien und Amerika etabliert, an denen sie auch Fahrzeuge in den Markt bringen (BMW in China und USA; VW in China und USA). Durch die bessere Abstimmung von Fahrzeugbau, Infrastruktur und Fahrverhalten soll auch für die Fahrzeuge in diesen Ländern ein Optimum an Sicherheit hergestellt werden. Dies bedingt die Beobachtung des Unfall- und Verletzungsgeschehens auch in diesen Ländern. Auch wenn die wesentlich Sicherheit für das Auftreten von Verletzungen im Wesentlichen durch die Passive Sicherheit geprägt wird und deren Effektivität auch durch die bestehenden Erhebungen in Europa manifestiert werden können, erfordert doch die Vermeidung von Unfällen die Kenntnis der Unfallstruktur und deren Ursachen. Auch die menschlichen Eigenschaften mit der Technik umzugehen, erfordert die Analyse der Unfallursachen und Handlungsweisen sowie der spezifischen Straßeninfrastruktur des Verkehrs. Seit 2005 arbeitet an der Tongji-Universität in Shanghai (Prof. Wang) unter fachkundiger Begleitung von Wolfsburger Experten ein Team an der Unfallanalyse. Ein Zusammenschluss dieses Teams mit anderen ebenfalls in China tätigen Herstellern ist angedacht und in Planung. Erste Teams initiiert von CATARC (China Automotive Technology and Research Center) sind bereits im Aufbau und wurden in Beijing, Shanghai, Changsha in 2010 implementiert.

Betrachtet man die spezifischen Zielsetzungen der jeweiligen Institute und Unternehmen, zeigt sich, dass die Automobilhersteller Unfallforschung mit dem Ziel verfolgen, die Effizienz der Fahrzeugsicherheitsausstattungen zu beobachten und aus den Erkenntnissen aus dem Realunfall für zukünftige Fahrzeugentwicklungen Optimierungspotential aufzuzeigen. Wichtig für den Automobilhersteller ist die Kenntnis über die Verletzungssituation speziell der Insassen und deren Biomechanik, aber auch zu den Kollisionspartnern Ihrer Fahrzeugflotte speziell der Äußeren Verkehrsteilnehmer Fußgänger, Radfahrer und Motorisierte Zweiradbenutzer. BMW führt als einziger Hersteller bedingt durch die Marktrelevanz auch eine spezielle Erhebung bei Motorrädern durch. Bei der Unfallforschung wird der Mensch als Hauptkriterium für die Verbesserung des Produktes angesehen. Die Automobilhersteller würden Unfallforschung nicht betreiben, wenn diese darin nicht einen wirtschaftlichen Nutzen oder Vorteil sähen. Gleiches gilt für die Versicherungsunternehmen, wo die Schadensverhütung/-reduzierung (Personen- und Fahrzeugschaden) das Ziel der Unfallforschung der Versicherer prägt und eine überregionale Medienaktivität auch eine Signalwirkung für die Kunden zeigt. Um Kunden bzw. Verbraucher an ein Unternehmen zu binden bzw. für ein Unternehmen zu gewinnen, erscheint es derzeit sinnvoll zu sein, diesen Aktivitäten des Herstellers auch mitzuteilen um dessen Erwartungen auf sichere Fahrzeuge zu erfüllen. So sind die Veröffentlichungen zu Themen der Fahrzeugsicherheit und der Unfallforschung am Unfallort durch Hersteller als Erfolge der Unfallforschung anzusehen und dienen der Markt-Positionierung.

Für die Straßenverkehrstechnik lassen sich Erkenntnisse gewinnen, wie die Unfallschwere im Falle von Kollisionen zwischen den Fahrzeugen und den Objekten des Straßenraumes einzuschätzen ist, wobei nach dem derzeitigen Stand in der Skala der Unfallfolgen Bäume mit „sehr hoch“, Schutzplanken mit „mittel“

und freie Seitenräume mit „sehr niedrig“ einzuordnen sind. Danach leiten sich Maßnahmen ab, die von konstruktiven Verbesserungen der Objekte (z.B. Masten, Pfähle, Pfosten) bis hin zum Anordnen von Schutzsystemen vor Bäumen reichen. Die jährlich publizierte Angaben aus der Amtlichen Unfallstatistik eines Landes werden bezüglich der dabei in Erscheinung tretenden Verletzungsrisiken neu diskutiert, Erkenntnisse aus Erhebungen am Unfallort liefern hier Möglichkeiten der Erklärung und neue Zielsetzungen für zukünftige Fahrzeugentwicklungen. Beispielsweise sind Daten aus der Erhebung Hannover in Untersuchungen zum Ablauf von Unfällen an Bäumen auf Landstraßen eingegangen. Hier erlangte man auf der Basis einer detaillierten Einzelfallanalyse mit Rekonstruktion des Bewegungsablaufs des Fahrzeugs zu der Erkenntnis, dass Bäume ein besonders hohes Risiko für schwere Verletzungsfolgen bewirken und dass diese hierbei meist in unmittelbarer Nähe zur Straße standen (65% bis 2 Meter Abstand), es wurde empfohlen und in einem amtlichen Regelwerk umgesetzt, einen Abstand von mehr als 4 Meter zur Sicherheitssteigerung bei der zukünftigen Planung zu berücksichtigen. Ein Graben im seitlichen Randbereich der Straße erwies sich als Protektionszone, sofern dieser nicht mit einer querenden Überfahrt versehen war (Otte, 1995). Vor dem Hintergrund, dass 40% aller auf Landstraßen getöteten Pkw-Insassen bei Baumunfällen registriert werden, ist es zum Beispiel wichtig, aus den Daten der Erhebungen am Unfallort typische Unfallabläufe klassifizieren und quantifizieren zu können. Auch im Bereich der Schutzeinrichtungen an Straßen boten die Daten eine Basis für die Erarbeitung von Normen zu Anprallversuchen (z.B. DIN EN 1317). Einlaufwinkel und Anprallgeschwindigkeit des Motorradfahrers konnten den Unfalldaten entnommen werden (Otte, 2003).

Daraus ist ersichtlich, dass die betrachteten Unfallforschungen alle relevanten Bereiche eines Unfalls betrachten: Mensch, Fahrzeug und Umwelt. Die Tiefe der Erhebungen der einzelnen Unfallforschungsteams differenziert stark, jedoch weniger stark bei den Herstellern. Während die Unfallerehebungen der Hochschulen und Behörden eher eine breit angelegte Datenerhebung verfolgen mit dem Ziel, auf ein breitgefächertes Spektrum an Fragen und auch auf geänderte Fragestellungen zu einem späteren Zeitpunkt vorbereitet zu sein, konzentrieren sich die Erhebungen der Hersteller vorrangig auf das Konzernfahrzeug und deren Insassen.

Eine Rekonstruktion der Unfallereignisse wird von allen Unfallforschungen durchgeführt. In aller Regel wird dazu das Rekonstruktionsprogramm PC-Crash eingesetzt. MADYMO ist ein Bestandteil von PC Crash und bietet die Möglichkeit zur Simulation von Insassenbewegungen. Durch die Kenntnis der Insassenbewegung kann gezielter auf Verletzungsursachen ermittelt werden und daraus folgernd Maßnahmen zur Prävention von Verletzungen vorgeschlagen werden. Die Fahrzeughersteller können intern über umfassende und genaue Insassensimulation (MADYMO, PAMCRASH, LSDYNA) durchführen und zusätzlich Vergleiche mit Aufnahmen aus eigenen Crashtests vornehmen. Zur Ergänzung und Vervollständigung der Daten verwenden alle auch Unterlagen Dritter, u.a. Polizeiberichte (Verkehrsunfallanzeigen), Gutachten von Sachverständigen und Krankenberichte einschließlich Röntgenaufnahmen. Um medizinische Unterlagen einbeziehen zu können, arbeiten die Hersteller eng mit Unfallkliniken zusammen (VW und BMW mit Klinikum Regensburg).

Neben Teams der Automobilindustrie und der öffentlichen Einrichtung GIDAS gibt es in Deutschland noch sog. „Freie Unfallforschungsteams“ mit Erhebungen vom Unfallort, wie DEKRA und ADAC und GDV. Deren



Zielsetzung liegt meist in der medienwirksamen Publikation von Ergebnissen begründet, aber auch durch Aufträge zu Unfallanalysen eine Möglichkeit der Refinanzierung zu erhalten.

Als Basis stehen der DEKRA jährlich etwa 25.000 unfallanalytische Gutachten von DEKRA-Unfallanalytikern zur Verfügung. Der Fokus der Gutachten liegt auf der technischen Analyse eines Unfallereignisses im gerichtlichen Auftrag. Nach Abschluss des forensischen Verfahrens werden die Daten in eine Datenbank aufgenommen. Es stehen keine ausreichenden Informationen zur Verfügung, in welcher Tiefe die DEKRA standardisiert Unfalldaten erhebt. Die Daten sind nicht verfügbar zum Verkauf. In Abstimmung mit einem Auftraggeber ist es durch eine Kooperation mit anderen Institutionen möglich, die technischen Daten durch medizinische Daten zu ergänzen.

Der ADAC führt seit etwa 2000 eine Erhebung am Unfallort durch und nutzt hierzu das unter dem ADAC geführte Luftrettungsmittel „Hubschrauber-Notarztsystem“ zur Dokumentation der Unfallstelle und der Verletzten. Als Informationsquellen werden zusätzlich Unfallbilder durch die Hubschrauberbesatzung an der Unfallstelle gefertigt, Aufnahmeprotokolle zu den Verletzten ergeben Informationen zu Verletzungen. Ergebnisse werden vorrangig über die Mitgliederzeitschrift veröffentlicht.

Das Institut für Fahrzeugsicherheit des GDV stellt einen Zusammenschluss von Versicherungsgesellschaften in Deutschland dar, dass Informationen aus abgeschlossenen Versicherungsfällen für die Unfallforschung erfassen. Dem GDV stehen jährlich etwa 4 Millionen Schadensfälle der Versicherungen zur Verfügung. Bei einer gewissen Schadenshöhe wird dieser Unfall dem GDV gemeldet und ein gewisser Core-Datensatz aufgenommen. Gezielte Fragestellungen können dann damit beantwortet werden. Der Versicherer FOLKSAM (Schweden) betreibt seit 1975 eine analoge Forschung.

#### **4. Wesentliche Bestandteile einer In-Depth-Erhebung am Unfallort**

Zusammenfassend zeigt sich aus den beschriebenen Erkenntnissen, dass es unabdingbar ist detaillierte Kenntnisse zu Unfallsituationen, Verletzungen und Unfallursachen zu erlangen. Damit haben Erhebungen am Unfallort einen Stellenwert in der Gesamtkette einer Sicherheitsarbeit. Unfallforschung ist somit sowohl für Behörden wie auch Hersteller, Versicherer besonders wichtig. Die Frage nach dem Wert und Nutzen sollte langfristig nicht nur auf Basis betriebswirtschaftlicher Aspekte beantwortet werden.

Unfallforschung bedeutet neben der Erfassung von Verletzungen auch die Kenntnis und Bewertung der Deformationen und die Zuordnung von verletzungsverursachenden Fahrzeugteilen. Unfallforschung ist eine interdisziplinäre Aufgabe u.a. der Medizin, der Fahrzeugtechnik und der Verkehrstechnik. Hierzu bedarf es ingenieurtechnischer Ausbildung und Erfahrungen. Die Bewertung von Verletzungen und deren Unfallmechanismen erfordert traumatologische Kenntnisse und Erfahrungen. Ebenfalls können Unfallursachen ausschließlich unter psychologischen Gesichtspunkten analysiert werden. Ein interdisziplinärer Aufbau einer Unfallforschung erscheint somit unerlässlich. Dies kann durchaus auch in Kooperation mit diversen Institutionen unterschiedlicher Fachdisziplinen erfolgen.

#### **4.1. Befragung von Beteiligten und Zeugen**

Unfallbeteiligte und Zeugen des Unfalls werden zu den Geschehnissen und den Ursachen des Unfalls befragt. Besondere Methodik stellt dabei ein speziell auf die Belange von örtlichen Unfallerehungen abgestimmtes Befragungskonzept und Codierungssystem ACAS (Accident Causation Analysis System) dar.

#### **4.2. Entwicklung einer geeigneten Datenstruktur für die Erfassung von Unfallmerkmalen**

Es gilt zunächst festzulegen unter welcher Zielsetzung die Erhebung etabliert werden soll. Daran orientieren sich Teamzusammensetzung, Ort und Zeitdauer der Erhebung, Kriterien für die Unfallerefassung und Erhebungskatalog.

Die örtlichen Möglichkeiten in Zusammenarbeit mit den örtlichen Polizeidienststellen und den Hospitälern ist zu klären.

Ferner ist die Frage hinsichtlich einer Notwendigkeit der Repräsentativität festzulegen.

Der Erfassungskatalog von Unfalldaten ist zu definieren, hier kann u.a. auf den Erfassungskatalog von GIDAS (German-In-Depth-Accident-Study) zugegriffen werden, der wohl weltweit am umfassendsten ist und auf alle Arten von Erhebungsbelange angepasst werden kann.

#### **4.3. Arbeitsweise des Teams an der Unfallstelle**

Hier gilt es die Mitarbeiterstruktur hinsichtlich des technischen und medizinisch orientierten Personals festzulegen und deren Ausbildungsstand bezüglich Studenten und/oder Festangestellten zu entscheiden. Die Arbeitsinhalte und Ausbildungsmöglichkeiten sind zu analysieren, ebenso der Stichprobenplan zu berücksichtigen.

#### **4.4. Zusammenstellung der Verletzungsinformationen**

Informationen zu den Verletzungen von Beteiligten werden aus den verschiedenen Krankenhäusern zusammengetragen; im Falle einer Obduktion sollte der staatsanwaltschaftliche Bericht analysiert werden. Die Einzelverletzungen werden mittels medizinischer Klassifikationssysteme (AIS, ISS) kodiert und Verletzungsursachen werden ermittelt.

Grundlagen und Voraussetzung sowie Codierungstechniken werden dargestellt.

#### **4.5. Nutzung wissenschaftlicher Klassifizierungskataloge**

Es gilt auch für die zu verwendenden Daten soweit wie möglich allgemein übliche standardisierte Klassifizierungen und Nomenklatur zu verwenden. Hier sind die wissenschaftlich akzeptierten System von CDC (classification deformation catalogue), Reifenbezeichnungen DOT, Kollisionstypen und andere zu nennen.

#### **4.6. Fotografiertechnik**

Derzeit wird die digitale Fotografiertechnik auch in Erhebungen am Unfallort angewendet. Dabei gilt es einerseits das Team hinsichtlich der Handhabbarkeit und der Fotografiertechnik zu schulen, andererseits



die aufgenommenen Fotos zur Archivierung zu benennen und eine Nomenklatur zur Speicherung der Fotos in der Datenbank anzuwenden, um einen schnellen und zielsicheren Zugriff zu ermöglichen. Fotos haben den besonderen Vorteil, die einzelnen Befunde von Spuren, Fahrzeugdeformationen und Verletzungsbefunden anschaulich dem Betrachter und Analytiker darzustellen, damit dieser die Art, Ausprägung und exakte Lokalisation bzw. das Ausmaß einer Verletzung erkennt und diese einer Ursache zuordnen kann. So finden derartige Techniken u.a. auch in der Beweissicherung bei Polizei und Gerichtsmedizin besonders häufig Anwendung.

#### **4.7. Vermessungstechnik**

Basis einer jeden Unfallanalyse ist die Erläuterung der Fahrzeugbewegung vor, während und nach der Kollision mit einem Verkehrsteilnehmer. Hierzu müssen Bewegungsvorgänge von Fahrzeugen und Personen nachvollzogen werden. Diese lassen sich ausschließlich aus den vorgefundenen Spuren am Unfallort u.a. Brems- und Schleuderspuren, Fahrzeugendstellungen, Glas- und Fahrzeugteilen, Personenendlagen ermitteln, die in Verbindung zur Örtlichkeit u.a. Straßenführung, Kreuzungsverlauf und baulichen Situationen eine Erklärung des Unfallablaufes geben. Auch sind mit diesen örtlichen Gegebenheiten und messbaren Distanzwerten Ein- und Auslaufwege der Fahrzeuge zu ermitteln, um Kollisions- und Fahrgeschwindigkeiten der Fahrzeuge errechnen zu können.

#### **4.8. Technische Rekonstruktion des Unfalls**

Auf Basis der Unfallskizze, von Fotos und der Inaugenscheinnahme der Fahrzeugdeformationen wird der Unfall rekonstruiert und Fahrgeschwindigkeiten sowie Kollisionsgeschwindigkeiten errechnet. Hierbei wird auf das Weg-Zeitverhalten der Fahrzeuge besonderer Wert gelegt, um die Vermeidbarkeit des Unfalls ebenso bewerten zu können. Grundlagen der Rekonstruktion sind die Anwendung der stoßmechanischen Gesetzmäßigkeiten der Physik und allgemein üblicher Rekonstruktionsverfahren. Die Vermittlung geeigneter Software für die computerunterstützte Analyse und Aufbereitung für die Datenbank kann beratend und als Schulung erfolgen.

### **5. Die EU braucht einheitliche Unfalldaten hoher Qualität**

In einem zusammenwachsenden Europa ist der Faktor Mobilität von zentraler Bedeutung. Mobilität kann jedoch nur im Zusammenspiel mit einem Höchstmaß an Verkehrssicherheit optimal zur Entfaltung gebracht werden. Diesen Zusammenhang hat auch die Europäische Kommission aufgegriffen und im Weißbuch zur europäischen Verkehrspolitik das Ziel formuliert, die Zahl der Verkehrstoten in der EU (binnen 10 Jahren) bis 2010 zu halbieren; d.h. eine Reduzierung der Anzahl an Verkehrstoten von 40.000 auf 20.000 zu bewirken. Eine wesentliche Rolle fällt in diesem Zusammenhang den Unfallereignissen der Mitgliedsstaaten zu. Sie sind die Grundlage für eine gemeinsame europäische Verkehrssicherheitsbewertung. Bislang können Daten der einzelnen Länder nur bedingt miteinander verglichen werden. So versteht man unter einem schwer verletzten Verkehrsteilnehmer in Frankreich etwas anderes als in Großbritannien. Während in Frankreich ein Verkehrsoffer als „schwer verletzt“ bezeichnet wird, wenn es in Folge des Unfalls länger als

6 Tage stationär behandelt werden muss, so gilt in anderen Ländern als schwer verletzt, wer für wenigstens 24 Stunden stationär im Krankenhaus verbleibt.

Die Europäische Kommission fördert die Internationalisierung der Daten. Beispielsweise wurde im Rahmen des 1998 abgeschlossenen STAIRS-Projektes (Standardisation of Accident In-Depth Research Studies) eine standardisierte Methodik zur Erhebung von Daten für die passive Fahrzeugsicherheit erarbeitet. Ein STAIRS konformer Datensatz ist im Erhebungskatalog von GIDAS integriert und wurde auch von anderen in Europa tätigen Teams verwendet (u.a. OTS, UK).

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts PENDANT wurde eine Machbarkeitsstudie zur Thematik „Unfallereignisse vor Ort auf europäischer Ebene“ mit dem Fernziel einer Pan-Europäischen Datenbank für getötete Verkehrsteilnehmer erarbeitet. Auch in dieses Projekt sind die GIDAS Erhebungen eingebunden. Im Rahmen einer Erhebung von etwa 1000 Unfällen mit Personenschaden unter Beteiligung von neueren Pkw wird eine europäische Datenbank erstellt, die Hinweise auf Schwerpunkte des Unfallgeschehens unter Aspekten der passiven Sicherheit geben soll. Hannover lieferte hierzu Daten von 170 Unfällen.

Innerhalb eines weiteren EU-Forschungsprojektes SAFETYNET wurden 100 Einzelfälle aus Hannover unter dem Aspekt der aktiven Sicherheit erfasst und das Fahrerverhalten analysiert. Dies ist Bestandteil einer europäischen Datenbank für Unfallursachen.

Vergleichbare Unfalldaten hoher Qualität werden nicht nur zur Beurteilung der Sicherheit in den einzelnen Ländern benötigt. Aus der Sicht des Unfallforschers gibt es Fragen, welche durch einzelstaatliche Forschung auch auf Dauer nicht beantwortet werden können. Dies gilt z.B. dann, wenn nur eine geringe Anzahl von Unfällen auf nationaler Ebene dokumentiert werden können. Die Sicherung von Kindern in Fahrzeugen durch Kindersitze ist ein Beispiel. Mussten Analysen zu diesem Thema – z.B. zu auftretenden Verletzungsmustern – bislang in Form einer vereinten europäischen Kraftanstrengung unternommen werden, so soll eine Pan-Europäische Datenbank derartige Untersuchungen in Zukunft erleichtern.

Eine internationale Unfalldatenbank braucht mehr als einen einheitlichen Erhebungskatalog von „Vor-Ort-Untersuchungen“, wenn sie nicht eine bloße Ansammlung von Einzelfalluntersuchungen bleiben will. Die Repräsentativität der Daten spielt eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, Probleme in Ihrer Relevanz einzuschätzen und/oder erhobene Unfälle als Grundlage von Hochrechnungen auf das gesamte Unfallgeschehen zu nutzen. Die Notwendigkeit solcher Überlegungen wurde in GIDAS durch Einführung eines statistisch repräsentativen Erhebungsplans umgesetzt (Brühning, 2005).

### **5.1. International Globalization Network on Accident Data**

Im Rahmen des FISITA Weltkongresses November 2010 wurde der Nutzen von „In-Depth-Accidents“ nochmals hervorgehoben und eine weltweite Nutzung bestehender Datenquellen gefordert. In einer von Daimler geförderten Aktion konnten Wissenschaftler und Behördenvertreter unter der Schirmherrschaft der FIA Mobility Group und der europäischen ACEA diese Idee in den Folgejahren verwirklichen. Ein gemeinsamer Datenpool wurde gegründet, mit dem derzeit pro Jahr aus den beteiligten Erhebungsquellen der jeweilig beteiligten Länder etwa jeweils 100 Fälle zusammengetragen wurden, die nach einheitlich defi-



niertem Coding Standard in einer eigenen Datenbank zentral vorliegen und gepflegt werden (Bakker, 2014).

#### *Hinweis des Autors:*

*Bei der Textfassung handelt es sich um eine Literaturrecherche und damit einer Situationsbeschreibung, wie sie der allgemeinen Kenntnis aus der wissenschaftlichen Literatur entspricht. Besonderer Dank gilt hier der Diplomarbeit von Graab (Graab, 2001). Dies kann in Einzelfällen von herstellerinternen Sachlagen abweichen und muss nicht der Richtigkeit der aktuellen Situation entsprechen. Der Autor hofft dies in Zustimmung der jeweiligen Institutionen formuliert zu haben.*

## Literatur

- Aldman, B. (1973): The early History of the Lap and Shoulder Three-point safety belt, Written oral presentation, not published
- Appel H, Stürtz G, Gotzen L (1975): Influence of Impact Speed and Vehicle Parameter on Injuries of Children and Adults in Pedestrian Accidents, Proc. IRCOBI, Birmingham, UK
- Bakker, J. (2014): Multinational In-Depth Accident Data: From Concept to Reality, ESAR Conference, Hannover
- Binkmann B, Brühning E, Hautzinger H, Langwieder K, Löffelholz H, Otte D, Zeidler F (1983): Projektgruppe Erhebungen am Unfallort, Bericht der Projektgruppe, Bundesanstalt für Straßenwesen
- Brühning E, Otte D, Pastor C (2005): 30 Jahre wissenschaftliche Erhebungen am Unfallort für mehr Verkehrssicherheit, Zeitschrift für Verkehrssicherheit 51, S. 175-181
- Graab, B. (2001): Vergleichende Analyse von Verkehrsunfalldatenbanken, Diplomarbeit, HTW Berlin
- Hautzinger, H. (1990): Statistische Methode zur Auswertung der Erhebungen am Unfallort, Bericht zu FP8500/2, Bundesanstalt für Straßenwesen
- Otte, D. (1987): Kinematik des motorisierten Zweiradunfalles – Verletzungsmuster, Langzeitfolgen und Schutzmöglichkeiten, Zeitschrift Unfallchirurgische Versicherungsmedizin 80, Heft 1, S. 37-46
- Otte D, Middelhaue V. (1987): Quantification of Protective Effects of Special Synthetic Protectors in Clothing for Motorcyclists, Proc. IRCOBI, S. 1-18, Birmingham, UK
- Otte, D. (1995): Charakteristika von Unfällen auf Landstraßen, Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen M122
- Otte, D. (1998): Mechanisms of cervical spine fractures and soft tissue injuries of Motorcyclists for the assessment of the effectiveness of back protectors, IJ Crash 1998, Vol 3, No4, S. 325-334
- Otte, D. (2002): Possibilities of Load Reduction by Leg Protectors in the Protective Clothing of Motorcyclists – Technical, medical and biomechanical Approach, Proc. 46th AAAM Conf., S. 367-385, Tempe USA
- Otte, D. (2003): Unfalldynamik – Flugbahn des Motorradfahrers und seine Verletzungssituation, Vortrag Medizin-Forum-Leipzig, nicht publiziert
- Otte D, Krettek C, Brunner H, Zwipp H (2003): Scientific Approach and Methodology of a New In-Depth Investigation Study in Germany so-called GIDAS, Proc. ESV Conf. Nagoya, Japan

- 
- Otte, D. (2005): 3-D Laser Systems for Scaled Accident Setches and Documentation of Traces after Taffic Accidents as Basis of Biomechanical Analysis, Poster IRCOBI Conference
- Stürtz G, Suren EG, Gotzen L, Richter K (1975): Analysen von Bewegungsablauf, Verletzungsursache, -schwere und -folge bei Fußgängerunfällen mit Kindern durch Unfallforschung am Unfallort, Der Verkehrsunfall 2, S. 29-38
- Volpe (1971): Collision Analysis Report Form, Office of the Secretary of Transportation Washington, D.C. December 1
- Wanderer U, Weber H (1974): First Results of Excat Accident Data Aquisition on Scene, SAE Paper 74568, USA



## Projekt IGLAD: Entstehung und Zukunft einer internationalen In-Depth Unfalldatenbank

Jörg Bakker

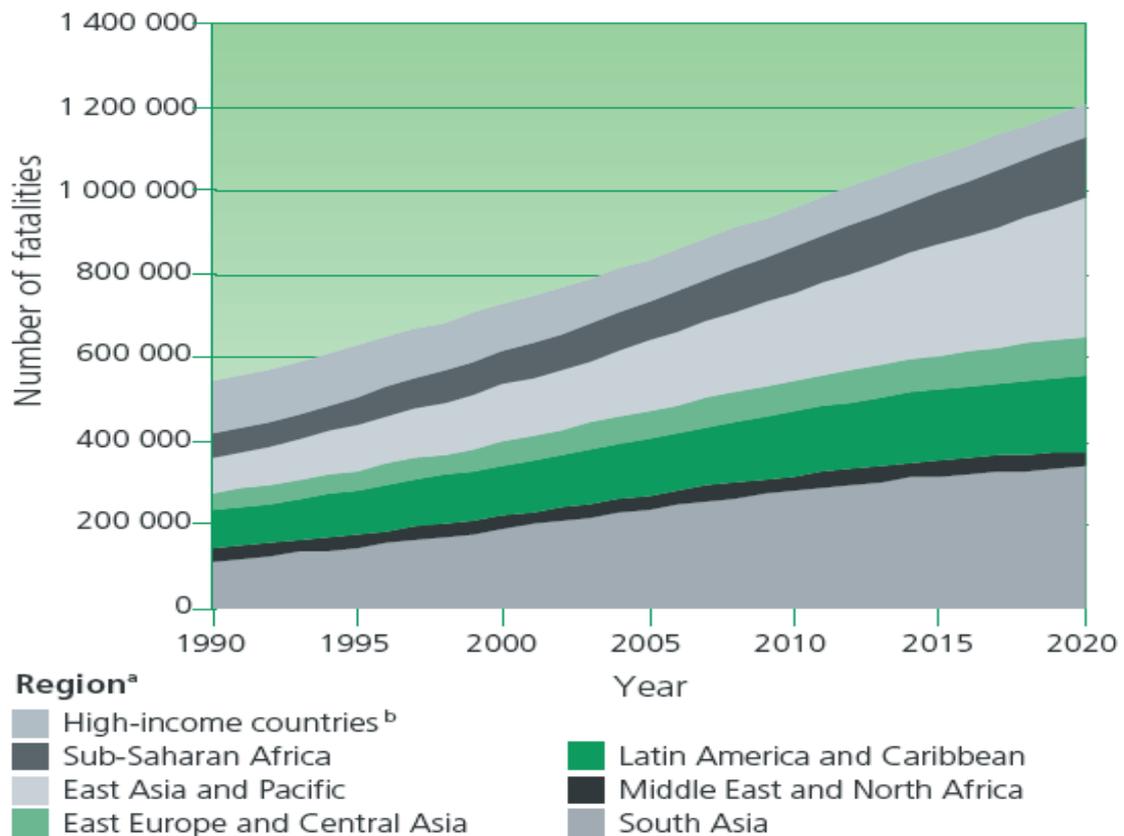
Unfallforschung, Daimler AG

### Abstract

Während Unfallstatistiken auf nationaler Ebene von vielen Ländern erhoben werden um Trends in der Entwicklung der Anzahl von Straßenverkehrsunfällen aufzuzeigen, gibt es einen großen Bedarf an Unfalldaten mit größerer Informationstiefe, so genannten In-Depth Daten. Aus diesem Grund entstanden in den letzten Jahren verschiedene Unfalldatenprojekte weltweit. Vergleichende Auswertungen dieser Daten waren bisher jedoch nicht möglich, da sich verschiedene Standards etabliert hatten. Das Projekt IGLAD (Initiative for the Global Harmonization of Accident Data) schaffte in den letzten zwei Jahren die Voraussetzungen für einen standardisierten Datensatz als gemeinsamer Nenner verschiedener Unfalldatenbanken in Europa, USA und Asien. Neben der Definition eines geeigneten Datenschemas und der Durchführung einer Pilotstudie wurde ein Geschäftsmodell entwickelt, das die Grundlage für ein sich selbst tragendes Projekt geschaffen hat und ein tragfähiges Konsortium zur weiteren Pflege der Daten wurde gegründet. Dieser Beitrag berichtet über den Verlauf und Status des Projektes, die sich stellenden Herausforderungen und die nächsten Schritte zur Schaffung einer harmonisierten Datenbank.

### 1. Motivation

Die Anzahl und Entwicklung der Verkehrstoten weltweit kann nur grob geschätzt werden und betrug für 2010 laut WHO 1.240.000. Der weitere Verlauf dieser Zahlen bis 2020 und darüber hinaus hängt von vielen Faktoren ab. Die bisherige Entwicklung in „High-income countries“ lässt darauf schließen, dass insbesondere durch Arbeit an Infrastruktur, Fahrzeugtechnik und Gesetzgebung ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Situation geleistet werden kann. Auch erste „In-Depth“ Unfalldaten aus Ländern wie Indien und China bestätigen dies. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Verkehrstoten von 1990 ab bis 2010 als prognostische Weiterführung nach dem TFEC Modell [1]. Das Traffic Fatalities and Economic Growth (TFEC) Projekt der World Bank entwickelte dieses Modell auf Basis von Verkehrs-, Bevölkerungs- und ökonomischen Daten [2].



**Abbildung 1: Entwicklung der Verkehrstoten weltweit (Quelle: WHO Bericht 2004)**

Schon bei diesen grundlegenden Betrachtungen wird ersichtlich, dass es ein erhebliches Defizit an Daten gibt, um eine differenzierte und umfassende Einschätzung der Situation zu ermöglichen. Auf der anderen Seite hat sich herausgestellt, dass eine gute und detailreiche Datenbasis notwendig ist, um gezielt und effektiv die Verkehrsunfallsituation zu verbessern. Insbesondere bei der Verbesserung der Fahrzeugsicherheit sind Realunfalldaten eine wesentliche Grundlage. Aus diesem Grund haben sich in „High-Income countries“ schon seit einigen Jahren Projekte etabliert, die eine umfassende Erhebung von Unfalldaten durchführen.

Die Europäische Union hat sich mit dem Road Safety Action Programme [3] die Halbierung der Verkehrstoten jeweils in der ersten und zweiten Dekade dieses Jahrtausends zum Ziel gesetzt. Eine erfolgreiche Umsetzung wird zunehmend schwieriger, da die Wirkung einzelner Maßnahmen geringer wird, der Aufwand hingegen steigt. Deshalb ist es umso wichtiger, das Verkehrsunfallgeschehen genau zu analysieren und dafür eine geeignete europaweite Datengrundlage zu schaffen.

Deutlich wird dies bereits in dem 2010 eingeführten Euro NCAP Advanced reward [4] für neue Entwicklungen von Sicherheitssystemen in Pkw. Dieses Programm möchte vielversprechende Technologien honorieren, die eine weitere Verringerung der Anzahl der Straßenverkehrstoten ermöglichen. Eine Bewertung der Systeme erfolgt aufgrund von Effektivitätsanalysen, die auf Basis von Unfalldaten erstellt werden. Hier zeigt sich schnell, dass eine genaue Hochrechnung einer solchen Effektivität auf Europa nur mit umfassenden

Daten aus verschiedenen europäischen Ländern möglich ist, da sich das Verkehrsunfallgeschehen in den einzelnen Ländern erheblich unterscheiden kann.

In-depth Unfallerbhungen konnten sich schon in einigen Ländern weltweit über einen längeren Zeitraum etablieren. Vor allem in neuen Märkten entstehen zurzeit weitere Erhebungen. Die einzelnen Erhebungsprojekte unterscheiden sich stark in Anzahl der aufgenommenen Fälle pro Jahr, Erhebungsumfang (Anzahl der Faktoren), Stichprobencharakteristik, Organisation und Finanzierung. Dies erschwert den Vergleich von Daten aus verschiedenen Ländern erheblich und z.B. Analysen, die Aussagen für eine größere Region wie Europa treffen sollen, sind zum einen recht ungenau und erfordern zum anderen ein umfassendes Wissen mehrerer Datenbanken und deren Analyse.

Die nationalen Statistiken eines Landes erfüllen in diesem Kontext zwei wichtige Funktionen: Sie bilden ein verbindendes Element zwischen den „In-Depth“ Stichproben des jeweiligen Landes und sie ermöglichen als Randverteilung eine Hochrechnung der „In-Depth“ Daten auf die jeweilige Nation. Eine Grundvoraussetzung für die Hochrechnung auf nationale Ebene ist, dass die Variablen der nationalen Daten auch in der „In-Depth“ Stichprobe vorhanden sein müssen. Vereinheitlichte und harmonisierte nationale Daten ermöglichen dann eine Hochrechnung auf multinationale Ebenen.

Der Harmonisierungsprozess bei nationalen Daten ist glücklicherweise schon recht fortgeschritten. Projekte wie IRTAD [5] und CARE [6] waren hier bereits sehr erfolgreich und liefern elementare Größen wie Anzahl der Getöteten, Anzahl der Unfälle mit Getöteten, Art der Verkehrsbeteiligung für unterschiedliche Länder in standardisierter Form, so dass z.B. auch die Definition von „getötet im Straßenverkehr“ vereinheitlicht ist. Durch Ergänzung von nationalen Daten mit harmonisierten „In-Depth“ Daten ist eine Erweiterung des Analysefeldes möglich. Harmonisierte „In-Depth“ Daten und nationale Daten zusammen ermöglichen einen Vergleich verschiedener Länder und eine Identifikation von Schwerpunkten in einzelnen Ländern.

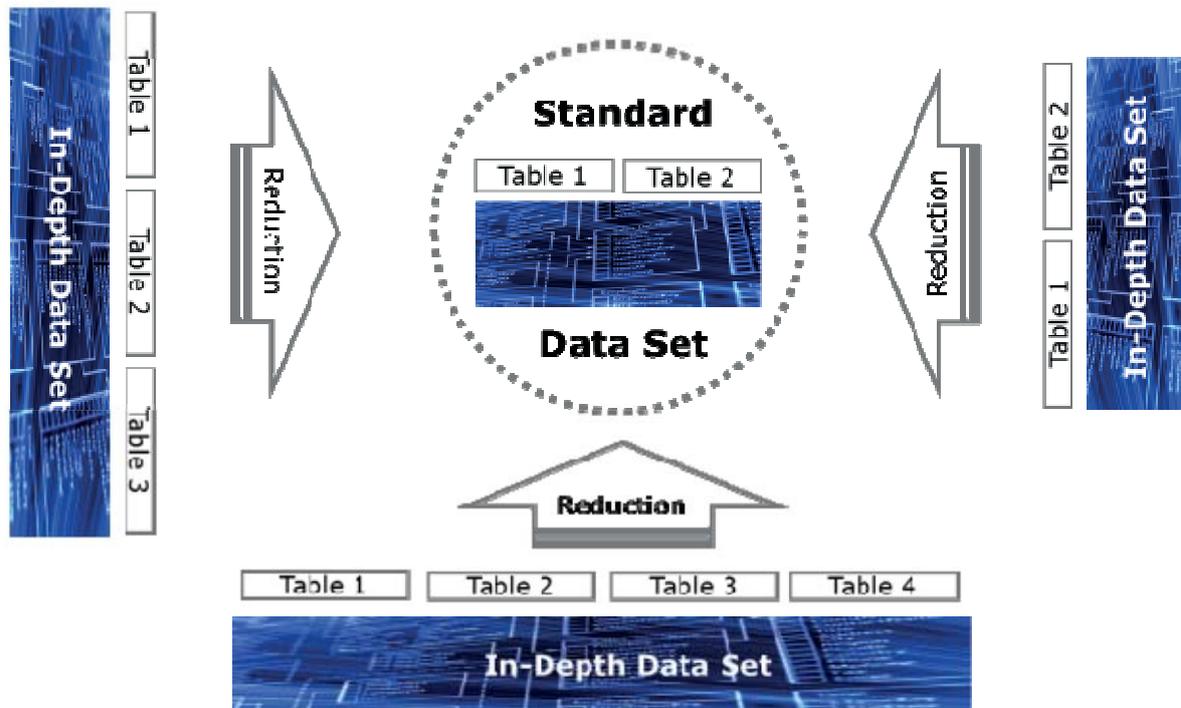
Darüber hinaus kann im erweiterten Kreis eines multinationalen Konsortiums von „In-Depth“ Projekten eine Kommunikation entstehen, um auf bewährte Prinzipien und Erfahrungen aus dem Bereich der Verkehrssicherheit in anderen Ländern zurückgreifen zu können, mit dem Ziel, Stellhebel zur Verbesserung der globalen Verkehrssicherheit schnell und effektiv zu identifizieren. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass ein vereinfachter Zugang zu, und verbesserte Analysemöglichkeiten mit einem großen multinationalen Datenpool, treibende Kräfte für eine übergreifende Forschung auf dem Gebiet der Fahrzeugsicherheit sein können. Die jeweiligen „In-Depth“ Erhebungen vor Ort beinhalten im Allgemeinen einen erheblich größeren Umfang an Variablen und auch innerhalb der Variablen eine größere Detailgenauigkeit. Für tiefer gehende Studien wird deshalb der jeweilige Originaldatensatz benötigt. Dadurch wird eine attraktive Plattform für die Organisationen der lokalen „In-Depth“ Erhebungen geboten, um Studien oder Daten anbieten zu können und damit die eigene Erhebung finanziell zu stärken.

## 2. IGLAD Standard Datensatz

Ausgangssituation für eine Harmonisierung sind verschiedene „In-Depth“ Datenerhebungen, die sich in Anzahl, Art und Ausprägungen der Faktoren voneinander unterscheiden. Für die Harmonisierung der Daten



wurde ein gemeinsames Datenschema erzeugt, das als zusätzliche Schicht auf die unterschiedlichen Datenschemata aufgesetzt wird (Abbildung 2). Dieses gemeinsame Datenschema muss genau spezifiziert werden und bildet in Verbindung mit den in dieses Schema überführten Daten den Standarddatensatz.



**Abbildung 2: Standarddatensatz als zusätzliche Schicht auf dem „In-Depth“ Datensatz.**

Die Anzahl und Ausprägungen der Faktoren des Standarddatensatzes sind im Mittelfeld zwischen nationaler Statistik und „In-Depth“ Datenerhebung anzusiedeln. Der Standarddatensatz beschränkt sich also auf die wesentlichsten Inhalte. Dies erleichtert die Erzeugung des Standarddatensatzes aus einer bereits vorhandenen „In-Depth“ Erhebung, bietet jedoch auf der anderen Seite nicht die Detailtiefe wie der ursprüngliche „In-Depth“ Datensatz. Sollte bei einer Analyse der Standarddatensatz nicht ausreichen, muss immer noch auf den jeweiligen „In-Depth“ Datensatz zurückgegriffen werden, wobei der Standarddatensatz als Zwischenschicht die weitere Analyse erleichtern kann. Abbildung 3 gibt eine Übersicht über die Tabellen und Variablen des ersten IGLAD Codebooks. Insgesamt sind es 75 Variablen, die sich auf vier Tabellen verteilen.

Accident	Participant	Occupant	Safety System
Time Location Description Sketch Collision Type Accident Type Road Type Road Condition Light Condition Emergency	Vehicle Make Vehicle Model Registration Year Vehicle Mass Engine Type Number of Seats Primary/Secondary Collision with CDC, Initial Speed, Deceleration, Angle Collision Speed Delta V EES	Age Gender Weight Height Injury Severity MAIS AIS Regions	Type Use Deployment/ Activation

4 Tabellen, 75 Variablen

Abbildung 3: Datenschema der IGLAD Datenbank

Ohne die Verwendung eines Standarddatensatzes stellt eine vergleichende Auswertung verschiedener „In-Depth“ Datensätze einen erheblichen Aufwand dar, der zusätzlich sehr fehleranfällig ist, da oft die genauen Kontextinformationen der Kodierung der Daten dem Datenanalysten nicht geläufig sind.

Wird hingegen jeder einzelne Datensatz zunächst auf eine einheitliche Form gebracht, fällt dieser Aufwand nur einmal an und der so resultierende umfassende Datensatz kann leicht analysiert werden. Hinzu kommt, dass die Transformation des einzelnen Datensatzes in den standardisierten Datensatz von den Experten erzeugt wird, die die Daten auch erheben, was zu qualitativ besseren und konsistenteren Ergebnissen führt. Insbesondere können so regionale Unterschiede bei der Interpretation der Faktoren genauer und mit dem richtigen Kontextwissen berücksichtigt werden.

Falls eine nationale Statistik zur Verfügung steht, und ausreichend gemeinsame Faktoren mit dem „In-Depth“ Datensatz vorhanden sind (z.B. Ortslage, Unfallschwere, Art der Beteiligung, Tageszeit, Unfalltyp), können die Randverteilungen der gemeinsamen Faktoren mit geeigneten statistischen Methoden angeglichen werden, wie z.B. dem „Iterative Proportional Fitting“ [7]. Daraus können Wichtungsfaktoren berechnet werden, mit denen die gesamte Stichprobe an den Standarddatensatz angepasst werden kann. Stellt der „In-Depth“ Datensatz bereits eine eher repräsentativ gezogene Stichprobe dar (bezogen auf die nationale Statistik als Gesamtheit), kann dieser Schritt nahezu überflüssig werden. Eigenschaften einer Stichprobe, die die Repräsentativität bzgl. der nationalen Statistik begünstigen, sind z.B. identische Selektionskriterien (z.B. alle Unfälle mit Personenschaden), ein guter Querschnitt der geographischen und infrastrukturellen Gegebenheiten der Gesamtregion (des Landes) oder eine Zufallsstichprobe (z.B. durch zeitliche Stichprobenziehung mit alternierenden Schichten). Ferner sollte die Größe der Stichprobe ausreichend sein. Für IGLAD wurde eine Untergrenze von 50 Fällen und eine Obergrenze von 200 Fällen pro Jahr wurde für jedes



Land festgelegt. Durch ein festgelegtes Sample-Verfahren wird aus dem jeweiligen Originaldatensatz des Landes eine Stichprobe für IGLAD gezogen.

Der konsistenten Qualität der Daten wird hohe Priorität eingeräumt: Daten, die in IGLAD einfließen, müssen einen gewissen Qualitätsstandard erfüllen (z.B. maximale Unbekanntensrate) und werden einer Reihe von Plausibilitätschecks unterzogen. Ferner werden bereits vorhandene internationale Kodierungsstandards verwendet (AIS, CDC).

Beim Aufbau neuer In-Depth Datenerhebungen können durch frühzeitige Einbindung in das IGLAD Konsortium Erfahrungswerte aus diesem mit einfließen. Dadurch gewinnen auch aus technischer Perspektive neue Erhebungen einen Vorsprung durch bereits vorhandene Dokumentation (Datenschema) und Expertise aus dem Konsortium.

### 3. Historie und Status

Initiiert von der Daimler AG, ACEA und verschiedenen Forschungsinstituten wurde das IGLAD Projekt zunächst als Arbeitsgruppe der FIA Mobility Group im Oktober 2010 ins Leben gerufen. Vorbereitende Arbeiten zur Erzeugung eines ersten Datensatzes einer internationalen In-Depth Unfalldatenbank fanden in 2012 statt, wobei eine Studie von FIA/CEESAR zur Ermittlung der weltweit verfügbaren Unfalldatenbanken durchgeführt wurde. Anschließend wurden in einer Pilotstudie von ACEA Daten aus acht Ländern (USA, Indien, Deutschland, Schweden, Frankreich, Spanien, Österreich und Polen) als „Proof of Concept“ in das Standarddatenschema überführt. In 2013 startete Phase 1 des Projektes mit dem Ziel, einen ersten vollständigen Datensatz zu erzeugen. Erste Schätzungen des Aufwandes machten schnell deutlich, dass eine Anschubfinanzierung notwendig war. Ein entsprechender Antrag wurde bei ACEA gestellt und genehmigt, mit der Auflage, dass das Projekt langfristig in der Lage ist sich selbst zu finanzieren. Um dies zu ermöglichen, wurde ein Finanzierungsmodell entwickelt, das IGLAD in die Lage versetzen sollte in Zukunft ohne Drittmittel auszukommen. Eine Arbeitsgruppe wurde gebildet, um eine ausgewogene Lösung zu finden, die die verschiedenen Rollen der Partner und mögliche Kombinationen dieser in dem Projekt berücksichtigt. Auf das so entstandene Finanzierungsmodell wird näher in dem Abschnitt „Phase 2“ eingegangen. Weitere Einzelheiten über die Entwicklung des Projektes kann auch den Veröffentlichungen [8], [9], [10] entnommen werden.

#### 3.1. IGLAD Projektphase 1

Die von ACEA finanzierte Phase 1 des Projektes wurde in 2014 abgeschlossen. Während dieser Phase wurden folgende Ziele erreicht:

- Das gemeinsame Datenschema wurde definiert und in einem Codebook dokumentiert
- Ein Consortium Agreement wurde entworfen und von den beteiligten Projektpartnern unterschrieben
- Ein Sample-Verfahren zur repräsentativen Stichprobenziehung in den einzelnen Ländern wurde definiert

- Das Rekodieren der Daten in die initiale Datenbank wurde abgeschlossen
- Die initiale Datenbank wurde am 6. Juni 2014 veröffentlicht



**Abbildung 4: Phase 1 Datensatz mit 1550 Unfällen aus 10 Ländern (USA, Indien, Australien, Deutschland, Schweden, Frankreich, Spanien, Tschechien, Österreich, Italien)**

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Länder und Datenlieferanten für den initialen Datensatz der Phase 1. Der erste Datensatz wurde am 6. Juni 2014 veröffentlicht mit folgenden Eckdaten:

- 1.550 Dokumentierte Unfälle
- 2.875 Beteiligte Fahrzeuge und Fußgänger/Fahrradfahrer
- 3.902 Insassen von Fahrzeugen und Fußgänger/Fahrradfahrer
- 10.736 In den Fahrzeugen verbaute Sicherheitssysteme
- 2.022 Unfallskizzen in 1.450 MB

Nach Veröffentlichung der ersten Daten wurden verschiedene erste Analysen durchgeführt. Ein Schwerpunkt war die Überprüfung der Repräsentativität des so erzeugten Datensamples bzgl. der nationalen Daten der jeweiligen beteiligten Länder. Als Vergleichsbasis dienten die Zahlen des OECD Projektes IRTAD [5], das vereinheitlichte Zahlen über Verkehrsunfälle in ausgewählten Ländern weltweit zusammenträgt und vereinheitlicht darstellt. Der Fokus von IRTAD liegt auf Getöteten im Straßenverkehr, was eine Untersuchung der Repräsentativität etwas erschwerte, da der Anteil der Getöteten in IGLAD noch recht gering ist. Eine erste Analyse erbrachte jedoch recht interessante Ergebnisse. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen einzelne Länder im Vergleich, aufgeteilt in Diagramme für bestimmte Teilpopulationen, wie Altersgruppen in Abbildung 5 und Verkehrsteilnahme in Abbildung 6.

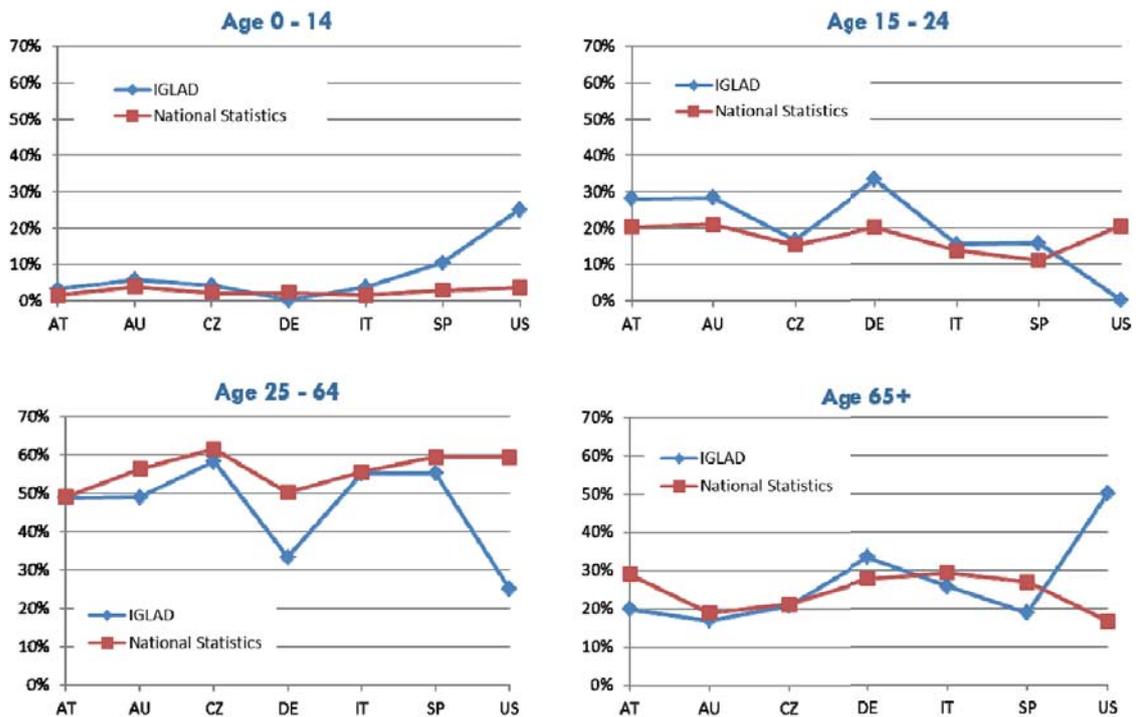


Abbildung 5: Verteilung der Altersgruppen in einzelnen Ländern in IGLAD und in der nationalen Statistik

Die blaue Linie zeigt den jeweiligen prozentualen Anteil der Teilpopulation in IGLAD und die rote Linie den in der offiziellen nationalen Statistik aus IRTAD. Liegen die beiden Linien übereinander, besteht eine sehr gute Übereinstimmung und IGLAD kann als repräsentative Stichprobe bzgl. der nationalen Statistik und dem dargestellten Merkmal angesehen werden.

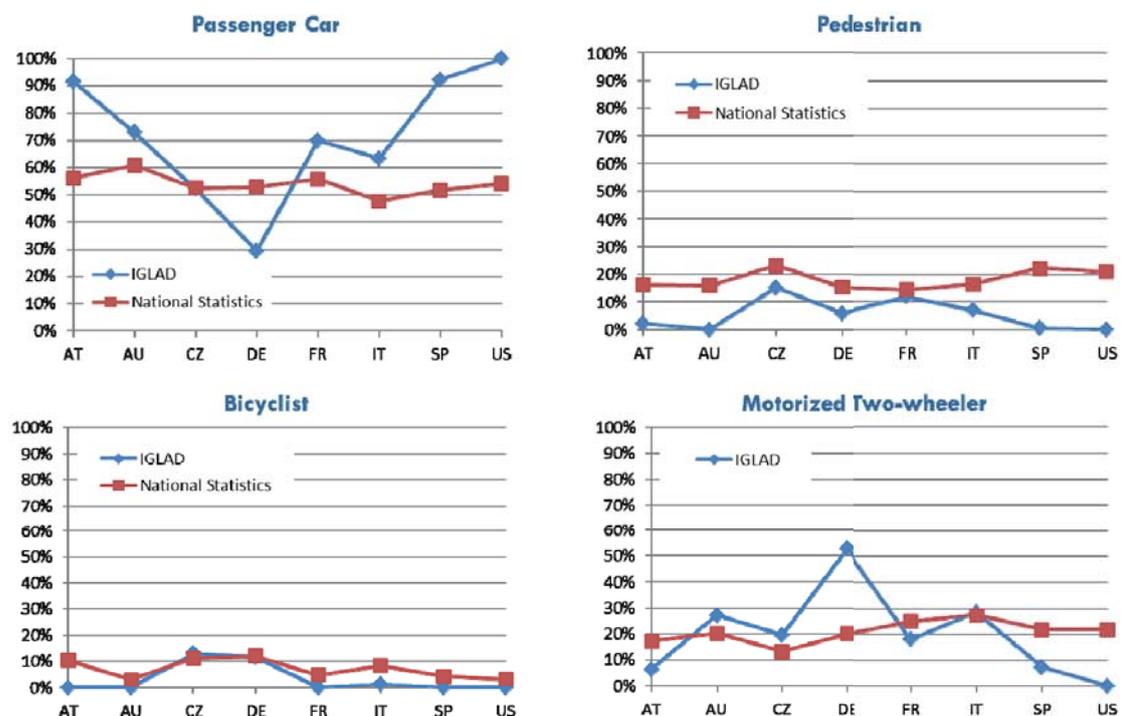


Abbildung 6: Verteilung der Verkehrsbeteiligung in einzelnen Ländern in IGLAD und in der nationalen Statistik.

Generell ist eine gute Übereinstimmung zwischen IGLAD und der nationalen Statistik zu beobachten. Größere Abweichungen gibt es bei der Verkehrsbeteiligung PKW. Dies kommt nicht unerwartet, da von einigen



Ländern bereits bekannt war, dass die IGLAD Stichprobe Verschiebungen aufweist, da die ursprünglichen Daten bereits nach bestimmten Kriterien vorselektiert wurden. Für Datenanalysen mit entsprechendem Fokus steht dann immer noch die Möglichkeit der Wichtung offen, die durch in IGLAD erhobene Variablen aus der nationalen Statistik ermöglicht wird. Der Datensatz der Phase 1 soll zudem einen Startpunkt darstellen um sukzessive die einzelnen Datensätze der Länder zu verbessern, sowohl was Repräsentativität angeht, als auch im Hinblick auf Qualität und Quantität.

### 3.2. IGLAD Projektphase 2

Phase 2 des Projektes startete in 2014 im Anschluss an Phase 1. Da auf keine Fremdfinanzierung zurückgegriffen werden konnte, musste eine neue Projektstruktur und ein Finanzierungsmodell etabliert werden. Die Herausforderung bestand darin, eine große Anzahl von Organisationen innerhalb einer Projektstruktur zusammenzuführen, ohne dass eine Dachorganisation existiert, die auch die Finanzierung übernimmt. Dazu musste ein Modell entwickelt werden, das einen ausgeglichenen Fluss von Daten und Geldmitteln regelte. Ferner war eine Instanz notwendig, die verschiedene administrative Aufgaben übernehmen konnte. Die Verantwortlichkeiten dieses Administrators sind im Einzelnen:

- Verwalten der finanziellen Ressourcen und Führen dedizierter Konten
- Vertragsabwicklung mit den Projektpartnern (Mitglieder und Datenlieferanten).
- Rechnungsstellung an Mitglieder des Projektes
- Auszahlungen an Datenlieferanten, Pufferung von Projektbudget, Anpassung von Zahlungen um ein ausgeglichenes Budget zu gewährleisten
- Erstellen regelmäßiger Finanzberichte
- Zusammenführen der Datensätze von den Datenlieferanten in einen auszuliefernden IGLAD Datensatz
- Verwalten eines Webspace um Daten und Projektdokumente vorzuhalten, Verwaltung von Mitglieder-Accounts

Zur Koordination der Projektpartner und Weiterentwicklung des Projektes war die Bildung eines Konsortiums (Steering Group) notwendig, in dem die Mitglieder des Projektes vertreten sind. Das IGLAD Konsortium sollte sowohl den Bestand des Datenpools sichern und organisatorische und technische Probleme adressieren, als auch eine Informationsplattform für beteiligte Institutionen darstellen, und so zu einem leichterem Austausch von Erfahrungen und Best Practices führen. Die einzelnen Aufgaben des Konsortiums sind:

- Generelle Angelegenheiten, Rechte und Pflichten: Konstitution und Erneuerung des Konsortiums. Klärung rechtlicher Fragen. Definition der Hauptziele und Rollen innerhalb des Projektes und Durchsetzung dieser. Erstellen von Statusberichten. Öffentlichkeitsarbeit und Vereinbarungen mit externen Organisationen.
- Regelung der Mitgliedschaften: Aufnahme und Ausschluss von Mitgliedern, Richtlinien für die Datennutzung, Kommunikation mit den Projektpartnern.



- Verwaltung der Datenbasis: Beauftragungen und Dienstleisterverträge, Regelung technischer Probleme, Qualitätskontrolle, Akquisition neuer Datenquellen, Definition und Regelung des Prozesses zur Datenverteilung.
- Gremien, Organisation und Meetings: Definition der Untergremien (Technical WG, Steering Group, Assembly), Organisation der Steering Group Meetings, Erstellen von Protokollen und Aufgabenlisten, Verteilung von Dokumenten.

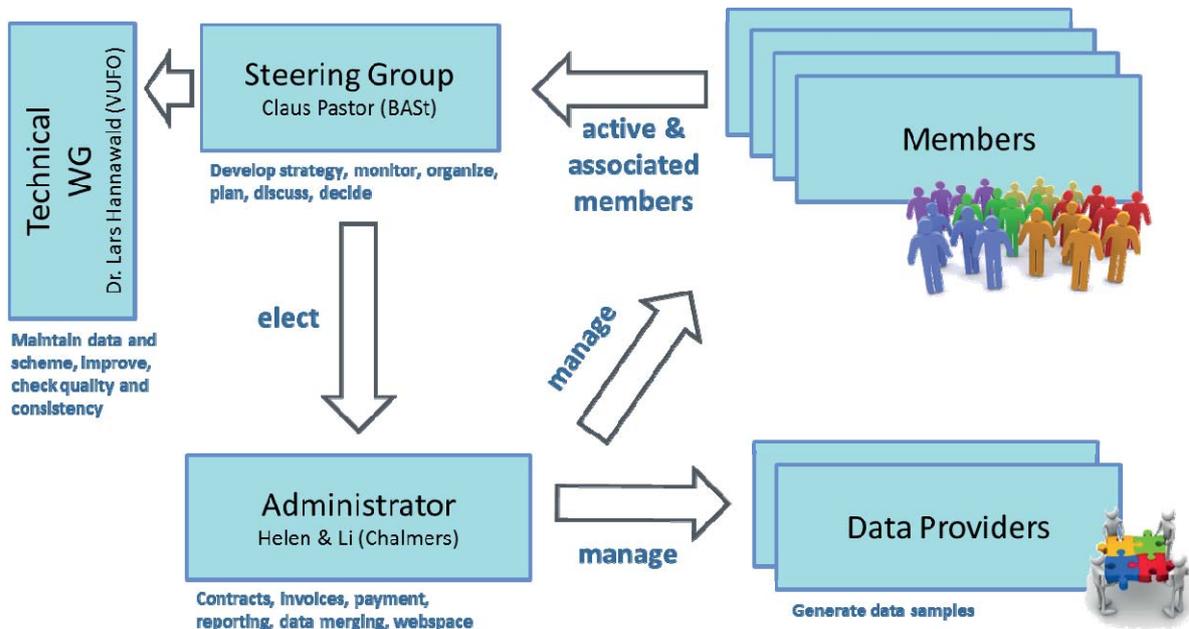


Abbildung 7: Phase 2 Projektstruktur

Zusätzlich zu dem Administrator und der Steering Group wurde eine technische Arbeitsgruppe (Technical WG) etabliert zur Klärung technischer Detailfragen. Diese Gruppe berichtet in die Steering Group und setzt sich überwiegend aus Vertretern der Datenlieferanten zusammen. Aufgaben dieser Gruppe sind im Einzelnen:

- Pflege und Weiterentwicklung des gemeinsamen Datenschemas und Codebooks
- Klärung technischer Anfragen und Bereitstellen von Hintergrundinformationen
- Ansprechpartner für Rekodierer
- Sammeln von Best Practices und Richtlinien
- Bereitstellen gemeinsamer Werkzeuge (Software-Tools)
- Entwicklung geeigneter Methoden zum Datenaustausch
- Anwenden und Erstellen von Integritäts-, Plausibilitäts- und Qualitätschecks
- Stichproben- und Hochrechnungstechniken

Abbildung 7 zeigt einen Überblick über die Organisationsstruktur mit den beschriebenen Gruppen und ihren Beziehungen untereinander. Als Administrator wurde die Chalmers University von der Steering Group gewählt, so dass die separate Gründung einer entsprechenden Organisationsform nicht notwendig war. Den Vorsitz über die Technical WG übernahm Dr. Hannawald, Leiter der VUFO GmbH in Dresden. Für die Leitung der Steering Group konnte Hr. Pastor von der BAST gewonnen werden.

Das Modell zur Finanzierung von IGLAD in der Projektphase 2 wurde lange diskutiert. Schließlich sollte es den Fortbestand des Projektes ermöglichen und es sollte gleichzeitig die verschiedenen Interessen der Projektpartner widerspiegeln und ausgleichen. Ein erster Gedanke und zudem sehr einfacher Ansatz wäre, die Daten einfach zwischen den einzelnen Datenlieferanten auszutauschen, ohne finanzielle Mittel zu involvieren. Leider erwies sich dieser Ansatz recht schnell als wenig praktikabel, da viele Projektpartner entweder nur Daten für Analysen nutzen bzw. nur für die Verwendung im Projekt erzeugen wollten. Darüber hinaus gab es allein aufgrund der Größe der Organisationen Unterschiede zwischen den Projektpartnern, die es auszugleichen galt: während es für kleinere Datenlieferanten schwierig ist, die geforderte Mindestanzahl von Fällen pro Jahr zu erfüllen, haben größere Datenlieferanten keine Schwierigkeiten ein Sample aus ihren Daten zur Verfügung zu stellen. Hinzu kommt, dass größere Projektpartner, meist von mehreren Organisationen finanziert werden, welche dann auch von einem geteilten Datensatz profitieren würden. All dies führt zu unverhältnismäßig großen Unterschieden zwischen kleinen und großen Projekten wenn es um Nutzen und Beiträgen zu dem Projekt geht. Die Lösung dieses Problems liegt in der sauberen Trennung der Rollen und Interessen und entsprechendem Ausgleich auf finanzieller Basis. Eine zentrale Randbedingung ist, dass das Finanzierungsmodell ausschließlich das Fortbestehen des Projektes gewährleistet soll, um Daten für Forschungszwecke zur Verfügung zu stellen und dabei keinerlei Profit zu erzeugen. Diese Präambel ist auch fest im IGLAD Consortium Agreement verankert.

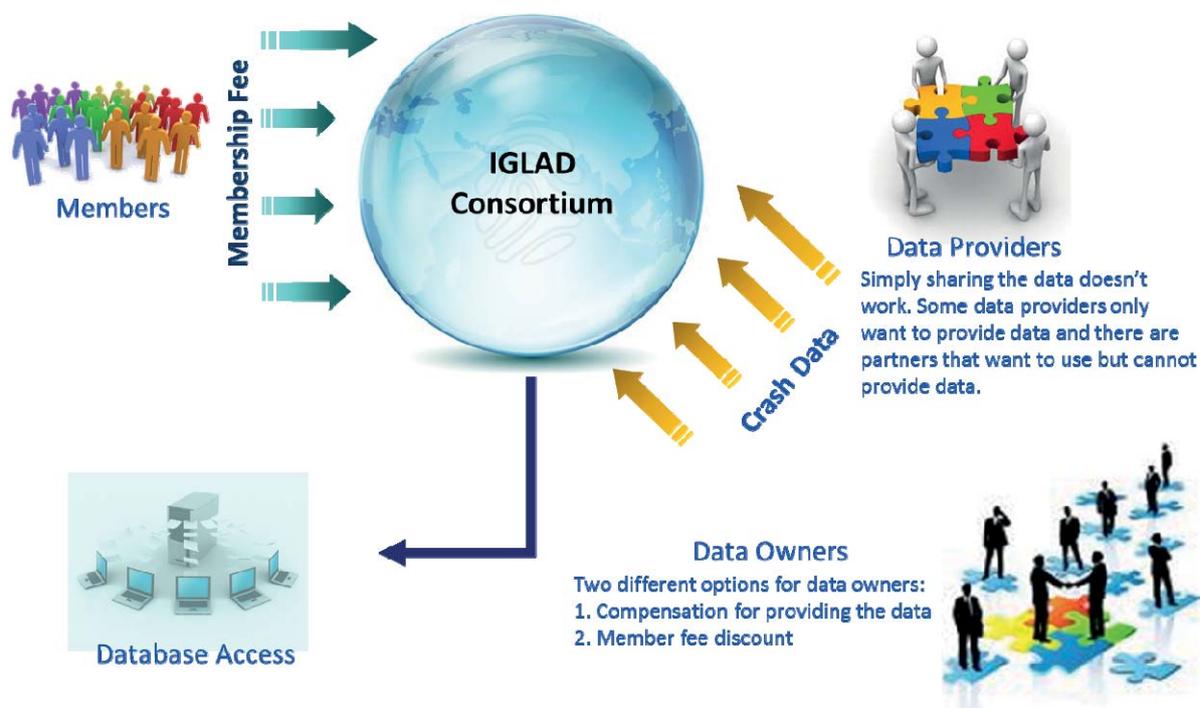


Abbildung 8: IGLAD Phase 2 Finanzierungsmodell

Entsprechend der Anforderungen wurden verschiedene Finanzierungsmodelle entwickelt. Dabei wurden drei verschiedenen Rollen im Projekt identifiziert und separiert: Mitglieder (Members), Datenlieferanten (Data Providers) und Dateneigner (Data Owners), was in Abbildung 8 dargestellt ist. Jedem Projektpartner kann eine oder auch mehrere dieser Rollen zugeordnet werden. Es ist sogar möglich, dass ein Projektpartner alle drei Rollen gleichzeitig innehat. Mitglieder sind Partner, die die Daten nutzen möchten, Datenliefe-



ranten stellen dem Projekt Daten für ein bestimmtes Land zur Verfügung und Dateneigner müssen der Bereitstellung der Daten zustimmen.

In einem zweiten Schritt wurden Beziehungen zwischen den verschiedenen Rollen definiert und der Fluss von Daten und finanziellen Mitteln dargestellt. Um einen Ausgleich zwischen verschiedenen großen Projektpartnern zu schaffen, wurden zwei Optionen für die Dateneigner ermöglicht: Entweder ein fester finanzieller Ausgleich für das Bereitstellen der Daten oder bei großen Datenlieferanten eine Reduktion des Mitgliedsbeitrags für alle Organisationen, die diesen Datenlieferanten finanzieren (und damit Dateneigner sind).

Um sicherzustellen, dass das so definierte Finanzierungsmodell auch funktionieren würde, wurde eine Simulation durchgeführt, die auf Umfragen und „Letters of Intent“ basierte. Mit Start der Phase 2 konnte das Ergebnis dieser Simulation bestätigt werden, die Finanzierung für den ersten Datensatz der Phase 2 (Mitgliedsjahr 2014) war gesichert. Ende 2014 wurde bereits mit der Planung des zweiten Datensatzes der Phase 2 (Mitgliedsjahr 2015) begonnen. Eine kontinuierliche Fortsetzung der Simulation des Finanzierungsmodells unter Einberechnung der Veränderungen bei Mitgliedern und Datenlieferanten und einer möglichen Erweiterung des Datensatzes um Variablen aber auch Bildmaterial führt zu „worst“ und „best case“ Szenarien und ermöglicht eine langfristige Planung. Zum jetzigen Zeitpunkt ergibt sich eine positive Bilanz und die weitere Arbeit in dem Projekt scheint gesichert.

Mit Phase 2 wurden auch einige technische Verbesserungen umgesetzt. Um eine konsistente Qualität innerhalb des Datenpools zu ermöglichen, wurden einheitliche Plausibilitätschecks und weitere Prüfungsmechanismen eingeführt. Es wurde ein Bugtracker für Fehler- und Qualitätsmanagement installiert. Zur effizienteren Abwicklung der Datenerfassung und Vereinfachung der Zusammenführung der Daten bei gleichzeitiger Qualitätskontrolle, wurde ein einheitliches Software Tool zur Datenerfassung und für Qualitäts- und Konsistenzchecks bei den Data Providern installiert.

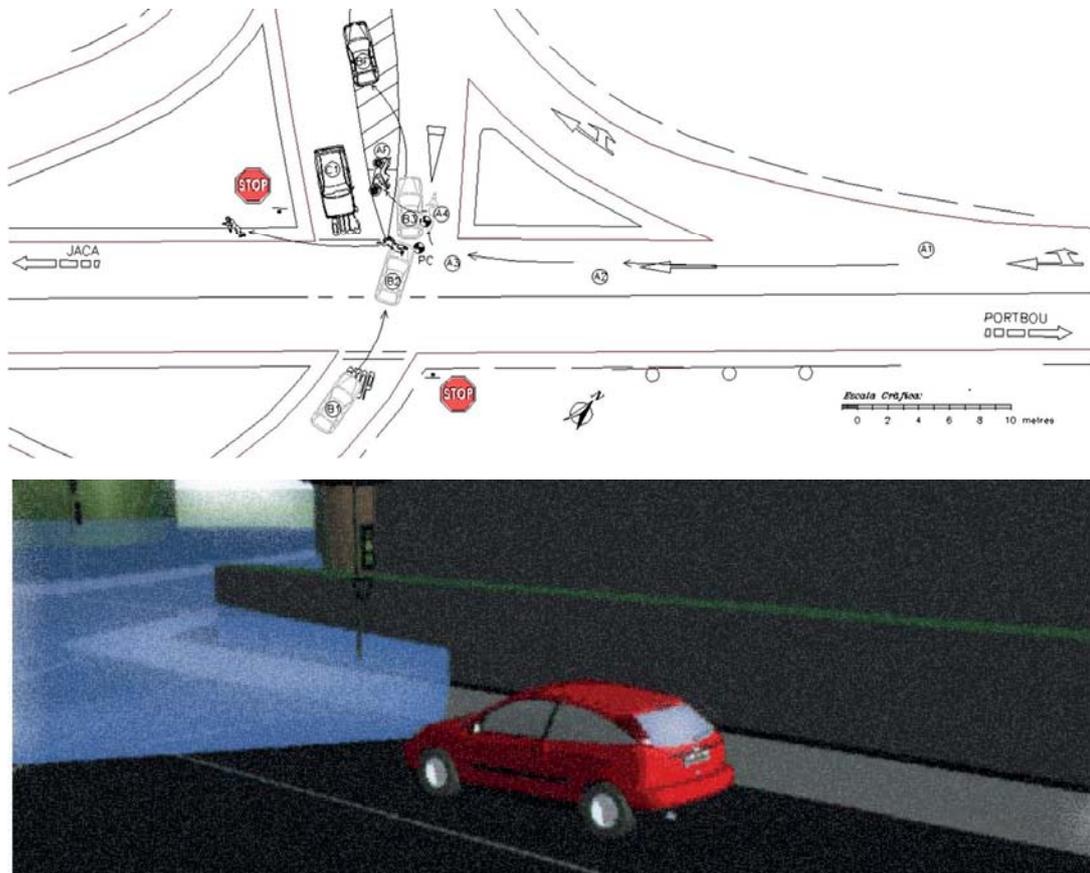
Die Rekodierung für das Mitgliedsjahr 2014 der Phase 2 wurde Ende 2014 gestartet und mit einer Datenerlieferung ist Mitte 2015 zu rechnen. Mitglieder der Phase 2 sind: AIT, Autoliv, BAST, Bosch, BRSI, BMW, CASR, Chalmers, Daimler, Fiat, Ford, Nissan, Opel, PSA Renault, Takata, TATA, Toyota Europe, TU Graz, Uni Firenze, VCC, VUFO und VW.

#### **4. Ausblick und nächste Schritte**

Während bisher organisatorische Aspekte im Vordergrund standen, um die Grundlagen für einen ersten Datensatz zu legen, eine geeignete Infrastruktur für das Projekt zu schaffen und eine nachhaltige Finanzierung zu ermöglichen, verschiebt sich der Fokus mehr hin zu inhaltlicher Arbeit mit den Daten und gleichzeitig einer Erweiterung und Verbesserung der Daten.

So konnte Anfang 2015 ein flankierendes Projekt abgeschlossen werden, das genauere Informationen über die Pre-Crash Phase der Unfälle in den IGLAD Daten bereitstellen sollte. Diese „Pre-Crash Matrix“ umfasst eine Trajektorie von jedem Beteiligten bis zu 5s vor Kollision und zugehörige fahrdynamische Werte. Dafür wurde zunächst untersucht, welche Informationen notwendig sind, um eine Simulation des Unfalles durch-

führen zu können, die dann die gewünschten Daten erzeugen würde. In einem nächsten Schritt wurde eine Bestandsaufnahme gemacht, um festzustellen, welche Datensätze aus IGLAD geeignet für eine solche Simulation sind. In einer Pilotstudie wurden dann für jedes in IGLAD vertretene Land fünf Unfälle simuliert und eine Pre-Crash Matrix erstellt.



**Abbildung 9: Simulation der Pre-Crash Phase**

Die so erzeugten Daten über die Pre-Crash Phase des Unfalls ermöglichen die Simulation von Sicherheitssystemen und eine Bewertung von deren Performance in realen Unfällen in allen bei IGLAD beteiligten Ländern. Abbildung 9 zeigt die Skizze eines Unfalles aus IGLAD, die die wesentliche Grundlage für die Erstellung der Pre-Crash Matrix darstellt, und die entsprechende Simulation mit einem im Fahrzeug verbauten Assistenzsystem für Kreuzungssituationen. Ein nützlicher Nebeneffekt dieser Arbeiten ist die Verbesserung der Rekonstruktionsdaten und Skizzen der Unfälle aus IGLAD.

Für die kommenden Veröffentlichungen von Datensätzen sind ebenfalls Erweiterungen geplant, sowohl bei der Anzahl der beteiligten Länder, die Daten zur Verfügung stellen, als auch beim Umfang der Daten. So wird z.B. über eine Bereitstellung von Fotodokumentation in Ergänzung zu den schon vorhandenen Unfallskizzen nachgedacht. Weitere aktuelle Informationen über das Projekt stehen über die Webseite [11] zur Verfügung.



## 5. Zusammenfassung

Die globale Verkehrssicherheit rückt mit dem stark wachsenden Automobilmarkt in den Schwellenländern immer mehr in den Vordergrund. Während in technologisch und infrastrukturell weiter entwickelten Ländern die Anzahl der Getöteten im Straßenverkehr kontinuierlich rückläufig sind, ist in Schwellenländern ein entgegengesetzter Trend zu beobachten. Das Projekt IGLAD adressiert diese Problematik aus Sicht der Unfallforschung, in dem die Datenbasis von Straßenverkehrsunfällen weltweit harmonisiert und vergrößert werden soll. Dies soll dazu führen, dass die Stellhebel zur Verbesserung der globalen Verkehrssicherheit schnell und effektiv identifiziert werden können. Das Projekt konnte erfolgreich gestartet werden, ein erster Datensatz liegt vor und der zweite befindet sich in Vorbereitung. Auch organisatorisch und finanziell konnte eine Grundlage aufgebaut werden, die ein nachhaltiges Fortbestehen des Projektes sichern soll. Die nächsten Schritte werden eine erweiterte Nutzung und Verbesserung der Datenbasis sein. Insgesamt konnte das Projekt die gesteckten Ziele zügig umsetzen und es bleibt zu hoffen, dass der weitere Fortschritt in gleichem Maße erfolgen kann und damit eine ausreichend große Datenbasis in naher Zukunft aufgebaut werden kann, um Fragen der globalen Verkehrssicherheit besser adressieren zu können.

## Literatur

- [1] M. Peden et. al., WHO, World report on road traffic injury prevention, 2004.
- [2] E. Kopits, M. Cropper, Traffic fatalities and economic growth. Washington, DC, The World Bank, 2003 (Policy Research Working Paper No. 3035).
- [3] EU Commission, European Road Safety Action Programme, ISBN 92-894-5893-3, 2003.
- [4] Euro NCAP Advanced reward, <http://www.euroncap.com/rewards.aspx>, 2010.
- [5] IRTAD, International Traffic Safety Data and Analysis Group, International Transport Forum, OECD, <http://internationaltransportforum.org/Irtadpublic/index.html>.
- [6] CARE, European Road Safety Observatory, Safetynet (EU Commission DG-TREN), [http://erso.swov.nl/safetynet/content/wp\\_1\\_care\\_accident\\_data.htm](http://erso.swov.nl/safetynet/content/wp_1_care_accident_data.htm).
- [7] W.E. Deming, F.F. Stephan, On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known, *Annals of Mathematical Statistics* 11 (4): 427–444. doi:10.1214/aoms/1177731829. MR3527, 1940.
- [8] Ockel, Bakker, Schöneburg, „Internationale Harmonisierung von Unfalldaten“, VDI Kongress 2011, Berlin
- [9] Bakker, „iGLAD – A pragmatic approach for an international accident database“, VDA Kongress 2012, Sindelfingen
- [10] Ockel, Bakker, Schöneburg, „An initiative towards a simplified international in-depth accident database“, ESAR Conference 2012, Hannover
- [11] <http://www.iglad.net>

## Ablenkung beim Autofahren. Eine überschätzte Gefahr?

Ulrich Chiellino (ADAC), Marion Seidenberger (ÖAMTC), Michael Gatscha (Neurotraffic), Gerhard Klösch (ISWF), Sten Hanke, Andreas Oberleitner (AIT)

### Zusammenfassung

Unachtsamkeit aufgrund verschiedener ablenkender Tätigkeiten während der Fahrt, kann im Straßenverkehr bei Lenkern zu Fahrfehlern oder Unfällen führen.

Um die Auswirkungen einzelner ablenkender Faktoren auf das Fahrverhalten zu veranschaulichen, wurden 66 fahrerfahrene Probanden instruiert, eine gesicherte Strecke (Teststrecke im ÖAMTC Fahrtechnikgelände) abzufahren.

Die ihnen dabei vermittelte Aufgabenbeschreibung lautete, sich an eine vorgegebene Fahrgeschwindigkeit (zwischen 30-50 km/h) zu halten und das, obwohl der Tacho zur Kontrolle der Geschwindigkeit nicht genutzt werden konnte, da dieser zuvor im Testfahrzeug abgeklebt wurde. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Anforderungen an die Testaufgabe zu erhöhen, da während der Fahrt keine weiteren Fahrzeuge auf der Strecke aus Sicherheitsgründen zugelassen wurden.

Neben Videoaufzeichnungen, die das Verhalten und die Blicke der teilnehmenden Fahrer registrierten, wurden auch Längs- und Querbeschleunigungen im Fahrverhalten gemessen, sowie die kognitive und physiologische Aktivierung mittels EEG und EKG.

Das subjektive Empfinden der Teilnehmer wurde mit Fragebögen vor und nach der Fahrt erfasst.

Die Ablenkungen während der Fahrt bestanden aus: ein Brillenetui aus der Konsole entnehmen und das Herausnehmen der Brille, aus einer Wasserflasche trinken, ein heruntergefallenes Kinderspielzeug aufheben und dem Kind (Dummy in einem Kindersitz auf der Rückbank) auf den Schoß legen, ein Handytelefonat annehmen sowie eine Adresse in ein Navigationsgerät eintippen.

Alle dargebotenen ablenkenden Aufgaben haben signifikante Auswirkungen auf Fahr- und Blickverhalten, sowie auf mentale/physiologische Parameter gezeigt.

Die Ergebnisse gelten für beide Geschlechter und sind unabhängig vom Alter oder sicherheitsrelevanten persönlichen Einschätzungen. Das bedeutet, egal wie gut man sich selbst als Fahrer einschätzt, die Beeinträchtigung aller untersuchten Nebentätigkeiten bleibt ungeachtet des Selbstbildes deutlich beobacht- und messbar.

Letztlich kann man aus den Ergebnissen schließen, dass nicht nur augenscheinlich ablenkende Tätigkeiten - wie zum Beispiel das Bedienen eines Navigationsgeräts - gefährlich sind, sondern auch vermeintlich wenig ablenkende Tätigkeiten wie z.B. das Trinken aus einer Wasserflasche oder das Hantieren mit einem Brillenetui, deutlich ablenkenden Charakter haben.



Dieses Resultat ist insofern von Bedeutung, als dass die Probanden angaben, solche Tätigkeiten (z.B. Essen oder Trinken), sehr häufig während des Lenkens durchzuführen. Zu berücksichtigen ist, dass sich diese Ergebnisse in einem relativ niedrigen Geschwindigkeitsbereich und unter optimalen Fahr- und Umweltbedingungen (Tageslicht, trockene Fahrbahn, kein Gegen- oder Nachfolgeverkehr) zeigten.

Es scheint innerhalb der Fahrerpopulation somit ein trügerisches Gefühl der Sicherheit vorzuliegen, trotz ablenkender Einflussfaktoren, ausreichend gut ein Fahrzeug beherrschen zu können.

Es gilt somit die Verkehrsteilnehmer für die Gefahren, die mit einer Ablenkung verbunden sind, zu sensibilisieren.

## 1. Einleitung

Unachtsamkeit und Ablenkungen sind im Straßenverkehr nicht zuletzt aufgrund der schnellen und flächen-deckenden Verbreitung von Smartphones ein wachsendes Problemfeld. Aber auch fahrfremde Tätigkeiten wie Essen, Trinken, Telefonieren, Ziele ins Navigationsgerät eintippen sowie sich um Kinder kümmern, werden oftmals während der Fahrt durchgeführt und das nicht immer mit dem Bewusstsein, dass es sich um gefährliche Ablenkungen handelt. Ein Fahrzeug legt im Stadtverkehr bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 50 km/h pro Sekunde, knapp 15 Meter zurück.

Neben den zur Durchführung von fahrfremden Tätigkeiten notwendigen Blickabwendungen können zusätzliche Nebenaufgaben dem Fahrer wertvolle Konzentrationsleistung vom Fahrgeschehen abziehen und nötige Reaktionsressourcen blockieren, auch dann, wenn der Blick auf die Straße gerichtet ist, da Aktivitäten des präfrontalen Cortex die Informationsverarbeitung des visuellen Cortex überlagern können. Unfälle können die Folge sein.

Laut den Unfalldaten aus 2014, die seitens des Bundesministeriums des Innern (BMI) Anfang 2015 in Österreich herausgegeben wurden, zeigte sich, dass bei den vermuteten Hauptunfallursachen bei tödlichen Verkehrsunfällen in der Rubrik „Unachtsamkeit/Ablenkung“ ein Anstieg zu verzeichnen ist.

Waren im Jahr 2009 noch 11 Prozent tödliche Unfälle in dieser Rubrik eingetragen, so stieg die Zahl im Jahr 2014 auf 14 Prozent an. Für Deutschland kann die Aussage getroffen werden, dass etwa bei zehn Prozent der Unfälle mit Personenschaden ablenkende Tätigkeiten zumindest einen unfallverursachenden Einfluss gehabt haben. Die Schweiz beziffert den Anteil sogar auf bis zu 27 Prozent. Ablenkende Faktoren haben somit einen vergleichbar großen Einfluss auf das Unfallgeschehen - wie der Faktor Alkohol.

Um verschiedene Arten von Ablenkungen und ihre Auswirkung auf die Fahrsicherheit während der Fahrt genauer untersuchen zu können, wurde in Kooperation mit ADAC und ÖAMTC sowie in Zusammenarbeit dem Institut für Schlaf- und Wachforschung, dem Austrian Institute of Technology (AIT) und Neurotraffic ein Fahr- und Ablenkungsaufgabendesign erstellt, welches im abgesicherten Bereich des ÖAMTC Fahrtechnikzentrums in Teesdorf von freiwilligen Testfahrern absolviert werden sollte.

## 2. Studiendesign und Methodik

### 2.1. Studienablauf

Im Rahmen dieser Studie wurden Probanden eingeladen, eine Testfahrt auf einem abgesperrten, durch Instruktoren überwachten und gesicherten Rundkurs durchzuführen. Die Aufgabe bestand darin, drei gleichmäßig schnelle Runden zu fahren, wobei der vorgeschriebene Geschwindigkeitsbereich zwischen 30 und 50 km/h nicht unter- bzw. überschritten werden sollte. Eine Proberunde auf der Fahrstrecke, zur „Tempogefühlseinschätzung“ hinter einem vom Instruktor gelenkten Pkw, der diese Runde genau in diesem Geschwindigkeitsbereich abgefahren ist, wurde jedem Testfahrer unmittelbar vor der Datenerhebung zur Eingewöhnung ermöglicht.

Was die Versuchspersonen jedoch nicht wussten, ist dass Sie während der Gleichmäßigkeitsfahrten in den folgenden Runden zusätzlich verschiedene Ablenkungsaufgaben zu bewältigen hatten, die typische Nebentätigkeiten darstellen.

Dabei wurde einerseits das Fahrverhalten gemessen, wie Geschwindigkeitswahl und Beschleunigungskräfte beim Gas geben und Bremsen, sowie die Kurvenkräfte. Dazu wurden Testfahrzeuge mit speziellen Video- und Datenaufnahmegeräten ausgestattet. Andererseits wurden physiologische Parameter erhoben, um eine Einschätzung zur kognitiven Belastungen zu erhalten. Um derartige Variablen messen zu können, wurden die Probanden mit Hilfe von mobilen EEG- und EKG-Aufzeichnungsgeräten ausgestattet.

Während die Testpersonen mit den Sensoren der genannten Messinstrumenten versehen wurden, bestand die Möglichkeit sich mit der Teststrecke mit Hilfe eines Videos vertraut zu machen.

Zusätzlich füllten die Teilnehmer einen Fragebogen aus, der Fragen zum persönlichen Fahrstil beinhaltete. Nach dem Anbringen der Sensorik (div. Elektroden) und dem Ausfüllen eines Fragebogens, fuhren die Teilnehmer die vorgesehene Teststrecke zum Kennenlernen unter Anleitung eines Instructors einmal ab.

Nach einer geringen Wartezeit starteten die Personen mit den drei Wertungsrunden, welche in einem Durchgang durchfahren wurden. Die erste Runde wurde dabei als Basis- oder Referenzrunde erhoben, mit denen die weiteren beiden Runden verglichen wurden. Ab der zweiten Runde bekamen die Probanden die Aufgaben gestellt, die ihnen ein Instruktor per Funkgerät an einem vordefinierten Streckenabschnitt ansagte:

Nach den drei Fahrunden wurden die Testpersonen zum Ausgangsort zurückgeführt. Im Anschluss wurden die EEG- und EKG-Sensoren abgenommen. Währenddessen füllten die Probanden weitere Fragebögen zum Thema Nebentätigkeiten beim Autofahren und Selbsteinschätzung aus.

### 2.2. Beschreibung der zu untersuchenden Ablenkungen

Für diese Untersuchung wurden fünf ablenkende Tätigkeiten ausgewählt, die im Alltag sehr häufig während des Lenkens ausgeführt werden, wie z.B. aus einer Flasche trinken, eine Brille aus dem Etui holen, das in der Mittelablagekonsole im Wagen liegt sowie ein Handygespräch annehmen. Die Aufgaben wurden ortsabhängig per Funkgerät in einer vordefinierten Weise mitgeteilt. Grundsätzlich begann jede Ablen-



kungsaufgabe mit der Durchsage der genau definierten Instruktion über das Funkgerät, welches vor der Abfahrt in jedes Fahrzeug gelegt wurde. Eine weitere Aufgabe war es, einen definierten Zielort in ein mobiles an der Frontscheibe angebrachtes Navigationsgerät einzutippen. Das Gerät wurde dazu entsprechend vorbereitet, so dass keine Menusteuerung zur Eingabe notwendig war. Die Eingabe in das Gerät selbst konnte somit unmittelbar nach erfolgter Aufforderung begonnen werden.

### **2.3. Messung des Fahrverhaltens anhand von Fahrdaten**

Zwei wesentliche Aspekte des Fahrverhaltens sind der Umgang mit einem Fahrzeug hinsichtlich Beschleunigungs- und Kurvenverhalten sowie der Geschwindigkeitswahl. Diese Parameter sind leicht beobacht- und daher messbar. Die hier eingesetzte Messtechnologie war das pdrive lite® System, dessen Hauptsystem aus einer kleinen Box besteht, in der sich diverse Sensoren und Speichermedien befinden. Das pdrive lite® System zeichnet GPS Signale, Quer- und Längsbeschleunigung, vertikale Beschleunigung, Stereo und Audiosignal, Geschwindigkeit (mittels GPS) sowie Datum und Uhrzeit (ebenfalls per GPS) auf.

### **2.4. Erfassung der Biosignale**

Zur Untersuchung der körpereigenen, biologischen Reaktionen der einzelnen Probanden während der Fahrt wurden bei diesen spezifische Biosignale abgenommen. Im Einzelnen waren dies: ein Einkanal-Elektrokardiogramm (EKG), ein Einkanal-Elektrookulogramm (EOG) und ein Vierkanal-Elektroenzephalogramm (EEG). Zu diesem Zweck wurde der Vigilance Recorder des Austrian Institute of Technology verwendet. Es handelt sich dabei um einen mobilen Biosignalverstärker mit Bluetooth-Anbindung und Möglichkeit zur Speicherung der Daten auf SD-Karte. In dieser Studie wurden die Daten pro Kanal mit 125Hz aufgezeichnet, via Bluetooth direkt und live auf ein Tablet übertragen und dort abgespeichert. Die zugehörige App ermöglicht die Datenerfassung und Visualisierung, um die Datenqualität vor Beginn der Trials prüfen zu können.

### **2.5. Registrierung der Hirnaktivität mittels Elektroenzephalografie (EEG)**

Um die kortikale Beanspruchung während der Durchführung von kognitiven Aufgaben objektiv beschreiben zu können, gilt die Ableitung von Hirnströmen mittels EEG als der Goldstandard in den Neurowissenschaften. Im Gegensatz zu den bildgebenden Verfahren (wie PET, SPECT und fMRI) haben EEG-Ableitungen den Vorteil, die neurokortikalen Aktivitätsveränderungen z.B. im Rahmen einer Denkaufgabe unmittelbar und zeitsynchron abzubilden. Dieser Vorteil einer idealen zeitlichen Auflösung geht zwar auf Kosten einer ungenauen räumlichen Auflösung (hier sind bildgebende Verfahren deutlich im Vorteil), doch für die Quantifizierung kortikaler Prozesse (z.B. bei der Durchführung von Rechenaufgaben) sind EEG-basierte Analysen vollkommen ausreichend.

### **2.6. Registrierung der Herzaktivität mittels Elektrokardiogramm (EKG)**

Die Registrierung der Herzaktivität mittels Zweikanal-EKG-Ableitung wurde durchgeführt, um mögliche emotionale Belastungen oder Stressreaktionen der Testfahrer/-innen während der Testfahrten dokumentieren zu können. Somit liefert die zeitgleiche Ableitung eines EKGs wichtige und ergänzende Informationen



zu den EEG-Ableitungen und vervollständigt so die Beurteilung ablenkender Reize während der Testfahrten.

Die EKG-Elektroden (Einmalektroden) wurden im Bereich der Schlüsselbeine (linke versus rechte Seite) positioniert. Diese von einer Standard-EKG-Ableitung etwas differierende Montage wurde deshalb gewählt, um einerseits die Anbringung der Elektroden möglichst rasch bewerkstelligen zu können, andererseits gewährleistet die gewählte Ableiteposition eine artefaktfreie Registrierung der „Beat-to-Beat“-Intervalle der Herzaktivität. Die Registrierung des EKGs erfolgte zeitgleich mit den EEG-Ableitungen mit demselben Gerät.

## 2.7. Registrierung der Blickbewegungen (EOG)

Zur Auswertung der Blickbewegungen wurde ein Einkanal-Elektrookulogramm (EOG) verwendet. Zusätzlich wurden die Fahrten mit einer zwei Kameras aufgezeichnet, so dass die Zuordnung von Blickbewegungen zu einer Fahrsituation möglich wurde.

## 3. Stichprobenbeschreibung und subjektive Einschätzung der Probanden

### 3.1. Soziodemographische Daten: Alter, Geschlecht

An dieser Untersuchung nahmen insgesamt 66 Personen teil, davon 24 weibliche und 42 männliche Probanden. Das entspricht einem Verhältnis von 36 Prozent zu 64 Prozent. Hinsichtlich des Alters wurden die Versuchsteilnehmer in drei Stufen eingeteilt, 20-32 Jahre, 33-46 Jahre und 47-65 Jahre. Der jüngste Teilnehmer war 20 Jahre alt, der älteste 65 Jahre. Die Verteilung der Probanden hinsichtlich Alter und Geschlecht zeigt die Abbildung 1.

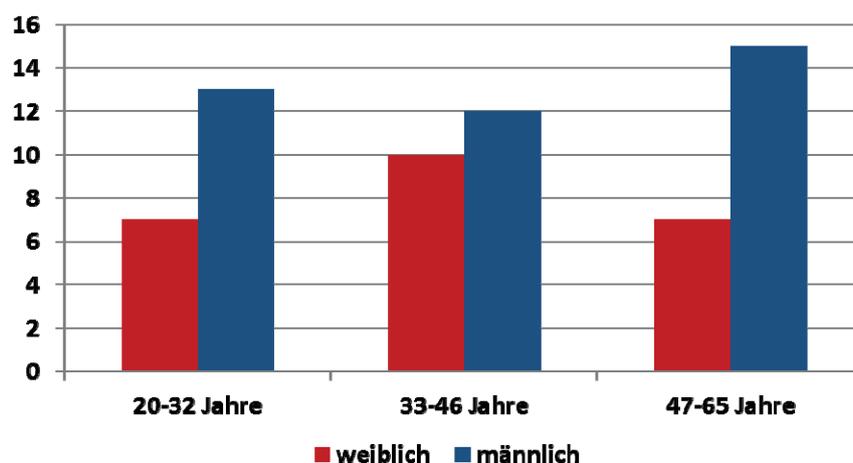


Abbildung 1: Stichprobe: Geschlechts- und Altersverteilung nach Gruppen



### 3.2. Angaben zum eigenen Fahrstil

Der größte Teil der Probanden gab an, einen zügigen, flotten oder dynamischen Fahrstil an den Tag zu legen, demgegenüber gab etwa ein Drittel der Befragten an, einen ruhigen Fahrstil zu haben. Hier wurden keine signifikanten Geschlechtsunterschiede beobachtet.

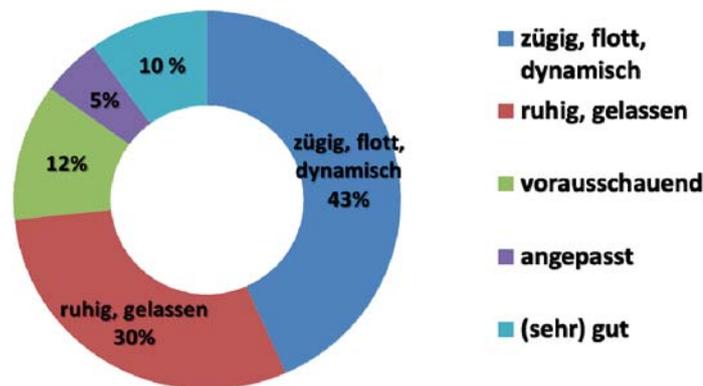


Abbildung 2: Zusammenfassende Beschreibung des eigenen Fahrstils, offene Antwortkategorie

### 3.3. Persönlicher Vergleich mit anderen Fahrern hinsichtlich der „Geschwindigkeitseinhaltung“

Einige Fragen bezogen sich auf die persönliche Leistungseinschätzung betreffend der Geschwindigkeitseinhaltung und der Leistung bei den Ablenkungsaufgaben im Vergleich zu den anderen Lenkern. Hinsichtlich der Einhaltung des Geschwindigkeitsbereichs kann man festhalten, dass sich männliche Probanden im Vergleich zu anderen signifikant besser einschätzen als weibliche Studienteilnehmer (t-Test,  $p=0.005$ ). Die Antwortskala reicht von „war sicher schlechter als andere Lenker“ (Wert 0) bis „war sicher sehr gut im Vergleich zu anderen Lenkern“ (Wert 10).

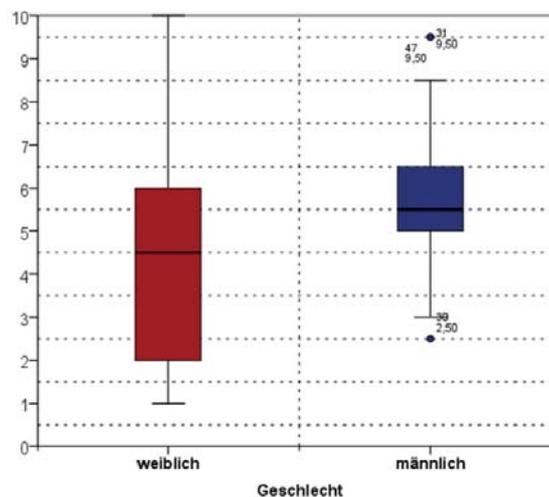


Abbildung 3: Vergleich mit anderen Lenkern, Tempobereich halten, nach Geschlecht  
Dieses Ergebnis ist unabhängig von der Altersgruppe zu betrachten, da hier keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden konnten.

### 3.4. Persönlicher Vergleich mit anderen Fahrern hinsichtlich der „Ablenkung“

Bezogen auf die Leistung der einzelnen Ablenkungsaufgaben ergibt sich ein ähnliches Resultat, es gilt die gleiche Antwortskala von 0-10 wie bei Abbildung 1:

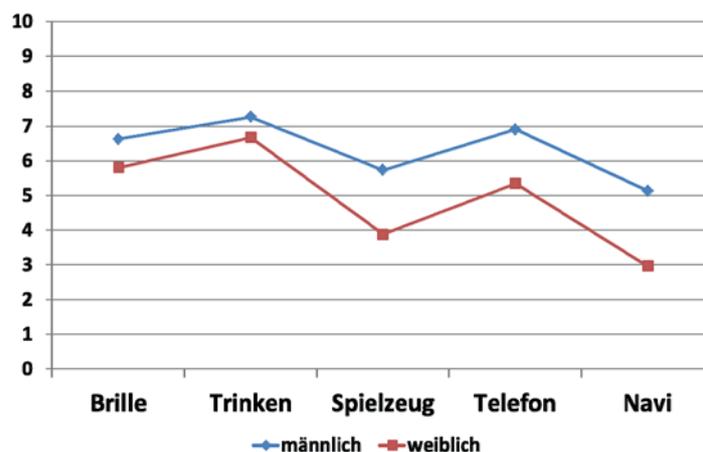


Abbildung 4: Vergleich mit anderen Lenkern, Leistung bei Ablenkungsaufgaben, nach Geschlecht

Hier konnten drei signifikante Unterschiede festgestellt werden: Männliche Probanden schätzten sich signifikant besser beim Lösen der Aufgabe „Spielzeug“ ein, im Vergleich zur Leistung weibliche Studienteilnehmer (t-Test,  $p=.015$ ).

Das gilt auch für die Einschätzung bei den Aufgaben „Mobiltelefon“ (t-Test,  $p=.002$ ) und „Navigationsgerät“ (t-Test,  $p=.001$ ).

Schließlich schätzen sich männliche Teilnehmer auch signifikant besser als Frauen ein, beim Bedienen des Navigationsgeräts besser auf das plötzlich auftauchende Hindernis reagiert zu haben. Hier reichte die Antwortskala von „ich war sehr schlecht“ (Wert 0) bis zu „ich war sicher sehr gut“ (Wert 10).

## 4. Ergebnisse

Bei der Analyse der Fahrdaten, wurde jeweils die jeweilige Sektion / Streckenabschnitt in der Baseline Runde (Fahrt ohne Ablenkung) mit der Sektion / Streckenabschnitt jener Runde, in der die ablenkende Aufgabe gestellt wurde, verglichen.

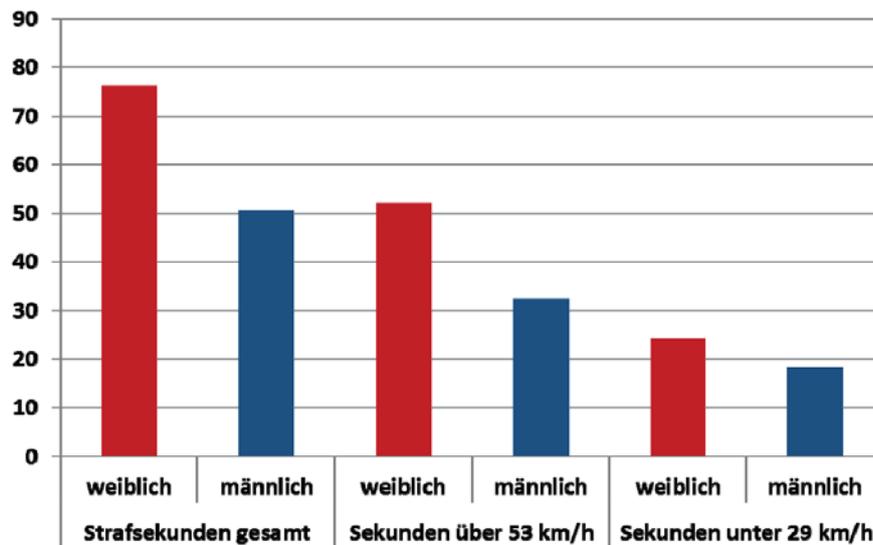
### 4.1. Lösung der Fahraufgabe: Einhaltung eines Geschwindigkeitsbereichs

Der an die Probanden kommunizierte Zweck der Studie war die Untersuchung des Fahrverhaltens anhand von Gleichmäßigkeitsfahrten. Im Speziellen lag die Aufgabe darin, möglichst den zu fahrenden Geschwindigkeitsbereich zwischen 30-50 km/h auf der Teststrecke zu halten und zusätzlich möglichst drei gleich schnelle Fahrrunden zu absolvieren. Wie gut dies den Testpersonen gelang wurde einerseits dadurch bestimmt, wie viele Sekunden sie außerhalb des vorgegebenen Bereichs während der drei Testrunden gefahren sind und andererseits mit der Abweichung der Gesamtzeit zwischen den Runden.



Dazu wurden die Sekunden, die unter 29 km/h und über 53 km/h pro Runde gefahren wurden, erhoben (=“Strafsekunden“). Andererseits wurde die Gleichmäßigkeit der Fahrten, anhand der jeweils benötigten Rundenzeit erhoben. Der Abweichungsbereich wurde bewusst eng gesetzt, wobei 3% Abweichung nach unten bei 30 km/h gewählt wurde und 6% Abweichung nach oben bei 50 km/h.

Wie gut es den Probanden gelang, den vorgegebenen Tempobereichs einzuhalten, zeigt die folgende Abbildung:



**Abbildung 5: Abweichung vom vorgegebenen Geschwindigkeitsbereich nach Geschlecht**

Die Abbildung zeigt, dass es weiblichen Teilnehmern weniger gut als männlichen Teilnehmern gelang, den vorgegebenen Geschwindigkeitsbereich einzuhalten. Dies liegt vor allem darin begründet, da weibliche Probanden vor allem im Bereich über 53 km/h durchschnittlich mehr Strafsekunden kumulierten. Dieser Unterschied war statistisch signifikant (t-Test,  $p=.024$ ).

Bezüglich der Gleichmäßigkeit der Fahrten ist festzuhalten, dass es den Probanden gut gelungen ist, die drei Testrunden hinsichtlich der benötigten Zeit gleichförmig zu absolvieren. Der statistische Vergleich der Rundenzeiten innerhalb der Personen offenbarte zwar hochsignifikante Unterschiede (GLM,  $p=.000$ ), diese liegen jedoch im Bereich von durchschnittlich ca. 8 Sekunden, sowohl bei weiblichen als auch bei männlichen Studienteilnehmern. Daher ergab sich hier kein geschlechtsspezifischer Unterschied. Auch ergaben sich keinerlei Wechselwirkungen betreffend Alter, Fahrstil oder Selbstbild.

Männliche Teilnehmer, die ihren Fahrstil als zügig beschreiben, kumulierten signifikant mehr Strafsekunden im Bereich über 53 km/h und gleichzeitig signifikant weniger im Bereich unter 29 km/h.

#### **4.2. Fahrverhalten bei der Aufgabe „Navigationsgerät bedienen“**

Bei dieser Aufgabe ging es nicht um den Vergleich mit der unbeeinflussten Bedingung, sondern um die Messung der fahrerischen Verhaltensreaktion auf ein plötzlich auftauchendes Hindernis. Damit sollte eine unvorhergesehene Situation im Straßenverkehr simuliert werden, bei der eine rasche Reaktion erforderlich ist, um einen Aufprall/Unfall zu verhindern. Erschwerend, aber realitätsnah, kam dabei die ablenkende



Tätigkeit zur Fahraufgabe dazu. 76 Prozent der Fahrer waren nicht in Lage, das Fahrzeug vor dem Hindernis zum Stehen zu bringen. Siehe folgende Abbildung.

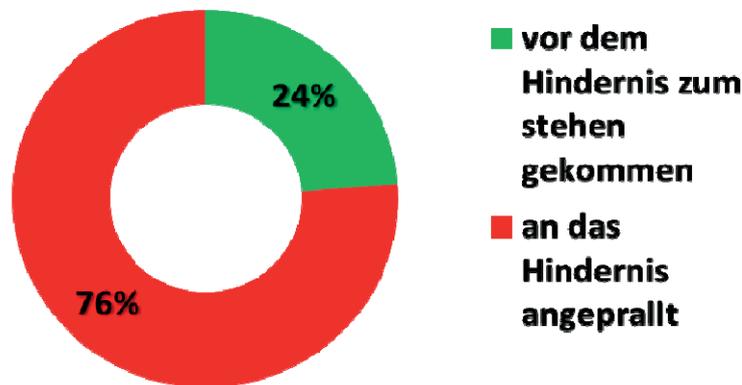


Abbildung 6: Ergebnis der Fahrreaktion beim Hindernis

Die folgende Darstellung gibt Aufschluss über die theoretische Aufprallgeschwindigkeit am Hindernis:

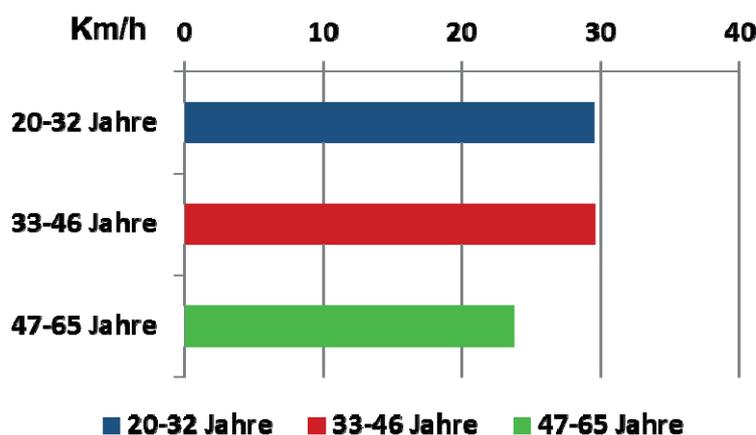


Abbildung 7: Aufprallgeschwindigkeit (km/h) an das Hindernis bei der Aufgabe nach Altersgruppe

Die Abbildung verdeutlicht, dass die durchschnittliche Aufprallgeschwindigkeit je nach Altersgruppe zwischen 23 km/h und knapp 30 km/h lag. Statische Tests ergaben keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern, Altersgruppen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass im Falle eines Aufpralls mit 30 km/h bei einem Fußgänger-Pkw-Unfall jeder zehnte Fußgänger getötet wird.

#### 4.3. Erfasste Blickabwendung bezogen auf den Streckenabschnitt

Bezogen auf die Aufgabenstrecke fuhren die Probanden prozentual am längsten ohne Blick auf die Fahrbahn bei der Navigationsaufgabe, gefolgt vom Handytelefonieren und der Aufgabe Brillenetui. Bei den Aufgaben das Spielzeug aufzuheben und einen Schluck aus der Wasserflasche zu nehmen war dieser Wert am geringsten. Hier konnten keine Geschlechtsunterschiede beobachtet werden.

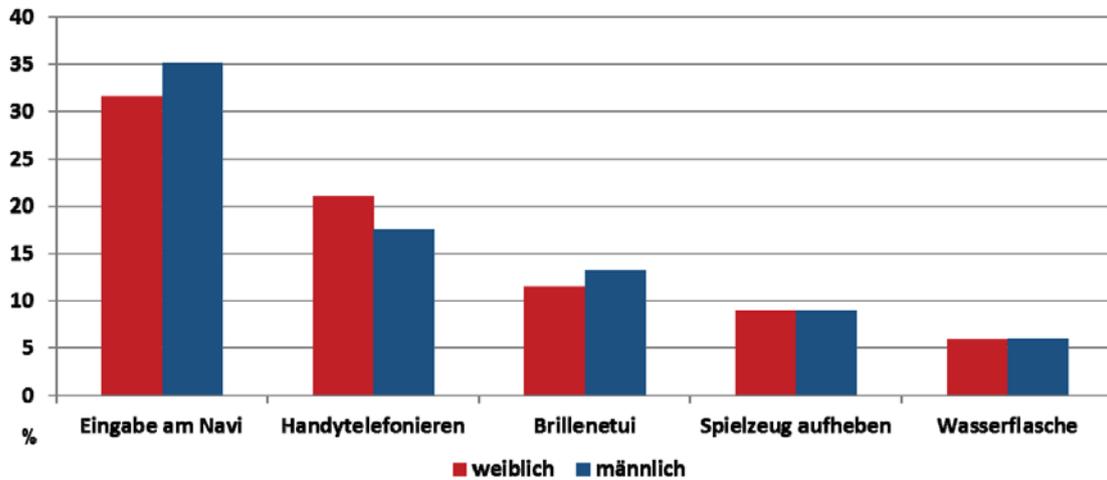


Abbildung 8: Blickabwendungen: „Im Blindflug“ zurückgelegte Strecke während der Ablenkung nach Aufgaben und Geschlecht, differenziert in Prozent

#### 4.4. Erstellung eines Ablenkungsindex

Basierend auf den Ergebnissen der Blickabwendungen und der „Hands-off-wheel“-Zeit bzw. -Strecke wurde ein Prozentscore („Ablenkungsindex“) errechnet. Dieser umfasste die Artefakte der ablenkenden Tätigkeiten in Bezug zur Referenzrunde („Baseline“). Durch dieses Vorgehen wurde versucht, die untersuchten Artefakte der Ablenkung auf einer Skala zusammenzufassen, wobei 100 Prozent maximale Ablenkung darstellt und 0 Prozent keinerlei Ablenkung. Das Ergebnis pro Nebentätigkeit stellt die folgende Abbildung 9 dar:

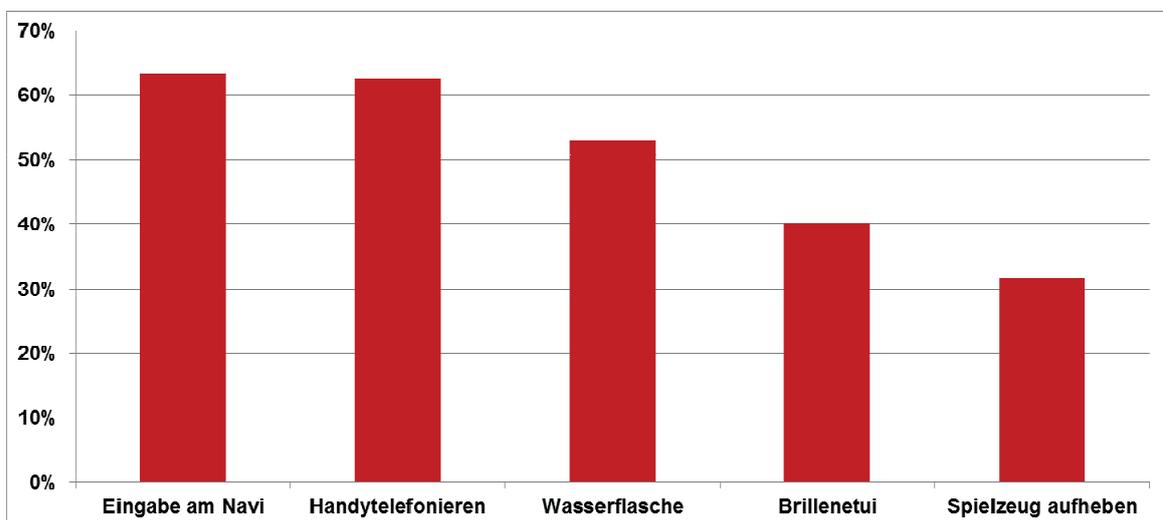


Abbildung 9: Ergebnis eines errechneten Ablenkungsindex

Auf den zu einem Index zusammengeführten Ergebnissen kann man entnehmen, dass nicht nur augenscheinlich ablenkende Tätigkeiten wie eine „Adressen-Eintippaufgabe“ in ein Navigationsgerät oder Handytelefonieren ablenkend sind, sondern auch vermeintlich wenig ablenkende Nebentätigkeiten, wie das Trinken aus einer Wasserflasche oder mit einem Brillenetui zu hantieren, einen deutlich ablenkenden Charakter haben.

#### 4.5. Auswertung der physiologischen Merkmale, EEG

Für die EEG Analyse sind die 10 Sekunden vor und nach dem Startzeitpunkt des Events (ablenkende Nebenaufgabe) betrachtet und verglichen worden, um die psychische Beanspruchung (Konzentrationsleistung) während des Events quantifizieren zu können.

Um eine Verschiebung der kognitiven Leistung von Runde zu Runde ausschließen zu können, ist für die Frequenzpowerberechnung über die einzelnen Runden (Baseline-Runde ohne Events und Events-Runde) zudem komplett berechnet worden. Auf Rundenbasis sind hier keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Ein ähnlicher Mittelwert sowie eine ähnliche Standardabweichung deuten darauf hin, dass es im Rundenmittel keine Veränderungen gegeben hat. Etwaige Unterschiede in den Signalen verglichen vor und nach dem Event, können daher als relevant betrachtet werden und sind direkte Auswirkungen der Events.

Die Darstellung erfolgt bezüglich der einzelnen Events und vergleicht die Phasen vor und während dem Event. Probanden, bei denen sich keine Änderung größer als 5 Prozent zeigen, wurden als gleichbleibend bewertet-

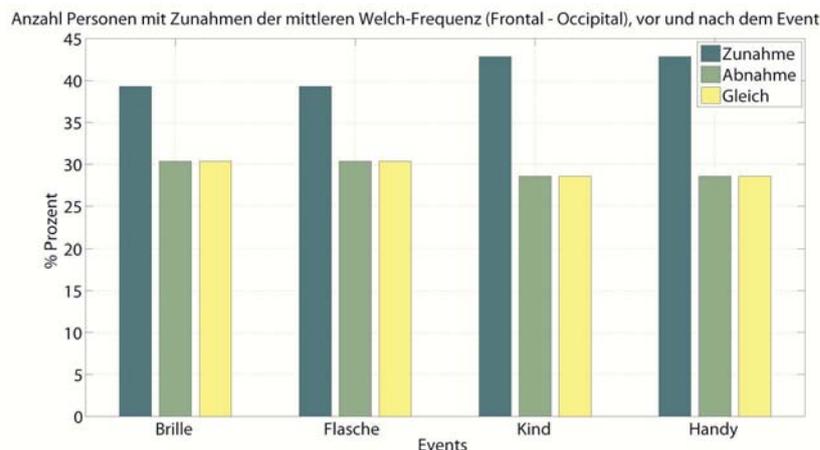
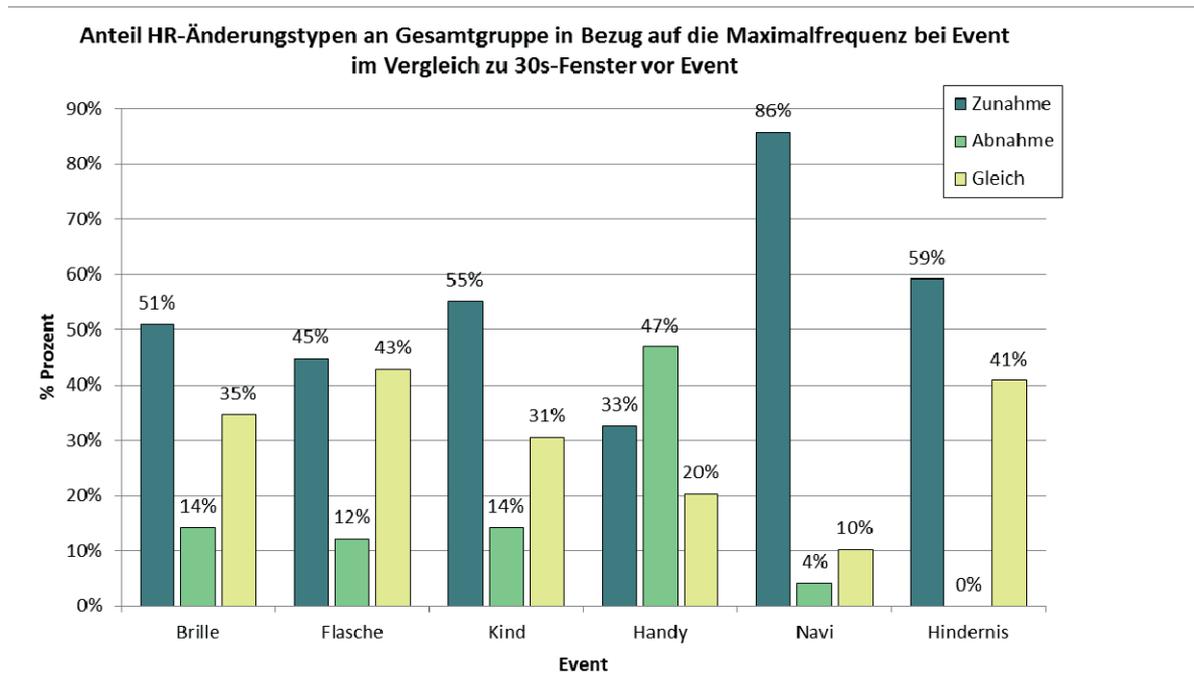


Abbildung 9: Vergleich der mittleren Welch-Frequenzpower vor und nach einem Event

Zu sehen ist ein Trend hin zu einer Zunahme der mittleren Welch-Frequenz-power von vor zu nach dem Event. Dies lässt sich mit der Komplexität der zusätzlichen Aufgabenstellung interpretieren.

#### 4.6. Auswertung der physiologischen Merkmale, EKG

Zunächst wurde die allgemeine Entwicklung der Herzfrequenz der Probanden über den Versuchszeitraum betrachtet. Der Ruhepuls (gemessen als Puls in der Zeit vor der Baseline-Runde über mindestens 5 Minuten), betrug  $MW \pm SD$   $77 \pm 7$  Schläge pro Minute (beats per minute, bpm) und kann für das Kollektiv in dieser Situation als repräsentativ angesehen werden. Der allgemein anerkannte Normwert für die Herzfrequenz liegt bei 60-80 bpm. Die Abweichung von der Norm ist als allgemeine „Aufregung innerhalb des ungewohnten Settings“ zu werten. Betrachtet man die Mikroänderungen der Herzrate, d.h. die Änderungen während der Tasks (= Ablenkungsaufgaben) im Vergleich zum 30-Sekunden-Zeitfenster vor dem Task, zeigt sich, dass der Mittelwert der Herzratenänderung bei den einzelnen Tasks im Trend höher liegt. Die deutlichere Zunahme bei der Navigationsaufgabe ist als Folge der Schreckreaktion zu deuten.



**Abbildung 10: Verteilung der Herzrate über das Kollektiv bei den einzelnen Events**

## 5. Fazit

Ziel der Studie war die Untersuchung typischer ablenkender Nebentätigkeiten während einer Fahrt.

Insgesamt nahmen 66 Testpersonen teil (24 weiblich und 42 männlich), die in drei annähernd gleich große Altersgruppen eingeteilt werden konnten.

Aufgabe war eine bekannte Teststrecke in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsbereich (30-50km/h) zu befahren, dabei mussten die Probanden fünf ablenkende Nebentätigkeiten ausführen. Es wurde das Fahrverhalten anhand von Geschwindigkeitswahl und Beschleunigungskräften sowie physiologischen Parametern (EEG, EKG und Blickverhalten) erhoben. Die typischen Ablenkungen während der Fahrt bestanden aus: Brillenetui suchen samt Herausnehmen der Brille, eine Wasserflasche öffnen und daraus trinken, ein heruntergefallenes Kinderspielzeug aufheben und dem Kind auf den Schoß legen, ein Handytelefonat annehmen und eine Adresse in ein Navigationsgerät eintippen.

Alle dargebotenen ablenkenden Aufgaben haben signifikante Auswirkungen auf Fahr- und Blickverhalten, sowie auf mentale/physiologische Parameter gezeigt. Keine einzige ablenkende Aufgabe, erscheint sie noch so trivial, war in diesem Sinne unauffällig. Diese Ergebnisse beziehen sich auf fahrerfahrene Lenker und gelten in der Regel für beide Geschlechter, sind unabhängig vom Alter oder sicherheitsrelevanten persönlichen Einschätzungen. Das bedeutet, egal wie gut man sich selbst als Fahrer einschätzt, die Beeinträchtigung aller untersuchten Nebentätigkeiten bleibt ungeachtet des Selbstbildes deutlich beobacht- und messbar.

Die Analyse der Fahrdaten zeigt, dass sich hinsichtlich der Beschleunigungsparameter sowohl in Längs- als auch in Querrichtung auffällige Zusammenhänge mit den ausgeführten Nebentätigkeiten ergaben. Insbe-

sondere konnten Lenkkorrekturen beobachtet werden, die in ihrer Ausprägung oftmals statistisch signifikant waren (ungenau, „eckige“ Spurhaltung), aber auch durch Ablenkung beeinträchtigt. Bremsverhalten war auffällig.

Augenscheinlich ist das gezeigte Fahrverhalten eines abgelenkten Fahrers für andere Verkehrsteilnehmer plötzlich ohne ersichtlichen Grund ungewöhnlich und erscheint verändert. Andere Fahrer (Mitverkehrsteilnehmer) sind daher gezwungen, ihr eigenes Fahrverhalten (dauernde Korrektur des Sicherheitsabstandes, Schwierigkeiten einen Überholvorgang einzuleiten, Erkennung eines tatsächlich beabsichtigten Spurwechsels, etc.) ständig anzupassen.

Die physiologischen Ergebnisse zeigen, dass die Zunahme der Komplexität bei der Aufgabenstellung mit einer höheren kognitiven Beanspruchung einhergeht.

Die Analyse der Herzrate offenbarte, dass es bei den einzelnen ablenkenden Tätigkeiten zu keinen statistisch bedeutsamen Unterschieden im Pulsbereich kam. Dieses Ergebnis ist insofern plausibel, da es zu keiner körperlich anstrengenden Nebentätigkeit kam.

Pro untersuchter Nebentätigkeit wurde auch erhoben, wie sich die Ablenkung hinsichtlich des Blickverhaltens äußert. Hier kann festgehalten werden, dass die Probanden prozentual am längsten ohne Blick auf die Fahrbahn bei der Navigationsaufgabe fuhren, gefolgt vom Handytelefonieren und der Aufgabe Brillenetui. Bei den Aufgaben das Spielzeug aufzuheben und einen Schluck aus der Wasserflasche zu nehmen war Anzahl und Dauer der Blickabwendungen am geringsten.

Betrachtet man die Navigationsaufgabe im Zusammenhang mit dem dargebotenen Zusatzreiz (plötzlich auftauchendes Hindernis), so konnte festgestellt werden, dass bei dieser Aufgabe mehr als drei Viertel der Testfahrer verunfallt wären, hätte es sich um ein reales Hindernis gehandelt. Die durchschnittliche Anprallgeschwindigkeit lag bei knapp 30 km/h. Berücksichtigt man den generell niedrigen Tempobereich, in dem sich die Probanden bewegen mussten, erscheint die durchschnittliche Anprallgeschwindigkeit sehr hoch.

Letztlich kann man aus den Ergebnissen schließen, dass nicht nur augenscheinlich ablenkende Tätigkeiten wie zum Beispiel die Bedienung eines Navigationsgeräts, gefährlich sind, sondern auch vermeintlich wenig ablenkende Tätigkeiten, wie zum Beispiel das Trinken aus einer Wasserflasche einen ablenkenden Charakter haben.

Dieses Resultat ist insofern von Bedeutung, da viele Probanden angaben, solche Tätigkeiten (z.B. Essen oder Trinken), sehr häufig während des Lenkens durchzuführen und darüber hinaus angaben, diese Tätigkeiten überdurchschnittlich gut bewältigen zu können.

Zu berücksichtigen ist, dass sich diese Ergebnisse bereits in einem relativ niedrigen Geschwindigkeitsbereich und unter optimalen Fahr- und Umweltbedingungen (Tageslicht, trockene Fahrbahn, kein Gegen- oder Nachfolgeverkehr) zeigten.



## 6. Kernaussagen

>> Im Vergleich zu den anderen Probanden schätzen sich die einzelnen Teilnehmer überdurchschnittlich besser ein. Es besteht somit die Gefahr der Selbstüberschätzung. Dabei schätzen männliche Probanden ihr Leistungsvermögen im Durchschnitt durchweg besser ein als weibliche.

>> Demgegenüber konnten insgesamt 76 Prozent der Fahrer (Männer und Frauen) das Fahrzeug vor einem plötzlich auftauchenden Hindernis nicht zum Stehen zu bringen.

>> Bis zu einem Drittel der Strecke, bei der eine Nebenaufgabe bearbeitet wurde, wurde im „Blindflug“ zurückgelegt.

>> Das EKG konnte zeigen, dass in der Tendenz, entgegen der subjektiven Einschätzung, eine erhöhte kognitive Beanspruchung während der Nebenaufgabe zu verzeichnen war.

>> Ablenkende Tätigkeiten während der Fahrt werden von erfahrenen Fahrern systematisch in der Auswirkung auf das eigene Fahrverhalten unterschätzt.

## 7. Handlungsempfehlungen

Das Autofahren ist für die überwiegende Mehrheit der Autofahrer eine Routinetätigkeit. Das Gefühl der Unterforderung ist insofern unvermeidlich. Das Bedürfnis nach mehr Beanspruchung ist daher nachvollziehbar. Gerade deshalb muss auf die Gefahren, die bei ablenkenden Tätigkeiten entstehen, deutlich hingewiesen werden. Insofern gilt es, die Gefahren der Ablenkung bereits im Rahmen der Fahrausbildung stärker zu verankern. Idealerweise durch das Erlebbar machen persönlicher Grenzen, in einem geschützten Bereich.

Die Tendenz zur Fehleinschätzung der eigenen Fahrkompetenz muss über alle Altersklassen hinweg thematisiert werden. Besonders Männer sind davon betroffen. Ggf. sollte über eine geschlechtsspezifische Ansprache bei den Verkehrssicherheitsbotschaften nachgedacht werden.

Zusätzlich Verbote oder eine Erhöhung der Sanktionen bei bestehenden werden als nicht zielführend eingeschätzt, da die Fahrer bereits einer Kontrollillusion unterliegen (nicht erwischt zu werden und besser zu sein, als die anderen, insofern fühlen sie sich unabhängig von einem Verbot zu einem Regelverstoß berechtigt). Vielmehr muss die Eigenverantwortung für das gezeigte Verhalten in den Vordergrund gestellt werden.

## Literatur

Aron, A., Aron, E. N., & Coups, E. (2009). *Statistics for psychology* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Chiellino, U., Winkle, Th., Graab, B., Ernstberger, A., Donner, E., & Nerlich, M. (2010). Was können Fahrerassistenzsysteme im Unfallgeschehen leisten? *Zeitschrift-fuer-Verkehrssicherheit*, 56, 131-137.

Ewert, U.: *Unaufmerksamkeit und Ablenkung*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung. 2011

- Hanke S, Oberleitner A, Lurf R and König G: A WEARABLE DEVICE FOR REALTIME ASSESSMENT OF VIGILANCE; Biomed Tech 2013; 58 (Suppl. 1) © 2013 by Walter de Gruyter · Berlin · Boston. DOI 10.1515/bmt-2013-4175
- T. Akerstedt and M. Gillberg, Subjective and objective sleepiness in the active individual, *Int J Neurosci* 52, no. 1-2 (1990), pp. 29-37. Journal Article Research Support, Non-U.S. Gov't England.
- M. Atienza, J. L. Cantero, R. Stickgold, and J. A. Hobson, Eyelid movements measured by nightcap predict slow eye movements during quiet wakefulness in humans, *J Sleep Res* 13, no. 1 (2004), pp. 25-31. DA-11744/DA/United States NIDAMH-13923/MH/United States NIMHMH-48832/MH/United States NIMH Journal Article Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. England.
- G. Beaumont, P. Kenealy, and M. Rogers, *The Blackwell Dictionary of Neuropsychology*, Wiley-Blackwell, 1 edition, 1999.
- S. M. Belz, G. S. Robinson, and J. G. Casali, Temporal Separation and Self-Rating of Alertness as Indicators of Driver Fatigue in Commercial Motor Vehicle Operators, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 46, no. 1 (Spring 2004), pp. 154-169.
- D. BOGHEN, B. T. TROOST, R. B. DAROFF, L. F. DELL'OSSO, and J. E. BIRKETT, Velocity characteristics of normal human saccades, *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 13, no. 8 (1974), pp. 619-623.
- K. A. Brookhuis and D. De Waard, *The use of psychophysiology to assess driver status*, 1993.
- J. B. Brookings, G. F. Wilson, and C. R. Swain, Psychophysiological responses to changes in workload during simulated air traffic control, *Biological Psychology* 42, no. 3 (1996), pp. 361-377. Psychophysiology of Workload



## Sicherheit durch funktionsgerechte Standardisierung von Landstraßen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen, Technische Universität Dresden

### 1. Ausgangslage

Im Jahr 2013 starben ca. 3.340 Personen als Folge von Straßenverkehrsunfällen. Davon 2.260 auf Landstraßen. Das sind zwei Drittel aller im Straßenverkehr Getöteten und die Hälfte aller Unfälle mit Personenschäden. Demzufolge ist das Potential zur Reduzierung von Unfällen mit Getöteten und mit (Schwer-) Verletzten auf Landstraßen besonders hoch (LIPPOLD 2014)

Insofern müssen an Landstraßen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit künftig noch viel höhere Anforderungen gestellt und damit einhergehend Maßnahmen realisiert werden als bisher.

Neben der Forderung nach Verkehrssicherheit haben Landstraßen gleichzeitig aber auch entsprechend ihrer Verkehrsbedeutung eine angemessene Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

Das Landstraßennetz ist jedoch in weiten Teilen bereits vor dem Zweiten Weltkrieg oder noch eher entstanden. Damals wurde es meist noch gar nicht auf die Erfordernisse des schnellfahrenden Kraftfahrzeugverkehrs ausgerichtet. Eine Modernisierung erfolgte häufig nur in Form neuer Straßenbefestigungen und unter teilweiser Verbreiterung der Querschnitte. Dabei verlief die Entwicklung im westlichen und im östlichen Teil Deutschlands differenziert. So haben sich letztlich als Folge der richtlinienkonformen Neubau- und Ausbaumaßnahmen zwei Netzanteile herausgebildet: Ältere, nicht ausgebaute Straßen mit Mängeln in der Verkehrssicherheit sowie neuere, gut ausgebaute und sichere Straßen. Die steigende Verkehrsbelastung, der höhere Anteil des Schwerverkehrs und die deutlich gestiegenen Fahrgeschwindigkeiten haben jedoch dazu geführt, dass Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit auf den veralteten, nicht regelwerkskonformen Streckenabschnitten nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprechen.

Insofern wurde etwa um die Jahrtausendwende in den Gremien der „Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“ (FGSV) eine Gesamtstrategie entwickelt, um die Verkehrssicherheit insgesamt und vor allem aber auch auf Landstraßen wirksam zu verbessern.

Dazu gehörten u.a. auch die Neustrukturierung des Regelwerkes und die Trennung nach Straßenarten (Autobahnen, Landstraßen, Stadtstraßen). Damit liegen nunmehr für Landstraßen eigenständige „Richtlinien für die Anlage von Landstraßen“ (RAL, FGSV 2012) vor.

Die Erarbeitung der neuen RAL stand besonders unter den Vorgaben der Europäischen Union, die in ihrem Weißbuch das Ziel formuliert hat, die Anzahl der Unfälle mit Getöteten bis zum Jahr 2010 zu halbieren. Das Ziel wurde von der EU-Kommission bis 2020 fortgeschrieben. Damit hat die Verkehrssicherheit in den Entwurfsrichtlinien eine besonders hohe Bedeutung.



Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Kommission empfohlen (HARTKOPF 2013):

- Straßen stärker als bisher zu standardisieren,
- das bedeutet, wenige Straßentypen zu schaffen,
- diese Straßentypen an der Netzfunktion auszurichten,
- die Straßen dabei möglichst selbsterklärend und wiedererkennbar auszubilden.

Handlungsansätze in den neuen RAL ergaben sich vor allem aus der Charakteristik des Unfallgeschehens auf Landstraßen. So sind dort schwere Unfälle in der Rangfolge vor allem auf überhöhte Geschwindigkeiten, falsches Überholen und Fehler in Knotenpunkten zurückzuführen. Wegen dieser unterschiedlichen Unfallursachen sind auch ganz verschiedene Ansätze nötig. Grundsätzlich sollen es Maßnahmen sein, die eine Reduzierung und Anpassung der Geschwindigkeiten bewirken, ein sicheres Überholen ermöglichen und die Konflikte in Knotenpunkten reduzieren.

## 2. Entwurfsprinzip „Standardisierung / Wiedererkennbarkeit“

Künftig wird dafür im Straßenentwurf eine Entwurfs- und Gestaltungsphilosophie zugrunde gelegt, die zu „standardisierten“ und zu „wiedererkennbaren“ Straßentypen führen soll. Solche Straßentypen fassen alle gestaltungsrelevanten Sachverhalte zusammen. Dazu gehören die Betriebsform (z.B. Kraftfahrstraße, allgemeiner Verkehr), die Regelquerschnitte, die Regelung des Überholens (eigene Überholfahrstreifen, Gegenverkehrsfahrstreifen, kein Überholen), die Größe der Entwurfselemente im Lage- und Höhenplan sowie die Führung in Knotenpunkten (plangleich, planfrei).

Damit lassen sich Landstraßen so ausbilden, dass sie von Kraftfahrern gleichmäßig und mit einer der Netzfunktion angemessenen Geschwindigkeit befahren werden können. Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den Straßentypen müssen für die Fahrer verkehrsrechtlich relevant und kontinuierlich sichtbar sein (HARTKOPF 2013).

Im europäischen Ausland werden ähnliche Ziele verfolgt, vielfach auch unter den Schlagwörtern „Selfexplainig roads“ („Selbsterklärende Straßen“) oder eine Seitenraumgestaltung nach dem Aspekt von „Forgiving Roadsides“ („Fehlerverzeihende Straßen“ / „Fehlerverzeihendes Umfeld“).

## 3. Entwurfsklassen

Um die vorgenannten Straßentypen zu bestimmen, werden für Landstraßen vier Entwurfsklassen (EKL 1 bis EKL 4) definiert. Die Entwurfsklassen werden maßgebend bestimmt durch die Funktion einer Straße im Netz, ausgedrückt durch die Straßenkategorie nach den „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)“. Die Entwurfsklassen sollen sowohl die Einheitlichkeit von Straßen einer Kategorie fördern als auch Straßen unterschiedlicher Kategorien deutlich unterscheidbar machen. Hierdurch soll eine der Kategorie angemessene Fahrweise unterstützt werden (FGSV 2012).

Für Landstraßen einer Entwurfsklasse sollen alle wesentlichen, die Geschwindigkeit beeinflussenden Entwurfs- und Betriebsmerkmale einheitlich aufeinander abgestimmt werden. Dazu dient auch die unterschiedliche Ausbildung der für den Kraftfahrer kontinuierlich erkennbaren Längsmarkierung der Fahrbahn und der Fahrstreifen.

Außerdem wird über die Entwurfsklasse das Überholprinzip auf Landstraßen neu geregelt. Ziel dabei ist es, das Überholen unter stärkerer Nutzung von zusätzlichen Überholfahrstreifen zu ermöglichen und auf die Nutzung des Gegenverkehrsfahrstreifens weitgehend zu verzichten.

Von der Entwurfsklasse werden darüber hinaus unmittelbar bestimmt:

- die Betriebsform (Kraftfahrstraße, Führung des landwirtschaftlichen Verkehrs und des Radverkehrs auf bzw. neben der Fahrbahn),
- der Regelquerschnitt einschließlich des damit verbundenen Überholprinzips,
- die Planungsgeschwindigkeit,
- die Elemente der Linienführung im Lageplan, Höhenplan und im Raum,
- die Führungsform des Verkehrs in Knotenpunkten sowie
- die weiteren Betriebsmerkmale

Straßen der **Entwurfsklasse EKL 1** sind dreistreifige Straßen mit dem Regelquerschnitt RQ 15,5. Sie werden in den Knotenpunkten planfrei geführt. Beide Fahrrichtungen sind durchgängig durch einen verkehrstechnischen Mittelstreifen voneinander getrennt. Durch den regelmäßigen Wechsel von zwei- und einstreifigen Abschnitten beträgt der Streckenanteil mit verkehrstechnisch gesicherten Überholmöglichkeiten für jede Fahrtrichtung etwa 40 %.

Straßen der EKL 1 sollen als Kraftfahrstraßen betrieben werden. Landwirtschaftlicher und nicht motorisierter Verkehr werden dann auf einem gesonderten Wegenetz geführt. Verknüpfungen mit dem gleichrangigen oder nachgeordneten Netz sollen als planfreie oder teilplanfreie Knotenpunkte ausgebildet werden.

Aufgrund der Netzfunktion und der damit im Regelfall verbundenen hohen bis sehr hohen Fahrtweiten wird dem Entwurf eine Planungsgeschwindigkeit von 110 km/h zugrunde gelegt. Die Fahrrichtungen werden deshalb durchgängig verkehrstechnisch getrennt. Zudem soll die Linienführung möglichst sehr gestreckt ausgebildet werden.



**Abbildung 1: Durchgehend dreistreifiger Regelquerschnitt RQ 15,5 der EKL 1 (Foto: Weise, TU Dresden)**

Straßen der **Entwurfsklasse EKL 2** sind zweistreifige Straßen mit dem Regelquerschnitt RQ 11,5+, bei denen abschnittsweise Überholfahrstreifen einmal für die eine, dann in der Regel für die andere Richtung angelegt werden. Dadurch sollen Überholvorgänge soweit wie möglich in verkehrstechnisch gesicherten Überholabschnitten gebündelt und Überholvorgänge, bei denen der Gegenverkehrsfahrstreifen mitbenutzt werden muss, so weit wie möglich vermieden werden. Beide Fahrtrichtungen sind in den dreistreifigen Abschnitten immer durch zwei Fahrstreifenbegrenzungen (durchgehende Doppellinie) verkehrstechnisch voneinander getrennt. Dies gilt für die zweistreifigen Abschnitte dort, wo das Überholen aufgrund von besonderen Risiken untersagt werden soll. In den übrigen Abschnitten werden die beiden Fahrtrichtungen durch eine doppelte Leitlinie (unterbrochene Markierung) voneinander getrennt.

Die Konzentration der Überholvorgänge auf sichere Überholbereiche findet eine hohe Akzeptanz, wenn durch eine hinreichende Anzahl von dreistreifigen Abschnitten dem Überholbedürfnis entsprochen werden kann. Deshalb soll für jede Fahrtrichtung nach Möglichkeit auf mindestens 20 % der Streckenlänge eine solche verkehrstechnisch gesicherte Überholmöglichkeit zur Verfügung gestellt werden. Ein höherer Anteil derartiger Überholabschnitte ist für die Verkehrssicherheit und den Verkehrsablauf förderlich. Ist eine hinreichende Anzahl von Überholfahrstreifen nicht zu verwirklichen, soll geprüft werden, wo in den zweistreifigen Abschnitten – insbesondere bei ausreichenden Sichtweiten – das Überholen durch Mitbenutzung des Gegenverkehrsfahrstreifens möglich bleiben und wo es – insbesondere bei nicht ausreichenden Sichtweiten – untersagt werden soll.

Bei Straßen der EKL 2 soll landwirtschaftlicher Verkehr nach Möglichkeit auf gesonderten Wegen geführt werden. Diese Straßen können dann als Kraftfahrstraßen betrieben werden. Nicht motorisierter Verkehr soll

auf der Fahrbahn ausgeschlossen und stattdessen straßenunabhängig auf gesonderten Wegen oder fahrbahnbegleitend auf Geh- und Radwegen geführt werden.

Aufgrund der Netzfunktion und der damit im Regelfall verbundenen mittleren bis hohen Fahrtweiten wird dem Entwurf eine Planungsgeschwindigkeit von 100 km/h zugrunde gelegt. Die Fahrtrichtungen werden deshalb soweit wie möglich verkehrstechnisch getrennt. Zudem soll die Linienführung möglichst gestreckt ausgebildet werden.

Verknüpfungen mit dem gleichrangigen oder nachgeordneten Straßennetz sollen vorzugsweise als teilplangleiche Knotenpunkte oder als plangleiche Einmündungen jeweils mit Lichtsignalanlage ausgebildet werden, anderenfalls sind plangleiche Kreuzungen mit Lichtsignalanlage zu planen.



**Abbildung 2: Abschnittsweise dreistreifiger Regelquerschnitt RQ 11+ der EKL 2 (Foto: Weise, TU Dresden)**

Straßen der **Entwurfsklasse EKL 3** sind zweistreifige Straßen mit dem Regelquerschnitt RQ 11. Die Fahrstreifen werden durch eine einfache Leitlinie in Fahrbahnmitte getrennt, wo das Überholen unter Mitbenutzung des Gegenverkehrsfahrstreifens bei entsprechenden geometrischen und verkehrlichen Voraussetzungen zugelassen ist. Die Fahrstreifen werden durch eine einfache Fahrstreifenbegrenzung in Fahrbahnmitte getrennt, wo das Überholen unter Mitbenutzung des Gegenverkehrsfahrstreifens aufgrund nicht ausreichender Sichtweiten oder anderer Gefährdungen untersagt werden soll.

Bei großem Überholdruck – insbesondere bei hohen Verkehrsstärken oder an Steigungsstrecken – kann die Anlage von Überholfahrstreifen erwogen werden.

Der Radverkehr kann auf der Fahrbahn oder einseitig auf einem fahrbahnbegleitenden gemeinsamen Geh- und Radweg im Zweirichtungs-Verkehr geführt werden.



Verknüpfungen mit dem gleichrangigen oder nachgeordneten Straßennetz erfolgen durch plangleiche Einmündungen/Kreuzungen oder Kreisverkehre. Bei plangleichen Einmündungen/Kreuzungen ist zu prüfen, ob der Verkehr aus Gründen der Verkehrsbelastung oder der Verkehrssicherheit durch eine Lichtsignalanlage geregelt werden soll. Dabei ist zu beachten, dass Einmündungen/Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage eine deutlich geringere Verkehrssicherheit aufweisen als solche mit Lichtsignalanlage. Vorteilhaft ist es, statt Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage versetzte Einmündungen ohne Lichtsignalanlage auszubilden.

Aufgrund der Netzfunktion und der damit im Regelfall verbundenen kurzen bis mittleren Fahrtweiten sowie der relativ dichten Folge von plangleichen Knotenpunkten wird dem Entwurf eine Planungsgeschwindigkeit von 90 km/h zugrunde gelegt. Dadurch kann die Linienführung im Lage- und Höhenplan besser an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.



**Abbildung 3: Einbahnig zweistreifige Landstraße mit Regelquerschnitt RQ 11 der EKL 3**  
(Foto: Lippold, TU Dresden)

Straßen der **Entwurfsklasse EKL 4** sind einbahnige Straßen mit dem Regelquerschnitt RQ 9, die dem nähräumigen Verkehr dienen. Aufgrund der geringen Verkehrsnachfrage und der damit einhergehenden seltenen Begegnungen wird die Straße mit einer befestigten Breite ausgebildet, bei der eine Markierung von zwei Fahrstreifen nicht möglich ist. Statt einer Leitlinie in Fahrbahnmitte werden auf beiden Seiten Leitlinien aufgebracht. Diese sind überfahrbar, da im Fall einer Begegnung mit dem Schwerverkehr ggf. die gesamte befestigte Breite in Anspruch genommen werden muss. Die seitlichen Leitlinien und das Fehlen einer Leitlinie in Fahrbahnmitte signalisieren dem Kraftfahrer, dass Begegnungen erhöhte Aufmerksamkeit erfordern. Eine Verringerung der Geschwindigkeiten im Begegnungsfall steht dabei im Einklang mit den für diese Netzfunktion angestrebten niedrigen Pkw-Fahrtgeschwindigkeiten.

Die Straßen werden grundsätzlich vom landwirtschaftlichen Verkehr und vom nicht motorisierten Verkehr mitbenutzt. Gesonderte fahrbahnbegleitende Geh- und Radwege sind nur sinnvoll, wenn z.B. aufgrund der Zusammensetzung des Verkehrs (z.B. Schülerverkehr) oder der Netzfunktion der Rad- oder Fußgängerverkehrsverbindung besondere Ansprüche bestehen.

Wegen der geringen Verkehrsnachfrage reicht die Verknüpfung mit dem gleichrangigen und nachgeordneten Straßennetz durch plangleiche Einmündungen/Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage aus. Der Einsatz von Kreisverkehren ist in der Regel nicht erforderlich.

Aufgrund der Netzfunktion und der damit im Regelfall verbundenen kurzen Fahrtweiten wird dem Entwurf eine Planungsgeschwindigkeit von 70 km/h zugrunde gelegt. Dadurch kann die Linienführung im Lage- und im Höhenplan sehr gut an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.

Wegen der geländeangepassten Linienführung und der mit der geringen befestigten Breite verbundenen besonderen Begegnungssituationen ist es für die Verkehrssicherheit förderlich, wenn die Straße nicht schneller als mit der Planungsgeschwindigkeit befahren wird. Deshalb ist zu prüfen, ob aus Gründen der Verkehrssicherheit eine entsprechende Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erforderlich ist.



**Abbildung 4: Einbahnige Landstraße mit Regelquerschnitt RQ 9 der EKL 4 (Foto: Lippold, TU Dresden)**

Die neuen RAL wurden während der Bearbeitungsphase umfassend abgestimmt. Verursacht durch die neuen Markierungsformen erfolgte z.B. im Rahmen einer adhoc-Arbeitsgruppe von 2009 bis 2011 mit Vertretern der Verkehrsbehörden eine umfassende Diskussion der verkehrsrechtlichen Inhalte der RAL. Im Ergebnis hat der „Bund-Länder Fachausschuss StVO“ 2011 auf seiner Sitzung in Saarlouis den RAL zugestimmt



und die Übernahme der neuen Markierungen bei der nächsten Novellierung der StVO zugesagt. In der Folge werden die neuen Markierungen aktuell auch in den neuen Entwurf der „Richtlinien für die Markierung von Straßen“ (RMS) eingearbeitet.

Letztlich wurden die neuen RAL 2012 von der FGSV herausgegeben und mit ARS 08/2013 des BMVBS eingeführt.

Gegenwärtig wird in der FGSV an Regelungen gearbeitet, um dieses Prinzip auf das Bestandsnetz zu übertragen, weil nur so die Vorteile der „Wiedererkennbarkeit“ und „Standardisierung“ wirksam werden können. Dafür soll ein ergänzendes „Merkblatt zur Umsetzung des Prinzips der Entwurfsklassen auf den Bestand“ (M EKLBest) herausgegeben werden. Das Merkblatt wird Prüfverfahren enthalten, in deren Ergebnis entschieden werden kann, ob sich die jeweils betrachtete Strecke für eine Umgestaltung (Ummarkierung) in eine EKL eignet oder ob und in welchem Umfang ergänzende Maßnahmen dafür ggf. noch nötig sind (LIPPOLD / ZÖSCH, LFD. ARBEIT).

#### **4. Das Problem mit der Geschwindigkeit**

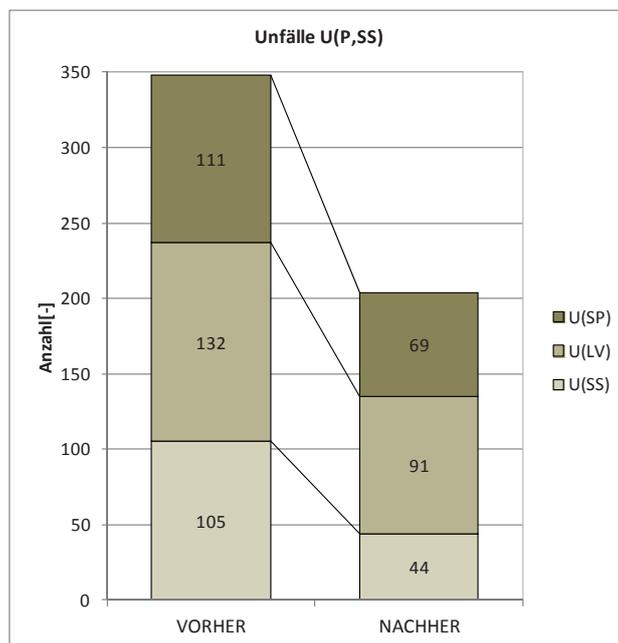
Als Folge der richtlinienkonformen Neubau- und Ausbaumaßnahmen haben sich zwei Netzanteile herausgebildet: Ältere, nicht ausgebauten Straßen mit Mängeln in der Verkehrssicherheit sowie neuere, gut ausgebauten und sichere Straßen. Einfluss auf die gefahrene Geschwindigkeit bei nicht regelwerkskonformen älteren Landstraßen im Bestand – die häufig auch unfallauffällig sind – lässt sich durch die o.g. Maßnahmen der „Standardisierung“ jedoch nicht oder nur sehr begrenzt nehmen. Hier sind andere Ansätze erforderlich.

In der Vergangenheit wurde bereits vielfach untersucht, wie die Verkehrssicherheit im Landstraßennetz verbessert werden kann. Es konnten Einflussfaktoren auf die Wahl der Geschwindigkeit erarbeitet werden, die in moderne Richtlinien des Straßenentwurfes übernommen wurden. Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen können Landstraßen in ihrer Gesamtheit an neueste Richtlinien jedoch – wenn überhaupt – nur zeitlich versetzt und daher nur über einen langen Zeitraum angepasst werden (JÄHRIG 2012).

Maßnahmen zur punktuellen Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen sind bekannt und wurden bereits an Einzelstellen vielfach erfolgreich realisiert. Die Analyse des Unfallgeschehens macht aber deutlich, dass neben punktuellen Problemen insbesondere linienhafte Sicherheitsdefizite für die vergleichsweise hohe Unfalloffhäufigkeit und Unfallschwere auf Landstraßen verantwortlich sind. Diesbezüglich ausgerichtete Maßnahmen wurden erstmals in einem Großversuch zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen (AOSI) erprobt (LIPPOLD U.A. 2011; JÄHRIG 2012). Dazu gehören die linienhafte Beeinflussung bzw. Reduzierung der gefahrenen Geschwindigkeiten im Zuge besonders unfallauffälliger längerer Streckenabschnitte durch mehrfache ortsfeste Geschwindigkeitsüberwachung (OGÜ).

Dadurch konnten deutliche Rückgänge sowohl in der Gesamtanzahl der Unfälle als auch in der Schwere der Unfälle erreicht werden. Diese Entwicklung war nicht nur auf eine Reduktion der Fahrurfälle zurückzuführen. Durch die Verringerung der Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Fahrzeugen sank der

Überholdruck, was besonders auf den Untersuchungsstrecken mit einer gestreckten Linienführung auch einen Rückgang der Unfälle im Längsverkehr bewirkte.



**Abbildung 5: Rückgang der Unfälle mit Personenschäden durch linienhafte Beeinflussung des Geschwindigkeitsverhaltens mit ortsfester Geschwindigkeitsüberwachung (Quelle: Jährig 2012 / Lippold 2011)**

Durch die linienhafte Geschwindigkeitsüberwachung konnten die Verkehrssicherheit deutlich verbessert und das Unfallrisiko auf den Untersuchungsstrecken teils erheblich reduziert werden. Es hat sich gezeigt, dass die Grundlage dieser Entwicklung die Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit war, die vor der Überwachung um bis zu 20 km/h überschritten wurde. Nach der Eingewöhnungszeit stellte sich das erwartete Fahrverhalten entlang der Untersuchungsstrecken ein, welches nicht mehr durch deutliche Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge im Bereich der Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen geprägt war. Förderlich für diese Entwicklung war trotz anfänglicher Skepsis die breite Akzeptanz der Kraftfahrer zu den OGÜ-Anlagen als sinnvolle Maßnahme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Erreicht wurde dies mit einer verständlichen Öffentlichkeitsarbeit zu den Hintergründen und Zielen der Maßnahme. (JÄHRIG 2012)

Die Möglichkeit der linienhaften Beeinflussung durch ortsfeste OGÜ's wird aber auch in Zukunft auf wenige Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Zwar handelt es sich um eine hochwirksame Maßnahme, Gründe der Wirtschaftlichkeit und der öffentlichen Akzeptanz stehen derzeit jedoch einer netzweiten Umsetzung entgegen. Die Notwendigkeit, die Fahrgeschwindigkeiten deutlich und wirksam – insbesondere auf dem sehr großen Anteil der nicht regelwerkskonformen Strecken – zu senken, bleibt dennoch bestehen.

Die punktuelle oder abschnittsweise Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit an den – häufig in dichter Folge – vorhandenen Unstetigkeits- bzw. Gefahrenstellen führt über längere Strecken jedoch zu einer ebenfalls unstetigen, unkomfortablen Fahrt mit fortlaufenden Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgängen, häufig einhergehend mit der Unsicherheit der Kraftfahrer über die momentan jeweils geltende Höhe der Geschwindigkeitsbeschränkung.



Insofern erscheint es konsequenter, im Landstraßennetz generell eine niedrigere Höchstgeschwindigkeit, z.B.  $V_{zul} = 80$  km/h anzuordnen und dies in der StVO zu verankern. Diese Geschwindigkeit sollte auch für Lkw (Fahrzeuge mit zulässigem Gesamtgewicht  $> 7,5$  t) erlaubt werden. Dies würde zu einer Homogenisierung bzw. Verstetigung des Geschwindigkeitsverhaltens aller Verkehrsteilnehmer führen, außerdem zu einem Rückgang der Geschwindigkeitsdifferenzen und zu einer Minderung des Überholdrucks.

Regelwerkskonforme, sicher trassierte Landstraßen der EKL 1 und der EKL 2 könnten von dieser Begrenzung ausgenommen und mit einer höheren Geschwindigkeit von  $V_{zul} = 100$  km/h beschildert werden.

Eine solche Änderung würde zu einem grundsätzlichen Wandel im gesellschaftlich akzeptierten und gewünschten Geschwindigkeitsverhalten auf Landstraßen führen. Insofern wäre eine solche Änderung auch nicht ohne umfassende öffentliche Diskussion, politische Überzeugungsarbeit und ohne einen Nachweis über deren Wirksamkeit möglich. Der ADAC kann solche Impulse setzen.

## 5. Sicheres Überholen

Um ein sicheres Überholen auf Landstraßen zu ermöglichen, wurden in den vergangenen Jahrzehnten auf den richtlinienkonform geplanten und gebauten Straßen abschnittsweise Überholsichtweiten ( $L \sim 600$  m) auf etwa 15 % bis 25 % der Streckenlänge vorgehalten. Dies bedingt sehr gestreckte und großzügig trassierte Abschnitte, mit entsprechend hohen Baukosten und Eingriffen in Natur und Umwelt.

Hohe Fahrgeschwindigkeiten und zunehmende Verkehrsstärken auf Landstraßen haben jedoch zu einer Reduktion der zum Überholen geeigneten Zeitlücken im Gegenverkehr auch auf diesen großzügigen Streckenabschnitten geführt. Die Nutzung kleinerer Zeitlücken führt aber zu immer riskanteren Überholvorgängen.

Auf hochbelasteten Straßen des Fernverkehrs sollte deshalb das Überholen unter Benutzung des Gegenverkehr-Fahrestreifens generell unterbunden werden. Dies bedingt den durchgehenden Ausbau auf einen dreistreifigen Regelquerschnitt RQ 15,5 der EKL 1.

Im bestehenden Netz lässt sich ein solcher aufwendiger, nachträglicher Umbau kaum realisieren. Hier ist es notwendig, auf geeignete kurz- und mittelfristig umsetzbare Lösungen zur streckenweiten Verbesserung der Verkehrssicherheit zurückzugreifen. Solche Lösungen sind vorrangig auf einen Rückgang des Unfallgeschehens auf bereits unfallauffälligen, einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen ausgerichtet, bei denen ein richtliniengerechter Ausbau in absehbarer Zeit nicht erfolgen kann.

Dazu gehört die abschnittsweise Anordnung einzelner Überholfahrestreifen (ÜFS) mit kürzerer Länge als beim RQ 15,5 an geeigneten Stellen im Bestand. In Kombination mit Überholverböten (ÜV) in den einbahnig zweistreifigen Zwischenabschnitten steht hier eine wirksame, mittelfristig umsetzbare Maßnahme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit zur Verfügung (LIPPOLD u.A. 2012, JÄHRIG 2012). Dabei hat sich die Überlagerung der Maßnahmen (ÜFS/ÜV) als wichtige Voraussetzung herausgestellt. Der Vorteil liegt im Abbau des Überholdrucks unabhängig von den verfügbaren Zeitlücken im Gegenverkehr. Dafür haben sich auch kurze Überholfahrestreifen ( $L \geq 600$  m) bewährt, die im Bestandsnetz eher realisierbar sind. Die unter-

suchte Maßnahmenkombination aus einem sicheren Überholangebot und Überholverboten in den einbahnig zweistreifigen Zwischenabschnitten erfährt eine hohe Akzeptanz bei den Kraftfahrern.

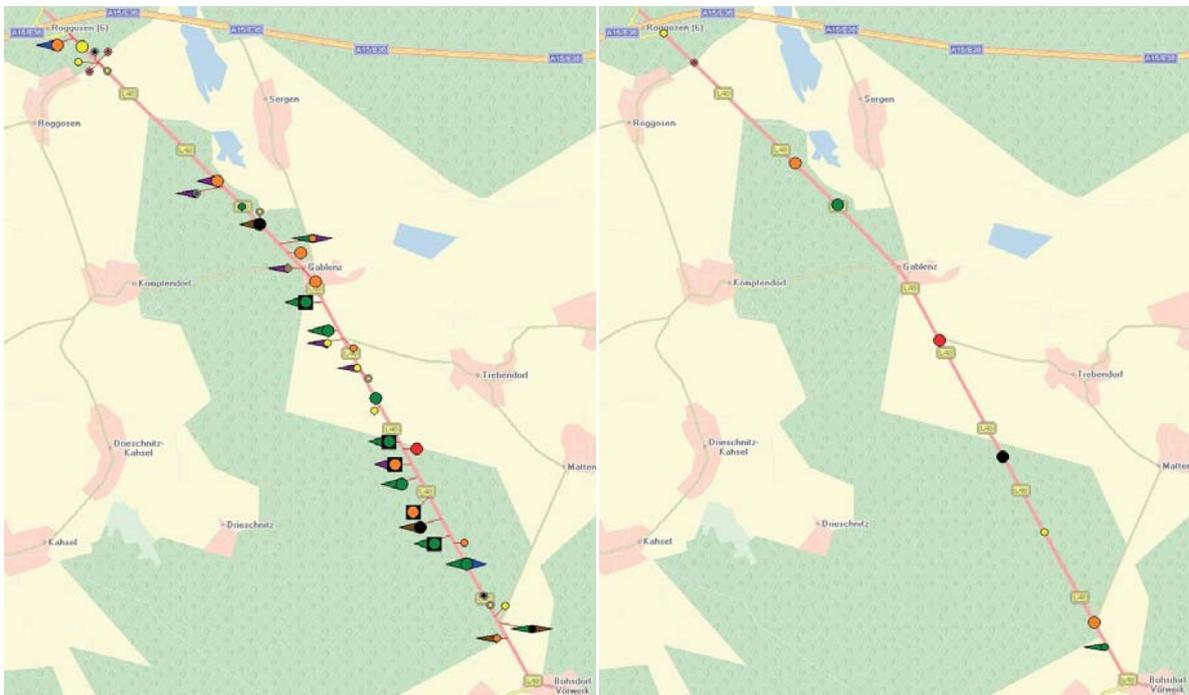


Abbildung 6: Rückgang von Überholunfällen durch die Anlage abschnittsweiser Überholfahrstreifen (Vorher-/Nachher-Zeitraum 2000-2003/2006-2009, Quelle: Jährg 2012)

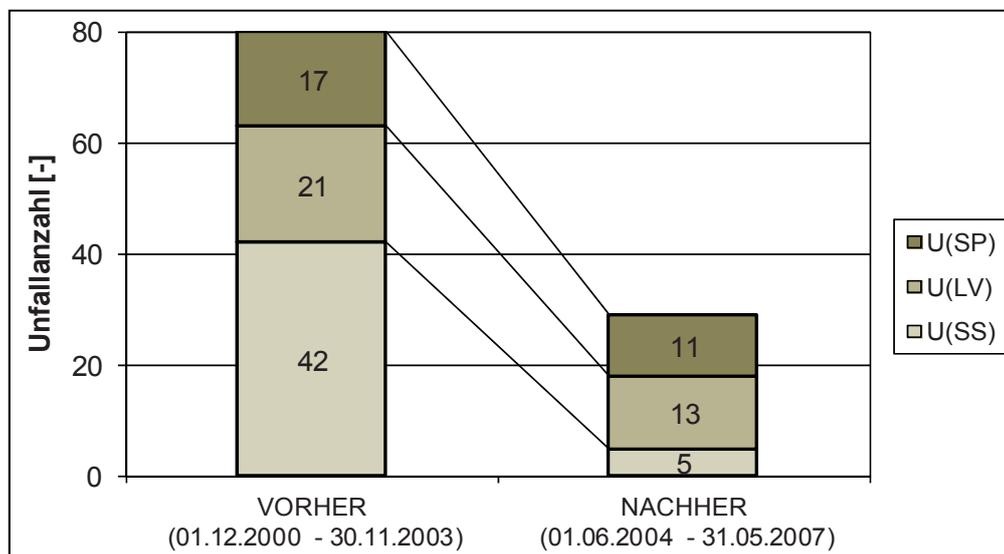


Abbildung 7: Rückgang des Unfallgeschehens nach Anlage abschnittsweiser Überholfahrstreifen auf mehreren Untersuchungsstrecken (Vorher-/Nachher-Zeitraum jeweils drei Jahre (Jährg 2012)

Nicht zuletzt auch durch den Erfolg dieser Maßnahme wurde in den neuen RAL ein neues Konzept zur Gewährleistung von Überholmöglichkeiten entwickelt, das zu einem Umdenken beim Überholverhalten führen soll. In Abhängigkeit von der jeweiligen Funktion der Straße im Netz und der damit meist korrespondierenden Entwurfsklasse wird folgendes Überholprinzip angestrebt:



- |                              |         |   |
|------------------------------|---------|---|
| • großräumige Verbindungen   | (EKL 1) | permanente, alternierende Überholfahrstreifen   |
| • überregionale Verbindungen | (EKL 2) | abschnittsweise einzelne Überholfahrstreifen (möglichst in Kombination mit Überholverböten) |
| • regionale Verbindungen     | (EKL 3) | Reduzierung des Überholdrucks durch Nivellierung der Fahrgeschwindigkeiten                  |
| • nähräumige Verbindungen    | (EKL 4) | Vermeidung von Überholungen aufgrund schmaler Querschnitte                                  |

Während die Anlage von Überholfahrstreifen heute entwurfstechnisch und verkehrsrechtlich uneingeschränkt möglich ist, gestaltet sich die stärkere Umsetzung von Überholverböten in Abschnitten ohne Überholsichtweite und die Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in der Praxis meist als schwierig. Hier bringen die Verkehrsbehörden in der Regel die VwV StVO ins Spiel, wonach solche Maßnahmen nur erlaubt sein sollen, wenn eine über das normale Maß der Gefährdung hinausreichende Gefahr besteht. Dieser Nachweis ist in der Praxis häufig erst dann erbracht, wenn nach Auffassung einiger Verkehrsbehörden „... genug Unfälle passiert sind ...“(!).

## 6. Zusammenfassung

Um die Anzahl von Unfällen im Straßenverkehr mit Getöteten und Schwerverletzten wirksam zu reduzieren, muss vor allem auch bei den Landstraßen angesetzt werden. Dort sterben die meisten Verkehrsteilnehmer infolge überhöhter Geschwindigkeiten und infolge riskanten Überholens.

Eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeiten ist durch entwurfstechnische Maßnahmen kaum möglich. Die Anpassung des bestehenden Straßennetzes an die aus einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h resultierenden Anforderungen ist noch schwieriger. Konsequenterweise sollte deshalb das Landstraßennetz generell mit einer niedrigeren zulässigen Höchstgeschwindigkeit befahren werden, von der nur regelwerkskonforme sichere Straßen des großräumigen / überregionalen Verkehrs ausgenommen werden können.

Überholen unter Benutzung des Gegenverkehrsfahrstreifens ist auf Grund des hohen Verkehrsaufkommens und der geringen Zeitlücken nicht mehr zeitgemäß. Auf Straßen des großräumigen und überregionalen Verkehrs ist ein gesichertes Überholen durch die Anlage von Überholfahrstreifen nötig. Dagegen sollte auf Straßen des regionalen und nähräumigen Verkehrs der Überholdruck durch Angleichung aller Fahrgeschwindigkeiten reduziert werden.

Auf dem Verkehrsgerichtstag 2015 in Goslar wurden diese Vorschläge nach umfassender Diskussion begrüßt und unterstützt.

Beide Vorschläge sind jedoch mit einem Paradigmenwechsel bei der Benutzung von Straßenverkehrsanlagen durch die Kraftfahrer und mit einem Umdenken in der Gesellschaft verbunden. Wir werden sehen, wann die Zeit reif dafür ist.

## Literatur

- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN FGSVRichtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)  
Köln 2012
- HARTKOPF, G., Sicherheit durch funktionsgerechte Standardisierung von Landstraßen, Kolloquium Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL) 18. Juni 2013 in Köln
- HARTKOPF, G. / WEBER, R., Die neuen Richtlinien für Landstraßen – Ein Schritt zu selbsterklärenden Straßen? Heft Straßenverkehrstechnik Nr. 1/2005, Kirschbaumverlag Bonn
- JÄHRIG, T., Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnigen Landstraßen  
Dissertation an dem Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“ der TU Dresden, Dresden 2012.
- LIPPOLD, C. (HRSG.), Der Elsner – Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2015, Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Darmstadt-Dieburg 2014.
- LIPPOLD, C.; WEISE, G.; JÄHRIG, T., Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI), Schlussbericht zum FE 82.355/2008, AOSI Teil 4: „Bewertung der Maßnahmen“ im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Dresden 2011.
- LIPPOLD, C.; WEISE, G.; KUCZORA, V.; JÄHRIG, T., Sicherheit zweistreifiger Bundesstraßen – Auswirkungen von linienhaft angeordneten ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen, AOSI – Teil 3, Schlussbericht zum FE 82.281/2004/AGB im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Dresden 2008.
- LIPPOLD, C.; WEISE, G.; KUCZORA, V.; SOSSOUMIHEN, A., Sicherheit zweistreifiger Bundesstraßen, AOSI – Teil 1  
Schlussbericht zum FE 82.179/2000 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Dresden 2003.
- LIPPOLD, CH. / ZÖSCH, J., Anpassung des bestehenden Straßennetzes an das Entwurfskonzept der standardisierten Straßen – Pilotprojekt zur Anwendung des M EKLBEST, FE 18.0022/2013 i.A. der BASt, Dresden, laufende Arbeit



## Aktuelle Herausforderungen der polizeilichen Verkehrssicherheitsarbeit

Polizeioberberrät Andreas Feß

Innenministerium Baden-Württemberg – Landespolizeipräsidium – Ref. 31 Einsatz, Lagezentrum und Verkehr

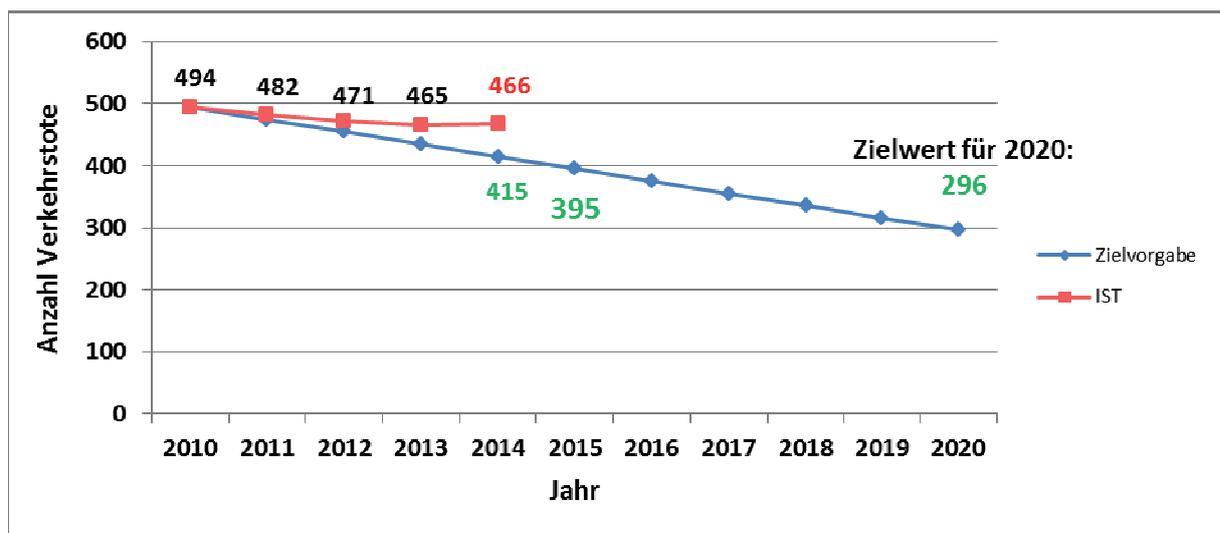
### 1. Hintergrund/Zielsetzung

Die Sicherheit im Straßenverkehr steht zunehmend im politischen Fokus. So hat die Europäische Union bereits im Jahr 2001 das Ziel verabschiedet, die Anzahl der im Straßenverkehr getöteten Verkehrsteilnehmenden bis 2010 zu halbieren. Baden-Württemberg verfehlte diesen Zielwert (2010: 421 Getötete) um 17,3 %.

Die Bundesregierung hat in ihrem Verkehrssicherheitsprogramm 2011 das Ziel einer Reduzierung der Anzahl der Verkehrstoten von 2010 bis 2020 um 40 % formuliert.

Im Juli 2013 verabschiedete die baden-württembergische Landesregierung das „Verkehrssicherheitskonzept Baden-Württemberg“ mit dem Ziel, die Verkehrssicherheit durch eine Reduzierung der Anzahl der getöteten und verletzten Personen zu verbessern. Dem Leitgedanken eines Straßenverkehrs ohne Tote und Schwerverletzte („Vision Zero“) folgend, greift das Verkehrssicherheitskonzept das Ziel einer Reduzierung der Anzahl der im Straßenverkehr getöteten Menschen um 40 Prozent bis 2020 auf.

Der „Zielwert“ für 2014 (maximal 415 Verkehrstote) wurde um 12,5 % verfehlt.





## 2. Verkehrsunfallbilanz 2014

Im Jahr 2014 verunglückten auf baden-württembergischen Straßen 47.916 Menschen, davon 9.534 schwer und 466 tödlich. Die Anzahl der polizeilich registrierten Verkehrsunfälle stieg insgesamt um 1,0 Prozent auf 294.616 an (2013: 291.568). Bei der Anzahl der Personenschadensunfälle (+ 3,4 Prozent von 35.283 auf 36.486) sowie der dabei getöteten (+ 0,2 Prozent von 465 auf 466) und verletzten Verkehrsteilnehmenden (+ 3,8 Prozent von 46.146 auf 47.916) mussten ebenfalls Anstiege festgestellt werden. Die Zunahme der Anzahl der Verkehrstoten spiegelte die bundesweite Entwicklung wider.

Unfälle & Verunglückte	Durchschnitt 2010 -2012	Jan bis Dez 2013	Jan bis Dez 2014	Abweichung
<b>Unfälle insgesamt</b>	280.709	291.568	294.616	<b>1,0%</b>
<b>Unfälle mit Personenschaden</b>	35.474	35.283	36.486	<b>3,4%</b>
<b>Unfälle mit Sachschaden</b>	245.236	256.285	258.130	<b>1%</b>
- davon Aufnahmeblattunfälle	154.347	163.646	167.148	<b>2,1%</b>
<b>Verunglückte Personen gesamt</b>	46.729	46.146	47.916	<b>3,8%</b>
- davon Getötete	482	465	466	<b>0,2%</b>
- davon schwer Verletzte	8.933	9.077	9.534	<b>5,0%</b>
- davon leicht Verletzte	37.313	36.604	37.916	<b>3,6%</b>

Beinahe die Hälfte der getöteten Verkehrsteilnehmenden verunglückte im vergangenen Jahr mit einem Pkw (44,8 Prozent), 21,7 Prozent mit einem Motorrad.

Hauptunfallursache bei Verkehrsunfällen mit Personenschaden war wie in den Vorjahren überhöhte oder nicht angepasste Geschwindigkeit (19,5 Prozent), gefolgt von unzureichendem Sicherheitsabstand (18,6 Prozent). Bei tödlichen Verkehrsunfällen ist Geschwindigkeit mit 42 Prozent – mit weitem Abstand – Unfallursache Nr. 1.

Des Weiteren waren negative Entwicklungen bei der Altersgruppe der Seniorinnen und Senioren sowie bei den Verkehrsbeteiligungsarten Motorrad und Fahrrad feststellbar. Bei der Zielgruppe der Jungen Fahrer war hingegen ein Rückgang der Anzahl der Verkehrsunfälle sowie der dabei Verunglückten zu verzeichnen.

Bei der Betrachtung der Altersgruppe der **Seniorinnen und Senioren** (65 Jahre und älter) musste ein Anstieg bei der Anzahl der verletzten und getöteten Verkehrsteilnehmenden festgestellt werden. So verunglückten bei 23.756 (2013: 22.909; + 3,7 Prozent) Verkehrsunfällen unter Beteiligung dieser Altersgruppe 9.725 Menschen, davon 5.298 Seniorinnen und Senioren. Hierbei kamen 160 Verkehrsteilnehmende ums

Leben (- 1,2 Prozent; 2013: 162). Bei der Anzahl der getöteten Seniorinnen und Senioren musste ein Anstieg von 143 auf 145 (+ 1,4 Prozent) festgestellt werden.

Des Weiteren war 2014 ein deutlicher Anstieg bei den getöteten **Motorradfahrenden** von 85 auf 101 (+ 18,8 Prozent) zu verzeichnen. Die Anzahl polizeilich registrierter Motorradunfälle stieg insgesamt um 13,5 Prozent von 4.683 auf 5.313. Die erste Jahreshälfte war mit 58 (2013: 31; + 87 Prozent) getöteten Motorradfahrenden im Vergleich zum ersten Halbjahr 2013 besonders auffällig.

Die Anzahl der **Fahradunfälle** mit Personenschaden stieg im Vergleich zum Vorjahr um 7,8 Prozent auf 9.619 (2013: 8.919). Bei der Anzahl der tödlich verunglückten Fahrradfahrenden musste ein Anstieg um 6,0 Prozent von 50 auf 53 festgestellt werden. Zudem konnte 2014 ein deutlicher Anstieg bei der Anzahl der Fahrradunfälle mit Beteiligung eines Elektrofahrrades um knapp 50 Prozent von 353 auf 525 festgestellt werden.

Positiver verlief hingegen die Entwicklung bei den **Fußgängern**. Die Polizei konnte hierbei einen Rückgang um 6,2 Prozent von 4.423 auf 4.149 bei Fußgängerunfällen registrieren. Die Anzahl der getöteten Fußgängerinnen und Fußgänger ging 2014 um 35 Prozent von 84 auf 55 zurück.

Bei der Zielgruppe der **Jungen Fahrer** (18-24 Jahre) war ein Rückgang der Verkehrsunfälle um 4,9 Prozent von 28.747 auf 27.334 festzustellen. Die Anzahl der im Straßenverkehr getöteten Jungen Fahrer ging um 3,8 Prozent von 78 auf 75 zurück. Bei der Anzahl der Personenschadensunfälle mit Beteiligung dieser Altersgruppe war hingegen ein leichter Anstieg von 10.491 auf 10.506 (+ 0,1 Prozent) zu verzeichnen.

### 3. Besondere Schwerpunkte der polizeilichen Verkehrssicherheitsarbeit

Vor dem Hintergrund des Zieles einer Reduzierung der Anzahl der Verkehrstoten um 40 Prozent bis 2020 und in Anbetracht der Verkehrsunfallentwicklung 2014 erstrecken sich die Herausforderungen für die polizeiliche Verkehrssicherheitsarbeit insbesondere auf die Zielgruppen Junge Fahrer, Seniorinnen und Senioren, Fahrrad- bzw. Pedelec-fahrende sowie Motorradfahrende.

Trotz eines Rückgangs der Verkehrsunfälle mit Beteiligung der Altersgruppe **Junge Fahrer** war diese überproportional an Verkehrsunfällen beteiligt. Bei einem Bevölkerungsanteil von ca. 8,5 % waren Junge Fahrer 2014 an 30,4 % aller Verkehrsunfälle mit Personenschaden beteiligt. Die Unfallursache Geschwindigkeit war bei Personenschadensunfällen, welche von Jungen Fahrern verursacht wurden, deutlich häufiger unfallursächlich als bei allen Altersgruppen zusammen (Anteil Junge Fahrer: 28 %; gesamt: 19 %). Bei tödlichen Verkehrsunfällen betrug dieser Anteil sogar 63 Prozent (alle Altersgruppen: 42 %)! Vor diesem Hintergrund sind Junge Fahrer trotz der „positiven“ Unfallentwicklung 2014 weiterhin als Hauptrisikogruppe anzusehen!

Die Anzahl der Verkehrsunfälle mit Beteiligung von **Seniorinnen und Senioren** steigt seit 2012 an. Im Jahr 2014 war beinahe jeder dritte Verkehrstote im Seniorenalter. Bei den getöteten Fußgängern (22 von 54; 40,7 Prozent) und Radfahrenden (33 von 53; 62,3 Prozent) erhöht sich dieser Anteil sogar. Auch vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und einer kontinuierlichen Zunahme der Fahrerlaubnisinhaber im Seniorenalter bedarf die Altersgruppe der Seniorinnen und Senioren einer besonderen Beachtung.



Unter der Federführung des Innenministeriums Baden-Württemberg erarbeitete eine Projektgruppe Empfehlungen und Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Seniorinnen und Senioren. Neben einer breit angelegten Öffentlichkeitsarbeit sieht der Maßnahmenkatalog u.a. die Intensivierung der Präventionsaktion „Sicher fit unterwegs“ sowie eine seniorengerechte Gestaltung des Verkehrsraumes vor. Darüber hinaus wird derzeit eine Radhelmkampagne zur Steigerung des Helmtrageverhaltens von Seniorinnen und Senioren entwickelt.

Bei der Zielgruppe der **Fahrrad- bzw. Pedelec-fahrenden** ist festzustellen, dass der Anteil der Verkehrsunfälle mit Beteiligung eines Elektrofahrrades kontinuierlich zunimmt. Zur Steigerung einer sicheren Handhabung dieser Elektrofahrräder sowie zur Förderung des Helmtragens setzt die Polizei auf Öffentlichkeitsarbeit.

Ein weiteres Problemfeld stellt die Unfallentwicklung bei den **Motorrad-fahrenden** dar. 68,3 Prozent der tödlichen Motorradunfälle wurde von diesen verursacht, 70,4 Prozent dieser Unfälle waren auf nicht angepasste oder überhöhte Geschwindigkeit zurückzuführen. Durch eine intensive und lagebildorientierte Verkehrsüberwachung, eine breite Öffentlichkeitsarbeit sowie zielgruppenorientierte Verkehrssicherheitsaktionen wie beispielsweise „Bikertage“ soll dieser negativen Entwicklung entgegengewirkt werden.

Angesichts eines Anteils von 42 Prozent bei tödlichen Verkehrsunfällen steht die **Hauptunfallursache Geschwindigkeit** im Fokus der polizeilichen Verkehrsüberwachung. Durch einen flächendeckenden Kontrolldruck und moderne Verkehrsüberwachungstechnik soll das Geschwindigkeitsniveau nachhaltig gesenkt werden. Neben unangekündigten Geschwindigkeitsüberwachungsaktionen im Rahmen von europaweiten Kontrollwochen sowie des täglichen Dienstes setzt die Polizei Baden-Württemberg hierbei ebenso auf öffentlichkeitswirksame Verkehrssicherheitsaktionen wie den bundesweiten „Blitz-Marathon“.

Darüber hinaus bedürfen sog. **Ablenkungsmedien** einer besonderen Betrachtung. Angesichts der Erkennungsproblematik liegen derzeit keine validen Unfalldaten vor, es ist jedoch von einem großen Dunkelfeld auszugehen. Vor diesem Hintergrund werden die polizeilichen Überwachungsmaßnahmen insbesondere mit Blick auf die Handy-/Smartphone-Nutzung weiter intensiviert.

Die weitere nachhaltige Steigerung der Verkehrssicherheit gelingt nur durch technische Innovationen (z.B. Fahrassistenzsysteme), eine konsequente niederschwellige Verkehrsüberwachung und eine zielgruppenorientierte sowie vernetzte Präventionsarbeit. Hier ist Baden-Württemberg mit der Verkehrssicherheitsaktion „Gib acht im Verkehr“ beispielgebend. Durch die Einbindung von starken externen Partnern, wie z.B. den ADAC, gelingt es, die Verkehrssicherheitsarbeit auf eine breite Basis zu stellen.

## Datengrundlagen zur Bewertung Integraler Sicherheit

Dr.-Ing. Lars Hannawald

Geschäftsführer, Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH

### 1. Einleitung

Die Zahl der schwerverletzten und getöteten Verkehrsunfallopfer in Deutschland ist in den vergangenen drei Jahrzehnten, trotz enorm gestiegener Zahl zugelassener Fahrzeuge und gestiegenen Fahrleistungen, stark rückläufig. Dies ist neben vielen weiteren Verbesserungen der Verkehrssicherheit in den Bereichen Rettungsmedizin sowie der Verkehrs- und Straßeninfrastruktur, vor allem der Erhöhung der Fahrzeugsicherheit zuzuschreiben.

In *Abbildung* ist die Entwicklung der Verkehrsunfälle in Deutschland im Vergleich zu 1970, dem Jahr der bislang höchsten Zahl an Getöteten bei Verkehrsunfällen, aufgezeigt.

#### Entwicklung der Verkehrsunfälle in Deutschland

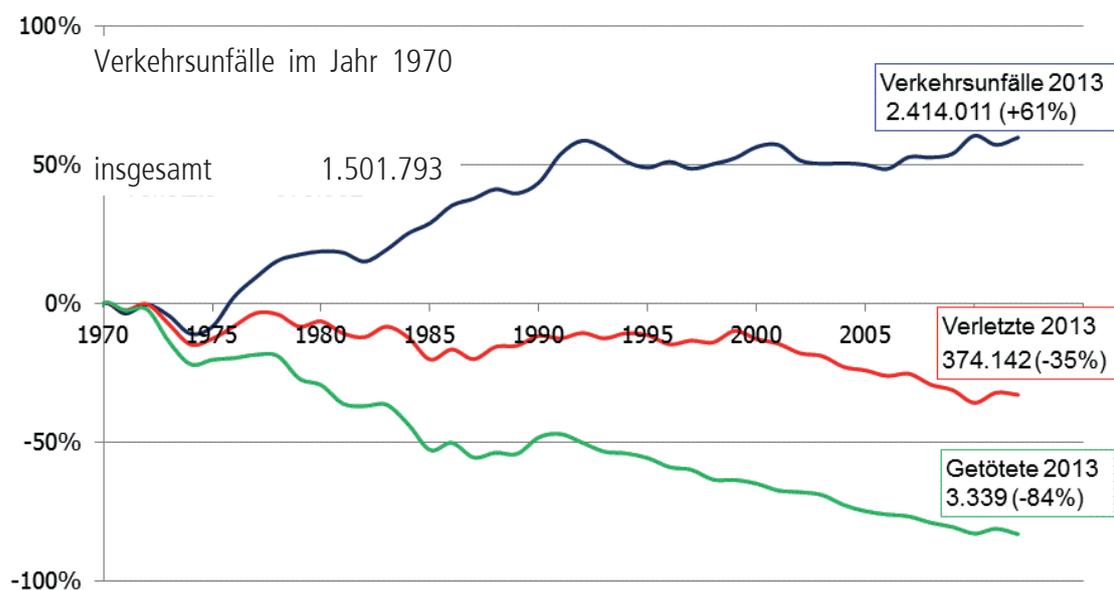


Abbildung 1: Entwicklung der Verkehrsunfälle in Deutschland. seit 1970 (DESTATIS)

Deutlich zu erkennen ist der Rückgang der Zahl an Verletzten (-35%) und Getöteten (-84%), bei gleichzeitig gestiegener Zahl an Verkehrsunfällen (+61%) im Jahr 2013 verglichen zu 1970. Es lässt sich somit feststellen, dass in der Vergangenheit der Rückgang der Zahl Verletzter und Getöteter nicht durch eine geringere Zahl an Unfällen erklärbar ist, sondern die Verletzungs- und Sterbewahrscheinlichkeit deutlich gesenkt werden konnte, was wiederum hauptsächlich in einer Verbesserung der Fahrzeug- und Insassensicherheit begründet liegt.



Es ist zudem bekannt, dass die Maßnahmen der passiven Sicherheit im Fahrzeug weitestgehend ausgeschöpft sind. Seit mehreren Jahren wird daher die Entwicklung von aktiven, unfallvermeidenden Sicherheits- und Fahrerassistenzsystemen stark vorangetrieben. Durch neuartige Sensoren und verbesserte Komponenten ist es möglich, den Fahrer immer gezielter und frühzeitiger in seiner Fahraufgabe zu unterstützen.

Dabei sind die Systeme im Fahrzeug nicht immer als Sicherheitssysteme zur Vermeidung von Unfällen oder zur Verminderung der Unfall- und Verletzungsschwere ausgelegt. Häufig handelt es sich um Komfort- bzw. Assistenzsysteme, die nur indirekt die Verkehrssicherheit erhöhen. Umso schwieriger ist es, diese Sicherheitssysteme zu bewerten und den Nutzen für die Verkehrssicherheit vorherzusagen.

Diese Veröffentlichung beleuchtet die bisherigen und zukünftigen Bewertungsprozesse und stellt dabei die wesentlichen Datengrundlagen zur Bewertung integraler Sicherheitssysteme und die unterschiedlichen Vor- und Nachteile heraus.

## 2. Bewertung der Sicherheitssysteme anhand von Unfalldaten

Neben dem Einsatz von Simulationen und Versuchen kommt der Bewertung von Sicherheitssystemen anhand realer Unfalldaten eine immer größere Bedeutung zu, da allein diese Daten die Vielschichtigkeit des realen Unfallgeschehens widerspiegeln. Bei dieser Bewertung muss der generelle Unterschied zwischen der aktiven und passiven Sicherheit deutlich gemacht werden. Systeme der aktiven Sicherheit haben das Ziel in die Unfallentstehung einzugreifen, um die Anprallschwere zu verringern oder optimalerweise den Unfall komplett zu vermeiden. Im Gegensatz dazu wirken Systeme der passiven Sicherheit vorwiegend während der Kollision mit dem Ziel, die Verletzungsentstehung zu beeinflussen und die Folgen des Unfalles zu reduzieren. Die unterschiedlichen Wirkungsweisen und Ziele passiver und aktiver Sicherheitssysteme bedingen letztendlich auch unterschiedliche Methoden zur Bewertung der integralen Sicherheit.

Zusätzlich kann die Intention der Bewertung eines Sicherheitssystems unterschiedlicher Natur sein. Bei Konzeptideen möchte der Entwickler frühzeitig den prognostizierten Sicherheitsgewinn abschätzen können. In der Entwicklung und Auslegung von Sicherheitssystemen können Bewertungen einen entscheidenden Beitrag zur Optimierung und bestmöglichen Anpassung des Systems leisten. Ist das System dann in der Serienproduktion eingeführt, können nach einer repräsentativen Anzahl von ausgestatteten Fahrzeugen im realen Unfallgeschehen genaue Effektivitätsnachweise geführt werden.

Die Unfalldaten reflektieren dabei das momentane Unfallgeschehen. Analysen zeigen die Entwicklungen hinsichtlich auftretender Verletzungsmuster und Fahrzeugbeschädigungen auf und ermöglichen die Abschätzung des Nutzens zukünftiger Sicherheitssysteme.

Wesentliche Voraussetzung für eine realistische Bewertung der integralen Sicherheit ist die exakte Systemdefinition. Eine Bewertung kann immer nur so genau sein, wie die Systemmöglichkeiten definiert sind. Dazu kommt, dass heutzutage Systeme unter gleichem Namen häufig unterschiedliche Funktionalitäten besitzen, die im Einzelfall dann auch unterschiedliche Ergebnisse liefern. Somit müssen die Ergebnisse einer

Bewertung immer im Zusammenhang mit den Systemvorgaben und der Funktionalität der Systeme betrachtet werden.

In *Abbildung* ist der prinzipielle Bewertungsprozess zur Bestimmung des Nutzens von Sicherheitssystemen anhand von Unfalldaten dargestellt.



**Abbildung 2: Bewertungsprozess zur Bestimmung des Nutzens von Sicherheitssystemen**

Generell unterteilt man die Bewertungsprozesse häufig in die vier Hauptschritte Datengrundlage, Wirkungsfeld, Wirkungsgrad und Nutzen.

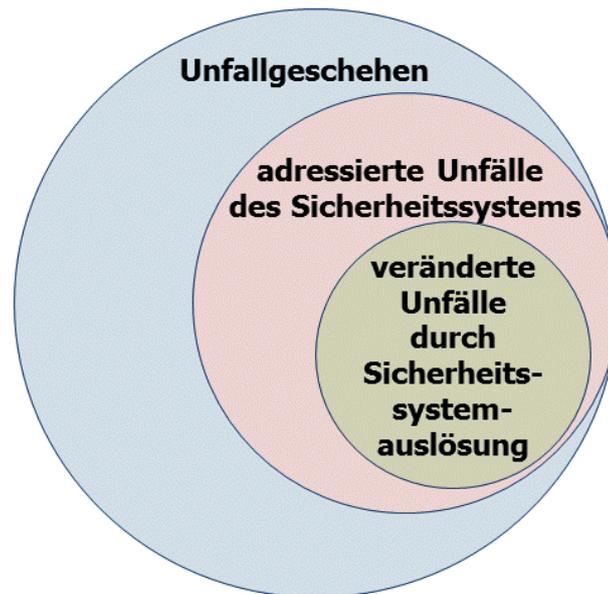
Im Abschnitt Datengrundlage muss man sich zunächst die Frage nach dem Ziel der Analyse stellen und daran ableiten, welche Daten verwendet werden sollen oder müssen.

Im Wirkungsfeld betrachtet man anschließend nur die Situationen, welche generell durch das Sicherheitssystem adressiert werden. Gleichzeitig lassen sich erste Aussagen zur Relevanz der Situationen in Bezug zur Datengrundlage treffen.

Im Schritt Wirkungsgrad geht es um die Frage: Wie gut arbeitet das Sicherheitssystem und wie verändert es die reale Situation? Hier werden im Wesentlichen die Funktionsweise und spezifische Besonderheiten des Systems untersucht.

Der Nutzen eines Systems kann im letzten Schritt auf verschiedene Weise dargestellt werden. Häufig wird das Resultat als Anteil von vermiedenen Unfällen, Verletzten oder Getöteten dargestellt.

In *Abbildung* ist diese Vorgehensweise in Form von Grund- und Teilmengen dargestellt.



**Abbildung 3: bisherige Bewertung anhand Wirkungsfeld und Wirkungsgrad im Unfallgeschehen**

Als Grundmenge sollte hier eine repräsentative Menge an Unfällen zur Verfügung stehen, auf deren Basis man das Sicherheitssystem bewerten kann.

Im ersten Schritt wird das Wirkungsfeld oder auch Potential eines Sicherheitssystems aus der Grundmenge der repräsentativen Unfälle bestimmt. Ziel ist es also zunächst aus dem Unfallgeschehen die Unfälle herauszufiltern, in denen das zu betrachtende Sicherheitssystem wirken soll. Dieses komplette Wirkungsfeld stellt damit alle Unfälle dar, die die Idee eines Sicherheitssystems generell adressiert. Am Beispiel eines vorausschauenden Fußgängerschutzsystems, welches autonom eine Gefahrenbremsung einleitet, wären das beispielsweise alle Unfälle in denen es zu einem Anprall mit Fußgängern gekommen ist. Diese vorwiegend auf Datenbankanalysen beruhende Vorgehensweise wird auch Wirkfeldanalyse genannt. Dabei spielt die Funktionsweise des Sicherheitssystems zunächst keine Rolle. Im Beispielfall des vorausschauenden Fußgängerschutzsystems ist es somit unerheblich, ob das System beispielsweise nachsichttauglich ist oder nicht. Im Wirkungsfeld sind zunächst alle Arten von Anprallen mit Fußgängern enthalten.

Im zweiten Schritt werden alle Unfälle hinsichtlich der Wirkungsweise des Sicherheitssystems, dem sogenannten Wirkungsgrad untersucht. Diese, oftmals in Form einer automatisierten Einzelfallsimulation durchgeführten Untersuchungen, ergeben die zu erwartenden Veränderungen in der jeweiligen Einzelfallsimulation durch prognostizierten Systemeingriff. Dabei kann die Situation des Einzelfalles so verändert werden, dass:

- der Anprall gar nicht mehr zu Stande kommt, und der Unfall somit räumlich oder zeitlich vermieden wurde,
- der Anprall immer noch zu Stande kommt, allerdings die Anprallsituation und/oder Anprallenergien verringert wurden,
- der Anprall unverändert zu Stande kommt,
- die Anprallsituation negativ, d. h. hin zu einem schwereren Anprall mit höherer Anprallenergie oder ungünstigerer Anprallkonstellation verändert wurde.

Summiert man letztendlich die Veränderungen aller Einzelfälle des Wirkungsfeldes, erhält man den so genannten Wirkungsgrad eines Systems.

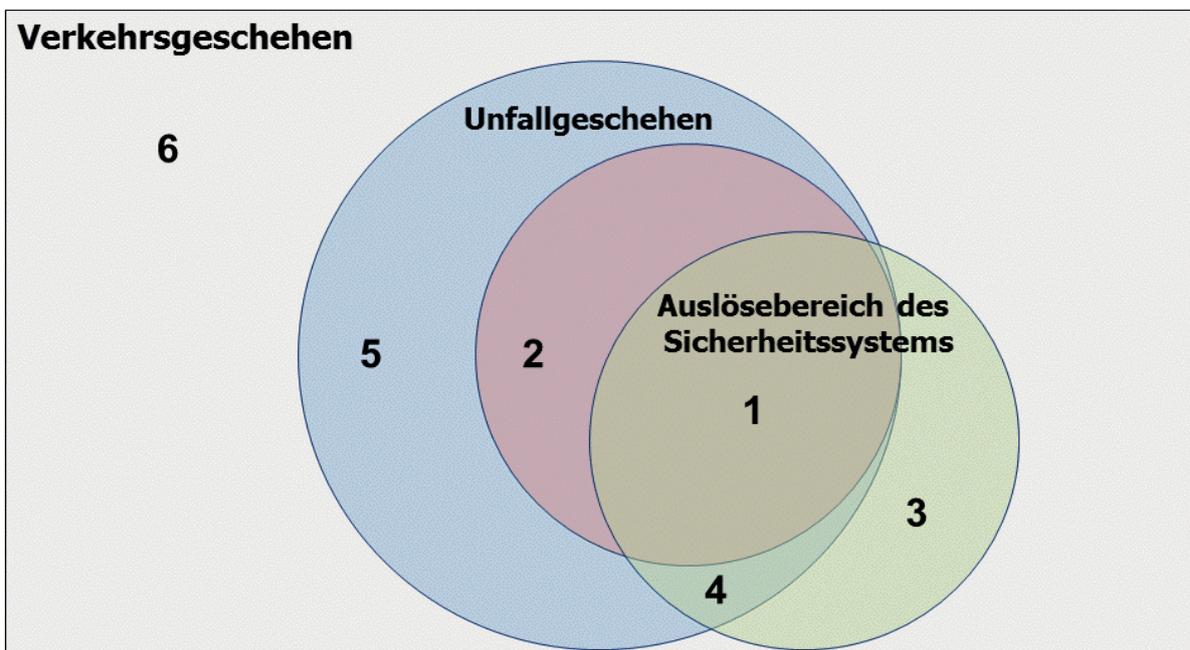
Je nach Maßzahl für die Systembewertung, können die Veränderungen aller Einzelfälle anhand von Verletzungsrisikofunktionen im letzten Schritt „Nutzen“ bewertet werden.

Der Anteil von „veränderten Unfällen durch Sicherheitssystemauslösung“ (grün) zum gesamten „Unfallgeschehen“ (blau) ergibt dann den Nutzen des Sicherheitssystems im Unfallgeschehen.

### 3. Zukünftige Bewertung von Sicherheitssystemen

Die reine Bewertung des Nutzens von Sicherheitssystemen anhand des Unfallgeschehens ist, vor allem für aktive und integrale Sicherheitssysteme, nicht mehr zielführend. Viele warnende oder autonom agierende Sicherheitssysteme können bei der Interpretation der kritischen Situation vor dem eigentlichen Anprall keine hundertprozentige Verlässlichkeit bieten. Dies liegt, im Gegensatz zu vorwiegend inertial beim Anprall detektierenden passiven Sicherheitssystemen, häufig an der komplexen Fahrsituation. Auch für das bereits im oberen Abschnitt als Beispiel verwendete vorausschauende Fußgängerschutzsystem kann es bei der Situationsinterpretation eines Fußgängers im Bereich vor dem Fahrzeug zu Falschauslösungen kommen.

In *Abbildung* ist die zukünftige Bewertung der integralen Sicherheit anhand des Verkehrs- und Unfallgeschehens mit den entsprechenden Bereichen dargestellt.



**Abbildung 4: zukünftige Bewertung der integralen Sicherheit anhand des Verkehrs- und Unfallgeschehens**

Bewertungen von integralen Sicherheitssystemen müssen demnach nicht nur anhand des Unfallgeschehens sondern zusätzlich auch anhand von Datengrundlagen des Nichtunfall- oder Verkehrsgeschehens bewertet werden.



In *Abbildung* ist der gesamte Bereich des „Verkehrsgeschehens“ als graues Viereck dargestellt. Das „Unfallgeschehen“ per se ist nur eine kleine Untermenge (blau) des gesamten Verkehrsgeschehens. Innerhalb des Unfallgeschehens sind wiederum die tatsächlichen Unfälle des Wirkungsfeldes (rot), im verwendeten Beispiel alle Unfälle mit Fußgängern, enthalten.

Nun muss man bei zukünftigen Bewertungen integraler Sicherheitssysteme neben der reinen Betrachtung des Wirkungsfeldes auch die Wahrscheinlichkeit von Falschauslösungen innerhalb (4) oder außerhalb (3) des Unfallgeschehens zwingend betrachten. Im Folgenden werden die Bereiche anhand des Beispiels „vorausschauendes Fußgängerschutzsystem mit autonomer Notbremsfunktion“ erläutert.

Der Bereich (1) stellt alle Auslösungen des Fußgängerschutzsystems von adressierten Unfällen im Wirkungsfeld dar. Der Fußgänger wurde also korrekt detektiert und die Auswirkungen konnten durch das System teilweise oder vollständig verringert werden. Die Größe des Bereiches entspricht dabei der „reinen“ Wirkungsgradbetrachtung im vorangegangenen Kapitel.

Der Bereich (3) stellt alle Auslösungen des Fußgängerschutzsystems dar, bei denen der Fußgänger fälschlicherweise als kritisch erkannt wurde. Dies entspricht einer Falschauslösung des Systems aufgrund eines auf der Straße laufenden Fußgängers, der aber nicht auf Kollisionskurs ist.

Der Bereich (4) beschreibt tatsächliche Unfallsituationen, die keine Fußgängerunfälle darstellen, aber in denen das System trotzdem ausgelöst hat. Das könnten in der Realität beispielsweise Kleintiere auf der Fahrbahn sein, auf die das System eine Notbremsung ausgelöst hat. Zur Bestimmung dieses Bereiches ist eine Untersuchung aller vorhandenen Unfälle (blau) auch außerhalb des Wirkungsfeldes (rot) notwendig. Auch hier spricht man häufig von Falschauslösungen des Systems.

Der Bereich (2) kennzeichnet alle Fußgängerunfälle, die nicht vom Fußgängerschutzsystem erkannt oder beeinflusst werden konnten. Das könnten beispielsweise rückwärtige Anpralle des Fußgängers am Fahrzeug, starke Sichtverdeckungen oder Nachtunfälle sein, die eine generelle oder rechtzeitige systemseitige Detektion des Fußgängers verhindern. Man spricht bei diesen Fällen auch häufig von Fehlauflösungen, da das System trotz gegebener Indikation nicht ausgelöst hat.

#### **4. Datengrundlagen für zukünftige Bewertungen von Sicherheitssystemen**

Wie in Kapitel 0 ausführlich beschrieben wurde, sind für zukünftige Bewertungen von Sicherheitssystemen neben reinen Unfalldaten auch Verkehrs- und Fahrverhaltensdaten notwendig. In *Abbildung* sind beispielhafte Datengrundlagen zur Bewertung unterschieden nach der jeweiligen Art der Daten dargestellt.

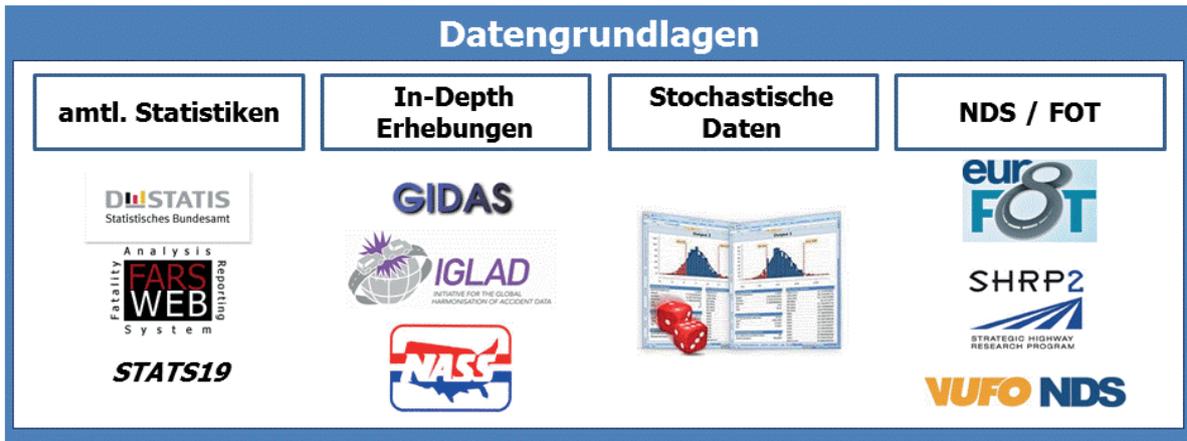


Abbildung 5: Auswahl an Datengrundlagen zur Bewertung integraler Sicherheit

Neben der Art können diese Datengrundlagen auch anhand ihrer Qualität und Quantität betrachtet werden. Als Qualitätsmaß wird oftmals die Detailtiefe der Erhebungen in Form von dokumentierten Parametern pro Fall genutzt. Die Quantität wird hier mit der jährlichen Fallzahl pro Datengrundlage dargestellt. In *Abbildung* ist die Grundstruktur zur Darstellung der prinzipiellen Eignung von Datengrundlagen zur Bewertung von Sicherheitssystemen dargestellt.

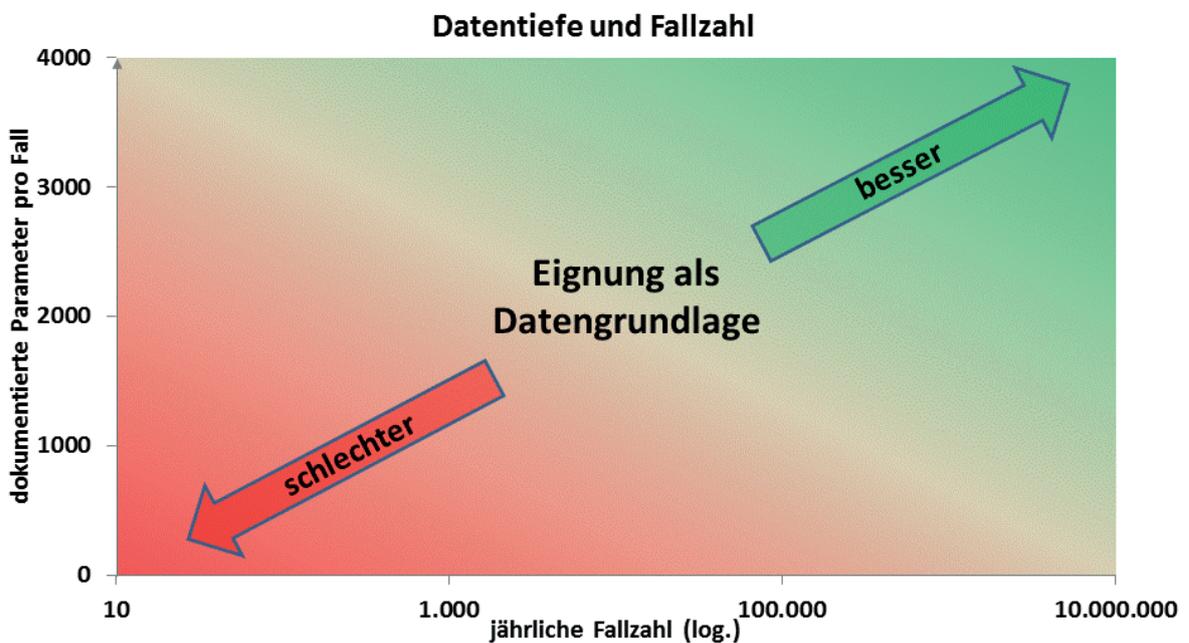


Abbildung 6: Eignung von Datengrundlagen in Abhängigkeit von Datentiefe und Fallzahl

Rein tendenziell ist eine Datengrundlage besser geeignet, wenn sie über eine hohe Anzahl verfügbarer Parameter pro Fall verfügt und gleichzeitig eine hohe Fallzahl für valide und signifikante Ergebnisse liefert. Diese Grundstruktur wird im Weiteren für die Darstellung aller Arten von Datengrundlagen genutzt.



#### 4.1. Amtliche Verkehrsunfallstatistiken

Weltweit werden Verkehrsunfälle durch die örtliche Polizei erhoben. Die Polizei hat bei der Unfallaufnahme den speziellen Fokus die Schuldfrage zu klären und zusätzlich einige Parameter zur Unfallstelle, zu den beteiligten Fahrzeugen und Personen zu erheben.

Diese amtlichen Unfalldatenbanken sind sehr allgemein gehalten und beinhalten nur wenige Informationen über einen Einzelunfall. In der Datenbank sind die Informationen der Verkehrsunfall-Anzeigen gespeichert, welche unter anderem Auskunft über Insassen-, Führerschein- und Umweltdaten sowie Verletzungsschwere, Unfalltyp und Unfallart geben. Eine Fotodokumentation sowie eine Unfallskizze befinden sich nicht in dieser Datensammlung.

Amtliche Unfalldaten sind aufgrund der Vollerhebung repräsentativ für das Unfallgeschehen des jeweiligen Landes und bieten zudem die Möglichkeit der Basis für Hochrechnungen. Die Datentiefe dieser Erhebungen richtet sich dabei nach den jeweiligen landesweiten Bestimmungen. Aufgrund dessen sind Analysen dieser Datenbanken meist auf allgemeine Untersuchungen beispielsweise hinsichtlich der Verteilung der Gesamtverletzungsschwere, der Unfalltypen und der Unfallarten oder auf einfache Ländervergleiche beschränkt. Tiefergehende Analysen zur Bewertung der Fahrzeugsicherheit können mit diesen Datenbanken meist nicht durchgeführt werden, da die Einzelfälle durch fehlende Unfallrekonstruktionen nur schwer nachvollziehbar und kaum tiefergehende technische und medizinische Dokumentationen vorhanden sind.

##### 4.1.1. Amtliche Verkehrsunfallstatistik in Deutschland (DESTATIS)

In *Abbildung* ist der prinzipielle Ablauf der Datenerhebung und Verarbeitung am Beispiel der amtlichen Verkehrsunfallstatistik in Deutschland (DESTATIS) dargestellt.

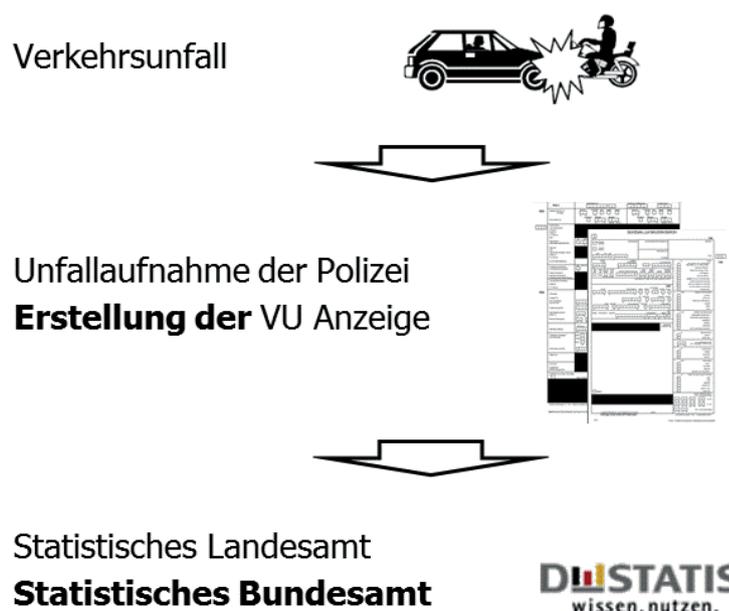


Abbildung 7: Datenbasis der amtlichen Verkehrsunfallstatistik in Deutschland

In Deutschland werden diese Unfalldaten seit den 1950iger Jahren in der amtlichen Verkehrsunfallstatistik gespeichert. Die amtliche Verkehrsunfalldatenbank des Statistischen Bundesamtes enthält somit alle Unfälle in der Bundesrepublik Deutschland, die von der Polizei bearbeitet wurden.

#### **4.1.2. Fatality Analysis Reporting System (FARS)**

Bei FARS handelt es sich um eine Datenbank, die in den USA polizeilich registrierte Verkehrsunfälle mit mindestens einer tödlich verletzten Person beinhaltet.

FARS wurde 1975 durch die National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des United States Department of Transportation (DOT) gegründet.

Die Datenbank wurde vom National Center for Statistics and Analysis (NCSA) entworfen und entwickelt, um Verkehrssicherheitsprobleme zu identifizieren und um Lösungsansätze für Fahrzeug und Fahrer zu finden. Außerdem dient FARS zur Einschätzung von Fahrzeugsicherheitsstandards sowie der Bewertung der Wirksamkeit von Initiativen der Straßenverkehrssicherheit.

In FARS sind keine Fotos, Unfallskizzen und Rekonstruktionen enthalten. Jährlich werden ca. 35.000 Unfälle mit Getöteten erhoben. Die Datenbank ist frei auf der Webseite der NHTSA zugänglich.

#### **4.1.3. General Estimates System (GES)**

Das General Estimates System (GES) ist Teil des National Automotive Sampling System (NASS) in den USA.

GES ist eine nationale, repräsentative Stichprobe von Polizeiberichten über leichte bis schwere Verkehrsunfälle jeglicher Art. Seit 1997 sammelt GES pro Jahr Daten von ca. 50.000 Unfällen. Diese Berichte werden von ca. 400 Polizeidienststellen aus 60 Gebieten, ausgewählt nach der geografischen Beschaffenheit, der Größe des Straßennetzes, der Bevölkerungsdichte und der Verkehrsdichte der USA, aufgenommen.

Speziell geschulte NASS Mitarbeiter verarbeiten die Daten aus den Polizeiberichten für die Datenbank von GES. Die Erkenntnisse aus GES werden benutzt, um die Häufigkeit verschiedener Unfallarten abzuschätzen und deren Entstehung näher zu untersuchen. Die Datenbank ist frei zugänglich und enthält keine Fotos, Unfallskizzen oder Rekonstruktionsdaten.

#### **4.1.4. Einordnung der amtlichen Statistiken**

In *Abbildung* sind beispielhaft die amtlichen Statistiken basierend auf den Angaben der Polizei aus USA und Deutschland eingeordnet.

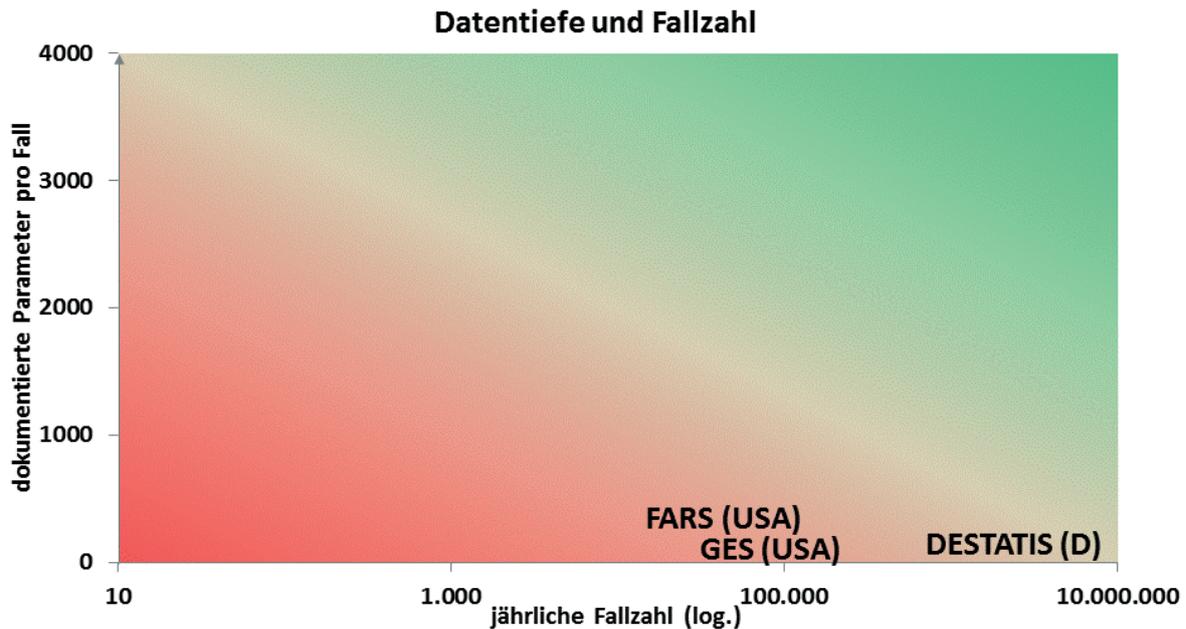


Abbildung 8: Einordnung verschiedener amtlicher Statistiken (DESTATIS) (NHTSA)

Man erkennt, dass diese amtlichen Datengrundlagen eine hohe Quantität aufweisen, dafür aber im Gegenzug nur über eine geringe Datentiefe verfügen.

#### 4.2. In Depth Erhebungen

Detaillierte Unfalldatenerhebungen, häufig auch als In-Depth-Erhebungen bezeichnet, werden bereits seit Beginn der 1970iger Jahre durchgeführt. Erste Teams entstanden in den USA, Frankreich, England und Deutschland, die zum Teil heute noch in modifizierter und optimierter Form tätig sind. Mittlerweile werden an sehr vielen Standorten weltweit In-Depth Unfalldatenerhebungen vorwiegend von Forschungseinrichtungen auf wissenschaftlicher Basis durchgeführt.

Durch den unterschiedlichen Fokus der jeweiligen Datenerhebung sind die Unfalldaten meist sehr unterschiedlich und können nur sehr allgemein miteinander verglichen werden.

Mit dem wandelnden Fokus von der passiven Sicherheit der letzten Jahrzehnte hin zur aktiven und integralen Sicherheit müssen auch Unfalldatenbanken und deren Erhebungsparameter angepasst werden. Die Klärung der Unfallentstehung und des Unfallablaufes vor der eigentlichen Kollision rückt dabei immer mehr in den Vordergrund.

Für statistische Analysen ist es zudem von besonderer Wichtigkeit, dass die Fallauswahl dieser In-Depth Datenbanken auf einem statistisch repräsentativen Stichprobenplan beruht und die gesamte Bandbreite an Unfällen im Straßenverkehr abdeckt. Zusätzlich ist es für die Bewertung von aktiven Sicherheitssystemen zwingend erforderlich, dass jeder Unfall hinsichtlich der Unfallentstehung rekonstruiert ist und so die Unfälleinleitungssituation mit beispielsweise Ausgangs- und Kollisionsgeschwindigkeiten sowie Reaktionen der Beteiligten enthalten sind.

Nachteilig bei den In-Depth Erhebungen ist die beschränkte jährliche Fallzahl, mit der teilweise keine Aussagen auf das Gesamtunfallgeschehen möglich sind.

Im Folgenden ist eine Auswahl von In-Depth Datenbanken dargestellt.

#### **4.2.1. German In-Depth Accident Study (GIDAS)**

Neben der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik gibt es in Deutschland die wesentlich detailliertere German In-Depth Accident Study (GIDAS).

GIDAS ist ein 1999 gegründetes Forschungsprojekt der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) in Kooperation mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

Neben den ca. 3.400 detaillierten Informationen eines Unfalls zu Unfallort, Fahrzeugen, Personen und Verletzungen werden bei GIDAS zu jedem Unfall eine Unfallskizze sowie eine ausführliche Fotodokumentation angefertigt. Jeder Unfall wird durch spezielle Unfallrekonstrukteure hinsichtlich verschiedener Sequenzen und Kollisionen rekonstruiert. In den folgenden Abbildungen sind die Besonderheiten und Möglichkeiten der In-Depth und Vor-Ort Erhebung von GIDAS aufgezeigt.

##### **Vor-Ort Erhebung**



##### **Unfallstellendokumentation**



**Abbildung 9: In-Depth Erhebung am Beispiel von GIDAS (GIDAS)**





Die Einzeldaten beinhalteten neben den allgemeinen Fahrzeugdaten genaue Beschädigungsmuster, Rekonstruktionsdaten und Ausstattungsdaten der Fahrzeuge. Außerdem wurden zusätzlich zu den allgemeinen Personendaten die Verletzungsmuster ausführlich codiert. Die Erhebung wurde im Jahr 2009 eingestellt.

#### **4.2.3. On-The-Spot Accident Investigation (OTS)**

Die On-The-Spot Accident Investigation (OTS) wurde im Jahr 2000 vom Verkehrsministerium Großbritanniens (DfT) und der Highway Agency (HA) gegründet. Für die jährlich rund 500 erhobenen Unfälle wurden vor allem an der Unfallstelle die „flüchtigen“ Daten dokumentiert. Außerdem wurden die beteiligten Fahrzeuge genauestens vermessen, sowie die beteiligten Personen befragt. Verletzungs- und Behandlungsdaten wurden von den entsprechenden medizinischen Einrichtungen bezogen.

Die Einsatzteams besaßen teilweise Fahrzeuge mit Sondersignal, so dass sie in ca. 15 min nach Alarmierung am Unfallort waren. In den Einsatzteams waren auch Polizeikräfte integriert. Die Auswahl der Unfälle erfolgte nach einem statistischen Stichprobenplan in 8h Schichten, somit sind die Unfälle mittels Wichtung für ganz Großbritannien repräsentativ. Pro Unfall wurden ca. 2.000 Einzeldaten erhoben. Die Erhebung wurde im Jahr 2009 eingestellt.

#### **4.2.4. Crashworthiness Data System (CDS)**

Crashworthiness Data System (CDS) ist Teil des National Automotive Sampling System (NASS) in den USA. Seit 1979 untersuchen 27 speziell geschulte Unfallforscherteams (Primary Sampling Units PSU) über 5.000 Verkehrsunfälle pro Jahr, in denen Pkws, Pickups und Vans verwickelt sind. Diese Unfallforscherteams sammeln Daten der Unfallstellen, der beteiligten Fahrzeuge sowie der beteiligten Personen. Die Auswahl der Unfälle erfolgt nach einem repräsentativen Stichprobenplan. Die über alle Bundesstaaten verteilten Teams bearbeiten nur Unfälle, bei denen mindestens ein Fahrzeug so schwer beschädigt ist, dass es abgeschleppt werden muss. Die Datenerhebung am Unfallort, beim Abschleppunternehmen und im Krankenhaus erfolgt erst einige Tage nach dem Unfall. Die Datenbank enthält eine Fotodokumentation, jedoch keine Unfallrekonstruktion und ist frei zugänglich.

#### **4.2.5. Crash Injury Research and Engineering Network (CIREN)**

Das Crash Injury Research and Engineering Network (CIREN) ist ein 1996 in den USA gegründetes Forschungsprogramm, in dem mehrere Zentren (CIREN Trauma Center) eingebunden sind. Dieses Netzwerk ist ein Gemeinschaftsprojekt von Medizinern und Ingenieuren an Hochschulen, der Industrie und der Regierung.

CIREN verbindet eine Patienten-Studie (Behandlungen, Diagnosen etc.) mit der Unfallstudie NASS CDS. Fallakten in CIREN werden nur für Personen angelegt, die nach dem Unfall in einem CIREN Trauma Center behandelt und deren Unfall durch NASS CDS aufgenommen wurde. Zusätzlich gelten noch verschiedene Mindestverletzungsschweren als Aufnahmebedingungen, die je nach Art der Beteiligung und Unfallkonstellation definiert sind.



Ein CIREN-Datensatz beinhaltet nicht die Informationen von einem kompletten Unfall, sondern nur von einer beteiligten Person. Dieser Datensatz wird dann dem NASS CDS-Fall hinzugefügt.

#### **4.2.6. Weitere In-Depth Unfalldatenerhebungen**

Neben den bereits beschriebenen In-Depth Datenbanken gibt es noch weitere Erhebungen (z.B. Unfallforschung des ADAC, GDV) die unter speziellen Gesichtspunkten Unfälle auswählen. Für viele dieser Datenbanken sind die Informationen über den Aufbau, die Fallauswahl und den Umfang an Unfällen nicht vollumfänglich zugänglich.

Zu weiteren In-Depth Unfalldatenbanken zählen:

LAB SSD (Frankreich)

LAB PSD (Frankreich)

IDIADA (Spanien)

ZEDATU (Österreich)

RASSI (Indien)

INTACT (Schweden)

TONGJI (China)

CZIDAS (Tschechien)

CIDAS (China)

CASR (Australien)

LaSIS (Italien)

Viele dieser Datengrundlagen fließen in die IGLAD Datenbank ein.

#### **4.2.7. Initiative for the Global Harmonization of Accident Data (IGLAD)**

Die Initiative zur globalen Harmonisierung von Unfalldaten (IGLAD) wurde 2011 ins Leben gerufen. Mittlerweile beteiligen sich über 12 Unfallforschungsinstitutionen aus über 10 Ländern an der Initiative. Der gemeinsam erstellte Datensatz der Phase I umfasst insgesamt 1550 reale Unfälle aus insgesamt 10 Ländern. In *Abbildung* ist die Verteilung dieser Unfälle nach Ländern aufgeschlüsselt.



Abbildung 12: Initiative for Globalisation of Accident Databases (IGLAD) (IGLAD)

Das Konsortium besteht aus einem „Steering Committee“ bestehend aus „Data Provider“ und „Member“ von IGLAD. Die Administration übernimmt dabei die CHALMERS University in Göteborg. Eine spezielle Technical Workinggroup unter Leitung der VUFO in Dresden beschäftigt sich dabei um die Harmonisierung der Datenbank und Datenintegrität der Phase II Daten. Bereits in diesem Jahr ist der Release von Unfällen aus der Phase II geplant. (IGLAD)

#### 4.2.8. Einordnung der In-Depth Datengrundlagen

In der nachfolgenden *Abbildung* sind die bekannten In-Depth Datenbanken nach Datentiefe und jährlicher Fallzahl zugeordnet.



## In-Depth Erhebungen

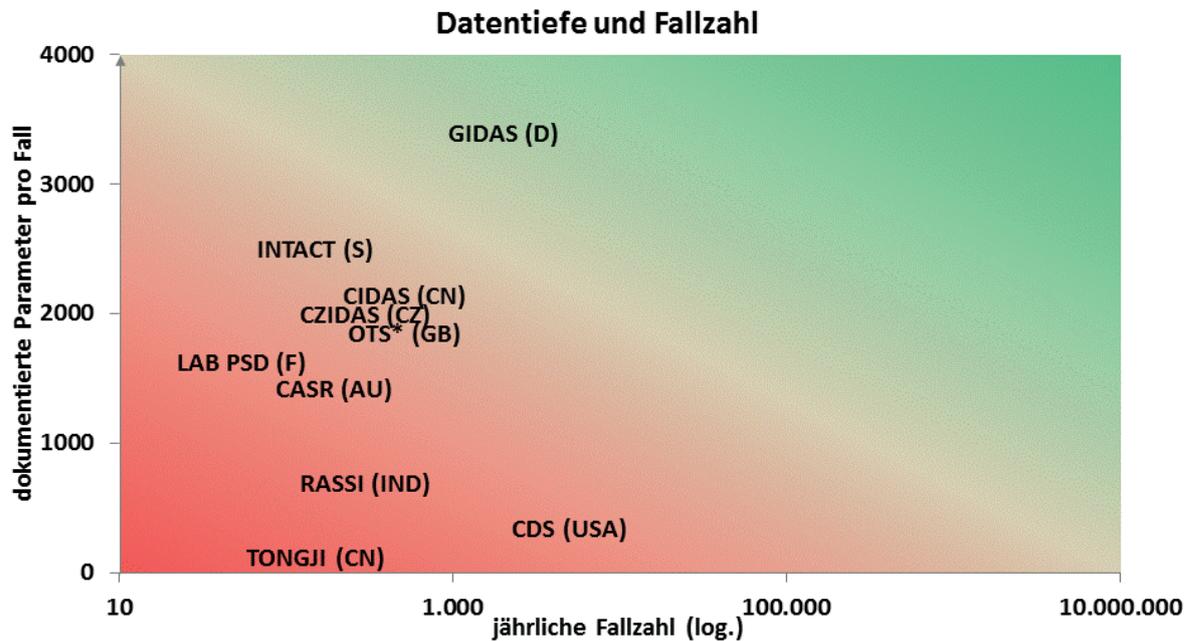


Abbildung 13: Detailtiefe und Fallzahlen verschiedener In-Depth Datenbanken (GIDAS) (IGLAD) (NHTSA)

Man erkennt den teilweise sehr unterschiedlichen Datenumfang und Detaillierungsgrad und die damit einhergehende unterschiedlich gute Eignung für die Bewertung der integralen Sicherheit.

### 4.3. Stochastische Datengrundlagen

Stochastische Datengrundlagen basieren auf zufallsbasierten mathematischen Prozessen, die auf statistischen Verteilungen beruhen. Diese Variationen werden genutzt um eine Vielfalt von Szenarien zu generieren. Häufigste Anwendung findet dabei die Monte-Carlo Methode. Es wird dabei versucht, mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie analytisch nicht oder nur aufwendig lösbar Probleme numerisch zu lösen. (Monte Carlo Simulation)

Der Vorteil dieser Methodik zur Generierung von Szenarien liegt in der nahezu unbegrenzt hohen Fallzahl einer Datengrundlage. Ebenso ist es möglich, diese Szenarien simulativ darzustellen und generell auch seltene Ereignisse damit fiktiv zu erstellen.

Nachteilig wirkt sich aus, dass eine Repräsentativität und Verallgemeinerung der Ergebnisse nicht immer gegeben sind, da die inneren physikalischen Zusammenhänge der Szenarien nach wie vor nur von einem oder wenigen Grundszenerarien abgeleitet sind. Daher sind statistische Ausreißer nur sehr schwer darstellbar, da die Variationsbreite von der Ausgangsbasis abhängt.

Im nachfolgender *Abbildung* wurde versucht den Bereich, der mit stochastischen Datengrundlagen möglich ist, darzustellen.



Abbildung 14: prinzipielle Einordnung von stochastischen Datengrundlagen

Eine genauere Zuordnung verbietet sich an dieser Stelle, da die Datengrundlagen meist gezielt für eine zu beantwortende Fragestellung generiert werden. Die relativ geringe Zahl an Parametern pro Unfall kommt letztlich auch deshalb zu Stande, da eine Variation der Szenarien zwar zu einer Vervielfachung von Szenarien führt, letztendlich die Anzahl der Informationen der Ausgangsbasis aber erhalten bleibt und sich damit nicht die Informationen an sich vervielfältigen lassen.

#### 4.4. Naturalistic Driving Studies und Field Operational Tests

Unter Studien zu natürlichem Fahrverhalten und Feldtest bezeichnet man die Aufzeichnung realer Fahr- und Unfallsituationen durch instrumentierte Fahrzeuge. Der Umfang der Instrumentierung reicht dabei von einfachen Smartphones, wie bei den VUFO NDS Studien bis hin zu stark instrumentierten Fahrzeugen spezieller Flotten, zum Beispiel in den Forschungsprojekten euroFOT und SHRP2. Ziel ist es stets das Fahr- und Verkehrsverhalten zu untersuchen und speziell in den Field Operational Tests neue Systeme und deren Auswirkungen im Feld zu beobachten.

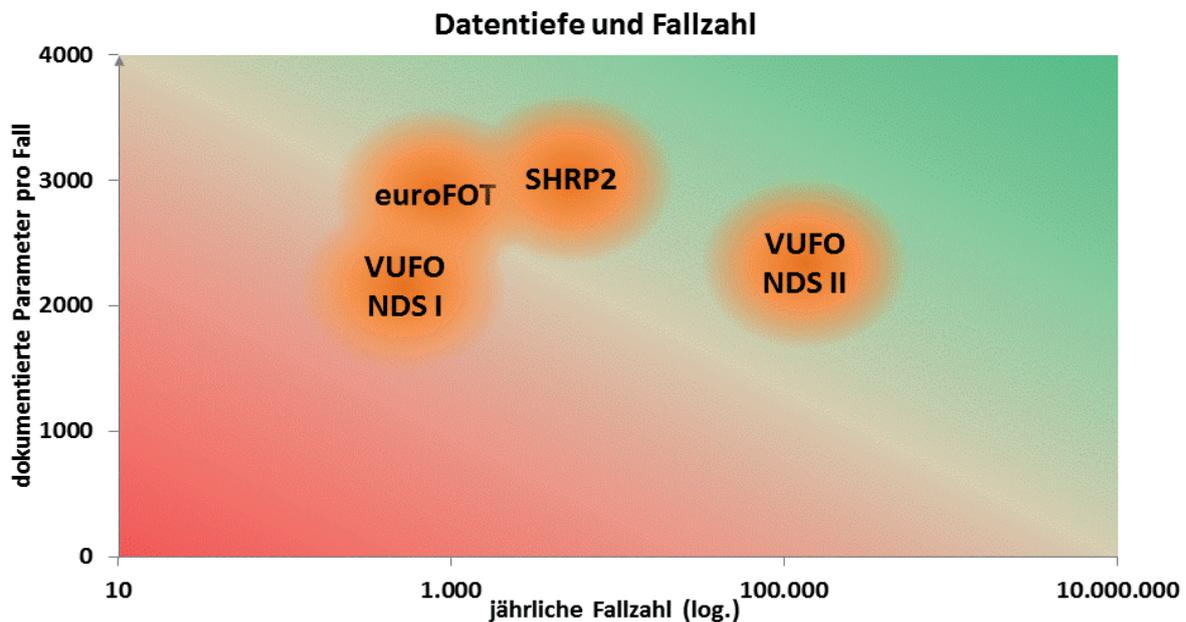
Die Vorteile dieser Methode zur Generierung von Datengrundlagen sind die präzise aufgezeichneten Fahrverhaltensdaten, die zudem durch vielfache Videoaufzeichnungen der jeweiligen Situationen auch plausibel und nachvollziehbar sind.

Als nachteilig hat sich dabei herausgestellt, dass diese Art der Dokumentation und Datenaufzeichnung für seltene Ereignisse, wie beispielsweise Unfälle eher ungeeignet ist. Zudem sind das Fahrer und Beteiligtenkollektiv teilweise vorselektiert, das heißt die Probanden entsprechen oft nicht der Vielfalt von Fahrern auf den Straßen. Je nach Art und Umfang der Studien sind diese teilweise sehr kostenintensiv.

In der nachfolgenden *Abbildung* wurden beispielhaft verschiedene FOT und NDS Studien eingeordnet.



## Naturalistic Driving Data / Field Operational Tests



**Abbildung 15: Einordnung verschiedener Datengrundlagen von Naturalistic Driving Studies und Field Operational Tests**

Auch hierbei lässt sich keine punktgenaue Zuordnung darstellen, da die Datengrundlagen entweder gezielt für eine zu beantwortende Fragestellung oder zu bewertendes System generiert werden bzw. es sich bei den NDS Studien um getriggerte Szenarien oder Daueraufzeichnungen handelt. Die jährliche Fallzahl bestimmt sich zudem aus der Zahl der Probanden, die je nach Instrumentierungsaufwand an den Fahrzeugen stark variiert.

## 5. Zusammenfassung

In den vergangenen Jahrzehnten konnte die Verkehrssicherheit in Deutschland kontinuierlich verbessert werden. Daran hat, neben den Verbesserungen in den Bereichen der Gesetzgebung, des Straßenbaus, des Rettungswesens und der Notfallmedizin, vor allem auch die ständige Weiterentwicklung der Fahrzeugsicherheit einen wesentlichen Anteil. Neben den Möglichkeiten der passiven Sicherheit, die beim aktuellen Stand der Technologie moderner Fahrzeuge weitestgehend ausgeschöpft sind, wird vor allem durch die aktive und integrale Sicherheit eine weitere Verringerung der Zahl der Getöteten und Verletzten auf den Straßen Deutschlands erwartet.

Die zukünftige Bewertung von integralen Sicherheitssystemen unterscheidet sich dabei von den herkömmlichen, vorrangig „Was wäre wenn?“ Analysen von Sicherheitssystemen. Je frühzeitiger man in den Unfallentstehungsprozess eingreifen will oder muss, desto stärker müssen die Systeme und Algorithmen die Unfall-Situation von der Beinaheunfall-Situation und einer Normalfahr-Situation unterscheiden können. Für eine inertielle Auslösung von passiven Sicherheitssystemen beim Anprall war dies nicht erforderlich und auch bei aktiven Systemen, die weit nach dem „Zeitpunkt der Unvermeidbarkeit“ oder „point of no return“ agieren, war dies weniger von Belang. Aus diesem Grund sind zur Bewertung von integralen Sicher-

heitssystemen zukünftig neben realen Unfalldaten auch Verkehrs- und Fahrverhaltensdaten zwingend erforderlich.

Weiterhin bleibt jedoch der Grundsatz bestehen, dass eine robuste Bewertung der Integralen Sicherheit immer am realen Unfall- und Verkehrsgeschehen und nicht ausschließlich auf Testergebnissen basieren sollte. Nur damit ist die Vielfalt auf den Straßen abzudecken und letztendlich auch real bewertbar.

Bestehende Datengrundlagen des Unfall- und Verkehrsgeschehen stellen derzeit häufig einen Kompromiss dar zwischen Detailtiefe des Einzelfalles und Gesamtzahl der Fälle in der Datenbank. Spezielle stochastisch ermittelte Datengrundlagen können dabei helfen, die Zahl und Variation von Unfall- und Verkehrsszenarien zu vervielfachen, allerdings stellen diese allein keine ausreichende Alternative zu realen Unfalldatenbanken dar.

Das Paper gibt einen Überblick über die meisten Datengrundlagen zur Bewertung der integralen Sicherheit und ordnet diese zusammen mit neuartigen Methoden der Datengenerierung in einen Gesamtkontext ein.

## Literatur

[Online-Quellen]

<i>DESTATIS</i>	<a href="https://www.destatis.de/">https://www.destatis.de/</a>
<i>GIDAS</i>	<a href="http://www.gidas.org">http://www.gidas.org</a>
<i>IGLAD</i>	<a href="http://www.iglad.net/">http://www.iglad.net/</a>
<i>NHTSA</i>	<a href="http://www.nhtsa.gov/">http://www.nhtsa.gov/</a>
Monte Carlo Simulation	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Monte-Carlo-Simulation">http://de.wikipedia.org/wiki/Monte-Carlo-Simulation</a>



## Latin America: moving to safer cars but still far from developed countries

Alejandro Furas

Technical Director, Global/Latin New Car Assessment Programme (NCAP)

### Abstract

Since 2010 Latin NCAP has been testing the most popular models in Latin America.

It was demonstrated that Latin America's best selling models are 20 years behind Europe, US, Japan, Australia in terms of vehicles safety. How far is the market in Latin America from an improvement in the best selling models' safety?

27 different models were tested since 2010 in Latin NCAP phases 1, 2 and 3. The results obtained during the test as well as the inspections supplied the data for the discussion of results.

The most basic equipped versions, which are the ones selected by Latin NCAP, showed that the absence of airbags exposed the passenger dummies to serious injuries. The structural performance of the passengers' compartment was weak to poor in the best selling models of Latin America. Latin NCAP also tested cars that looked exactly like the European models but their structure showed a poorer performance in the crash test. In the case of the Child Occupant the main reasons for the low star rating were incompatibility CRS-vehicle seat and seatbelts, poor installation instructions and poor dynamics in some cases.

The results are limited to the tested models. But considering the annual sales volume of 250.000 units of the best selling model in the region, the coverage of the results in terms of drivers and their families reached is considerably important.

Considering the poor structural performance, and also the old platforms being used to produce popular cars in Latin America, the Industry will have to bring to the market new or improved platforms, with better performance in occupants' protection. This should come as the governments make the local regulations tougher, but Latin NCAP is already helping to bring changes faster.

### 1. Introduction

Latin NCAP has been helping to improve the crashworthiness of today's passenger vehicles in Latin America. For phases 1, 2 and 3 Latin NCAP has been assessing the cars in a ODB crash test at 64km/h. The status of technical performance regulations in Latin America regarding vehicle safety and occupant protection is little to non existent. At the time that Euro NCAP begun to rate cars' capacity to protect occupants performance technical regulations were already mandatory like ECE94.

This situation brings Latin NCAP since its beginning a more challenging task in helping improve car's safety in the region. In Europe like in other countries, the consumer then had a certain level of safety established



by the regulations. In Latin America this is mostly not the case. As from 2014 Brazil will include a performance criteria technical regulation that gives the manufacturer the option to test the model according to ODB crash test performance criteria based in WP29's regulation and full frontal performance criteria based in the FMVSS regulations. Before the regulation was published, there was a law that made airbags and ABS mandatory but no performance criteria was required. This action was followed by almost all Latin American government. Consumers and authorities expect that same models from other markets, produced locally will eventually offer similar Occupants performance protection. Including in cases where models do look the same and have same equipment specifications. All this might be considered as a first step, but the technology and know-how to improve vehicle safety is available since years and it is about to take it and bring it to Latin America.

The actual situation is that manufacturers complain that safety does not sell cars in Latin America, however some manufacturers are advertising about their cars safety in magazines and newspapers. Probably the real reason why consumer do not buy safer cars of cars with safety equipment is explained by the high price charged to cars with safety devices, which specially affect the payment capacity originally planned by the consumer that buy the most popular cars.

Latin NCAP does not have CRS technical regulation and lack of mandatory use law with the exception of Brazil. Most of the CRS available are old and low performing CRS that used to be available in other markets like Europe for example. Latin NCAP has independent and transparent procedures.

Some of the points mentioned above were reflected in the different situations along Latin NCAPs phases 1, 2 and 3, also called the pilot phases.

This paper will mainly focus on the cars that were selected and sponsored by Latin NCAP, however mention to the manufacturers sponsored cars will be pointed along the document.

## 2. Data

The cars that Latin NCAP sponsored and selected are the following:

VW Gol, Chevrolet Corsa, Chevrolet Celta, Fiat Novo Uno, Fiat Palio, Peugeot 207 Compact, Geely CK1, Nissan Tiida, Ford Ka, Ford Fiesta Hatchback, VW Bora, Jac J3, Renault Sandero.

The best selling models have the following sale levels: the VW Gol (hatchback) sells more than 280,000 per year in Latin America, Fiat Uno more than 220,000 units per year (old and new UNO together but Old UNO lost market share to the new one in the last years), Chevrolet Classic sells 142,000 units per year, The Chevrolet Celta sells 120,000 units per year, Renault Sandero more than 85,000 units per year, Fiat Palio (Old model) used to sell when tested more than 150,000 units per year in all its versions, VW Bora more than 60,000 units per year, Ford Ka more than 50,000 units per year at the time of being tested.

Latin NCAP selects the most basic safety equipped version available of a model.



## 2.1. Adult

The following models were tested without airbags:

VW Gol, Fiat Palio, Peugeot 207 COMPACT, Fiat Novo UNO, Chevrolet Celta, Chevrolet Corsa, Ford KA, Renault Sandero. Geely CK1 They are available in the most basic version without airbags.

They all scored 1 star in adult.

The VW Gol and Fiat Palio structures were rated as stable, the other models' structure were rated as unstable.

The models that presented unstable structures, sell more than 650,000 units per year in Latin America.

According to Latin NCAP assessment a structure considered unstable means that it is not capable of withstanding further loadings.

All the models mentioned above that represent the best selling models scored 1 star rating in the adult safety assessment.

Latin NCAP tested a JAC J3, with double frontal airbags equipment that scored 1 star in adult occupant safety.

## 2.2. Child

CRS use is not mandatory in Latin America with the exception of Brazil that also has technical regulation.

In phase 1 the Child safety rating were 1 and 2 stars results.

In phase 2 manufacturers reached 3 stars in child safety for the first time and later in phase 3 4 stars in child safety (Ford Fiesta and Honda City).

Most of CRS offered in Latin America showed incompatibility with the listed cars restraint systems and a poor dynamic performance resulting in poor child occupant safety ratings.

The instructions in most of the CRS sold in Latin America are insufficient.

## 3. Methodology

Latin NCAP ODB 64km/h test and assessment for Adult and Child occupant according to Latin NCAP Protocols.



## 4. Results

### 4.1. Adult

The results of the cars tested by Latin NCAP for adult and child occupant are as shown below:

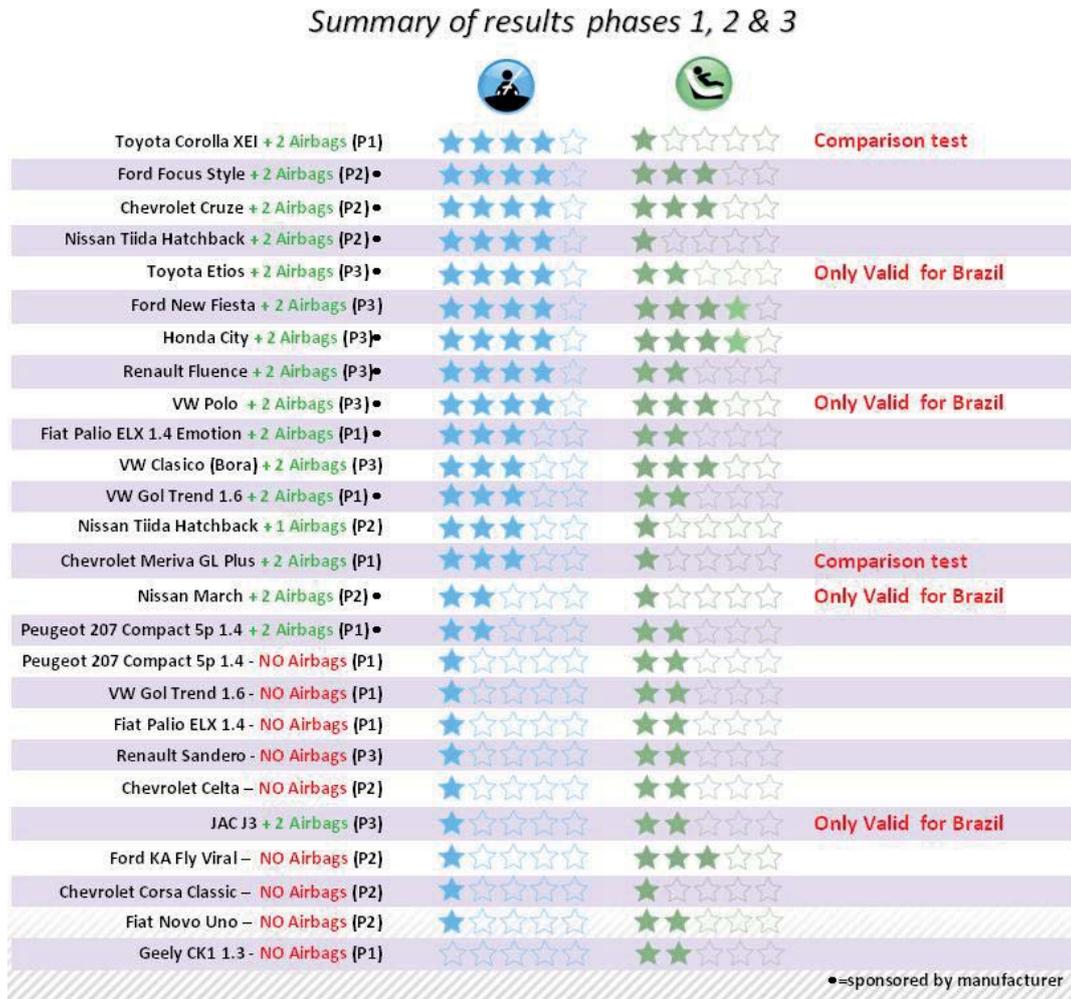


Figure 1: Summary of results phases 1, 2 & 3

The Chevrolet Celta, Chevrolet Corsa, Fiat Novo Uno, Ford KA, Renault Sandero, Peugeot 207 COMPACT, and Geely CK1 structures were rated as unstable (modifier -1 point applied).



Figure 2: Geely CK1



Figure3: Chevrolet Corsa Classic



Figure 4: Chevrolet Celta



Figure 5: Ford Ka

The Chevrolet Celta, Chevrolet Corsa, Fiat Novo Uno, Ford KA, Peugeot 207 COMPACT, and Geely CK1 (modifier -1 point applied)



**Figure 6: Example of a deformed footwell**

## **4.2. Child**

Latin NCAP requires the manufacturer to recommend of the CRSs to be used in the test. Incompatibility car-CRS was present in most of the Latin NCAP selected cars.

The lack of instructions in the way that the protocols require brought a loss of points for most of the Latin NCAP selected cars.

Acceptable dynamic performance was observed in some models, however in cases where the structure was rates as unstable was observed better dynamics of the CRS than in models which structure was rated stable.

## **5. Discussion**

### **5.1. Adult**

The results of the models tested that belong to the top 10 selling cars showed that most of them presented an unstable rated structure in the test.

In some cases like the Geely, it is reasonable to expect that even with airbags the injuries in the front passenger will still be considerable.

One powerful result that can illustrate the risks of an unstable structure even with airbags is the JAC J3 that scored only 1 star in adult occupant safety even with 2 airbags and pretensioners.



**Figure 7: JAC J3**

Some government in the region are requiring airbags in the law, and the previous example shows clearly that airbags may not solve the problem and that a performance requirement is needed. Some countries in the region are focusing to introduce performance criteria regulations.

Cars with no airbags showed high risk of life threatening injuries in the passengers. In cases where the same model was tested with and without airbags the benefit of the airbags was clear in the result bringing some models from 1 to 3 stars and another one from 1 to 2 stars. This also shows that there is room for improvement in some cases with not very dramatic changes in the cars to make them perform better in the test.

The dynamic results of the Child occupants was average to good in cars which structures were rated as unstable and poorer performance results in cars which structures were rated as stable, like the Nissan Tiida, Toyota Corolla for example. In some cases we have seen CRS broken due to the accelerations. As the structures become stiffer, then the rear restraint systems as well as CRS must be improved in order to offer good child occupant protection.

Latin NCAP also compared models tested in our program to the same models tested by other NCAPs like Euro NCAP. There is a clear difference in safety equipment of the same models like less airbags, no ABS or no ESC for example. But we have seen cases where the structures of 2 same looking models behave in a very different way. Examples of that are the Nissan March compared to the Nissan Micra and March, or Renault Sandero and Dacia Sandero. In those cases the Latin NCAP structure was rated as unstable and intrusions were higher as well.

Latin NCAP received comments from consumers claiming that the airbag versions of the models tested are much more expensive than the basic (nom airbag version). In some cases the consumer must pay from 18% to 33% on top of the basic price to get just double frontal airbags. In some cases this is explained by the "package" that offers the manufacturer matching airbags with other non safety related items like Bluetooth or alloy wheels.

In one sample case of same European model but different structural behaviour, having the Latin NCAP model no airbags, but the European model 6 airbags, ABS and ESC the price difference at the same time between those cars one sold in Europe and the other sold in Latin America was less than 1000 Euros.



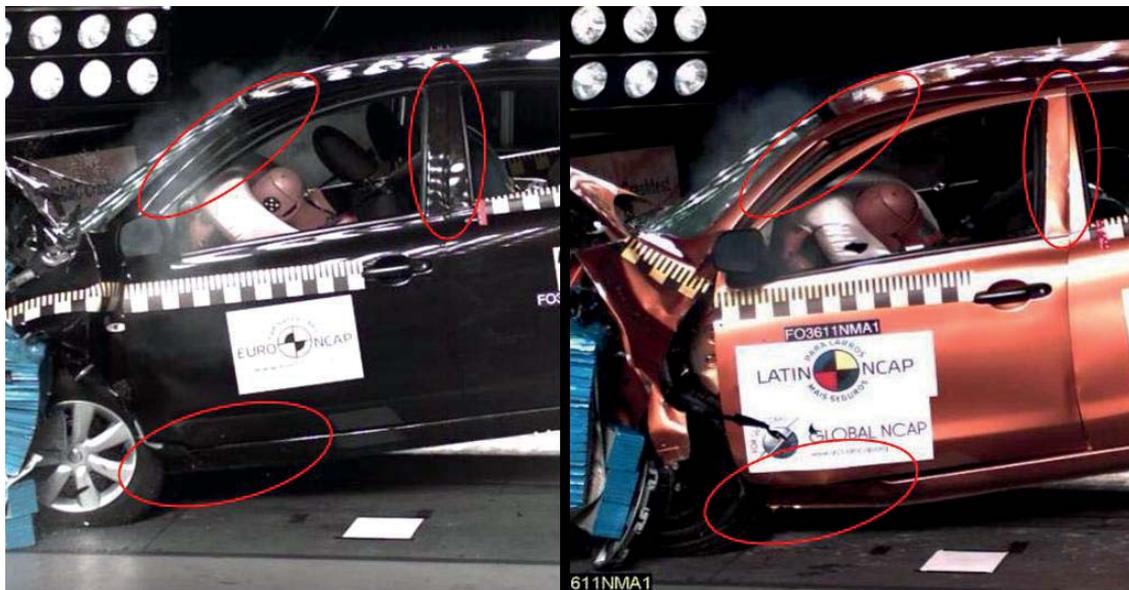
However these price differences are strongly linked to the local taxes, cars in Latin America are as or more expensive than in Europe and they offer a lower level of occupants' protection. Some consumers are wondering why this is happening and how it can be fixed.

Latin NCAP compared a model to the identical car offered in Europe. Nissan March (Latin America tested by Latin NCAP) and Nissan Micra (Europe tested by euro NCAP). Both cars were compared only in the frontal crash test. Both have double frontal airbag.



**Figure 8: Comparison Nissan Micra (Euorpe) and Nissan March (Latin America)**

A post-test technical comparison showed differences in the structures of both cars which explained differences in the cars Occupants protection performance.



**Figure 9: Technical comparison of compartment structures**

In order to make a more global analysis, Latin NCAP in June 2012, explored the market of this car in terms of prices and equipment and found the following results:

		Values in €UROS										
Structure						ARG	BRA	COL	URU	GER	FRA	
March		✗	✗	✗	✗	✗	N/A	N/A	10,469	13,397	N/A	N/A
								+3,416	33%	18%	+2,403	
March		✓	✗	✗	✗	✗	13,420	9,900	13,885	15,800	N/A	N/A
Micra		✓	✓	✓	✓	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	10,840	10,590
Average cost of a ICU bed per day							2,000		1,200			

Figure 10: Test results Nissan Micra and Nissan March

This table shows that to get a double airbag in this car in markets like Uruguay and Colombia the consumer must pay more than 18% more of the basic price which means more than 2400 Euros, but in Colombia this increase goes up to 33% which means more than 3400 Euros.

Comparing the prices of the Latin American car, which has a weaker structure, and no more than 2 airbags versus the European model which cannot be purchased with less than 2 front airbags, 2 side airbags, 2 curtain airbags, ABS and ESC, in Germany this models is less expensive than a less safe Latin American car in Argentina Colombia or Uruguay and less than 1000 Euros more expensive than in Brazil.

In the last line it shows the cost PER DAY of an Intensive Care Unit in Uruguay and Argentina, this price does not consider medication and emergency services of first aid and transport.

The reason of these price differences can come from taxes as well as from higher prices from the manufacturers to sell the car in Latin America, for any of both reasons, Latin American consumers of small cars that in general range get a lower payment than European population per month is forced to pay much more for a much less safer car. Manufacturers and Government should

Until phase 3 (2012) the models that could offer a 4 star level of safety to their occupants were large and expensive models, but the Toyota Etios showed that a car from the small most competitive market in the region can offer 4 star in adult occupant safety and be sold for a price close to the 10.000 Euros in Brazil and locally produced.



Figure 11: Toyota Etios – 4 stars



Before the tests of two models selected in 2012 were conducted, the manufacturers decided to make a change in production for safer equipment. The VW Bora and Ford Fiesta are sold in Latin NCAP market with double standard airbags.

In phase 3, 2 cars reached the 4 star result in Child occupant: Ford Fiesta and Honda City, both using ISOFIX CRS. The protection offered by the CRS was very good as well as the instructions and vehicle compatibility. This is a remarkable result considering the beginning of the program.

Only one market in Latin America has CRS regulation requirement for type approval: Brazil. The ISOFIX CRS are not contemplated by the regulation therefore they are cannot be approved for importation. Hopefully the Latin NCAP results will help to show the benefit of the ISOFIX in misuse reduction and dynamic performance.

## 6. Conclusions

Bodyshell integrity, airbags and seatbelts are critical for the protection of occupants.

Models for Latin America showed poorer protection than the same model even with same equipment for Europe.

The latest models tested showed already an improvement in the structural stability.

The protection of child occupants is low because of the marginal to poor protection offered by the CRS, the incompatibility car-CRS and high probability of misuse.

As structures become more stable and stiff, the rear seat restraint systems and CRS must be improved to offer better protection.

First cars to score 4 stars in Child occupant safety: Ford Fiesta and Honda City. ISOFIX CRS were used and showed good protection performance and considerable reduction of misuse possibilities.

Latin NCAP recommends all governments to make the requirements of UNECE94 (technical standard) mandatory for all cars. Currently no car without airbags will pass UNECE94.

Latin NCAP strongly recommends all governments to reinforce the conformity of production in the regulatory tests for car's protection performance and make tests in independent or governmental test laboratories

Latin NCAP recommends all governments to make CRS use and technical standard approval for CRS mandatory. Latin NCAP would welcome when all governments will allow ISOFIX use according to the UNECE technical standards.

Latin NCAP promotes the use of CRS in cars and strongly recommends closer cooperation between car manufacturers and CRS manufacturers to improve Child safety in the region.

Latin NCAP welcomes Ford's and VW's rapid efforts to bring safer vehicles on sale in Latin America (Fiesta and Clasico) and strongly encourages other manufacturers to follow suit and increase the availability of airbags on their new cars.



A car locally produced in the smallest most competitive segment could offer 4 stars in adult safety, and same models jumped from 1 to 3 stars in adult safety with just the double airbags.

The previous cases show that it is possible to produce an affordable car in Latin America that offers a 4 star safety level. More stable structures and airbags in vehicles will help to get closer to safer cars in the region. Technology and knowledge is there from the mature economies markets, no need to develop new technologies for Latin America stage.

Latin NCAP helps to improve the safety of the cars in the market and consumer awareness not all the cars in the market are being tested.

Considering our actual regulatory situation in comparison to European regulations when Euro NCAP started, Latin America is as close or far from safer cars as the governments, manufacturers and consumers want to be. Governments regulations will help to have better performing cars in occupant protection and will bring safer CRS to the local market but all this must be present together with laws, regulations enforcement and education.



## Die ÖAMTC Unfallforschung

Dr. techn. Maximilian Lang

Hauptabteilungsleiter Kfz-Technik, Verkehr und Konsumentenschutz, ÖAMTC

Die ÖAMTC Unfallforschung, ein Kooperationsprojekt mit dem ADAC, sammelt seit 2007 Daten zu Verkehrsunfällen, zu denen die Rettungshubschrauber des ÖAMTC gerufen werden. Die erfassten Fälle sind somit von einer hohen Unfallfolgeschwere geprägt. Der Großteil der dokumentierten Unfälle geht mit schweren bis tödlichen Verletzungen einher. Da gerade Fälle mit schweren Verletzungen vermieden bzw. deren Folgen abgemildert werden müssen, sind Trends aus den Erhebungen wichtige Indikatoren zur weiteren Untersuchung von Aspekten der Verkehrssicherheit.

### 1. Unfallforschungsdatenbank

#### 1.1. ÖAMTC Flugrettung und Datenstand

Die Christophorus Flugrettung des ÖAMTC umfasst derzeit 16 Standorte, wovon jene acht Standorte mit den meisten Einsätzen zu Verkehrsunfällen in die Unfallforschung einbezogen wurden (Abb. 1).

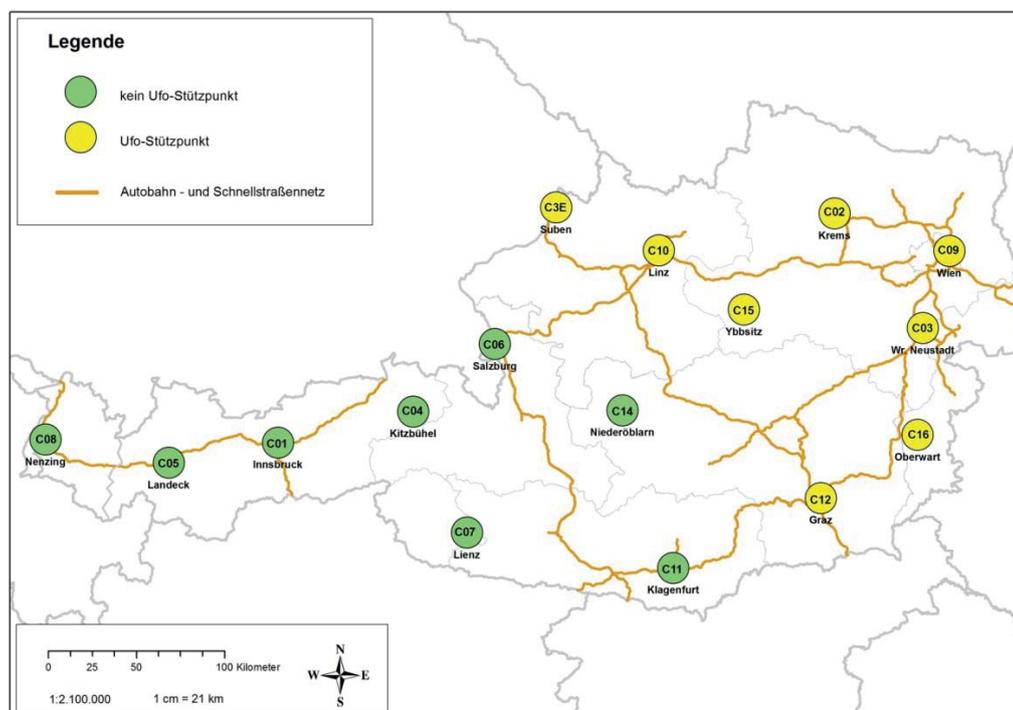
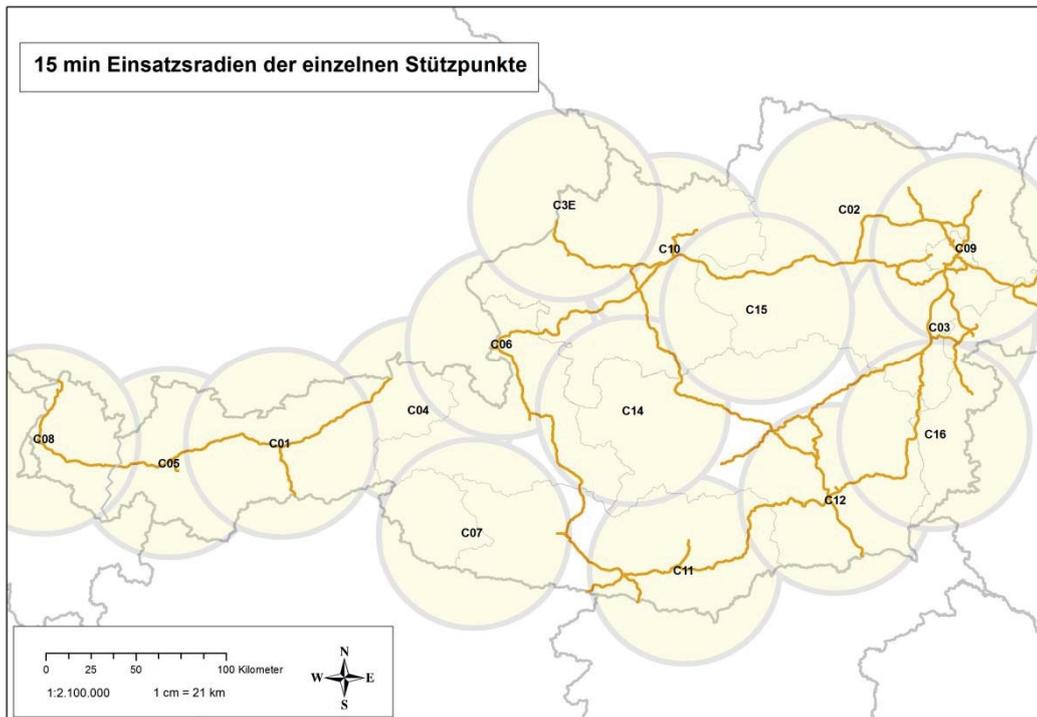


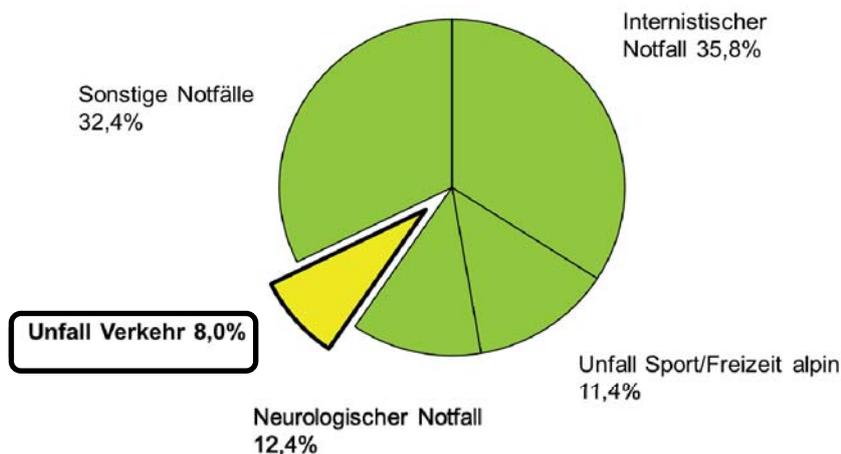
Abbildung 1: Standorte der ÖAMTC Flugrettung

Die gezielte Auswahl der Standorte ermöglicht eine vollständige Abdeckung des österreichischen Staatsgebietes und darüber hinaus einen Einsatzradius von 15 Minuten (Abb. 2).



**Abbildung 2: Einsatzradien der ÖAMTC Rettungshubschrauber**

Im Jahr 2014 flogen die Rettungshubschrauber rd. 16.500 Einsätze, etwa 1.300 (ca. 8%) davon zu Verkehrsunfällen (Abb. 3). Aktuell (Stand: Jänner 2015) umfasst die Datenbank rd. 6.000 Verkehrsunfälle.



**Abbildung 3: Einsatzstatistik 2014**

940 der 1.317 Verkehrsunfälle des Jahres 2014, zu welchen die ÖAMTC Flugrettung gerufen wurde, wurden von jenen acht Standorten geleistet, welche Daten für die Unfallforschung erheben (siehe Abb. 4, gelb). Das entspricht einer Abdeckung von rd. 72%. In der Regel kann jedoch seitens der Piloten und Notärzte aus diversen Gründen nicht jeder Verkehrsunfall dokumentiert werden, weshalb letzten Endes die tatsächliche Fallzahl der in die Datenbank aufgenommenen Verkehrsunfälle etwas geringer ausfällt.

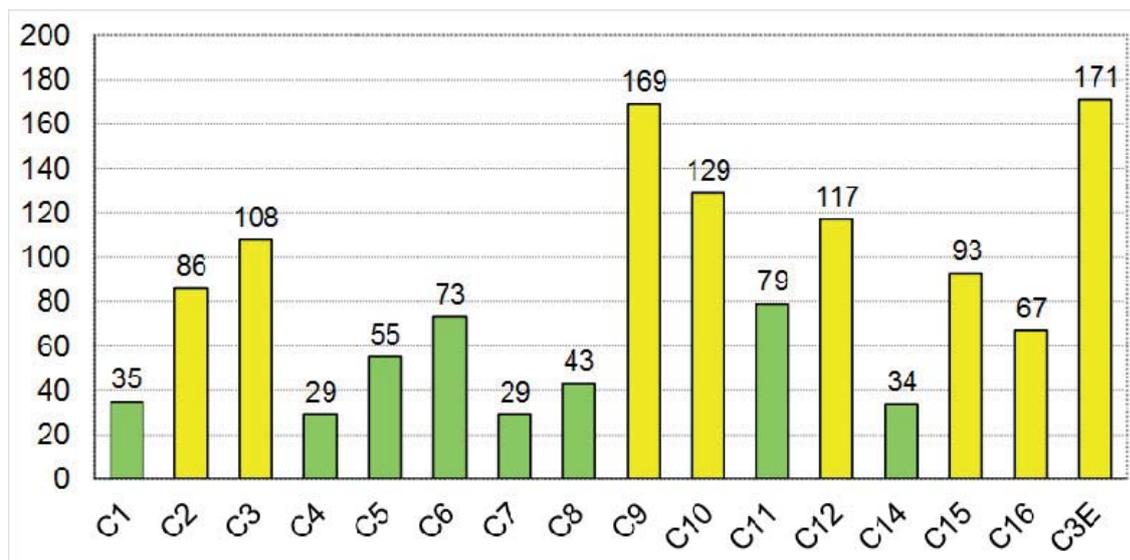


Abbildung 4: Einsatzverteilung (Verkehrsunfälle) der einzelnen Standorte (2014)

Mit Stand 31.12.2014 befanden sich Daten zu rd. 6.800 Patienten in der Unfallforschungsdatenbank. Die Verteilung der Verletzungsschwere nach den notfallmedizinischen NACA-Graden zeigt zudem recht deutlich, dass vor allem die Klassifizierungen der Kategorien NACA III (mäßige bis schwere, aber keine lebensbedrohliche Störung), NACA IV (schwere Störung, kurzfristige Lebensbedrohung) und NACA V (akute Lebensgefahr) überwiegend vorliegen (Abb. 5). Das verdeutlicht den Umstand, dass die Rettungshubschrauber in der Regel nur zu schweren Unfällen gerufen werden. Da gerade Fälle mit schweren Verletzungen vermieden bzw. deren Folgen abgemildert werden müssen, sind die Trends aus den Erhebungen wichtige Indikatoren zur weiteren Untersuchung von Aspekten der Verkehrssicherheit. Ein Vergleich mit anderen Studien zeigt zudem, dass die ÖAMTC Unfallforschung für die Unfälle mit schweren Verletzungen in vielen Punkten eine sehr gute Repräsentativität aufweist.

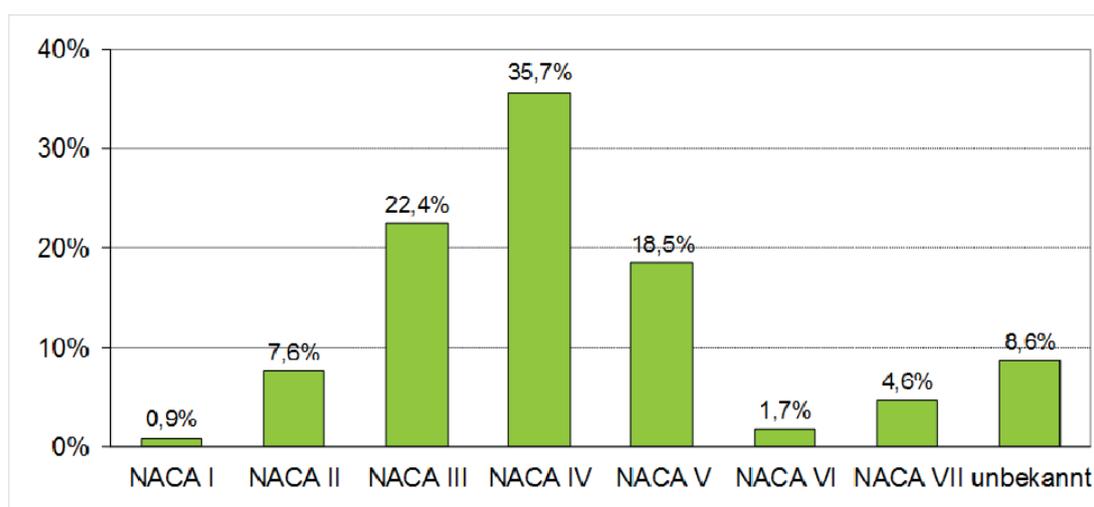


Abbildung 5: NACA Verteilung der in der Datenbank enthaltenen Patienten

Mit Ende 2014 umfasste die Datenbank zudem rund 5.900 Unfälle. Die Verteilung der Unfallart der erfassten Fälle zeigt Abbildung 6. Fast ein Viertel aller Unfälle beziehen sich dabei auf Alleinunfälle von Pkw,



dabei überwiegend Abkommensunfälle von der Fahrbahn. Pkw-Pkw Kollisionen sowie Alleinunfälle von Motorrädern sind mit rd. 15% ebenfalls anteilmäßig überrepräsentiert.

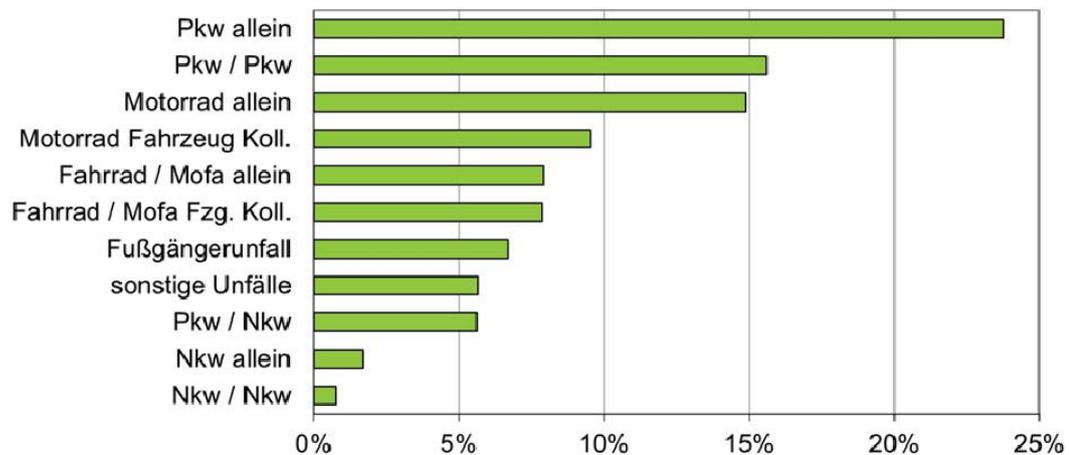


Abbildung 6: Verteilung der Unfallart der in der Datenbank enthalten Unfälle

Zu den derzeit vorliegenden Unfällen sind zusätzlich noch zu rd. 25% der Fälle Polizeidaten vorhanden, zu etwa 42% ist eine vollständige Fotodokumentation (Luft, Boden, Infrastruktur, Fahrzeug) gegeben. In der Datenbank sind zudem ca. 8.500 beteiligte Fahrzeuge dokumentiert. Zu rd. 14% wurde bislang die sogenannte collision deformation classification (CDC) bestimmt. Dies wird zurückreichend noch für alle vorhandenen Fahrzeuge durchgeführt.

## 1.2. Struktur und Inhalt der Datenbank

Die ÖAMTC Unfallforschungsdatenbank sammelt und beinhaltet seit 2007 alle Verkehrsunfälle bei denen einer der acht in die Unfallforschung integrierten ÖAMTC Rettungshubschrauber zur Hilfe gerufen wurde. Mit Hilfe dieser Daten (Protokolle zu den Unfällen, Patientendaten, Fotos) sowie den Ergänzungen aus den Daten der Statistik Austria können detaillierte Analysen zu spezifischen Themen durchgeführt werden (Abb. 7).



Abbildung 7: Die vier Säulen der Unfallforschungsdatenbank

Die Patientendaten werden dabei direkt aus dem Flugrettungsprogramm LEONARDO in die Unfallforschungsdatenbank importiert. Hinzu kommen Daten zu den Patienten und Fahrzeugen aus den vorgefertigten Aufnahmeprotokollen, die seitens der Piloten respektive Notärzte ausgefüllt werden und dann direkt an die ÖAMTC Unfallforschung gesendet werden. Zudem werden durch die Piloten oder Notärzte auch Fotos



der Unfallstelle aus der Luft sowie am Boden und Fotos von den Fahrzeugen (sowohl innen als auch außen) angefertigt.

### 1.3. Ziel und Nutzen der ÖAMTC Unfallforschung

Ziel ist es, eine Infrastruktur zur Erhebung und Speicherung unterschiedlichster Daten von Verkehrsunfällen zu haben. Als wesentlicher Bestandteil wird auf die Hubschrauber-Flugrettung zurückgegriffen. 8 der 16 Flugrettungsstützpunkte des Christophorus Flugrettungsvereins sind in das Projekt eingebunden und werden zu etwa 1.000 Verkehrsunfälle jährlich gerufen. Zu rund 40% dieser Unfälle werden seitens der diensthabenden Piloten Unfallprotokolle an die ÖAMTC Unfallforschung geliefert. Die erfassten Daten werden hinsichtlich verschiedener Kriterien analysiert und ausgewertet. Hierbei wird an drei Hauptgebiete gedacht: an den Mensch, an das Fahrzeug, an die Infrastruktur.

Durch eine detaillierte Analyse von Verkehrsunfällen können sowohl Aussagen über die Verbesserung der passiven als auch der aktiven Sicherheit von Fahrzeugen gemacht werden. Es können einerseits wichtige Erkenntnisse zur Linderung der Unfallfolgen gewonnen werden, andererseits können mit Hilfe der Unfallforschung auch Aussagen zu Unfallmechanismen, Unfallursachen und somit zur Unfallvermeidung getroffen werden. Mittels der Luft- und Bodenaufnahmen wird der Unfallort genau abgebildet. Es sind daher auch detaillierte Analysen zum Straßenraum möglich. So wurden etwa Kreuzungsunfälle ausgewertet oder mangelnde seitliche Absicherungen erfasst. Mit dem Projekt Unfallforschung kann der ÖAMTC einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit auf Österreichs Straßen leisten. Hierbei stehen vor allem die Reduktion der Zahl der Verkehrstoten und der Schwerverletzten sowie die Zahl der schweren Unfälle im Vordergrund. Mit der Unfallforschung kann dieses Ziel erreicht werden, da es möglich ist, zusätzliche Daten zu schweren Verkehrsunfällen in Österreich zu sammeln und auszuwerten. Weil nun viel mehr detaillierte Daten zur Verfügung stehen, die weit über das standardisierte Unfallzählblatt der Polizei hinausgehen, ergibt sich hier ein klarer Mehrwert für die Analyse des Unfallgeschehens.

Der Nutzen liegt in der Reduktion der Zahl der Verkehrsunfälle, der Verkehrstoten und der Schwerverletzten und somit auch in der Verringerung der erheblichen volkswirtschaftlichen Unfallfolgekosten, die Jahr für Jahr durch Verkehrsunfälle entstehen. Bereits abgeschlossene Auswertungen haben konkretes Optimierungspotential im Bereich der Rettung Verunglückter (Rettungskarte) und der Fahrzeugtechnik (Wirksamkeit von ABS bei Motorrädern) aufgezeigt. Die ÖAMTC-Unfallforschungsdatenbank enthält somit Informationen zu Unfällen, die weit über die statistische Erfassung von Verkehrsunfalldaten in Österreich hinausgehen. Vor allem die Fotodokumentation der Unfälle und die detaillierte Erfassung der Verletzungsart und -schwere (inkl. NACA-Grade) von Verunglückten bieten ein breites Spektrum an Möglichkeiten zu einer vertieften Unfallanalyse. Mit Hilfe der ÖAMTC Unfallforschung können gezielte Forderungen des ÖAMTC, sei es im Bereich der Fahrzeug- als auch Infrastruktursicherheit, untermauert werden. Durch die Durchführung eigener Analysen und Studien können durch gezielte Interventionen in vielen Bereichen der Verkehrssicherheit Verbesserungen erreicht werden.



## 1.4. Eingabemaske der Datenbank

Mittels vorgefertigter Aufnahmeprotokolle ist es den Piloten und Notärzten möglich, die vor Ort aufgenommenen Daten in einem Excel-File zu dokumentieren. Diese Daten werden darauf folgend samt Fotos und gegebenenfalls weiteren Unterlagen der ÖAMTC Unfallforschung zugänglich gemacht bzw. zugesandt.

Die erhaltenen Daten werden ausgewertet und in die Unfallforschungsdatenbank eingearbeitet. Abfragen oder spezifische Analysen sind über die in Abbildung 8 ersichtliche Eingabemaske benutzerfreundlich möglich. Über dieses Eingabetool können zu jedem Unfall alle spezifischen Daten zum Fahrzeug, zu den Patienten oder zum Unfallhergang selbst eingesehen werden. Sind Fotos vorhanden, können diese ebenfalls mittels einer Fotovorschau betrachtet werden.

Abbildung 8: Eingabemaske der Unfallforschungsdatenbank

## 1.5. Abgeschlossene Projekte

Im Zuge der ÖAMTC Unfallforschung wurden bereits seit 2010 Analysen und Auswertungen vorgenommen, welche gezielt auf die drei Bereiche Mensch, Fahrzeug und Infrastruktur abzielen. Anhand dieser Projekte sowie begleitender medialer Betreuung soll v.a. die Bewusstseinsbildung der Verkehrsteilnehmer für diverse Gefahren im Straßenverkehr geschärft werden. Ebenfalls sollen die Fahrzeughersteller auf vorhandene Schwachstellen im Bereich der Fahrzeugsicherheit hingewiesen sowie Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden. Auch der Bereich der Straßeninfrastruktur wurde immer wieder als Anlass für spezifische Analysen herangezogen. Von Seiten der Infrastruktur herrscht vielfach hohes Potential zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Seit 2010 wurden bereits eine Reihe von Projekten und Analysen abgeschlossen. In Kapitel 2 wird eines dieser Projekte etwas näher erläutert und soll einen Einblick in die Arbeit der ÖAMTC Unfallforschung liefern.

## 2. Abkommensunfälle auf Freilandstraßen

### 2.1. Motivation

Die Verletzungsschwere von Insassen abkommender Fahrzeuge wird sowohl bei Brückenwiderlager und Dammböschungen durch passive Schutzeinrichtungen (entsprechend technischer Richtlinien) als auch bei Stehern von großen Wegweisern durch eigene Sicherheitskonstruktionen gemindert. Die weit höhere Gefährlichkeit des Aufpralls auf Bäume wird aber scheinbar vernachlässigt (wobei das Problem bereits bei der fehlenden bzw. inkonsequenten Erfassung derartiger Unfälle liegt). Es wird auch vielfach darauf hingewiesen, dass Bäume am Fahrbahnrand keine Unfälle verursachen („denn Bäume springen nicht auf die Fahrbahn“). Dabei wird aber ignoriert, dass Bäume am Straßenrand jedoch die Folgen von Abkommensunfällen dramatisch verschlimmern. Es werden Bäume (definierbar als vermeidbare Hindernisse!) sogar in unvertretbar geringen Abständen zum Fahrbahnrand ohne Schutzmaßnahmen gepflanzt, obwohl die Wahrscheinlichkeit getötet zu werden bei einem Anprall auf Bäume wesentlich steigt. Man ist nicht zimperlich, wenn es darum geht, auf Kosten von Menschen Einsparungen im Straßenraum, d.h. vor allem im Seitenraum, zu treffen.

In der Postkutschenzeit reichte der oft heute noch ausgeführte, geringe Abstand der Baumpflanzungen entlang der Straßen, eine derartige Planung passt aber nicht mehr zur heutigen Zeit. Im Laufe der Jahre ist die Reisegeschwindigkeit angestiegen, sodass auch andere Trassierungsmaßstäbe der Straßen und Seitenräume erforderlich sind. Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit erfolgten bei den Kraftfahrzeugen kontinuierlich Erweiterungen und Verbesserungen bei der aktiven und passiven Sicherheit wie z.B. durch ABS, ESP, Spurverlassenswarner, Seitenaufprallschutz, Airbags, usw.

Beim Straßenentwurf gibt es zwar bereits bekannte, oft aber ungenützte Möglichkeiten zur weiteren Reduzierung der Unfallschwere und auch der Verkehrsunfälle. Einerseits wäre durch passive Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltsysteme [FRS] mit möglichst großem Wirkungsbereich) ein Sicherheitserfolg erkenn- und messbar. Andererseits wäre durch die Anordnung ausreichender Baumabstände eine Minderung der Unfallschwere erreichbar oder es könnte sogar durch Ersatzpflanzungen in der Landschaft (ökologisch sogar wertvoller) beim Abkommen von der Fahrbahn ein Unfall vermieden werden. Das Thema „Fehler verzeihender Straßenrand / forgiven roadside“ wird unter anderem auch im österreichischen Verkehrssicherheitsprogramm (VSP) aufgegriffen.

### 2.2. Unterschätzte Gefahr von Bäumen am Fahrbahnrand

Ein wichtiger Aspekt ist die Einschätzung der Gefahrensituationen ausgehend von Bäumen durch die Verkehrsteilnehmer selbst. Von ihnen wird das Risiko von Abkommensunfällen, im speziellen mit Objekt- respektive Baumanprall, deutlich unterschätzt. Den Fahrzeuglenkern ist oftmals nicht bewusst, dass ortsfeste Objekte am Fahrbahnrand ein hohes Gefahrenpotential aufweisen, da diese starr sind und prinzipiell keine unvorhersehbaren Situationen verursachen. Hierzu wurden Erhebungen durchgeführt, im Zuge derer Pkw Lenker nach als gefährlich erlebten Straßenaspekten bei Fahrten auf (Frei-) Landstraßen befragt wurden (Eid et al, in: GDV, Nr. 13, 2009, S. 4). Als gefährlich wurden dabei v.a. enge Kurven, schmale Straßen

oder Stellen mit Wildwechsel genannt. Nah am Fahrbahnrand stehende Bäume wurden nur am zehnt häufigsten gelistet (siehe Abb. 9). Dies gibt einen Hinweis darauf, dass das Bewusstsein der Gesellschaft für die Problematik der Abkommensunfälle mit Objktanprall weiter gestärkt werden muss.

### Als gefährliche erlebte Straßenabschnitte

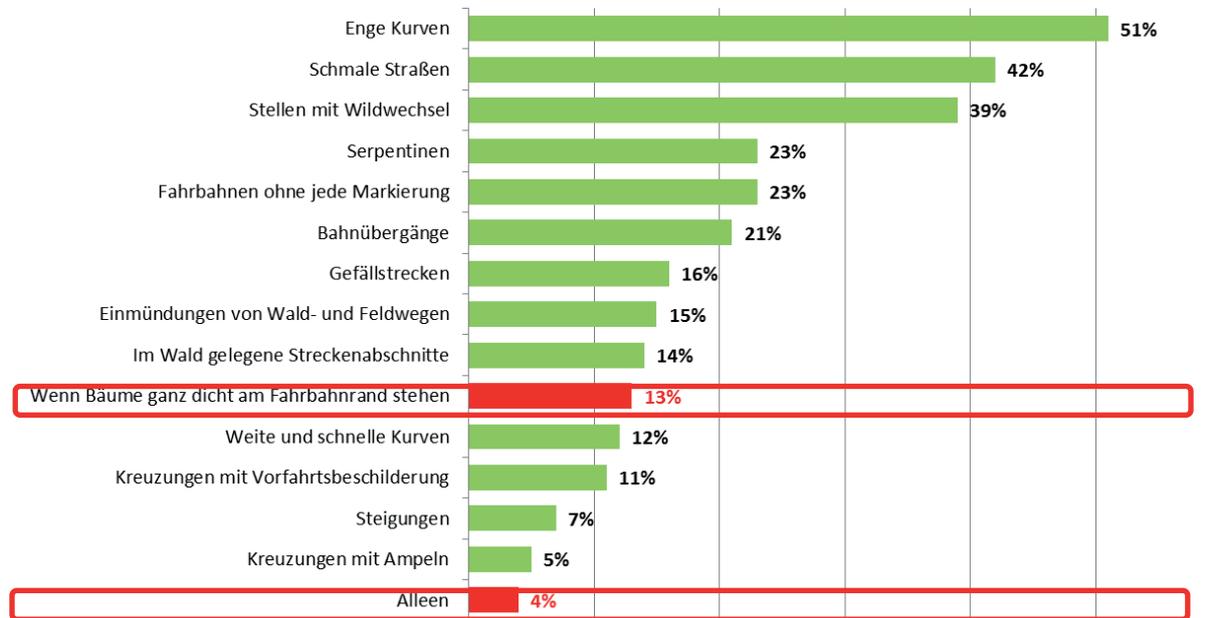


Abbildung 9: Einschätzung von Verkehrsteilnehmern zu Gefahren bei Fahrten auf Landstraßen

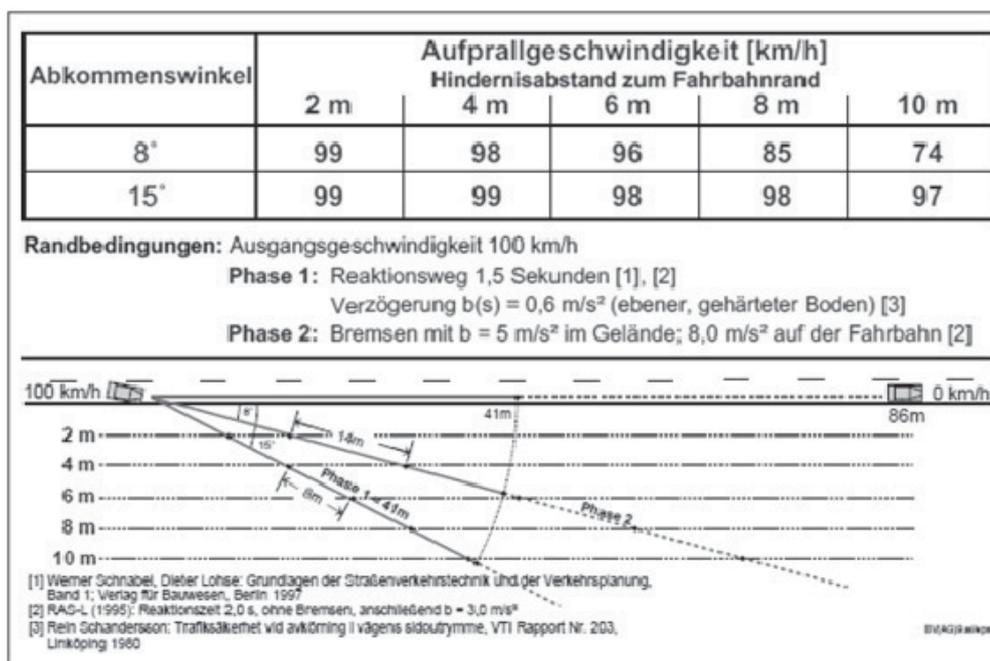
### 2.3. Unfälle und Unfallfolgen von Baumunfällen

Fahrdynamische Berechnungen (Meeves, in GDV, 2009, S. 8) zeigen, dass die Aufprallgeschwindigkeit auf Bäume auch bei großen Abständen hoch bleibt, daher ist die Fragestellung auf „Welche Baumabstände sind bei Neupflanzungen noch vertretbar?“ einzuengen. Abbildung 10 verdeutlicht die in Berechnungen angesetzten Abkommenswinkel und zeigt deutlich einen Anprall auch noch bei größeren Baumabständen.



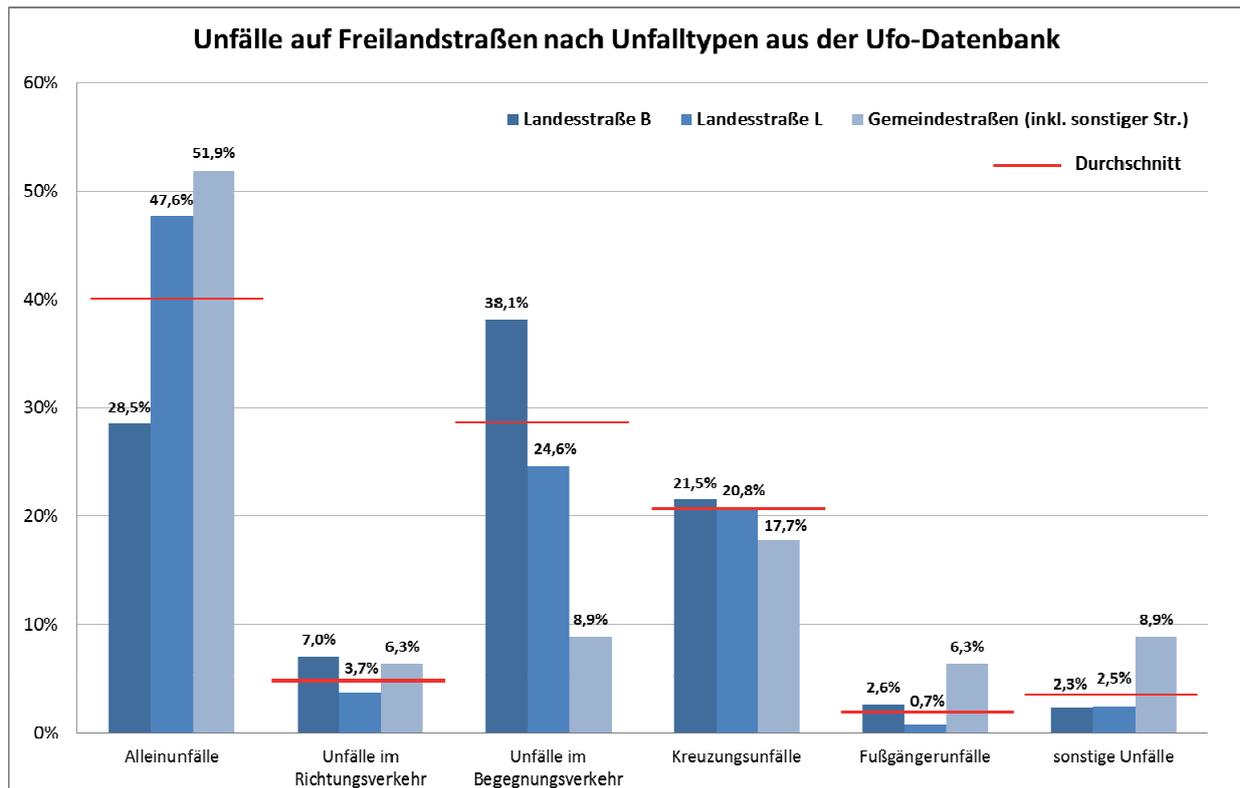
Abbildung 10: Abkommenswinkel und Baumabstand

Entsprechend der von Meeves getätigten Berechnungen verringert sich (bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 100 km/h, einem Abkommenswinkel von 8 – 15 Grad und ebenem Gelände) bei einem Baumabstand von 6 Metern die Aufprallgeschwindigkeit nur um rund 4 km/h (Abb. 11). Bei Baumabständen von 10 Metern liegt die Aufprallgeschwindigkeit (je nach Abkommenswinkel und Beschaffenheit der Oberfläche neben der Fahrbahn) noch bei rund 74 km/h. Bis zu Abständen von etwa 10 Metern bleiben die Unfallfolgen erheblich.



**Abbildung 11: Fahrdynamische Berechnungen der Aufprallgeschwindigkeit**

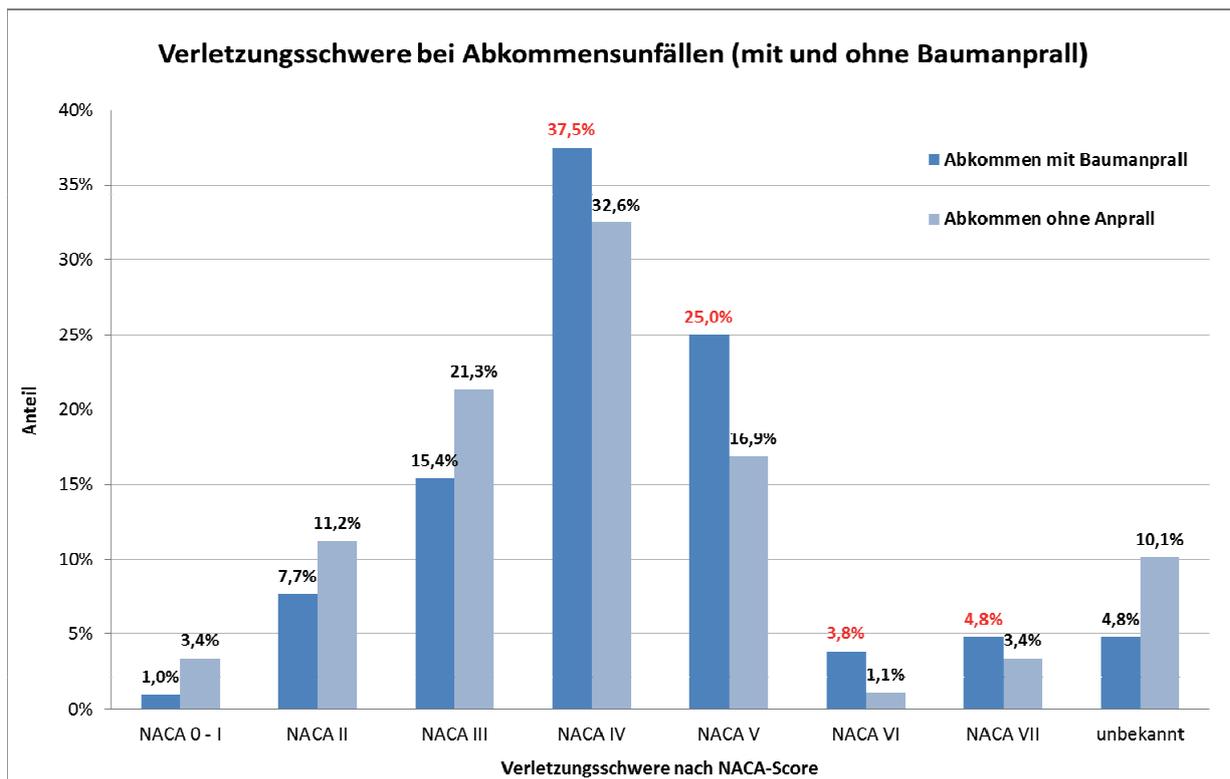
Zu diesen fahrdynamischen Betrachtungen konnten nun durch die ÖAMTC-Unfallforschungsdatenbank ergänzende Unfalluntersuchungen angestellt und erweiterte Aussagen zum Unfallgeschehen und den Unfallfolgen getroffen werden. Rd. 40% aller bei Verkehrsunfällen erfassten Einsätze der Rettungshubschrauber erfolgten bei Alleinunfällen. Dabei zeigte sich, dass auf den Gemeindestraßen (inkl. sonstiger Freilandstraßen), die meisten Alleinunfälle ereigneten (Abb. 12). Die auslösenden Ursachen für Alleinunfälle sind entsprechend den Recherchen und ausgewerteten Fotomaterial sehr unterschiedlich, wobei jedoch Bankett- und Kurvenunfälle einen recht hohen Anteil ausmachen.



**Abbildung 12: Unfälle auf Freilandstraßen nach Unfalltypen**

Aus den durchgeführten Auswertungen der ÖAMTC Unfallforschungsdatenbank konnten 236 verwertbare Fälle (mit Fotodokumentation und Klassifizierung der Verletzungsschwere nach acht Notfallmedizinischen Graden / NACA) von Pkw-Abkommensunfällen auf Freilandstraßen statistisch bearbeitet werden. 45% davon konnten der Kategorie „Abkommen von der Fahrbahn mit folgendem Anprall an einen Baum (Baumunfälle)“ zugeordnet werden. Betrachtet man zusätzlich noch den Anprall an ein Objekt bzw. an eine Böschung“ so ergeben sich 63%.

Eine Übersicht der Verletzungsschwere der Fahrzeuginsassen bei Abkommensunfällen, differenziert nach „mit und ohne“ Baumanprall zeigt, dass Abkommensunfälle mit folgendem Baumanprall anteilmäßig mehr schwer verletzte und getötete Insassen verursachen als ohne Baumanprall (Abb. 13). Dies zeigt sich v.a. in den NACA-Graden IV-VII. Eine Unterscheidung des Kollisionseinlaufs respektive der Anprallrichtung wurde hierbei nicht vorgenommen.

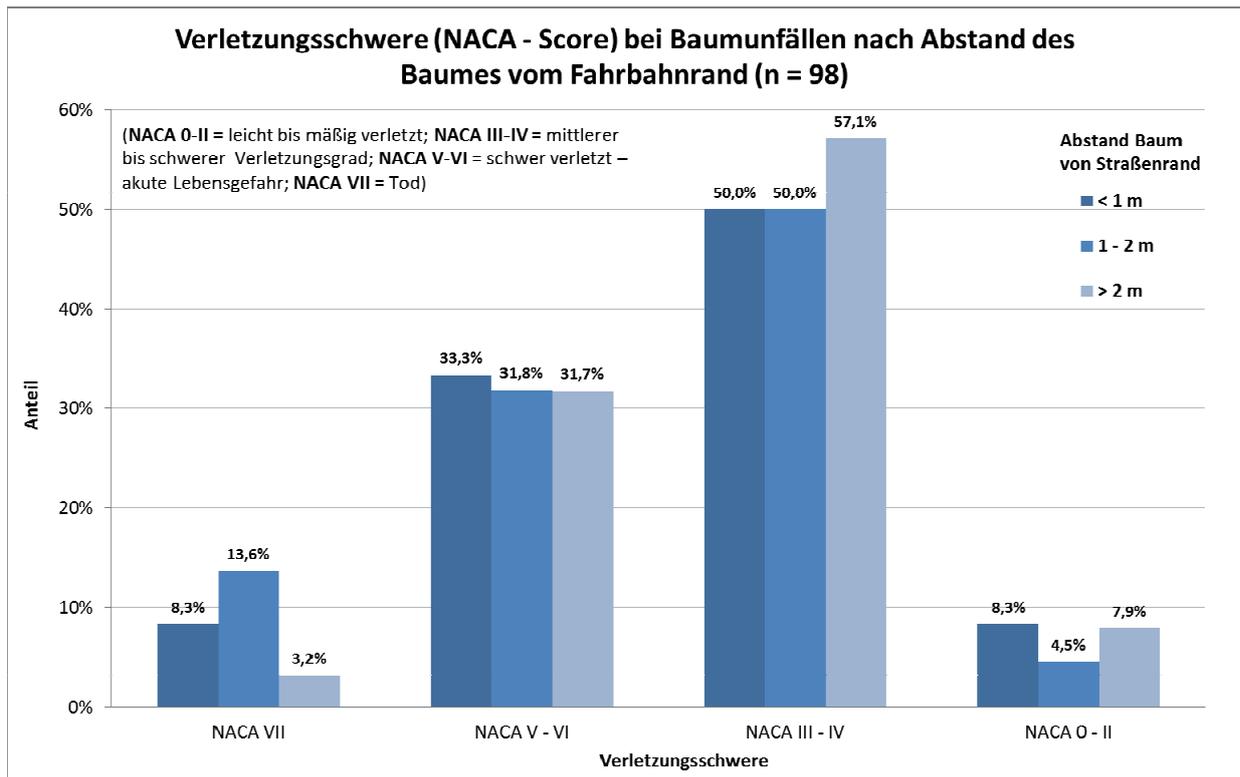


**Abbildung 13: Verletzungsschwere bei Abkommensunfällen (mit und ohne Baumanprall)**

Neben dieser generellen Aussage lassen die Erhebungsdaten der Baumunfälle auch eine Differenzierung nach den Baumabständen vom Fahrbahnrand zu:

- bei 12% der Baumunfälle war der Baumabstand geringer als 1,0 Meter,
- bei 22% war der Baumabstand 1,0 – 2,0 Meter und
- bei 66% war der Baumabstand über 2,0 Meter vom Fahrbahnrand entfernt

Der Baumunfall zählt zu einem der härtesten Fälle, der für Kraftfahrzeuge – in der gegenständlichen Betrachtung für Pkw – eintreten kann, da hier die ganze Deformationsenergie vom Fahrzeug absorbiert werden muss. Es treten sehr schnell Verformungen am Fahrzeug auf, die zwar teilweise durch passive Sicherheitseinrichtungen des Fahrzeuges kompensiert werden – trotzdem zeigen sich für die Insassen schwerste bis lebensbedrohliche Verletzungen. Durch die Einsatzberichte der ÖAMTC Flugrettung konnten zusätzlich die bei den Baumunfällen mit den nachstehend angeführten Baumabständen aufgetretenen Unfallschweren erhoben bzw. ausgewertet werden. Es zeigt sich, dass nach einem Anprall an Bäumen mit bis zu 2m Baumabstand bereits vor Ort bei rd. 12% der Insassen tödliche Verletzungen (NACA-Score VII) festgestellt wurden (Abb. 14). Entsprechend dem Bewertungssystem der Verletzungsschwere wurden zum Zeitpunkt des Eintreffens der Ambulanz ergänzend zum tödlichen Ausgang 32% der Patienten mit schwerer Verletzung – akuter Lebensgefahr (ab NACA V-VI) eingestuft.



**Abbildung 14: Verletzungsschwere bei Baumunfällen nach Abstand des Baumes vom Fahrbahnrand**

Nach Abgleich mit den Unfalldaten der Statistik Austria zeigt sich, dass bei einem Baumabstand von < 1,0m (ohne Absicherung durch ein FRS) ein Aufprall zu rund 33% tödlich endet. Bei einem Abstand von 1,0 bis 2,0m sind dies immer noch 28%, sodass davon auszugehen ist, dass bei Baumabständen bis 2,0m beinahe jedes Dritte Unfallereignis mit einer tödlichen Verletzung der Insassen einhergeht. Bei Baumabständen > 2,0m sinkt das Todesrisiko auf etwa 13%.

Im Rahmen internationaler Unfallanalysen (Kuler, Köln, 2001) nachgewiesen, können durch einen erweiterten Baumabstand auf 5,0m gegenüber 2,0m die Gefährdungen der Fahrzeuginsassen nicht einmal um 20% reduziert werden. Dadurch wird der geringe Einfluss von geringfügigen Vergrößerungen des „Sicherheitsabstandes“ von Bäumen zum Fahrbahnrand bestätigt. Selbst Baumabstände von 8,0m zum Fahrbahnrand sind zu gering, um Baumunfälle zu vermeiden bzw. zu verhindern. Ein zusätzlicher Beleg dafür ist, dass sich die Unfallschwere bei nach links abkommenden Fahrzeugen nur unwesentlich ändert, obwohl sich die Breite des Manöverstreifens um rund 3,0m Fahrfläche der Gegenrichtung und etwa um ca. 2,0m befestigten Seitenstreifen erhöht.

Die Häufigkeit und Verteilung der schweren Traumata in Folge von Abkommensunfällen mit Baumanprall kann nachstehender Abbildung 15 entnommen werden. Vor allem durch die Schädel- und Thoraxverletzungen zeigt sich deutlich die Unfallschwere.

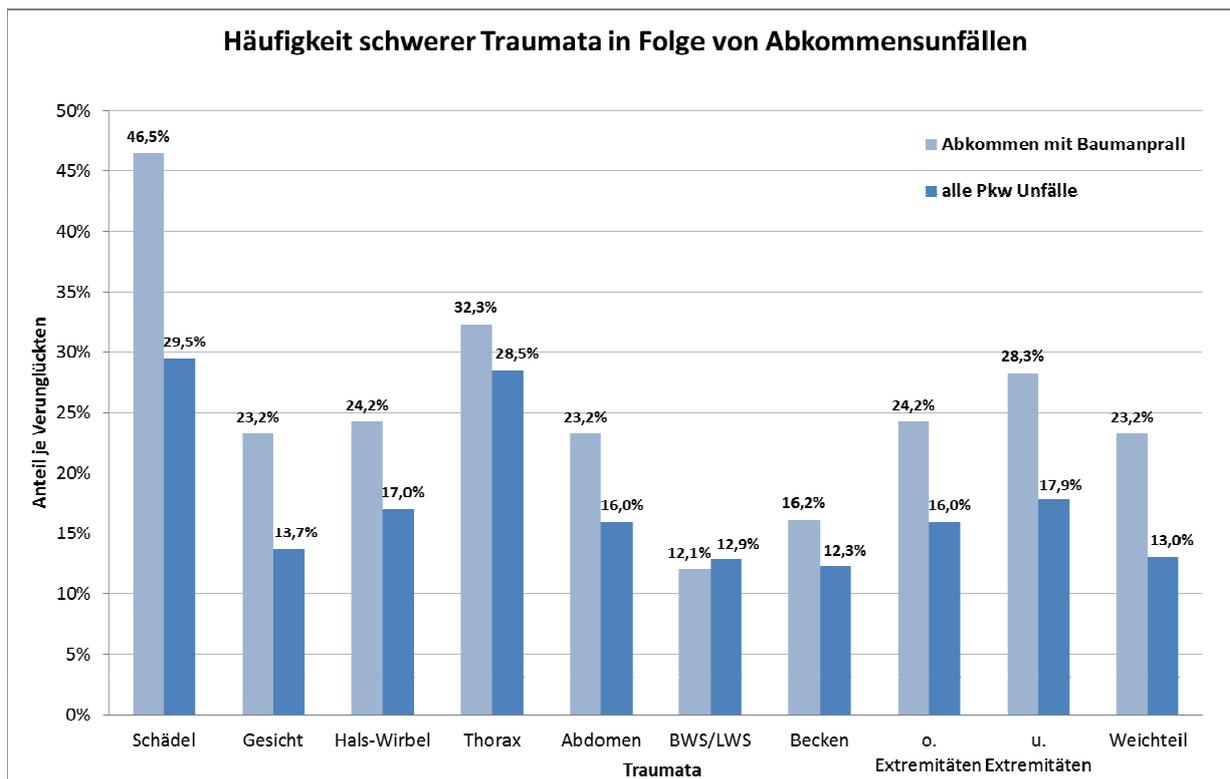


Abbildung 15: Häufigkeit schwerer Traumata in Folge von Abkommensunfällen

#### 2.4. Passive Schutzeinrichtungen auch vor Bäumen am Straßenrand

Unfälle mit Abkommen von der Fahrbahn werden häufig durch Fahrfehler ausgelöst, hervorgerufen durch Unaufmerksamkeit, Unerfahrenheit, Müdigkeit, Alkohol, oder durch (teils überraschende) Fahrbahnverhältnisse (Glätte, Nässe) oder sogar unetlicher Linienführung. Auch bei ausreichender Fahrerfahrung und voller Fahrtüchtigkeit lassen sich Fahrfehler nicht gänzlich ausschließen. Deshalb soll eine Straßenanlage möglichst so beschaffen sein, dass Fahrfehler keine schwerwiegenden Folgen haben (siehe VSP 2011-2020, Kapitel 3.15). Es kommen daher häufig passive Schutzeinrichtungen zur Anwendung, die auch zur Minderung des Schweregrades bei Baumunfällen angeordnet werden können (ESAB, GGSV, Köln 2006). Neben FRS und optimierten Leiteinrichtungen zur Reduzierung der Zahl der Abkommensunfälle und der Schwere der Unfallfolgen kann als kurzfristige Maßnahme auch die Anordnung einer exakt verorteten Geschwindigkeitsbeschränkung in Gefahrenbereichen sinnvoll sein.

Auch wenn FRS im Prinzip „seitliche Hindernisse“ darstellen, die in der Regel die Unfallfolgen gegenüber einem „freien Seitenraum (ohne Anprall)“ vergrößern, führt ein Anprall an derartige Einrichtungen zu deutlich geringeren Unfallfolgen, als ein Anprall an einen Baum bzw. ein anderes Hindernis. Es gibt daher keinen Grund, passive Schutzeinrichtungen vor Bäumen abzulehnen. Andererseits sind jedoch neue Bäume mit Absicherung durch ein FRS bezüglich der Unfallfolgen schlechter als freie Seitenräume. Umfasst eine potentielle Gefahrenstelle Bäume mit erweitertem Baumabstand vom Fahrbahnrand, so sollte ein FRS im Abstand des Wirkungsbereiches vor den Bäumen und nicht unmittelbar am Fahrbahnrand angeordnet werden, da dadurch die Zahl der auf die Fahrbahn (eventuell in den Gegenverkehr) zurückgeleiteten Kraftfahrzeuge minimiert wird.



## 2.5. Erkenntnisse / Resümee

Aus den dargelegten Unfallanalysen und Recherchen anderer Studien geht hervor, dass sich Baumbestände und Neupflanzungen von Bäumen am Straßenrand negativ auf das Unfallgeschehen, vor allem auf die Unfallschwere, auswirken. Für eine umfassende Beurteilung sind allerdings auch die positiven Aspekte von Bäumen aus verkehrstechnischer, ökologischer oder landschaftsplanerischer Sicht nicht zu vernachlässigen. Als wesentlichste Funktionen von straßennaher Bepflanzung können beispielsweise die bessere optische Orientierung der Fahrzeuglenker, die verbesserte Geschwindigkeitseinschätzung, ein Schutz vor Blendung sowie auch die Erzeugung optischer Kontraste genannt werden.

Daher ist es notwendig, geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen um die ökologischen und verkehrstechnischen Funktionen von Baumpflanzungen am Straßenrand nicht durch schwere Unfälle zu verringern. Nicht nur Unfallanalysen, sondern auch regelmäßige Medienberichte zeigen, dass dem „Baumunfall“ bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit im Freilandbereich ein hoher Stellenwert einzuräumen ist.

Aus den vorgenommenen Analysen geht zusammenfassend hervor, dass Abkommensunfälle und im speziellen Baumunfälle häufig von Personen verursacht werden, welche das Risiko des Fahrens im Freilandbereich nicht richtig einschätzen. Durch die ausgewerteten, unfallspezifischen Merkmale wurde dies unterstrichen. Die Auswertungen ergaben erhöhte Anteile der Abkommensunfälle bei Nacht bzw. Dämmerung sowie vor allem bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (nasse oder schneebedeckte Fahrbahn).

Aus Sicht der Straßenplanung muss es allerdings als primär angesehen werden, den jeweiligen Verkehrsteilnehmer eine möglichst sichere Führung auf der Fahrbahn zu gewährleisten. Verschiedenste Merkmale der Trassierung, schmale Fahrstreifen oder schlechte Straßenzustände erhöhen zudem die Wahrscheinlichkeit, vor allem in Folge eines Fahrfehlers, von der Straße ab zu kommen. Das wesentliche Ziel, Unfälle zu vermeiden respektive die Unfallschwere zu reduzieren, kann dabei durch eine entsprechende Gestaltung des Straßenraumes (z.B. mittels FRS, Leiteinrichtungen, etc.) sowie der Ausstattung der Fahrzeuge mit modernen Sicherheitsassistenten erreicht werden. Bei der Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Vermeidung von Abkommensunfällen mit Anprall an ortsfeste Objekte sind jedoch die verkehrstechnischen und landschaftsplanerischen Funktionen von Baumbeständen im Straßenseitenraum zu berücksichtigen.

Augenscheinlich ist, dass auch für die Absicherung von Bäumen am Straßenrand technische Richtlinien erforderlich sind, mit dem Ziel, dass an Straßen keine neuen Bäume ohne Schutzmaßnahmen gepflanzt werden, denn auch ein Baumabstand von 8,0m zum Fahrbahnrand ist zu gering, um Baumunfälle zu verhindern respektive die Verletzungen wesentlich zu mildern. Wenn dennoch Bäume am Fahrbahnrand gepflanzt werden sollen, muss die Bereitschaft vorhanden sein, vor diesen gefährlichen Hindernissen passive Schutzeinrichtungen zu finanzieren oder entsprechend große Sicherheitsabstände anzubieten.

## Literatur

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), österreichisches Verkehrssicherheitsprogramm 2011-2020 (VSP), 1. Auflage, Jänner 2011, Kapitel 3.15

Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume (ESAB), GGSV, Köln 2006

---

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), Unfallforschung kompakt, Heft Nr. 13, 2009, S. 4

Kuler, H.: Sinnvolle Standorte neuer Bäume, Alternativen und deren Bewertung. In: Abstand von Bäumen zum Fahrbahnrand. Mitteilungen des Institutes für Straßenverkehr Köln (ISK), Köln, 2001

Meewes, V.: Aufprallgeschwindigkeiten, Unfälle und Unfallfolgen von Baumunfällen. In: Abstand von Bäumen zum Fahrbahnrand. Mitteilungen des Institutes für Straßenverkehr Köln (ISK), Köln, 2001; in: GDV, Unfallforschung kompakt, Heft Nr. 13, 2009, S. 8



## Veränderung der Verletzungsmuster durch die Fahrzeugsicherheit

Dr. med. Tim Heyne

Arbeitsgruppenleiter Verkehrsunfallforschung, Universitätsmedizin Göttingen

### Abstract

Die Zahl der bei Verkehrsunfällen getöteten Personen ist in den letzten Jahrzehnten dramatisch gesunken, welches allgemein der Verbesserung der Fahrzeugsicherheit sowie einer gesteigerten Leistungsfähigkeit der prä-klinischen und klinischen medizinischen Versorgung zu geschrieben wird. Während es gelungen ist, die Zahl der getöteten Verkehrsteilnehmer zu senken, so hat sich die Zahl der offiziell als schwerverletzt eingestufteten Unfallbeteiligten nicht im gleichen Maße reduziert.

Aus diesem Grund versucht der Vortrag „Veränderung der Verletzungsmuster durch die Fahrzeugsicherheit“ aus medizinischer Sichtweise zu ergründen, ob die Art und Häufigkeit von Verletzungen sich in den letzten Jahrzehnten verändert hat und aus klinischen Daten der Einfluss der erhöhten Fahrzeugsicherheit zu erkennen ist.

Neben dem Vergleich der Epidemiologie von Einzelverletzungen und Verletzungsregionen in den letzten Jahrzehnten, erfolgt auch der Versuch einer Berücksichtigung aktueller Themen, wie den demographischer Wandel des Patientenguts sowie der Veränderungen der körperlicher Merkmale der Fahrzeuginsassen, Stichwort Übergewichtige Patienten, zu beleuchten und einen Ausblick auf die Anforderungen zukünftiger Sicherheitssysteme in Kraftfahrzeugen aus medizinischer Sicht zu geben.



## Notärztliche Diagnosequalität bei eingeklemmten Verkehrsunfallopfern – eine retrospektive Erhebung

Matthias Helm<sup>1</sup>, Martina Faul<sup>2</sup>, Thomas Unger<sup>3</sup>, Björn Hossfeld<sup>4</sup>, Lorenz Lampl<sup>5</sup> und Martin Kulla<sup>6</sup>

PD Dr. Matthias Helm, Bundeswehrkrankenhaus Ulm – Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin – Sektion Notfallmedizin, RTH-Station „Christoph 22“, Ulm, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm, Deutschland (E-Mail: Matthias.helm@extern.uni-ulm.de)

Dr. Martina Faul, Bundeswehrkrankenhaus Ulm – Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin – Sektion Notfallmedizin, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm, Deutschland (martina.faul@gmx.de)

Dipl. Ing. Thomas Unger, ADAC, Otto-Lilienthal-Straße 2, 86899 Landsberg / Lech, Deutschland (E-Mail: thomas.unger@tzll.adac.de)

Dr. Björn Hossfeld, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, RTH-Station „Christoph 22“, Ulm, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm, Deutschland (E-Mail: Bjoern.Hossfeld@extern.uni-ulm.de)

Prof. Dr. Lorenz Lampl, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, RTH-Station „Christoph 22“, Ulm, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm, Deutschland (E-Mail: Lorenz.lampl@extern.uni-ulm.de)

Dr. Martin Kulla DESA, Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin – Sektion Notfallmedizin, RTH-Station „Christoph 22“, Ulm, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm, Deutschland (E-Mail: mail@kulla.de)

- Originalarbeit für die Fachzeitschrift „Der Notarzt“ -

### Abstract

**Hintergrund:** Um relevante, ggf. sogar lebensbedrohliche Verletzungen behandeln zu können, müssen diese zunächst durch das Rettungsteam richtig erkannt und eingeschätzt werden. Im Gegensatz zum innerklinischen Bereich scheint dies im prähospitalen Umfeld deutlich erschwert, speziell wenn es sich bei den Verletzten um eingeklemmte Verkehrsunfallopfer handelt.

**Material und Methode:** Retrospektive Datenauswertung am Bundeswehrkrankenhaus Ulm sowie an der Rettungshubschrauberstation „Christoph 22“ (5/2005 bis 10/2009). Einschluss fanden alle Patienten, welche einen Verkehrsunfall erlitten hatten und von der Besatzung des RTH Christoph 22 versorgt wurden. Die Güte der Diagnoseübereinstimmung wurde mithilfe des gewichteten Kappa-Koeffizienten bestimmt. Verkehrsunfallopfer, welche am Unfallort eingeklemmt waren, bzw. durch technische Rettung befreit werden mussten, wurden der „Einklemmungsgruppe“, alle anderen der „Kontrollgruppe“ zugeordnet. Zusätzlich wurden Subgruppen bezüglich Wachheit, Schock, Oxygenierung etc. wie auch demographische Daten detailliert untersucht.



**Ergebnis:** 479 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien. 114 (23,8%) waren an der Unfallstelle eingeklemmt. Die Patienten der „Einklemmungsgruppe“ waren schwerer verletzt (ISS:  $21,1 \pm 13,4$  vs.  $13,8 \pm 13,0$ ,  $p < 0,001$ ) und ihre Vitalwerte waren signifikant mehr eingeschränkt als diejenigen der Kontrollgruppe. Die Übereinstimmung zwischen prähospitalen Verdachtsdiagnosen und innerklinischen Abschlussdiagnosen zeigte einen Trend zur geringeren Übereinstimmung beim Schädel-Hirn-Trauma (WKC 0,48 vs. 0,69) und bei Gesichtsverletzungen (WKC 0,39 vs. 0,50). Übersehene, klinisch relevante Verletzungen ( $\text{AIS} \geq 3$ ) waren zumeist am Körperstamm lokalisiert.

**Diskussion:** Bei eingeklemmten Verkehrsunfallopfern ist die prähospitalen Diagnosegüte zwar tendenziell geringer ist als bei Verkehrsunfallopfern ohne Einklemmungstrauma. Jedoch haben anderen Faktoren wie Körperregion der Verletzung oder der klinische Zustand des Patienten einen wesentlich größeren Einfluss auf die prähospitalen Diagnosegüte des Notarztes.

## 1. Hintergrund

Das Trauma ist die führende Todesursache der unter 45-Jährigen. In Deutschland sind, wie in den meisten westlichen Industrieländern, Verkehrsunfälle der häufigste Auslöser schwerer Verletzungen [1,2]. Um Schwerstverletzte einer zielführenden Behandlung zukommen zu lassen, müssen in einem ersten Schritt relevante Verletzungen erkannt und in ihrer Schwere / Relevanz richtig eingeschätzt werden; dies gilt sowohl für die prähospitalen Therapie, als auch für die weitere innerklinische Versorgung, welche im allgemeinen unter günstigeren Begleitumständen möglich ist [3-5].

In diesem Zusammenhang stellen gerade Verkehrsunfälle mit eingeklemmten Patienten eine besonderer Herausforderung für das Rettungsdienstpersonal dar: Einerseits ist infolge einer sehr hohen Unfallenergie, die auch in der starken Verformung der Fahrgastzelle deutlich wird, mit entsprechend schweren Verletzungen zu rechnen [3,5-7], andererseits ist der Patient bis zum Abschluss der technischen Rettung nicht vollständig zugänglich und kann daher nur eingeschränkt untersucht werden [3]. Parallel zur medizinischen Versorgung müssen Maßnahmen der technischen Rettung zwischen allen beteiligten Kräften (Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst) im Sinne eines „Team-Approach“ abgesprochen werden [3,5].

Trotz Fortschritten im prähospitalen und innerklinischen Traumamanagement durch berufsgruppenübergreifender Ausbildungskonzepte, technologischem Fortschritt und neuer medikamentöser und invasiver Techniken bleiben nicht erkannte und somit nicht oder verspätet therapierte Verletzungen ein relevantes Problem [8,9]. Je nach Patientenpopulation, Studiendesign bzw. Definition von „übersehenen Verletzung“ schwanken die Literaturangaben zwischen 0,4 bis zu 65% [9].

Vor diesem Hintergrund muss kritisch gefragt werden, welche Diagnosegüte vom prähospital tätigen Rettungsteam überhaupt erwartet werden kann [10]. Überraschenderweise gibt es diesbezüglich lediglich wenige Untersuchungen [4,10-14], deren Ergebnisse zum Teil widersprüchliche Aussagen liefern (Übereinstimmung der Diagnose in 20% [4] bis zu 89% [12]). Nach Information der Autoren gibt es bisher keine Untersuchung, welche die prähospitalen Diagnosegüte bei eingeklemmten Verkehrsunfällen untersucht.

## 2. Material und Methode

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Untersuchung aller Verkehrsunfälle, welche vom Rettungshubschrauber „Christoph 22“ (RTH Chr22) in die Zentrale interdisziplinäre Notaufnahme (ZINA) des Bundeswehrkrankenhauses Ulm (BwKrhs Ulm) eingeliefert wurden. Der Untersuchungszeitraum liegt zwischen Mai 2005 (Neuorganisation der Dokumentation an der Luftrettungsstation Christoph 22) und Oktober 2009 (Umbau und Neuorganisation der interdisziplinären, zentralen Notaufnahme incl. Schockraum am BwKrhs Ulm).

Innerhalb eines Radius von ca. 80km um Ulm versorgt der RTH Chr22 im Rahmen von Primär- und Sekundäreinsätzen alle Arten von Patienten. Neben dem Piloten sind ein Luftrettungsassistent sowie ein Notarzt (Facharzt für Anästhesie mit Zusatzbezeichnungen für Notfallmedizin und Intensivmedizin) Teil der Besatzung.

Das BwKrhs Ulm ist als überregionales TraumaZentrum im TraumaNetzwerk Ulm zertifiziert [15]. Pro Jahr werden etwa 600 vital bedrohte Patienten aller Fachrichtungen im Schockraum der ZINA des BwKrhs Ulm behandelt – ca. 250 von Ihnen sind Schwerstverletzte [16]. Für die Disposition des RTH Chr22 ist die Rettungsleitstelle Ulm verantwortlich.

### Einschlusskriterien:

- Verkehrsunfall als Traumaursache,
- Prähospitale Versorgung durch RTH Chr22,
- Innerklinische Weiterversorgung im Schockraum BwKrhs Ulm.
- vollständige prähospitale Einsatzdokumentation,
- vollständige innerklinische Verlaufsdokumentation.

### Ausschlusskriterien:

- Kinder jünger als 14 Jahre

Die prähospitale Dokumentation der medizinischen Versorgung erfolgt aufbauend auf dem national standardisierten MIND2 mittels einer Digital-Pen-and-Paper Lösung [17,18]. Diese beinhaltet auch den sog. Utstein-Trauma-Style, der zur Dokumentation von Umfang und Schweregrad einer Verletzung insgesamt 10 verschiedene Körperregionen sowie neben „keine Verletzung“ auch 6 Schweregrade der Verletzung differenziert [19]. Daten zur innerklinischen Versorgung stammen aus dem nationalen Datensatz „Notaufnahme“ der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) sowie aus dem TraumaRegister DGU® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie [1,20,21]. Dies beinhaltet auch die Erfassung der Abbreviated Injury Scale (AIS) und des Injury Severity Score (ISS) [22].

Zusätzlich wurden Daten aus den Entlass- / Verlegungsbriefen der jeweiligen Traumapatienten extrahiert. Sämtliche Studiendaten der prä- und innerklinischen Versorgung wurden anonymisiert in einer separaten Studiendatenbank gespeichert und ausgewertet um sowohl die Anonymität des Patienten, aber auch der behandelnden Teams zu schützen. (Excel 2010, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA).



Zur Beurteilung der prähospitalen Diagnosegüte wurden die innerklinischen Abschlussdiagnosen als Goldstandard herangezogen. Sie stammen aus den Befunden der interdisziplinären Schockraumversorgung [16], einer Reevaluation des Patienten („tertiary survey“) auf Intensivstation und dem Entlassungsbrief des Patienten aus dem Krankenhaus. Die einzelnen Verdachtsdiagnosen des Rettungsteams wurden mit den innerklinischen Abschlussdiagnosen verglichen. Hierzu wurde die Einschätzung der Verletzungsschwere durch den Notarzt mit der jeweiligen AIS-Codierung verglichen und wie folgt definiert:

- Prähospital dokumentierter Schweregrad der Verdachtsdiagnose stimmt mit der klinisch gesicherten Abschlussdiagnose um  $\pm 1$  Punktwert überein. Im Folgenden wird hierfür der Begriff: „**richtig**“ verwendet.
- Prähospital dokumentierte/r Verletzung/Schweregrad der Verdachtsdiagnose ist um mehr als einen Punktwert weniger schwerwiegend als die klinische Abschlussdiagnose. Im Folgenden wird hierfür der Begriff: „**unterschätzt**“ verwendet.
- Prähospital dokumentierte/r Verletzung/Schweregrad der Verdachtsdiagnose ist um mehr als einen Punktwert schwerwiegender als die klinisch gesicherte Abschlussdiagnose. Im Folgenden wird hierfür der Begriff: „**überschätzt**“ verwendet.
- Eine klinisch gesicherte Verletzung mit AIS  $\geq 3$  wurde prähospital vom Notarzt nicht dokumentiert. Im Folgenden wird hierfür der Begriff „**übersehene relevante Verletzung**“ verwendet.

Um den Einfluss kompromittierter Vitalfunktionen auf die Diagnosegüte am Unfallort zu evaluieren, wurde das Studienkollektiv zusätzlich in mehrere Subgruppen unterteilt:

- **Koma:** Patienten mit einem initialen GCS  $\leq 8$  vs. GCS  $> 8$  beim Eintreffen an der Unfallstelle
- **Kreislaufchock:** Patienten mit einem initialen  $RR_{sys} \leq 90$  mmHg vs.  $RR_{sys} > 90$  mmHg beim Eintreffen an der Unfallstelle
- **Hypoxie:** Patienten mit einer Initialen Sauerstoffsättigung  $SpO_2 \leq 96\%$  vs.  $SpO_2 > 96\%$  beim Eintreffen an der Unfallstelle

Die Festlegung der Grenzwerte für die GCS und den systolischen Blutdruck erfolgte entsprechend der Abgrenzung „schweres SHT“ (GCS  $\leq 8$ ) und „traumaassoziierte hämodynamische Instabilität“ (systolischer Blutdruckwert  $\leq 90$  mmHg) gemäß der S3-Leitlinie Polytrauma [23]. Die Festlegung des Grenzwerts für die  $SpO_2$  erfolgte zur Abgrenzung eines „assozierten Thoraxtraumas“ ( $SpO_2 \leq 96\%$ ) gemäß Helm et al. [24]. Bezugnehmend auf die Empfehlungen von Mahoney [6], wurden Unfallverletzte, welche im Fahrzeugwrack eingeschlossen oder eingeklemmt waren und mittels technischer Rettung durch die Feuerwehr befreit werden mussten, der Gruppe „Einklemmungstrauma“ zugeordnet – alle anderen entsprechend der „Kontrollgruppe“.

Quantitative Variablen wurden mittels Standardabweichung (SD) ausgewertet. Zur Bestimmung der Übereinstimmung der prähospitalen Verdachtsdiagnosen mit den innerklinischen Abschlussdiagnosen wurden der gewichtete Kappa-Koeffizient nach Cohen verwendet [25]. **Tabelle 1** gibt die Interpretation seiner Werte gemäß dem Vorschlag von Altmann wieder [26]. Subgruppen wurden mittels Fisher's exact test untersucht. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ -Wert)  $< 0.05$  wurde als statistisch signifikant angesehen. Alle



Berechnungen wurden mittels SPSS Version 19.0, SPSS Inc., Chicago, USA durchgeführt. Für diese Studie liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Ulm vor (Antrag-Nr. 224/13).

### 3. Ergebnisse

Innerhalb des Studienzeitraums erfüllten 479 Patienten nach Verkehrsunfall die Einschlusskriterien. Keiner von ihnen musste ausgeschlossen werden. Insgesamt 114 (23,8%) waren in Ihrem Fahrzeug eingeschlossen / eingeklemmt. Die demographischen Daten, Angaben zur Verletzungsschwere und des Verlaufs sind in **Tabelle 2** dargestellt. Die durchschnittliche Dauer der technischen Rettung durch die Feuerwehr betrug  $28,9 \pm 21,1$  min. Eingeklemmte Patienten waren schwerer verletzt als nicht eingeklemmte Patienten nach Verkehrsunfall. Weiterhin waren ihre Vitalfunktionen beim Eintreffen an der Unfallstelle stärker beeinträchtigt (vgl. **Tabelle 2**).

Eine Analyse des Verletzungsmusters des Studienkollektivs gibt **Tabelle 3** wieder. Schwere Verletzungen des Schädels, des Körperstamms und der unteren Extremitäten traten in der Gruppe „Einklemmungstrauma“ häufiger auf.

Den Vergleich der Übereinstimmung zwischen prähospitalen Verdachtsdiagnosen und innerklinischen Abschlussdiagnosen (Diagnosegüte) fasst **Tabelle 4** zusammen.

Sowohl für die Gruppe der Einklemmungstraumata, als auch für die Kontrollgruppe wurde eine „gute“ Übereinstimmung für Verletzungen der untere Extremitäten gefunden, eine „befriedigende“ für die Körperregionen Schädel, Thorax und obere Extremität. Verletzungen des Gesichts, Abdomen und Becken stimmen nur „akzeptabel“ überein, wohingegen die prähospitalen Diagnosegüte für Verletzungen der Wirbelsäule als „schlecht“ bewertet werden muss.

Neben der reinen Übereinstimmung wurde auch untersucht, ob die einzelnen Verletzungen „überschätzt“, „unterschätzt“ oder „richtig“ eingeschätzt wurden. Diese Ergebnisse für Einklemmungstraumata sind in **Abbildung 1** zu finden. Schwere Verletzungen ( $\text{AIS} \geq 3$ ), welche durch das Rettungsteam übersehen wurden und erst im innerklinischen Verlauf diagnostiziert wurden, werden in **Abbildung 2** dargestellt. Man erkennt, dass es sich dabei primär um Verletzungen des Körperstamms handelt.

Den Einfluss kompromittierter Vitalfunktionen auf die prähospitalen Diagnosegüte fasst **Tabelle 5** zusammen. Auffällig ist, dass relevante Verletzungen des Thorax ( $\text{AIS} \geq 3$ ) in der Subgruppe der Patienten ohne Hypoxie ( $\text{SpO}_2 > 96\%$ ) im Vergleich zu Patienten mit Hypoxie ( $\text{SpO}_2 < 96\%$ ) signifikant öfter übersehen werden ( $35.0\%$  vs.  $8.5\%$ ,  $p < 0.01$ ).

### 4. Diskussion

Im Sinne der Patientensicherheit hat die möglichst frühzeitige Identifikation aller relevanten Verletzungen eine sehr große Bedeutung [9]. Ziel der präklinischen Versorgung Schwertraumatisierter muss deshalb einerseits die Minimierung der Rate übersehener Verletzungen, aber andererseits auch einer möglichen Übertriage sein, um für den individuellen Patienten das richtige Traumazentrum zu wählen.



Darüber hinaus ist die richtige Verdachtsdiagnose oft ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Einleitung einer kausalen Therapie: ein Spannungspneumothorax als Ursache einer hämodynamischen Instabilität kann nur dann mittels Dekompression entlastet werden, wenn er nicht übersehen wird. Eine hohe Güte prähospitaler Verdachtsdiagnosen ist u.a. bei Verletzungen des Schädels relevant. Nicht nur die Wahl einer geeigneten Zielklinik hängt davon ab, auch die weitere Kreislauftherapie wird hierdurch entscheidend beeinflusst. Wird dagegen die Blutungsquelle innerhalb des Torsos vermutet, ist die einzig sinnvolle Therapiemaßnahme, die prähospitaler Rettungszeit möglichst kurz zu halten und das nächste geeignete Traumazentrum vorzualarmieren. Schlussendlich muss jedoch auch eine Überschätzung der Verletzungen unterbleiben, da dies nicht nur Ressourcen unnötig belegt, sondern auch zum Schaden des individuellen Patienten führen kann [27-29].

#### 4.1. Einfluss des Unfallmechanismus auf die Diagnosegüte

Das wichtigste Ergebnis der vorliegenden Untersuchung ist, dass die Übereinstimmung der prähospitalen Verdachtsdiagnosen mit den innerklinischen Abschlussdiagnosen bei eingeklemmten Patienten nach Verkehrsunfall nahezu genauso gut ist, wie in der Kontrollgruppe (vgl. **Tabelle 4**).

#### 4.2. Schädel-Hirn-Trauma

Das Schädel-Hirn-Trauma hat beim schwerstverletzten Verkehrsunfallopfer einen relevanten prognostischen Einfluss auf das Outcome des Betroffenen. Eine Übereinstimmung der prähospitalen Verletzungsschwere mit den innerklinischen Abschlussdiagnosen bei relevanten SHT (AIS $\geq$ 3) in 77% der Fälle, eine Überschätzung in lediglich 13% und eine Unterschätzung in 10% kann als gutes Ergebnis gewertet werden. Lediglich 2,6% der schweren SHT wurden während des prähospitalen Verlaufs nicht diagnostiziert (= „übersehene relevante Verletzung“) (vgl. **Abbildung 1** und **Abbildung 2**)

Ohne zwischen eingeklemmten und nicht eingeklemmten Patienten nach Verkehrsunfall zu unterscheiden, kommen Albrecht et al. [11] zu nahezu identischen Ergebnissen (richtige prähospitaler Diagnose in 73%, Überschätzung der Verletzungsschwere in 11% eine Rate an unterschätzten SHT in 16% der Fälle).

#### 4.3. Körperstamm

Wie erwartet, und in Übereinstimmung mit aktueller Literatur [4,13], ist die prähospitaler Diagnosegüte bei Verletzungen des Körperstamms (Thorax, Abdomen, Becken) nur „akzeptabel“ bzw. „befriedigend“ (vgl. **Tabelle 4**) und der Anteil an unterschätzten Verletzungen mit nahezu 30% hoch (vgl. **Abbildung 1**); ein Problem, welches auch aus dem innerklinischen Bereich bekannt ist. Aggravierend kommt hinzu, dass der Anteil übersehener Verletzungen im Bereich des Körperstamms mit 10,3% für Thoraxverletzungen, 31,6% für Abdominaltraumata und 31,3% für Beckenverletzungen am höchsten war (vgl. **Abbildung 2**).

#### 4.4. Wirbelsäule

Verletzungen der Wirbelsäule wurden besonders häufig durch das präklinische Rettungsteam überschätzt (HWS 33%, BWS/LWS 50% d. F.) und niemals unterschätzt oder gar übersehen. Ursächlich scheint aus



Autorensicht weniger eine besonders gute / sorgfältige klinische Untersuchung zu sein, sondern ein Fokussieren der relevanten Ausbildungskonzepte und Leitlinien auf dieses Verletzungsmuster [23,30,31].

#### 4.5. Einfluss des klinischen Zustandes auf die Diagnosegüte

Dass der klinische Zustand des Patienten einen Einfluss auf die präklinische Diagnosegüte hat, konnte in einer kürzlich veröffentlichten Arbeit – welche jedoch nicht nach Einklemmungstrauma unterscheidet – gezeigt werden. Die Autoren fanden eine signifikant geringere Rate an übersehenen schweren SHT (AIS $\geq$ 3) bei Patienten mit GCS $\leq$ 8 im Vergleich zu Patienten mit GCS $>$ 8 (5,4% vs. 19,0%  $p=0,015$ ) [32]. Diese Zahlen werden durch die vorliegende Auswertung, wenn auch nicht signifikant, bestätigt, da wir ebenfalls einen geringeren Anteil übersehener schwerer SHT bei komatösen Patienten im Vergleich zu Patienten mit einem GCS $>$ 8 gefunden haben (4,8% vs. 9,7%).

Ursächlich für die geringe Güte der Diagnosen von Verletzungen des Körperstamms könnten die eingeschränkten Untersuchungsmethoden gerade bei bewusstseinsgetrübten / bewusstlosen Patienten sein. Die Ergebnisse unserer Studie betonen erneut den Stellenwert der Pulsoxymetrie als objektivierbare Untersuchungsmethode beim Thoraxtrauma [24]: So war die Rate an übersehenen schweren Thoraxverletzungen bei Patienten mit einer initialen SpO<sub>2</sub> $\leq$ 96% im Vergleich zu denen mit einer guten Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub> $>$ 96%) signifikant geringer (8.5% vs. 35.0%;  $p<0.01$ ).

Ohne klinische Verletzungszeichen wie Gurt- oder Prellmarken, kann ein stumpfes Abdominal- / Beckentrauma nur aufgrund einer kardiozirkulatorischen Instabilität vermutet werden. Gegebenenfalls kann durch die immer noch kontrovers diskutierte Einführung der präklinischen Sonographie (FAST - Focused Assessment with Sonography in Trauma) mehr Licht in die „Blackbox“ des Körperstamms gebracht werden [33-35].

#### 4.6. Übertragbarkeit der Studienergebnisse

Bezüglich der Inzidenz von Verkehrsunfällen mit Einklemmungstrauma, Dauer der technischen Rettung, der demographischen Daten, Verletzungsschwere und –muster sind die erhobenen Zahlen im Einklang mit der aktuellen Literatur [5-7]. Sanson et al. [5] bemerken in ihrer Studie ebenfalls, dass eingeklemmte Patienten schwerer verletzt sind als nicht eingeklemmte – dies kann durch unsere Ergebnisse bestätigt werden und kommt in stärker kompromittierten Vitalwerten bezüglich Oxygenierung, Kreislaufstabilität und Koma zum Ausdruck [5,7]. Somit erscheinen die gewonnenen Ergebnisse übertragbar zu sein.

An Limitationen sind zwei wesentliche Punkte zu nennen: Zum einen handelt sich um eine retrospektive Auswertung von Routineparametern der Patientenversorgung, zum anderen fand keine multizentrische Erhebung statt, da alle Daten von einem einzigen Rettungshubschrauber und einem angeschlossenen Traumazentrum stammen.



## 5. Schlussfolgerung

Aktuelle Leitlinien und Handlungsempfehlungen der Traumaversorgung betonen den enormen Stellenwert einer möglichst frühzeitigen Erfassung aller relevanten Verletzungen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen den Schluss zu, dass die Diagnosegüte bei eingeklemmten Patienten zwar tendenziell geringer ist als bei Verkehrsunfallopfern ohne Einklemmungstrauma, diese jedoch von anderen Faktoren wie Körperregion der Verletzung oder dem klinischen Patientenzustand wesentlich stärker beeinflusst wird. Neben Extremitätentraumata werden Verletzungen des Schädels sicher erkannt. Im Gegensatz hierzu werden Verletzungen der Wirbelsäule zumeist überschätzt. Die eingeschränkten Möglichkeiten, objektivierbare Befunde am Körperstamm zu erheben, lassen speziell das Abdomen, aber auch das Becken als eine prähospitalen „Blackbox“ erscheinen. Besonders deutlich wird dies, unabhängig davon, ob der Patient eingeklemmt ist oder nicht, bei (noch) stabilen Vitalwerten am Unfallort. Bei diesen Patienten ist, im Zweifel allein aufgrund des Unfallmechanismus, von einem schweren Trauma auszugehen.

## Beiträge der Autoren

MF und TU sind für das Studiendesign und die Datenauswertung verantwortlich. LL zeigt verantwortlich für die Datenakquise und Überarbeitung des Manuskriptes. MK ist verantwortlich für Datensammlung, Analyse der Subgruppen und für die Überarbeitung des Manuskriptes. MH zeigt für das Studiendesign, Einhaltung des Ethikprotokolls und die Dateninterpretation sowie für die Überarbeitung des Manuskriptes mit verantwortlich. MH gibt an, dass er im Besitz aller verwendeter Rohdaten ist.

## Ethische Richtlinien

### Interessenskonflikte:

Keine

### Ethikkommission:

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität Ulm (Antrag-Nr.: 224/13) genehmigt. Sie wurde in Übereinstimmung mit den Standards und Vorgaben der Deklaration von Helsinki im Jahr 1964 durchgeführt.

## Literatur

1. TraumaRegister DGU. 20 years TraumaRegister DGU((R)): Development, aims and structure. Injury 2014; 45 Suppl 3: S6-S13
2. World Health Organisation. Injuries in Europe: a call for public health action – An update from 2008 WHO Global Burden of Disease Publisher 2012 <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/violence-and-injuries/publications/2012/injuries-in-europe-a-call-for-public-health-action> (Zugriff am 25.11.2014)



3. Calland V. Extrication of the seriously injured road crash victim. *Emerg Med J* 2005; 22: 817-821
4. Muhm M, Danko T, Madler C, Winkler H. Preclinical prediction of prehospital injury severity by emergency physicians : approach to evaluate validity. *Anaesthesist* 2011; 60: 534-540
5. Sanson G, Di Bartolomeo S, Nardi G et al. Road traffic accidents with vehicular entrapment: incidence of major injuries and need for advanced life support. *Eur J Emerg Med* 1999; 6: 285-291
6. Mahoney PF, Carney CJ. Entrapment, extrication and immobilization. *Eur J Emerg Med* 1996; 3: 244-246
7. Westhoff J, Haasper C, Otte D et al. Motor vehicle accidents with entrapment. A medical and technical investigation of crash mechanism, injury pattern and severity of entrapment of motor vehicle occupants between 1983 and 2003. *Chirurg* 2007; 78: 246-253
8. Houshian S, Larsen MS, Holm C. Missed injuries in a level I trauma center. *J Trauma* 2002; 52: 715-719
9. Stawicki P, Lindsey DE. Trauma Corner – Missed traumatic injuries: A synopsis. *OPUS 12 Scientist* 2009; 3: 35-43
10. Rehn M, Eken T, Kruger AJ et al. Precision of field triage in patients brought to a trauma centre after introducing trauma team activation guidelines. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2009; 17: 1
11. Albrech M, Bergé-Hasmann M, Heib T et al. Emergency rescue helicopter at primary medical care of cerebrocranial and multiple trauma. *Notfall Rettungsmed* 2001; 4: 130-139
12. Arntz HR, Klatt S, Stern R, Willich SN, Beneker J. Are emergency physicians' diagnoses accurate? *Anaesthesist* 1996; 45: 163-170
13. Aufmkolk M, Ruchholtz S, Hering M et al. Wertigkeit der subjektiven Einschätzung der Thoraxverletzungsschwere durch den Notarzt. *Notfall Rettungsmed* 2004; 7: 493-500
14. Madler C, Poloczek S. Quality assurance in emergency medicine. *Internist (Berl)* 1998; 39: 124-132
15. Ruchholtz S, Lewan U, Debus F et al. TraumaNetzwerk DGU((R)): Optimizing patient flow and management. *Injury* 2014; 45 Suppl 3: S89-92
16. Helm M, Bitzl A, Klinger S et al. The TraumaRegister DGU® as the basis of medical quality management. Ten years experience of a national trauma centre exemplified by emergency room treatment. *Unfallchirurg* 2013; 116: 624-632
17. Helm M, Hauke J, Schleichriemen T, Renner D, Lampl L. Primary documentation quality for paper-assisted digital mission data documentation: Initial results from the air rescue service. *Anaesthesist* 2009; 58: 24-29
18. Messelken M, Schleichriemen T. Minimal data set for emergency physicians (MIND2). *Notfall Rettungsmed* 2003; 6: 189-192
19. Dick WF, Baskett P, Grandy C et al. Recommendations for uniform reporting of data following major trauma--the Utstein style. A report of a working party of the International Trauma Anaesthesia and Critical Care Society (ITACCS). *Resuscitation* 1999; 42: 81-100
20. Klinger S, Kulla M, Lampl L, Helm M. Practical implementation of the core data set emergency admissions of the German Interdisciplinary Association of Critical Care Medicine (DIVI). *Notfall Rettungsmed* 2012; 15: 510-515
21. Kulla M, Röhrig R, Helm M et al. National data set "emergency department". Development, structure and approval by the Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin. *Anaesthesist* 2014; 63: 243-255

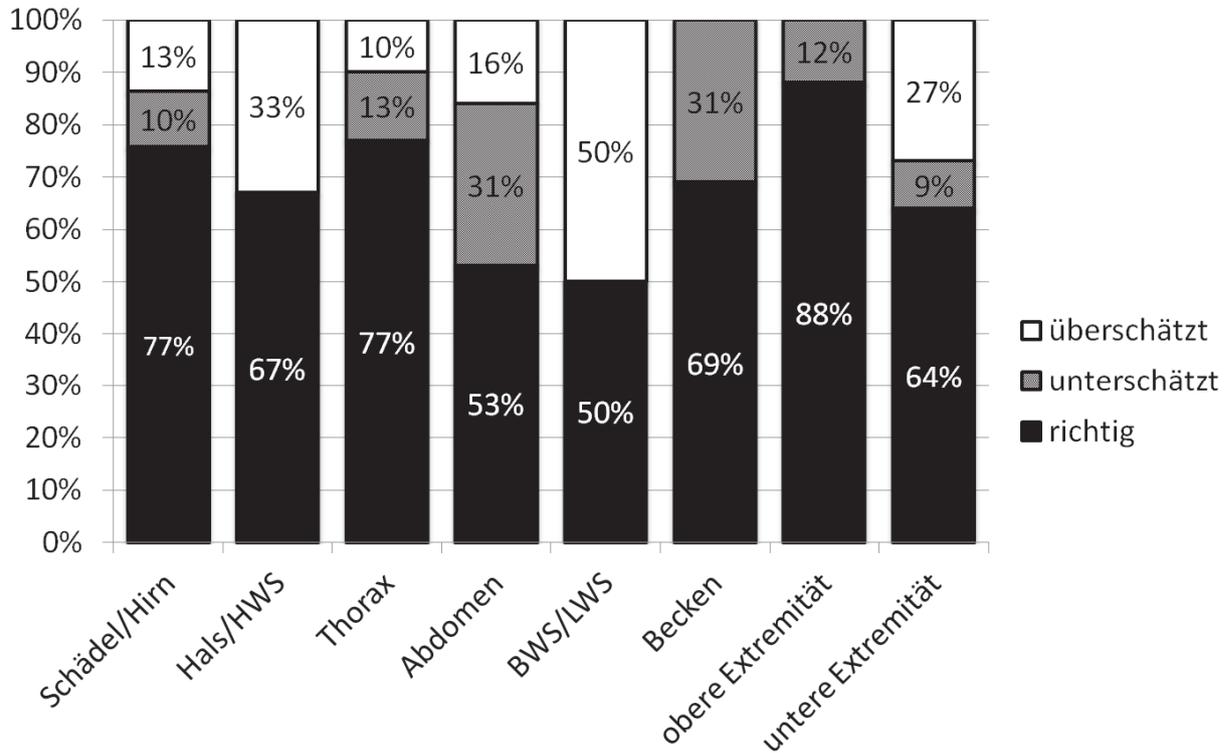


22. Kulla M, Fischer S, Helm M, Lampl L. Traumascores für den Schockraum – eine kritische Übersicht. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2005; 40: 726-736
23. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin et al. S3 Leitlinie Polytrauma – AWMF-Register Nr. 012/019: AWMF; 2011
24. Helm M, Hauke J, Esser M, Lampl L, Bock KH. Diagnosis of blunt thoracic trauma in emergency care. Use of continuous pulse oximetry monitoring. *Chirurg* 1997; 68: 606-612
25. Cohen J. Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological bulletin* 1968; 70: 213-220
26. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research*: Chapman & Hall/CRC, Boca Raton; 1991
27. Kulla M, Helm M, Lefering R, Walcher F. Prehospital endotracheal intubation and chest tubing does not prolong the overall resuscitation time of severely injured patients: a retrospective, multicentre study of the Trauma Registry of the German Society of Trauma Surgery. *Emergency medicine journal : EMJ* 2012; 29: 497-501
28. Sheffy N, Chemsian RV, Grabinsky A. Anaesthesia considerations in penetrating trauma. *Br J Anaesth* 2014; 113: 276-285
29. Stahel PF, Smith WR, Moore EE. Hypoxia and hypotension, the “lethal duo” in traumatic brain injury: implications for prehospital care. *Intensive Care Med* 2008; 34: 402-404
30. Neugebauer EA, Waydhas C, Lendemans S et al. The treatment of patients with severe and multiple traumatic injuries. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109: 102-108
31. Münzberg M, Gliwitzky B, Kulla M et al. Training strategies to optimize care of the severely injured. *Notfall Rettungsmed* 2014; 17: 593-600
32. Helm M, Faul M, Unger T, Lampl L. Reliability of emergency medical field triage. Exemplified by traffic accident victims. *Anaesthesist* 2013; 62: 973–980
33. Probst C, Hildebrand F, Frink M, Mommsen P, Krettek C. Prehospital treatment of severely injured patients in the field. *Chirurg* 2007; 78: 875-884
34. Walcher F, Weinlich M, Conrad G et al. Prehospital ultrasound imaging improves management of abdominal trauma. *Br J Surg* 2006; 93: 238-242
35. Stengel D, Bauwens K, Rademacher G, Ekkernkamp A, Guthoff C. Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 7: CD004446

## Abbildungen

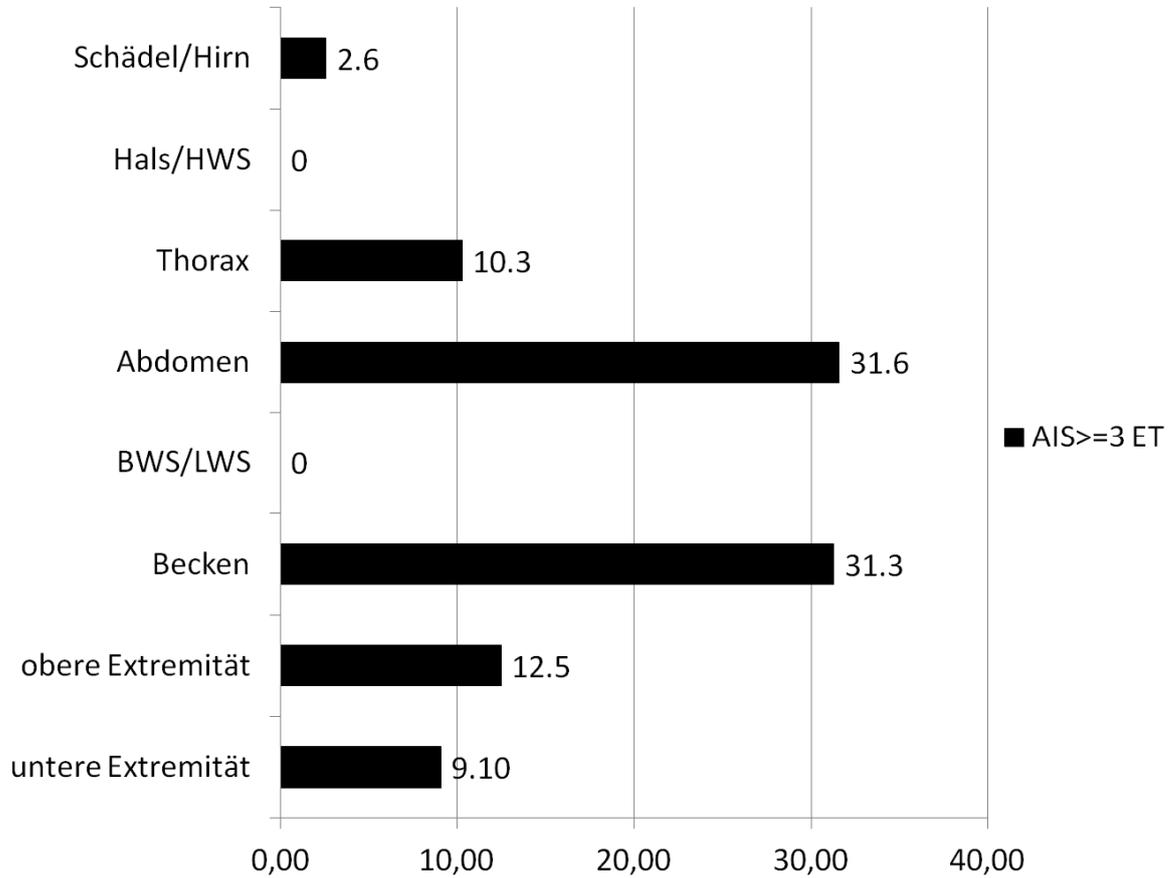
Abbildung 1:

„Unter-“, „Über-“ und „richtige“ Einschätzung der Verletzungsschwere der prähospitalen Verdachtsdiagnosen im Vergleich zu den innerklinischen Abschlussdiagnosen (AIS-Score $\geq$ 3) bei Einklemmungstrauma (n=114).





**Abbildung 2:**  
**Prozentualer Anteil an prähospital übersehenen relevanten Verletzungen (AIS-Score $\geq$ 3) in der Gruppe der Einklemmungstrauma (n=114).**



## Tabellen

**Tabelle 1:**  
**Standardwerte nach Altman zur Interpretation des gewichteten Kappa-Koeffizienten.**

Kappa-Koeffizient	Güte der Übereinstimmung
<0.20	schlecht
0.21 – 0.40	akzeptabel
0.41 – 0.60	befriedigend
0.61 – 0.80	gut
0.80 – 1.00	exzellent



**Tabelle 2:**  
**Demographische Daten und Vitalwerte bei Ankunft am Unfallort (n, % oder Mean±SD).**

	Gesamtkollektiv (n=479)	Einklemmungstrauma (n=114)	Kontrollgruppe (n=365)	Irrtumswahrscheinlichkeit
Demographische Daten:				
männlich n (%)	315 (65,8%)	60 (52,6%)	255 (69,9%)	<0,001
Alter [Jahre]	37,0±18,2	37,9±17,2	36,8±18,5	n.s.
Verstorben n (%)	35 (7,3%)	13 (11,4%)	22 (6,0%)	n.s.
Verletzungsschwere:				
NACA-Score	4,2±0,9	4,7±0,7	4,0±0,9	<0,001
ISS	15,5±13,5	21,1±13,4	13,8±13,0	<0,001
ISS≥16 n (%)	186 (38,8%)	67 (58,8%)	119 (32,6%)	<0,001
Vitalwerte bei Ankunft am Unfallort:				
GCS	12,1±4,4	11,0±4,6	12,4±4,3	<0,001
GCS≤8 n(%)	69 (14,4%)	27 (23,7%)	42 (11,5%)	<0,001
RRsys	123±31mmHg	115±32mmHg	125±30mmHg	<0,001
RRsys<90mmHg n(%)	81 (16,9%)	33 (28,9%)	48 (13,2%)	<0,001
SpO <sub>2</sub> (%)	94,8±7,6	92±10	96±7	<0,001
SpO <sub>2</sub> ≤96% n(%)	234 (48,9%)	77 (67,5%)	157 (43,0%)	<0,001

NACA: National Advisory Committee for Aeronautics

ISS: Injury Severity Score

GCS: Glasgow Coma Scale

RRsys: Systolischer Blutdruck

SpO<sub>2</sub>: periphere Sauerstoffsättigung



**Tabelle 3:**  
**Verletzungsmuster nach Körperregionen für schwere Verletzungen (AIS≥3).**

	Gesamtkollektiv (n=479)	Einklemmung- strauma (n=114)	Kontrollgruppe (n=365)	Irrtums- wahr- scheinlichkeit
Schädel/Hirn	122 (25,5%)	39 (34,2%)	83 (22,7%)	0,01
Gesicht	12 (2,5%)	4 (3,5%)	8 (2,2%)	n.s.
Hals / HWS	26 (5,4%)	9 (7,9%)	17 (4,7%)	n.s.
Thorax	183 (38,2%)	68 (54,6%)	115 (31,5%)	<0,001
Abdomen	45 (9,4%)	19 (16,7%)	26 (7,1%)	<0,001
BWS / LWS	19 (4,0%)	4 (3,5%)	15 (4,1%)	n.s.
Becken	33 (6,9%)	16 (14,0%)	17 (4,7%)	<0,001
Obere Extremität	20 (2,7%)	8 (7,0%)	12 (3,3%)	n.s.
Untere Extremität	80 (16,7%)	33 (29,0%)	47 (12,9%)	<0,001

HWS: Halswirbelsäule

BWS: Brustwirbelsäule

LWS: Lendenwirbelsäule



**Tabelle 4:**  
**Darstellung der Diagnosegüte bei eingeklemmten Verkehrsunfallopfern gegenüber nicht eingeklemmten Verkehrsunfallopfern (Kontrollgruppe) mittels gewichtetem Kappa-Koeffizienten.**

	Einklemmungstrauma (n=114)		Kontrollgruppe (n=365)	
	gewichteter Kappa-Koeffizient	95% Konfi- denzintervall	gewichteter Kappa- Koeffizient	95% Konfi- denzintervall
Schädel/Hirn	0,48 (befriedi- gend)	0,34-0,63	0,69 (gut)	0,62-0,75
Gesicht	0,39 (akzeptabel)	0,24-0,53	0,50 (befriedigend)	0,41-0,58
Hals/HWS	0,09 (schlecht)	0,00-0,22	0,15 (schlecht)	0,55-0,24
Thorax	0,51 (befriedi- gend)	0,37-0,66	0,50 (befriedigend)	0,41-0,59
Abdomen	0,40 (akzeptabel)	0,24-0,55	0,34 (akzeptabel)	0,21-0,47
BWS / LWS	0,13 (schlecht)	0,00-0,26	0,19 (schlecht)	0,10-0,28
Becken	0,32 (akzeptabel)	0,14-0,50	0,32 (akzeptabel)	0,43-0,59
obere Extremität	0,55 (befriedi- gend)	0,41-0,69	0,51 (befriedigend)	0,62-0,75
untere Extremität	0,62 (gut)	0,51-0,73	0,68 (gut)	0,61-0,73

HWS: Halswirbelsäule

BWS: Brustwirbelsäule

LWS: Lendenwirbelsäule



**Tabelle 5:**  
**Prähospital übersehenen relevante Verletzungen (AIS $\geq$ 3) bei Patienten mit eingeschränkten Vitalfunktionen (GCS $\leq$ 8 vs. GCS $>$ 8; RRsys $\leq$ 90mmHg vs. RRsys $>$ 90mmHg; SpO $_2$  $\leq$ 96% vs. SpO $_2$  $>$ 96%) innerhalb der Gruppe der Einklemmungstraumata (n=114).**

	GCS			RRsys			SpO <sub>2</sub>		
	>8	≤8	p-Wert	>90mmHg	≤90mmHg	p-Wert	>96%	≤96%	p-Wert
Schädel/ Hirn	9,7%	4,8%	n.s.	7,9%	5,6%	n.s.	11,1%	2,8%	n.s.
Gesicht	41,7%	30,8%	n.s.	48,1%	16,7%	n.s.	57,1%	28,0%	n.s.
Hals / HWS	23,5%	40,0%	n.s.	29,4%	33,3%	n.s.	37,5%	21,4%	n.s.
Thorax	14,0%	13,0%	n.s.	19,2%	3,6%	n.s.	35,0%	8,5%	<0,01
Abdomen	34,8%	38,9%	n.s.	45,8%	19,0%	n.s.	42,9%	35,9%	n.s.
BWS/LWS	15,8%	30,0%	n.s.	20,0%	12,5%	n.s.	33,3%	17,4%	n.s.
Becken	47,6%	54,5%	n.s.	42,9%	46,2%	n.s.	57,1%	44,4%	n.s.
Obere Extremität	41,4%	58,3%	n.s.	48,4%	57,1%	n.s.	40,0%	52,9%	n.s.
Untere Extremität	14,3%	0,0%	n.s.	11,8%	18,8%	n.s.	15,4%	13,9%	n.s.

BWS: Brustwirbelsäule

GCS: Glasgow Coma Scale

HWS: Halswirbelsäule

LWS: Lendenwirbelsäule

RRsys: systolischer Blutdruck

SpO<sub>2</sub>: periphere Sauerstoffsättigung

## Schneidversuche moderner KFZ Karosserien

Dipl.Ing. (FH) Jürgen Wohlrab

Leiter Technik, Brand- und Umweltschutz, stellv. Schulleiter

Staatliche Feuerwehrschnule Geretsried

Um die verletzten Insassen retten zu können, müssen die Einsatzkräfte **ohne Zeitverzug** in das Fahrzeug gelangen. Je nach Vorgehensweise ergeben sich einsatztechnische Besonderheiten, um einen Zugang zu erreichen. Durch das Öffnen der Türen sollte in der Regel der Zugang in den Fahrzeuginnenraum erfolgen. Sind die Türen verriegelt, müssen alternative Zugangsmöglichkeiten erkundet werden. So können Fenster- oder Heckklappenöffnungen ebenfalls für den Zugang in das Fahrzeug dienen. Der Zugang muss über die schnellstmögliche Methode erfolgen.

### Zugang über Fenster:



#### Variante 1: Entfernen der Scheibe(n) (Einscheibensicherheitsglas - ESG) durch Federkörner

- Ansatz des Federkörners an eine Scheibenecke (Scheibenrand)
- Federkörner betätigen



### Variante 2: Entfernen der Scheibe(n) (Verbund-Sicherheitsglas - VSG) durch Glassäge

- Öffnen der Scheibe durch ein geeignetes Schlagwerkzeug
- Sägen der Scheibe durch geeignetes manuelles oder maschinelles Schneidgerät

### Entfernen der Tür:



Zum Entfernen der Tür müssen die Scharniere und das Schloss der Tür mit den hydraulischen Rettungsgeräten abgetrennt werden. Dazu muss man die Werkzeuge ansetzen können. Sind die Ansatzpunkte durch die Deformation noch nicht ausreichend frei, kann man den Arbeitsraum über eine Erweiterung des Türspalts schaffen.



## 1. Schritt: Türspalt erweitern



### Variante 1: Türspalt durch Kotflügel zusammendrücken

- Ansatz des Spreizers neben dem Federbein
- Zusammendrücken des Kotflügelbleches



### Variante 2: Türspalt durch Kotflügel entfernen

- Abreißen des Kotflügels durch Spreizer oder Hebelwerkzeuge



### Variante 3: Türspalt durch Spreizen von A-Säule und Türoberkante

- Ansatz Spreizer direkt neben Spiegeldreieck



### Variante 4: Türspalt durch Spreizen von Dach und Türoberkante

- Ansatz Spreizer direkt neben B-Säule

## 2. Schritt Tür öffnen / entfernen



### Variante 1: Entfernen der Tür von der Schlossseite beginnend

- Ansatz des Spreizers direkt auf dem Schloss (Wirkrichtung => Türöffnung)
- Spitzen des Spreizgerätes **tiefstmöglich eintauchen um den maximalen Spreizweg ausnutzen zu können.**
- Gerät auf **vorhandene „Ablagen“ absetzen**, um den körperlichen Kraftaufwand zu minimieren.
- Öffnen der Tür so weit wie möglich
- Ggf. für eine größere Türöffnung => Trennen des Türhaltebandes
- Erfordert die Lage mehr Platz => Entfernen der Tür durch Trennen der Scharniere



### Variante 2: Entfernen der Tür von der Scharnierseite beginnend

- Ansatz des Spreizers direkt oberhalb der Scharniere
- Spitzen des Spreizgerätes **tiefstmöglich eintauchen um den maximalen Spreizweg ausnutzen zu können.**
- Gerät auf **vorhandene „Ablagen“ absetzen**, um den körperlichen Kraftaufwand zu minimieren.
- Nach dem Herausreißen der Scharniere: Durchtrennen von Kabeln/Schläuchen (z.B. Seitenschneider, Messer)
- Entfernen der Tür durch Lösen / Trennen des Schlosses



## Heckklappe

Bereits bei der Erkundung muss geprüft werden, ob die Klappe über die äußere Schlossbetätigung geöffnet werden kann. Ist dies nicht der Fall, muss die Klappe technisch durch Rettungsgeräte geöffnet werden.



### Technisches Öffnen und Entfernen der Klappe

- Entfernung der Heckscheibe (analog zu Scheiben Entfernen)
- Spalt an der Klappe schaffen Lampenöffnung, Tür Quetschen, Spreizen gegen Stoßfänger
- Herausspreizen des Schlosses
- Öffnen der Klappe





## Versorgung ermöglichen

Verstellmöglichkeiten manuell oder elektrisch nutzen:

	<p>Sitze verfahren (Sitzfläche nach hinten/unten verstellen) Rückenlehne verstellen Kopfstützen entfernen</p>
	<p>Seitenscheiben absenken Heckklappe entriegeln</p>
	<p>Lenkrad verstellen</p>
	<p>Schiebedach öffnen</p>

Cabrioletverdeck öffnen

Elektrische Schiebetüren / Heckklappen

Versagen die elektrischen oder manuellen Verstellmöglichkeiten, können einzelne Elemente durch mechanische Krafteinleitung verstellt oder durch zusätzliche Maßnahmen erweitert werden (Schneiden, Drücken, Ziehen).

- Sitz Längsverstellung
- Sitz Lehnenverstellung
- Lenksäule
- Lenkradkranz entfernen
- Verkleidungsteile abnehmen

Sind verformte Bereiche der Fahrgastzelle bei der Rettung hinderlich, so müssen diese zunächst in Richtung ihrer Ursprungsform zurück verformt werden.



- Säulen zurückverformen
- Dach zurückverformen

Ist die Rückverformung von Säulen und Holmen nicht erfolgversprechend, müssen gegebenenfalls Teile abgeschnitten werden.



Säulen Schneiden



Säulen Reißen



Große Seitenöffnung

## Bei 3-türigen Fahrzeugen: „4. Tür“ schaffen

### 1. Schritt Entlastungsschnitte setzen



- Entfernung der Seitenscheibe (analog zu Scheiben Entfernen)
- 1. Schnitt: waagrecht im unteren Drittel der B-Säule
- 2. Schnitt: senkrecht im hinteren Drittel der Fensteröffnung



**Hinweis: Nicht in Tankstutzen schneiden.**

### 2. Schritt: Öffnung schaffen



- Spreizer schräg im vorderen Drittel der Fensteröffnung einsetzen
- Spreizer ganz zusammen fahren
- Drehen des Spreizers nach unten





## Patient befreien

Nach dem Zugang zum Patienten muss sich der Einheitsführer um die Befreiung des Patienten aus einer Einklemmung / Einschränkung heraus kümmern. Dazu ist in der Regel eine Befreiung der Beine im vorderen Bereich notwendig. Grundsätzlich gelten die folgenden Schritte für diesen Fall. Der Grundsatz, verformte Strukturen in die Ursprüngliche Lage zu bewegen, hat jedoch auch für alle anderen Lagen Gültigkeit. Die Befreiung muss für den Patienten angepasst über die schnellstmögliche Methode erfolgen.

Maßnahme	Zeit
Erkundung	Ø 5 min
B-Säule entfernen (für große Seitenöffnung)	Ø 3:30 min. Min: 1 min Max: 16 min
Fußraumerweiterung (Zylinder)	Ø 6 min Min: 1 min Max: 16 min
Fußraumerweiterung (Spreizer)	Ø 7 min Min: 1 min Max: 18 min
Dachabnahme	Ø 18 min Min: 3 min Max: 25 min



## Exkurs angewendete Fahrzeugtechnik: Zylindermethode

Ist der Patient eingeklemmt, so muss auf effektivste Weise versucht werden, Platz zu schaffen und ihn zu befreien. Hierfür wird zwischen der Zylinder- und der Spreizermethode unterschieden. In beiden Fällen müssen Entlastungsschnitte in die A-Säulen erfolgen. Wurde im Vorfeld das Dach entfernt, entfällt an dieser Stelle die Schnittführung. Befindet sich das Dach zu diesem Zeitpunkt noch auf dem Fahrzeug, ist es besser, die Schnitte möglichst weit oben am A-Holm anzusetzen.

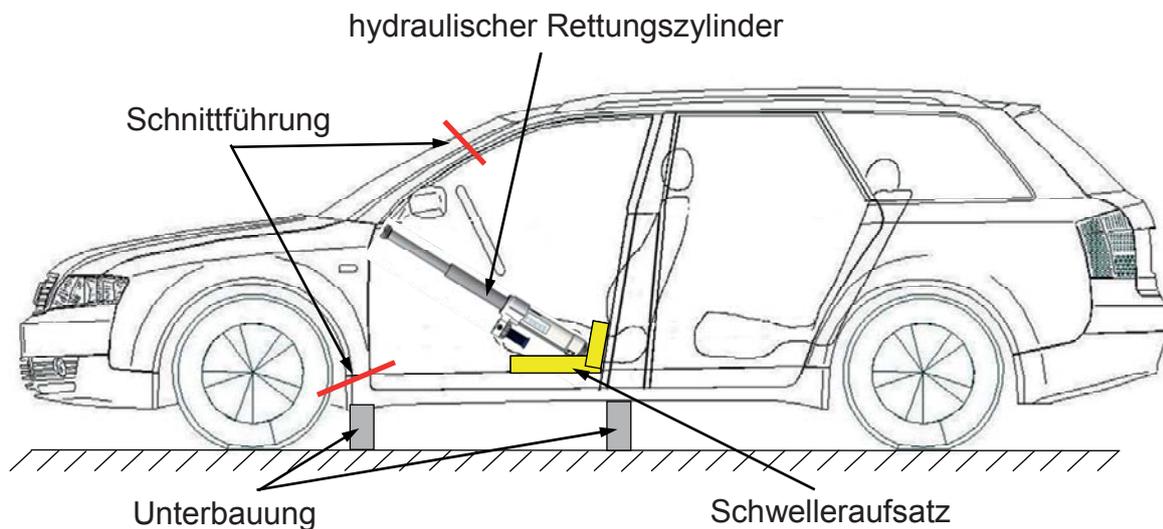


Abbildung 1: schematische Darstellung Zylindermethode

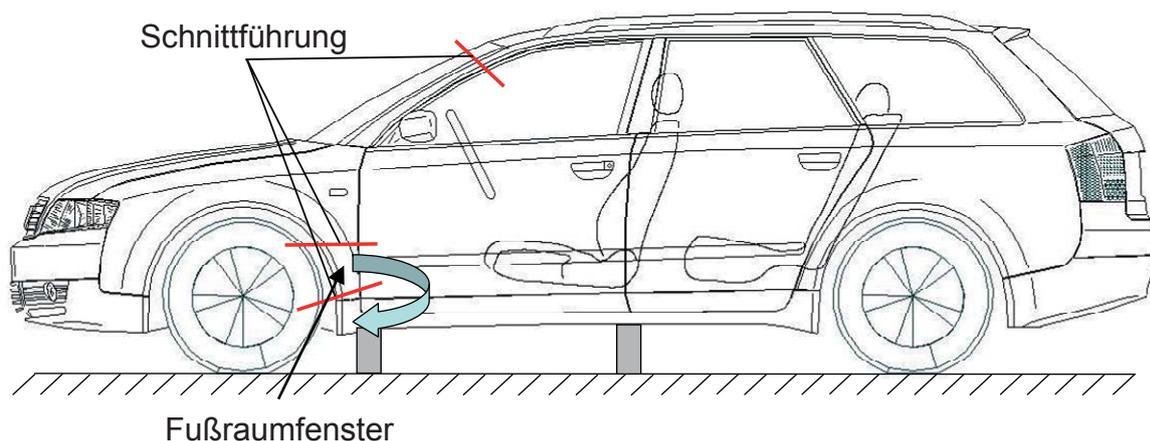
Bei den Versuchen stellt sich heraus, dass auch hier die Schwierigkeit beim Finden des Ansatzpunktes zu sehen ist. Wird als Ansatzpunkt die A-Säule gewählt, sollte der Bereich genommen werden, in dem sich der Armaturenbrettträger befindet. Dies ist in den meisten Fällen durch zwei Schrauben oberhalb der Türscharniere ersichtlich. Wird als Ansatzpunkt der Übergangsbereich zwischen Spritzwand und A-Säule verwendet, so kann es passieren, dass sich die A-Säule nach vorne bewegt, aber der Vorderwagen sich nicht bewegt. Aus den Schneidversuchen war außerdem zu erkennen, dass sich bei manchen Modellen die A-Holme im Bereich der genannten Rundung stark deformierten und keinen stabilen Ansatzpunkt zum Drücken bieten. Die beiden beschriebenen Erkenntnisse sind in der nachstehenden Abbildung verdeutlicht.



**Abbildung 2: li.: A-Säule eingedrückt; re.: A-Säule dreht heraus**

Die erfolgreiche Frontraumerweiterung ist allgemein abhängig von der Qualität der Unterbauung. Wird diese nicht richtig durchgeführt, wird die Kraft des Rettungsgerätes nicht optimal genutzt, sodass zusätzlich gegen den Schweller gedrückt und z.B. um den Aufstandspunkt des Rades gedreht wird. Aus den Zeiten der durchgeführten Versuche ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Unterbauung und der schnellen Durchführung dieser Phase zu erkennen.

### **Exkurs angewendete Fahrzeugtechnik: Spreizermethode**



**Abbildung 3: Schema Fußraumerweiterung**

Damit das Fenster später herausgedreht werden kann, ist es nötig, die Schnitte bis in das Radhaus durchzuführen. Bei Scheren mit langer Klinge stellt dies kein Problem dar, was in Abbildung 4 verdeutlicht wird.



**Abbildung 4: Entlastungsschnitt Fußraumfenster**

Bei kurzen Scherenblättern ist ein mehrmaliges Nachsetzen erforderlich. Dies ist auf der linken Seite der folgenden Abbildung zu sehen. Ist der Vorbau massiv und es muss mit einer kleinen Schere gearbeitet werden, ist die Zylindermethode vorzuziehen.

Weitere Probleme beim Schneiden des Fußraumfensters sind die Entlastungsschnitte im unteren Bereich der A-Säule. Handelte es sich bei dem zu schneidenden Fahrzeug um eine Frontalkollision, so war es nicht möglich, das Fenster bis in das Radhaus zu schneiden. Die Abbildung verdeutlicht den beschriebenen Sachverhalt. Der Grund ist das Abstützen des Vorderrades am Schweller. Durch diese konstruktive Auslegung wird ein neuer Lastpfad erzeugt, welcher die Energie des Frontalaufpralls teilweise in den Schweller ableitet.

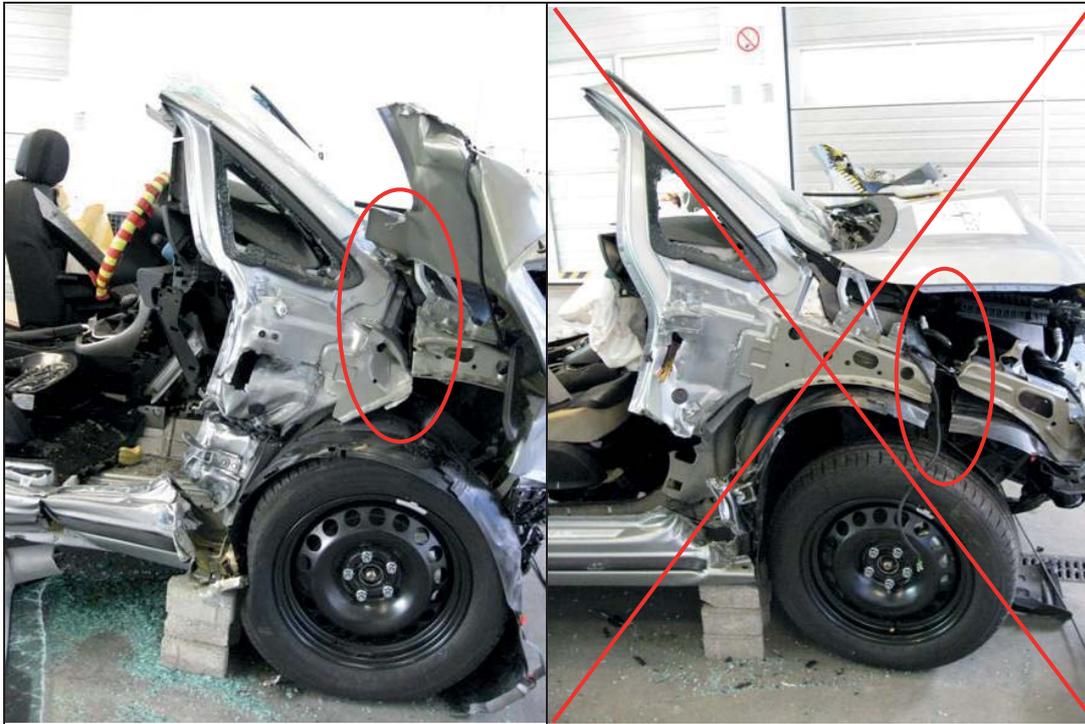


**Abbildung 5: li.: Massiver Vorbau; re.: Anliegendes Vorderrad**

Das Herausdrehen des Fensters erweist sich als enormer Kraftakt, wenn die Schnitte nicht bis in den Radkasten reichen. Bei der Spreizer- und Zylindermethode kann es vorkommen, dass weitere Entlastungsschnitte in den Vorbau des Fahrzeuges durchgeführt werden müssen. Als günstig erwiesen sich Schnitte in



die Verstärkungsstrukturen hinter dem Kotflügelblech. Bei der Schnittführung ist darauf zu achten, dass die Schnitte zwischen dem Federbein und dem Armaturenbrett erfolgen. Nur so kann der Vorderbau sinnvoll geschwächt werden. Erfolgt der Schnitt zwischen Fahrzeugfront und Federbein, so muss das komplette Rad mit Federbein gedreht werden. Bei schlechtem Unterbau dreht dann der Vorderwagen um den Radaufstandspunkt und nicht über den Aufstandspunkt der Unterbauung.



**Abbildung 6: li.: Guter Entlastungsschnitt; re.: Schlechter Entlastungsschnitt**

Problematisch ist auch die Verbindungsstrebe zwischen dem Mittelunnel und dem Armaturenbrett. Durch diese steife Verbindung dreht sich das Armaturenbrett um den Mittelunnel und reißt erst bei größerer Belastung ab. Diese Strebe verbirgt sich hinter der Verkleidung des Kardantunnels und ist bei einem Unfall schwer aufzufinden. Des Weiteren ist diese Stelle bei einer eingeklemmten Person im Frontbereich sehr schwer zugänglich und nur im äußersten zu empfehlen.



## Fußraum erweitern



In der Regel wird bei Verkehrsunfällen eine frontale Einklemmung beseitigt. Die folgenden Schritte gehen darauf näher ein.

### 1. Schritt: Entlastungsschnitte setzen



#### Variante 1: Fußraumerweiterung durch Zylindereinsatz

- Schnitt unten: Ansatz der Rettungsschere im unteren Drittel der A-Säule
- Durchtrennen der Säule bis ins Radhaus



- 2. Schnitt oben: Ansatz der Rettungsschere im obersten Drittel des Frontscheibenrahmens
- Vollständiges Durchtrennen der A-Säule
- Waagrecht einschneiden der Frontscheibe mit der Glassäge (von A-Säule zu A-Säule)



## 2. Schritt: Fußraum nach vorn drücken



### Variante 1: Fußraumerweiterung durch Zylindereinsatz

- Verwendung eines Kraftverteilers im Bereich des unteren Schwellers (Gegenlager)
- Abmessen der Türöffnung zur sicheren Bestimmung der notwendigen Zylindergröße
- Einsetzen des Rettungszyinders in möglichst flachem Winkel
- Ansetzen des vorderen Zylinderendes im Bereich des Armaturenbrettträgers

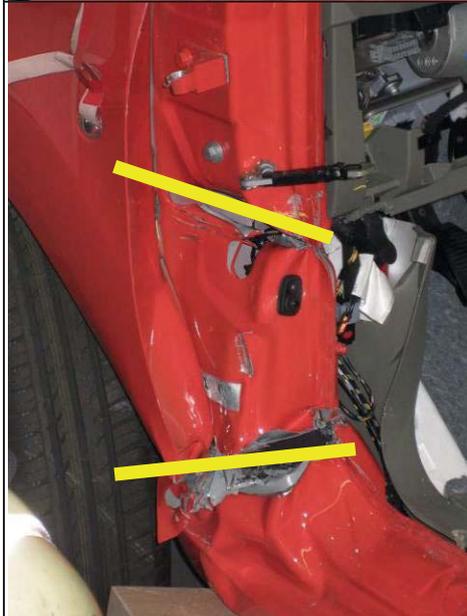


## 1. Schritt: Entlastungsschnitte setzen



### Variante 2: Fußraumerweiterung durch Spreizereinsatz

- Schnitt unten: Ansatz der Rettungsschere im unteren Drittel der A-Säule
- Durchtrennen der Säule bis ins Radhaus



- 2. Schnitt unten: Ansatz der Rettungsschere ca. 20cm über dem 1. Schnitt
- Vollständiges Durchtrennen der A-Säule
- 3. Schnitt oben: Ansatz der Rettungsschere im obersten Drittel des Frontscheibenrahmens
- Vollständiges Durchtrennen der A-Säule
- Waagrechtliches Einschneiden der Frontscheibe mit der Glassäge (von A-Säule zu A-Säule)



## 2. Schritt: Fußraum nach oben drücken



### Variante 2: Fußraumerweiterung durch Spreizereinsatz

- Waagrecht einsetzen des Spreizers zwischen den beiden unteren Entlastungsschnitten
- Herausdrehen des geschnittenen A-Säulen-Segmentes
- Einsetzen des Spreizers um 90° gedreht (vertikale Wirkrichtung)
- Öffnen des Spreizers, bis Beinbereich frei





## Dach abklappen



Reicht der Platz zur Befreiung aufgrund der Verletzungen, der Lage vor Ort nicht aus, kann durch ein Abklappen des Daches mehr Platz geschaffen werden.

### 1. Schritt: Dachsäulen auf einer Seite schneiden



- Es werden die Säulen **auf der Seite des Patienten** geschnitten
- Ansatz der Rettungsschere an der dünnsten Stelle direkt unter der Dachkante
- Vollständiges Durchtrennen der Säulen

### 2. Schritt: Dach nach oben drücken



- Ansatz Rettungszylinder auf gegenüberliegender Seite des Patienten
- Ansatz schräg senkrecht (B – Säule – Mitteltunnel)



## Dach entfernen



Reicht der Platz zur Befreiung aufgrund der Verletzungen, der Lage vor Ort nicht aus, kann durch ein Abnehmen des Daches mehr Platz geschaffen werden.

### 1. Schritt: Dachsäulen schneiden



- Es werden alle restlichen Säulen geschnitten
- Ansatz der Rettungsschere an der dünnsten Stelle direkt unter der Dachkante
- Vollständiges Durchtrennen der Säulen





## Alternative Ansätze

### Rettungsgeräte

Das Primärziel bei der Entwicklung neuer hydraulischer Rettungsgeräte ist die Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung. Die Leistungssteigerung bezieht sich primär auf die hydraulischen Rettungsscheren. Denn diese wirken bei aktuellen Fahrzeugmodellen bereits an ihrer Leistungsgrenze. Die hydraulischen Spreizergeräte sollten für eine handlichere Anwendung kleiner bzw. leichter konstruiert sein. Speziell der Übergang zwischen den Spreizerspitzen und dem Spreizerarm sollte in einem spitzen Winkel erfolgen. Bei dem Anstieg der Spreizerspitzen sollte ebenfalls ein kleiner Winkel angestrebt werden. Schmale Spreizerspitzen haben den Vorteil, dass diese in relativ kleine Öffnungen eindringen und diese erweitern können.

Im Gegenzug dazu ist es bei den Rettungszyklindern vorteilhaft, einen möglichst großflächigen Aufstandspunkt zu haben. Sind die Auflagepunkte der Zylinder klein, so dringt die Kolbenstange in das Material ein. Beim Herausziehen des Zylinders kann es vorkommen, dass sich der Aufsatz des Zylinders löst und in der Verkleidung stecken bleibt. Für die weitere Verwendung des Gerätes muss der Aufsatz gesucht werden, was zusätzlich Zeit in Anspruch nimmt. Für die Erweiterung des Einsatzbereiches gibt es eine Vielzahl von Aufsätzen für den Rettungszyklinder.

Besonders nennenswert ist ein Aufsatz der Berufsfeuerwehr Augsburg, welcher in nachstehender Abbildung zu sehen ist.



**Abbildung 7: Armaturenbrettkralle BF Augsburg [6]**

Mit Hilfe dieses Aufsatzes ist es möglich, die Kraft großflächig auf das Armaturenbrett zu übertragen und somit ein Eindringen des Zylinders in die Konsole zu verhindern.

Eine Vergrößerung der Auflagefläche des Zylinders ist außerdem beim Herausreißen der B-Säule wichtig, denn eine großflächige Kraftübertragung verhindert das Einreißen des Daches und begünstigt ein Abtrennen der Säule.



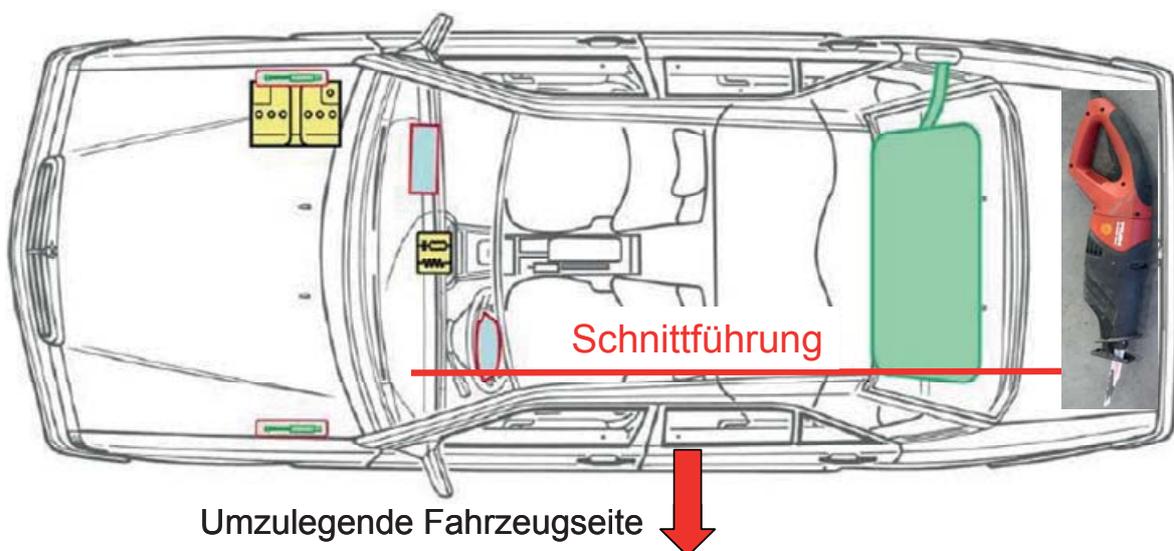
## Rettungstaktik

Die Hinweise der Rettungstaktik beziehen sich im Folgenden ausschließlich auf die Arbeitsschritte der Feuerwehrrettungskräfte.

Für einen schnellen und gleichzeitig großen Zugang zum eingeklemmten Patienten können alternativ zur Türen- und B-Säulenentfernung die folgend beschriebenen Techniken angewandt werden:

Für die erste Variante wird die B-Säule an dem angrenzenden oberen Türrahmen von der Säule weggehoben und anschließend die B-Säule mittels eines waagerechten Schnitts von der Dachkante getrennt. Anschließend wird der Rettungszyylinder zwischen Kardantunnel oder Rücksitz und dem abgeschnittenen Ende der Säule eingesetzt. Beim Ausfahren des Zylinders wird die B-Säule vom Fahrzeug weggedrückt. Dieses Verfahren wird im Rettungswesen als „cross-ramming“ bezeichnet. Ist das obere Ende der Säule weggedrückt, muss ein zweiter Zylinder zwischen dem oberen Ende der B-Säule und der Dachkante eingesetzt werden. Wird nun dieser Zylinder ausgefahren, muss darauf geachtet werden, dass der erste Zylinder entlastet wird und aus dem Fahrzeug entnommen werden kann. Der zweite Zylinder drückt beim Ausfahren die Säule zu Boden. Beim Drücken der B-Säule ist immer darauf zu achten, dass die Türschlösser und Türbolzen zerspringen können. Des Weiteren ist es denkbar, dass die B-Säule am Schweller abbricht. Deshalb ist stets der Zylinder beim Drücken gegen Abrutschen zu sichern. Der Vorteil dieser Methode ist, dass mit wenigen Arbeitsschritten eine totale Seitenentfernung geschaffen werden kann.

Die beschriebene Variante kann zusätzlich beschleunigt werden, indem nicht die B-Säule, sondern das Dach parallel zu der Dachkante geschnitten wird. Eine mögliche Schnittführung für eine eingeklemmte Person auf der Fahrerseite ist in Abbildung 8 ersichtlich. Aufgrund der Länge des Daches ist es anzuraten, die Säbelsäge zu verwenden. Situationsbedingt kann es allerdings sinnvoller sein, die hydraulische Rettungsschere oder den Blechaufreißer zu verwenden. Bei der Zerteilung ist darauf zu achten, dass entweder die Säge vom Innenraum ausgeführt wird oder das Sägeblatt nicht zu nah am Insassen vorbeigeht.

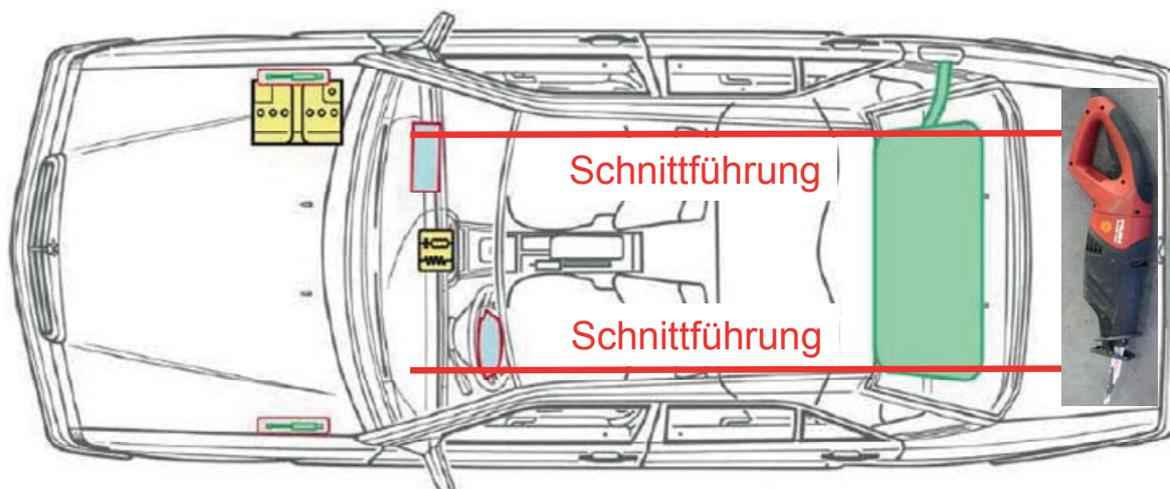


**Abb. 8: Schnittführung alternative Seitenentfernung**

Nachdem der Schnitt durchgeführt ist, folgen die gleichen Arbeitsschritte mit dem Rettungszyylinder wie bereits beschrieben. Zum vollständigen oder teilweisen Entfernen des Daches wird ein zweiter Schnitt auf

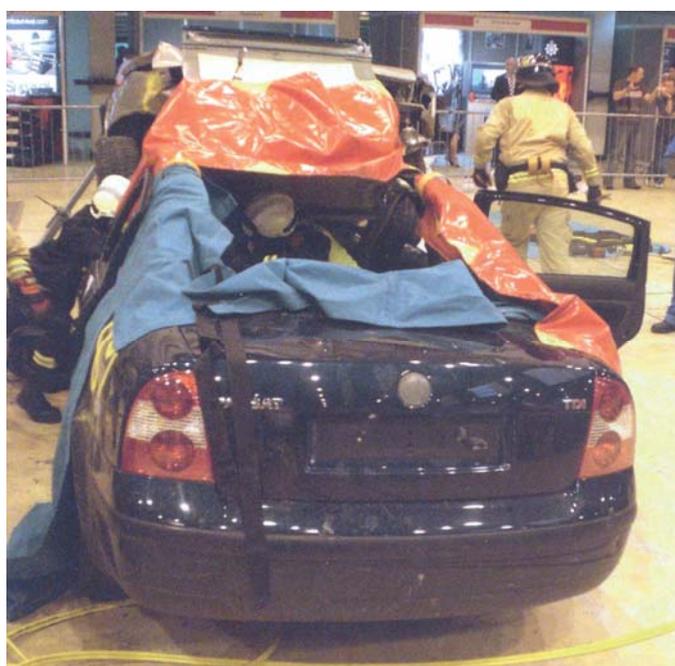


der anderen Fahrzeugseite durchgeführt. Die mögliche Schnitfführung ist in nachstehender Abbildung verdeutlicht.



**Abb. 9: Schnitfführung alternative Dachentfernung**

Hierbei kann der Schnitt komplett durch das Dach oder bis zu einer benötigten Stelle erfolgen. Bei vollständiger Entfernung des Daches können anschließend beide Fahrzeugseiten nach außen weg gedrückt werden. Des Weiteren empfiehlt sich diese Rettungsvariante für eine sofortige Rettung. Speziell bei Limousinen ist ein Einschneiden des Daches und anschließendes achsengerechtes Retten nach hinten ratsam. Beispielhaft ist dies in Abbildung 10 einzusehen.

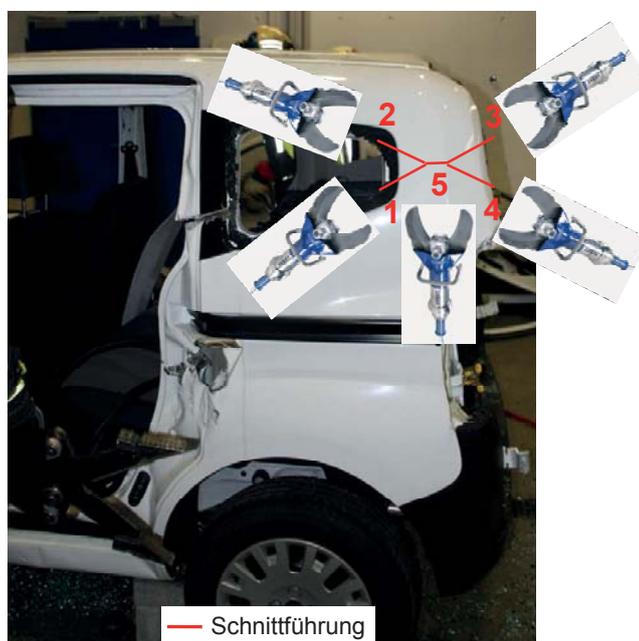


**Abb. 10: Einschneiden und Umklappen des Daches**

Für die sofortige achsengerechte Rettung ist es bei Limousinen möglich, die Verbindung zwischen Kofferraum und Heckscheibe zu durchtrennen und daraufhin den Patienten nach hinten aus dem Fahrzeug zu retten.

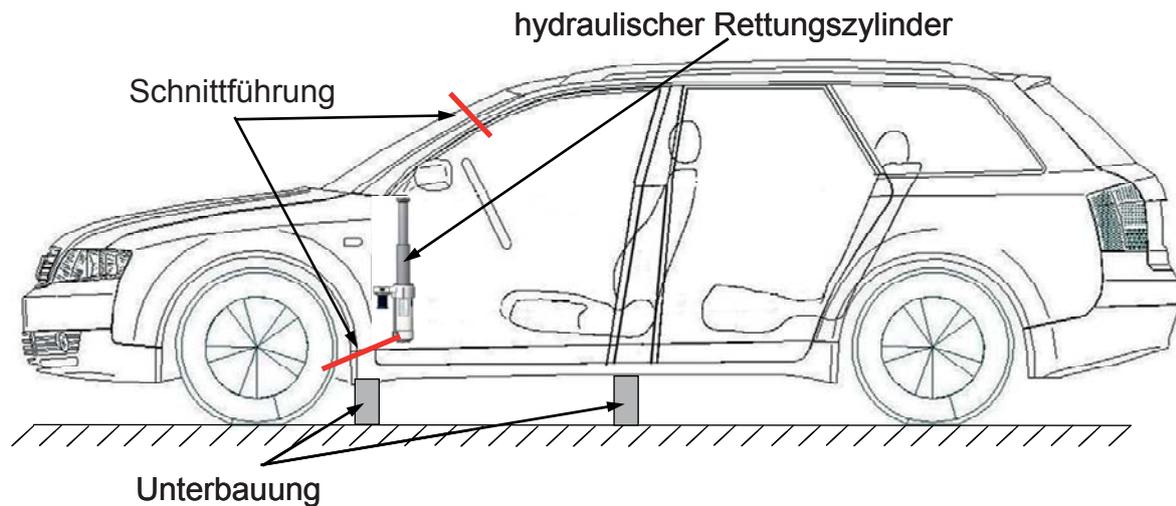


Es hat sich gezeigt, dass es beim Durchtrennen der Säulen Schwierigkeiten mit den massiven C- und D-Säulen gibt. Dies betrifft in erster Linie die leistungsstärkeren Scheren mit der sichelförmigen Klingengeometrie. Bedingt durch die Geometrie der Messer ist eine geringere Schnitttiefe möglich. In Abbildung 28 ist beispielhaft dargestellt wie die Schnitte gesetzt werden müssen, damit ein Durchtrennen möglich ist.



**Abbildung 11: Schneidtechnik bei massiven Säulen**

Zuerst muss die Säule auf beiden Seiten durch einen V-Schnitt geschwächt werden. Anschließend ist es möglich, den Spreizer zwischen die beiden V-Schnitte einzusetzen und die Säule komplett zu durchtrennen. Die Auswertungen verdeutlichen, dass neben der Dachentfernung auch die Fußraumerweiterung zu Zeitverzögerungen führt. Die Probleme offenbaren sich vorwiegend bei Fahrzeugen mit Frontbeschädigung. Bei diesen Fahrzeugen legt sich das Vorderrad an den Schweller an und bildet einen weiteren Lastpfad. Für diesen Fall sollten die Rettungskräfte einen kleinen, leistungsstarken Rettungszyylinder mit am Einsatzort haben. Dieser könnte senkrecht im Fußraum zwischen Bodenblech und Armaturenbrettträger angebracht werden. Die Wirkrichtung der Kraft ist hierbei optimal und ermöglicht eine schnelle Vergrößerung des Fußraums. Die beschriebene alternative Fußraumerweiterung ist in Abbildung grafisch dargestellt.



**Abbildung 12: Alternative Fußraumerweiterung**

Der eingesetzte Zylinder sollte im Durchmesser nicht zu groß dimensioniert sein, sodass dieser im Fußraumbereich des eingeklemmten Insassen eingesetzt werden kann. Des Weiteren ist es wichtig, die Auflagefläche des Zylinders am Bodenblech möglichst groß zu gestalten. Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass das Ende der Zylinderstange den Fahrzeugboden durchdringt. Fahrzeugtechnisch könnte eine partielle Verstärkung des Bodenblechs dem entgegen wirken. Zum aktuellen Zeitpunkt sind diese Verstärkungen noch nicht im Fahrzeug vorhanden, deshalb ist die einfachste Möglichkeit zur Vergrößerung, die Unterlage eines entsprechenden Rüstholzes oder das direkte Aufsetzen auf die Unterbauung.



# Technische Rettung heute – Informationssysteme zur Optimierung der Rettungskette

Thomas Unger

Projektleiter Unfallforschung, ADAC e.V.

## 1. Einführung

### 1.1. Grundlagen der technischen Rettung

Als die Anzahl neu zugelassener Kraftfahrzeuge ab den 1950er und 1960er Jahren rasant anstieg und gleichzeitig aufgrund der noch sehr schwachen passiven Sicherheit der Automobile die Zahl der Verkehrsunfälle und der beteiligten Unfallopfer enorm hoch war, wurde den Feuerwehren die Aufgabe der „Unfallrettung“ übertragen. Die technische Rettung erfolgte zunächst vielerorts mit herkömmlichen Werkzeugen, wie beispielsweise mit Trennschleifern. Erst die Verbreitung hydraulischer Rettungsgeräte (insbesondere Hydraulikscherer, -spreizer und Rettungszylinder) ermöglichten eine schnellere, präzise einsetzbare, funkenfreie und lärmarme Rettungstechnik.

Um die Heilung der schwerverletzten Unfallopfer so optimal wie möglich zu gestalten, müssen die Patienten schnellstmöglich in geeigneten Kliniken versorgt werden. Die Zeitspanne zwischen Unfallereignis und Einlieferung in die Klinik soll höchstens 60 Minuten betragen und wird als „Golden Hour of Shock“ bezeichnet. Dieses Modell ist in der **„Rettungskette“** berücksichtigt. Diese Kette gliedert die Zeit nach einem Unfall grob in Zeitintervalle von jeweils 20 Minuten für Alarmierung und Anfahrt, 20 Minuten „Verweildauer“ am Unfallort und 20 Minuten medizinische Versorgung und Transport des Patienten in eine geeignete Klinik.

Abbildung zeigt genauer wie sich diese 60 Minuten in Einzelhandlungen der Rettungskräfte aufteilen. Hierbei liegen die Aufgaben der Feuerwehr hauptsächlich im Bereich Absicherung, Erstzugang, ggf. Erstversorgung, Versorgungsöffnung sowie der Befreiung. Nach der Auslegung der Rettungskette haben die Feuerwehreinsatzkräfte für diese Handlungen 20 Minuten Zeit, um die Rettung des Patienten nicht zu verzögern.

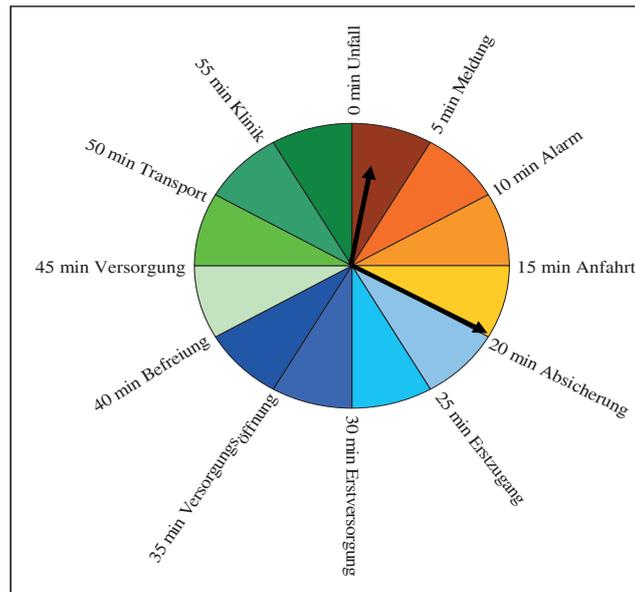


Abbildung 1: „Goldene Stunde“ nach einem Unfall

Die Einhaltung dieser 60 Minuten ist für das Überleben der Verletzten essentiell. Sind bei einem Verkehrsunfall innere Organe verletzt, so steigt das Sterblichkeitsrisiko alle der Minuten (ohne Behandlung) um ein Prozent<sup>1</sup>. Im Umkehrschluss kann die schnelle Rettung das Risiko des Versterbens der Insassen im weiteren Verlauf eines Rettungseinsatzes signifikant senken.

Es gibt viele Einflussfaktoren, die sich auf die „präklinische Stunde“ auswirken können. Diese sind die Alarmierungszeit nach Unfall, Anrückzeit der Rettungskräfte, Zeit der Rettung / Versorgung vor Ort und Zeit des Transportes des Patienten in die Klinik.

Bei der technischen Rettung unterscheidet man die **Sofortrettung**, **Schnelle Rettung** und die **Schonende Rettung**. In Absprache mit dem Rettungsdienst und des Notarztes wird immer entschieden, welche Rettung die Feuerwehren durchführen sollen. Der Übergang zwischen den Rettungsformen ist fließend und richtet sich nach dem gesundheitlichen Zustand des verletzten und eingeklemmten Insassen.

Ist der Patient lebensbedrohlich verletzt, ist sein Herz-Lungenkreislauf instabil oder muss er sogar reanimiert werden, bleibt zur patientenorientierten Rettung keine Zeit und der Patient muss **so schnell wie möglich** aus dem Fahrzeug befreit werden. Es gilt die Prämisse, das Leben zu erhalten. Diese sehr schnelle Befreiungsmethode wird als **Sofortrettung** bezeichnet. Dabei wird auf eine umfassende Diagnostik verzichtet und mögliche zusätzliche Schädigungen rücken in den Hintergrund.

Die **Schnelle Rettung** ist die am häufigsten durchgeführte Rettungsform. Hierbei gilt es die zeitliche Ausdehnung der Rettung und die Patientensicherheit während der Maßnahmen in einem Gleichgewicht auszuführen. Das Zeitfenster dieser Rettung (Vorort-Zeit) beträgt ca. 20 Minuten.

Bei der **Schonenden Rettung** steht im Vordergrund, Folgeschäden des Patienten durch die Rettungsaktivitäten weitestgehend zu vermeiden. Dabei wird während der gesamten Rettungsarbeiten vor allem darauf

<sup>1</sup> Clarke, Journal of Trauma, 2002

geachtet, dass die möglicherweise verletzte Wirbelsäule sehr wenig bewegt oder verdreht wird. Auch hier ist die Zeit begrenzt, jedoch dürfen die vor Ort erreichte Rettungsdauer mehr als 20 Minuten betragen (maximal 40 Minuten).

## 1.2. Rettungsgeräte

Feuerwehren müssen für eine technische Rettung bestimmte Gerätschaften zur Verfügung haben. Neben Rettungstragen, Decken, Brechstangen, Glassägen und Holzkeilen sind vor allem die hydraulischen Rettungsgeräte von großer Bedeutung.



Abbildung 2: Übliche Rettungsgeräte

Zu den hydraulischen Geräten zählen die Rettungsschere, der Rettungsspreizer und der Rettunaszylinder.



Abbildung 3: Rettungsschere (unten) und Rettungsspreizer (oben)

## 1.3. Vorgehensweisen bei einer technischen Rettung

Rettungseinsätze sollten immer einem **Ablaufschema** folgen, um die schnelle und sichere Rettung bewerkstelligen zu können. Die Erste Phase eines Einsatzes (nach Eintreffen der Rettungskräfte am Einsatzort) ist die **Sichtung und Lageerkundung**. Hierbei wird festgestellt:



- Wo sind Gefahren für die Einsatzkräfte / Beteiligte?
- Wie viele Beteiligte gibt es?
- Wie schwer sind die Verletzungen?
- Welches Gerät wird benötigt / welche Rettungsmethode angewandt?

Parallel zur Erkundung wird die **Einsatzstelle abgesichert** und das Gerät (inkl. Brandschutz) bereitgestellt. Die erste Handlung am verunfallten Fahrzeug ist die Überprüfung, ob das Fahrzeug ausreichend standfest ist. Falls dies nicht der Fall ist, wird mit Hilfe von Seilen, Holzkeilen oder Ketten die Fahrzeugsicherung durchgeführt. Ist das Vorgehen entschieden, beginnt die Rettung des Patienten. Es gibt viele Möglichkeiten Insassen zu befreien, **eine häufig durchgeführte** Methode soll nachfolgend dargestellt werden.

Um die Sichtung bzw. die medizinische Erstversorgung des Patienten herzustellen, müssen die Rettungskräfte ins Fahrzeug gelangen. Dieser **„Erstzugang“** kann durch noch zu öffnende Türen, Klappen oder Dachöffnungen erfolgen. Sind die Türen/Klappen verriegelt oder verklemmt, werden die Scheiben, wenn funktionell noch möglich, manuell oder elektrisch betätigt. Falls dies ebenfalls nicht möglich ist, werden die Scheiben mit Hilfe eines Körners zerstört und dadurch entfernt. Vor dem Entfernen der Scheibe sollte sichergestellt werden, dass herumfliegende Glassplitter die Insassen nicht verletzen können. Dies kann durch Abkleben der Scheiben oder Abdecken der Insassen erfolgen (Abbildung und Abbildung).



**Abbildung 4: Entfernen einer abgeklebten Scheibe**



**Abbildung 5: Schutz des Insassen durch Abdecken**

Mit Hilfe eines Rettungsdatenblattes sollte das Fahrzeug auf Besonderheiten oder Schwierigkeiten bei der Rettung untersucht werden. Vor allem die Lage von Verstärkungen, Batterie(n), Airbag-Gasgeneratoren sind hierbei zu beachten.

Ist diese Information nicht vorhanden, sollte die Innenverkleidung abgenommen werden, um ein Einschneiden in Gasgeneratoren von Kopfairbagsystemen zu vermeiden. Nur so ist es gefahrlos möglich, die Fahrzeugsäulen für eine ggf. notwendige Dachabnahme zu durchtrennen.

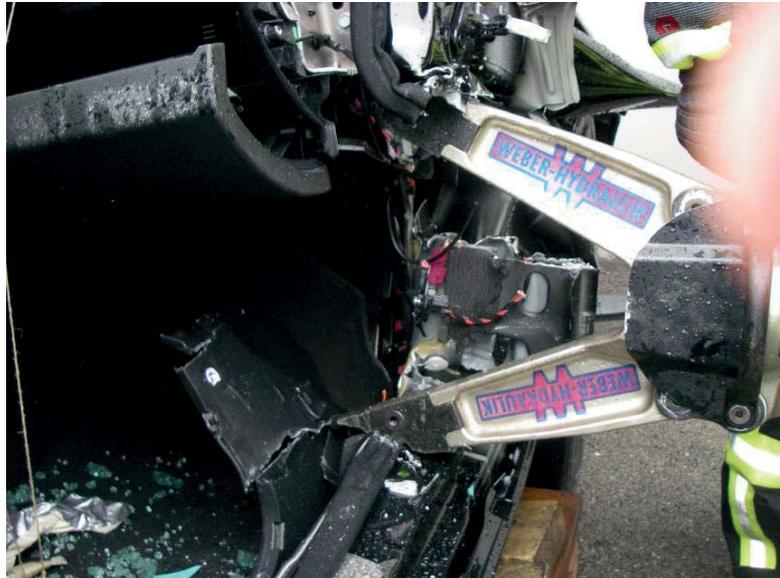
Mit Hilfe von Schneid- und Spreizgeräten werden die Türen entfernt und es erfolgt ein sogenannter Entlastungsschnitt im Bereich der A-Säule (Abbildung 6).



**Abbildung 6: Entlastungsschnitt an der A-Säule**



Durch diesen Entlastungsschnitt ist es durch Spreizen (siehe **Abbildung**) möglich, den Fußraum zu erweitern und somit den eingeklemmten Patienten aus dem Auto zu befreien.



**Abbildung 7: Erweitern des Fußraumes durch Rettungsspreizer**

Die Abnahme des Daches in der technischen Rettung wird immer seltener angewendet. Stehen insgesamt für die Rettung 20 Minuten zur Verfügung, benötigt man diese Zeit zu einem großen Teil für die Abnahme der schweren Dächer. Dennoch kann auch bei modernen Fahrzeugen zusätzlich zur Erweiterung des Fußraumes das Dach entfernt werden. Hierfür müssen A-, B-, C- und ggf. D-Säulen durchtrennt werden. Übliche Techniken des Zertrennens von Dachholmen sind in Abbildung 8 dargestellt.

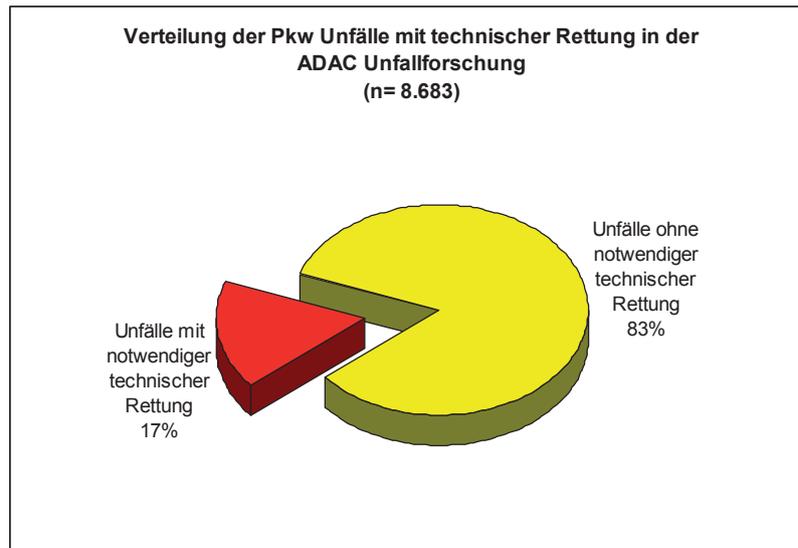


**Abbildung 8: Durchtrennen der Fahrzeugsäulen zur Dachabnahme (A-, B-, C-, D-Säule)**

Ziel der ADAC Unfallforschung ist es, die Rettungszeit vor Ort, insbesondere der Befreiungsdauer aus dem Fahrzeug zu analysieren. Der Rettungsprozess lässt sich in verschiedene Phasen unterteilen. Um eine Verbesserung von Problemstellungen erreichen zu können, müssen diese genau untersucht werden. Wichtig ist vor allem die Identifizierung und Quantifizierung auftretender Probleme während der Einsätze.

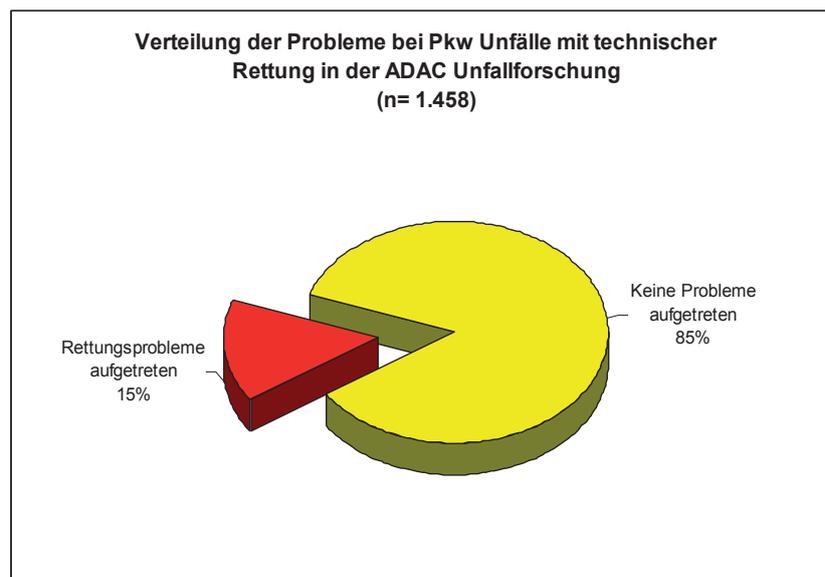
## **2. Unfälle mit technischer Rettung in der ADAC Unfallforschung**

Die Besonderheit der ADAC Unfallforschung ist, dass ca. 90% der registrierten Fälle mit schweren Verletzungen einhergehen. Häufig treten bei diesen Unfällen hohe Crashenergien und starke Deformationen auf. Aus diesem Grund werden viele Fahrzeuginsassen eingeklemmt, wodurch die Thematik der technischen Rettung ein wichtiger Bestandteil des Projektes ist. Der Anteil an Unfällen, bei denen Rettungsmaßnahmen zur Versorgung oder Befreiung der Unfallopfer notwendig sind, liegt bei 17 %. Dieser hohe Anteil ist für das Gesamtunfallgeschehen jedoch in Deutschland nicht repräsentativ. Aktuell wurden 1.458 (von 8.683) Pkw Unfälle mit notwendiger Rettung in der ADAC Unfallforschung dokumentiert.



**Abbildung 9: Anteil an Pkw Unfällen mit technischer Rettung**

In der ADAC Unfallforschung gehen 15 % der technischen Rettungsaktionen mit Problemen einher, welche die Dauer der Rettung negativ beeinflussen.



**Abbildung 10: Anteil an Rettungsproblemen**

Interessant sind vor allem die **technischen** Probleme bei der Befreiung aus Fahrzeugen. Anders als die Umweltbedingungen können die technischen Ursachen von Rettungsproblemen durch Konstruktionsänderungen oder konzeptionellen Maßnahmen nachhaltig beeinflusst werden. Im Fokus steht vor allem der Einfluss, den das verunfallte Fahrzeug auf die Befreiungsmaßnahmen hat. Die Auswertung der Daten zeigt einen interessanten Trend. Hieraus geht hervor, dass die Rettungsdauer<sup>2</sup> eine Abhängigkeit vom Fahrzeugalter aufweist. Es gibt Anzeichen, dass bei neueren Fahrzeugen die Rettung länger dauert. Um dieser negativen Entwicklung entgegen zu wirken, müssen Maßnahmen formuliert und durchgesetzt werden, die diesen Trend aufhalten und die Technische Rettung verbessern.

<sup>2</sup> Rettungsdauer: Hier definiert als Zeitspanne zwischen Unfallereignis und Abtransport von der Unfallstelle

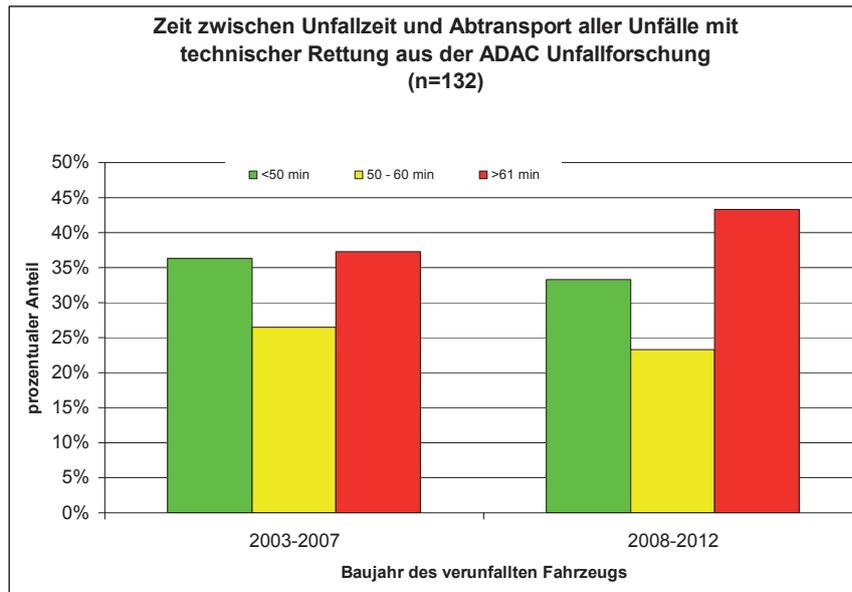


Abbildung 11: Rettungsdauer<sup>3</sup> in Abhängigkeit vom Fahrzeualter

## 2.1. Verletzungsfolgen

Eine Betrachtung der Verteilung der Verletzungsschwere zeigt die Wichtigkeit einer schnellen Rettung deutlich auf. So waren 41 % der eingeklemmten Insassen lebensbedrohlich verletzt (NACA 05). Im Vergleich zum erfassten Unfallgeschehen wurde hier ein 15 % höherer Anteil an Patienten mit lebensbedrohlichen Verletzungen registriert. Diese Verschiebung der Verletzungsschwere hin zu lebensbedrohlicher Schwere bei eingeklemmten Personen unterstreicht die Wichtigkeit gerade bei modernen Fahrzeugen schnell und sicher zu retten.

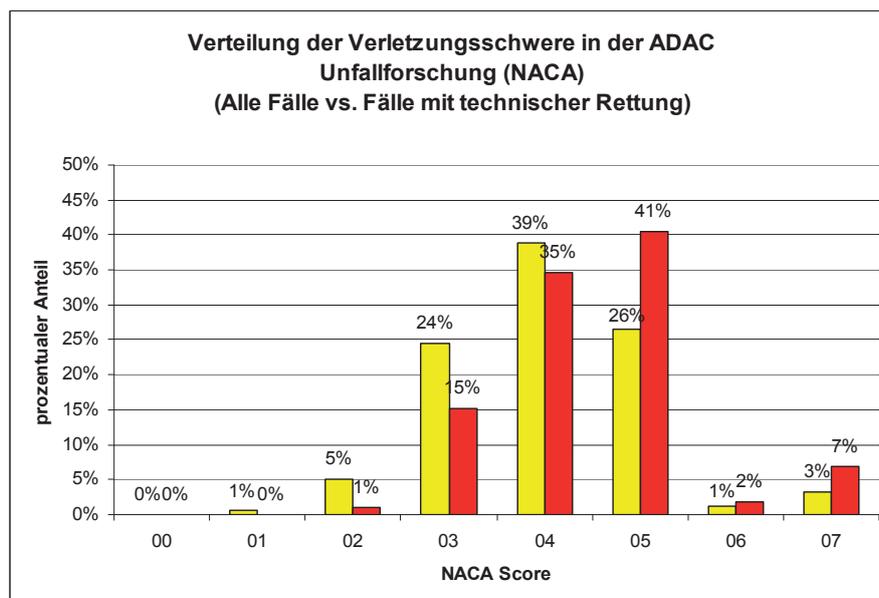


Abbildung 12: Verletzungsschwere eingeklemmter Insassen in der ADAC Unfallforschung

<sup>3</sup> Rettungsdauer: Hier definiert als Zeitspanne zwischen Unfallereignis und Abtransport von der Unfallstelle



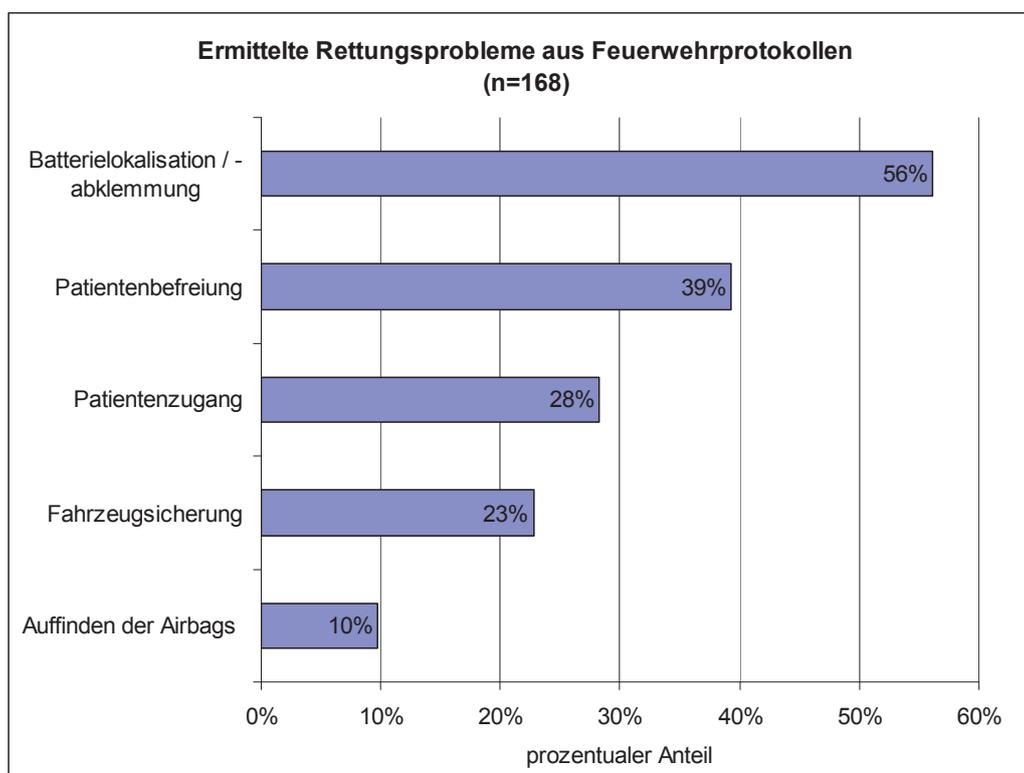
## 2.2. Untersuchung der Technischen Rettung

Im Rahmen der andauernden Untersuchungen der ADAC Unfallforschung wurde in Zusammenarbeit mit dem deutschen Feuerwehrverband ein Aufnahmeprotokoll für Rettungskräfte der Feuerwehren erarbeitet. Einzelne Berufsfeuerwehren sind fest in dieses Projekt integriert und senden eigenständig Aufnahmeprotokolle an die ADAC Unfallforschung. Ein anderer Weg ist, dass vereinzelt Feuerwehren mit relevanten Einsätzen angeschrieben und gebeten werden die Protokolle auszufüllen. Auch wenn die Fallzahlen der auswertbaren Fälle noch gering ist, stellen die Trends eine wichtige Hilfe bei der Priorisierung von Verbesserungsmaßnahmen in der Rettung dar.

Um der Frage auf den Grund zu gehen, welche Maßnahmen die Rettungszeiten verlängern, wurden die auftretenden Probleme genauer untersucht.

Die Auswertung der Fragebögen liefert wichtige Erkenntnisse zum Verständnis der Herausforderungen bei der technischen Rettung. Eine Auswertung zu den Problemen zeigt die wichtigsten Handlungsfelder um eine Verbesserung zu erreichen. Im Wesentlichen wurden drei Hauptprobleme herausgestellt. Der Patientenzugang, die Patientenbefreiung sowie die Batterielokalisation bzw. Abklemmung.

Das Finden und Abklemmen der Batterie ist aus brandschutztechnischen Gründen notwendig und wichtig. Da diese Maßnahmen jedoch in der Regel nach der Rettung der Personen oder parallel zu den weiteren Rettungsmaßnahmen erfolgt, hat dies keinen Einfluss auf die Insassen des Fahrzeuges.



**Abbildung 13: Probleme bei der Rettung**

Die Auswertung der Aufnahmeprotokolle der Feuerwehren zeigte, dass die häufigsten Schwierigkeiten die Einklemmungen der Verunfallten darstellen. Bei der Befreiung von eingeklemmten Personen stellt sich heraus, dass beim Schneiden die Säulen und beim Spreizen das Finden des Ansatzpunktes die Rettungszeit



verzögern. Es ist zu erkennen, dass durch die aktuellen hydraulischen Spreizer den Rettungskräften ausreichend Kraft zur Verfügung gestellt wird, um einen entsprechenden Überlebensraum für den Verunfallten zu schaffen. Bei den hydraulischen Rettungsscheren ist zu erkennen, dass anhängig von der Konstruktion Kompromisse hinsichtlich der Schneidkraft oder dem Öffnungswinkel getroffen werden müssen.

Die Ursache für die Probleme beim Patientenzugang konnten einheitlich herauskristallisiert werden. Es stellte sich heraus, dass die an der Einsatzstelle vorherrschenden Umweltbedingungen den Patientenzugang wesentlich beeinflussen. Anders die Probleme bei der Befreiung, der Fahrzeugbestimmung und der Batterieabklemmung. Diese werden fast ausschließlich durch das verunfallte Fahrzeug oder der Erkennung eingesetzter Technik verursacht.

Die Phase der Patientenbefreiung wird im Wesentlichen durch den Ablauf des Schneidens von Fahrzeugstrukturen und Aufspreizen des Fahrzeuges zur Beseitigung der Einklemmung (i.d.R. durch Fußraumerweiterung) bestimmt. Diese Handlungen hängen wesentlich von der Gestaltung des Fahrzeuges ab. So bestimmt beispielsweise die Geometrie und Werkstoffe der Fahrzeug-Dachholme, ob und wie hier mit der Hydraulischschere geschnitten werden kann.



**Abbildung 14: Verstärkte Fahrzeugsäule – daran zerstörte Rettungsschere**

Besonders die massiv versteifte B-Säule und die oftmals sehr stark ausgeformte C-Säule bereiten den Rettungskräften hier Probleme.

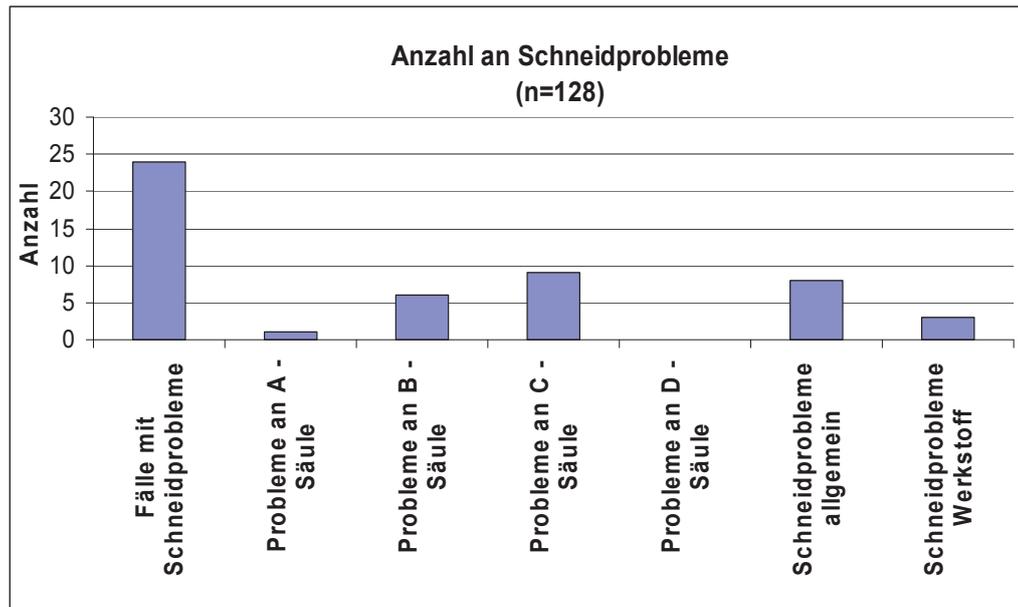


Abbildung 15: Probleme beim Schneiden verunfallter Fahrzeuge

Ähnlich zeigt sich das Bild bei der Spreizung des Fahrzeuges. Die Verstreibungen und Versteifungen sowie die eingesetzten Werkstoffe machen sehr häufig Probleme. Die häufigsten Probleme treten hier bei der Fußraumverweiterung auf. Die Ursachen sind in der Identifikation des so genannten Druckpunktes zu finden. Durch die Deformationen und Gestaltung der Karosserie wird es zunehmend schwerer, mit dem Ansetzen des Rettungszylinders an „althergebrachten Stellen“ eine Fußraumverweiterung durchzuführen.

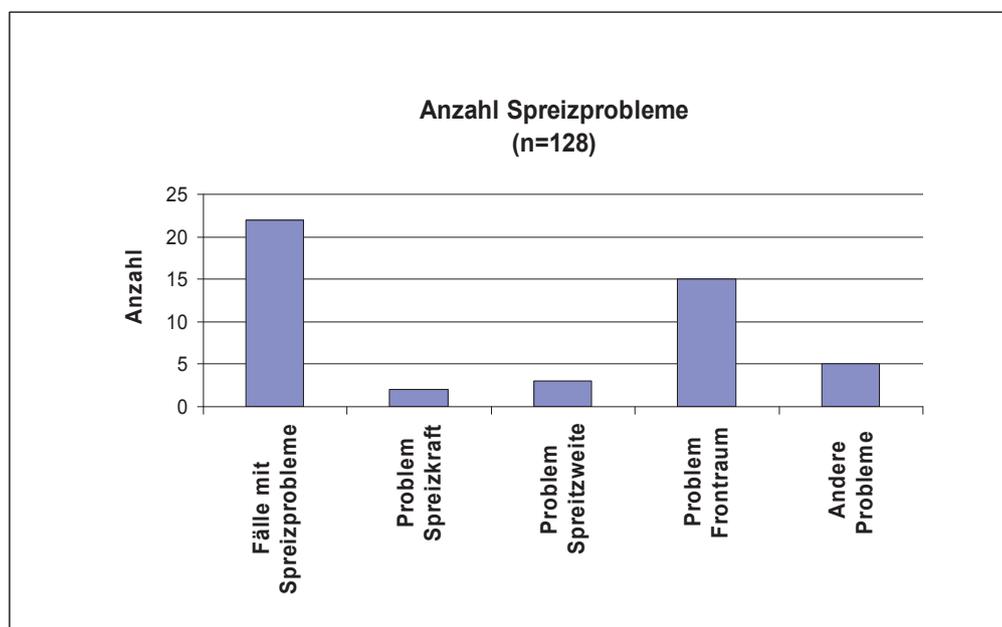


Abbildung 16: Probleme beim Spreizen verunfallter Fahrzeuge

Viele dieser Probleme werden bereits in bestehenden Ausbildungsmitteln der Feuerwehren dargestellt und behandelt. Um die Ausbildung vor Ort anwenden zu können, sollten an der Einsatzstelle Informationsquellen standardisiert genutzt werden (Kennzeichenabfrage, Rettungsdatenblätter).



Die vorliegenden Daten zeigen, dass es immer wieder zu Problemen bei technischen Rettungsmaßnahmen an der Einsatzstelle kommt. Eine Verbesserung kann durch die Anwendung eines Systems erreicht werden, welches zuverlässig Informationen für die Technische Rettung zur Verfügung stellt und unabhängig von der Fahrzeugbestimmung ist.

### 3. Entwicklung der Fahrzeugtechnik

Seit 1990 werden immer mehr Fahrzeuge mit Sicherheitssystemen ausgerüstet, um die Insassen bei einem Unfall optimal zu schützen. Die Automobilbranche schreitet mit immer höherem Tempo bei der Entwicklung von Sicherheitssystemen und alternativen Antrieben voran. In modernen Fahrzeugen werden nunmehr hochwertige Materialien, Stähle mit sehr hohen Zugfestigkeiten, verbesserte Konstruktionen der Fahrgastzelle und eine Vielzahl an Sicherheitssystemen zum optimalen Schutz der Insassen eingesetzt. Hinzu kommen alternative Antriebskonzepte wie Erdgas- oder Hybridantrieb.

Viele dieser Maßnahmen haben dazu geführt, dass heute die Überlebenschancen nach einem schweren Unfall deutlich höher sind als noch vor 20 Jahren.

Gleichzeitig stellen die neuen Fahrzeugtechnologien die Rettungskräfte heute aber auch vor eine schwierigere Aufgabe als früher, verunfallte Personen aus Ihren Fahrzeugen zu befreien. So können unter Umständen die zahlreich verbauten Sicherheitskomponenten für die Verunfallten und die Retter eine potentielle Gefahr darstellen, wenn diese bei nicht sachgemäßer technischer Rettung beispielsweise unverhofft auslösen. Es gibt derzeit eine Vielzahl an Komponenten die beim Rettungseinsatz Beachtung finden müssen (Batterielagen, Versteifungen, Gasgeneratoren in Fahrzeugdach/Fahrzeugsäulen).

Sind keine Informationen durch Rettungsdatenblätter vorhanden, müssen die wichtigsten Elemente durch eine Erkundung lokalisiert werden. Je nach Fahrzeughersteller befinden sich die Komponenten jedoch an den verschiedensten Positionen im Fahrzeug.

Bei der technischen Rettung stellen in der Regel die Frontairbags mit deren Generatoren keine besonderen Herausforderungen dar. Hingegen ist bei den Seitenairbags und deren Generatoren besondere Vorsicht geboten. Abhängig vom Fahrzeugmodell befinden sich die Airbags entweder in der Seitenverkleidung der Türen oder direkt im Sitz. Kritischer, in Hinblick auf die Rettung, sind die Airbags in den Türen. Bei der Tür-entfernung bzw. beim Quetschen der Tür besteht die Gefahr des unkontrollierten Auslösens.

Als weiterer Vertreter ist der Kopfairbag zu nennen. Beim Kopfairbag ist zu beachten, dass der Gasgenerator nicht zwangsläufig direkt mit dem Luftsackgewebe verbunden sein muss. Es besteht die Möglichkeit der Verwendung von Füllleitungen oder -rohren. Besonders aufwendig ist bei der sogenannten Innenraumerkundung die Suche nach den Gasgeneratoren für die Kopfairbags.

Um diese Besonderheiten im Einsatzfall zu kennen, ist es notwendig die Rettungsdatenblätter vor Ort einzusetzen.



#### 4. Informationssysteme als Erkundungshilfe

Die Komplexität von aktuellen Fahrzeugen erschwert zunehmend die Erkundung der Gefahren und Möglichkeiten bei der technischen Rettung von eingeklemmten Personen. Die technische Weiterentwicklung von Rückhaltesystemen, Fahrzeugkarosserien und Antriebstechnik berührt in einigen Punkten das Vorgehen der Feuerwehren. Auch die Komfortelemente wie Fensterheber, elektrische Türen und Klappen sowie Sitzverstellungen müssen bei den Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Neben der manuellen Erkundung der Fahrzeuge selbst, können Erkundungshilfen (Rettungsdatenblätter) an der Einsatzstelle eingesetzt werden.

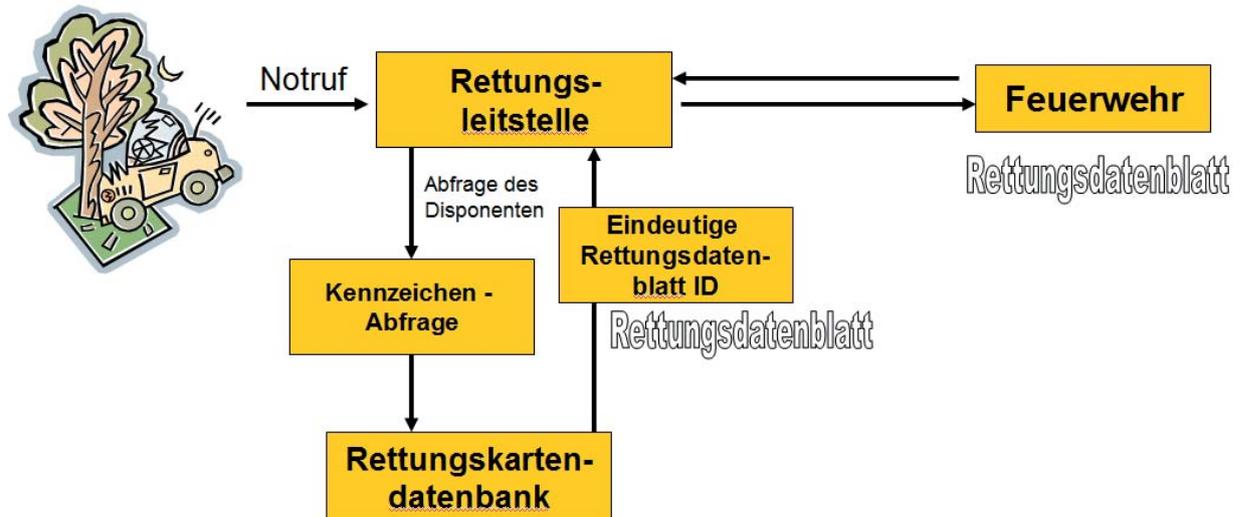
Mehrfach konnte in Versuchen gezeigt werden, dass eine zeitliche Verbesserung der technischen Rettung, sowie eine Minderung des Stressfaktors der Feuerwehrleute durch eine gezielte Informationsbereitstellung direkt an der Einsatzstelle realisiert werden kann. Teilweise konnten hier die Zeiten für komplexe Einzelhandlungen (Dachabnahme) halbiert und die Dauer der gesamten Rettung um bis zu 30% reduziert werden.

Beispielsweise konnten für die Rettung eines Insassen aus diesen Fahrzeugen bis zu 09:00 min eingespart werden. Konkret hätte bei Versuch 1 eine Insassenbefreiung ca. 27 min und bei Versuch 2 mit vorliegendem Rettungsdatenblatt ca. 18 min gedauert. Damit ist die Vorgabe zur Einhaltung der 60min präklinischer Zeit ohne Erkundungshilfe überzogen worden und damit das Risiko für Folgeschäden oder Versterben deutlich angestiegen.

Ein sehr positiver Nebeneffekt ist eine besser organisierte Planung der technischen Rettung durch die Einsatzleiter. Beispielsweise entfallen durch die Informationen, wie das Finden der Batterien oder dem Finden von sicheren Schneid- und Spreizpositionen zum großen Teil.

Derzeit existieren mehrere EDV – Systeme, welche Rettungsdatenblätter in elektronischer Form zur Verfügung stellen.

Grundlage dieser Technik ist die gesetzliche Regelung zur Möglichkeit von Rettungsleitstellen, Daten des KBA im Rahmen von Rettungseinsätzen abzurufen. Mittels Kennzeicheninformation kann hier das Fahrzeug sicher identifiziert werden und so das richtige Rettungsdatenblatt an die Einsatzstelle übermittelt werden. Voraussetzung dieser Möglichkeit ist das Vorhandensein der Infrastruktur bei den Leitstellen und Feuerwehren.

**(idealer) Prozess bei der Kennzeichenabfrage****Abbildung 17: Prozess der Kennzeichenabfrage zur Rettungsdatenblattermittlung**

Die Kennzeichenabfrage wird derzeit durch den Disponenten mit dem Erstanrufer bereits angedacht und im Rahmen des Befragungsprotokolls abgefragt. Ein verifiziertes Ergebnis kann jedoch nur durch die Rettungskräfte vor Ort erreicht werden. Die Fahrzeugidentifizierung verzögert sich deshalb bei diesem Vorgehen um die Anrückezeit der Retter. Mittels Kennzahlenvergabe, kann dann jedoch in wenigen Minuten das richtige Rettungsdatenblatt an der Einsatzstelle aufgerufen werden – zusätzlich mit einem Hinweis, ob das Fahrzeug einen nachgerüsteten Gasantrieb besitzt.

Im Rahmen der Weiterentwicklung von Fahrzeugtechnik und elektronischer Systeme werden in den nächsten Jahren verstärkt Kommunikationstechnologien in Fahrzeugen Einzug halten. Vor allem Notrufsysteme werden in den nächsten Jahren bei Pkw eingesetzt. Die Rettungsleitstellen empfangen dann im Falle eines automatischen Notrufs automatisch die Fahrzeug – Identifikationsnummer in elektronischer Form. Durch Nutzung dieser Technik, kann der nachgewiesene Nutzen der automatischen Notruftechnologie durch die Kombination mit den Rettungsdatenblättern nochmals erheblich gesteigert werden.

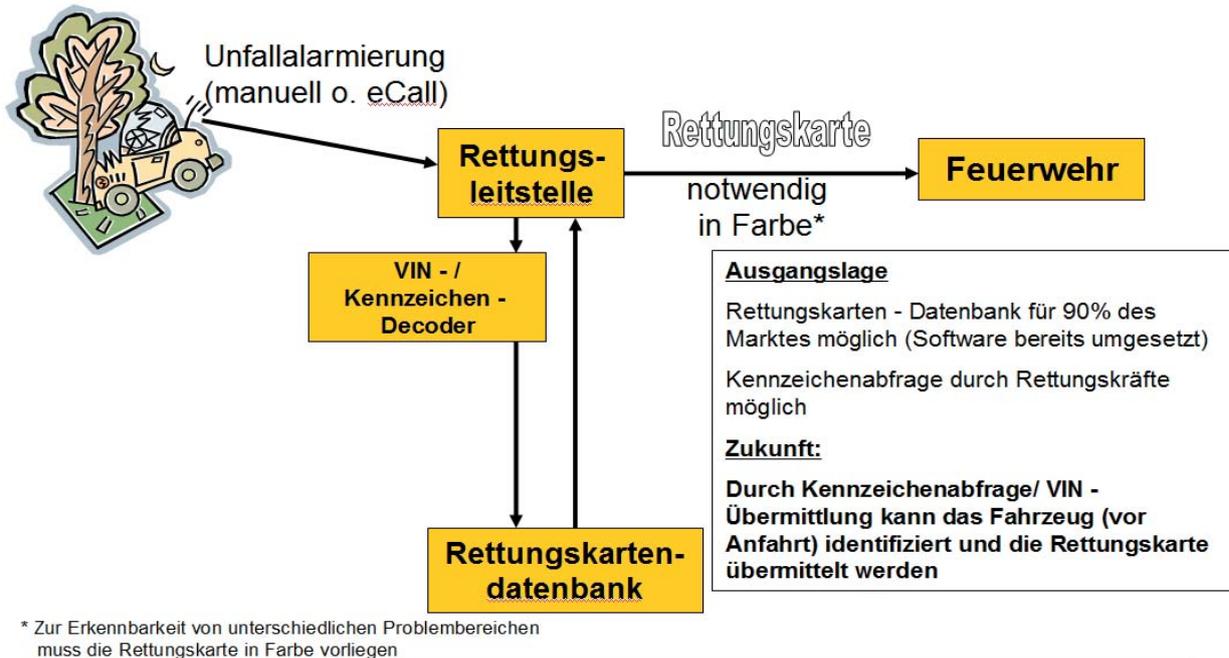


Abbildung 18: eCall Notrufsysteme in der Rettungskette

## 5. Zusammenfassung

Die Erkenntnisse der Untersuchungen zeigen, dass Erkundungshilfen im Rettungseinsatz einen Beitrag leisten können um die Sicherheit und Schnelligkeit bei technischen Rettungsmaßnahmen deutlich zu erhöhen. Vor allem elektronische Systeme werden hierbei als sinnvoll erachtet. Der Einsatz der Kennzeichenabfrage in Rettungsleitstellen und Feuerwehren, sowie die Integration der EDV Systeme in die zukünftigen eCall Systeme kann einen schnellen flächendeckenden Einsatz der Rettungsdatenblätter bei Einsätzen bewirken.



