



Interdisziplinäre Unfallrekonstruktion und Prävention

Tagungsband

**10. Gemeinsames Symposium der DGVM und DGVP
am 5. und 6. September 2014 in München**

Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V. (DGVM) und
Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e. V. (DGVP)

Herausgeber
Matthias Graw
Volker Dittmann
Wolfgang Schubert



KIRSCHBAUM VERLAG BONN



**Schriftenreihe
Fahreignung**



11. Gemeinsames Symposium der DGVP und DGVM am 25. und 26. September 2015 in St. Gallen (Schweiz)

Sehr geehrte Teilnehmer des 10. Gemeinsamen Symposiums von DGVM und DGVP in München 2014,

wir freuen uns, Ihnen hiermit wieder den Tagungsband zum vergangenen Gemeinsamen Symposium von DGVM und DGVP überreichen zu können.

Auch in München wurde viel diskutiert und gemeinsam erarbeitet. Im Fokus stand mit der Unfallrekonstruktion und Prävention ein Thema, das Mediziner, Psychologen und Ingenieure übergreifend verbindet. Demzufolge konnten wir auch etliche neue Teilnehmer in München begrüßen.

Durch die Zusammenarbeit beider Fachgesellschaften ist es also gelungen, auch die technische Seite stärker einzubinden und den hohen Stellenwert von Verkehrsmedizin und Verkehrspsychologie in der Verkehrssicherheitsarbeit zu unterstreichen.

Unser Dank dafür gilt nicht nur dem Organisationsteam und dem Tagungspräsidenten in München, Herrn Prof. Dr. Mathias Graw, sondern auch Ihnen, den Teilnehmern, ohne deren rege Beteiligung der intensive Austausch zwischen allen Seiten so nicht möglich wäre.

Wie jedes Jahr dürfen wir Sie mit Versendung des Tagungsbands der vergangenen Veranstaltung gleichzeitig zum nachfolgenden 11. Gemeinsamen Symposium einladen. Dieses findet statt am 25. und 26. September 2015 in St. Gallen (Schweiz), in Verbindung mit den 9. St. Galler-Tagen und weiteren Kooperationspartnern aus Schweiz, Deutschland und Österreich. Tagungspräsident ist Dr. Martin Keller.

Thema der diesjährigen Veranstaltung wird sein **Fahren und Gehirn – im Kontext des demographischen Wandels**. Näheres finden Sie unter www.verkehr-symposium.de.

Die Veranstaltung wird in Deutschland, Österreich und der Schweiz als Fortbildung anerkannt.

Wir freuen uns auf ein weiteres spannendes Symposium mit Ideen und Anregungen für die gemeinsame Arbeit und hoffen, Sie in St. Gallen wiederzusehen.

Wolfgang Schubert
Präsident der DGVP

Volker Dittmann
Präsident der DGVM

Nähere Informationen finden Sie auf der hinteren Umschlaginnenseite.

Interdisziplinäre Unfallrekonstruktion und Prävention

**10. Gemeinsames Symposium der DGVP und DGVM
am 5. und 6. September 2014
in München**

Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e. V. (DGVP) und
Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V. (DGVM)

Herausgeber
Matthias Graw
Volker Dittmann
Wolfgang Schubert

Schriftenreihe
Fahreignung

KIRSCHBAUM VERLAG BONN



ISBN 978-3-7812-1927-4

© Kirschbaum Verlag GmbH, Fachverlag für Verkehr und Technik,
Siegfriedstraße 28, 53179 Bonn, Telefon 02 28 / 9 54 53-0, Internet www.kirschbaum.de

Satz: DTP – Unternehmer Medien GmbH · verlag@unternehmermagazin.de
Druck: Medienhaus Plump, Rheinbreitbach
April 2015 · Bestell-Nr. 1927

Alle in diesem Werk enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse etc. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Autoren und Verlag können deshalb für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten keine Haftung übernehmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Zu widerhandlungen sind strafbar und verpflichten zum Schadensersatz.

Inhaltsübersicht

Begrüßung

10. Gemeinsame Symposium der DGVM
und DGVP in München 5
*Matthias Graw, Volker Dittmann, Wolfgang Schubert
(München)*

Bayerischer Staatsminister des Innern,
für Bau und Verkehr 6
*Schirmherr des Symposiums – Joachim Herrmann,
MdL vertreten durch den Landespolizeipräsidenten
des Bayerischen Innenministeriums Prof. Dr. jur.
Wilhelm Schmidbauer (München)*

Verkehrsunfall-Opferhilfe Deutschland e. V. (VOD) 7
apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Wilfried Echterhoff (Köln)

Medizinische Fakultät der LMU München 8
Prof. Dr. Dr. h.c. Maximilian Reiser (München)

Laudatio/Danksagung

Von Dr. Rolf Hennighausen
auf Professor Dr. med. Wolfgang Eisenmenger 9

Prof. Dr. med. Wolfgang Eisenmenger 10

Fachvorträge

Grundlagen der Biomechanik/Traumatologie 13
J. Adamec (München)

Biomechanische „Modelle“ in Forschung und Praxis 17
T. Fuchs, S. Peldschus (München)

Unfallrekonstruktion als Grundlage
der Verkehrsunfallforschung 19
W. Hell, K. Bauer (München), H. Bäumlner (Gebenbach)

Interdisziplinäre Zusammenarbeit von Technik,
Medizin und Psychologie zur Steigerung der
Verkehrssicherheit 22
*S. Weber (Regensburg), E. Donner (Ingolstadt),
A. Ernstberger (Regensburg)*

Fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme zur Unfall-
und Verletzungsvermeidung im Straßenverkehr 26
J. Remfrey (Frankfurt a. M.)

Reale Unfälle – Effizienzabschätzung von
Fahrerassistenzsystemen 28
M. Rasch, W. Hell, S. Schick, S. Peldschus, M. Graw (München)

Fahrerassistenzsysteme (FAS) und Automatisierung
im Fahrzeug – wird daraus eine Erfolgsgeschichte? ... 30
W. Fastenmeier (Berlin)

Der Einfluss von Sanktionen
auf das Verhalten im Straßenverkehr 38
*R. Banse, J. Koppehele-Gossel, M. Zöhner (Bonn),
W. Schubert (Berlin)*

Was können Persönlichkeitsverfahren für die
Beurteilung der Fahreignung leisten? 42
M. Herle (Mödling/A)

Psychologische Aspekte bei der Unfallursachen-
analyse am Beispiel alterskorrelierter Unfälle –
Folgerungen für Sicherheitsmaßnahmen 45
B. Pund, D. Otte, M. Jänsch, K. Duntsch (Hannover)

Wahrnehmung, ihre Zuverlässigkeit und Implika-
tionen für die Gutachtertätigkeit nach Verkehrs-
unfällen 48
B. Schützhofer, R. Risser (Wien/A)

Dem Alkohol auf der Spur... – Nachweis von Alkohol
und Alkoholkonsummarkern nach Aufnahme von
Kleinstmengen und in besonderen Kollektiven 54
A. Thierauf-Emberger (Freiburg)

AAK – Wissenschaft und Praxis 58
H.-T. Haffner (Heidelberg)

EtG – Aussagemöglichkeiten an Haar, Blut, Urin 62
D. Thieme (Kreischa), K. Ayni, M. Graw (München)

Neue Drogen 64
F. Mußhoff (München)

„Legal Highs“ aus juristischer Sicht 67
W. Pfister (Karlsruhe)

Suizide im Straßenverkehr in der Schweiz und in Bayern 72
*S. Gauthier, S. Kraus, V. Ajdacic-Gross, T. Reisch,
C. Bartsch (Zürich/CH), M. Graw (München)*

Posterführungen

Unfallursache Krankheit – Ermittlungsansätze
sowie präventive Aspekte 75
K. Püschel, G. Thayssen, P. Kellerer, M. Focken (Hamburg)

Pkw-Fußgänger-Unfall mit kilometerweitem
Mitschleifen – eine Kasuistik 78
*K. Stadler (München), K. Ahlgrimm (Karlsruhe),
H.-T. Haffner (Heidelberg)*

Physikalische Eigenschaften menschlichen Weichge-
webes – Vergleichende Untersuchungen an
Erwachsenen und Kindern 81
S. Lochner, M. Graw (München)

Kardiale Versagensbereitschaft bei
i. v.-drogenabhängigen KFZ-Führern 82
M. Riße, T. Röcker, R. Dettmeyer (Gießen)

Bestimmung von passiven Muskeleigenschaften
für computergestützte Menschmodelle in der
Crashsimulation 84
T. Fuchs, K. Zhou, M. Graw, S. Peldschus (München)

Verletzungsmuster bei tödlichen Verkehrsunfällen
in Abhängigkeit von der Überlebenszeit 86
*S. Schick, C. Holzmann (München), R. Pfeifer (Aachen),
W. Hell (München), H.-C. Pape (Aachen), M. Graw (München)*

MicroCT-Scans von Brustbeine für
Menschmodelle in Frontal-Crash Simulationen 88
*R. D. Segura, A. Wagner, M. Graw, S. Peldschus,
K.-U. Hess (München)*

Analyse der Schutzwirkung von Fahrradhelmen
durch Simulation typischer Unfallszenarien 90
K. Bauer, M. Graw, K. Zhou, S. Peldschus (München)

Pilotprojekte über den Einsatz von Alkohol-
Wegfahrsperrern in Österreich 92
A. Pumberger, S. Kaulich, A. Eichhorn, K. Robatsch (Wien/A)

In-depth on-the-spot Road Accident Investigation in Finland –
alcohol-related fatal motor vehicle accidents in 2008-2012 93
A. Holopainen, K. Parkkari (Helsinki/FI)

Überprüfung eines Cannabiskonsums über
THC-COOH und 11-OH-THC in Haaren als Beleg
einer Körperpassage 96
*T. Franz, H. Sachs (München), D. Thieme (Kreischa),
G. Schwarz, F. Mußhoff (München)*

Einsatz der Immunanalyse Direct ELISA Kits als
sensitive und spezifische immunchemische Vortest-
verfahren im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik ... 99
*S. Lottner-Nau, B. Övgüler, H. Sachs, M. Graw, F. Musshoff
(München)*

Aussagekraft von Drogen- und Ethylglucuronid-
Ergebnissen in kosmetisch behandelten Haarproben 101
*R. Agius, K. Graute, F. Peters, T. Nadulski, H.-G. Kahl,
B. Dufaux (Bad Salzungen)*

Screening auf legale und illegale Drogen im Haar und Urin
im Rahmen der Abstinenzüberprüfung mittels ELISA 103
*R. Agius, K. Graute, F. Peters, T. Nadulski, H.-G. Kahl,
B. Dufaux (Bad Salzungen)*

Unterschiedliche subjektive Wahrnehmung der Schläfrigkeit
im Fahrsimulator im Vergleich zum Wachhaltetest 106
D. Schreier, C. Roth, J. Mathis (Bern/CH)

Alkohol-Interlocks – neue technische Trends
B. Velten (Lübeck) 107

bewusst.sicher.werkstatt – Verkehrskompetenz
für SeniorInnen 108
S. Kaulich (Wien/AT)

Verbessert eine Audioaufnahme des Explorations-
gesprächs die Fahreignungsbegutachtung? 109
M. Zöhner (Bonn)

Workshops

Weiterentwicklung der Beurteilungskriterien
(Schädlicher Gebrauch von Alkohol; Fahreignung) 111
*R. Mattern (Nußloch), A. Patermann (Berlin), T. Wagner
(Dresden)*

Erfahrungen mit der 3. Auflage der
Beurteilungskriterien/Alkohol und Drogen 113
*R. Mattern (Nußloch), T. Wagner (Dresden), F. Mußhoff
(München)*

Ältere Kraftfahrzeugführer 114
*W. Fastenmeier (Berlin), C. Weimann-Schmitz (Stuttgart),
H. Gstalter (München)*

Leitlinien verkehrspsychologischer Interventionen 115
*P. Brieler (Hamburg), B. Kollbach (Berlin), U. Kranich
(Leipzig)*

Autorenverzeichnis 119

Begrüßung

10. Gemeinsames Symposium der DGVM und der DGVP in München

Matthias Graw, Volker Dittmann, Wolfgang Schubert

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

das diesjährige 10. Gemeinsame Symposium der DGVM und DGVP findet am 5. und 6. September 2014 in München statt – hierzu heißen wir Sie herzlich willkommen.

Wir freuen uns auf zahlreiche Teilnehmer und intensive Fachdiskussionen. Das Symposium soll den interdisziplinären wissenschaftlichen Austausch ermöglichen, den wir brauchen, um im zentralen Thema der Verkehrssicherheit neue Erkenntnisse zu erlangen und entsprechende praktische Fortschritte zu erreichen – steht doch die „Vision Zero“ immer noch als Zielvorgabe von Politik und Gesellschaft. München wird sich hierbei sicherlich wieder als attraktiver Tagungsort präsentieren, mit zahlreichen Erkenntnismöglichkeiten auch außerhalb des wissenschaftlichen Programms.

Dieses ist im Jubiläumsjahr recht umfangreich: 17 Übersichtsvorträge in 4 Themenblöcken: Biomechanik, Unfallrekonstruktion und -forschung/Fahrerassistenzsysteme/Psychologische Aspekte des Verkehrsunfalls/Alkohol und Drogen im Straßenverkehr und 24 Poster in den Themenbereichen Psychologie/Medizin und Biomechanik/Toxikologie werden ergänzt durch 8 thematisch unterschiedliche Workshops. Besondere Bedeutung hat sicherlich die Diskussion um Anwendung und Weiterentwicklung der von den beiden Fachgesellschaften herausgegebenen „Beurteilungskriterien“, die seit dem 1.5.2014 vom

BMVI als verbindliche Vorgabe bei der Fahreignungsbeurteilung benannt werden. Zur Vorbereitung und Qualifizierung der beteiligten Ärzte hat die DGVM ein achtstündiges Curriculum erarbeitet, das an mehreren Standorten in Deutschland intensiv nachgefragt und unterrichtet wird. Auch mit dem Thema „Alkohol und Atemalkohol“ greifen wir eine aktuelle politische Diskussion auf und werden wissenschaftlich die Möglichkeiten und Grenzen der Messmethode diskutieren.

Wir hoffen, dass jeder am weiten Bereich der Verkehrsmedizin, Toxikologie, Verkehrspsychologie und der Ingenieurwissenschaften Interessierte seine Themenschwerpunkte finden und sich interaktiv beteiligen kann.

Mit herzlichen Grüßen

Ihre

Prof. Dr. med. Matthias Graw
Tagungspräsident

Prof. Dr. med. Volker Dittmann
Präsident der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V. (DGVM)

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Schubert
Präsident der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e. V. (DGVP)

Bayerischer Staatsministers des Innern, für Bau und Verkehr

Joachim Herrmann, MdL

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich grüße alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer des 10. Gemeinsamen Symposiums der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V. (DGVM) und der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e. V. (DGVP) ganz herzlich. Auf dem Programm der diesjährigen Tagung stehen wichtige und hochaktuelle Themen, unter anderem „Alkohol im Straßenverkehr“, „Ältere Kraftfahrzeugführer“ und „Fahrerignung bei psychischen Störungen“.

Die interdisziplinäre Forschung und der fachliche Austausch zwischen Experten verschiedener Fachrichtungen – insbesondere der Verkehrsmedizin und Verkehrspsychologie – sind elementar für den Gewinn neuer Erkenntnisse im Bereich der Verkehrssicherheit. Unser aller gemeinsames Ziel ist es, die Verkehrssicherheit im öffentlichen Straßenverkehr zu erhöhen und Unfälle zu vermeiden. Auch aufgrund der gesellschaftlichen Entwicklungen stehen wir immer wieder vor neuen Herausforderungen.

Wir sind auf medizinische und psychologische Kenntnisse und Forschungsergebnisse angewiesen, um diese zu meistern. Ein Blick auf die aktuelle Verkehrsunfallstatistik zeigt die Bedeutung für unsere Gesellschaft – im Jahr 2013 starben bei 630 Unfällen 680 Menschen auf Bayerns Straßen. Das ist gegenüber dem Jahr 2012 ein Anstieg von rund 2,7 %. Lassen Sie uns dieser Entwicklung mit vereinten Kräften entgegenwirken.

Ich danke der DGVM und der DGVP für ihr großes Engagement und ihre wertvollen Beiträge zur Erhöhung der Verkehrssicherheit aufs Herzlichste.

Ich wünsche dem Symposium einen erfolgreichen Verlauf sowie allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern informative Stunden mit anregenden Impulsen, interessanten Gesprächen und einen angenehmen Aufenthalt in München.

Joachim Herrmann, MdL

Bayerischer Staatsminister des Innern, für Bau und Verkehr

Verkehrsunfall-Opferhilfe Deutschland e. V. (VOD)

apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Wilfried Echterhoff

Sehr geehrte Damen und Herren,

als Vorsitzender des Dachverbands „Verkehrsunfall-Opferhilfe Deutschland e. V. (VOD)“ begrüße ich die Mitglieder der DGVM und der DGVP und besonders die anwesenden Teilnehmer des gemeinsamen Symposiums im Jahr 2014. Die beiden Gesellschaften haben in der Vergangenheit, vor allem gemeinsam, bedeutende Entwicklungen fachlich initiiert und deutschlandweit, aber auch international implementiert. Schon in der Vorbereitung des Symposiums, in die ich gelegentlich Einblick hatte, wurde erkennbar, dass sich erneut kompetente Fachvertreter und fachlich interessierte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens beteiligen würden, um Informationen einzuholen, aber auch zu verbreiten. Häufig wird nicht deutlich genug gesehen, dass das Sich-informieren einer sogenannten „Hol-Schuld“ und nicht einer „Bring-Schuld“ unterliegt. Daher begrüße ich besonders Politiker und Verbandsvertreter aus den Spitzen des deutschen und europäischen Bereichs, die diese Hol-Schuld für sich selbst gesehen haben und mit ihrer Anwesenheit beweisen, dass sie sie immer noch sehen.

Die VOD wünscht sich Fachleute und Vertreter der Öffentlichkeit und der Verwaltung, die sachliche Lösungen vor

wirtschaftliche und Image-Interessen stellen. Manchmal waren und sind die Prioritäten jedoch nicht immer klar genug zu erkennen. Vom Symposium erwartet die VOD, dass Sachfragen eindeutig im Vordergrund stehen, so wie es das Programm bereits deutlich ausweist. Mobilitäts- und Verkehrssysteme sollen dem Menschen dienen und uns allen einen sicheren und komfortablen Lebensstandard sichern sowie unsere Volkswirtschaft fördern. Das Programm des Symposiums wird aus Sicht der VOD dieser Zielsetzung gerecht.

Ich wünsche dem Symposium im Zusammenspiel unterschiedlicher Ideen und divergierender Interessen gute fachliche Ergebnisse und eine produktive Wirkung, die spürbar in die Zukunft hineinreicht.

Die VOD ist daran interessiert, mit der DGVM und der DGVP weiterhin zu kooperieren, um zukunftsfähige Konzepte gemeinsam voranzubringen.

apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Wilfried Echterhoff

Vorsitzender der Verkehrsunfall-Opferhilfe Deutschland e. V. (VOD)

Medizinische Fakultät der LMU München

Prof. Dr. Dr. h. c. Maximilian Reiser

Sehr geehrte Damen und Herren,

„Verkehrsmedizin bedeutet Anwendung von ärztlichem Wissen und Erfahrung zum Nutzen der Verkehrsteilnehmer und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit“ (Verkehrs- und Rechtsmediziner Wagner (Homburg) 1957). Verkehrsmedizinische Anforderungen betreffen also jeden (behandelnden) Arzt, bei Diagnostik und Therapie, bei der Aufklärung über verkehrsmmedizinische Risiken von Krankheiten und bei der Einnahme von Medikamenten. Ggf. müssen Ärzte auch Gutachten zur Fahreignung und zur Fahrsicherheit erstellen.

Besondere Bedeutung hat die Verkehrsmedizin für die Rechtsmediziner, die Weiterbildungsordnung schreibt für den Facharzt für Rechtsmedizin den „Erwerb von Kenntnissen, Erfahrungen und Fertigkeiten in ... strafrechtlichen, verkehrs- und versicherungsmedizinischen Fragestellungen einschließlich forensischer Biomechanik und forensischer Traumatologie“ vor. Für die Medizinische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München ist es eine Freude und Ehre, dass das diesjährige gemeinsame Symposium der DGVM (Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin) und der DGVP (Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie) von dem Institut für Rechtsmedizin unserer Fakultät ausgerichtet wird. Gerade hier in München hat die verkehrsmmedizinische Tätigkeit im Institut für Rechtsmedizin einen besonderen Stellenwert. Das Thema dieser Tagung: „Interdisziplinäre Unfallrekonstruktion und Prävention:

Beiträge der Verkehrsmedizin, der Verkehrspsychologie und der Ingenieurwissenschaften“ zeigt einen Schwerpunkt der wissenschaftlichen Tätigkeit in der Verkehrsmedizin auf. Es gilt, den Straßenverkehr sicherer zu machen, das Risiko für den einzelnen Verkehrsteilnehmer zu senken. Deutschlandweit rund 3.300 Verkehrstote 2013, davon 680 in Bayern, geben dem bayerischen Innenminister Recht, wenn er Schwerpunkte für mehr Verkehrssicherheit im Jahr 2014 ankündigt. Nur durch gemeinsame Anstrengung von wissenschaftlicher Grundlagenforschung und politischer Umsetzung kann die Zahl von Verkehrsunfällen reduziert werden.

Eine spannende Entwicklung ist die forensische Radiologie, an der ich als Radiologe sehr interessiert bin. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe prüft gemeinsam die Möglichkeiten der postmortalen Bildgebung; v. a. bei der Verletzungsdokumentation, der Rekonstruktion und der virtuellen Modellierung.

Als Dekan der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München möchte ich Ihnen eine anregende und interessante Tagung und einen intensiven kollegialen Austausch wünschen und ich hoffe, dass Sie bei Ihren Anstrengungen, die Sicherheit im Verkehr weiter zu verbessern, Erfolg haben werden.

Prof. Dr. Dr. h. c. Maximilian Reiser, FACR, FRCR
Dekan der Medizinischen Fakultät der LMU München

Laudatio



Laudator Dr. Rolf Henninghausen

Professor Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

Dr. Rolf Henninghausen

Sehr geehrter Herr Präsident,
liebe Mitglieder der DGVM,

heute möchte ich Ihnen ein sehr verdientes Mitglied unserer Gesellschaft, das Sie bestimmt alle kennen, für die Ehrenmitgliedschaft vorschlagen. Der Kollege wurde am 4. Februar 1944 in Waldshut, an der Schweizer Grenze, geboren. Sein Vater fiel im Krieg. Die Mutter war Zahnärztin, sie zog ihn und seinen Bruder alleine auf. Nach dem Abitur im Jahre 1963 am Hochrhein-Gymnasium Waldshut studierte er Humanmedizin in Freiburg im Breisgau und Wien. Er wollte zunächst eigentlich Landarzt werden und promovierte mit einem Thema zur Säuglings- und Kleinkindentwicklung. Er begann aber dann doch als Assistent am Rechtsmedizinischen Institut der Universität Freiburg eine gerichtsmedizinische Weiterbildung. Ab Februar 1972 arbeitete er am Institut für Rechtsmedizin in München. 1977 habilitierte er sich mit einer Arbeit zur Altersbestimmung von Hirnrindenverletzungen. Im Oktober 1989 wurde er zum Nachfolger von Professor Wolfgang Spann als Ordinarius und Vorstand des Instituts für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München berufen und hat das Institut 20 Jahre führt. Am 1. April 2009 hat er die Leitung der Münchner Rechtsmedizin an seinen Nachfolger Professor Matthias Graw weitergegeben. Noch immer hat er als Emeritus ein Zimmer in der Rechtsmedizin und arbeitet wissenschaftlich. Sie wissen jetzt alle, wen ich als Ehrenmitglied unserer DGVM vorschlage:

Professor Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

Das Ansehen und die enorme wissenschaftliche Lebensleistung von Professor Eisenmenger sind allgemein bekannt. Er hat bereits zahlreiche Ehrungen erfahren. Beson-

ders hervorzuheben sind seine Mitgliedschaft in der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, der Bayerische Verdienstorden und das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich. Auch war Wolfgang Eisenmenger: 1996–2000 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Medizinrecht und 2001–2006 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin. Professor Eisenmenger hat, wie er bei seiner Verabschiedung bekannt gab, in seinem Leben ca. 20 bis 30.000 Leichen seziiert. Dabei ging es neben kriminologischen Aspekten auch immer um Verkehrs-traumatologie und Verkehrstoxikologie. Sehr viele verkehrsmmedizinische Veröffentlichungen mit neuen Erkenntnissen stammen aus seiner Feder und der seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Für unsere Gesellschaft erinnere ich an die zahlreichen Vorträge von Professor Eisenmenger bei unseren Jahrestagungen und insbesondere an den DGVM-Kongress 1991 in München, den Wolfgang Eisenmenger als Tagungspräsident hervorragend ausrichtete. Auch auf vielen Verkehrsgerichtstagen in Goslar war Professor Eisenmenger als Redner gesetzt und war jahrelang Betreuer eines Arbeitskreises. Dadurch tragen viele Empfehlungen des Goslarer Verkehrsgerichtstages seine Handschrift. Privat ist Wolfgang verheiratet und Vater zweier erwachsener Töchter. Er hat in seinem Berufsleben genauso wie seine Mutter sehr hart und intensiv gearbeitet, und – auch wie seine Mutter – sich einen trockenen Humor bewahrt. Seine Mutter ist 95 Jahre alt geworden. Dies wünschen wir auch Wolfgang Eisenmenger bei bester Gesundheit und hoffen, dass er uns als Ehrenmitglied weiterhin mit seinem enormen Wissen und Können beratend zur Seite steht.

Ad multos annos (auf viele Jahre)

Danksagung



Gratulant Prof. Dr. Volker Dittmann (l) und Geehrter Prof. Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

Danksagung

Prof. Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

mein verehrter Lehrer und Amtsvorgänger Prof. Wolfgang Spann sagte mir mehrfach: Sei gewarnt, wenn du geehrt wirst. Das ist ein Hinweis darauf, dass du zum Arzt gehen und dich untersuchen lassen solltest. Denn Ehrungen werden einem im Regelfall in einem Lebensalter zuteil, wo es bereits kritisch mit der Gesundheit wird und sie sind deshalb ein deutliches Warnzeichen, dass du denen, die dich ehren, nicht mehr als ernsthafter Konkurrent erscheinst, was daran liegen könnte, dass sie von deiner Gesundheit mehr wissen oder ahnen, als du selbst.

Mit der Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der DGVM stellt sich mir also die Frage: Soll ich einen Untersuchungstermin beim Hausarzt ausmachen oder erträgt mein Kreislauf die Belastung dieser Ehrung noch problemlos? Nun, wie Sie sehen können, ist Letzteres der Fall und ich kann Ihnen versichern: Sie machen mir mit dieser Ehrung wirklich eine ganz große Freude und ich sage dem Präsidium und Ihnen, die sie dem Vorschlag zugestimmt haben, meinen herzlichen Dank.

Mit den Ehrungen ist es ja eine janusköpfige Angelegenheit. Handelt es sich um Preise, dann beteuert der Preisträger, dass dies für ihn Ansporn sei, noch mehr und noch besser zu forschen und sich wissenschaftlich zu betätigen. Ehrenmitgliedschaften oder Gedenkmedaillen sind dagegen wie ein Zieldurchlauf: Man hat es geschafft, der Wettkampf ist beendet. Und so werden Sie von mir jetzt auch sicher nicht erwarten, dass ich eine Intensivierung

meiner Arbeit verspreche. Nein, ich schaue zurück und das mit einem gewissen Stolz und auch mit Wehmut.

Zu meinem Stolz brauche ich keine Ausführungen zu machen, das hat der Laudator bereits vorweggenommen. Aber über die Wehmut möchte ich schon noch etwas ausführen. Viel ist geschrieben worden über die Zukunft des Faches Rechtsmedizin und das nicht ohne Grund. Am Anfang standen die heftigen Anfeindungen, überhaupt ein eigenes Fach Rechtsmedizin oder Gerichtliche Medizin zu etablieren. Ich denke dabei beispielhaft an den berühmten Chirurgen Billroth, aber auch berühmte Pathologen, die bis in die 50er-Jahre des letzten Jahrhunderts versucht haben, die Notwendigkeit des Faches Rechtsmedizin infrage zu stellen. Und dann kam 1966 der Wissenschaftsrat mit der Empfehlung heraus, das Fach nicht mehr als Spezialgebiet in der Approbationsordnung zu behandeln, sondern im Rahmen der klinischen Fächer integriert zu unterrichten.

Ich will den Gang der Dinge hier nicht noch einmal vor Ihren Augen erstehen lassen, weil schon so viel darüber berichtet wurde. Weshalb ich das Szenario überhaupt bemühe, ist die Tatsache, dass es innerhalb unseres Faches einen Teilbereich der Forschung gab, der geradezu essenziellen Charakter hatte und der uns von keinem anderen Fach streitig gemacht wurde, und das war die Verkehrsmedizin.

Traumatologische Forschung betrieb hier in München bereits 1880 der Chirurg Messerer, der folgerichtig in die gerichtliche Medizin abwanderte. Der Motorisierung des Straßenverkehrs folgten auch bald die Opfer und das

Strafrecht verlangte eine gründliche Untersuchung der Verkehrsunfälle, auch der medizinischen Aspekte. 1932 wurde der Blutalkoholnachweis durch Widmark eingeführt und in der Folge durch Toxikologen und Gerichtsmediziner verbessert und etabliert. Die Festlegung von Grenzwerten der Alkoholisierung durch die Rechtsprechung beruhte ausschließlich auf rechtsmedizinischer Forschung, ebenso die Rechtsprechung und die Gesetzgebung zur Drogenproblematik im Verkehr. Gurtanlegepflicht und Helmtragepflicht – sie sind ohne die Forschungsergebnisse unseres Faches undenkbar und ebenso der Insassenschutz in heutigen Pkws. Mit diesen Erfolgen, die der Verkehrssicherheit zugute kamen, prosperierte auch unser Fach, verbunden mit Namen wie Elbel, Grüner, Heifer, Mallach, Georg Schmidt, Hans-Joachim Wagner, Wolfgang Dürwald, um nur einige zu nennen.

Es wurden Zentren für biomechanische Forschung in Heidelberg, Hannover und München eingerichtet und beträchtliche Drittmittel eingeworben. Und auf den Ergebnissen der Ethanologie, der Drogenanalytik und der Biomechanik ergaben sich forensische Aufgabenstellungen, die nicht nur den guten Ruf des Faches etablierten, sondern auch die ökonomischen Grundlagen aller Mitarbeiter sicherten.

Und wie ist die jetzige Situation? Bei den jungen Kolleginnen und Kollegen besteht nur geringes Interesse für Verkehrsmedizin, was man schon seit vielen Jahren an der Besucherzahl des Verkehrsgerichtstages aus unseren Reihen beobachten konnte. Biomechanische Forschung ist nur noch am Münchner Institut präsent und der Kampf für die Blutalkoholanalyse versus Atemalkohol ist wohl verlo-

ren, ebenso wie der Kampf um die Drogenanalyse in ihrer vollen Breite.

Sie werden nun vielleicht denken: Was sollen die Kassandrurufe eines Greises? Gerade, weil ich mich der Verkehrsmedizin verpflichtet fühle, möchte ich an die jungen Kolleginnen und Kollegen appellieren, sich aus der Historie unseres Faches neu zu besinnen: Die DNA-Analytik und die Virtopsy sind nicht alles für ein 3 Forscherleben und für die forensische Praxis. Verkehrsmedizinische Fragestellungen hat es immer gegeben und wird es weiterhin geben. Auf dem Weg zur Vision Zero ist noch viel zu tun und es besteht kontinuierlicher Forschungsbedarf. Vielleicht sollten das Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin und die Herausgeber unserer Fachzeitschriften einmal eine Analyse des Ist-Zustandes und eine Zukunftsplanung vornehmen und dabei den Stellenwert der Verkehrsmedizin für die jungen Kolleginnen und Kollegen neu definieren.

Mit einem hoffnungsvollen Ausblick darf ich mich von Ihnen verabschieden. Mein Freund und Nachfolger im Amt, Matthias Graw, führt die Forschung in allen Sparten der Verkehrsmedizin in der Münchner Tradition weiter. Dafür bin ich ihm sehr dankbar, insbesondere wenn ich sehe, wie anderswo diese Linie verlassen wurde.

Ein Kongress der Verkehrsmedizin und Verkehrspsychologie mit ca. 390 Teilnehmern ist ein toller Erfolg und Anlass, hoffnungsvoll in die Zukunft zu sehen.

Prof. Dr. med. Wolfgang Eisenmenger

Fachvorträge

Grundlagen der Biomechanik/Traumatologie

Jiri Adamec

Verkehrsunfälle sind komplexe Ereignisse und entsprechend vielschichtig ist auch ihre Rekonstruktion und Aufarbeitung. Mit den mechanischen Aspekten von Verkehrsunfällen bzw. den beteiligten mechanischen Systemen (Fahrzeuge, Infrastruktur) befasst sich klassischerweise die Unfallanalyse, mit dem System „Mensch“ die Medizin (Rechtsmedizin, Verkehrsmedizin, Unfallchirurgie o. Ä.). Viele der denkbaren Fragestellungen können innerhalb einer der beiden Disziplinen geklärt werden: die Unfallanalyse gibt Aufschluss über den technischen Zustand der Fahrzeuge und ihre Bewegungen vor und nach dem Anstoß, die Kollisionsintensität, die Vermeidbarkeit für die Beteiligten, die Nutzung der Sicherheitssysteme usw., Fragen nach Verletzungsumfang, Todesursache, Einfluss von Substanzen, Dauerfolgen der Verletzungen usw. werden medizinisch geklärt. Darüber hinaus gibt es Aspekte des Unfallgeschehens, die sowohl die mechanischen als auch die biologischen Systeme betreffen (d. h. die Interaktion der Verkehrsteilnehmer mit ihrer Umgebung) und die mittels einer biomechanischen Analyse zu klären sind. Die typischen Fragestellungen beziehen sich auf

- Rekonstruktion des Unfallgeschehens (Anstoßkonstellation beim Fußgängerunfall, Feststellung der Sitzplätze von Insassen, Plausibilität der Entstehung von Verletzungen/Beschwerden) und
- hypothetische Abläufe des Unfalls bei veränderten Parametern (beim Anschnallen eines tatsächlich nicht angeschnallten Insassen, beim Tragen eines Helms seitens eines beim tatsächlichen Unfall nicht behelmschten Motorradfahrers, bei einer niedrigeren initialen Geschwindigkeit eines Fahrzeugs als tatsächlich gefahren usw.).

Während die isolierte Kenntnis des Schadensbildes an einem Unfallfahrzeug oder die des Verletzungsbildes eines Insassen/Fußgängers usw. nur wenige Rückschlüsse hinsichtlich des Unfallgeschehens erlauben, können selbst seltene bzw. untypische Abläufe bei Kombination der beiden Spurenbereiche eindeutig rekonstruiert werden. In Abbildung 1 ist der wesentliche Sektionsbefund eines verunfallten Fußgängers dargestellt. Dies wird von einem breiten Verletzungsareal auf der Rückseite des Oberkörpers dominiert, dass sich außen durch multiple, parallel in einer Richtung von fuß- nach kopfwärts verlaufende, teilweise sehr tiefe und mit Lappenbildungen einhergehende Hautabschürfungen und innen durch eine massive flächenhafte Einblutung der Weichteile und zwei klaffende Wirbelsäulenbrüche am unteren und oberen Ende des Bereichs auszeichnet. Massive oberflächliche Hautdefekte mit von fuß- nach kopfwärts orientierten Hautabschürfungen wurden auch im Gesichtsbereich festgestellt. Die Weichteilschäden im Bereich der unteren Extremitäten waren verhältnismäßig wenig ausgeprägt, trotz vorhandenen Unterschenkelknochenfrakturen (Trümmerbrüche). Das Verletzungsbild erlaubt isoliert betrachtet nur sehr wenige rekonstruktive Rückschlüsse, in Verbindung mit der Kenntnis des (ebenfalls untypischen und per se nur wenige Rückschlüsse auf Interaktion mit dem Fußgänger bietenden) Schadensbildes am Unfallfahrzeug (VW Golf, siehe Abbildung 2) kann jedoch der Ablauf der Kollision zwischen dem Fußgänger und dem Pkw gut rekonstruiert werden. Eine schematische Darstellung des Unfallablaufs zeigt Abbildung 3.

Bei biomechanischen Analysen von Verletzungen bzw. von Vorgängen, die zur Entstehung von Verletzungen ge-

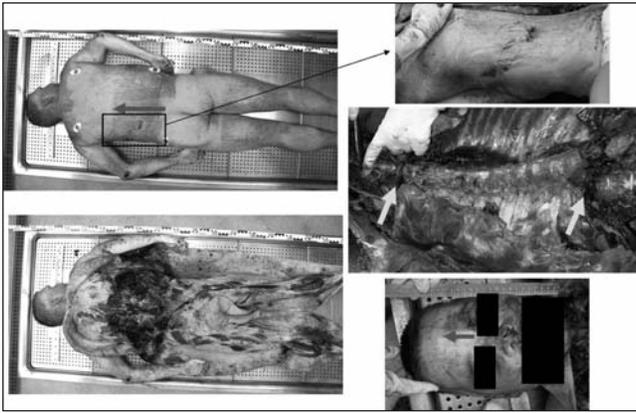


Abb. 1: Das Verletzungsbild. Die zwei oberen Bilder sind Übersichten der Körperrückseite vor und nach Präparation der Haut. Darunter eine Detailaufnahme der Haut linksseitig am Rücken. Unten links Gesichtsregion, rechts Wirbelsäule nach Entnahme der inneren Organe. Rote Pfeile markieren die Schürfrichtung, gelbe Pfeile die Wirbelsäulenfrakturen.

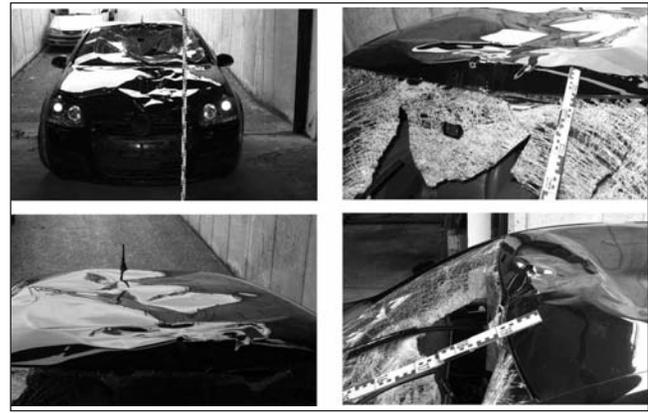


Abb. 2: Die Schäden am Unfall-Pkw VW Golf. Oben links Übersicht der Fahrzeugfront, oben rechts die Verformung des Daches und der Windschutzscheibe mit Gewebeanhaftungen an der oberen Kante der Windschutzscheibe, unten links Detail des Dachschadens, unten rechts Verformung der Dachkante und eine Lochbildung innerhalb der Windschutzscheibe.

führt haben (evtl. führen könnten), wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass für die mechanische Genese einer konkreten Verletzung zwei Bedingungen erfüllt werden müssen:

1. Der für die konkrete Verletzung verantwortliche Verletzungsmechanismus muss vorhanden sein (d. h., die mechanische Belastung muss ihrer Art nach geeignet sein, die Verletzung herbeizuführen)
2. Die aufgetretene Belastungshöhe muss die biomechanische Toleranz des betroffenen Gewebes überschreiten.

Das Studium der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Belastungstypen und den Charakteristiken der daraus resultierenden Verletzungen einerseits und der Belastbarkeit des menschlichen Körpers andererseits (im Ganzen sowie auf der Ebene von Segmenten, Organen usw.) steht bereits lange im Mittelpunkt zahlreicher Untersuchungen, aufgrund der Komplexität der Problematik sind aber viele Fragen immer noch offen. Eine Übersicht der Grundarten der Belastung wird am Beispiel von Kopfverletzungen in Abbildung 4 dargestellt. Dem Schema lassen sich auch die wesentlichen physikalischen Größen entnehmen, die zur

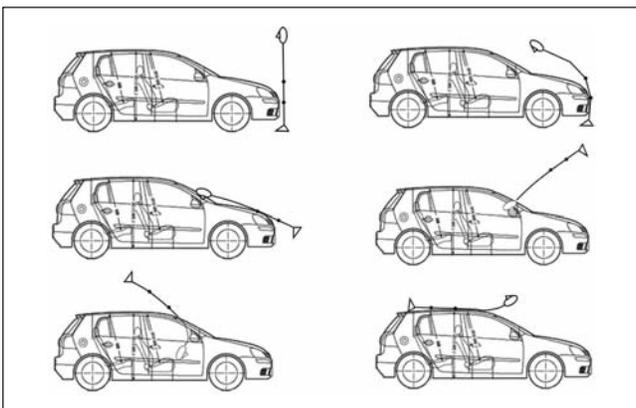


Abb. 3: Schematische Darstellung der Interaktion zwischen dem Fußgänger und dem Unfall-Pkw während der Kollision. Geordnet von links nach rechts, von oben nach unten.

Quantifizierung der von außen einwirkenden Belastungshöhe verwendet werden (roter Bereich).

In Abbildung 4 sind nur die Grundarten der Belastung und der Verletzungen dargestellt, das tatsächlich auftretende Spektrum ist vielfältig und ineinander übergehend. Bei einer direkten stumpfen Gewalteinwirkung auf den Kopf (Kopfaufprall im Innenraum des Fahrzeugs) kommt es zu einer Verformung des Schädels und des Gehirns, zur Propagation von Druckwellen und zur Entstehung von Druckgradienten innerhalb des Schädels sowie zu einer Relativbewegung zwischen dem Gehirn und dem Schädelknochen, wobei je nach konkreten Umständen (Größe der Kontaktfläche, Lokalisation der Aufprallstelle, Intensität des Aufpralls, Materialeigenschaften des Zielobjektes usw.) diese Mechanismen in unterschiedlichem Maße realisiert werden. Nachdem auch die biomechanische Belastbarkeit einer hohen interindividuellen Variabilität unterliegt, ist die exakte Vorhersage der aus einem bekannten Ereignis resultierenden Verletzungen nicht möglich (bzw. zwei Personen können aus einer vergleichbaren Belastung unterschiedliche Verletzungen davontragen).

Einzelne Verletzungen erlauben Rückschlüsse auf konkrete Formen der Belastung individueller Körperteile. Der In-

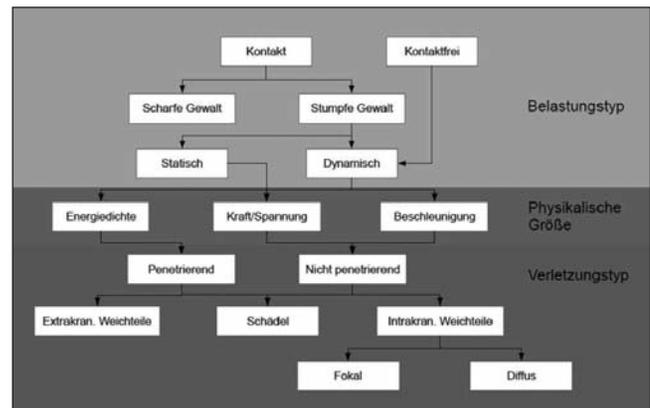


Abb. 4: Übersicht der Entstehung von Kopfverletzungen. Grundlegende Belastungstypen, die Belastungshöhe beschreibende physikalische Größen und entsprechende Verletzungstypen.

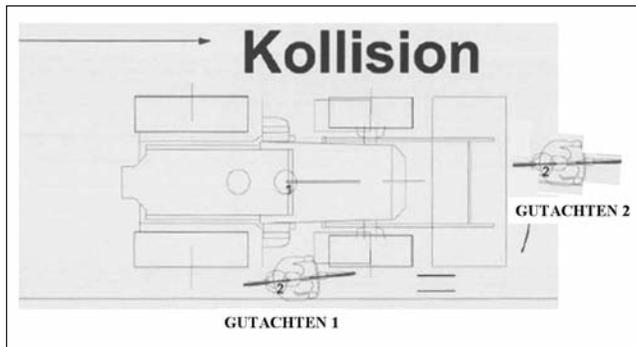


Abb. 5: Die seitens der unfallanalytischen Sachverständigen rekonstruierten Anstoßkonstellationen zwischen dem Fahrradfahrer und dem Traktor. Skizze mit eingezeichneten Versionen.

formationsgehalt einzelner Körperläsionen hinsichtlich der Rekonstruktion eines komplexen Ereignisses ist aber verhältnismäßig gering und ihre Zuordnung zu einer konkreten Phase des Geschehens bzw. einer konkreten Interaktion nur im Kontext weiterer Spuren, insbesondere weiterer Verletzungen, möglich. Einerseits entstehen bei traumatischen Einwirkungen häufig Läsionen mehrerer Körperstrukturen, wobei nur bei Betrachtung sämtlicher zusammenhängender Verletzungen Aussagen zur erfolgten Belastung und daher zum ursächlichen Ereignis möglich sind (beispielsweise kann eine Impressionsfraktur des lateralen Tibiakopfes aus einer axialen Belastung – Stauchung – beispielsweise bei einem Sturz mit Aufkommen auf die Beine resultieren, bei zeitgleichem Vorhandensein eines Innenbandrisses und einer Einblutung seitlich am Knie ist von einer seitlichen Kräfteeinleitung gegen das durch das Körpergewicht fixierte Knie als Ursache auszugehen). Analysiert werden daher grundsätzlich nicht nur Einzelverletzungen, sondern Verletzungsmuster.

Eine erfolgreiche Rekonstruktion eines Unfallgeschehens setzt voraus, dass die einzelnen traumatischen Vorgänge widerspruchsfrei und vollständig in einen Gesamtrahmen (d. h. in Übereinstimmung mit anderen Spuren und den bekannten Rahmenbedingungen) gesetzt werden. Die Bedeutung von korrekter Verletzungsbewertung sei anhand eines konkreten realen Falles kurz dargelegt. Es handelte sich um einen tödlichen Unfall mit Beteiligung eines Traktors und eines kindlichen Fahrradfahrers. Der Fahrradfahrer wurde vom Traktor erfasst und mit dem linken Hinterrad im Kopfbereich überrollt, was eindeutig durch Sektionsergebnisse (massive Schädelbrüche und -verformungen mit Teilenthirnung) und weitere Spuren (massive Helmverformung, Gewebeanhaftungen am linken Hinterrifen) belegt war. Der Fahrer des Traktors gab an, er hätte den Fahrradfahrer erst dann erkannt, als er sich schon rechts neben dem Traktor befunden habe; der Fahrradfahrer sei aufgrund seines unvermittelten Schlenkers erfasst worden. Das unfallanalytische Gutachten, das auf den für relevant gehaltenen Spuren basierte (am Traktor sowie auf der Fahrbahn waren sehr viele Spuren vorhanden, wobei schwierig festzustellen war, welche dem Unfall zuzuordnen sind), bestätigte die Version des Fahrers und ging von einer Anstoßkonstellation wie in Abbildungen 5 und 6 dargestellt (bezeichnet als Gutachten 1) aus. Die Ermittlungen wurden daraufhin zunächst eingestellt.



Abb. 6: Die seitens der unfallanalytischen Sachverständigen rekonstruierten Anstoßkonstellationen zwischen dem Fahrradfahrer und dem Traktor. Oben: Version 1 mit Fahrrad dargestellt. Unten: Version 2 mit Fahrrad dargestellt.

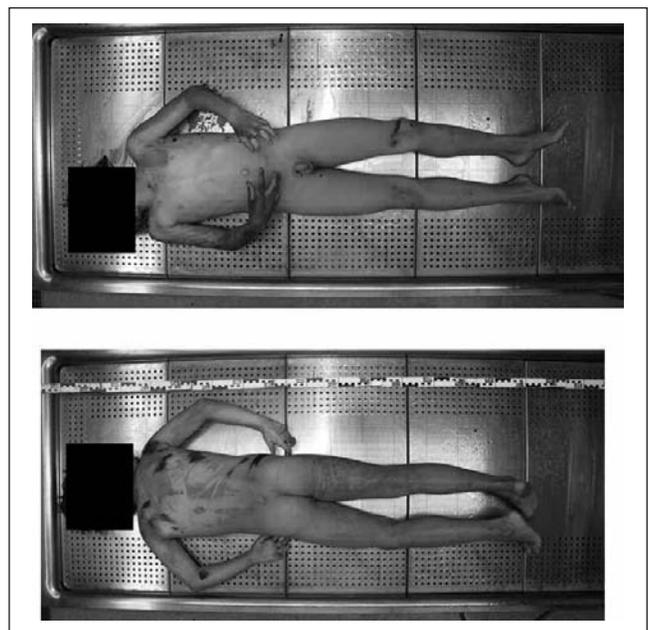


Abb. 7: Das Verletzungsbild des verstorbenen Fahrradfahrers (Sektionslichtbilder, Übersicht der Körpervorder- und -rückseite).

Die Eltern des Verstorbenen beauftragten aber zunächst einen anderen unfallanalytischen Sachverständigen, der andere Spuren am Traktor für unfallrelevant hielt und eine grundlegend andere Unfallversion rekonstruiert hat (Anstoßkonstellation in Abbildungen 5 und 6 dargestellt und mit Gutachten 2 bezeichnet). Danach wurde eine Stellungnahme dahingehend erbeten, ob und evtl. welche der beiden Unfallversionen sich anhand des Verletzungsbildes (vgl. Abbildung 7) bestätigen bzw. ausschließen lässt. Angesichts der Tatsache, dass in der mit Gutachten 1 be-

zeichneten Version der Fahrradfahrer seitlich zwischen dem rechten Vorder- und Hinterrad unter den fahrenden Traktor und hier bis zum linken Hinterrad gelangt (siehe hierzu Abbildung 8), müssten zahlreiche massive Schürfungen auf der Körperoberfläche durch Schleifen auf der Fahrbahn und/oder umschriebene Läsionen durch Interaktion mit den Stufen oder weiteren seitlichen Traktorstrukturen auftreten (der Fahrradfahrer war nur sehr leicht bekleidet). Vorzufinden waren aber lediglich leichte oberflächliche Verletzungen, vereinbar mit einem Sturz auf die Fahrbahn (untersucht wurde auch die Bekleidung und auch diese zeigte nur sehr geringfügige Beschädigungen). In Version 2 wurde der Fahrradfahrer von hinten erfasst (Erstkontakt der Schaufel mit dem Helm), auf die Fahrbahn gestürzt und im Wesentlichen nur durch den linken Hinterrreifen überrollt (die lichte Höhe des Traktors macht ein Überfahren ohne schwere Verletzungen möglich). Vor diesem Hintergrund konnte die mit 1 bezeichnete Unfallversion anhand des Verletzungsbildes als nicht plausibel und die mit 2 bezeichnete Unfallversion als mit dem Verletzungsbild vereinbar eingestuft werden. Der Fahrer wurde wegen einer Fahrlässigen Tötung zu einer Geldstrafe verurteilt.



Abb. 8: Die seitlichen Partien des Traktors. In der Version 1 gelangt der Fahrradfahrer zwischen dem rechten Vorder- und Hinterrad unter den Traktor.

Biomechanische „Modelle“ in Forschung und Praxis

Therese Fuchs, Steffen Peldschus

Einleitung

In den letzten Jahren haben numerische Menschmodelle, sogenannte Human Body Models (HBMs), zunehmend an Bedeutung in der biomechanischen Forschung und in Anwendung der Fahrzeugsicherheit gewonnen. Insbesondere Finite-Elemente- (FE) Menschmodelle besitzen dabei ein großes Potenzial zur detaillierten Verletzungsbewertung und Unfallrekonstruktion. Im Gegensatz zu konventionellen Dummymodellen, mit denen lediglich die Kinematik und mechanische Belastungen abgebildet werden, können mit numerischen Menschmodellen Spannungsverläufe und Deformationen, die bei einem Anprall in unterschiedlichen Körperregionen auftreten, differenziert analysiert und tatsächliche Verletzungen wie z. B. Frakturen simuliert werden.

Finite-Elemente-Methode

Die Finite-Elemente-Methode ist ein numerisches Berechnungsverfahren, bei dem ein Volumen oder eine Fläche in endlich viele, sogenannte Finite-Elemente, unterteilt wird (Diskretisierung). Durch die Definition gewebespezifischer Materialmodelle und Materialparameter kann das Verhalten verschiedenster Gewebe des menschlichen Körpers abgebildet werden und es wird ermöglicht, dass Spannungen und Deformationen in den Geweben berechnet werden können. Kontaktdefinitionen garantieren eine Interaktion zwischen Modell und seiner Umgebung.

Warum Finite-Elemente-Menschmodelle?

FE-Menschmodelle weisen, vor allem im Vergleich zu konventionellen Dummymodellen, eine hohe Biofidelität auf. Die Geometrien der Modelle basieren auf CT- und MRT-Bil-

dern, die segmentiert und anschließend mit Finiten Elementen vernetzt werden. Durch die Definition spezifischer Materialmodelle und -parameter können die verschiedenen Gewebe des menschlichen Körpers, wie beispielsweise Knochen-, Haut- und Muskelgewebe, in biomechanische Modelle überführt werden und ermöglichen eine Aussage über mögliche Verletzungen, wie etwa Rippenbrüche oder Verletzungen der inneren Organe.

Herausforderungen der FE-Menschmodellierung

Die FE-Menschmodellierung ist aufgrund der Komplexität der Modelle mit beträchtlichen Herausforderungen verbunden. Biologische Materialien weisen ein nicht-lineares, visko-elastisches und anisotropes Verhalten auf, welches sich sehr schwer in mathematische Modelle überführen lässt. Die komplexen Geometrien des menschlichen Körpers, wie z. B. die Form des Beckens, müssen durch Finite-Elemente-Netze möglichst genau wiedergegeben werden. Auch ist nicht jeder Mensch gleich, anthropometrische Unterschiede in Körperproportionen und -geometrien zwischen den Geschlechtern und den verschiedenen Altersgruppen sind bekannt und finden zunehmend Einzug in die Menschmodellierung, da diese Diversität auch unterschiedliche Anforderungen an passive Sicherheitssysteme im Auto stellt. Eine weitere große Herausforderung besteht darin, die Modelle für unterschiedliche Anprallszenarien gegen reale Experimente zu validieren, um die biomechanische Qualität der Modelle sicherzustellen.

Aktuelle Projekte in der Arbeitsgruppe für Biomechanik

Die Arbeitsgruppe für Biomechanik des Instituts für Rechtsmedizin der LMU München beschäftigt sich inten-

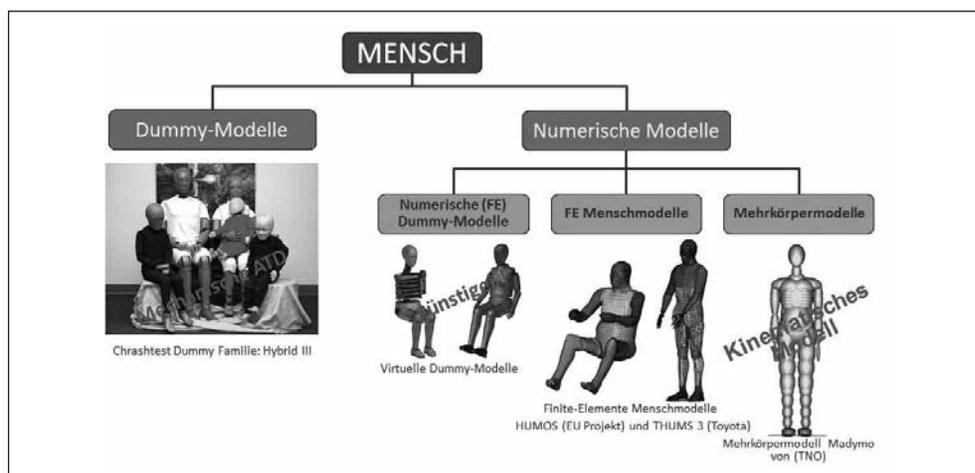


Abb. 1: Biomechanische Modelle

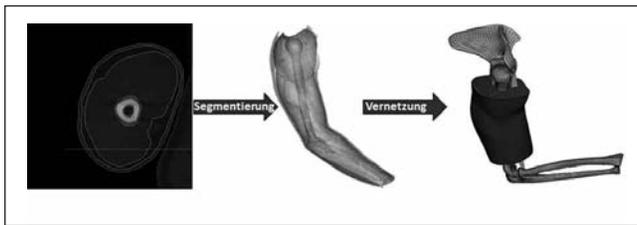


Abb. 2: Erstellung FE-Modell

siv mit der Weiterentwicklung von FE-Menschmodellen für unterschiedliche Anwendungsbereiche.

Ein Forschungsschwerpunkt ist hierbei die Verbesserung von gängigen Materialmodellen, die für die Menschmodellierung verwendet werden. Diese Modelle bilden oft das reale Verhalten von Gewebe nicht genau genug ab. In zwei Projekten wurde der Einfluss von Weichgewebe bei verschiedenen Anprallszenarien untersucht. Dazu wurden die mathematischen Modelle für passives Muskelgewebe und Haut optimiert und gegen reale Experimente validiert, die von Mitarbeitern der Arbeitsgruppe für Biomechanik durchgeführt wurden.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe für Biomechanik ist die anthropometrische Untersuchung und Weiterentwicklung von Menschmodellen. In Zusam-

menarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und DYNAmore wurde ein numerisches Modell des menschlichen knöchernen Thorax entwickelt, das insbesondere altersabhängige geometrische Faktoren berücksichtigt. Das Modell repräsentiert sowohl die männliche als auch die weibliche Population der über 64-Jährigen und ermöglicht dadurch eine an diese Altersgruppe angepasste Verletzungssimulation.

In dem Projekt „THUMS User Community (TUC)“, einem von der Arbeitsgruppe für Biomechanik koordinierten Drittmittelprojekt der LMU in Kooperation mit der AUDI AG, Autoliv, BMW AG, Daimler AG, Opel AG, Porsche AG, Toyota Motor Corporation und der Volkswagen AG, sollen FE-Menschmodelle in die passive Fahrsicherheit von Automobilfirmen integriert werden. Dabei steht vor allem die biomechanische Validität der Modelle im Vordergrund.

Unfallrekonstruktion als Grundlage der Verkehrsunfallforschung

Wolfram Hell, Klaus Bauer, Michael Rasch, Hans Bäumler

Die Abteilung für medizinisch-biomechanische Unfallanalyse im Institut für Rechtsmedizin der Universität München hat seit 2003 eine sog. SUD (Sicherheitsunfall-Datenbank) mit schwersten Verkehrsunfällen mit Todesfolge aufgebaut. Hier sind pro Jahr ca. 150 retrospektiv aufgenommene Verkehrsunfälle, insgesamt ca. 1.500 Fälle, im Bestand.

Seit Mitte 2013 wird auch eine kleine IN-DEPTH-Unfallaufnahme mit zusätzlich ca. 50 Verkehrsunfällen pro Jahr in die Datenbank integriert. Hier ergibt sich die Möglichkeit ausgiebiger technischer Untersuchungen an den Unfallfahrzeugen direkt an der Unfallstelle. Insgesamt soll hier die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Medizin, Psychologie, Fahrzeugtechnik und Straßenplanung zur Reduktion von tödlichen Verkehrsunfällen Ziel minus 40 % innerhalb von 10 Jahren.

Um tödliche Verkehrsunfälle nachhaltig zu reduzieren muss man wissen woran und warum die Verkehrsteilnehmer sterben.

Für die anthropometrische Datenerfassung wird speziell eine Kinderdatenbank (n > 100) erstellt, um geometrische und mechanische Relationen der erwachsenen Kinder besser zu erfassen und zu verstehen (Abb. 2).

Im Jahr 2030 kommt es nach Berechnung der WHO zu einem Anstieg von Verkehrsunfallverletzungen von Rangreihenfolge 9 (2004) auf Rangreihenfolge 5.

In Europa gibt es zurzeit über 26.000 Getötete im Straßenverkehr, über 1 Million Verletzte mit volkswirtschaftlichen Kosten über 100 Milliarden Euro, (Europa EU 27).

Die Verkehrstoten in Deutschland Ziel 2010 Bundesverkehrsministerium in den Jahren 2010 bis 2020 mit minus 40 % weisen momentan eher eine Stagnation als eine geplante Reduktion.

Tabelle 1: Kein nennenswerter Rückgang der Verkehrstoten in Deutschland seit dem Jahr 2010

Jahr	Verkehrstote D
2010	3.648
2011	4.009
2012	3.600
2013	3.338
2014	1. Halbjahr + 6 %

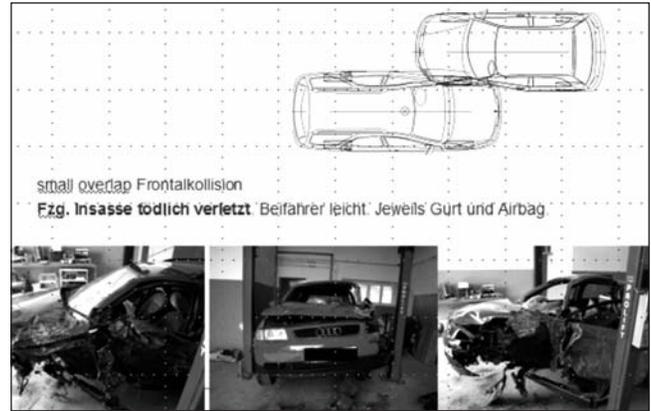


Abb. 1: Frontalkollision mit geringer Überdeckung Fahrzeuginsasse trotz Gurt und Airbag tödlich verletzt.



Abb. 2: Interne und externe Geometrie des ganzen Körpers.

2004		2030	
Rank	Disease or Injury	Rank	Disease or Injury
1	Ischaemic heart disease	1	Ischaemic heart disease
2	Cerebrovascular disease	2	Cerebrovascular disease
3	Lower respiratory infections	3	COPD
4	COPD	4	Lower respiratory infections
5	Diarrhoeal diseases	5	Road traffic injuries
6	HIV/AIDS	6	Trachea, bronchus, lung cancer
7	Tuberculosis	7	Diabetes mellitus
8	Trachea, bronchus, lung cancer	8	Hypertensive heart disease
9	Road traffic injuries	9	Stomach cancer
10	Prematurity & low-birth weight	10	HIV/AIDS

Abb. 3: Todesursachen nach WHO

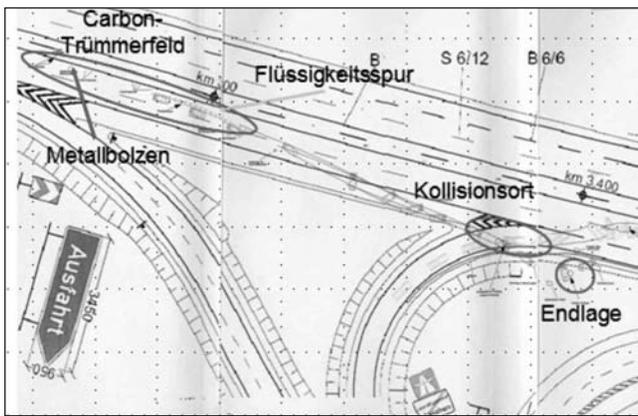


Abb. 4: Unfallskizze

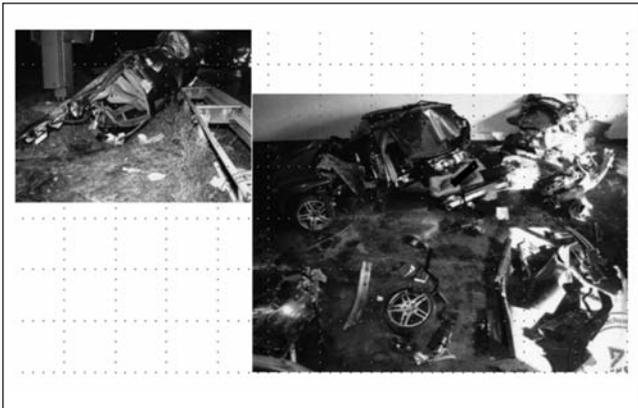


Abb. 5: Zustand des Fahrzeugs nach der Kollision.

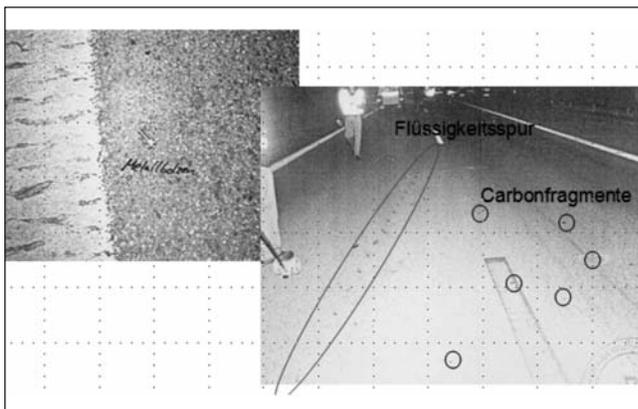


Abb. 6: Spuren am Unfallort

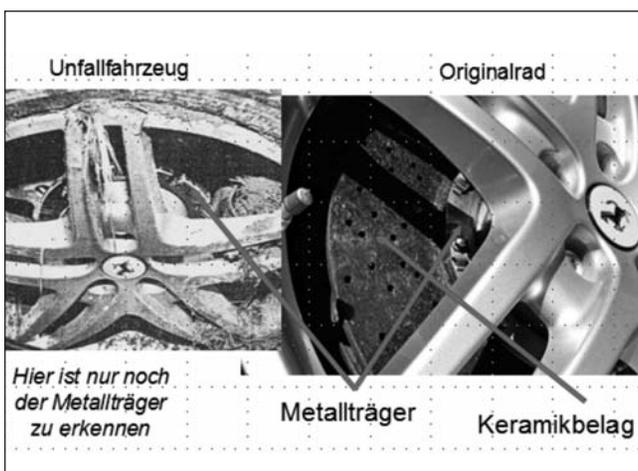


Abb. 7: Zerbrochene Karbon-Keramik-Bremsscheibe

Nachhaltig diese zahlen um 4 % pro Jahr zu senken erscheint momentan nicht erreichbar. Trotz der inzwischen reduzierten Zahl von Verkehrstoten sind im Jahr 2012 pro Tag immerhin noch 10 Menschen im Straßenverkehr ums Leben gekommen, weitere 1050 wurden verletzt.

Alle 4,9 Stunden wurde ein Pkw-Insasse getötet,
alle 15 Stunden starb ein Motorradfahrer,
alle 17 Stunden wurde ein Fußgänger getötet,
alle 22 Stunden verlor ein Fahrradfahrer sein Leben.

Im Weiteren werden Beispielfälle aus der Unfallforschung der LMU-SUD präsentiert.

Im vorliegenden Fall kam es durch eine fehlerhafte Karbon-Keramik-Bremsscheibe zu einem folgenschweren Verkehrsunfall mit Todesfolge bzw. einem Schwerstverletzten.

In dem ersten prospektiv aufgenommenen Unfall kam es zu einer Querschnittslähmung eines im Kindersitz gesicherten 28-monatigen Kindes, welches in einem 18 Jahre alten Kindersitz in einem nur 4 Jahre alten Pkw mit Isofix-Befestigung gesichert war. Durch Gurtlose und zu lockerer Befestigung des fast 20-jährigen Kindersitzes kam es zu einer massiven Vorwärtsflexion mit konsekutiver Querschnittslähmung Th 11/12.

Ein weiterer Schwerpunkt der Abteilung SUD liegt zurzeit in der Rekonstruktion und Simulation von Unfällen mit rechtsabbiegenden Lkws und Fahrradfahrern.

In einer aufwendigen Simulation wird auch der Sichtbereich des Lkw-Fahrers betrachtet. In der Regel ist der Lkw-Fahrer durch viele Spiegel und nur sehr kurzes Aufscheinen des Radfahrers in einem von 6 verschiedenen Spiegeln für ein nur sehr kurzes Zeitfenster überfordert.

Im LMU-SUD-Unfallmaterial konnte herausgearbeitet werden, dass mindestens 6 von 10 Unfällen durch ein modernes Rechtsabbiegesystem beim Lkw vermieden werden könnten.

Die Geschwindigkeiten bewegten sich überwiegend im Schrittbereich bis maximal 20 km/h. Um das Ziel der Reduktion der Verkehrstoten und Schwerstverletzten zu erreichen, erscheint Unfallprävention elementar. Es ist teilweise verwunderlich, wie wenig internationale Ideen z. B. aus Japan (gläserne Beifahrertür), Großbritannien (Fresnel-Linsen in Lkws) etc. in Deutschland angewandt werden, um nachhaltig Verkehrsunfälle mit Todesfolge zu verhindern.

Im Sinne der Vision Zero „Keiner kommt um, alle kommen an“ erscheint eine weitere Erfassung von Schwerstunfällen als sog. kontinuierliches Monitoring dringend erforderlich, um geeignete Präventionsmaßnahmen für häufig ähnliche Unfallmuster zu entwickeln.

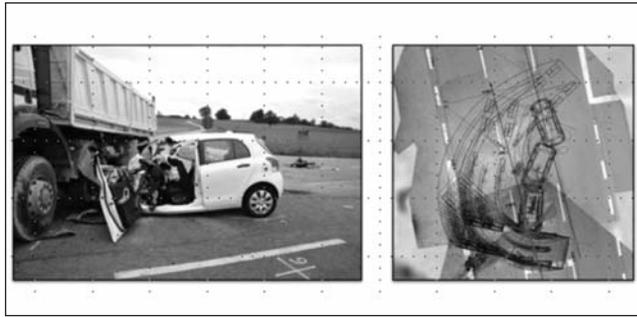


Abb. 8: Prospektiv aufgenommener Unfall



Abb. 9: Großbritannien: Lkw-Kampagne gegen den toten Winkel



Abb. 10: Crashsimulation Realunfall rechtsabiegender Lkw

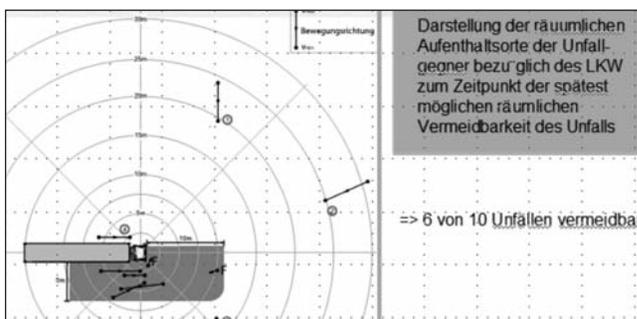


Abb. 11: Effizienz von Rechtsabbiegeassistent Lkw



Abb. 12: Logo von Vision Zero des Deutschen Verkehrssicherheitsrates

Literatur

Burg, H., H. Zeidler: EES – Ein Hilfsmittel für die Unfallrekonstruktion und dessen Auswirkung auf die Unfallforschung, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Hefte 4–6/80

Bäumler, H., Ungerer, H.: Die Erstellung von Energierastern für die Front von Personenkraftwagen und ihre Anwendung in der Unfallrekonstruktion, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Hefte 09 und 10/89

Langwieder, K., Sporner, A., Hell, W.: Struktur der Unfälle mit Getöteten auf Autobahnen in Bayern im Jahr 1991, Huk Verband München 1994

RESIKO – Retrospektive Sicherheitsanalyse von Pkw-Kollisionen mit Schwerverletzten, Institut für Fahrzeugsicherheit, München, 1998

Hell, W., Langwieder, K., Sporner, A.: Injury Patterns compared to injury costs in car to car accidents of belted occupants with major injuries, 43rd Annual Proceedings American Association for Automotive Medicine, Sitges, September 1999

Eppinger, R. et al.: Development of Improved Injury Criteria for the Assessment of Advanced Automotive Restraint Systems II, NHTSA, November 1999

Hell, W.: Comparison of Traffic Safety in West and Former East Germany. Resulting Countermeasures for a Reduction of the Fatality and Injury Rate. EUPSN Workshop »Increasing Safety in Eastern Europe« Warschau, April 2001

Gabauer, D., Gäbler, H.: Comparison of Roadside and Vehicle Crash Test Injury Criteria in Frontal Crash Tests, Virginia Tech, 2005

Hell, W.: Vergangenheit und Zukunft der medizinischen Unfallforschung in der Fahrzeugsicherheit. Möglichkeiten und Grenzen der medizinischen Grundlagenforschung zur Passiven Sicherheit, Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin Heidelberg, 2007

Bäumler, H.: Skriptum zur Vorlesung Unfallmechanik, Unfallanalyse, Unfallforschung, Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München, Juni 2012

Hell, W.: Unfälle mit Rechtsabbiegenden Lkw. Dringender Handlungsbedarf, GMTTB Jahrestagung Konstanz 2./3. Juni 2014

Hell, W., Graw, M.: Elderly people in fatal traffic accidents. Analysis of the LMU Safety Accident Database with results from Accident reconstruction, autopsy and ideas of countermeasures from the technical and medical perspective. Ageing and Safe Mobility Conference 27–28 November 2014, Bergisch Gladbach, Germany

Hell, W.: Analyse schwerer Fahrradunfälle unter Berücksichtigung zukünftiger Pedelecs, FSD-Konferenz Dresden, Dezember 2014

Interdisziplinäre Zusammenarbeit von Technik, Medizin und Psychologie zur Steigerung der Verkehrssicherheit

Stefanie Weber, Eckart Donner, Antonio Ernstberger

Zusammenfassung

Die Audi Accident Research Unit (AARU) ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt des Universitätsklinikums Regensburg und der AUDI AG. Die Analyse von Verkehrsunfällen ist die Grundlage der interdisziplinären Forschungstätigkeit. Dazu gehört die Erarbeitung einer genauen Unfallrekonstruktion sowie die Erfassung aller entstandenen Verletzungen und aller Begleitumstände, die zum Unfall geführt haben. Die Forschungsergebnisse fließen direkt in die Entwicklung neuer Fahrzeuge ein. Das gemeinschaftliche Verständnis über die Unfallentstehung, den Unfallverlauf und die Unfallfolgen sind die Basis zur Erreichung des gemeinsamen Ziels: Steigerung der allgemeinen Verkehrssicherheit durch die Vermeidung von Unfällen und die Verringerung von Unfallfolgen.

1. Einleitung

Unfallmeldungen finden sich tagtäglich in den Schlagzeilen der Medien. Der Fokus der Berichterstattung liegt dabei meistens auf den Unfallfolgen. Über die Unfallursache wird oft nur spekuliert. Dabei sollte man sich durchaus die Frage stellen: Warum passieren diese Unfälle? Wirft man einen Blick in die deutsche Bundesstatistik der Verkehrsunfälle, wird deutlich, dass in über 90 % der Unfälle mit Personenschaden menschliches Fehlverhalten die Hauptursache ist (Statistisches Bundesamt, 2014). Was genau zu diesem Fehlverhalten geführt hat, kann in der Regel jedoch von der Polizei nicht ermittelt werden und ist daher in der amtlichen Statistik nicht verzeichnet. Somit bleiben bei jedem einzelnen Unfall viele Fragen offen: Was passierte unmittelbar vor dem Unfall? Warum genau kam es überhaupt zur Kollision? War der Fahrer durch irgendetwas abgelenkt? Stand er/sie unter Stress – aus privaten oder beruflichen Gründen? Wurde die Situation überhaupt als risikant wahrgenommen? Oder wurde das Risiko vielleicht sogar bewusst in Kauf genommen?

Nur wenn man die jeweiligen Hintergründe eines Unfalls kennt, das Verhalten des Fahrers sowie seine Reaktionen nachvollziehen kann und den Unfallmechanismus genau versteht, kann man sinnvolle Gegenmaßnahmen entwickeln. Eine bedeutende Möglichkeit stellt dabei die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen dar, die den Fahrer in seiner Fahraufgabe unterstützen und vor Gefahren warnen bzw. direkt Gegenmaßnahmen einleiten können.

Im besten Fall ist es dadurch möglich, Unfälle zu verhindern. Ist ein Unfall jedoch unvermeidbar, ermöglichen solche Systeme aber zumindest oft, die Folgen des Unfalls zu minimieren.

2. Audi Accident Research Unit

2.1 Interdisziplinäre Unfallforschung

Die Audi Accident Research Unit (AARU) ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt des Universitätsklinikums Regensburg und der AUDI AG. Die AARU hat es sich seit der Gründung 1998 zur Aufgabe gemacht, Unfälle in einem solchen Detaillierungsgrad zu erheben, dass dadurch das Verständnis erreicht wird, das notwendig ist, um sinnvolle Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Das Erhebungsgebiet der AARU erstreckt sich dabei hauptsächlich auf Bayern. Die AARU besteht aus drei Disziplinen, die parallel arbeiten: Techniker analysieren die Unfallstelle und die beteiligten Fahrzeuge und führen darauf aufbauend eine physikalische Rekonstruktion des Unfalls durch. Mediziner analysieren die Verletzungen der beteiligten Personen, den biomechanischen Ablauf im Unfallgeschehen und die Heilung der Patienten. Psychologen interviewen die am Unfall beteiligten Fahrer zu ihren subjektiven Eindrücken unmittelbar vor dem Unfall und analysieren die Vorgeschichte des Unfalls. So entsteht die Möglichkeit, anhand realer Verkehrsunfälle aussagekräftige und gesicherte Erkenntnisse über das Verhalten und die subjektiven Empfindungen und Eindrücke der Fahrer in der Pre-Crash-Phase, also der kurzen Zeit unmittelbar vor dem Unfall, zu erhalten.

2.2 Unfallerhebung

Das Ziel der AARU ist es, pro Jahr etwa 90 Verkehrsunfälle zu analysieren, an denen Modelle von Audi, Lamborghini oder Ducati beteiligt waren, die zum jeweiligen Unfallzeitpunkt nicht älter als zwei Jahre sind. Weitere Auswahlkriterien für die Aufnahme in die Unfalldatenbank der AARU sind:

- Bei dem Unfall wurden Personen verletzt und/oder
- mindestens ein Airbag löste aus und/oder
- die beteiligten Fahrzeuge wurden stark deformiert.

Dabei ist es für die Aufnahme in die AARU-Datenbank unerheblich, in welchem am Unfall beteiligten Fahrzeug ein Airbag auslöste oder die verletzte Person saß oder ob beispielsweise ein Radfahrer oder Fußgänger verletzt wurde.

Am Ende werden pro Unfall etwa 2.000 technische, medizinische und psychologische Einzeldaten anonym in der AARU-Datenbank gespeichert. Das Spektrum dieser Daten reicht im technischen Bereich von der Vermessung der Splitterfelder sowie der Brems- und Schlagspuren auf der Straße, über die Erfassung von Art und Schwere der Fahrzeugschäden bis hin zu Sitzeinstellungen und mitgeführter Ladung. All diese Daten werden bei Besichtigung der Unfallstelle sowie der einzelnen Unfallfahrzeuge gesammelt. Das medizinische Team sammelt unter anderem Informationen über das Alter der beteiligten Personen, mögliche Vorerkrankungen sowie über das Ausmaß der Verletzungen und die Behandlung der jeweiligen Verletzung. Als Informationsquellen dienen dem medizinischen Team standardisierte Interviews, die von speziell geschulten Mitarbeitern entweder telefonisch oder persönlich durchgeführt werden, und die medizinischen Unterlagen der Beteiligten (Arztbrief, Röntgenbilder etc.), die bei vorliegendem Einverständnis angefordert werden. In der psychologischen Erhebung liegt dagegen der Fokus auf den subjektiven Angaben der beteiligten Fahrer, welche mittels eines ausführlichen, standardisierten Telefoninterviews befragt werden. Somit liegen dann Informationen beispielsweise hinsichtlich der Wahrnehmung kurz vor der Kollision vor, aber auch Angaben zur Müdigkeit, zu Stress oder Zeitdruck, zur Ablenkung, zur Risikowahrnehmung oder auch zur subjektiven Beurteilung des eigenen Fahrkönnens.

Wenn die drei hauptsächlich unabhängig voneinander arbeitenden Fachteams ihre jeweilige Erhebung abgeschlossen haben, wird jeder Einzelfall in einer interdisziplinären Fallbesprechung abschließend bearbeitet. Ein Spezialist aus jedem Team stellt die entsprechenden Ergebnisse vor. Dabei werden die gesammelten Daten miteinander abgeglichen und objektiviert. Beispielsweise wird die subjektiv erlebte Geschwindigkeit, wie sie in der psychologischen Erhebung berichtet wurde, mit der durch die Technik aufgrund der Spurenlage rekonstruierten Ge-

schwindigkeit verglichen. Alle Anwesenden diskutieren den Unfall, bis alle Details verstanden und die drei Teams sich über den Hergang einig sind. Gerade diese interdisziplinäre Durchsprache führt zu einem deutlich besseren Verständnis des Unfallgeschehens und erlaubt eine Vergabe von Unfallursachen und eines Potenzials für Fahrerassistenzsysteme.

Der gesamte Ablauf der Unfallerbhebung ist in Abbildung 1 dargestellt.

3 Unfallursachenkodierung

3.1 Verwendung der 5-Step-Methode

Die AARU vergibt zu jedem Unfall, der in der Fallbesprechung diskutiert wurde, Unfallursachen und kodiert diese nach der 5-Step-Methode (Chiellino et al., 2010; Hörauf et al., 2006). Die Kodierung der menschlichen Ursachen basiert dabei auf dem Modell von Rasmussen (1982) und der Adaption dieses Modells durch Zimmer (2001) und wurde mit GIDAS (German In-depth Accident Study) abgestimmt (Jaensch et al., 2009).

Bei Verkehrsunfällen kann es durchaus vorkommen, dass mehr als ein Beteiligter ursächlich zur Entstehung des Verkehrsunfalls beigetragen hat. Darüber hinaus kann aber auch aufseiten eines Beteiligten mehr als ein Faktor zur Entstehung des Unfalls geführt haben. Um die Unfallursachen in der AARU zu erfassen, besteht daher die Möglichkeit, jedem Unfallbeteiligten bis zu drei Ursachenfaktoren zuzuordnen.

Die Grundannahme der Unfallursachenkodierung besteht darin, dass im Straßenverkehr Unfallursachen aus drei verschiedenen Bereichen zu erwarten sind: vom „Menschen“, aus dem Bereich „Technik“ und aus dem Bereich „Umwelt“. Gemäß dieser Einteilung werden auch die Unfallursachen in der 5-Step-Methode in drei Gruppen un-

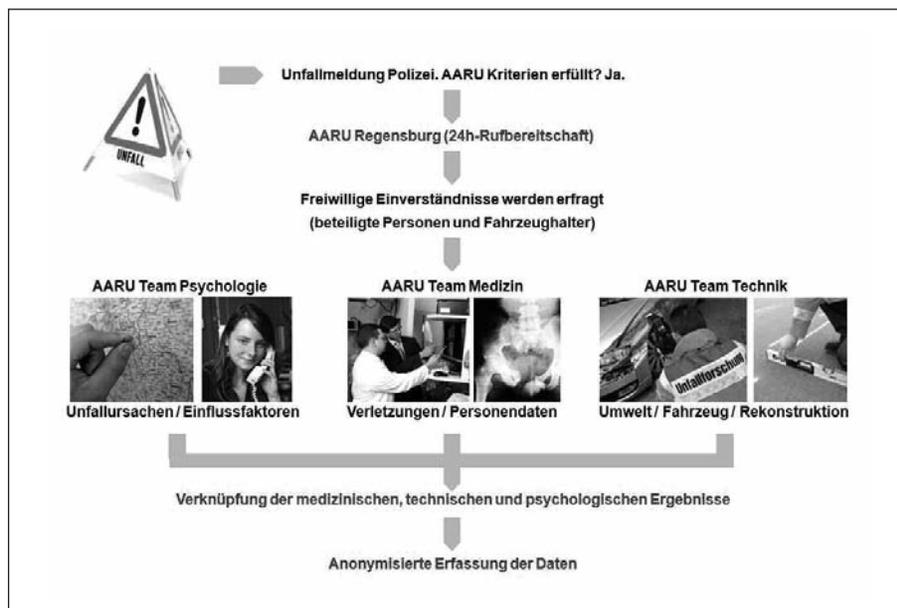


Abb. 1: Prozess der Unfallerbhebung bei der AARU-Verkehrsunfallforschung

terteilt: Menschliche Ursachenfaktoren, Ursachen aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik und Ursachen aus dem Bereich der Umwelt bzw. Infrastruktur. Bei der insgesamt vierstelligen Ursachenkodierung stellt die Zuordnung zu einer dieser drei Gruppen die erste Zahl dar.

Jede der drei Gruppen setzt sich aus spezifischen Kategorien von Ursachenfaktoren zusammen. Diese Kategorien bilden die zweite Zahl der Ursachenkodierung. Im Bereich der menschlichen Ursachenfaktoren werden dabei fünf verschiedene Kategorien unterschieden. Diese fünf Kategorien bilden den sequenziellen Prozess von der Wahrnehmung bis hin zur Handlungsausführung ab. Durch diese Darstellungsart ist es möglich, den Zeitpunkt eines Fehlers im Unfallgeschehen genau zu bestimmen.

Jede Kategorie hat charakteristische Einflusskriterien, welche die häufigsten Faktoren darstellen, die zu einem Unfall geführt haben. Diese Faktoren werden durch die dritte Zahl der Ursachenkodierung erfasst.

Mit der vierten Zahl der Ursachenkodierung wird schließlich jedem Einflusskriterium noch ein Indikator zugeordnet, der die zugrunde liegende Ursache im größtmöglichen Detail beschreibt.

In Abbildung 2 ist eine exemplarische Unfallursachenkodierung dargestellt: In diesem speziellen Fall kam es zu einem Auffahrunfall, weil der Fahrer durch die Unterhaltung mit dem Beifahrer so abgelenkt war, dass er das Bremsen des Fahrzeugs vor ihm nicht wahrgenommen hat. Die Unfallursachenkodierung für diesen Fall lautet daher „1.2.1.2“.

Es handelt sich hier um eine Unfallursache aus der Gruppe der menschlichen Ursachenfaktoren (erste Zahl = 1). Das „Nichtwahrnehmen des Bremsen“ ist ein Problem in der Kategorie der Informationsaufnahme (zweite Zahl =

2). Das Einflusskriterium, also der Grund, warum es zu einem Fehler in der Informationsaufnahme kam, ist Ablenkung im Fahrzeug (dritte Zahl = 1). Die Ablenkung im Fahrzeug erfolgte durch Mitfahrer (vierte Zahl = 2), wodurch der maximale Detaillierungsgrad der Unfallursache erreicht ist.

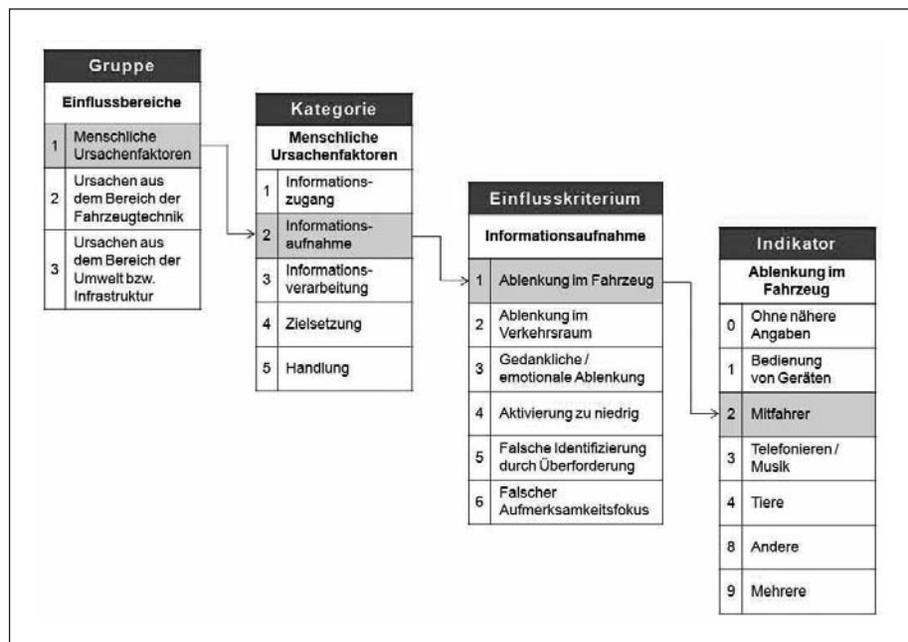
3.2 Verteilung der Unfallursachen

Die detaillierte Kodierung, wie sie durch die 5-Step-Methode ermöglicht wird, ist notwendig, um die wahren Gründe für einen bestimmten Unfall zu verstehen. Sie schafft dadurch einen deutlichen Mehrwert gegenüber der in der Bundesstatistik verfügbaren amtlichen Hauptunfallursache, die durch die Polizei vergeben wird, da diese zu grob ist, um daraus konkrete Gegenmaßnahmen ableiten zu können.

In der AARU-Datenbank zeigt sich für die Unfälle, die durch einen menschlichen Fehler verursacht wurden und bei denen eine menschliche Ursache mit Unterkategorie kodiert wurde, folgende Verteilung (siehe Abbildung 3).

Es zeigt sich, dass Fehler in der Informationsaufnahme die größte Ursache für Unfälle sind. Das bedeutet, dass die Information, die zur Unfallvermeidung notwendig gewesen wäre, dem Fahrer zwar zugänglich gewesen wäre, aber nicht wahrgenommen wurde. Die zweithöchste Fehlerrate zeigt sich in der Kategorie der Informationsverarbeitung. Hier handelt es sich oftmals um eine falsche Beurteilung der Situation durch den Fahrer. Die hohe Zahl von Unfällen, bei denen Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung eine Rolle spielen, sind potenzielle Beispiele für die Sinnhaftigkeit der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen. Hier gilt es, den Fahrer in seiner Wahrnehmung und seiner Beurteilung zu unterstützen.

Abb. 2: Unfallursachenkodierung nach der 5-Step-Methode



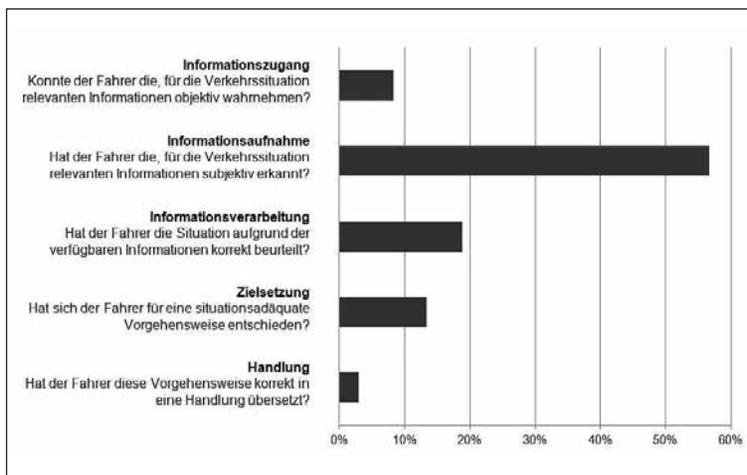


Abb. 3: Verteilung der menschlichen Unfallursachen bei der AARU (n = 859 Unfälle)

Da eine direkte, unüberlegte Zuordnung eines speziellen Systems zu einer bestimmten Fehlerkategorie nicht möglich ist, vergibt die AARU im Rahmen der Fallbesprechung mögliche Potenziale für Fahrerassistenzsysteme (FAS) explizit für jeden einzelnen Unfall.

4 Potenzialvergabe für Fahrerassistenzsysteme

Wenn in der Fallbesprechung die Unfallursachen vergeben sind, wird die Frage gestellt: Welches Fahrerassistenzsystem hätte diesen Unfall positiv beeinflussen bzw. im besten Fall ganz verhindern können? Auch hierbei ist die interdisziplinäre Herangehensweise von großem Vorteil. Denn nur, wenn die technischen und umweltbezogenen Voraussetzungen für ein bestimmtes System erfüllt gewesen wären und eine Warnung o. Ä. auch vom Fahrer hätte aufgenommen werden können, wird ein solches Potenzial vergeben. Es werden also nur Potenziale vergeben, für die ein tatsächliches Wirkungsfeld existiert. Mit dieser Potenzialvergabe werden sowohl FAS angesprochen, die heute schon in Serie verbaut werden, als auch Systeme und Funktionen, die in näherer und fernerer Zukunft vorstellbar sind. Für Unfälle im Längsverkehr ist der Notbremsassistent ein klassisches Beispiel, da dieser zu Beginn der Potenzialvergabe in der AARU noch im Forschungsstadium war und zwischenzeitlich im Paket Pre-Sense im Serienfahrzeug enthalten ist.

Die Potenzialvergabe aus der Verkehrsunfallforschung liefert damit wertvolle Beiträge bei der Generierung neuer Forschungsideen, bei der Entwicklung von FAS und bei der Bewertung von Wirkpotenzialen bestehender Systeme. Über die detaillierte Unfallursachenbeschreibung können aus den berichteten Unfällen schnell Ideen für praktische Systemumsetzungen entstehen. Außerdem macht es die Vergabe der FAS-Potenziale den Fahrzeugentwicklern einfach, Beispielfälle zu finden, an denen Systementwürfe überprüft und verbessert werden können.

5 Fazit

Durch die detaillierte Analyse von Verkehrsunfällen durch die AARU werden Daten generiert, die zum einen zu einem besseren Verständnis der Unfallmechanismen und der Unfallfolgen führen und zum anderen Aufschluss über die Pre-Crash-Phase, das Verhalten und die Reaktionen des Fahrers geben. Auf dieser Grundlage können geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt werden, um das Unfallgeschehen positiv zu beeinflussen. Eine Möglichkeit vonseiten der Fahrzeughersteller ist die Entwicklung von FAS, die im besten Fall helfen können, Unfälle komplett zu vermeiden. Die Verkehrsunfallforschung leistet somit einen wertvollen Beitrag für die Steigerung der allgemeinen Verkehrssicherheit.

Literatur

Chiellino, U., Winkle, T., Graab, B., Ernstberger, A., Donner, E., Nerlich, M. (2010): Was können Fahrerassistenzsysteme im Unfallgeschehen leisten? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 56 (3), 131-137.

Hörauf, U., Buschard, B., Donner E., Graab, B., Winkle, T. (2006): Analyse von Verkehrsunfällen mit FAS-Potenzialeinschätzung am Beispiel des FAS Lane Departure Warning. *Tagung aktive Sicherheit 2006*, München.

Jaensch, M., Otte, D., Pund, B., Chiellino, U., Hoppe, M. (2009): Implementation of ACASS – Accident Causation Analysis with Seven Steps – in *In-Depth Accident Study GIDAS*. 3rd International Conference on ESAR »Expert Symposium on Accident Research«. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, F 72. Bergisch Gladbach: *Wirtschaftsverlag NW*.

Rasmussen, J. (1982): Human errors: A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 311-333.

Statistisches Bundesamt (2014): *Verkehrsunfälle 2013* (Fachserie 8, Reihe 7). Wiesbaden.

Zimmer, A. (2001): *Wie intelligent darf/muss ein Auto sein? Anmerkungen aus ingenieurspsychologischer Sicht*. In T. Jürgensohn & K.-P. Timpe (Hrsg.), *Kraftfahrzeugführung*. Berlin: Springer.

Fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme zur Unfall- und Verletzungsvermeidung im Straßenverkehr

James Remfrey

In den vergangenen Jahren haben sich Verkehrssicherheit und Fahrkomfort stetig erhöht. Maßgeblich mitverantwortlich für diesen positiven Trend sind Fahrerassistenzsysteme, die Unfälle vermeiden helfen und das Fahren angenehmer gestalten. Laut Weltgesundheitsorganisation WHO sterben aber noch immer weltweit über 1,2 Millionen Menschen pro Jahr im Straßenverkehr, Millionen werden bei Unfällen verletzt (Abb. 1). Hauptursache für Straßenverkehrsunfälle ist menschliches Versagen. Studien sprechen von mehr als 90 % Teilverschulden durch den Fahrer, in über 70 % ist der Mensch alleiniger Unfallverursacher (Abb. 2).

Um die Zahl der Unfälle weiter zu senken, ist es deshalb notwendig, den Fahrer bei der Bewältigung der Fahraufgabe zu unterstützen. Die Vision lautet: unfallfreies Fahren. Der Weg dorthin beinhaltet den kontinuierlichen Ausbau der fortschrittlichen Fahrerassistenz (engl. Advanced Driver Assistance Systems ADAS).

Fahrerassistenzsysteme wirken auf allen drei Ebenen der Fahraufgabe: der Stabilisierungsebene, der Bahnführungsebene und der Navigationsebene (Abb. 3). In der Stabilisierungsebene kompensieren sie technische Defizite der Fahrmaschine Auto (ein Bremspedal, ein Gaspedal, ein Lenkrad, aber vier gebremste respektive zwei oder vier angetriebene und gelenkte Räder), Fahrfehler oder mangelnde Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Fahrer. Beispiele hierfür sind Antiblockiersystem (ABS), Bremsassis-

tent (BA), Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESC). In der Bahnführungsebene übernehmen sie Routineaufgaben, warnen vor Gefahren oder assistieren bei deren Bewältigung. Beispiele hierfür sind Abstandsregeltempomat (ACC) sowie fortschrittlicher Notbremsassistent (AEB). In der Navigationsebene unterstützen sie bei der Routenplanung und Routenführung oder Bereitstellung wichtiger Fahr- und Verkehrsinformationen. Beispiele hierfür sind Navigationssystem, navigationsgestütztes Antriebsmanagement sowie telematische Dienste.

Die Fahrerassistenz bedient im Wesentlichen drei Wirkfelder, in denen sie dem Fahrer bei der Bewältigung seiner Fahraufgabe assistiert. Diese drei Wirkfelder sind: Fahrsicherheit (Sicherheits-Fahrerassistenz), Fahrkomfort (Komfort-Fahrerassistenz) sowie Fahreffizienz (Eco-Fahrerassistenz). Ihrer Bezeichnung entsprechend führt ein hoher Erfüllungsgrad in diesen drei Feldern im Allgemeinen zu einem Sicherheitsgewinn sowie zu einem gesteigerten Fahrerlebnis bzw. zu mehr Fahrfreude.

Bei fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen wie ACC, Kollisionswarnung, aktiver Notbremse oder Spurverlassenswarnung fährt der Fahrer selbst, wird aber situationspezifisch bei der Bewältigung der Fahraufgabe zusätzlich durch Umfeldsensorik unterstützt. Die Schlüsseltechnologien hierbei sind das bereits erwähnte Elektronische Stabilitätsprogramm ESC, bild- und strahlbasierte Sensorik, wie z. B. Kameras, Lidar- und Radarsensoren (Abb. 4).

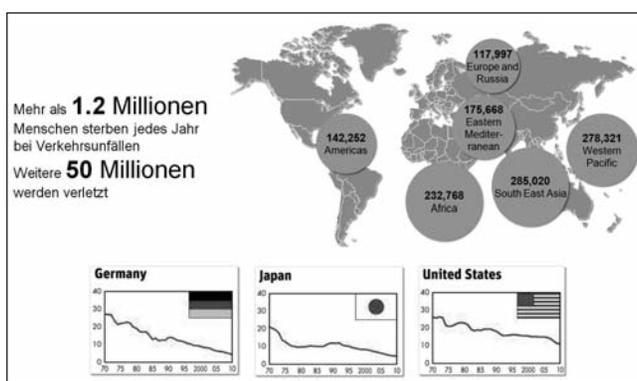


Abb. 1: Getötete im Straßenverkehr nach Regionen weltweit

Quellen: Dräger Review 101, The Magazine for Safety Technology November 2010, Road Traffic Deaths by WHO Region; Statistics World Health Organization, IRTAD 2011 ANNUAL REPORT OECD/ITF 2012 – Traffic deaths per 100 000 population 1970–2010

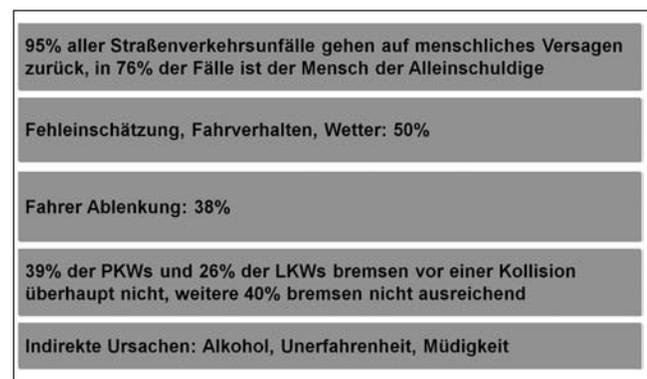


Abb. 2: Unfallursachen

Quelle: European Commission, Directorate General Information Society and Media, Informal document No.: ITS-13-07 (13th session of ITS, 23 June 2006, agenda item 3)

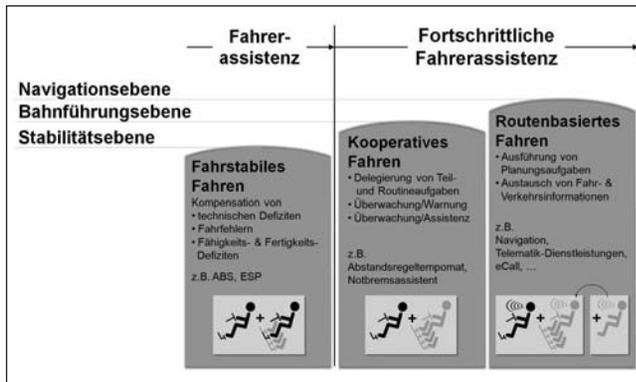


Abb. 3: Die drei Ebenen der Fahraufgabe und Beispiele zugehöriger Fahrerassistenzsysteme
Quelle: Continental AG

Die Bestrebungen des Gesetzgebers (Abb. 5), bestimmte Assistenzsysteme künftig als Serienausstattung vorzusehen, und die Tatsache, dass Sicherheits-ADAS Einzug in die Neufahrzeugbewertung von Verbraucherverbänden (u. a. Europäisches Neuwagen-Bewertungs-Programm; European New Car Assessment Programme, Euro NCAP) gefunden hat, beschleunigen die Entwicklung und Marktdurchdringung von ADAS. Die Herausforderung für die Hersteller besteht im Wesentlichen darin, Sensoren durch Sensorfusion in ihrer Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Eine darauf gründende verbesserte Umfeldinterpretation trägt zur Steigerung der Assistenzsystemleistung und damit zur Steigerung der erforderlichen Rechenleistung der Steuergeräte bei.

Mit der wachsenden Zahl elektronischer Systeme und Funktionen im Fahrzeug hat eine Veränderung der klassischen Fahraufgabe begonnen. Sie zu bewältigen ist in vielerlei Hinsicht einfacher, komfortabler und wesentlich sicherer geworden. Gleichzeitig steigt die Bedeutung und Komplexität der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fahrzeug. Waren früher die Stellglieder Gaspedal, Bremspedal und Lenkrad nicht nur Eingabeeinheit für den Bedienbefehl (Signalgeber), sondern gleichzeitig auch Energiegeber (Umsetzung der vom Fahrer eingebrachten muskulären Energie) und – gerade durch die energetische Kopplung – auch Rückmeldeeinrichtung für den Kontakt zur Straße und in dieser Hinsicht „transparent“, sprich verständlich vom Fahrer interpretierbar, sind es heute vielfach die elektronischen Regeleingriffe, die diese Transparenz beeinflussen. Auf keinen Fall dürfen Regeleingriffe in die Stellgrößen Bremsen, Beschleunigen, Lenken, welche die Fahrzeugbewegung steuern, zu irritierenden Rückwirkungen führen.

Aktuelle Sicherheitskonzepte integrieren aktive und passive Sicherheitssysteme, die durch Umfeldinformationen und Signalvernetzung, wie z. B. Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation effektiver zusammenwirken (Abb. 6). Unfälle werden vermieden, Unfallfolgen und Verletzungsrisiken verringert. Weitgehend standardisiert eingeführte technische Systeme wie Sicherheitsgurt, ABS, Front-, Seiten- und Kopfairbags, BA und ESC sorgen schon heute für ein stabiles, schleuderfreies Fahren mit kurzen Bremswegen und bieten umfangreichen Insassenschutz. Auf dem Weg zum



Abb. 4: Fortschrittliche Fahrerassistenz – Schlüsseltechnologien
Quelle: Continental AG

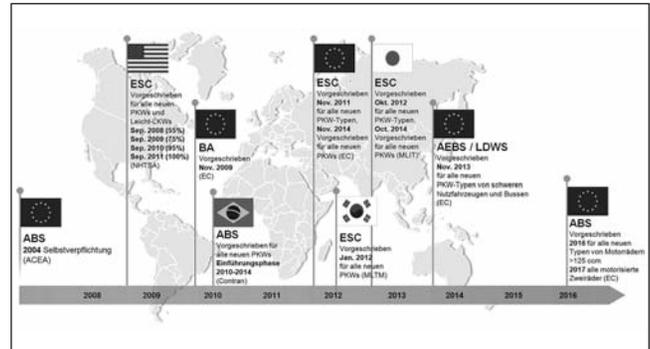


Abb. 5: Weltweite Gesetzliche Vorschriften – Aktive Sicherheitssysteme
Quelle: Continental AG, ABS=Antiblockiersystem; BA=Bremsassistent; ESC=Electronic Stability Control; AEB/LDWS=Advanced Emergency Braking System/Lane Departure Warning System; ACEA=Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (EU); EC=European Commission; NHTSA=National Highway Traffic Safety Administration (USA); Contran=National Council of Transport (Brasilien); MLIT=Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Japan); MLTM=Ministry of Land, Transport and Marine Affairs (Südkorea)

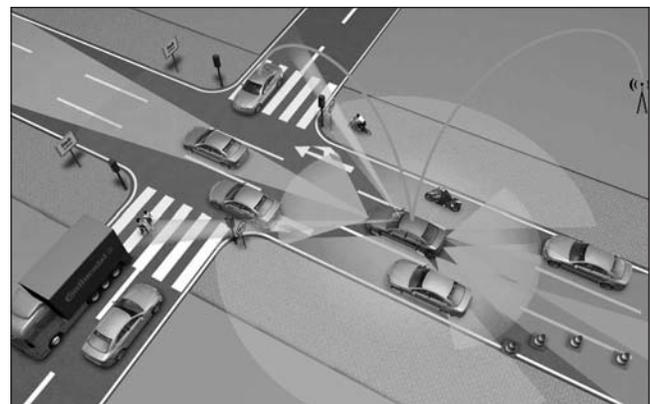


Abb. 6: Fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme – Von einfachen zu komplexen Szenarien
Quelle: Continental AG

automatisierten Fahren spielen diese fortschrittlichen Fahrerassistenzsysteme eine wichtige Rolle, da neue Funktionen auf dem Vorhandensein dieser Systeme aufbauen.

Elektronikfortschritte bei Rechenleistung, Speichergröße, Sensorik und Aktuatorik werden die Möglichkeit bieten, die Herausforderung Unfall- und Verletzungsvermeidung im Straßenverkehr zu meistern. Elektronik kennt keine Schrecksekunde, sie ist immer hellwach.

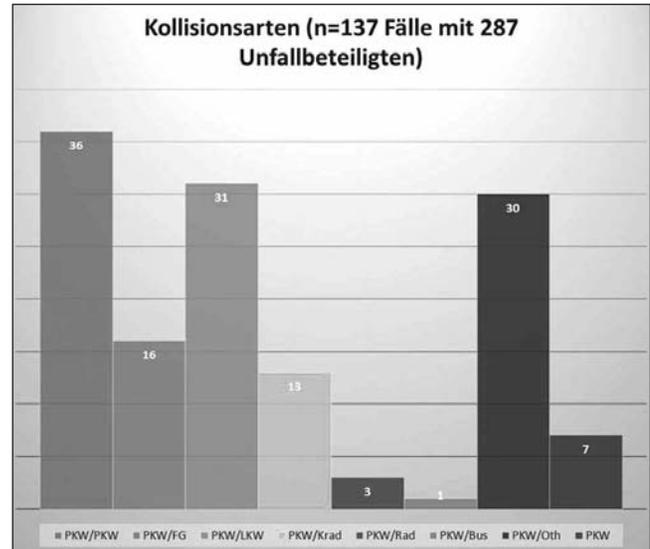
Reale Unfälle – Effizienzabschätzung von Fahrerassistenzsystemen

Michael Rasch

Jährlich werden am Institut für Rechtsmedizin in München ca. 2.500 Leichen untersucht, bei 150 handelt es sich um Verkehrstote. Die Daten zu den tödlichen Verkehrsunfällen werden seit 2003 in einer Datenbank gesammelt. Seit 2013 werden zusätzlich, in einer Kooperation mit zwei Sachverständigen für Unfallanalyse, prospektive Daten von aktuellen Verkehrsunfällen erhoben. Bei dieser prospektiven Datenerhebung stehen sowohl die Untersuchungen noch an der Unfallstelle als auch die anschließenden technischen Untersuchungen im Vordergrund. Alle erhobenen Unfalldaten werden in die Sicherheits-Unfall-Datenbank eingetragen.

In der Datenbank werden pro Unfallbeteiligtem 309 Datenfelder erfasst. Diese Datenfelder teilen sich in sechs Hauptgruppen auf: Basisdaten, erweiterte Basisdaten, Fahrzeugdaten, medizinische Daten, Bereifungsdaten und Daten zum technischen Zustand des Fahrzeugs (Mangeldaten). Außerdem werden pro Fall noch Fotos, Fallbeschreibungen, Simulationen sowie Fehlerspeicherprotokolle gespeichert.

Zur Auswertung und Effizienzabschätzung von Fahrerassistenzsystemen werden mehrere Datenfelder, wie z. B. Unfalltyp, Straßenverhältnisse, Lichtverhältnisse, Unfallursache, Vermeidbarkeitsbetrachtung, spezifische Felder zu Fahrerassistenzsystemen etc., genutzt. Es wird in drei Stufen ermittelt, ob der Unfall durch Fahrerassistenzsysteme vermeidbar oder dessen Verlauf beeinflussbar gewesen wäre. Betrachtet werden 36 Assistenzsysteme, aus einer festgelegten Liste, welche sich in folgende Untergruppen einteilen lassen: Eingreifende Systeme, Dynamikbeeinflussende Systeme, lichttechnische und warnende Systeme, Reifenkontrolle und Bremssysteme, Präventive Systeme und Restliche.

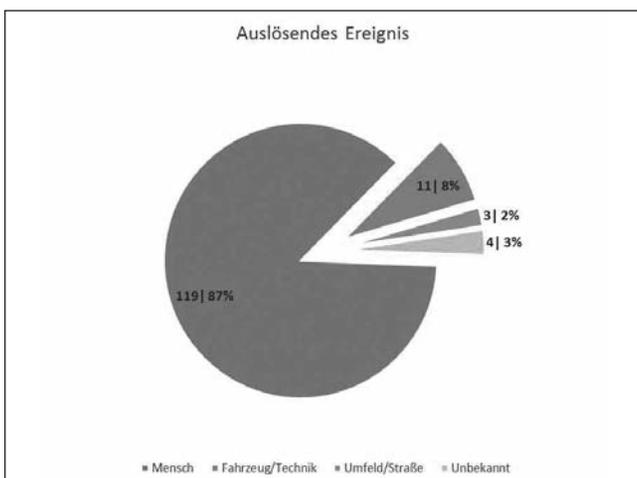


Die wichtigsten unfallvermeidenden Systeme sind: Adaptive Geschwindigkeitsregelanlage, Automatische Notbremse, Elektronisches Stabilitätsprogramm, Spurhalte-Assistent, Spurwechsel-Assistent und Traktionskontrolle.

In der Auswertung wurden 137 Verkehrsunfälle mit Pkw-Beteiligung betrachtet. 106 Unfälle davon waren außerorts, zudem hätten sich davon rund 65 durch Fahrerassistenzsysteme vermeiden lassen. Insgesamt hätten 62 % des untersuchten Fallmaterials mit perfekt funktionierenden Systemen verhindert werden können.

87 % aller tödlichen Pkw-Kollisionen aus dem betrachteten Fallmaterial (n=137) sind auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Daraus resultiert ein hohes Unfallvermeidungspotenzial von Assistenzsystemen (Vermeidung menschlicher Fehler/Fahrfehler). Beispiele für menschliche Fehler sind: Unaufmerksamkeit/Ablenkung, Einschlafen und Fehleinschätzung der Fahrdynamik oder Sicht.

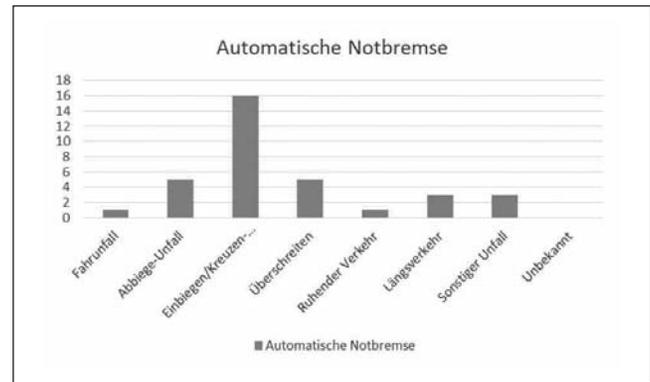
Es wurden Assistenzsysteme untersucht, welche das jeweilige Unfallgeschehen hätten verhindern können. Dafür wurden subjektive Beurteilungen der einzelnen Fälle und Einschätzungen, welches Fahrerassistenzsystem den jeweiligen individuellen Verkehrsunfall hätte verhindern können, vorgenommen. Die drei wichtigsten unfallverhindernden Assistenzsysteme im Fallmaterial (n=137) waren die automatische Notbremse (34-mal), der Spurhalte-Assistent (25-mal) und das elektronische Stabilitätsprogramm (11-mal). Im Folgenden werden diese Systeme kurz beschrieben.



Automatische Notbremse:

Aufgabe: Kollisionsvermeidung und/oder Verringerung der Folgen einer Kollision durch automatische Abbremsung des Fahrzeugs.

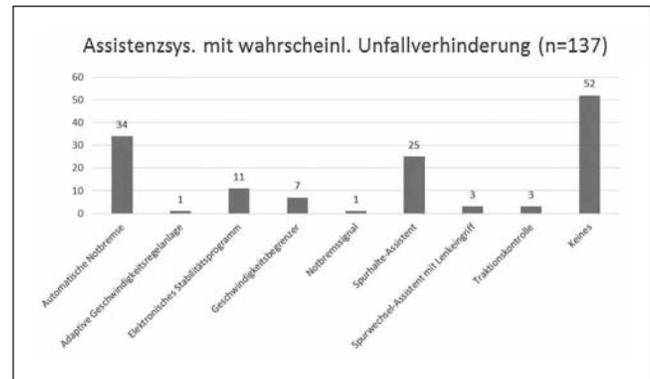
Auswertung: Wenn eine Vermeidbarkeit durch den Fahrer (Ablenkung, Sekundenschlaf etc.) gegeben gewesen wäre, hätte dieses System gewirkt. Potenzial hauptsächlich bei niedrigeren Geschwindigkeiten bei Einbiege-/Kreuzungsunfällen.



Spurhalte-Assistent:

Aufgabe: Verhinderung von Verkehrsunfällen, die durch unbeabsichtigtes Verlassen der Fahrspur entstehen können.

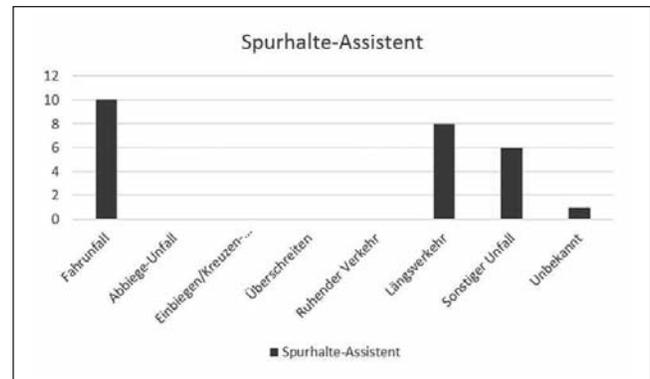
Auswertung: Informationen zu Fahrbahnmarkierungen und deren Sichtbarkeit sowie der Überschreitungswinkel der Fahrbahnmarkierung werden aufgenommen und für die Wirksamkeit des Systems mitbetrachtet. Potenzial des Systems liegt hauptsächlich bei Fahrerunfällen und Unfällen im Längsverkehr.



Elektronisches Stabilitätsprogramm:

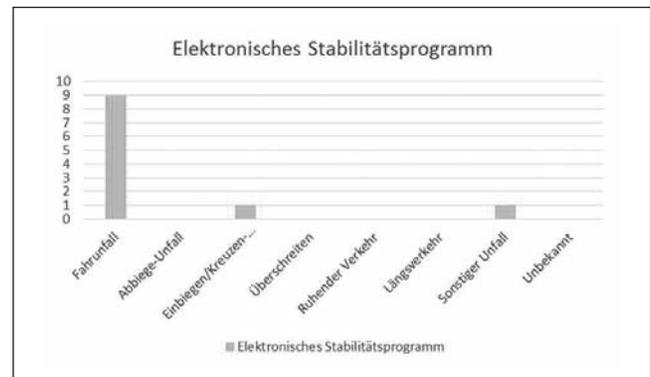
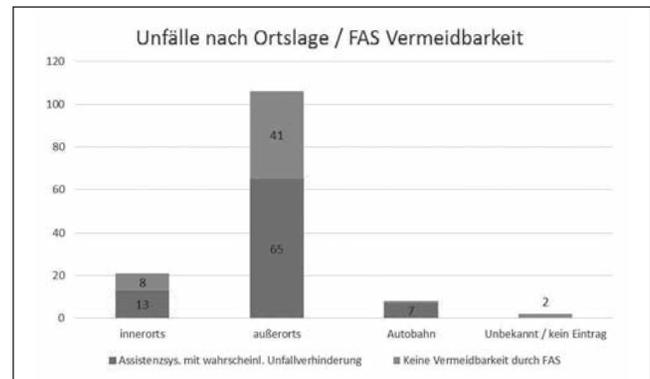
Aufgabe: Stabilisierung des Fahrzeugs in fahrdynamisch kritischen Situationen.

Auswertung: Dieses System hat sein Vermeidungspotenzial fast ausschließlich bei Unfällen mit dem Unfalltyp 1 (Fahrerunfall), da diesem ein Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug vorausgeht.



Fazit:

Fahrerassistenzsysteme können dem Fahrer etliche Aufgaben abnehmen und tragen maßgeblich zur Sicherheit bei. Problematisch kann ein eintretender Gewöhnungseffekt an solche Systeme sein. Bei Systemausfall oder bei einer Fahrt mit einem Pkw ohne Assistenzsysteme kann der Fahrer, welcher an die Assistenzsysteme gewöhnt ist, eventuell nicht mehr korrekt reagieren (Bsp. „Parkpiepser“).



Fahrerassistenzsysteme (FAS) und Automatisierung im Fahrzeug – wird daraus eine Erfolgsgeschichte?

Wolfgang Fastenmeier

1 Ausgangslage

Das Ende der 80er-Jahre des 20. Jahrhunderts initiierte PRO-METHEUS-Projekt (vgl. den Überblick von Braess & Reichart, 1995) stellte nicht nur den Startschuss zu weitreichenden Automatisierungsbestrebungen im Bereich der Fahrzeugführung dar, sondern hatte auch den Anspruch, noch bestehende Schwachstellen im Verkehr zu beseitigen und ihn mit größtmöglicher Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz zu gestalten. Heute stehen Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme (FAS/FIS) – oder allgemeiner formuliert – fahrzeugtechnische Hilfen dem Autofahrer grundsätzlich auf allen Ebenen der Fahrzeugführung zur Verfügung. Die verfügbare und genannte Bandbreite ist dabei groß: Sie reicht u. a. von Anti-Blockier- und Fahrstabilitätsregelungen über Navigationssysteme, Systemen zur Unterstützung der Längs- und Querführung (z. B. Adaptive Abstands- und Geschwindigkeitsregelung), Kreuzungsassistenten bis hin zu Konzepten eines autonomen oder vollautomatisierten Fahrens (Abb. 1). Neben der offensichtlichen begrifflichen Unschärfe und der unreflektierten Verwendung des Begriffs „Assistenzsystem“ fällt auf, dass die vorgestellte Evolution der Übernahme menschlicher Aufgaben hin zu einem technischen System mitunter geradezu euphorisch begrüßt und als selbstverständlich umzusetzende Aufgabe gilt. Nicht zuletzt deshalb, weil mit dem rasanten Fortschritt der Mikroelektronik in absehbarer Zukunft die Einführung

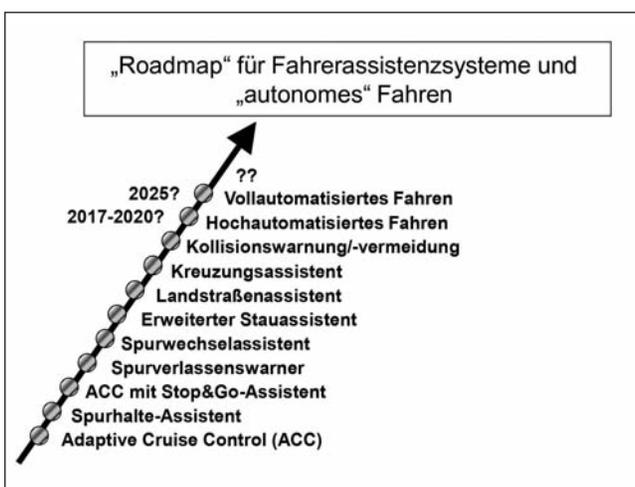


Abb. 1: „Roadmap“ für Fahrerassistenzsysteme und „autonomes“ Fahren (zusammengestellt nach Herstellerangaben, englische Begrifflichkeit übersetzt)

von Systemen ermöglicht wird, die bis vor wenigen Jahren noch als Zukunftsvisionen galten. Deren Entwicklung und Machbarkeit basieren vor allem auf rapide zunehmenden Prozessorleistungen, hoher Speicherkapazität, Zuverlässigkeit der Bauteile, hohen Integrationsgraden sowie nicht zuletzt auf einer günstigen Entwicklung der Kosten. Begleitet wurde diese Entwicklung im Bereich der Informationsverarbeitung durch gleichfalls rapide Fortschritte im Bereich der Sensorik.

Wie erwähnt, besteht der Nutzen dieser Systeme nicht nur in ihrer größeren Leistungsfähigkeit, sondern vor allem auch in einer erhöhten aktiven Sicherheit, indem sie

- Defizite bei der Aufnahme und Verarbeitung der relevanten Fahrerinformationen beseitigen,
- Fehlhandlungen des Fahrers vermeiden helfen,
- die Folgen von dennoch auftretenden Fahrfehlern mildern und
- die Beanspruchung des Fahrers durch Über- oder Unterforderung abbauen.

Rompe (2014) gibt einen Überblick zum Unfallvermeidungspotenzial heutiger Assistenzsysteme. Am Beispiel des Nutzens für Senioren wird deutlich: Nicht alle Systeme werden gleichermaßen positiv auf die Verkehrssicherheit wirken können, es hängt stark davon ab, ob tatsächlich Sicherheitseigenschaften oder lediglich Komfortaspekte im Vordergrund stehen und welche Unfallarten adressiert werden. Demnach besitzen v. a. zwei Systemtypen das größte Potenzial: Notbremsysteme, die bei rund 30–40 % aller Unfälle hilfreich wirken könnten, sowie der Kreuzungsassistent bei ca. 27 % aller Unfälle. Intelligente Lichtsysteme und Nachtsichtassistent, die häufig als besonders sicherheitsrelevant propagiert werden (siehe dazu auch die kritische Studie von Gründl, 2005), Querführungsassistenten und ACC (Adaptive Cruise Control) liegen dagegen z. T. im niedrigen einstelligen Bereich.

Grenzen und Risiken, die mit der Einführung solcher Systeme verbunden sind, werden dagegen eher selten thematisiert und gerade in den letzten Jahren scheint die Anzahl systematischer Untersuchungen abgenommen zu haben, die auf empirisch gestützter Basis die Frage nach dem optimalen Automatisierungsgrad beantworten könnten. Der folgende Beitrag versucht daher, neben ihren unbestritten positiven Aspekten auch einen Überblick zu möglichen Problemen der Automatisierung oder sogar negativen Auswirkungen

gen von Fahrerassistenzsystemen auf die Verkehrssicherheit zu geben.

2 Begrifflichkeit

Assistenz und Automatisierung

Folgt man deutschem Sprachgebrauch, dann bedeutet „assistieren“ „jemanden nach dessen Anweisungen an die Hand gehen“ (Duden). Reichart und Haller (1995, S. 205) erweitern diese Definition und formulieren: „Ziel einer Fahrerassistenz ist es, den Fahrer nach dessen Regeln und Erwartungen in der Erfüllung seiner Fahraufgaben zu unterstützen, ohne ihn zusätzlich zu belasten oder in seiner Entscheidungsfreiheit einzuschränken.“ Fahrerassistenzsysteme in diesem Sinne müssen, um diesem Anspruch gerecht zu werden, an die Aufgaben des Menschen als Fahrer im Straßenverkehr, kurz: an die Fahraufgabe anknüpfen. Diese wird nicht auf der Ebene des Gesamtsystems „Verkehr“, sondern im Rahmen des Konzepts „Mensch-Maschine-System“ (MMS) als Einheit „Fahrer-Fahrzeug-Straße“ analysiert. Hierbei wird häufig auf das hierarchische 3-Ebenen-Modell des Führens von Kraftfahrzeugen zurückgegriffen (vgl. z. B. Allen, Lunenfeld & Alexander, 1971; Gsalter, 1988). Diesem Modell zufolge bilden Navigation, Bahnführung und Stabilisierung in hierarchischer Stufenleiter die typischen Anforderungsformen der Fahraufgabe. FAS lassen sich dementsprechend danach unterscheiden, auf welcher Aufgabenebene bzw. bezüglich welcher Anforderungsform sie Hilfen und Unterstützung für die Bewältigung der Fahraufgabe liefern. So unterstützen z. B. Navigationssysteme bei der Bewältigung der Navigationsaufgabe, indem sie situations- und zeitgerechte Informationen für die Routenplanung, für die Umsetzung der geplanten Route und für evtl. bei Staus etc. notwendig werdende Änderungen der Route liefern. Andere Fahrerassistenzsysteme sind auf die Aufgabe der Bahnführung bezogen; so unterstützt z. B. ACC den Fahrer dabei, die Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Straßenverlauf und Abstand zu vorausbefindlichen Fahrzeugen oder Hindernissen zu regeln. Spurhaltesysteme und Fahrdynamiksysteme (wie ESP) schließlich dienen der Bewältigung der Aufgabe der Stabilisierung, indem sie das Fahrzeug in der Spur halten oder das Schleudern des Fahrzeugs verhindern (Tabelle 1). Demnach erfüllen insbesondere die auf die Manöver- bzw. Bahnführungsebene bezogenen Systeme das Kriterium der Assistenz. Die der basalen Stabilisierungsebene zugeordneten Systeme, die ohne Zutun des Fahrers arbeiten und von ihm nicht beeinflussbar sind, sollten demnach nicht als Fahrerassistenzsysteme bezeichnet werden, sondern als aktive fahrdynamische Sicherheitssysteme.

Damit wird auch klar: Neue Techniken im Fahrzeug verändern nicht nur die Aufgabenteilung zwischen Fahrer und Fahrzeug, sondern auch die Aufgaben des Fahrers, sie ändern dadurch die mentalen und psychomotorischen Leistungen, mit denen der Fahrer die Fahraufgaben bewältigt – modifizieren also die Anforderungen an das Verhalten – und können damit auch die Belastungen, denen er ausgesetzt ist und die eventuell daraus resultierende Beanspruchung beeinflussen. Generell können die neuen Aufgaben-

Tab. 1: Zuordnung unterstützte Fahraufgabenebene und FAS

Fahraufgabenebene	Systemkategorie	Zweck
Navigation	Telematiksysteme, z. B. Navigationssysteme	Fahrtroute planen und durchführen, situations- und zeitgerechte Informationen bereitstellen
Bahnführung	Fahrerassistenzsysteme, z. B. ACC (Adaptive Cruise Control)	Entlastung bei Längsführungsaufgabe durch Abstandsregelung zu vorausfahrenden Fz
Stabilisierung	Spurassistent, Fahrdynamiksysteme, z. B. ESP/DSC	Fz in der Spur halten, Schleudern des Fz durch Stabilisierungseingriff verhindern

stellungen leichter oder schwieriger ausfallen als die vergleichbaren Anforderungen bei konventionellen Lösungen; es kann also eine Entlastung oder eine Zusatzbelastung entstehen. Weder das eine noch das andere ist prinzipiell richtig oder falsch; wichtig ist vielmehr, dass es weder zu Unterforderungen noch zu Überforderungen kommt.

Eine weitere Strukturierungshilfe zur Begriffsbestimmung ist die sog. „Interventionstiefe“ (vgl. Marberger, 2007), also die Frage, welche Form der Information/Assistenz gewählt wird und wie stark automatisiert der Eingriff des Systems ist. Gerne werden hierzu Taxonomien zu Automationsstufen („Levels of Automation“) herangezogen, wie sie ursprünglich im Rahmen der Automatisierung in Großindustrieanlagen (z. B. Leitwarten in Chemie- und Atomkraftwerken) sowie der Luftfahrt entwickelt worden sind. Eine der bekanntesten Taxonomien ist die von Sheridan (2002), der 10 Stufen vorschlägt, wobei die niedrigste Stufe 1 einer vollständigen manuellen Kontrolle entspricht, die höchste Stufe 10 der Vollautomation ohne Eingriffsmöglichkeit des Menschen. In Stufe 5 führt das System eine Handlung aus, wenn sie vom Fahrer bestätigt wird. In dieser Einteilung bleibt allerdings unklar, wo die Grenze von Assistenz zu Automatisierung zu ziehen ist. Deshalb wird in Anlehnung an Fastenmeier, Stadler & Lerner (1995) sowie Marberger (2007) folgende Unterscheidung getroffen:

- Informierende Systeme: System-Output ist Information (z. B. Abstandsanzeige).
- Warnende Systeme: System-Output ist bewertete Information (z. B. Warnung bei Unterschreitung als kritisch definierter Abstände).
- Assistierende Systeme: System-Output ist ausgeführte, bewertete Information (z. B. Soll-Abstand und Geschwindigkeit werden vom System geregelt).
- Teilautonome Systeme: Unvollständige Funktionsübernahme durch das System, allerdings ist auch hier die Grenze zur Assistenz unscharf.
- Vollautonome Systeme: System-Output ist vollständig ausgeführte, bewertete Information ohne Fahreraktion.

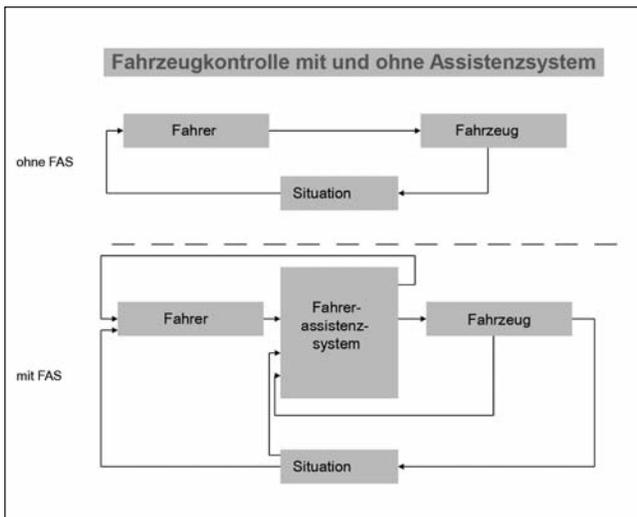


Abb. 2: Regelkreis der Fahrzeugkontrolle mit und ohne Assistenzsystem

Wie Abb. 2 deutlich macht, greift ein FAS in den konventionellen Regelkreis Fahrer-Fahrzeug-Situation ein, in dem es Information aus Fahrumgebung und Fahrzeug erfasst, die Fahrsituation bewertet, das Sollverhalten des Fahrzeugs bestimmt und einen Vergleich mit den vom Fahrer eingeleiteten Fahrmanövern durchführt. Das FAS ist demnach ein zusätzlicher Bestandteil des Regelkreises, der Fahrer bleibt in diesem Regelkreis aktiv („in-the-loop“), indem er z. B. das Gaspedal aktiv bedient, seine Wunschgeschwindigkeit einstellt und lenkt. Ein automatisch agierendes und intervenierendes System führt demgegenüber zu einer drastischen Veränderung des Regelkreises: Da das System alles automatisch macht, den Fahrer „ignoriert“, fällt der Fahrer aus dem Regelkreis heraus („out-of-the-loop“).

Ist Technik zuverlässiger als der Mensch?

Das Führen eines Fahrzeuges ist eine komplexe Aufgabe. Angesichts der großen Anzahl von Unfällen im Straßenverkehr könnte man leicht dazu verleitet werden, den Fahrer als „die Unfallursache“ bzw. als „das schwächste Glied“ des Mensch-Maschine-Systems in das Zentrum der Überlegungen zur Erhöhung der aktiven Sicherheit zu stellen. Und es scheint überall Allgemeingut zu sein, dass die Unfallursache „menschliches Versagen“ weit schwerer wiegt als die Unfallursache „technisches Versagen“. Insoweit scheinen Bestrebungen zur Automatisierung des Autofahrens auf den ersten Blick sehr naheliegend, da technische Systeme hinsichtlich Sicherheit und Effizienz in der Regel Vorteile gegenüber dem durchschnittlichen Fahrer zu besitzen scheinen. Um also Unzulänglichkeiten oder gar Fehler des Fahrers zu vermeiden, so wird häufig gefolgert, müsse man nur den Fahrer durch entsprechende technische Systeme „ersetzen“ – der Grundgedanke aller Automatisierungsbestrebungen.

Hier zeigt sich zunächst ein erschreckender Mangel an systemischer Denkweise, denn die Bemühungen setzen ja lediglich an einem Systemelement an (der Technik), und versuchen, durch Veränderungen an diesem isolierten Teilsys-

tem das Fahrverhalten zu verbessern, ohne Rückwirkungen auf die anderen Systemelemente zu bedenken. Ob zudem eine veränderte Aufgabenteilung zwischen Fahrer und Fahrzeug quasi „automatisch“ das Sicherheitsproblem im Straßenverkehr löst bzw. eine sinnvolle Maßnahme zur Erhöhung der aktiven Sicherheit darstellt, erscheint mehr als zweifelhaft. Denn zum einen ist die Handlungszuverlässigkeit des Fahrers im Straßenverkehr weit höher anzusiedeln, als es der oben angeführte Vergleich zwischen den Unfallursachen „menschliches Versagen“ und „technisches Versagen“ nahelegt. Statistisch gesehen ist nämlich der Unfall ein seltenes Ereignis: Ein Fahrer hat im Durchschnitt alle 150.000 km einen Bagatellunfall und alle 90 Millionen km einen Unfall mit einem tödlich Verletzten. Berücksichtigt man weiter, dass pro gefahrenem Kilometer durchschnittlich 125 Beobachtungen gemacht und 12 Entscheidungen getroffen werden, dann ergibt sich aus diesen Zahlen, dass es nach ca. 10 Mrd. Beobachtungen und 1 Mrd. Entscheidungen zu einer Fehlentscheidung kommt, die zu einem tödlichen Unfall führt (vgl. Huss, 1999). Diese Berechnung bezieht sich allerdings auch wieder lediglich auf das Systemelement „Fahrer“ und vernachlässigt das Gesamtsystem, das als fehlertolerantes System bezeichnet werden kann: Auch andere Fahrer, die Fehler anderer Fahrer kompensieren, ein guter Ausbaurzustand der Verkehrswege, gute passive und aktive Sicherheitstechnik im Fahrzeug tragen insgesamt dazu bei, die Handlungszuverlässigkeit des Fahrers zu erhöhen. Dennoch sollte aus dem Rechenbeispiel klar geworden sein: Es bedürfte eines erheblichen Aufwands, um die Zuverlässigkeitswerte des Fahrers im Straßenverkehr mit technischen Komponenten zu übertreffen.

Bei der Entwicklung und Erprobung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen hat sich daher mit Recht die Auffassung durchgesetzt, dass der Fahrer als entscheidende Komponente im System Fahrer-Fahrzeug-Straße anzusehen ist. D. h., im Zentrum aller Maßnahmen zur Erhöhung der aktiven Sicherheit steht der Fahrer, der sich als vergleichbar zuverlässiges Glied in diesem System erwiesen hat. Dabei wird gar nicht geleugnet, dass trotz dieser relativen Zuverlässigkeit des Fahrers Fehler bzw. ein Fehlverhalten aufgrund von Mängeln bei der Informationsaufnahme, bei der Informationsverarbeitung oder bei der Informationsumsetzung auftreten können. Genau an diesem Punkt setzt ja gerade die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen an.

3 Problembereiche beim Einsatz von elektronischen Hilfen und Fahrerassistenzsystemen

Wenn es nun um Neuerungen insbesondere in der Fahrzeugtechnik geht, stellt sich fast immer die entscheidende Frage: Wie geht der Mensch mit der neuen Technik um und wie beeinflusst die Technik das Verhalten des Menschen, speziell das Fahrverhalten. Neben der Frage nach der technischen Systemzuverlässigkeit sind hier zwei Kriterien zur Bewertung von FAS angesprochen: Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und die Qualität der Mensch-Maschine-Interaktion (wie effizient, effektiv und zufriedenstellend ist die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstel-

le?). In Flugzeugführung und Großindustrieanlagen besitzt die Automatisierung im Vergleich zum Automobil einen schon beinahe jahrzehntelangen „Vorsprung“. Insbesondere in der Luftfahrt erhöht die Automatisierung die gesamte Systemzuverlässigkeit und entlastet die Piloten. Eine Reihe schwerer Zwischenfälle, die ausführlich analysiert wurden, zeigte aber auch: Die Komplexität der Automatisierung wird von den Piloten selbst nach beträchtlicher Erfahrung nicht immer verstanden (z. B. Billings, 1997). Leider liegen im Automobilbereich nur wenige Arbeiten zu Folgen der Automatisierung vor. Nachfolgend soll daher überblicksartig auf eine Reihe wichtiger Problembereiche eingegangen werden, die bei der Einführung von Assistenzsystemen berücksichtigt werden müssen.

Ironien der Automation

Eine in diesem Kontext berühmte Arbeit ist die von Bainbridge (1983) mit den von ihr beschriebenen „Ironien der Automation“. Sie verweist zunächst auf das Design eines vorliegenden Gesamtsystems und stellt fest: Designfehler unterschiedlicher Art sind häufig Ausgangspunkt und Hauptquelle von Handlungs- und Bedienfehlern derjenigen, die in einem solchen System die Ausführenden sind. Da der Fahrer, Pilot etc. derjenige ist, der in diesem System aktiv agiert, ist es auch nicht angängig, ein Systemversagen allein dem Teilsystem Mensch anzulasten. Weiter belässt Automation häufig die Aufgaben, die nicht automatisiert werden können, beim Menschen, nimmt ihm u. U. „leichte“ Aufgabenelemente weg, belässt ihm die „schweren“ Teilaufgaben und macht damit die Gesamtaufgabe schwerer. Eine der denkbar schlechtesten Strategien ist es auch, Regelungsaufgaben zu automatisieren, denn dabei verbleiben dem Menschen im Wesentlichen zwei Aufgaben: Überwachung und Übernahme. Dazu bedarf es sowohl manueller Fertigkeiten als auch kognitiver Fähigkeiten. Das kann kein erwünschter Aspekt menschlicher Leistung sein, denn die dazu notwendige Vigilanz/Daueraufmerksamkeit ist keine Stärke menschlicher Informationsverarbeitung. Angesichts dessen erscheint es nahezu unmöglich, im Sinne der Systemtransparenz ständig über den aktuellen Systemzustand mit beträchtlicher Komplexität informiert zu sein und bei Bedarf, also unter abnormalen und zeitkritischen Bedingungen, entsprechende Aktionen ausführen zu können. So werden (meist in Fahrstudien) zunehmende Übernahmezeiten mit steigenden Automatisierungsgraden berichtet (Ruttke, 2013; Vollrath, 2014). Dazu kommt: Wenn der menschliche „Operator“ nicht in den Regelkreis eingebunden ist, wird er kein ausreichendes Wissen über den aktuellen Systemzustand haben können. Auch die „Enttrivialisierung“ des Fehlers kann resultieren: Aus einem an sich harmlosen Fehler erwächst aus mangelnder Einsicht in das System u. U. ein katastrophaler Fehler.

Akzeptanz

Entscheidend für die Verbreitung neuer Assistenzsysteme ist die Akzeptanz durch den Fahrer. Dieser muss davon überzeugt sein, dass solche Systeme einen Beitrag zur Erhöhung seiner Sicherheit (und auch seines Komforts) dar-

stellen. Dabei gilt grundsätzlich: Wenn eine Person eine Aufgabe in die Verantwortung einer anderen Person oder Maschine übergibt und dadurch den Grad der Selbstbestimmung reduziert, erwartet sie, dass sie sich dadurch einem deutlich geringeren Risiko aussetzt. Bezogen auf Fahrerassistenzsysteme, die wie z. B. ACC in bestimmten Verkehrssituationen Fahraufgaben teilautomatisch durchführen, heißt das also: solche Systeme müssen durchgehend fehlerfrei und zuverlässig arbeiten. Handelt es sich um informationsdarbietende Systeme (z. B. Navigationssysteme, Abbiegeassistent), dann dürfen diese keine Fehlinformationen liefern und die Informationen müssen den subjektiven Erfahrungen und Erwartungen des Fahrers entsprechen. Zudem erscheint die Akzeptanz durch die Fahrer umso geringer, je mehr die Systeme das Fahrverhalten verändern (Fastenmeier, Stadler & Lerner, 1995; Vollrath, 2014). Die Akzeptanz beschränkt sich aber nicht auf den Bereich der technischen Zuverlässigkeit der Systeme. Auch soziale und emotionale Aspekte spielen hier eine nicht zu unterschätzende Rolle (vgl. Arndt, 2011). Das Fahrzeug hat oft die Rolle eines Statussymbols und mit dem Führen eines Fahrzeugs werden häufig Emotionen wie Spaß am Fahren oder das Fahren als Herausforderung verbunden.

Reaktanz

Mit dem sozialpsychologischen Konzept der Reaktanz werden negative Affekte und Verhaltensweisen beschrieben, die darauf abzielen, eine erlebte Freiheitseinschränkung rückgängig zu machen. Die Entstehung von Reaktanz scheint ein grundlegendes Verhaltensprinzip zu sein, das dem Erhalt der Kontrolle und damit der psychischen Gesundheit dient. Assistenzsysteme können z. B. dann Reaktanzen auslösen, wenn sie eine gewohnte Verhaltensweise einschränken oder ein bestimmtes Verhalten erzwingen. Ein typisches Beispiel ist hierfür ISA (Intelligent Speed Adaptation): ISA-Systeme, die lediglich Geschwindigkeitsempfehlungen einspeisen, führen zu positiver Akzeptanz, geringerer Geschwindigkeitsvarianz und besserer Befolgung von Verkehrsregeln. Umgekehrt könnte eine als erzwungen erlebte Nutzung von ISA-Systemen (die also direkt und ohne Zutun des Fahrers die Motorleistung entsprechend der gerade zulässigen Geschwindigkeit drosseln) zu Widerständen führen, die sich in Frustration und einer erhöhten Aggressions- und Risikobereitschaft niederschlagen (vgl. Saad et al., 2004). Besonders anfällig für Reaktanz dürften dabei Fahrer sein, für die das Autofahren mehr als eine effektive Art ist, vom Ausgangspunkt A zum Zielort B zu kommen, weil ihnen diese Transportart z. B. Fahrfreude vermittelt. Das gilt aber auch für Personen, die aus beruflichen oder organisatorischen Gründen unter Zeitdruck stehen.

Reaktive Verhaltensanpassungen

Die sicherheitstechnische Optimierung der Fahrzeuge führt nicht automatisch zu höherer Verkehrssicherheit: ein Zuwachs an technischer Sicherheit durch elektronische Hilfen und Assistenzsysteme wird vom Fahrer möglicherweise durch riskantere Fahrweise wieder aufgezehrt. Dies

könnte sich z. B. in der Wahl kürzerer Zeitlücken manifestieren. Aus Feldstudien liegen Hinweise zu Effekten von ACC vor (Chaloupka et al., 1998; Fastenmeier, Stadler & Lerner, 1995, Vollrath, 2014): So bleibt einerseits wie erwünscht ein entlastender Effekt für den Fahrer bei der Längsführung (v. a. Komfortaspekt) zu konstatieren, Geschwindigkeiten werden homogener, das Abstandsverhalten verbessert sich, Fehler und Konflikte bei der Längsführung nehmen ab. Andererseits gehen offenbar die homogeneren Geschwindigkeiten zulasten von Situationen, in denen langsamer gefahren werden sollte, die Vorsicht und Rücksicht gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern nimmt ab, das Situationsbewusstsein wird geringer. Ähnliches zeigt sich bei Kolonnenfahrten mit automatischer Koppelung: positiver Effekt in diesem Modus, aber bei nachfolgender manueller Fahrt, also in Situationen, in denen ACC nicht wirkte, wurde mit stark verkürzten, sicherheitskritischen Zeitlücken gefahren (Wille, Eick & Debus, 2004, zit. nach Vollrath & Krems, 2011). In einer Fahrsimulatorstudie fanden Vollrath, Schleicher & Gelau (2011), dass Fahrer im Nebel mit ACC etwa 10 km/h schneller fuhren als ohne System und dass es in kritischen Situationen zu verlangsamten Reaktionen kam. Dies könnte sowohl auf ein Aufmerksamkeitsproblem hindeuten als auch darauf, dass die Fahrer die Verantwortung an das technische System delegieren. Insgesamt existiert hier aber nach wie vor ein erheblicher Untersuchungsbedarf.

Ablenkungseffekte

Visuelle Informationen sind für den Fahrer unbestreitbar wichtig und eine zentrale Anforderung an den Fahrer. Informationsdarbietende Systeme wie z. B. Navigationssysteme erscheinen deshalb mitunter problematisch: Der notwendige Blick auf ein Display sowie ggf. zusätzlich akustisch dargebotene Informationen können aufgrund von Ablenkungseffekten zu einer Beeinträchtigung bei der Bewältigung der Bahnführungs- und Stabilisierungsaufgabe, also zu erhöhter mentaler Beanspruchung und letztlich – wenn "resource-limited conditions" (sensu Norman & Bobrow, 1975) entstehen, zu Fahrfehlern führen. Verschiedene systematische Erfahrungen zeigen auch: Personen, die mit einem adaptiven Tempomaten oder mit einem Assistenzsystem zur Spurhaltung fahren, sind offenbar vielmehr versucht, im Auto zu telefonieren und anderen Tätigkeiten nachzugehen. Entsprechend richtet sich die Aufmerksamkeit eher auf diese anderen Tätigkeiten als auf den Verkehr. Das ist gefährlich, denn es wird umso schwieriger, die Aufmerksamkeit wieder auf die Straße zurückzuführen (Wandke, 2014). Gstalder, Galsterer & Fastenmeier (1995) konnten nachweisen, dass die Nutzung der optischen Information von Navigationssystemen gerade in komplexen Situationen wie Kreuzungen häufig zu Fahrfehlern wie Rotlichtmissachtung, Abbiegen trotz Verbots oder Gefährdung nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer führen kann. Insgesamt scheint die Veränderung des Aufmerksamkeitsfokus und des Situationsbewusstseins für assistiertes und teilautonomes Fahren zum Teil bereits nachgewiesen zu sein: so fallen bei Kollisionswarnung unerwünschte Augenbewegungen von der Straße zur Anzeige an (Ruttke, 2013).

Ergonomische Gestaltung

Das Ablenkungsproblem macht deutlich, dass für die Entwicklung von elektronischen Hilfen und Assistenzsystemen einer psychologisch günstigen Gestaltung codierter Informationen eine besonders große Bedeutung zukommt. Dabei geht es darum,

- Informationen eindeutig und klar verständlich anzubieten;
- die Informationen entsprechend der Fahrebenen bzw. -aufgaben zu hierarchisieren;
- ein entsprechendes Informationsmanagement zu installieren,
- sicherheitsfördernde Informationen redundant zu liefern;
- die Art der Information nach Modalität (optisch/akustisch) und nach ihrer Menge sorgfältig auszuwählen.

Eine optimale Funktionsweise basiert also hauptsächlich auf folgenden Kriterien: Die dargebotenen Informationen müssen zeitgerecht, relevant, situationsspezifisch, adäquat und klar verständlich sein; und nicht zuletzt: sie müssen auch vom Fahrer akzeptiert werden.

„Over-reliance“

Ein Mensch, der innerhalb eines Mensch-Maschine-Systems eine Aufgabe zu lösen hat, darf sich nie „blind“ auf die Empfehlungen eines technischen Teilsystems verlassen und seine Verantwortung an dieses System delegieren (Brookhuis, DeWaard & Janssen, 2001; Östlund et al., 2004). Vollrath (2014) stellt Hinweise auf geringeres Situationsbewusstsein fest; belegt ist auch das Auftreten von „Kommandoeffekten“, d. h. das unmittelbare Ausführen oder Einleiten von Fahrmanövern aufgrund von Systemempfehlungen ohne notwendiges Sichern (Gstalder, Galsterer & Fastenmeier, 1995).

Systemmissbrauch

Hierunter wird meist ein vom Hersteller nicht vorgesehener Gebrauch, oft auch über Auslegungsgrenzen hinaus, eines Systems verstanden. Der Fahrer steigert damit den subjektiven Nutzen eines FAS und nimmt bewusst Sicherheitsrisiken in Kauf (vgl. Marberger, 2007). Ein typisches Beispiel ist die Nutzung eines ACC-Systems bei Nebel oder schlechten Sicht- und Wetterverhältnissen, um schneller und mit geringeren Abständen fahren zu können. Aber auch die Nutzung eines Spurassistenten, um die Aufmerksamkeit auf andere Tätigkeiten während der Fahrt richten zu können, würde unter diese Rubrik fallen.

Fahrergruppenspezifische Bedürfnisse

Fahrerassistenzsysteme müssen, sollen sie ihrem Anspruch zu assistieren gerecht werden, in der Lage sein, sich an die spezifischen Bedürfnisse unterschiedlicher Fahrergruppen anzupassen. Solche fahrergruppenspezifische Bedürfnisse differenzieren sich einerseits nach individuellen Faktoren wie Alter, Fahrerfahrung und Wahrnehmungsstilen (vgl. u. a. die differenzierte Darstellung des

Nutzens altersbezogener FAS von Rompe, 2012). Andererseits verdanken sie sich auch fahrtspezifischen Faktoren wie z. B. dem Fahrtzweck (z. B. Fahrt zur Arbeit oder in den Urlaub), oder auch dem Zeitdruck und der Tagesbefindlichkeit. Fahrerassistenzsysteme sollten also langfristig in der Lage sein, interaktiv auf die unterschiedlichen gruppenspezifischen Fahrerbedürfnisse einzugehen, d. h. die jeweiligen Antizipationen, Entscheidungen und Risikowahrnehmungen der Fahrer zu berücksichtigen, für die ein konkreter Nutzen in der täglichen Erfüllung der Fahraufgabe nachzuweisen ist und die harmonisch in die vorhandenen hochroutinisierten Verhaltensmuster des Fahrers integriert sind.

Fertigkeitsverluste/“Deskilling“

Dieser Sachverhalt verweist zum einen auf die Ironien der Automation (siehe Systemübernahme), kann aber auch auf schlichten Übungsverlust beispielsweise in der Navigation angewandt werden: Verkümmern von Fertigkeiten durch andauernde Nutzung von Navigationssystemen, da automatisierte räumlich-zeitliche Verhaltensmuster auf höherer Ebene vom System erledigt werden und die ursprüngliche menschliche Basis von Wissen und Regeln verloren geht. Salopp ausgedrückt: Kann sich ein „navigewohnter“ Nutzer auch ohne technische Hilfen noch ausreichend orientieren?

Systemfunktionalität/Systemtransparenz

Gerade die menschliche Fähigkeit zur situativ, damit auch zeitlich angepassten Informationsverarbeitung in Abhängigkeit von statischen und dynamischen Merkmalen der umgebenden Situation unterscheidet die „Fahrersicht“ von einer „Sensorsicht“ und macht sie ihr prinzipiell überlegen. Das bedeutet u. a., dass ein FAS transparent agieren sollte und nicht entgegen den Fahrererwartungen reagiert (mentales Modell des Fahrers über aktuelle Situation) und dass eine Übernahme der Systemfunktionen durch den Fahrer (z. B. bei Systemausfall und Grenzen der Systemfunktionalität) jederzeit reibungslos möglich ist. Hierzu sind unter anderem die kritischen Zeitpunkte derjenigen Situationen zu bestimmen, in denen entweder Änderungen von Funktionszuweisungen erfolgen oder in denen dem Fahrer unmissverständlich rückgemeldet werden muss, wann das System keine Unterstützung bereitstellt, wo also Systemgrenzen erreicht werden.

Hybridverkehr

Laut DAT (2014) liegen die Ausrüstungsgrade von FAS wie ACC, Spurwechselhilfen etc. im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Wie Verkehrssimulationen zeigen, besitzen z. B. ACC-Systeme das Potenzial, den Verkehrsfluss zu homogenisieren und den Kraftstoffverbrauch zu senken (insbesondere im Lkw-Bereich). Es wäre interessant zu erheben, ob diese positiven Effekte nur bei einem hohen Ausrüstungsgrad eintreten, oder ob sich beim herrschenden Hybridverkehr – also dem gleichzeitigen Auftreten von mit FAS ausgerüsteten und nicht mit FAS ausgerüsteten Fahrzeugen – diese Effekte ggf. ins Gegenteil verkehren.

4 Fazit

Die Entwicklung der FAS ist noch nicht abgeschlossen. Neben den grundsätzlich positiven Auswirkungen moderner Fahrzeugtechnik auf Komfort, Effizienz und Sicherheit ist es aber auch notwendig, mögliche negative Erscheinungen in Zukunft genau zu beobachten. Im Gegensatz zu Automatisierungskonzepten – die zu einer Aufgabenverschiebung weg von der Steuerung hin zu einer verstärkten Überwachung führen – bleibt dem Fahrer im Konzept der Fahrerassistenz durch stets übersteuerbare Unterstützung seine aktive Rolle im Fahrer-Fahrzeug-Wirkkreis erhalten. Der Fahrer soll durch Information, Warnung oder Regelung bei der Bewältigung seiner Fahraufgabe unterstützt werden, ohne ihn zusätzlich zu belasten oder in seiner Verantwortung einzuschränken. In welchen Situationen dies langfristig erfolgreich möglich ist, hängt davon ab, inwiefern die verfügbare Technik optimiert bzw. weiterentwickelt werden kann und ob weiterhin systematische Überprüfungen und empirische Evaluationen von FAS-Effekten erfolgen, da das Fahrerverhalten nicht vom grünen Tisch aus prognostizierbar ist. Anzeige-, Bedien- und Interaktionskonzepte erfordern hohe Transparenz und Bediensicherheit und sie müssen systematisch überprüft und empirisch in ihren Auswirkungen auf das Fahrerverhalten evaluiert werden. Zwar ist das Bestreben vorhanden, die Wechselbeziehungen zwischen den Teilsystemen des Straßenverkehrssystems zu optimieren, leider muss jedoch auch gesagt werden: die entsprechenden Maßnahmen sind nicht immer aufeinander abgestimmt, in ihrer technischen Realisierung häufig suboptimal und vernachlässigen Informationsbedarf und Verarbeitungskapazität des Fahrers. Nicht alles, was technisch machbar erscheint, ist auch sinnvoll und von Nutzen für den einzelnen Verkehrsteilnehmer. Daher sind Schnittstellen zwischen den physikalischen Systemen und dem Humansystem zu schaffen, die den Wahrnehmungsgewohnheiten, Leistungsmöglichkeiten und Bedürfnissen der Verkehrsteilnehmer gerecht werden und damit Handlungsfehler vermeiden helfen.

Eine besondere Herausforderung für die nächsten Jahre stellt die erwähnte Berücksichtigung fahrergruppenspezifischer Bedürfnisse dar. Dies betrifft einerseits Überlegungen, die man als „Differenzielle Fahrzeuggestaltung“ bezeichnen könnte:

- Entwicklung individueller, fahrergruppenspezifischer Hilfen/Systeme
- optimale Anpassung von Fahrer bzw. Fahrergruppe und Fahrzeug
- Fahrer und Fahrzeug als gegenseitiges „Korrektiv“, um situationsangepasste Fahrweise zu erreichen.

Erst mit den genannten Weiterentwicklungen erreichen Fahrerassistenzsysteme auch das Potenzial, das eingangs formuliert worden ist. Langfristig scheinen nur diejenigen interaktiven Assistenzsysteme einen Sicherheitsgewinn zu versprechen, die unter Einbeziehung der Fahrerbedürfnisse konzipiert sind, also seine Antizipationen, Entscheidungen und individuelle Risikowahrnehmung berücksichtigen, für die ein konkreter Nutzen in der Erfüllung der täglichen Fahraufgaben nachzuweisen ist und die harmonisch in die vor-

handenen, hochroutinisierten Verhaltensmuster des Fahrers integriert sind. Entwurf und Konstruktion wirksamer FAS setzen Kenntnis voraus (vgl. Fastenmeier & Gstalter, 2007):

- der zugrunde liegenden Fahraufgaben und ihrer Teilaufgaben
- der daraus resultierenden mentalen und psychomotorischen Leistungen, mit denen die jeweiligen Fahraufgaben bewältigt werden (Anforderungen)
- der damit verbundenen Möglichkeiten und Grenzen menschlicher Informationsverarbeitung sowie
- der motivationalen Voraussetzungen bei den Verkehrsteilnehmern.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten: Fahrerassistenzsysteme zeichnen sich dadurch aus, den Fahrer bei der Bewältigung der Fahraufgabe bzw. den darin enthaltenen Anforderungsformen Navigation, Bahnführung und Stabilisierung „nach dessen Anweisungen an die Hand zu gehen“. Assistenzsysteme stellen hierfür die für den Fahrer erforderlichen Informationen bereit und setzen die vom Fahrer an das System gegebenen Informationen bzw. Anweisungen gemäß dessen Vorstellungen in Fahrmanöver um. Der Grad an Informationsbereitstellung und Informationsumsetzung in Aktionen bestimmt dabei die verschiedenen Ausprägungsgrade von Fahrerassistenzsystemen. Die wesentlichen Merkmale einer solcherart verstandenen Fahrerassistenz zeigt folgende Auflistung (nach Reichart & Halter, 1995):

- Integration in die Fahraufgabe
- Aktive Rolle des Fahrers im Fahrer-Fahrzeug-Wirkkreis bleibt erhalten
- Situationspezifische Assistenzfunktionen
- Stets überspielbar
- Toleranz gegenüber Bedienfehlern
- Beherrschbar bei Ausfällen
- Sicheres, konsistentes, transparentes Bedien- und Interaktionskonzept
- Adaptation an verschiedene Fahrergruppen
- Sicherstellung der Gültigkeit von mentalen Modellen
- Rückmeldung an den Fahrer (z. B. „Teach-back“-Funktionen).

Ob die Konzepte des hochautomatisierten und vollautomatisierten Fahrens wirklich tragfähig sind, erscheint aus heutiger Sicht noch zweifelhaft. Denn was ist die Zukunftsvision? In hochautomatisierten Systemen muss der Fahrer das System nicht mehr dauerhaft überwachen, das Fahrzeug übernimmt Längs- und Querführung (für eine gewisse Zeit und/oder in spezifischen Situationen) und Systemgrenzen werden alle vom System erkannt; der Fahrer hat ausreichende Zeit zur Übernahme. In vollautomatisierten Systemen übernimmt das Fahrzeug die Längs- und Querführung vollständig in einem definierten Anwendungsfall, der Fahrer muss dabei nicht überwachen (vgl. VDA, 2014). Genau daraus resultieren möglicherweise die beschriebenen Ironien der Automation. Deshalb sollten empirisch-systematisch – und nicht nur aus technischer, sondern auch und gerade aus humanwissenschaftlicher Perspektive – folgende Themen bearbeitet und gewissermaßen als Forschungsprogramm der nächsten Jahre betrachtet werden:

- Wo braucht der Fahrer wirklich Hilfe (Informationsbedürfnis und Informationsdefizite)?
- Ist Automation besser/zuverlässiger als der Mensch?
- Die Car-to-X-Kommunikation hat erst dann tatsächlich eine Zukunft, wenn Datensicherheit und Datenschutz gewährleistet werden können.
- Studien zu Effekten vorhandener FAS.
- Sammlung, Auswertung und Bewertung bisheriger Studien zu FAS (Metaanalyse).
- Vollständiges Verständnis aller Risiken.
- Strategien zur Vermeidung von Missbrauch.
- Methoden im Entwurfs- und Entwicklungsprozess:
- Prospektive Risikoeinschätzung unter Berücksichtigung des Fahrerverhaltens, da wir nicht auf Erfahrungen zum realen Unfallgeschehen „warten“ können;
- Datengestützte Bewertung der Sicherheit;
- Datenbanken zur Bewertung von FAS nach Verkehrssituationen und Fahrergruppen.
- Optimierung der Informationsdarbietung (Informationsmanager).
- Erweitertes Fahrertraining für Gebrauch von FAS; dies erscheint insbesondere deshalb notwendig, da die Systeme komplex und nicht selbsterklärend sind.

Der Bogen zurück zum eingangs erwähnten PROMETHEUS-Projekt ist hier im Übrigen leicht zu schlagen, sind doch einige der angesprochenen Themen bereits damals als Grundprobleme der Bewertung und Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen begriffen worden.

Literatur

- Allen, T. M.; Lunefeld, H.; Alexander, G.J.; 1971. Driver information needs. Highway Research Record 366, 102–115.
- Arndt, S. (2011). Evaluierung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen. Wiesbaden: Springer VS Research.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. *Automatica*, 19, 775–779.
- Billings, C. E. (1997): Evolution of Aircraft Automation. In *Aviation Automation: The Search For A Human-Centered Approach*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Braess, H. H.; Reichart, G. (1995). PROMETHEUS: Vision des “intelligenten Automobils auf der intelligenten Straße” – Versuch einer kritischen Würdigung. *Automobiltechnische Zeitschrift*, 97, 4–6, 200–205, 330–334.
- Brookhuis, K; DeWaard, D.; Janssen, W. (2001). Behavioural impacts of Advanced Driver Assistance Systems – an overview. *EJTIR*, 1, 245–253.
- Chaloupka, C. et al. (1998). Auswirkungen neuer Technologien im Fahrzeug auf das Fahrverhalten. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Heft M84. Bremerhaven: nw-Verlag.
- DAT (2014). Ausrüstungsgrad der Fahrzeuge 2013.
- Duden (1984). Das Fremdwörterbuch. Bibliographisches Institut: Mannheim.
- Fastenmeier, W. (Hrsg.) (1995). *Autofahrer und Verkehrssituation – Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme*. Köln: Verlag TÜV Rheinland (Mensch-Fahrzeug-Umwelt, Bd. 33).

- Fastenmeier, W.; Gstalter, H. (2007). Driving Task Analysis as a Tool in Traffic Safety Research and Practice. *Safety Science*, 45, 952–979.
- Fastenmeier, W.; Stadler, P.; Lerner, G. (1995). Situationsbezogene Fahrerunterstützung durch AICC. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation – Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (S. 181–198). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Gründl, M. (2005). Fehler und Fehlverhalten als Ursache von Verkehrsunfällen und Konsequenzen für das Unfallvermeidungspotenzial und die Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen. Dissertation, Universität Regensburg.
- Gstalter, H. (1988). Transport und Verkehr. In Frey, D., Graf Hoyos, C. & Stahlberg, D. (Hrsg.), *Angewandte Psychologie – Ein Lehrbuch* (S. 317–337). Weinheim: PsychologieVerlagsUnion.
- Gstalter, H.; Fastenmeier, W. (2005). Anforderungen der Fahraufgabe und tatsächliches Fahrverhalten – Ergebnisse eines Soll-Ist-Vergleiches mit der neuen Analysemethode SAFE. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 51, 76–82.
- Gstalter, H.; Fastenmeier, W. (2010). Reliability of drivers in urban intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 225–234.
- Gstalter, H.; Galsterer, H.; Fastenmeier, W. (1995). Sicherheitsauswirkungen des Leit- und Informationssystems Berlin (LISB). In Fastenmeier, W. (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation – Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (S. 97–122). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Huß, C. (1999). Intelligent Speed Adaption. ISM-Workshop 22.9.1999, Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach.
- Kleblsberg, D. (1982). *Verkehrspsychologie*. Berlin: Springer.
- Marberger, C. (2007). Nutzerseitiger Fehlgebrauch von Fahrerassistenzsystemen. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Heft F63. Bremerhaven: nw-Verlag.
- Norman, D.A.; Bobrow, D. (1975). On data-limited and resource-limited processing. *Journal of Cognitive Psychology*, 7, 44–60.
- Östlund et al. (2004). Driving performance assessment – methods and metrics. AIDE Deliverable AIDE_D2-2-5.pdf.
- Reichart, G.; Haller, R. (1995). Mehr aktive Sicherheit durch neue Systeme für Fahrzeug und Straßenverkehr. In Fastenmeier, W. (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation – Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (S. 199–216). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Rompe, K. (2012). Unfallrisiken der Senioren am Steuer und Möglichkeiten zur Reduzierung durch intelligente Fahrzeugtechnik. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 58, 129–134.
- Rompe, K. (2014). Was kann die Technik – was nicht? Möglichkeiten zur Reduzierung der Unfallrisiken älterer Autofahrer durch intelligente Fahrzeugtechnik. Hauptversammlung 2014 der Landesverkehrswacht Nordrhein-Westfalen e.V., Gütersloh, 9.5.2014.
- Rompe, K. (2014, i. Ersch.). Bestimmung elektronischer Pkw-Sicherheitssysteme mit besonderem Nutzen für Senioren durch detaillierte Betrachtung des Unfallgeschehens. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*.
- Ruttke, T. (2013). Automatisiertes Fahren und Fahrerverhalten: Potentiale und Gefahren auf dem Weg zur Automatisierung. DVR-Kolloquium Verkehrssicherheit: Braucht uns das Auto noch? Automatisiertes Fahren und die Folgen. Bonn, 11.12.2013.
- Saad, F. et al. (2004). Literature review of behavioural effects. AIDE Deliverable AIDE_D1-2-1.pdf.
- Sheridan, T. B. (2002). *Humans and Automation: System Design and Research Issues*. New York: Wiley.
- VDA (2014). Motivation und Handlungsbedarf für Automatisiertes Fahren. Technischer Beirat der FSD in Radeberg, 27.03.2014, VDA Arbeitskreis Automatisiertes Fahren.
- Vollrath, M. (2014). Entlastung durch Assistenzsysteme – zu viel des Guten? Fachtagung 2014 der Deutschen Verkehrswacht, 23.5.2014, Berlin.
- Vollrath, M.; Krems, J. (2011). *Verkehrspsychologie*. Ein Lehrbuch für Psychologen, Ingenieure und Informatiker. Stuttgart: Kohlhammer.
- Vollrath, M.; Schleicher, S.; Gelau, C. (2011). The influence of cruise control and adaptive cruise control on driving behaviour – a driving simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 1134–1139.
- Wandke, H. (2014). *Ingenieurpsychologie*. Report Psychologie, Newsletter 9–2014; www.report-psychologie.de/thema-des-monats.

Der Einfluss von Sanktionen auf das Verhalten im Straßenverkehr

Rainer Banse, Judith Koppehele-Gossel, Malgorzata Zöhner, Wolfgang Schubert

Der Einfluss von Sanktionen auf das Verkehrsverhalten ist relativ gut untersucht. Es gibt neuere und sehr umfassende Studien in Deutschland (z. B. Stern, Schlag, Schade, Rößger, Fischer, Schade, 2006), in der Schweiz (Siegrist, Bächli-Biétry, Vaucher, 2000; Siegrist, Roskova, 2001) und eine große Anzahl weiterer empirischer Studien in Kanada, Australien, den USA und anderen Ländern. Die angedrohten und verhängten Sanktionen bei Verkehrsverstößen sind jedoch nur ein Faktor unter vielen, die das Verkehrsverhalten im Allgemeinen und die Regelbefolgung im Besonderen beeinflussen. Die Wirkung von Sanktionen muss daher in einem größeren Zusammenhang betrachtet werden.

Beispielhaft für die Regelbefolgung soll im Folgenden der Fall der Geschwindigkeitsbegrenzung betrachtet werden. Zunächst kann man annehmen, dass Verkehrsteilnehmer eine bestimmte Geschwindigkeit als angemessen erleben. Diese erwünschte Geschwindigkeit ergibt sich aus der subjektiven Einschätzung der Verkehrssituation (z. B. dem Zustand der Straße, dem Wetter, Lichtverhältnissen und der Verkehrsdichte) sowie eigenen Zielen, die gerade verfolgt werden (z. B. Termindruck, Fahrspaß, Risikosuche etc.). Demgegenüber existieren auf sehr vielen Fahrstrecken Geschwindigkeitsbegrenzungen, die subjektiv als mehr oder weniger verbindlich erlebt werden. Merkwürdigerweise liegt die subjektive Wunschgeschwindigkeit vieler Verkehrsteilnehmer regelmäßig etwas oder sogar deutlich über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Wenn das so ist, entsteht ein Konflikt. Wie verhalten sich Verkehrsteilnehmer in dieser Lage?

Schlag, Rößger und Schade (2012) haben ein Modell der Regelbefolgung vorgeschlagen, das die wesentlichen bekannten Einflussfaktoren umfasst und in ein kausales Modell integriert. Für die Zwecke dieses Vortrags wurde das Modell (siehe Abb. 1) etwas modifiziert.¹ Die Regelbefolgung hängt zunächst wesentlich von der Persönlichkeit des Verkehrsteilnehmers (z. B. Risikosuche, Dissozialität) und situativen Merkmalen (Verkehrsanlagen, Wetter, Verkehrssituation) ab. Diese Faktoren sind für die universelle Wirkung von Sanktionen aber nur am Rande relevant.

Ein weiterer Faktor sind informelle soziale Normen, die nicht in Gesetzen und Verordnungen festgelegt sind, son-

dern das Ergebnis einer sozialen Konstruktion darstellen. Ein klassisches sozialpsychologisches Modell der Verhaltensvorhersage ist das Modell des Geplanten Verhaltens von Ajzen (1985). Es postuliert, dass die Meinungen wichtiger Personen (z. B. Eltern, Peers oder Partner) zu einem bestimmten Verhalten eine subjektive Norm erzeugen, die das Verhalten stark beeinflussen kann, wenn der Person die Meinung ihrer Bezugspersonen wichtig ist. Eine zweite Quelle subjektiver Normen ist für praktische Zwecke vermutlich noch relevanter: das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer. Menschen wollen sich richtig verhalten (Cialdini & Goldstein, 2004). Wenn nicht so klar ist, was in einer bestimmten Situation das Richtige ist, orientiert man sich häufig am Verhalten der anderen. Wenn viele andere Menschen auf einem Streckenabschnitt zu schnell fahren, wirkt es für den Einzelnen normal und richtig, ebenfalls zu schnell zu fahren. Hier tritt aber das interessante Phänomen auf, dass Verkehrsteilnehmer das Fehlverhalten der anderen häufig überschätzen. Bei zu schnell fahrenden Verkehrsteilnehmern kann die Überschätzung auf den sogenannten false consensus-Effekt (Ross, Greene & House, 1977) zurückgeführt werden (die anderen fahren auch zu schnell), bei langsam fahrenden Verkehrsteilnehmern auf die selektive Wahrnehmung: man sieht viele schneller fahrende Autos überholen, aber nur wenige, die in der gleichen Geschwindigkeit fahren wie man selbst. Die starke Wirkung dieser subjektiven Norm kann man für Interventionen nutzen: Van Houten und Nau (1983) haben gezeigt, dass am Straßenrand gegebene Hinweise, dass die Mehrheit der Verkehrsteilnehmer die Geschwindigkeitsbegrenzung einhält, eine deutliche Reduktion der mittleren Geschwindigkeit bewirkten.

Ein weiterer ganz zentraler Faktor für die Regelbefolgung ist das Wissen über die Zweckmäßigkeit regelkonformen Verhaltens und die daraus resultierenden internalisierten Normen, die das Verhalten nachhaltig und dauerhaft beeinflussen, weil sie für richtig und gerechtfertigt gehalten werden. Wenn man als Tatsache akzeptiert, dass ein zu hoher Blutalkoholgehalt, zu schnelles Fahren, das Bedienen des Handys während der Fahrt oder ein zu geringer Sicherheitsabstand das Unfallrisiko erheblich steigern, ist man eher bereit, diese Regeln auch zu befolgen. Neben den Medien sind hier die Fahrschulen ein wichtiger Sozialisationsagent, weil alle Fahranfänger hier wichtige Informationen über die Verkehrsregeln und die Gefahren von Regelverstößen erhalten. Die systematischen Bemühungen, durch Informationsvermittlung die Angemessenheit regelkonformen Verkehrsverhaltens zu propagieren, sind im Modell unter der *Überschrift* Aufklärung zusammengefasst. Der verbleibende Teil des

¹ Das Modell wurde etwas vereinfacht, einige Konstrukte ergänzt oder so umbenannt, dass nur intrapsychische Prozesse als kausale Faktoren vorkommen (z. B. „Angst vor Bestrafung“ statt „Abschreckung“). Vor allem im Bereich der subjektiven Normen wurden die kausalen Prozesse modifiziert. Alle situativen Einflussfaktoren sind in hellgrauer Farbe dargestellt, alle in der Person repräsentierten oder wirkenden Faktoren in dunkelgrau.

Modells befasst sich mit der *Abschreckung* bzw. den objektiven und psychologischen Determinanten der Furcht vor Bestrafung, die ebenfalls die Regelbefolgung beeinflussen.

Die Psychologie kennt mehrere Theorien der Bestrafung, die sich zwei Klassen zuordnen lassen: die Lerntheorien wie Operantes und Klassisches Konditionieren und Theorien, die aufgrund einer mehr oder minder rationalen Informationsverarbeitung eine Bewertung von Handlungsalternativen postulieren, wie Rational Choice oder Erwartungs-x-Wert-Theorien. Bei letzteren steht im Vordergrund, dass Regelverstöße dann zu erwarten sind, wenn der erwartete Nutzen eines (regelwidrigen) Verhaltens (z. B. Spaß oder Zeitgewinn) die erwarteten Kosten (Strafe, Eigengefährdung) übersteigt. Die Konsequenz aus diesem Ansatz ist klar: Um eine stärkere Regelbefolgung zu erreichen, müssen die Kosten des unerwünschten Verhaltens erhöht werden, also die Höhe der Strafe und die Strafwahrscheinlichkeit. Diese Theorie ist allerdings nur anwendbar, wenn unmittelbar vor der Entscheidung, einen Regelverstoß zu begehen, tatsächlich Kosten und Nutzen der Handlungsalternativen abgewogen werden. Bei kriminellen Delikten weiß man, dass das in aller Regel nicht der Fall ist, darum wirken höhere Strafen nicht abschreckend.

Die bekannteste psychologische Theorie des Bestrafens ist aber natürlich das Operante Konditionieren nach Skinner. Die Theorie postuliert, dass die Häufigkeit eines Verhaltens nach Bestrafung sinkt. Dieser allgemeine Effekt wird durch drei Parameter moderiert: die *Geschwindigkeit* oder das Zeitintervall, in dem die Bestrafung auf das Verhalten folgt, die *Kontingenz* oder Sicherheit, dass eine Bestrafung erfolgt, und die *Stärke* der Strafe. Nach dieser Theorie besteht also das Rezept für eine bessere Regelbefolgung darin, Regelverstöße möglichst *schnell*, möglichst *oft* und möglichst *stark* zu bestrafen. Dass möglichst schnelles Strafen besonders wirksam ist, ist eine von Verkehrspsychologen (und nicht nur diesen) einhellig akzeptierte Lehrmeinung.

Aber was ist die empirische Evidenz für diese Gewissheit? Es gibt in der Tat eine starke bestätigende Evidenz aus Tierversuchen. So ist die Bestrafung von Ratten 2 Sekunden nach einem Tastendruck wesentlich wirksamer als nach 30 Sekunden (Camp, Raymond & Church, 1967). Das über viele (Tier-)Experimente hinweg gefundene *optimale* Zeitintervall zwischen Verhalten und Bestrafung liegt bei 500 ms (Müsseler & Prinz, 2002). Allerdings muss man auch hier fragen, ob diese Theorie für das Verständnis von Bestrafungseffekten auf verkehrswidriges (oder kriminelles) Verhalten angemessen ist.

Ist die Anwendung theoretisch plausibel? Ratten müssen den kausalen Zusammenhang zwischen eigenem Verhalten und der darauf folgenden Bestrafung aus der Situation extrahieren; schon nach wenigen Sekunden Intervall wird das Erkennen einer Kontingenz zwischen dem eigenen Verhalten und der darauf folgenden Strafe schwierig, weil mit zunehmendem Intervall andere Verhaltensweisen gezeigt werden, die den Zusammenhang immer mehr verschleiern. Im Gegensatz dazu ist Verkehrsteilnehmern der

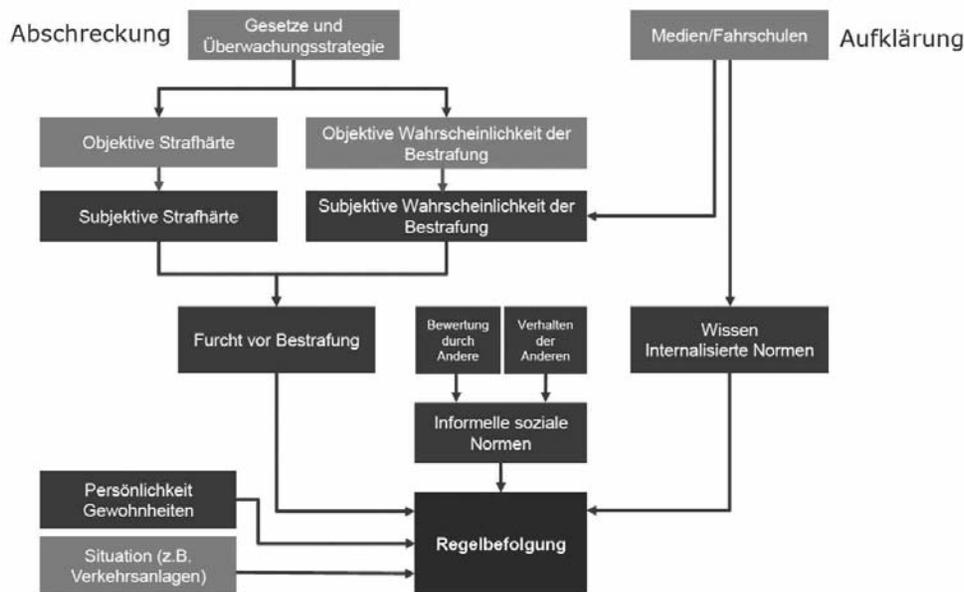
Zusammenhang zwischen Regelübertretung und Strafe völlig klar. Man lernt ihn, oder bekommt ihn nach einer (entdeckten) Regelübertretung im Bußgeldbescheid erklärt. Wer „geblitzt“ wird, weiß ganz genau, dass mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Bußgeldbescheid folgen wird. Selbst wenn es Wochen dauert, bis das Schreiben eintrifft, weiß man meistens ebenfalls ganz genau, warum man ihn erhält. Das Zeitintervall spielt hier offenbar keine große Rolle.

Ist die erhöhte Wirksamkeit schneller Strafen bei Verkehrsdelikten empirisch bestätigt? Soweit wir die Literatur übersehen, gibt es überhaupt keine überzeugende Evidenz bei Verkehrsdelikten. Und auch bei Straftätern hängt das Zeitintervall zwischen Tat und Bestrafung empirisch *nicht* mit der Legalbewährung zusammen (Suhling & Leitgöb, in Vorbereitung; Bliesener & Thomas, 2012). Die theoretische Analyse und die empirischen Daten sprechen dafür, dass die Wichtigkeit schnellen Strafers ein Mythos ist (allerdings ein sehr verbreiteter Mythos).

Wie steht es mit der Überwachung von Geschwindigkeitsbegrenzungen? Die immer größere Verbreitung von Navigationsgeräten erschwert eine wirksame Überwachung. Viele Geräte können so eingestellt werden, dass stationäre Radaranlagen automatisch mit einem akustischen Signal als ein „Point of Interest“ angezeigt werden. Diese Praxis ist zwar illegal, wird aber von der Polizei faktisch nicht verfolgt. Insgesamt ist die Politik in Deutschland sehr darauf bedacht, Autofahrer nicht zu verärgern. Überregionale Geschwindigkeitskontrollen werden zeitlich begrenzt durchgeführt und angekündigt („Blitzmarathon“) und auch mobile Überwachungstätigkeiten werden von der Polizei selbst an die Medien gemeldet. Ferner gibt es solche Kontrollen fast nur noch an Unfallschwerpunkten oder Gefahrenstellen. Hierbei ist zu beachten, dass die Überwachungs- und Sanktionspraxis die Gültigkeit von Gesetzen und Vorschriften *definiert*. Das explizite oder implizite Absehen von Strafverfolgung schafft faktisch das Delikt ab. Die Beschränkung auf eine lokal oder zeitlich begrenzte Überwachung führt implizit zu Sekundärvorschriften (z. B. „die Vorschrift gilt nur tagsüber“ oder „in Bonn gibt es kein Alkohollimit, solange man unfallfrei fährt“). Umgekehrt werden als unsinnig empfundene Vorschriften viel weniger respektiert – Regelübertretungen können auch ein Ausdruck des Protests sein.

Führt nun die Verschärfung von Sanktionen zu einer verstärkten Regelbefolgung? Viele empirische Studien belegen eindeutig, dass eine auf bestimmten Streckenabschnitten durchgeführte Überwachung und Sanktionierung zu verstärkter Regelbefolgung führt. Allerdings erreicht man mit diesen Maßnahmen nur eine Art Verhaltenskontrolle; Regelverstöße werden so lange unterlassen, wie die Verkehrsteilnehmer eine Sanktionierung erwarten. Wenn die Überwachungsmaßnahme beendet wird, erreicht die Zahl der Regelverstöße sehr schnell wieder das Ausgangsniveau, die örtliche und zeitliche Generalisierung ist sehr begrenzt. Eine eigentlich erwünschte *Internalisierung* von Regeln wird durch lokal und zeitlich begrenzte Sanktionierung kaum erreicht.

Wirkmodell der Regelbefolgung (modifiziert nach Schlag, Rößger & Schade, 2012)



Das Modell wurde etwas vereinfacht, einige Konstrukte ergänzt oder so umbenannt, dass nur intrapsychische Prozesse als kausale Faktoren vorkommen (z. B. „Angst vor Bestrafung“ statt „Abschreckung“). Vor allem im Bereich der subjektiven Normen wurden die kausalen Prozesse modifiziert. Alle situativen Einflussfaktoren sind in hellgrauer Farbe dargestellt, alle in der Person repräsentierten oder wirkenden Faktoren in dunkelgrau

Die Analyse von Sanktionierungen wird meist als unidirektionaler und linearer Prozess aufgefasst. Die Sanktionierung durch die Polizei oder andere Organe wird als unabhängige Variable betrachtet und deren Auswirkung auf die Regelbefolgung als abhängige Variable untersucht. Bjørnskau und Elvik (1992) haben allerdings gezeigt, dass diese Sichtweise inadäquat ist. Die Überwachungsorgane reagieren auf ein verändertes Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Eine spieltheoretische Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass eine Verschärfung der Sanktionen zunächst zu einer Reduktion von Regelverstößen führt, diese führt dann jedoch zu einer Reduktion der Überwachung durch die Polizei. Bei begrenzten Ressourcen und vielen Aufgaben investiert die Polizei nur dann in die Verkehrsüberwachung, wenn sich das auch lohnt. So führt ein Erfolg der Maßnahmen fast unwillkürlich zu einer Reduktion genau dieser Maßnahmen.

Was sind die Implikationen dieser Überlegungen für eine „best practice“ in der Verkehrsüberwachung? Wir schlagen die folgenden Maßnahmen vor:

- strikt zufällige und ausreichende Geschwindigkeits-, Alkohol- und Drogenkontrollen
 - die subjektive Entdeckungswahrscheinlichkeit muss deutlich größer Null sein
 - Kontrollen müssen an jedem Ort und zu jeder Zeit für möglich gehalten werden (sonst werden sekundäre Regeln geschaffen)
- Verstärkung von Aufklärung und Schulung, um den Sinn von Vorschriften zu vermitteln
- Schaffung von Möglichkeiten, als unsinnig empfundene

lokale Verkehrsregelungen zu überprüfen und ggf. zu ändern (um Verstöße aus Protest zu vermeiden).

Was trotz vieler empirischer Studien bisher fehlt, ist eine groß angelegte experimentelle Feldstudie zum Zusammenhang zwischen regional unterschiedlichen Überwachungsichten und dem Fahrverhalten. So wird z. B. behauptet, dass der „Blitzmarathon“ wirksam sei, weil die mittlere Fahrtgeschwindigkeit zurückgehe. Tatsächlich weiß man das aber nicht, weil es keine Kontrollgruppe gibt, mit der man abschätzen könnte, wie sich das Verkehrsverhalten *ohne* den Blitzmarathon entwickelt hätte. Eine experimentelle Studie, die in einer hinreichend großen Region (z. B. einem Bundesland) verschiedene Kontrolldichten realisiert und über einen längeren Zeitraum (z. B. zwei Jahre) den Effekt dieser Maßnahmen auf die Regelbefolgung untersucht, würde es erstmals erlauben, den Nutzen des Einsatzes von Überwachungsressourcen für die Verkehrssicherheit wirklich empirisch zu bestimmen.

Literatur

- Ajzen, I. (1985): From Intentions to actions: A theory of planned behaviour. In J. Kuhl & J. Beckmann (Hrsg.), *Action control: From cognition to behaviour* (S.11–38). Berlin: Springer.
- Bjørnskau, T., Elvik, R. (1992): Can road traffic law enforcement permanently reduce the number of accidents? *Accident Analysis and Prevention*, 24, p. 507–520.
- Bliesener, T., Thomas, J. (2012): Polizeiliche Mehrfach- und Intensivitätsprogramme: Befunde einer Prozessevaluation. *Zeitschrift für Jugendkriminalrecht und Jugendhilfe*, 23, S. 40–47.

- Camp, D. S., Raymond G. A., Church R. M. (1967): Temporal relationship between response and punishment. *Journal of Experimental Psychology*, 74, p. 114–123.
- Cialdini, R. B.,; Goldstein, N. J. (2004): Social influence: Compliance and conformity. *Annual Review of Psychology*, 55, 591–621. doi:10.1146/annurev.psych.55.090902.142015
- Müsseler, J., Prinz, W. (2002): *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Ross, L., Greene, D., House (1977): The “false consensus effect”: An egocentric bias in social perception and attribution processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 13, 279–301.
- Schlag, B., Rößger, L., Schade, J. (2012): Regelbefolgung – Ein Modell der Einflussgrößen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 2, S. 62–67.
- Siegrist, S., Bächli-Biétry, J., Vaucher, S. (2000): Polizeikontrollen und Verkehrssicherheit. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu.
- Siegrist, S., Roskova, E. (2001): The effects of safety regulations and law enforcement. In P. E. Barjonet (Hrsg.), *Traffic psychology today* (S. 181–205). Dordrecht: Kluwer.
- Stern, J., Schlag, B., Rößger, L., Fischer, T., Schade, J. (2006): Wirkungen und Akzeptanz polizeilicher Verkehrsüberwachung. Frankfurt a. M.: Verlag für Polizeiwissenschaft.
- Suhling, S., Leitgöb, H. (in preparation): Does swift punishment reduce recidivism? Evidence from a German sample of juvenile offenders.
- Van Houten, R., Nau, P. A. (1983): Feedback interventions and driving speed: A parametric and comparative analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 16, 253–281.

Was können Persönlichkeitsverfahren für die Beurteilung der Fahreignung leisten?

Margit Herle

Ausgangslage

Wenn auch zu Beginn der Fahreignungsbegutachtung v. a. die Leistungsfähigkeit eines Kraftfahrers im Vordergrund stand, sorgten die Fortschritte in der verkehrspsychologischen Forschung dafür, dass zunehmend Persönlichkeitseigenschaften als Determinanten riskanten Fahrverhaltens Beachtung fanden. Persönlichkeitseigenschaften können jedoch nur mithilfe psychologischer Methoden erfasst werden. Psychologische Methoden umfassen dabei Exploration, Verhaltensbeobachtung und Daten aus Testverfahren. All diese Informationsquellen geben dem Psychologen in Kombination mit seinem Expertenwissen über das menschliche Verhalten Aufschluss über Ausprägung und Relevanz dieser Persönlichkeitseigenschaften.

Doch welche Persönlichkeitskonstrukte gelten als verkehrssicherheitsrelevant? Selbstkontrolle, Psychische Stabilität, Risikobereitschaft mit allen Facetten wie Akzeptanz des Risikoniveaus, Thrill and Adventure seeking, Gefahrenerkennung oder Aggressivität bzw. dissoziales Verhalten gelten als typische Konstrukte, die mit Verkehrssicherheit in Zusammenhang stehen sollen. Anzumerken ist, dass das Verkehrssicherheitskriterium nicht nur am Unfallkriterium festgemacht werden sollte, sondern auch an Verhaltensweisen, die eine Verkehrsübertretung bzw. Verkehrsübertretungen mit Gefährdungspotenzial wahrscheinlicher machen, wie z. B. das Lenken unter Alkoholeinfluss.

A man drives as he lives...

... postulierten Tillman and Hobbs bereits 1949. Und weiter: "If his personal life is marked by caution, tolerance, foresight, and consideration for others, then he will drive in the same manner. If his personal life is devoid of these desirable characteristics, then his driving will be characterized by the same" (Tillman and Hobbs, 1949).

Mittlerweile sind über 60 Jahre vergangen, und die Verkehrspsychologie hat die Forschung rund um Persönlichkeitsfaktoren und deren Beitrag zum Verkehrsverhalten noch weiter vertieft. Eines der umfassendsten Projekte ist das EU-Projekt DRUID¹ (Boets et al., 2008). Hier konnte bestätigt werden, dass Sensationssuche, Aggressionsneigung, geringe Selbstkontrolle, geringe Problembewältigungstendenz, normabweichende Einstellung, geringe Gefahrenwahrnehmung, Beeinflussbarkeit durch das soziale Umfeld, Gruppennorm und Erwartungen anderer zu einer höheren Wahrscheinlichkeit von Trunkenheitsfahrten führen.

Aber auch kleinere Studien zeigen interessante Erkenntnisse auf:

So zeigen sich zum Beispiel signifikante Zusammenhänge zwischen Risikobereitschaft und gewählter Geschwindigkeit auf der Autobahn (Yu & Williford, 1993; Arnett, Offer & Fine, 1997; Vogelsinger, 2005), der Anzahl an Trunkenheitsdelikten (Studotot et al. 1995), Überholen an Überholverboten (Yu & Williford, 1993; Arnett, Offer, & Fine, 1997) oder der Anzahl an Strafmandaten (Vogelsinger, 2005).

Psychische Stabilität korreliert in mehreren Studien mit Fehlreaktionen unter Stress und in weiterer Folge mit dem tatsächlichen Unfallkriterium (Eysenck, 1965; Shaw & Sichel, 1971; Tarnowski, 2014) oder einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Trunkenheitsdelikte (Boets et al., 2008).

Selbstkontrolle steht in Zusammenhang mit überhöhter Geschwindigkeit, Verwickelt-Sein in Unfälle oder exzessivem Alkoholkonsum (Burton et al., 1999). Zusammenhänge zeigen sich auch zwischen Selbstkontrolle und dem Anlegen von Gurten (Burton et al., 1999) oder einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Trunkenheitsdelikte (Boets et al., 2008).

Soziales Verantwortungsbewusstsein inkludiert die Einhaltung von Regeln und Normen in einem sozialen System, wobei der Straßenverkehr immer als ein soziales System anzusehen ist. Studien zur Inbetriebnahme eines Kfz unter Alkoholeinfluss haben ergeben, dass die Ausprägung des sozialen Verantwortungsbewusstseins sehr wohl eine Rolle spielt bei der Entscheidung, angetrunken ins Auto zu steigen oder nicht. Bekannt ist hierbei z. B. die Studie von Åberg aus dem Jahr 1998.

Aggressivität zeigt Zusammenhänge zu Verwarnungen und Bußgeldern (Herzberg, 2001), und Zusammenhänge geringer Höhe zu Eintragungen im Verkehrszentralregister (Herzberg, 2001) oder zu Unfällen (Herzberg, Schlag, 2006).

Informationsquellen im Begutachtungsprozess

Im verkehrspsychologischen Begutachtungsprozess stehen dem Verkehrspsychologen mehrere Informationsquellen zur Verfügung, deren Ergebnisse es zu integrieren gilt, um zu einem Gesamtbild zu kommen. So kann der Psychologe auf Informationen aus Exploration, Verhaltensbeobachtung, Aktenanalysen (sofern möglich) und

¹ <http://www.druid-project.eu/>

Daten aus Testergebnissen zurückgreifen. Nach Un- deutsch (1990) soll zur Eignungsbeurteilung die Möglich- keit wechselseitiger Beziehungen zwischen den einzel- nen Befunden beachtet werden. Verschiedene Ergebnisse sollen integriert werden, wobei sich einzelne Ergebnisse bestätigen, relativieren, differenzieren oder einander wi- dersprechen können.

Daten aus Persönlichkeitsverfahren

An Testverfahren für die Erhebung der verkehrsspezifi- schen Persönlichkeitsaspekte steht dem Praktiker eine Reihe an „Breitbanddiagnostika“ sowie eigens für den Verkehrsbereich entwickelte Verfahren zur Verfügung. Beispielhaft seien hier IVPE, FRF, AVIS, VPT2, VIP, WRBTV aus dem Wiener Testsystem² angeführt.

Die meisten Verfahren in diesem Bereich sind klassische Fragebögen. Heißt, sie bringen alle Nachteile, aber auch alle Vorteile von klassischen Fragebögen mit sich.

Eine Vielzahl an Untersuchungen belegt, dass Persönlich- keitsverfahren allgemein relativ anfällig für Verfäls- chungstendenzen sind (vgl. z. B. Kubinger, 2006; Ellings- on, Smith, Sackett, 2001; Mc Farland, Ryan, 2000; Mum- mendey, 1995). Dies gilt insbesondere dann, wenn der Ausgang der Testung für den Probanden von großer Be- deutung ist, wie dies beim Urteil über die Fahreignung im Rahmen der verkehrspsychologischen Begutachtung der Fall ist. Trotz dieser offensichtlichen Schwächen – die alle Fragebogenverfahren im größeren oder kleineren Ausmaß betreffen – sind die Informationen, die man erhält, für die Beurteilung der Fahreignung wertvoll. Mit klassischen Persönlichkeitsfragebögen wird das Selbstbild eines Menschen erfasst, und zwar aufgrund jener Informatio- nen, die er von sich preisgibt. Bei auftretenden Verfäls- chungstendenzen sollte der begutachtende Psychologe zwischen impression management und self-deception un- terscheiden. Während impression management auf die Tendenz abzielt, ein sozial erwünschtes Bild zu erzeugen, geht es bei self-deception um eine verzerrte, aber subjek- tiv für richtig gehaltene Selbsteinschätzung (Paulhus, 1991; Lindeman, Verkasalo, 1994). Diese Informationen können sich im Begutachtungsprozess als wertvoll erwei- sen, einerseits für die Bewertung der Testergebnisse, an- dererseits aber auch für die Fortführung der Exploration bzw. Nachexploration.

In der Exploration können aufgrund der hohen Anforde- rung an die verbale Kompetenz des Gutachters, der un- terschiedlichen Befragungstechnik sowie angesichts mög- licher Übertragungsphänomene, Störfaktoren (z. B. Sug- gestionen) auftreten, wodurch die Daten subjektiv gefärbt werden können. Auch um etwaige subjektive Verzerrun- gen in der Exploration festzustellen, sind zusätzlich test- diagnostische Methoden unverzichtbar.

2 IVPE: Inventar verkehrsrelevanter Persönlichkeitseigenschaften (Herle, Sommer, Wenzl & Litzenberger, 2014)

FRF: Fragebogen für Risikobereitschaftsfaktoren (Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2014a)

Aussagen über ein problematisches Trinkverhalten, stabi- le Veränderungen etc. werden aber letztendlich durch das Explorationsgespräch erfasst, können aber durch Tester- ergebnisse weiter abgesichert werden.

Konklusio

Persönlichkeitsverfahren sollen nicht die Exploration erset- zen, und können dies auch nicht. Sie sind jedoch ein unver- zichtbares Instrument, um weitere für den Begutachtungs- prozess relevante Informationen zu gewinnen, die Angaben aus der Exploration hinsichtlich Konsistenz oder Wider- sprüchlichkeit zu überprüfen, oder Anhaltspunkte für tiefer- gehende begutachtungsrelevante Explorationsthemen zu geben. Der Psychologe kann so im Begutachtungsprozess über die Integration der unterschiedlichen Informations- quellen aus Exploration, Verhaltensbeobachtung, Akten- analysen in Kombination mit seinem Expertenwissen über das menschliche Verhalten zu einer bestmöglichen Aussage über Ausprägung und Relevanz der als verkehrssicherheits- relevant anzusehenden Persönlichkeitseigenschaften ge- langen. Aufgrund der für den Klienten massiven rechtlichen und auch persönlichen Konsequenzen der Begutachtung bezüglich seiner Fahreignung ist eine bestmögliche Absi- cherung der Beurteilung von besonderer Wichtigkeit.

Literatur

Åberg, L. (1998): Traffic rules and traffic safety. *Safety Science*, 29, 205–215.

Arnett, J., Offer, D., Fine, M. A. (1997): Reckless driving in adolescence: Stait and trait factors. *Accident Analysis and Prevention*, 29, 129–143.

Boets, S. et. al (2008): DRUID WP 5 State of the Art on Driver Rehabil- itation: Literature Analysis & Provider Survey. Verfügbar unter: <http://www.druid-project.eu/>.

Burton, V. S., Evans, T. D., Cullen, F. T., Olivares, K. M.; Dunaway, R. G. (1999): Age, self-control, and adults' offending behaviours: A research note assessing a General Theory of Crime. *Journal of Criminal Justice*, 1, 45–54.

Ellingson, J. E., Smith, D. B., Sackett, P. R. (2001): Investigating the in- fluence of social desirability on personality factor structure. *Journal of Applied Psychology*, 86, 122–133.

Eysenck, H. J. (1965): *Fact and fiction in psychology*. Harmsworth: Pen- guine.

Hergovich A., Bognar, B., Arendasy, M., Sommer, M. (2014): Handan- weisung Wiener Risikobereitschaftstest-Verkehr (WRBTV). Mödling: Schuhfried GmbH.

Herle, M., Sommer, M., Wenzl, M., Litzenberger, M. (2014): Handan- weisung Inventar verkehrsrelevanter Persönlichkeitseigenschaften (IVPE). Mödling: Schuhfried GmbH.

Herzberg, P. Y. (2001): *Entwicklung und Validierung eines Verfahrens*

AVIS: Aggressives Verhalten im Straßenverkehr (Herzberg, 2014)

VPT.2: Verkehrsbezogene Persönlichkeitstests. Version 2 (Kura- torium für Verkehrssicherheit, 2014b)

VIP: Verkehrsspezifischer Itempool (Kuratorium für Verkehrssi- cherheit, 2014c)

WRBTV: Wiener Risikobereitschaftstest Verkehr (Hergovich, Bo- gnar, Arendasy & Sommer, 2014)

- zur Erfassung aggressiver Verhaltensweisen im Straßenverkehr (AVIS). Unveröffentlichte Dissertation, Universität Leipzig, Leipzig.
- Herzberg, P. Y. (2014): Handanweisung Aggressives Verhalten im Straßenverkehr (AVIS). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Herzberg, P. Y., Schlag, B. (2006): Aggression und Aggressivität im Straßenverkehr. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 37, 73–86.
- Kubinger, K. D. (2006): *Psychologische Diagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Kuratorium für Verkehrssicherheit (2014a): Handanweisung Fragebogen für Risikobereitschaftsfaktoren (FRF). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Kuratorium für Verkehrssicherheit (2014b): Handanweisung Verkehrsbezogener Persönlichkeitstest. Version 2 (VPT.2). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Kuratorium für Verkehrssicherheit (2014c): Handanweisung Verkehrsspezifischer Itempool. (VIP). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Lindeman, M., Verkasalo, M. (1994): Personality, situation, and positive-negative asymmetry in socially desirable responding. *European Journal of Personality*, 9, 125–134.
- McFarland, L. A., Ryan, A. M. (2000): Variance in faking across non-cognitive measures. *Journal of Applied Psychology*, 85, 812–821.
- Mummendey, H. D. (1995): *Die Fragebogen-Methode*. Göttingen: Hogrefe.
- Paulhus, D. L. (1991): Measurement and control of response bias. In J. P. Robinson, P. R. Shaver, & L. S. Wrightsman (Eds.), *Measures of personality and social psychological attitudes: Vol. 1* (pp. 17–59). San Diego, CA: Academic Press.
- Shaw, L., Sichel, H. (1971): *Accident proness*. Oxford: Pergamon Press.
- Studot et al. (1995): Profile of adolescent drinking drivers. In C. N. Kloeden & S. J. Mc Lean (Hrsg.), *Alcohol, drugs and Traffic Safety – T 95. Proceedings of the 13th International Conference on alcohol, Drug and Traffic Safety*.
- Tarnowski, A. (2014): Individual preconditions: Fitted personality beyond the traits. Presented at 8th Fit to Drive Congress. 8–9 May 2014. Warsaw.
- Tillman, W. A., Hobbs G. E. (1949): The Accident-Prone Automobile Driver: A Study of the Psychiatric and Social Background, *106 American Journal of Psychiatry* 321–331 (November 1949).
- Undeutsch, U. (1990): Zur Verwertbarkeit und Glaubhaftigkeit von Probandenäußerungen. In W. R. Nickel, H. D. Utzelmann & K. G. Weigelt (Hrsg.), *Bewährtes sichern – Neues entwickeln. Erstes bundesweites Kolloquium der Verkehrspsychologen amtlich anerkannter Medizinisch-Psychologischer Untersuchungsstellen*. Köln: TÜV Rheinland.
- Vogelsinger, J. (2005): Prüfung der Dimensionalität und Validität des erweiterten Subtests, Risikobereitschaft im Straßenverkehr. Universität Wien: unveröffentlichte Diplomarbeit.
- Yu, J., Williford, W. R. (1993): Alcohol and risk/sensation seeking. Specifying a causal model on high risk-driving. *Journal of addictive disease*, 12, 79–96.

Psychologische Aspekte bei der Unfallursachenanalyse am Beispiel alterskorrelierter Unfälle – Folgerungen für Sicherheitsmaßnahmen

Bernd Pund, Michael Jänsch, Dietmar Otte, Katja Duntsch

1 Gegenstand und Ziel der Studie

Unfälle betagter und hochbetagter Kraftfahrer weisen im Unterschied zu anderen Altersgruppen spezifische Merkmale auf, die bereits in der Vergangenheit im Rahmen der Unfallforschung an der medizinischen Hochschule Hannover (MHH) identifiziert wurden. Die hierbei eingesetzte Analysemethodik ACAS (Accident Causation Analysis System) erbrachte beispielsweise Hinweise, dass über 60-jährige Kraftfahrer besondere Schwierigkeiten haben, im Verkehrsraum dargebotene Informationen verlässlich aufzunehmen, insbesondere wenn es sich um mehrere simultan aufzunehmende äußere Reize handelt. Bei schnellen Reaktionsabfolgen, wie sie in komplexen Verkehrssituationen erforderlich sind, werden ältere Fahrer stärker beansprucht als jüngere, wobei die Möglichkeiten der Kompensation von Leistungseinbußen interindividuell (und auch intraindividuell) breit streuen (vgl. Johannsen & Müller 2013). Daher stellt sich einerseits die Frage, welche Trainings- und Fördermaßnahmen zum sicheren Mobilitätserhalt sinnvoll eingesetzt werden können, und andererseits welche technischen Assistenzsysteme für die spezifischen Probleme der höheren Altersgruppen nutzbar sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass FAS wie kamerabasierte Sehfeldassistenten zur Erweiterung der Wahrnehmung im peripheren Bereich zwar prinzipiell Probleme wie das „Übersehen“ verhindern können, jedoch notwendige Bedienungs- und Überwachungsfunktionen bei teilautomatisierten Funktionssystemen aufseiten des Fahrers wiederum Aufmerksamkeitsleistungen binden.

Die im Rahmen der Unfallforschung der MHH in Kooperation mit dem TÜV Hessen erhobenen Daten über Verkehrsunfälle der Jahrgänge 2008–2013 mit abgeschlossener technischer Unfallrekonstruktion wurden mit dem Fokus auf ältere Verkehrsteilnehmer (Pkw-Fahrer) unter zwei Aspekten näher analysiert:

- Benötigen ältere Kraftfahrer besondere Informationssysteme bzw. Assistenzsysteme, um für sie kritische Fahraufgaben besser zu bewältigen?
- Welche Schlussfolgerungen für weitere Hilfestellungen lassen sich aus den Daten im Sinne einer altersgerechten Verkehrsleitung sowie spezifischer Trainingsmaßnahmen für ältere Kraftfahrer ableiten?

2 Methode der Datenerhebung

Die Human-Factor-Analyse erfolgte wie die Erhebung technischer und infrastruktureller Parameter „On-scene“, also zeitnah direkt am Unfallort. Der methodische Kern bildet das Vorgehen in Form einer „Real-World Investigation“, also einer Unfallursachenanalyse möglichst dicht am Geschehen („In-depth/In-time“). Die zeitliche und örtliche Unmittelbarkeit der Datensammlung wird als wesentliches Qualitätskriterium für die Relevanz von Unfallverursachungsdaten angesehen: die Verlässlichkeit und Gültigkeit der Daten ist umso höher, je umfänglicher das Datenangebot ist und je kürzer die Erlebnisinhalte aufseiten des am Unfallort befragten Beteiligten zurückliegen, um eine möglichst hohe Realitätsnähe zu gewährleisten.

Den theoretischen Rahmen hierfür stellt innerhalb ACAS ein hierarchisches Klassifikationsschema von fünf Kategorien menschlicher Grundfunktionen dar, die bei der Unfallentstehung wirksam waren (Otte et al. 2009). Außer beim ersten Schritt, dem objektiven Informationszugang, bezeichnen die weiteren Schritte in sequenzieller Weise menschliche funktionelle Qualitäten, die einzeln oder in Kombinationen bei der Unfallentstehung aktiv waren und zur Verursachung beitrugen: Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Zielsetzung und Ausführen der Handlung (siehe Abbildung 1).

Die Codierung der vorgefundenen Merkmalsausprägungen auf den ACAS-Kategorien erfolgt in mehrdimensionalen Bewertungsschemata, die in die Datenbank der Unfallforschung eingehen. Ergebnis dieser Analyse ist eine auf einem zeitlichen Vektor abgebildete Ablaufbeschreibung der Unfallentstehung unter wahrnehmungs- und handlungstheoretischer Perspektive.

3 Datenbasis und Untersuchungsdesign

Herangezogen für die Datenanalyse wurden die sieben Unfalltypen des Unfallkatalogs des Gesamtverbands der deutschen Versicherungswirtschaft, wobei die einzelnen Unfalltypen Hinweise auf die zu bewältigende Fahraufgabe geben. Die Daten über die Unfalltypen entstammen der Datenbasis der German In-Depth Accident Study (GIDAS),

Kategorie	Beispiele
1. INFORMATIONSZUGANG	...begrenzt / erschwert? <ul style="list-style-type: none"> Menschliche Einflüsse (Krankheit) Technische/fahrzeugbezogene Einflüsse (Wartungszustand, „toter Winkel“ ...) Umweltbezogene Einflüsse (Nebel, Blendung, parkende Fahrzeuge ...)
2. INFORMATIONSAUFNAHME	...unaufmerksam / etwas nicht erkannt? <ul style="list-style-type: none"> Ablenkung (intern/extern) Aktivierung (zu hoch/zu niedrig: z.B. Stress, Eile / Müdigkeit, Monotonie) Alkohol und Drogen Falscher Aufmerksamkeitsfokus
3. INFORMATIONSPROZESS	...falsche Einschätzung / falsche Erwartung? <ul style="list-style-type: none"> unzureichende Fähigkeit zur Beurteilung der Lage Kommunikationsfehler (zwischen Fahrern/Verkehrsteilnehmern) Fehleinschätzung von z. B. Distanz aufgrund fehlender Erfahrung
4. ZIELSETZUNG	...unvollständig / falsche Entscheidung? <ul style="list-style-type: none"> Falsche Handlungsalternative (falsches Manöver geplant) Bewusste Regelverstöße
5. HANDLUNG	...Fehler bei der Umsetzung? <ul style="list-style-type: none"> Unsicherheit, Angst, Verwirrung (z.B. durch vorausgehende Fehler) Ausführungsfehler (Geschwindigkeit / Richtung / Kraft / Distanz) Verwechslungsfehler (z.B. Bedienelemente)

Abb. 1: ACAS-Kategorien der menschlichen Grundfunktionen

wobei die Häufigkeitsverteilungen auf den einzelnen Unfalltypen für 3.000 Kraftfahrer unter 65 Jahren und für 510 Kraftfahrer über 65 Jahren verglichen wurden.

Der Frage spezieller menschlicher Einflussfaktoren bei der Unfallentstehung wurde mit den durch die Erhebungsmethode ACAS generierten Daten der MHH nachgegangen. Die menschlichen Ursachenfaktoren auf den fünf Kategorien dieser durch die Unfallforschung der MHH entwickelten Systematik wurden für 3.144 Pkw-Fahrer unter 65 Jahren sowie für 570 Pkw-Fahrer über 65 Jahren bestimmt und miteinander verglichen.

Die Abbildung 2 gibt den Prozess der Datenanalyse (Workflow) wieder. Aus 9.742 Beteiligten bei den zwischen 2008 und 2013 erhobenen Verkehrsunfällen wurden 6.145 Pkw-Fahrer extrahiert, hiervon interessierten die 3.577 Pkw-Fahrer als Haupt- oder Alleinverursacher. Diese wurden nach den Kriterien des Alters von unter

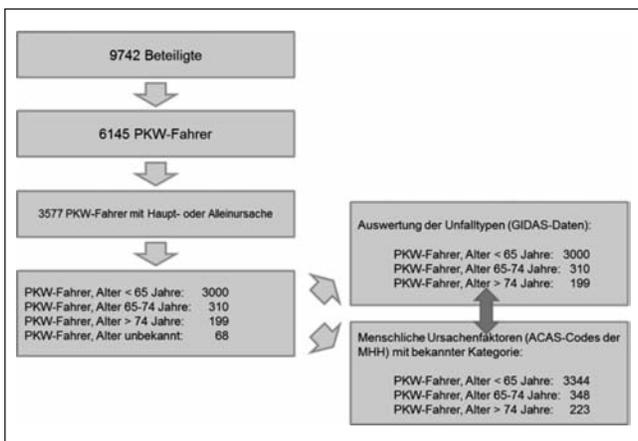


Abb. 2: Workflow

65 Jahren und über 65 Jahren aufgeteilt und einer Auswertung nach Unfalltypen (GIDAS-Daten) sowie ACAS-Codes (MHH-Daten der Unfallforschung) zugeführt.

Der Altersgruppenvergleich für die Unfalltypen setzte folgende Zulassungskriterien für die Analyse voraus:

- Die Häufigkeit auf dem jeweiligen Unfalltyp muss für die ältere Gruppe höher sein, um die für diese Altersgruppe spezifischen Unfallmerkmale, zumindest sich von denen jüngerer Fahrer unterscheidende, näher zu betrachten.
- Diese Unterschiede müssen statistisch mindestens signifikant sein, um in den Analyseprozess einbezogen zu werden.

4 Ergebnisse: Häufigste Unfalltypen für 65+

Beide oben genannten Auswahlkriterien erfüllten

- Unfalltyp 2** (Abbiegeunfall), wobei dieser am häufigsten mit 32 % auf den Unfalltyp 211 „Kollision beim Linksabbiegen im Kreuzungsbereich mit in ursprünglicher Fahrtrichtung entgegenkommendem Kraftfahrzeug“ entfiel.
- Unfalltyp 3** (Einbiegen/Kreuzen), wobei dieser am häufigsten mit 24 % auf den Unfalltyp 342 „Kollision als Wartepflichtiger am Anfang des Kreuzungsbereichs mit Radfahrer auf Nebenweg von rechts“ entfiel.
- Unfalltyp 4** (Überschreiten), wobei dieser am häufigsten mit 24 % beim Unfalltyp 401 „Kollision mit von links überschreitendem Fußgänger im Längsverkehr“ repräsentiert wurde.

Abbildung 3 gibt beispielhaft die häufigsten Abbiegeunfälle des Unfalltyps 2 wieder.

5 Ergebnisse: Häufigste menschliche Ursachen (ACAS-Codes) für 65+

Bezogen auf den jeweiligen Unfalltyp interessierte es nun, welche menschlich begründbaren Ursachen, bestimmt anhand der am Unfallort erhobenen Kategorie von ACAS, eine Rolle spielten.

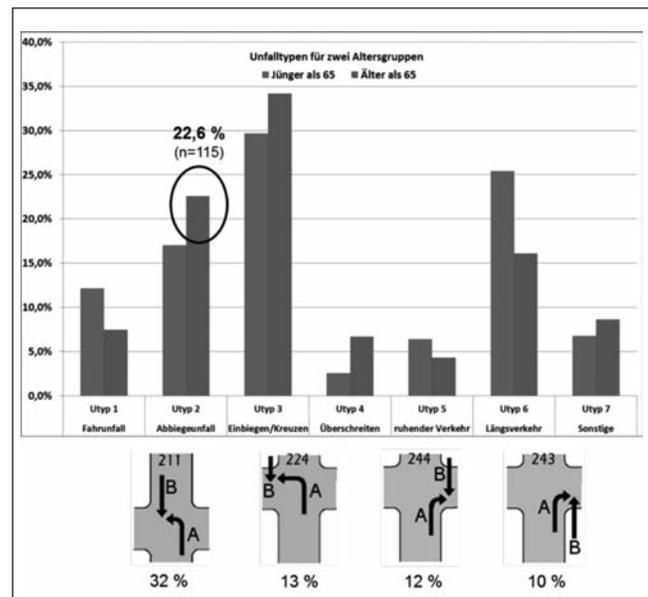


Abb. 3: Häufigste Abbiegeunfälle für Pkw-Fahrer 65+

Abbildung 4 zeigt beispielhaft für den Unfalltyp „Abbiegeunfall“ die Verteilung der 5 Kategorien von ACAS bei den Unfallarten 211 und 224 (Konflikte beim Linksabbiegen) sowie bei den Unfalltypen 244 und 243 (Konflikte beim Rechtsabbiegen) für die Gruppe 65+.

Die relative Häufigkeit von 32 % beim Typ 211 gibt einen Hinweis auf das Unfallvermeidungspotenzial durch technische, infrastrukturelle oder verhaltensmodifizierende Maßnahmen. Überhaupt war über alle Unfalltypen hinweg festzustellen, dass die ACAS-Kategorie „Informationsaufnahme“ bei beiden Altersgruppen am höchsten ausgeprägt war.

Für die Gruppe 65+ lagen die Schwerpunkte der menschlichen Verursachung bei den Unfällen im Kreuzungsbereich (Abbiegeunfälle, Einbiege- und Kreuzenunfälle) im Funktionsbereich der Detektion:

- Falsche Beobachtungsstrategie durch unterlassene Reorientierung bzw. fehlendes sicherndes Blickverhalten
- Fokus auf andere (für die Bewältigung der Fahraufgabe irrelevante) Verkehrsteilnehmer.

In diesen Beobachtungsfehlern kommen altersbezogene Schwierigkeiten der mangelnden Abschirmung gegen Ablenkung und der fehlenden Inhibition irrelevanter Reize zum Ausdruck. Betroffen sind ferner die Fähigkeit der Ablösung und Neuausrichtung der Aufmerksamkeit sowie die „Sammelstrategie“ von Informationen im Kreuzungsbereich. Bei den Einbiege- und Kreuzenunfällen älterer Fahrer ist mit 24 Prozent der Unfälle der Unfalltyp 342 betroffen, in dem die Fahraufgabe „als wartepflichtiger Pkw-Fahrer vor dem Kreuzungsbereich einen Radfahrer auf Nebenweg von rechts passieren lassen“ zum Ausdruck kommt.

6 Schlussfolgerungen

Diese bei älteren Kraftfahrern in Kreuzungsbereichen höher repräsentierten Unfalltypen als bei jüngeren Fahrern legen nahe, dass Fahrassistenzsysteme vor allem auf die Information über bevorrechtigte Fahrzeuge, vor allem auf die Erkennung des Verkehrs auf Nebenwegen (Radfahrer) vor und im Kreuzungsbereich ausgerichtet sein sollten. Kamerasysteme im peripheren Bereich oder seitliche Short-Range-Radarsysteme mit Blind-Spot-Detektion bis hin zur eingreifenden Radfahrererkennung lassen sich als Sehfeld- und Abbiegeassistenten in einen sich in der Entwicklung befindlichen Kreuzungsassistenten integrieren. Bei den Abbiegeunfällen im Kreuzungsbereich kommt der Umgebungserfassung mit Erkennung des Gegenverkehrs in Kombination mit einem Bremsassistenten (z. B. Aufbau des Bremsdrucks bei Verlassen des Gaspedals) ein Unfallvermeidungspotenzial zu. Spezifische Trainingsmaßnahmen für ältere Kraftfahrer sollten auf die Sensibilisierung für Risiken ausgehend von Nebenwegen vor und im Kreuzungsbereich mit einem entsprechenden Blickverhaltenstraining ausgerichtet sein. Konkrete Anforderungen der „Informationssammelstrategie“

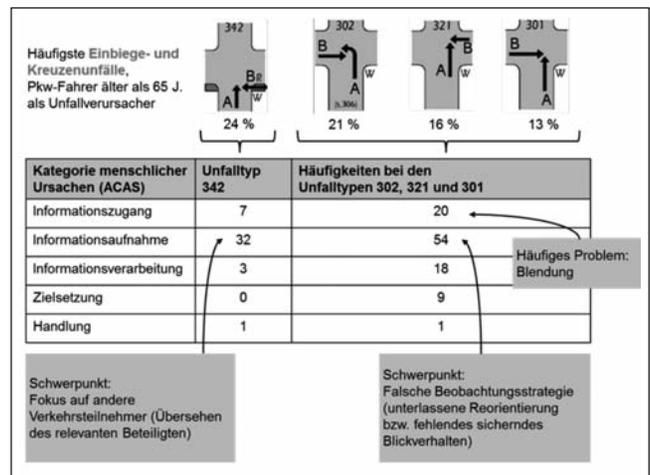


Abb. 4: Verteilung menschlicher Ursachen bei Abbiegeunfällen (Pkw-Fahrer 65+)

(z. B. Blickzuwendungsfrequenz) oder der Geschwindigkeitswahl beim Abbiegen sollten entsprechende Trainingsmodule darstellen.

Infrastrukturelle Verbesserungen beziehen sich auf die Verfügbarkeit von klar erkennbaren Haltelinien für Abbiegevorgänge in Kreuzungsbereichen. Auch konventionelle Lösungen wie der Anbau von Spiegeln zur erweiterten Beobachtungsmöglichkeit bei Abbiegevorgängen nach rechts (bessere Erkennung von Radfahrern, die sich von hinten nähern) können ein „Übersehen“ verhindern.

Die häufigsten Unfalltypen auf gerader Strecke sind Konflikte mit überschreitenden Fußgängern von links (24 %) und von rechts (15 %), wobei wiederum die mangelnde Informationsaufnahme die größte Rolle spielt. Die Kombination von Fußgängererkennung über z. B. kamera- oder radarbasierte Systeme mit einem eingreifenden Bremsassistenten kann hier Abhilfe schaffen. Da bei derartigen Verkehrskonflikten auch das Problem einer Ablenkung des Fahrers betroffen ist, sollten Möglichkeiten der Fahrerzustandserkennung (wie kamerabasierte Erfassung von Blickabwendungen) realisiert werden. Trainingsmaßnahmen für ältere Fahrer sollten ein spezifisches Modul „Umgang mit und Verhinderung von Ablenkungen“ berücksichtigen.

Innovative technische Entwicklungen gehen in Richtung einer Fußgängerabsichtserkennung über Kamerasysteme mit Berechnung einer Wahrscheinlichkeit für die Fußgängertraverse.

Literatur

Johannsen, H., Müller, G. (2013): Anpassung von Kraftfahrzeugen an die Anforderungen älterer Menschen auf Basis von Unfalldaten. In: Schlag, B., Beckmann, K. J. (Hrsg.): Mobilität und demografische Entwicklung. Eugen-Otto-Butz-Stiftung, TÜV Media GmbH, Köln.

Otte, D., Pund, B., Jänsch, M. (2009): Unfallursachen-Analyse ACASS für Erhebungen am Unfallort. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 3, 122–128.

Wahrnehmung, ihre Zuverlässigkeit und Implikationen für die Gutachtertätigkeit nach Verkehrsunfällen

Ralf Risser, Bettina Schützhofer

1 Einleitung

In der richterlichen Beweiswürdigung spielen Zeugenaussagen eine wichtige Rolle. In der Praxis zeigt sich, dass dasselbe Ereignis aber oft von verschiedenen Beteiligten unterschiedlich wahrgenommen und wiedergegeben wird. Der Beitrag beschäftigt sich mit der der Zeugenaussage zugrunde liegenden Wahrnehmung sowie den darin begründeten möglichen Fehlerquellen, welche wiederum zu potenziellen Mängeln in der Zeugenaussage führen. Es wird des Weiteren der Frage nachgegangen, wie man die Glaubwürdigkeit einer Aussage objektivieren kann, wobei zwischen verhaltensbasierter und inhaltlicher Glaubwürdigkeitsdiagnostik differenziert wird.

Den Autoren ist es wichtig zu zeigen, dass man auf bestimmte Verzerrungen Einfluss nehmen kann, z. B. durch die Frage-technik, auf andere dagegen nicht, z. B. unterbrochene Gedächtnisprozesse aufgrund von Schock und Trauma. Auf Basis dieses Wissens kann im ersten Fall die Qualität der Zeugenaussagen, im zweiten die Qualität ihrer Interpretation und damit insgesamt die Grundlage für die richterliche Beweiswürdigung optimiert werden. Da die Analyse von Straßenverkehrsunfällen hauptsächlich rekonstruktiv erfolgt, wobei Aussagen von Zeugen und Beteiligten einen wesentlichen Beitrag liefern, ist es notwendig, sich mit diesem Thema intensiv auseinanderzusetzen und die zur Anwendung kommenden Methoden der Befragung und Interpretation auf wissenschaftlicher sowie professioneller Basis zu verbessern.

2 Was ist Wahrnehmung?

Wahrnehmung ist laut Goldstein (2014) eine bewusste sensorische Erfahrung, der im Wahrnehmungsprozess die zusätzlichen Schritte erkennen (z. B. „Das ist ein Auto.“) und handeln (z. B. Kopfdrehung oder Augenzuwendung) folgen. Der dynamische Wahrnehmungsprozess ist ständigen Veränderungen unterworfen. Wahrnehmung ist sehr stark individuell gefärbt. Sie hängt von biologischen Faktoren wie der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane oder dem Stoffwechsel ab. Auch psychologische Faktoren wie z. B. Gedächtnisfähigkeit, Erwartungen, Einstellungen, Erfahrungen und Interesse haben einen großen Einfluss auf diese. Neben den biologischen und psychologischen Faktoren bestimmen auch sonstige Einflüsse wie Umweltgegebenheiten (z. B. Wetter) oder Alkohol-, Drogen- oder Medikamenteneinfluss die Wahrnehmung.

2.1 Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit ist notwendig für Wahrnehmung, wenn man nicht nur ein allgemeines Bewusstsein für eine Situation braucht, sondern konkrete Details einer Szenerie erfassen möchte. Aufmerksamkeit ist somit die Zuweisung von (beschränkten) Bewusstseinsressourcen auf Bewusstseinsinhalte wie beispielsweise auf Wahrnehmungen der Umwelt oder des eigenen Verhaltens und Handelns sowie Gedanken und Gefühle (Bleuler, 1916). Bereits Posner et al. (1980, zitiert nach Goldstein, 2014) gelang mit ihrem sogenannten Hinweisreizverfahren der Nachweis, dass Informationsverarbeitung durch gezielte Aufmerksamkeitszuwendung effizienter und besser abläuft. Um eine Szene als Ganzes grob wahrnehmen zu können, braucht es allerdings keine fokussierte Aufmerksamkeit (vgl. z. B. Reddy et al., 2004 oder Fei Fei Li et al., 2002). Wenn wir eine Straße entlangspazieren, fallen uns Dinge, denen wir Aufmerksamkeit schenken (z. B. die Tatsache, dass alle anderen Fußgänger aufgrund des bedeckten Wetters einen Regenschirm bei sich tragen und man selber nicht) viel stärker auf als andere Gegebenheiten. Worauf wir unsere Aufmerksamkeit bevorzugt richten, hängt neben individuellen Einstellungen und Interessen (siehe psychologische Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung oben) auch von den folgenden, im SEEV-Modell von Wickens, Horrey, 2008, zusammengefassten vier Faktoren ab. Der Reiz muss im Sinne von *Hervorhebung* (Saliency) neu und/oder überraschend sein. Wesentlich für eine Aufmerksamkeitszuwendung ist auch der damit verbundene *Aufwand* (Effort). Wie viel Anstrengung kostet es mich, trotz Müdigkeit und Kopfschmerz meinen Blick dorthin zu wenden? *Erwartung* (Expectancy) steuert ebenfalls die Aufmerksamkeitszuwendung. Wird eine bestimmte Information an einer bestimmten Stelle erwartet? An letzter und vierter Stelle im SEEV-Modell steht die *Bedeutung* (Value) eines Reizes. Wie wichtig ist eine bestimmte Information für mich? Welche Konsequenzen gibt es, wenn ich diese nicht wahrnehme?

Selektive Aufmerksamkeit und somit die Tatsache, dass wir unsere Aufmerksamkeit auf bestimmte Dinge fokussieren, während wir andere ignorieren, bewahrt unser visuelles System vor Überlastung. Wir verarbeiten und analysieren nur einen geringen Teil der wahrnehmbaren Informationen. Ein in diesem Zusammenhang im Straßenverkehr mitunter gefährliches Phänomen ist die sog. „inattentional



Abb. 1: Verkehrssituation

blindness“. Wenn die Aufmerksamkeit selektiv auf bestimmte Inhalte fokussiert ist, kann es vorkommen, dass selbst bedeutsame Veränderungen im Umfeld nicht wahrgenommen werden, weil sie nicht im Aufmerksamkeitsfokus stehen. Scholl et al. (2003) konnten dieses Wahrnehmungsphänomen im Zusammenhang mit Mobiltelefonie nachweisen. 30 % der Studienteilnehmer registrierten ein Objekt nicht, obwohl sich dieses durchaus im Fokus ihres Auges befand, weil ihre Aufmerksamkeit selektiv auf den Gesprächspartner nach innen gerichtet war.

2.2 Wahrnehmungsprobleme

An dieser Stelle wird beispielhaft auf einige die Wahrnehmung beeinflussende Faktoren eingegangen.

2.2.1 Entwicklungspsychologische Besonderheiten

Wahrnehmung hängt, wie weiter oben bereits ausgeführt, von biologischen Faktoren wie der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane ab. Die Leistungsfähigkeit derselben entwickelt sich bei Kindern bis ca. 14/15 Jahre und nimmt mit fortgeschrittenem Alter wieder ab. Das Wissen um diese entwicklungspsychologischen Besonderheiten ist sowohl für die Befragung als auch für die Wertung in Bezug auf Aussagefähigkeit und richterliche Beweiswürdigung wichtig. Den Einfluss von Körpergröße und Gesichts- und Blickfeld veranschaulicht Abbildung 1. Diese zeigt ein Bild von einem Vater, welcher mit seiner 6-jährigen Tochter am Schutzweg

eine Straße überqueren möchte (Verkehrssituation). In Abbildung 2 wird verdeutlicht, wie das Kind die Verkehrssituation wahrnimmt und wie der Vater. Während der Erwachsene einen guten Überblick über die Situation hat, sieht das Kind aufgrund seiner Körpergröße gerade einmal das Knie des Vaters sowie die Stange des Verkehrszeichens und hat keine Übersicht über die Verkehrssituation. Erschwerend für die Überblicksgewinnung ist neben dem niedrigeren Blickstandort, welcher bei 6-jährigen Kindern durchschnittlich 110 cm beträgt (die durchschnittliche Pkw-Höhe liegt bei ca. 130 cm), das noch eingeschränkte periphere Sehen. Im Gegensatz zum Vater, welchem ein Gesichtsfeld von durchschnittlich 180° zur Verfügung steht, überblickt die 6-Jährige erst rund 110°. Dies bedingt, dass sich von der Seite nähernde Radfahrer, Autos etc. lange außerhalb des Gesichtsfelds befinden und erst spät wahrgenommen werden können.

In Abbildung 3 wird beispielhaft auf den Entwicklungsverlauf von einigen für das Sehen wichtigen Aspekten wie Akkommodationsfähigkeit, perspektivische Tiefenwahrnehmung und peripheres Sehen eingegangen. Analoges gilt für das Hören oder psychomotorische Fähigkeiten wie zum Beispiel das Reaktionsvermögen.

Die dargestellten entwicklungspsychologischen Befunde haben wichtige Implikationen. Die reduzierte Akkommodationsfähigkeit bedingt ein sogenanntes „Kontrastsehen“. Darunter versteht man, dass die Schnelligkeit eines sich bewegendes Fahrzeugs nur im Vergleich mit dem Hintergrund bestimmt werden kann, was in seitwärtiger Bewegungsrichtung besser gelingt als in frontaler. Die zusätzlich bis zum 9. Lebensjahr noch nicht vollständig entwickelte perspektivische Tiefenwahrnehmung führt dazu, dass Kinder bis zu diesem Alter größere Autos als näher und schneller einschätzen als kleinere. Auch wird helleres, weißliches Licht als näher wahrgenommen als dunkleres farbiges; dies impliziert, dass sowohl gelbe Scheinwerfer (häufig bei französischen Automarken) als auch Autos mit Abblendlicht bei gleicher Distanz als weiter weg eingeschätzt werden. Es sind somit massive Schwierigkeiten bei der realistischen Einschätzung von Geschwindigkeiten, Entfernungen und Distanzen zu attestieren.

Durch die altersbedingte Abnahme der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane ergeben sich zum Teil analoge Probleme



Abb. 2: Gegenüberstellung: Verkehrssituation aus Sicht des Kindes und aus Sicht des Vaters

Abb. 3: Gegenüberstellung des Entwicklungsverlaufs einiger für das Sehen wichtiger Aspekte bei Kinder und Senioren

Kinder	Senioren
Akkommodationsfähigkeit in Entwicklung (Limbourg, 2010).	Abnehmende Akkommodationsfähigkeit (Cohen, 2008)
Perspektivische Tiefenwahrnehmung mit ca. 9 Jahren entwickelt (Limbourg, 2010).	Verschlechterung der Tiefenschärfe (Limbourg & Matern, 2009)
Peripheres Sehen mit ca. 9 Jahren entwickelt (Walter et al., 2012)	Peripheres Sehen mit zunehmendem Alter eingeschränkt (Cohen, 2008)
...	...

me mit der Aussagetüchtigkeit. So können z. B. Senioren durch ein wie bei Kindern wieder reduziertes Gesichtsfeld unter Umständen für eine Unfallrekonstruktion wichtige Dinge nicht berichten, weil diese sich nicht im wahrnehmbaren Blickfeld befanden. Wenn das nutzbare Sehfeld eingeschränkt ist, können des Weiteren hohe Geschwindigkeiten nicht mehr gut wahrgenommen werden. Die sich verringernde Akkommodationsfähigkeit geht auch mit verlangsamten Blickwechseln einher (vgl. Cohen, 2008).

2.2.2 Stress und starke emotionale Erregung

Trauma, Stress oder starke emotionale Erregung können das Abspeichern und somit auch das Erinnern von belastenden Ereignissen beeinflussen. Weiß der Sachverständige oder Befragter dies nicht, kann er das Unvermögen des Zeugen, auf gezielte Frage zu Randdetails oder zum Ablauf des Unfalls zu antworten, auch falsch interpretieren und bewerten. Im Allgemeinen wird der Grund für eine emotionale Erregung elaborierter verarbeitet und damit besser gemerkt als „nebensächlichere“ Details, man spricht von einem sogenannten „tunnel memory“ (vgl. z. B. Safer et al., 1998). Opfer mit akuter Posttraumatischer Belastungsstörung (PTSD) haben einen Aufmerksamkeits- und Gedächtnisbias in Bezug auf Details, die mit dem Trauma in Verbindung stehen (vgl. z. B. Paunovic et al., 2002). Studien zeigen, dass stressbedingte hohe Cortisolausschüttung Gedächtnisprozesse für neutrale Informationen (im Allgemeinen Randdetails) unterbricht, während emotionale Inhalte hingegen gut abgespeichert werden (vgl. dazu z. B. Payne et al., 2006).

Die meisten der oben diskutierten Aspekte haben Auswirkungen auf die Aussagetüchtigkeit einer Person, auf welche unter Abschnitt 5 näher eingegangen wird.

3 Gruppenspezifische Eigenschaften und die daraus resultierenden Probleme hinsichtlich der Aussagetüchtigkeit

Die Gruppe der Unfallbeteiligten und Zeugen ist sehr heterogen. Es gibt Unfallbeteiligte und Zeugen, deren Aussagetüchtigkeit eingeschränkt ist, weil sie unter Schock stehen und emotional sehr betroffen sind, weinen etc. (vgl. dazu auch Abschnitt 2.2.2). Manche sind aber auch einfach nur ängstlich, fühlen sich durch die Polizeiuniform verunsichert, den Fragestil oder die räumliche Umgebung auf dem Polizeikommissariat. Die rhetorischen Fähigkeiten

und verbalen Kompetenzen sowie bei Nichtmuttersprachlichkeit das Sprachverständnis eines Unfallbeteiligten oder Zeugen können ebenfalls massiven Einfluss einerseits auf die Qualität der Zeugenaussagen und andererseits die Bewertung derselben nehmen.

Den eben angeführten möglichen Einschränkungen in der Aussagetüchtigkeit eines Zeugen oder Unfallbeteiligten kann durch gezielte Schulung der Befragter in Bezug auf z. B. Auswirkungen von Schock/Trauma auf das Gedächtnis oder Gesprächsführung/Fragetechniken/Beziehungsaufbau bzw. das Beiziehen eines qualifizierten Dolmetschers gut begegnet werden (vgl. dazu auch Abschnitt 6).

Schwieriger wird es mit verhaltenen Zeugen, welche auch nicht immer einfach von ängstlichen unterscheidbar sind. Verhaltene Zeugen geben sich zurückhaltend oder verstört, weil sie gewisse Inhalte verschweigen wollen bzw. kein Interesse daran haben, dass der Unfallhergang richtig rekonstruiert werden kann. Sie wollen, dass ihr Anteil an der Unfallverursachung durch z. B. Medikamentenbeeinträchtigung oder Unaufmerksamkeit durch das Ausführen von Nebentätigkeiten während des Fahrens nicht ans Licht kommt. Ähnlich verhält es sich mit befangenen Zeugen, welche in einem Naheverhältnis zu einem Unfallbeteiligten stehen und diesen z. B. vor weiterer strafrechtlicher Verfolgung oder anderen negativen Konsequenzen schützen wollen und sich deshalb in ihren Zeugenberichten sehr zurückhaltend und bedeckt geben. Manchmal gibt es auch übermotivierte Zeugen, die meinen, etwas gesehen zu haben und dies sehr ausgeschmückt berichten, obwohl sie dies tatsächlich gar nicht wahrgenommen haben, sondern erst durch den gehörten Knall auf den Unfall aufmerksam wurden und sich den Unfallhergang dann aufgrund der danach beobachteten Details und Spuren rekonstruiert haben.

Der Wunschzeuge ist zu 100 Prozent aussagetüchtig und motiviert, seine Erinnerungen an den Unfallhergang und das, was er wahrgenommen hat, verständlich und wahrheitsgemäß wiederzugeben. Sachverständige, Polizisten und Juristen sind in ihrem Alltag jedoch mit unterschiedlichen Abweichungsgraden von diesem Optimalzustand konfrontiert. Die wichtigste Frage, die sich Befragter bei einem Zeugen immer stellen sollten, lautet: Was ist die Motivation für eine Aussage oder Nicht-Aussage? Vor dem Hintergrund derselben können eventuelle Missinterpretationen der erhaltenen Zeugenaussagen unter Umständen vermieden werden.

4 Bedeutung von (Zeugen-)Aussagen aus verkehrspsychologischer Sicht

In der forensischen Psychologie haben psychologische Überlegungen zur Zeugenaussage eine lange Tradition, in der Verkehrspsychologie wurde erst jüngst der Fokus auf diesen Bereich gelegt.

Zeugenaussagen und Aussagen Beteiligter spielen jedoch eine wesentliche Rolle bei der Analyse von Verkehrsunfällen und der Erforschung ihrer Ursachen. Es ist von großer Relevanz, wie zuverlässig diese Aussagen sind. In Helsinki (Pasanen, 1992) wurden über einen längeren Zeitraum Unfälle über Video aufgezeichnet und mit den Aussagen von Zeugen und Beteiligten verglichen. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede zu üblichen, bei Rekonstruktionen erhaltenen Bildern. Die einen Verkehrsunfall aufnehmenden Polizisten sind nur sehr selten direkte Augenzeugen des Unfalls. Sie kommen im Allgemeinen zum Unfallort, wenn alles vorbei ist und versuchen, aus Bodenspuren, der Art und dem Zerstörungsgrad der Fahrzeuge sowie aus den Verletzungsmustern der Beteiligten den Herang zu rekonstruieren. Wie zuverlässig sind aber Aussagen, welche der Rekonstruktion des Unfallhergangs zugrunde liegen?

Einschätzen zu können, wie sehr man sich auf Aussagen verlassen kann, bzw. zu wissen, wo Fehlerquellen bei der Interpretation von Aussagen liegen, ist natürlich auch im Zusammenhang mit der verkehrspsychologischen Exploration von Bedeutung.

5 Wahrnehmungsprobleme aufgrund von „Nicht-Können“

Strigl (1996) sieht die mangelnde Zuverlässigkeit von Zeugen- und Beteiligtenaussagen in folgenden psychischen Prozessen: a) Fehler in der Wahrnehmung, b) Fehler beim Einprägen, c) Fehler beim Behalten und d) Fehler bei der Wiedergabe.

ad a) Wie schon weiter vorne dargestellt, erfolgt die Wahrnehmung nicht in einer Art fotografischer Aufnahme, sondern stellt einen konstruktiven Prozess dar. Die eintreffenden Reize und Empfindungen werden mit gespeicherten Erinnerungen verglichen und zugeordnet. Fehlen gute Erinnerungen, um eine Empfindung zu identifizieren, so wird diese der am ähnlichsten erscheinenden zugeordnet. Daraus können aber falsche Erwartungen entstehen. In die Wahrnehmung als Fehler gehen auch Begrenzungen des Sinnesapparats wie z. B. seitliche Begrenzung der Sicht sowie blinder Fleck und Fehler beim Schätzen von Entfernungen sowie Geschwindigkeiten ein. Einstellung und Motivation sowie Vorurteile beeinflussen, wie bereits erwähnt, die Wahrnehmung ebenfalls. Beispiel: Bei einem Experiment sollten Lehrer Fehler bei Schülern entdecken, die hinter einem Vorhang ein Gedicht vortrugen. Bei den als guten Schülern vorgestellten Kandidaten fanden sie weniger Fehler als bei den Schülern, die als schlechte Schüler bezeichnet wurden. Objektiv machten aber alle vorlesenden Schüler gleich viele Fehler, weil die Fehler in

den Text eingebaut waren.

ad b) Die wichtigsten Variablen beim Einprägen sind die Häufigkeit, in der ein Inhalt dargeboten wird, und das Bestehen eines Sinnzusammenhangs zwischen den Inhalten. Bei der Beobachtung von Verkehrsunfällen ist immer nur eine einmalige Darbietung gegeben. Die Dauer der Beobachtung ist meist sehr kurz, und der Krach der Kollision führt zu einer starken emotionalen Erregung. Das wieder führt zu Störungen der Einprägung. Die Beobachtung des Unfallereignisses war zudem fast nie intentional, das heißt, man war mit ganz anderen Dingen beschäftigt. Darüber hinaus ist ein Sinnzusammenhang oft nicht gegeben, weil man nur Bruchstücke wahrgenommen hat und die Aufmerksamkeit erst durch den Lärm auf das Unfallereignis gerichtet wird. Den Unfallhergang selbst hat man aber eigentlich gar nicht beobachtet. In solchen Situationen haben Zeugen oft die Überzeugung, dass ihre Wahrnehmung richtig sei, aber sie beschwören unter Umständen einen Sachverhalt, den sie gar nicht wirklich wahrgenommen haben (können).

ad c) Die Vergessenskurve von Ebbinghaus, inzwischen in vielen Experimenten bestätigt, zeigt, dass gelerntes Material rasch vergessen wird. Mit dem Verlauf der Zeit flacht aber die Vergessenskurve deutlich ab. Das heißt: Was nach vier Wochen noch behalten wird, bleibt lange bestehen. Einer der wichtigsten Störfaktoren ist somit der zeitliche Abstand zwischen dem Einprägen und der Aussage. Ein weiterer stellt die Überlagerung der eingespeicherten Information durch neue Informationen dar. Zeugenaussagen werden oft erst Monate nach dem Unfallereignis abgegeben. In dieser Zeit wird eine Fülle von neuen Informationen aufgenommen. Insbesondere jene, welche mit dem untersuchten Ereignis in Verbindung stehen, beeinflussen die spätere Zeugenaussage. Auf diese Weise werden die Aussagen mit der allgemeinen Meinung „harmonisiert“. Auch Überlegungen, wie man sich selber besser darstellen kann, können hier einfließen. Es ist daher für die Brauchbarkeit von Unfallberichten nicht unwichtig, dass diese unmittelbar nach dem Ereignis aufgenommen werden. Der Mensch ist kein genauer Chronist der Ereignisse, sondern eher der Autor eines Drehbuchs. Nicht nur ungeschulte Zeugen unterliegen diesem experimenteller bias, sondern auch geschulte Beobachter und Wissenschaftler. Die Erwartung des Versuchsleiters hat Einfluss auf seine Wahrnehmung und Interpretation.

ad d) Die Zeugenaussage wird sehr stark von der Frageform beeinflusst. Die freie Nacherzählung zeigt weniger Fehler, aber auch eine geringere Vollständigkeit als direkte Frageformen. Kleine Unterschiede wie „Sahen Sie einen kaputten Scheinwerfer?“ oder „Sahen Sie den kaputten Scheinwerfer?“ führen zu unterschiedlichen Antworten. Zeugen, denen Fragen mit dem bestimmten Artikel gestellt wurden, erklärten signifikant häufiger, den Gegenstand gesehen zu haben. Bei der Beurteilung der Fahrgeschwindigkeit werden höhere Werte angegeben, wenn man statt „zusammenstoßen“ „aufeinanderprallen“ verwendet. Merkmale ähnlicher Beobachtungen, selbst aus dem Fernsehen, fließen in die spätere Erinnerung ein.

Selbst frühere eigene Aussagen beeinflussen die spätere Aussage. Die Wiederholungen erfolgen nicht als exakte Kopien, sondern unterliegen Veränderungen durch die etwas veränderte Sicht des Zeugen. Die zweite Aussage ist eine uminterpretierte Kopie der ersten Aussage („Stille-Post-Effekt“) (Schützenhöfer, 2009; Hölzl et al., 2002).

Unter welchen Umständen kann man auf die Richtigkeit einer Aussage vertrauen? Arntzen (2007) zeigt, dass Aussagen durch Interessen gesteuert werden. Systematische Verfälschungen der Erinnerung sind somit durch psychologische Gesetzmäßigkeiten bedingt. Sie können in allen Phasen auftreten, sowohl beim Wahrnehmen und Erkennen als auch beim Abspeichern und Wiedergeben, und sie können physiologischer als auch motivationaler Natur sein.

6 Vorgehensweise(n) um (richtige) Wiedergabe von Wahrnehmungsinhalten zu unterstützen unter Berücksichtigung der Fehlerquellen

6.1 Angemessene Gesprächsführung

Die Exploration des Zeugen sollte seinen Erinnerungsprozess fördern, ohne ihn durch suggestive Fragen oder inhaltliche Vorgaben zu beeinflussen. Eine Exploration ist „das Erkunden bestimmter Sachverhalte und Stimmungen mittels qualifizierter Gesprächsführung“: Wie bereits ausgeführt, wird die Zeugenaussage von der Frageform beeinflusst. So führt die Möglichkeit der freien Nacherzählung ohne gezieltes Nachfragen durch den Befragter einerseits zu weniger Fehlern, andererseits aber auch zu einer geringeren Vollständigkeit als direkte Frageformen. Gibt man einem Zeugen durch das Stellen von geschlossenen Fragen nur die Möglichkeit, diese zu bejahen oder zu verneinen, fehlt auch die Basis für die Überprüfung der inhaltlichen Qualitätskriterien einer Aussage. Empfehlenswert ist somit, als ersten Schritt zu versuchen, einen möglichst zusammenhängenden Bericht vom Zeugen zu erhalten. Die folgenden Fragen sollten in Anwendung der Trichtertechnik zunächst so offen wie möglich sein und erst mit der Zeit spezifischer werden.

Es empfiehlt sich ein halbstrukturiertes Vorgehen, das zunächst ein offenes Berichten ermöglicht. Nach der freien Schilderung des Zeugen kann zur strukturierten Befragung im Sinne der Trichtertechnik übergegangen werden. Mithilfe derselben können die erhaltenen Informationen präzisiert und ergänzt werden. Wichtig ist hier, dass der Befragter an der konkreten Erlebniswelt des Zeugen anknüpft. Hilfreich ist ebenfalls, zur Absicherung des Verständnisses auf Zusammenfassungen und Überleitungen zwischen den Frage- bzw. Themenblöcken zu achten.

6.2 Herstellung eines guten Gesprächsklimas

Bevor mit der Exploration gestartet wird, gilt es, Folgendes zu beachten: Es ist eine tragfähige Beziehung aufzubauen und für eine angenehme Atmosphäre zu sorgen. Hilfreich dafür sind sogenannte Eisbrecherfragen, wie Fragen nach dem Weg zur Befragung oder zum Wetter. Es empfiehlt sich auch, mit einfachen Fragen zu beginnen, z. B.

nach soziodemografischen Daten. Dabei sollte man natürlich korrekt über Zweck und Protokollierung des Gesprächs informieren. Worum es geht, ist aber, dass man alles, was für den Zeugen belastend ist, in die Mitte des Gesprächs schiebt. (Auch wenn das für die Verlässlichkeit der Aussagen eine geringere Rolle spielt: Im Interesse des Klienten gilt es, einen guten Gesprächsabschluss zu finden, von schwierigeren und von belastenden Inhalten wieder zu unverfänglichen Themen zu kommen, um in entspannte(re)m Klima auseinanderzugehen.) Die oberste Prämisse im Zusammenhang mit der Verlässlichkeit von Aussagen ist jedenfalls die Vermeidung von psychischem Stress für den Zeugen.

7 Erkennen von Hinweisen für Glaubwürdigkeit

Glaubhaftigkeitskriterien, die sich aus dem Aussageinhalt ergeben, sind Detaillierung und inhaltliche Beschreibung wie Schilderung eigenpsychischer Vorgänge (Angst, Argwohn, Enttäuschung etc.), phänomengebundene Schilderungen (der Zeuge bringt Formulierungen, die von begrenztem Überblick über die beobachteten Abläufe zeugen, die aber dennoch den sachlichen Gegebenheiten gerecht werden) sowie ausgefallene, originelle Einzelheiten. Die Wiedergabe von Gesprächen aus unterschiedlichen Rollen, Interaktionsschilderungen, negative Komplikationsketten, inhaltliche Verschachtelungen sowie vielfältige Verflechtung des Aussageinhalts mit veränderlichen äußeren Umständen gehören dazu. Für die meisten Zeugen ist es unmöglich, eine Falschaussage mit zahlreichen Einzelheiten auszuschnüffeln. Vor allem wird es für den falsch aussagenden Zeugen immer schwieriger, weitere übereinstimmende Details zu erfinden, je länger er berichtet.

Zu den Glaubhaftigkeitskriterien, die sich aus dem Verlauf der Aussageentwicklung ergeben, gehört die relative Konstanz einer Aussage in zeitlich auseinander liegenden Befragungen. Alle Zeugenaussagen, welche auf Schätzungen beruhen, werden bei späteren Vernehmungen allerdings selten übereinstimmend wiederholt. Höchste Genauigkeit kann hier auf Einlernen hinweisen. Ferner sollte sich eine sinnvolle Ergänzenbarkeit einer Aussage bei nachfolgenden Befragungen ergeben, um scheinbare Widersprüche aufzuklären. Eine Aussage, die nachträglich auf unerwartete Fragen rasch ergänzt werden kann, spricht speziell gegen „eingeredete“ und „eingedrillte“ Falschaussagen.

Zu den Glaubhaftigkeitskriterien, die sich aus der Aussageweise ergeben, gehört, paradoxerweise, die Inkohärenz: Charakteristisch für die inkohärente Aussageweise ist, dass Aussagen unzusammenhängend sprunghaft vorgebracht werden. Die chronologische Reihenfolge ist gestört. Für den Außenstehenden ergibt sich aber schließlich doch ein geschlossenes Bild, das frei von Unstimmigkeiten ist. Je größer die Anzahl der zunächst unverbundenen „Aussagefetzen“ ist, die sich später zu einem geschlossenen Bild zusammenfügen, und je umfangreicher die gesamte Zeugenaussage ist, umso höher ist die Qualität dieser Aussageeigenart, die zu einem besonderen Glaubhaftigkeitsmerkmal

werden kann. Auch eine ungesteuerte Aussageweise spricht für Glaubwürdigkeit: Die Antworten kommen mit einer dem individuellen psychomotorischen Tempo des Zeugen entsprechenden Prompttheit, aber nicht voreilig.

Kriterien aus dem Motivationsumfeld der Aussage sind natürlich ebenfalls zu beachten: Beziehung zu Interessen, Wünschen, Strebungen, Absichten und der jeweiligen Situation des Zeugen müssen erschlossen werden. Was kann den Zeugen bewogen haben, eine glaubhafte Aussage zu machen?

8 Zusammenfassung dessen, was uns wichtig ist

Wissen um Wahrnehmungs-, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisphänomene sowie um verschiedene Zeugentypen ist ein wichtiger Ausgangspunkt dafür, was man von einem bestimmten Zeugen oder Unfallbeteiligten erwarten kann und wann bzw. wie man ihn am besten befragt. Man kann Zeugen durch professionelle Gesprächsführung und Gesprächstechniken in ihrer Aussagetüchtigkeit im Sinne einer Optimierung des Erinnerungsprozesses unterstützen (vgl. Abschnitt 6). Bei der anschließenden Bewertung der erhaltenen Inhalte ist es notwendig, Kenntnis von Kriterien (sowohl auf inhaltlicher als auch auf Verhaltensebene) zu haben, die für die Glaubwürdigkeit einer Aussage sprechen.

Alle diese vier Ebenen sind wichtig, damit Aussagen von ihrer Richtigkeit, Wichtigkeit und Aussagekraft möglichst korrekt eingeschätzt werden können und der Unfall gut rekonstruiert werden kann. Die Autoren sprechen sich aus diesem Grund für mehr Interdisziplinarität in dem derzeit schwerpunktmäßig von technischen Sachverständigen betreuten Bereich der Verkehrsunfallrekonstruktion aus.

9 Worauf man sich in Zukunft konzentrieren sollte – wo braucht es (mehr) Wissen (und dementsprechend Forschung)

Ein ethisches Problem, welches man jedenfalls ausführlich diskutieren sollte, ist das Dilemma, dass man in manchen Fällen eine gute Beziehung zum Befragten, bzw. ein gutes Gesprächsklima herstellt, um Antworten zu bekommen, die man dann gegen den Probanden verwendet.

Wichtige Forschungsthemen für die Zukunft müssten sich einerseits auf die Entwicklung guter theoretischer Modelle für „gute“ Befragungs- und Explorationsmethoden nach Verkehrsunfällen und vor allem auf die inhaltliche Vorgehensweise konzentrieren. Solche Arbeiten wären vielleicht keine wirkliche Innovation, vielmehr ginge es zunächst um eine Zusammenfassung existenten Wissens und darauf basierend eine Weiterentwicklung und Strukturierung dieses Wissens. Andererseits sollten empirische Studien zur Identifikation und Systematisierung von Wahrnehmungsfehlern geplant und durchgeführt werden. Denkbar wären etwa Projekte, in denen Versuchspersonen Videomaterial geboten wird, dessen Inhalte wieder-

gegeben werden sollen, wobei man die Methoden der Befragung variiert, um festzustellen, welche Vorgehensweise am effizientesten ist, bzw. welche Wahrnehmungsinhalte besser und welche schlechter rekonstruierbar sind und welchen (systematischen) Einfluss darauf die Fragetechnik nimmt.

Literatur

Arntzen, F. (2007): *Psychologie der Zeugenaussage. System der Glaubhaftigkeitsmerkmale*, 4. Auflage. München: C. H. Beck.

Bleuler, E. (1916): *Lehrbuch der Psychiatrie*. Berlin: Verlag von Julius Springer.

Cohen, A. S. (2008): Wahrnehmung als Grundlage der Verkehrsorientierung bei nachlassender Sensorik während der Alterung. In: Schlag, B. (Hrsg.). *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Köln: TÜV Media GmbH.

Goldstein, E. B. (2008): *Wahrnehmungspsychologie*. 7. Auflage, Nachdruck 2014. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Hölzl, E., Kirchner, E., Rodler, C. (2002): Hindsight bias in economic expectations: I knew all along what I want to hear. *Journal of Applied Psychology*, 87(3), 437–443.

Li, F. F., VanRullen, R., Koch, C., Perona, P. (2002): Rapid natural scene categorization in the near absence of attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 9596–9601.

Limbourg, M., Matern, S. (2009): *Erleben, Verhalten und Sicherheit älterer Menschen im Straßenverkehr – Eine qualitative und quantitative Untersuchung (MOBIAL)*. Köln: TÜV Media GmbH.

Limbourg, M. (2010): *Prävention in NRW. Kinder unterwegs im Straßenverkehr*. Unfallkasse Nordrhein-Westfalen.

Pasanen, E. (1992): *Driving Speeds and Pedestrian Safety*. Paper of the Municipality of Helsinki.

Paunovic, N., Lundh, L.-G., Öst, L.-G. (2002): Attentional and memory bias for emotional information in crime victims with acute post-traumatic stress disorder (PTSD). *Anxiety Disorders*, 16 (2002), 675–692.

Payne, J. D., Jackson, E. D., Ryan, L., Hoscheidt, S., Jacobs, W. J., Nadel, L. (2006): The impact of stress on neutral and emotional aspects of episodic memory. *Memory*, 2006, 14 (1), 1–16.

Reddy, L., Wilken, P., Koch, C. (2004): Face-gender discrimination is possible in the near-absence of attention. *Journal of Vision*, 4, 106–117.

Safer, M. A., Christianson, S.-A., Autry, M. W., Österlund, K. (1998): Tunnel Memory for Traumatic Events. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 12, 99–117 (1998).

Scholl, B. J., Noles, N. S., Pasheva, V., Sussman, R. (2003): Talking on a cellular telephone dramatically increases “sustained inattention blindness”. Abstract, *Journal of Vision*, 3, 9, 156, 156a.

Schützenhöfer, A. (2009): *Die Kunst des Verdrängens*. Graz: Kuratorium für Verkehrssicherheit.

Strigl, K. (1996): Zuverlässigkeit von Zeugenaussagen nach Verkehrsunfällen. In: KfV: *Die Rekonstruktion von Verkehrsunfällen zur Ermittlung von Unfallursachen*.

Walter, E., Achermann, Stürmer, Y., Scaramuzza, G., Niemann, S.; Cavegn, M. (2012): *Fahrradverkehr. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 8*. Bern: bfu.

Wickens, C. D., Horrey, W. J. (2008): Models of attention, distraction and highway hazard avoidance. In: Regan, M. A., Lee, J. D., Young, K. L. (Eds.). *Driver Distraction. Theory, Effects and Mitigation*. Orlando: CRC Press.

Dem Alkohol auf der Spur... – Nachweis von Alkohol und Alkoholkonsummarkern nach Aufnahme von Kleinstmengen und in besonderen Kollektiven

Annette Thierauf-Emberger

Ethylglukuronid (EtG) ist ein Stoffwechselprodukt des Trinkalkohols und wird seit mehreren Jahren im klinischen, fährerscheinrechtlichen und forensischen Setting als direkter Alkoholkonsummarker für die Abstinenzkontrolle genutzt. Um Kenntnisse über die Limitationen der Testung mit diesem Alkoholkonsummarker zu erlangen, wurden und werden Untersuchungen zur Sensitivität und Spezifität durchgeführt. Diese schließen Versuche mit Aufnahme kleinster Ethanolmengen und Studien an besonderen Probandenkollektiven ein.

Kleinste Alkoholmengen können auch durch den Konsum von dem Namen nach alkoholfreien Getränken in den Körper gelangen. Die Obergrenze für „alkoholfreie“ Getränke (unter Einschluss alkoholfreien Biers) liegt nach der Verordnung 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rats bei 1,2 Vol.-%; der Grenzwert für entsprechende „alkoholfreie“ Getränke in Deutschland liegt bei 0,5 Vol.-%. Damit sind in Deutschland Ethanolmengen bis zu 4 g/l zulässig.

Im Gegensatz zu anderen Biersorten erfreut sich alkoholfreies Bier in Deutschland steigender Absatzzahlen. Vor dem Hintergrund des geringen Alkoholgehalts und der zunehmenden Beliebtheit erwuchs die Frage, welche maximalen Blutalkoholkonzentrationen nach forciertem Konsum von alkoholfreiem Bier erreicht werden können und ob sich daraus negative Konsequenzen für Verkehrsteilnehmer, Probanden aus einem Alkoholabstinenz-Monitoringprogramm oder Schwangere sowie stillende Mütter ergeben.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden Trinkversuche durchgeführt [1]. Zunächst waren 78 freiwillige Versuchsteilnehmer aufgefordert, innerhalb einer Stunde 1,5 l alkoholfreies Bier mit einem Ethanolgehalt von 0,41–0,42 Vol.-% zu trinken. Es erfolgte damit eine Alkoholaufnahme in Höhe von 4,8–4,9 g. Vor Trinkbeginn wurde eine Nullblutprobe entnommen; weitere Blutentnahmen erfolgten 30, 60, 75, 120 und 150 Minuten nach Trinkbeginn. Die Blutproben wurden mit Headspace-Gaschromatographie-Flammenionisationsdetektion (HS-GC-FID; Nachweisgrenze 0,0005 g/l, entsprechend 0,0004 ‰; Bestimmungsgrenze 0,001 g/l, entsprechend 0,0008 ‰). Am Ende der Versuchsdurchführung lagen von 67 Teilnehmern (34 Männer, 33 Frauen, Alter 18–78 Jahre, mittleres Alter 29,2 Jahre,

Körpergewicht 48–116 kg, Median 68 kg, Körpergröße 158–191 cm, Median 175 cm) vollständige Datensätze vor. Bei 20 Probanden war in mindestens einer Probe Alkohol nachweisbar. Sämtliche Ethanol-positiven Proben wurden bis 75 Minuten nach Trinkbeginn gewonnen. Die höchste gemessene Serumkonzentration betrug 0,0069 g/l, entsprechend einer Blutalkoholkonzentration in Höhe von 0,0056 ‰; diese wurde beim ältesten Versuchsteilnehmer, einem 78-jährigen Mann (siehe unten) nachgewiesen.

Nach den Ergebnissen dieses Versuchs ergeben sich selbst bei forciertem Konsum von alkoholfreiem Bier keine negativen fährerscheinrechtlichen Konsequenzen für Fahranfänger, die nach § 24c StVG mit einer „0,0 ‰-Grenze“ (bei einem analytischen Grenzwert in Höhe von 0,20 ‰) belegt sind.

Ein gleichartiger Versuch wurde zur Frage der Auswirkungen eines Konsums alkoholfreien Biers auf die Milch stillender Mütter durchgeführt [2]. Im Unterschied zu oben beschriebenem Versuch wurden nicht Blut-, sondern Muttermilchproben auf Ethanol untersucht. 15 gesunde, stillende Mütter (Alter 18–46 Jahre, Median 32 Jahre; Körpergröße 152–180 cm, Median 167 cm; Körpergewicht 44,5–78,5 kg, Median 70 kg; BMI 18,4–28,5, Median 23,4; Alter der Kinder 2–23 Wochen) nahmen an dem Versuch teil. Sämtliche Frauen gaben an, während der Schwangerschaft und seit der Entbindung keinen Alkohol konsumiert zu haben. Bei im Übrigen gleichem Versuchsaufbau wurden Muttermilchproben vor Trinkbeginn, am Ende der Trinkphase sowie 60 und 180 min nach Trinkende mit einer elektronischen Milchpumpe gewonnen. Die Analyse auf Ethanol erfolgte wiederum mit HS-GC-FID (Nachweisgrenze 0,0006 g/l, Bestimmungsgrenze 0,001 g/l). Nur in zwei der insgesamt 105 Proben wurde Ethanol nachgewiesen: bei einer Probandin in einer Konzentration von 0,0021 g/l, bei einer anderen Probandin mit einer Ethanol-detektion oberhalb der Nachweisgrenze. Der quantitative Nachweis gelang bei der Probandin mit der kürzesten Trinkzeit. Beide Proben wurden unmittelbar nach Trinkende gewonnen.

Eine größere Menge alkoholfreies Bier wurde eingesetzt, um die Risiken, die sich durch den Konsum alkoholfreien Biers für Teilnehmer eines Alkoholabstinenz-Monitoring-

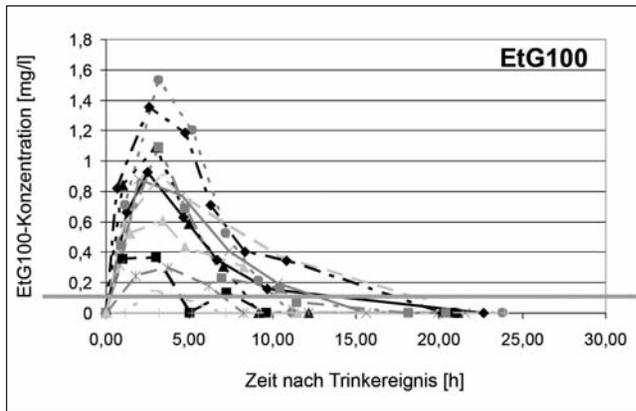


Abb. 1: EtG₁₀₀-Konzentrationsverläufe der einzelnen Probanden über die Zeit nach Aufnahme von 3 g Ethanol

programms ergeben können, abzuschätzen [3]. Nach den aktuellen CTU-Kriterien wird EtG für die Abstinenzkontrolle verwendet; der Grenzwert von EtG für die Abstinenz beträgt 0,1 mg/l. Oftmals wird zusammen mit EtG ein weiterer direkter Alkoholkonsummarker, Ethylsulfat (EtS) bestimmt. Die Probanden unseres Versuchs waren aufgefordert, nach mindestens 5-tägiger Alkoholabstinenz und Abgabe einer Null-Urinprobe innerhalb einer Stunde 2,5 l alkoholfreien Biers zu trinken. Die Ethanolaufnahme betrug dabei 8–8,3 g. 4 gesunde Freiwillige nahmen an diesem Versuch teil (2 Männer, 2 Frauen, Alter 23–30 Jahre, Körpergewicht 54–91 kg). Über einen Zeitraum von 20 Stunden nach Trinkbeginn wurden Urinproben gewonnen, die mittels LC-MS/MS auf EtG und EtS untersucht wurden. Die Markerkonzentrationen wurden auf einen Kreatininwert von 100 mg/dl normiert (EtG₁₀₀, EtS₁₀₀). Die maximalen EtG₁₀₀-Konzentrationen bei diesem Versuch lagen zwischen 0,49 und 1,18 mg/l; die maximalen EtS₁₀₀-Konzentrationen reichten bis 0,9 mg/l. Bei einem Probanden war EtG₁₀₀ noch 20 Stunden nach Trinkbeginn qualitativ nachweisbar (Wert < Bestimmungsgrenze). Bei allen Probanden war der Grenzwert für EtG (0,1 mg/l) deutlich überschritten; bei Probenabgabe in zeitlicher Nähe zum Konsum größerer Mengen alkoholfreien Biers ist somit ein EtG-Nachweis oberhalb des Cut-offs möglich.

Zur selben Fragestellung wurden Trinkversuche mit kleineren Alkoholmengen durchgeführt [4]. Nach wiederum

mindestens 5-tägiger Alkoholabstinenz tranken 12 Versuchsteilnehmer (5 Männer, 7 Frauen, Alter 20–43 Jahre) einen Schluck Sekt (33 ml, 11,5 Vol.-%, entsprechend 3 g Ethanol). Über einen Zeitraum von 24 Stunden nach dem Trinkereignis wurden Urinproben gewonnen. Die mittels LC-MS/MS gemessenen maximalen normierten Konzentrationen betragen 0,14–1,53 mg/l für EtG und 0,09–1,17 mg/l für EtS. Bei einem Probanden war EtG nicht nachweisbar. Wie Abbildung 1 zu entnehmen ist, wurde auch bei dieser Untersuchung der Grenzwert der Alkoholabstinenz für EtG deutlich überschritten.

Aufgrund des Überschreitens des Cut-off-Werts bei einer Alkoholaufnahme in Höhe von 3 g wurde eine weitere Untersuchung mit einer Alkoholmenge von 1 g vorgenommen [4]. Nach mindestens 5-tägiger Alkoholabstinenz und einer Null-Urinprobe wurde der Alkohol entweder in Form von 11 ml Sekt (11,5 Vol.-%) oder von 3,15 ml Whisky (40 Vol.-%) verabreicht. Für den Sekt-Versuch fanden sich 7 gesunde Versuchsteilnehmer (3 Männer, 4 Frauen, Alter 22–41 Jahre); für den Whisky-Teil des Versuchs wurden 12 gesunde Probanden (4 Männer, 8 Frauen, Alter 19–42 Jahre) gewonnen. In beiden Versuchsteilen wurden Urinproben über 24 Stunden gewonnen, die – wie in den vorangegangenen Versuchen – mittels LC/MS-MS analysiert und auf den Kreatininwert normiert wurden. Nach dem Sektkonsum wurden maximale EtG₁₀₀-Konzentrationen bis 0,25 mg/l und maximale EtS₁₀₀-Konzentrationen bis 0,15 mg/l erreicht. Im Whisky-Teil des Versuchs wurden EtG₁₀₀-Höchstwerte bis 0,32 mg/l gemessen. Den Abbildungen 2 a und b ist zu entnehmen, dass auch nach Konsum dieser sehr geringen Alkoholmengen bei Probengewinnung in zeitlicher Nähe zum Trinkereignis ein Überschreiten des Grenzwerts möglich ist. Bei vier Probanden aus beiden Versuchen wurde kein EtG nachgewiesen.

In den meisten bislang durchgeführten Studien zu dem Alkoholkonsummarker EtG fielen einige Probanden (bis zu 10 %) durch fehlende Bildung dieses Markers auf. Mit einer Prävalenz von ca. 7 % liegt in der Bevölkerung eine angeborene Stoffwechselanomalie, der Morbus Gilbert-Meulengracht, vor. Es handelt sich dabei um eine Glukuronidierungsstörung mit herabgesetzter Aktivität der Isoform 1A1 der Uridindiphosphatglukuronosyltransferase

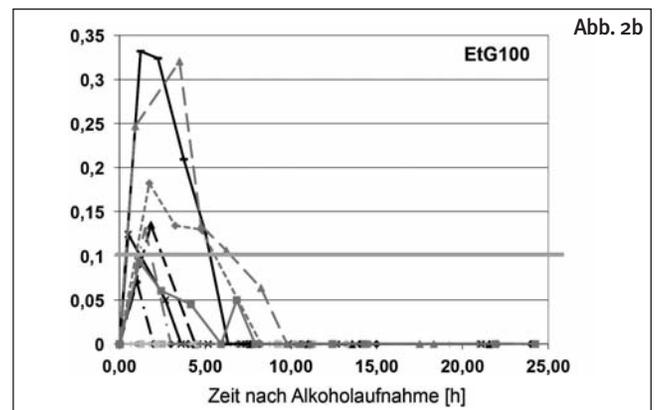
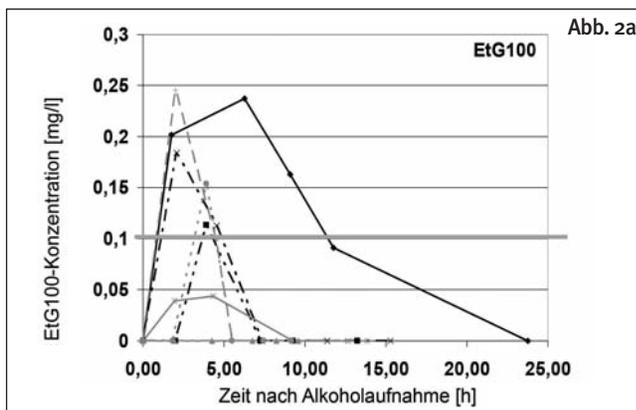


Abb. 2a und b: EtG₁₀₀-Konzentrationsverläufe bei den einzelnen Probanden über die Zeit nach Aufnahme von 1 g Ethanol in Form von a) Sekt oder b) Whisky.

(UGT) um bis zu 80 %. In den meisten Fällen verläuft diese Stoffwechselstörung asymptomatisch; mögliche Symptome sind Ikterus und Erschöpfung.

Zur Klärung der Frage, ob diese Stoffwechselanomalie mit Glukuronidierungsstörung die Ursache für die Nicht-Nachweisbarkeit des Glukuronidierungsprodukts EtG darstellt, wurde eine Trinkstudie durchgeführt [5]. Initial nahmen 30 Probanden mit diagnostiziertem Morbus Gilbert-Meulengracht (18 Männer, 12 Frauen, Alter 18–71 Jahre) an dem Versuch teil. Nach mindestens 2-tägiger Alkoholabstinenz und Abgabe einer Null-Urinprobe tranken die Versuchsteilnehmer 0,1 l Sekt (11,5 Vol.-%, entsprechend 9 g Ethanol). Urinproben wurden ca. 3, 6, 12 und 24 Stunden nach dem Trinkereignis gewonnen, auf EtG und EtS untersucht; die Ergebnisse wurden auf einen Kreatininwert von 100 mg/dl normiert. Eine Person wurde aufgrund einer positiven Ausgangsprobe ausgeschlossen. Ein weiterer Proband zeigte nach anfänglichem Alkoholkonsummarkerabfall einen deutlichen Wiederanstieg, der auf einen neuerlichen Alkoholkonsum hinwies; auch dieser Proband wurde nicht in die Studiauswertung inkludiert. 28 Probensets waren verwertbar. Bei sämtlichen Probanden war EtG – wie üblich in etwas höheren Konzentrationen im Vergleich zum EtS – nachweisbar. Die maximalen Konzentrationen wiesen zu allen Probengewinnungszeitpunkten deutliche interindividuelle Unterschiede auf, die der Tabelle 1a und b zu entnehmen sind. Da bei allen Testpersonen EtG nachweisbar war, ergeben sich keine Hinweise auf eine gestörte Bildung von EtG bei Personen mit der Stoffwechselanomalie Morbus Gilbert-Meulengracht. Die Nicht-Nachweisbarkeit von EtG bei einigen Probanden beruht also nicht auf dieser Glukuronidierungsstörung. EtG ist damit auch bei Probanden mit Morbus Gilbert-Meulengracht ein geeigneter Marker für die Abstinenzkontrolle. Die Glukuronidierung des Ethanolts geschieht bei den betroffenen Personen durch andere Isoformen des Enzyms.

Zuletzt sollen noch Besonderheiten eines anderen speziellen Kollektivs Erwähnung finden. Wie oben erwähnt, wurde die höchste Blutalkoholkonzentration im Rahmen des Trinkversuchs mit alkoholfreiem Bier bei dem ältesten Versuchsteilnehmer nachgewiesen. Auch in einem anderen Versuch fiel der älteste Proband mit einer deutlich höheren Blutalkoholkonzentration auf. An dieser Studie nahmen 10 Freiwillige (5 Männer, 5 Frauen) im Alter zwischen 19 und 75 Jahren (Durchschnittsalter 30,5 Jahre) teil. Angestrebt wurde eine Blutalkoholkonzentration in Höhe von 1,2 ‰; die dafür erforderliche Trinkmenge wurde für jedes Individuum nach Widmark berechnet. Bei den 9 jüngeren Teilnehmern im Alter bis 31 Jahre lagen die gemessenen Maximalkonzentrationen zwischen 0,99 und 1,41 ‰; der 75-jährige Proband baute hingegen eine maximale Blutalkoholkonzentration in Höhe von 2,03 ‰ auf und zeigte Intoxikationssymptome. Vorerkrankungen waren nicht bekannt; ein Vorkonsum war durch eine Nullprobe ausgeschlossen.

Innerhalb der Widmark-Formel, anhand derer die Trinkmengen berechnet wurden, ist die Abweichung am ehesten im Widmark-Faktor zu suchen. In der Literatur finden sich Berichte zu einer Abnahme des Gesamtkörperwas-

Tab. 1a und b: Maximale EtG₁₀₀- und EtS₁₀₀-Konzentrationen zu den unterschiedlichen Probengewinnungszeitpunkten (n. n.: nicht nachweisbar).

EtG ₁₀₀ [mg/l]			EtS ₁₀₀ [mg/l]		
	Min	Max		Min	Max
3 h	0,58	18,43	3 h	0,87	6,87
6 h	0,67	13,8	6 h	0,29	4,48
12 h	0,08	3,39	12 h	n. n.	1,19
24 h	n. n.	0,53	24 h	n. n.	0,19

sers bei älteren Menschen. Führt das solcherart herabgesetzte Verteilungsvolumen zu einer systematischen Fehlerberechnung nach Widmark? Um dieser Frage nachzugehen, wurde ein weiterer Trinkversuch durchgeführt [6].

An dieser Studie nahmen 51 Probanden (22 Frauen, 29 Männer) im Alter über 60 Jahre (61–84 Jahre, Durchschnitt 69,8 Jahre) teil. Vor Versuchsbeginn waren die Teilnehmer zu einer mindestens 2-tägigen Alkoholabstinenz aufgefordert, die durch eine Nullblutprobe überprüft wurde. Es erfolgte innerhalb einer halben Stunde der Konsum alkoholischer Getränke in einer Menge, die nach der Widmark-Formel zu einer Blutalkoholkonzentration in Höhe von 0,60 ‰ führen sollte. Beginnend mit dem Trinkende wurden über 4,5 Stunden in zunächst halbstündlichen, dann stündlichen Intervallen Blutentnahmen durchgeführt. Die Blutproben wurden mittels HS-GC-FID auf Ethanol untersucht. Personen mit wesentlichen Erkrankungen waren von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen; als Vorerkrankungen genannt wurden: Bluthochdruck, Herzrhythmusstörungen, Diabetes mellitus, depressive Episoden und Hypercholesterinämie.

Die maximal erreichten Blutalkoholkonzentrationen variierten zwischen 0,30 und 0,81 ‰. Da die Hypothese des geringeren Verteilungsvolumens höhere Blutalkoholkonzentrationen erwarten lässt ($H_1: \mu_S > \mu_0$, $H_0: \mu_S = \mu_0$), wurde anhand des Wilcoxon-Tests die einseitige Fragestellung überprüft, ob die ermittelten Blutalkoholkonzentrationen signifikant über dem Erwartungswert von 0,60 ‰ lagen. Für $\alpha=0,05$ und $\alpha=0,1$ wurde der kritische Wert für T nicht überschritten, sodass H_1 anzunehmen und von statistisch signifikant erhöhten Blutalkoholkonzentrationen bei älteren Menschen auszugehen ist. Die mittlere maximale Blutalkoholkonzentration innerhalb des gesamten Versuchs lag bei 0,63 ‰, für die über 70-Jährigen bei 0,66 ‰.

Literatur

- [1] Thierauf, A., Große Perdekamp, M., Auwärter, V. (2012): Maximale Blutalkoholkonzentrationen nach forciertem Konsum von alkoholfreiem Bier. Rechtsmedizin 22:244–247.
- [2] Schneider, C. C.; Thierauf, A.; Kempf, J.; Auwärter, V. (2013): Ethanol concentration in breast milk after the consumption of non-alcoholic beer. Breastfeed Med 8, 291–293.

[3] Thierauf, A., Gnann, H., Wohlfarth, A., Auwärter, V., Große Perdekamp, M., Buttler, K. J., Wurst, F. M., Weinmann, W. (2010): Urine tested positive for ethyl glucuronide and ethyl sulphate after the consumption of »non-alcoholic« beer. *Forensic Sci Int* 202, 82–85.

[4] Thierauf, A., Halter, C. C., Rana, S., Auwärter, V., Wohlfarth, A., Wurst, F. M., Weinmann, W. (2009): Urine tested positive for ethyl glucuronide after trace amounts of ethanol. *Addiction* 104, 2007–2012.

[5] Huppertz, L. M., Gunsilius, L., Lardi, C., Weinmann, W., Thierauf-Emberger, A.: Influence of Gilbert's syndrome on the formation of ethyl glucuronide. Eingereicht zur Publikation.

[6] Bielefeld, L., Auwärter, V., Pollak, S., Thierauf-Emberger, A.: Differences between the measured blood ethanol concentrations and the estimated concentration by Widmark's equation in elderly persons. Eingereicht zur Publikation.

AAK – Wissenschaft und Praxis

Hans-Theodor Haffner

Einleitung

Inzwischen liegen 16 Jahre Erfahrung mit den gerichtsverwertbaren AAK-Messungen im Ordnungswidrigkeitenrecht vor. Immer wieder, wie auch jetzt aktuell, werden Vorstöße unternommen, die AAK-Messungen auf das Strafrecht auszudehnen. Diese Situation bietet einerseits die Gelegenheit zu einem Rückblick: Welche praktischen Probleme mit der AAK-Messung bestehen noch und wie könnten sie ggf. gelöst werden. Sie bietet andererseits jedoch auch die Notwendigkeit, sich aus naturwissenschaftlicher Sicht mit der Zukunft einer eventuellen Einführung eines AAK-Grenzwerts ins Strafrecht zu beschäftigen. Unabhängig davon, wie man dazu steht, könnte sie sich über kurz oder lang möglicherweise gar nicht verhindern lassen.

Praktische Probleme

In den ersten Jahren nach der Einführung waren die gutachterlich zu bearbeitenden Zweifel an den AAK-Ergebnissen sehr vielgestaltig. Sie betrafen die apparativ-messtechnische Seite, die Durchführung der Messung und die Einflüsse individueller oder situativer Besonderheiten.

Die apparativ-messtechnische Seite spielt zwischenzeitlich kaum mehr eine Rolle. Es ist allgemein anerkannt, dass das Dräger Alkotest 7110 Evidential hinsichtlich Präzision und Richtigkeit Ergebnisse liefern kann, die der forensischen Blutalkoholbestimmung vergleichbar sind. Das wird wohl in gleicher Weise auf das Nachfolgemodell zutreffen. Ein gewisses Problem kann – zumindest bei dem alten Gerät – die Eichfrist darstellen. Die wird von den Eichämtern noch unterschiedlich gehandhabt und von den Gerichten unterschiedlich gewertet. Von Beginn an wurde das Ende der Eichfrist des Geräts von den Eichämtern unabhängig vom Tag der Eichung auf das Monatsende des letzten Eich-Monats festgesetzt. Das bedeutet, dass die eigentliche Eichfrist nicht nur 6 Monate, sondern im Extremfall knapp 7 Monate umfassen kann. Dies wurde von den Gerichten teilweise gerügt, worauf die Eichämter größtenteils, aber eben nicht alle, zu einer tagesgenauen Angabe des Eichendes übergegangen sind. Die alten Evidential-Geräte sind aber noch so programmiert, dass auf dem Messprotokoll nur der letzte Eichmonat, nicht der letzte Eichtag angegeben ist, und dass die Messfunktion des Geräts erst am letzten Tag des entsprechenden Monats gesperrt wird. So sind Messungen möglich, die – in strenger Auslegung – außerhalb der Eichfrist liegen. Es steht zu hoffen, dass diese Problematik im Nachfolgerät durch eine entsprechende Änderung der Software gelöst ist.

Relativ still geworden ist es auch um die sog. Lebensakte der Geräte, die anfänglich von Verteidigern häufiger ange-

fragt wurde. Prinzipiell steht ein durchaus vernünftiger Gedanke dahinter. Lebensakten werden bei Geräten geführt, bei denen die Anwender kleinere Wartungs- und Reparaturarbeiten selbst vornehmen können. Sie dienen dem Nachweis einer störungsfreien Funktion. Für das Evidential ist eine solche Lebensakte nicht erforderlich, da solche Eingriffe nicht möglich sind. Ohne Zweifel sind aber auch bei AAK-Messgeräten Funktionsstörungen möglich. Die Innenministerien einiger Länder haben deshalb die Polizeidienststellen zum Führen sog. Lastenhefte aufgefordert, in denen Besonderheiten und Unregelmäßigkeiten bei Messungen, Wartungen und Nacheichungen dokumentiert werden sollen (z. B. Innenministerium Baden-Württemberg, 1999). In der Praxis ist es noch eher selten, dass ein solches Lastenheft vorgewiesen werden kann. Ist dies der Fall, enthält es in der Regel keinen Eintrag. Das ist auch nicht zu erwarten, denn so grobe Funktionsstörungen, dass sie dem Bediener auffallen, dürften selten sein. Informationen über feinere Funktionsstörungen, wie sie nur bei der Wartung und Eichung zu entdecken sind, werden nicht gesammelt oder sind nicht zugänglich. Deshalb ist ein Lastenheft in der bisherigen Form nicht ausreichend und sollte zumindest auf Funktionsuntersuchungen vor der Nacheichung erweitert werden.

Größere Bedeutung als den messtechnischen kommt aber den Problemen bei der Durchführung der Messung zu. Das Wissen der Polizeibeamten um die Funktionsweise des Messgeräts und die Durchführung der Messung ist häufig ungenügend. Angesichts des Multiplikator-Systems, mit dem die erforderliche Schulung organisiert wird, ist das nicht anders zu erwarten. Multiplikator-Systeme führen bekanntlich auf jeder Ebene der Wissensweitergabe zu erheblichen Verlusten. So klagen die Multiplikatoren gelegentlich auch offen darüber, dass sie nicht wissen, wie sie die vorgeschriebene eintägige Schulung zeitlich ausfüllen sollen.

Wie groß dieses Problem „Durchführungsfehler“ in der Praxis ist, haben Becker und Manthey (2010) in ihrem Bericht aus Mecklenburg-Vorpommern eindrücklich gezeigt: Rund 20 bzw. 40 % Fehler bei der Wartezeit bzw. Kontrollzeit, die „zu Verwertungsverboten geführt haben bzw. jederzeit hätten dazu führen können.“ Da Einsprüche der Betroffenen eher selten sind, erfolgten und erfolgen wohl noch immer rechtliche Konsequenzen, die eigentlich einer Grundlage entbehren. Die Höhe der Fehlerquote wird man allerdings etwas relativieren müssen. Sie bezieht auch fehlende oder ungenügende Dokumentationen ein, die nicht zwangsläufig auf eine fehlerhafte Durchführung rückschließen lassen. Ob die Erinnerung der durchführenden Polizeibeamten ein Viertel- oder ein halbes Jahr später im Gerichtsverfahren angesichts der Vielzahl der zwi-

schenzeitlich bearbeiteten Fälle für den konkreten Einzelfall noch so detailliert vorhanden ist, dass sich solche Dokumentationslücken überzeugend schließen lassen, muss bezweifelt werden.

Aus gutachterlicher Praxis scheint aber das Problem der Warte- und Kontrollzeit – besser der Überwachungszeit – zwischenzeitlich zunehmend in den Hintergrund zu treten; zumindest stellt es immer seltener die Fragestellung eines Gutachtauftrags dar. Dagegen häufen sich inzwischen Fälle von falschen Alters- und Geschlechtsangaben, auf Tippfehler bei der Eingabe zurückzuführen. Dadurch können die in der Geräte-Software verankerten Mechanismen zur Kontrolle der erforderlichen Messvoraussetzungen ausgehebelt werden. Sie werden im Rahmen von Begutachtungen zu ganz anderen Fragestellungen häufig rein zufällig entdeckt und geben deshalb zu der Befürchtung Anlass, dass hier eine nicht unerhebliche Dunkelziffer vorliegen könnte; im Untersuchungskollektiv von Becker und Manthey (2010) lag sie bei gut 2 %. Theoretisch kann ein solcher Fehler in manchen Fällen nachträglich geheilt werden, wenn das tatsächlich abgegebene Atemvolumen, das aus dem Messprotokoll zu ersehen ist, das alters- und geschlechtsspezifisch erforderliche Mindest-Atemvolumen erreicht oder überschreitet. Zur Überprüfung finden sich die Mindestanforderungen bei Lagois (2000a). Ein Messergebnis kann also trotzdem durchaus richtig sein; es handelt sich aber sicher nicht um ein ordnungsgemäß zustande gekommenes Messergebnis. Die Gerichte gehen mit dieser Problematik unterschiedlich um. Es kann aber in diesem Zusammenhang auf ein BGH-Urteil aus dem Jahr 1993 verwiesen werden, in dem – wenngleich in anderem Zusammenhang – der „... Anspruch, nur aufgrund ordnungsgemäß gewonnener Messdaten verurteilt zu werden ...“, betont wird (BGH, 1993).

Fließend ist der Übergang zu den Einflüssen durch individuelle oder situative Besonderheiten. In der Mehrzahl stehen sie nur im Zusammenhang mit Durchführungsfehlern zur Diskussion. In der Regel dreht es sich um die Aufnahme nicht-alkoholhaltiger oder sogar alkoholhaltiger Fremdstoffen in die Mundhöhle kurz vor oder sogar während der Messung, also, soweit solche Behauptungen als richtig unterstellt werden, um Mängel bei der Überwachung. Dass es sich ggf. in diesen Fällen ebenfalls um nicht ordnungsgemäß gewonnene Messdaten handelt, sei nur am Rande erwähnt.

Bislang sind keine nicht-alkoholhaltigen Substanzen bekannt geworden, die bei ordnungsgemäßer Anwendung zu einer Verfälschung des Messergebnisses geführt hätten (Lagois, 2000b; Schmidt et al., 2000). Noch nicht abschließend geklärt ist die Frage, ob geringe Verfälschungen vorkommen können, wenn sich während der Probenahme eines Alkoholisierten eine Fremdstoffsubstanz in der Mundhöhle befindet. Im Rahmen einer Begutachtung war einmal eine experimentelle Klärung der Frage in Auftrag gegeben worden, inwieweit das unbemerkte Lutschen von Tic Tac und Fishermen's Friend eine Verfälschung des Messergebnisses herbeiführen kann. Dabei lagen die Messergebnisse mit Fishermen's Friend tatsächlich fast

alle knapp über den mathematisch berechneten Funktionen für die Erwartungswerte; die geringe Zahl der Probanden erlaubte allerdings keine zuverlässige Signifikanzprüfung (Haffner, unveröffentlicht). Die Abweichungen bewegten sich jedoch nur innerhalb der Messfehlerspanne des Evidential, was den Richter angesichts eines Messwerts im zu beurteilenden Fall von über 0,3 mg/l zu einer Verurteilung veranlasste. Keine Berücksichtigung fand dabei allerdings der Hinweis im Gutachten, dass es sich bei derartigen sehr geringen, aber einseitig gerichteten Abweichungen nicht um ein Problem der Präzision, sondern um ein Problem der Richtigkeit einer Messung handelt. Deshalb kann diese Argumentation zumindest bei Messwerten auf der gesetzlichen Grenze oder knapp darüber nicht angewendet werden.

Auch die Anwendung alkoholhaltiger Fremdstoffen wie bspw. Medikamenten- oder Mundhygienesprays ist nicht ganz so unproblematisch, und das gilt nicht nur für die Überwachungszeit, sondern sogar knapp über die Wartezeit hinaus; sie kann somit auch bei ordnungsgemäßer Durchführung der Messung Bedeutung erlangen. Die technischen Sicherheitsvorkehrungen gegen den sog. Mundrestalkohol erfassen nur größere Abweichungen. Die Überhöhung durch Mundrestalkohol sinkt in Form einer Exponentialfunktion ab, schmiegt sich in ihrem Auslauf asymptotisch der Abszisse an. Im Auslauf der Kurve sind also nur noch sehr kleine Abweichungen vorhanden. Gerade in diesem Bereich liegen aber die Verstöße gegen die Wartezeit, die ja in der Regel nicht um 10 oder 15 Minuten, sondern eher um 1 oder 2 Minuten verfehlt wird. Zudem haben Untersuchungen mit alkoholhaltigen Mundspülmitteln oder Mundsprays ergeben, dass die asymptotische Annäherung der Kurve in Einzelfällen länger als 20 Minuten dauern kann, also fälschliche Überhöhungen in geringem Umfang auch bei Einhaltung der Wartezeit vorkommen können (Dettling et al., 2003). Die Lösung dieses Problems könnte in einer Verlängerung der Warte- und der Beobachtungszeit liegen.

Dass sich die Messergebnisse auch durch Hyper- und Hypoventilation in gewissem Umfang beeinflussen lassen, ist nur der Vollständigkeit halber zu erwähnen (Schuff et al., 2002). In der täglichen Routine scheint das keine große Rolle zu spielen.

AAK-Grenzwert im Strafrecht – wissenschaftliche Grundlagen

Während die noch bestehenden praktischen Probleme durchaus beherrschbar sind, bedarf es hinsichtlich einer künftig möglichen Anwendung der AAK-Messungen im Strafrecht noch einmal einer Beleuchtung der wissenschaftlichen Grundlagen. Die Probleme sind dabei natürlich grundsätzlich die gleichen wie im Ordnungswidrigkeitenrecht. Sie wurden bei der Einführung des AAK-Gefahrengrenzwerts keineswegs alle wissenschaftlich korrekt gelöst. Stattdessen glaubte man, sie als marginal in Kauf nehmen zu können. Ggf. müsste man sich überlegen, ob sie tatsächlich so marginal sind bzw. ob sie ggf. auch unter den höheren Ansprüchen noch tolerabel sind.

Das zentrale Problem liegt in der Notwendigkeit einer Vergleichbarkeit von BAK und AAK. Die BAK kann die AAK, die AAK kann aber nicht die BAK ersetzen. Blut kann so gut wie immer gewonnen werden, Atemluft nicht. Abgesehen davon, dass die Abgabe einer Atemluftprobe einer Mitwirkung des Probanden bedarf und dass die AAK-Messung bei Bewusstlosen und Schwerverletzten nicht möglich ist, hat zudem eine nicht unerhebliche Zahl von Probanden Mühe, das erforderliche Atemvolumen aufzubringen. Eine früher durchgemachte Lungenentzündung oder Pleuritis kann selbst bei jungen Probanden schon genügen. Deshalb ist es nicht ausreichend, unabhängig von BAK-Grenzen eine AAK-Grenze alleine aufgrund der Risikoerhöhung durch eine mit AAK-Werten dokumentierte Alkoholisierung zu bestimmen. Die wissenschaftliche Grundlage dazu wäre vorhanden, schließlich wurde die Grand-Rapids-Studie mithilfe von AAK-Messungen durchgeführt, die erst nachträglich auf BAK-Werte umgerechnet wurden (Borkenstein et al., 1974). Sondern es muss ein AAK-Grenzwert als Äquivalent des BAK-Grenzwerts geschaffen werden. Das aber ist aufgrund des inter- und intraindividuell schwankenden Konversionsfaktors schwierig. Bei der Etablierung des AAK-Grenzwerts im Ordnungswidrigkeitenrecht wurde versucht, eine Pufferzone zu schaffen, indem man den Konversionsfaktor vergleichsweise niedrig ansetzte, um der AAK-Messung eine Begünstigung zu verschaffen. Es ist zweifelhaft, ob sich dies mit unseren Ansprüchen an die Rechtsgleichheit im Strafrecht verträgt. Schließlich bedeutet zwangsläufig jede Begünstigung der einen eine Benachteiligung der anderen Methode. Und die betroffenen Beschuldigten haben aus den oben genannten Gründen nicht einmal alle die Möglichkeit, das für sie günstigere Verfahren zu wählen.

Für die Festlegung eines BAK-äquivalenten Grenzwerts der AAK ist als erstes zu berücksichtigen, dass die Grenzwerte aus einem Grundwert und aus einem Sicherheitszuschlag zusammengesetzt sind. Der Grundwert ist die eigentliche Grenze, z. B. 1,0 ‰. Mit dem Sicherheitszuschlag, im Beispiel 0,1 ‰, wird die Messpräzision berücksichtigt. Die Messpräzision ist aber methodenabhängig und kann nicht einfach in gleicher Höhe von einer Methode auf die andere übertragen werden. Dieser handwerkliche Fehler wurde bereits bei der Festlegung des Gefahrengrenzwerts der AAK gemacht. Er führte nur deshalb nicht zu praktischen Konsequenzen, weil rein zufällig die Präzision der BAK-Messung und der AAK-Messung in diesem Konzentrationsbereich gleich sind (Haffner et al., 2002). Auf die AAK umgerechnet werden müsste also eine BAK von 1,0 ‰.

Die Umrechnung erfordert die Festlegung eines Konversionsfaktors. In den Diskussionen wird immer wieder ins Feld geführt, die Konversionsfaktoren schwankten in den Extremen zwischen 0,7 und 6,0 (Übersichten bei Haffner et al., 2003; Mußhoff, 2014). Das ist grundsätzlich richtig, für Überlegungen hinsichtlich eines BAK-äquivalenten AAK-Grenzwerts aber irrelevant. Diese Werte umfassen nämlich alle pharmakokinetischen Phasen und alle Konzentrationsbereiche. Wirklich relevant sind nur die Werte

in der Eliminationsphase auf dem Niveau von 1,0 ‰. Eigenen Untersuchungen zufolge liegen die Konversionsfaktoren hier bei etwa $2,16 \pm 0,056$, d. h. mit hinreichender Wahrscheinlichkeit in einer Spanne zwischen 1,99 und 2,33 (Haffner et al., 2003). Das sind aber Werte, die im Rahmen von Infusionsversuchen gewonnen wurden, sich also auf die gesicherte Eliminationsphase stützen können. Nach oraler Alkoholaufnahme kann von einem gesicherten Abschluss der Resorption erst sehr viel später als 20 Minuten nach Trinkende ausgegangen werden, nach BGH-Rechtsprechung erst 2 Stunden nach Trinkende (BGH, 1973). Das lässt sich auch experimentell bestätigen. So konnte bspw. in einer Versuchsserie mit 178 Probanden gezeigt werden, dass 20 Minuten nach Trinkende noch mehr als 60 % mit ihrem Konversionsfaktor unter 2,0 lagen. Selbst 2 Stunden nach Trinkende hatten erst 92 % einen Konversionsfaktor von 2,0 erreicht oder überschritten (Dettling et al., 2006). Daraus folgt: Man kann die Schwankungsbreite des Konversionsfaktors zwar relativ weit einengen, aber nur, wenn man die Wartezeit von 20 Minuten auf 2 Stunden erhöht.

Unter dieser Voraussetzung – 2 Stunden Wartezeit nach Trinkende – könnte also eine Umrechnung eines BAK-Grundwerts von 1,0 ‰ mithilfe bspw. des genannten Konversionsfaktors von 2,16 auf einen AAK-Grundwert von etwa 0,47 mg/l vorgenommen werden. Zu addieren wäre dann noch der Sicherheitszuschlag für die Präzision, der die Messfehlerschwankungen abpolstern soll. Die Messpräzision ist nicht nur von der Messmethode, sondern auch von der Größenordnung der Konzentration abhängig. Auf dem Niveau von etwa 1,0 ‰ bzw. 0,5 mg/l ist die Messpräzision der AAK etwas schlechter als die der BAK. Im Rahmen der bereits erwähnten 2002 durchgeführten Studie konnten wir unter den damaligen Voraussetzungen beim Vergleich der Variationskoeffizienten darstellen, dass, um die gleiche Sicherheit zu erreichen, einem AAK-Grundwert ein Sicherheitszuschlag von 17 % addiert werden müsste (Haffner et al., 2002): Damit käme man auf einen AAK-Grenzwert von 0,55 mg/l.

Dass im Ergebnis derselbe Wert herauskam, wie er mit der landläufig üblichen, wissenschaftlich aber nicht haltbaren Halbierung des BAK-Werts errechnet wird, ist Zufall. Denn zum einen umfasst dieser Wert kein Sicherheitspolster zur Begünstigung der AAK, sondern errechnet sich aus einem wissenschaftlich vertretbaren Mittelwert. Zum anderen handelt es sich nur um ein Zwischenergebnis. Denn es bedarf noch eines zweiten Sicherheitszuschlags, der gewährleisten muss, dass derjenige, bei dem mit der einen Messmethode ein Ergebnis über dem Grenzwert ermittelt wurde, auch bei Anwendung der anderen Methode den Grenzwert überschritten hätte. Das bedeutet, dieser zweite Sicherheitszuschlag wäre sowohl den 1,1 ‰ als auch den 0,55 mg/l hinzuzudieren. Nur so könnte eine Rechtsgleichheit beider Methoden einigermaßen sichergestellt werden. Angesichts der Schwankungsbreite des o. g. Konversionsfaktors müssten die Grenzwerte um etwa 8 % des Grundwerts erhöht werden. Die neuen Grenzwerte würden dann 1,18 ‰ BAK bzw. 0,59 mg/l AAK betragen.

Resümee

Es bestehen durchaus noch Probleme in der praktischen Anwendung des Evidential. Die könnten aber durch entsprechende Vorkehrungen wie etwa Software-Änderungen, Offenlegung der Funktionsuntersuchungen vor den Nacheichungen, bessere Schulung der Polizeibeamten und insbesondere verlängerte Warte- und Überwachungszeiten behoben oder zumindest minimiert werden.

Die Entscheidung, ob ein AAK-Grenzwert auch im Strafrecht etabliert werden sollte, ist letztlich eine rechtspolitische Aufgabe. Aus rechtsmedizinischer Sicht können lediglich die notwendigen naturwissenschaftlichen Grundlagen beigetragen werden. Sie münden im Wesentlichen in zwei Ergebnisse: Zum einen müsste ein zweiter Sicherheitszuschlag sowohl auf den AAK- als auch auf den BAK-Grenzwert aufgeschlagen werden, um eine Rechtsgleichheit beider Grenzwerte zu erzielen. Dies würde eine Anhebung des derzeit gültigen BAK-Grenzwerts erforderlich machen. Abgesehen von der Frage, wie sich dies auf die Einstellung und das Rechtsempfinden der Gesellschaft auswirken würde, entstünde dadurch ein Leck in der Strafverfolgung. In der Spanne zwischen 1,10 ‰ und 1,18 ‰ dürften etwa 5 bis 10 % der verkehrsrechtlich relevanten Fälle liegen, die dann einer strafrechtlichen Verfolgung entgehen könnten. Zum anderen müsste die Wartezeit nach Trinkende auf 2 Stunden ausgedehnt werden. Man wird um die 2 Stunden in voller Länge nicht herumkommen, denn jede Verkürzung der Wartezeit bedeutet eine höhere Schwankung des mittleren Konversionsfaktors, verbunden mit der Notwendigkeit, den zweiten Sicherheitszuschlag zu erhöhen und damit den Grenzwert weiter anzuheben. Dabei erhebt sich rein organisatorisch die Frage, ob sich der mit der notwendigen Verlängerung der Wartezeit verbundene Aufwand gegenüber der jetzigen Verfahrensweise überhaupt lohnt. Nicht zuletzt entsteht ein zweites Leck in der Erfassungsdichte durch die Alkoholelimination in der verlängerten Wartezeit. Letztlich besteht also zwar kein Zweifel an der grundsätzlichen Möglichkeit einer Einführung eines AAK-Grenzwerts auch ins Strafrecht. Bei naturwissenschaftlich korrekter Vorgehensweise, die eine *conditio sine qua non* sein sollte, wäre ihr Nutzen jedoch erheblich zu relativieren.

Literatur

- Becker, R., Manthey, K. (2010): Heilbare Schwachstellen und Nachbesserungsmöglichkeiten bezüglich der Beweissicherheit der Atemalkoholanalyse mit dem Dräger Alcotest 7110 Evidential im Ordnungswidrigkeitenverfahren. *Polizeireport* 37, 12–15.
- BGH (1973): Beschluss vom 11.12.1973 (4 StR 130/73).
- BGH (1993): Beschluss vom 19.8.1993, (4 StR 627/92).
- Borkenstein, R. F., Crowther, R. F., Shumate, R. P., Ziel, W. B., Zylman, R. (1974): The role of the drinking driver in traffic accidents. *Blutalkohol* 11/Supp 1, 1–131.
- Dettling, A., Schuff, A., Skopp, G., Stroheck-Kühner, P., Lutz, R., Haffner, H.-T. (2003): Verfälschung der Atemalkoholmessung durch alkoholhaltige Inhalationssprays, Mundspüllösungen und Mundgele. *Blutalkohol* 40, 343–353.
- Dettling, A., Fischer, F., Böhler, S., Ulrichs, F., Schuff, A., Skopp, G., von Meyer, L., Graw, M., Haffner, H.-T. (2006): Grundlagen der Pharmakokinetik des Ethanol anhand von Atemalkoholkonzentrationen. I. Anflutung und Gipfelkonzentrationen. *Blutalkohol* 43, 257–268.
- Haffner, H.-T., Graw, M., Jeske, A., Schmitt, G., Goll, M., Dietz, K. (2002): Die Präzision von Atemalkohol (AAK)-Messungen mit dem Dräger Alcotest 7110 Evidential im Vergleich zur Präzision der forensischen Blutalkohol (BAK)-Bestimmungen. *Blutalkohol* 39, 397–406.
- Haffner, H.-T., Graw, M., Dettling, A., Schmitt, G., Schuff, A. (2003): Concentration dependency of the BAC/BrAC (blood alcohol concentration/breath alcohol concentration) conversion factor during the linear elimination phase. *Int J Legal Med* 117, 276–281.
- Innenministerium des Landes Baden-Württemberg (1999): Erlass 3-1142.1-4/24 vom 22.6.1999.
- Lagois, J. (2000a): Dräger Alcotest 7110 Evidential – das Messgerät zur gerichtsverwertbaren Atemalkoholanalyse in Deutschland. *Blutalkohol* 37, 77–91.
- Lagois, J. (2000b): Die analytische Spezifität des Dräger Alcotest 7110 Evidential. *Blutalkohol* 37, 342–347.
- Musshoff, F. (2014): Blutalkoholbestimmung – Beweissicherheit und Gleichbehandlung im Strafverfahren. *Blutalkohol* (im Druck)
- Schmidt, U., Jachau, K., Wittig, H., Bartels, H., Krause, D. (2000): Praktische Erfahrungen beim Einsatz des Atemalkoholtestgeräts Alcotest 7110 Evidential MK III. *Blutalkohol* 37, 92–100.
- Schuff, A., Dettling, A., Jeske, A., Zappe, H. A., Graw, M., Haffner, H.-T. (2002): Atemtemperatur und alveoläre Kontaktzeit – durch Hypo- und Hyperventilation beeinflussbare Faktoren der Atemalkoholkonzentration. *Blutalkohol* 39, 244–251.

EtG – Aussagemöglichkeiten in Haar, Blut und Urin

Detlef Thieme, Khatera Ayni, Matthias Graw

Abstrakt

Die Analytik des Ethanol-Metaboliten Ethylglucuronid (EtG) erlangte wegen seiner verlängerten renalen Ausscheidung einen hohen Stellenwert, z. B. als Langzeitmarker zur Beurteilung des Alkoholkonsums in der Abstinenzkontrolle. Durch Festlegung geeigneter Grenzwerte konnten sowohl Urin als auch Haar als Untersuchungsmatrices etabliert werden, wobei sich die forensischen Aussagen zunächst auf qualitative (bestenfalls semi-quantitative) Abgrenzungen beschränkte.

Die Belastbarkeit quantitativer Aussagen von EtG-Konzentrationen ist potenziell eingeschränkt durch interindividuelle Variation oder Enzyminduktion infolge Alkohol- oder Arzneimittelmisbrauchs und selbst in Serumproben wenig erforscht. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde eine Applikationsstudie mit 25 Probanden durchgeführt und in drei aufeinanderfolgenden Tagen exakt definierte Mengen Ethanols appliziert. Dabei wurden an zwei Tagen die gleichen Trinkmengen und im dritten Zyklus die Hälfte der Ursprungsmenge verabreicht und pro Proband 14 Blutproben entnommen und quantitativ auf Ethanol und EtG untersucht. Die Modellierung der resultierenden Daten zeigt eine insgesamt gute Beschreibung des Zeitverlaufs mit dem gewählten pharmakokinetischen Modell.

Die qualitative Analytik des direkten Alkohol-Stoffwechselprodukts EtG gehört heute zweifellos zu den verlässlichsten Nachweismöglichkeiten eines vorangegangenen Alkoholkonsums, wobei Blut-, Urin- und Haarproben gleichermaßen als Untersuchungsmatrices geeignet sind. Die quantitativen Aussagen zum primären Alkoholkonsum sind notwendigerweise weniger präzise als korrespondierende BAK-Werte, liefern aber wertvolle Zusatzinformationen zum Langzeitkonsum. Da der analytische Aufwand einer zusätzlichen EtG-Bestimmung in Blutproben vergleichsweise (relativ zu den Kosten für Logistik und Probenahme) gering ist, sollte der diagnostische Mehrwert, z. B. zur Plausibilität von Konsumangaben auf der Basis von EtG, sorgfältig geprüft werden.

Pharmakokinetik von Ethylglucuronid

Der Aussagewert von Ethylglucuronid (EtG) ist naturgemäß dadurch beschränkt, dass für Biotransformationsprodukte zusätzlich zur interindividuellen Variation des Ethanol-Konzentrationsverlaufs (z. B. bedingt durch unbekanntes Resorptionsdefizit und variable Abbauraten) die Variabilität von EtG-Bildung und -Elimination zu berücksichtigen ist. Während die Elimination von EtG im Wesentlichen durch passive

renale Filtration erfolgt und – bei Ausschluss von Niereninsuffizienz – relativ gut prognostizierbar erscheint, sind an der Bildung von EtG zahlreiche Enzyme^{1,2} beteiligt, was durch Induktion, Suppression oder genetischen Polymorphismus zu deutlicher interindividueller Variation führen kann.

Obwohl die kinetischen Zeitgesetze der primären Invasion (1. Ordnung) und Elimination (0. Ordnung) von Ethanol sowie der nachfolgenden Bildung (1. Ordnung) und renalen Ausscheidung (1. Ordnung) von EtG sehr einfach erscheinen (Abbildung 1), folgt für die resultierende Modellierung des Zeitverlaufs ein komplexes Rechenmodell (Abbildung 2).

Trotz dieser Komplexität ist es ein unschätzbare Vorteil, dass mit lediglich 2 zusätzlich zu optimierenden Parametern eine gute Modellierung der EtG-Kinetik gelingt. Abbildung 2 zeigt die Beschreibung eines idealisierten Trinkverlaufs (einmalige Alkoholaufnahme), wobei durch retardierte Bildung und langsame Ausscheidung von EtG ein gegenüber dem Blutalkohol deutlich verlängertes Nachweifenster resultiert.

Modellierung von EtG bei komplexen Trinkverläufen

Die oben genannten kinetischen Gesetze lassen sich auf beliebige Trinkszenerien erweitern. Im nachfolgend beschriebenen Fall wurden identische Trinkverläufe im Abstand von 36 Stunden wiederholt und nach einem weiteren 24-stündigen Intervall mit halber Trinkmenge wiederholt. Die Übereinstimmung von experimentellen und modellierten Werten belegt die Validität des Modells (Abbildung 3).

Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen

Die mögliche Verallgemeinerung entsprechender kinetischer Aussagen wird durch intra- und interindividuelle Variationen der Parameter limitiert. Da zur Bestimmung entsprechender Parameter jeweils ganze Trinkzyklen berücksichtigt werden müssen, erfordert die Ermittlung der kinetischen Parameter einen erheblichen logistischen Aufwand.

Die bisherigen Untersuchungen von 50 Probanden ergaben folgende Mittelwerte (Variationsbereiche):

$$\begin{aligned} k_3 &= 580 \quad (400-755) \text{ mg/l/h} \\ k_4 &= 0.19 \quad (0.13-0.27) \text{ 1/h} \\ t_{1/2} &= 6.3 \quad (4.5-7.6) \text{ h.} \end{aligned}$$

Trotz erheblicher Schwankungsbreiten sind bei der Interpretation realer Fälle zusätzliche Aussagen zur Plausibilität von Trinkbehauptungen möglich. In einem untersuchten

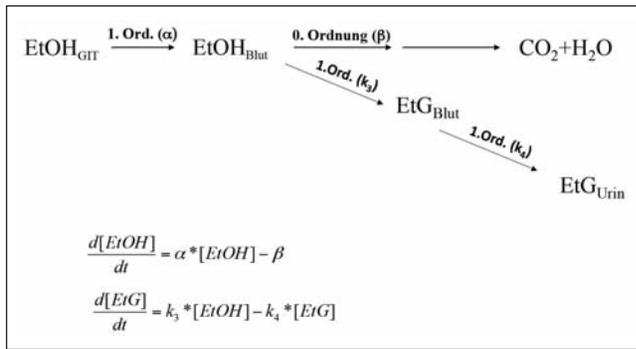


Abb. 1: Bildungs- und Eliminationskinetik von EtG und resultierende kinetische Zeitgesetze über die Zeit nach Aufnahme von 3 g Ethanol

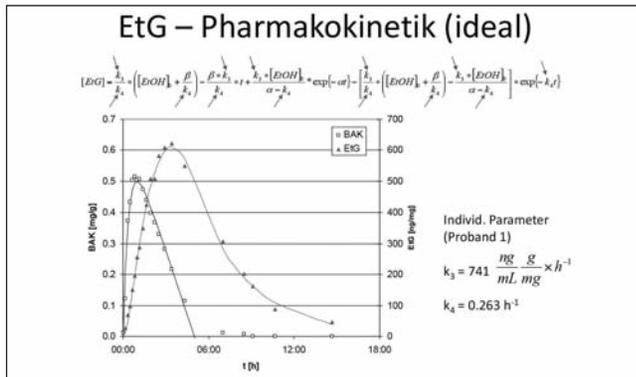


Abb. 2: Modellierung des zeitlichen Konzentrationsverlaufs von Alkohol (blau) und EtG (rot) im Vergleich zu Messwerten nach einmaliger Aufnahme von Ethanol

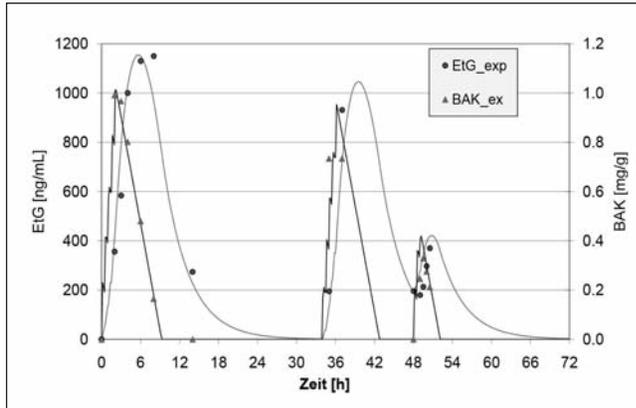


Abb. 3: Modellierung des zeitlichen Konzentrationsverlaufs von Alkohol (blau) und EtG im Vergleich zu Messwerten nach mehrmaliger Aufnahme von Ethanol

Fall, bei dem der Beschuldigte geltend machte, dass die gemessene Blutalkoholkonzentration von 0,7 mg/g ausschließlich dem vorherigem Konsum von 160 ml Wodka (40 Vol.-%, 2,2 Stunden vor Blutentnahme) geschuldet sei, konnte die Aussage aufgrund der korrespondierenden, für die Einlassung viel zu geringen EtG-Konzentration von 4.950 ng/ml sicher widerlegt werden.

Vergleich des Aussagewerts von EtG-Konzentrationen in Urin- und Haarproben

Der Aussagewert von Urin und Haaren wird durch die jeweiligen Mechanismen der Elimination (Inkorporation) in die

entsprechende Matrix determiniert. Dabei sind Urinkonzentrationen im Wesentlichen durch die renale Filtrationsrate definiert, im Vergleich zu anderen Xenobiotika relativ gut prognostizierbar und können ggf. durch Kreatinin standardisiert werden. Im Allgemeinen liegt das Konzentrationsverhältnis Urin/Plasma bei ca. 85 und die Aussagegenauigkeit der Urinkonzentration wird vor allem durch die meist unbekanntesten Zeitpunkte der Entleerung der Harnblase limitiert.

Der Vorteil bei Verwendung von Haarproben besteht in der Akkumulation von EtG nach wiederholtem Alkoholkonsum und so der erheblich verlängerten Retrospektion. Obwohl polare und saure Analyte wie EtG nur schlecht in Haare inkorporiert werden, resultiert aufgrund der vergleichsweise hohen Plasmakonzentrationen von EtG immer noch eine messbare Menge von EtG im Haar.

Die mit etablierten Cut-off-Werten von > 9 pg/mg EtG (vereinbar mit einem problematischen Alkoholkonsum von > 20 g/d: ‚at-risk drinkers‘ oder > 25 pg/mg (bei einem typischen Alkoholkonsum von > 60 g/d: ‚heavy drinkers‘)) wurde eine Signifikanz beschrieben, die zumindest in dem Bereich traditioneller Alkoholismusmarker lag.³

Dabei gilt die generelle Einschränkung, dass derartige Aussagen nur für wurzelnahe Haarsegmente gelten, da die Konzentration von EtG infolge unkontrollierter Auswaschung der polaren Substanz signifikant abnimmt und valide Aussagen nur in proximalen Abschnitten (z. B. 0–3 cm) gültig sind.

Zusammenfassung

Die Konzentrationen von EtG in Urin und Haaren sind etablierte und verlässliche Parameter für Langzeitüberwachung von Alkoholmissbrauch (z. B. Abstinenzkontrolle). EtG liefert jedoch keine direkte Aussage zu akuter Alkoholwirkung.

Die Kinetik von EtG in Blut kann gut modelliert werden und – mit vernachlässigbarem analytischem Zusatzaufwand- zur Rückrechnung und Überprüfung der Plausibilität von Trinkangaben beitragen.

Die interindividuelle Variation der kinetischen Parameter und die statistische Signifikanz resultierender Aussagen müssen weiter kritisch evaluiert werden.

Literatur

1. Foti, R. S., Fisher, M. B.: Assessment of UDP-glucuronosyltransferase catalyzed formation of ethyl glucuronide in human liver microsomes and recombinant UGTs. *Forensic Sci Int.* 2005; 153: 109.
2. Schwab, N., Skopp, G.: Identification and preliminary characterization of UDP-glucuronosyltransferases catalyzing formation of ethyl glucuronide. *Anal Bioanal Chem.* 2014; 406: 2325.
3. Kharbouche, H., Faouzi, M., Sanchez, N., Daepfen, J. B., Augsburg, M., Mangin, P., Staub, C., Sporkert, F.: Diagnostic performance of ethyl glucuronide in hair for the investigation of alcohol drinking behaviour: a comparison with traditional biomarkers. *Int J Legal Med.* 2011; 126: 243.

Neue Drogen

Frank Musshoff

Während noch bis vor 7 bis 8 Jahren unter einem Drogenscreening eine Analyse auf Cannabinoide, Opiate, Kokain (metabolite), Amphetamine und Ecstasy, ggf. noch unter Einbeziehung von Methadon und Benzodiazepinen verstanden wurde, hat sich nicht zuletzt bei Straßenverkehrsunfällen ein Wandel hin zu sog. „Neuen Drogen“ ergeben.

Darunter zu verstehen ist nicht nur die Gruppe der Neuen Psychoaktiven Substanzen (NPS), die gerne auch als „Legal Highs“ vertrieben werden. So hat in einigen Regionen in Deutschland das Methamphetamine die Droge Amphetamin weitestgehend ersetzt, wenngleich dieses bzgl. eines Nachweises noch nicht zu größeren Problemen führt. Andere Substanzen werden im Labor dagegen nur mit Spezialmethoden detektiert.

Aufzuführen ist hier auch bei Straßenverkehrsunfällen γ -Hydroxybuttersäure (GHB, „Liquid Ecstasy“). Insbesondere seit Ende der 1990er-Jahre wird GHB verstärkt als Partydroge verwendet. Abhängig von der Dosierung wirkt GHB entweder als Entaktogen oder Hypnotikum. In niedrigen Dosen von etwa 0,5–1,5 g dominiert der stimulierende Effekt; GHB wirkt dann anxiolytisch, leicht euphorisierend und sozial öffnend, allerdings treten ähnlich wie bei einem Alkoholrausch auch motorische Beeinträchtigungen auf. In höheren Dosen bis etwa 2,5 g kommt es analog zum Alkohol zunächst zu einer Stimmungs- und Antriebssteigerung, u. U. tritt eine aphrodisierende Wirkung hinzu. In noch höheren Dosen wirkt GHB stark einschläfernd, Überdosierungen können zu plötzlichem narkotischen Schlaf führen, aus dem die betreffende Person kaum zu wecken ist. Bei Überdosierungen und insbesondere in Kombination mit Alkohol, atemdepressiv wirkenden Medikamenten oder Benzodiazepinen kann es zu Übelkeit und Erbrechen kommen, was im weiteren Verlauf durch die narkotisierende Eigenschaft der Droge zum Erstickungstod führen kann. Es können lebensbedrohliche Atemdepressionen und Herzrhythmusstörungen auftreten.

GHB wird mit einer Halbwertszeit von etwa 30 min relativ schnell vollständig über Bernsteinsäure im Zitratzyklus zu Kohlendioxid und Wasser metabolisiert. Eine Analytik, die eine sichere Interpretation erlaubt, ist zudem dadurch erschwert, dass GHB als physiologische Substanz im Körper vorkommt und es andererseits durch exogene Einflüsse zu Veränderungen der GHB-Konzentration in Asservaten kommen kann. Aufgrund der raschen Verstoffwechslung muss für einen analytischen Nachweis einer exogenen Aufnahme eine Blut-/Plasmaprobe innerhalb von 6–8 h nach Aufnahme gewonnen werden, in einer Urinprobe kann ein Nachweis 8–12 h nach Aufnahme erfolgen. Zu beachten ist, dass GHB nicht in routinemäßigen Übersichtsanalysen detektiert wird, es bedarf Spezialanalysen via GC/MS oder

LC/MS. Derzeit werden verschiedene Grenzkonzentrationen zur analytischen Unterscheidung von physiologischen Werten diskutiert, wobei allgemein GHB-Konzentrationen > 10 mg/l im Urin bzw. > 4 mg/l in Blut/Plasma als Indiz für eine exogene Aufnahme angesehen werden.

Der Nachweis einer Einmalgabe von GHB durch eine Haaranalyse ist problematisch, da eine Unterscheidung von physiologischen Konzentrationen kaum sicher zu erwarten ist. Bei entsprechenden Fällen müssen die Konzentrationen in mehreren sehr kleinen Haarsegmenten verglichen werden. Eine gelegentliche oder regelmäßige GHB-Aufnahme z. B. bei der Frage nach der Fahreignung (es gibt eine ganze Reihe regelmäßiger Konsumenten) ist anhand einer Haaranalyse dagegen sicher nachweisbar.

Während GHB dem BtmG unterstellt ist, gilt dieses nicht für die Vorläufersubstanzen γ -Butyrolacton (GBL) oder 1,4-Butandiol. In der Praxis wird daher häufig leicht verfügbares GBL konsumiert, das im Organismus nach oraler Aufnahme schneller als GHB resorbiert wird, sodass der Plasmaspiegel von GHB bei der Einnahme von GBL schneller ansteigt als bei Einnahme von GHB selbst. Die Plasmahalbwertszeit von GBL beträgt aufgrund rascher Metabolisierung zu GHB weniger als 60 Sekunden, d. h., 5 min nach der Einnahme von GBL sind im Körper nur noch etwa 3 % der Substanz vorhanden.

Unter den „Legal Highs“ versteht man vermeintlich legale Zubereitungen, die als Kräutermischungen, Lufterfrischer, Aquarienreiniger, Dünger oder Badesalze vertrieben oder aber als sog. „Research Chemicals“ angeboten werden, tatsächlich aber zentral wirksame Mittel enthalten. Wurde bis vor wenigen Jahren immer nur über eine überschaubare Anzahl solcher NPS berichtet, registrierte die Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht alleine für das Jahr 2013 81 neue Drogentypen (2012: 73; 2011: 49, 2010: 41, 2009: 24, 2008: 13). Im Vordergrund stehen „Spice-Produkte“ und Stimulantien unter der Sammelbezeichnung „Badesalz-Drogen“.

Die Gruppe der NPS wird dominiert von Räuchermischungen mit der Verkaufsbezeichnung **Spice**, die eben als „Legal Highs“ oder „Herbal Highs“ vertrieben werden, was suggerieren soll, dass es sich um legale Naturprodukte handelt. Tatsächlich werden Kräutermischungen mit synthetischen Cannabinoiden versetzt, indem diese auf die Trägerkräutermischungen aufgesprüht oder in kristalliner Form untergemischt werden. Auf den Verpackungen werden keinerlei Angaben zu den wirksamen Inhaltsstoffen gemacht, und sowohl Art als auch Menge der Inhaltsstoffe können großen Schwankungen unterliegen. Diese „Spice-Produkte“ werden dann wie Cannabis als Joints ge-

raucht. Typische Wirkungen dieser vornehmlich (CB₁)-Rezeptoreagonisten sind Sedierung, kognitive Dysfunktion, Tachykardie, trockener Mund, Hypotension, Ataxie, Immunsuppression und psychotrope Effekte. Die meisten der bisher in Räuchermischungen gefundenen synthetischen Cannabinoide zeigen eine deutlich höhere Affinität zum CB₁-Rezeptor als THC (z. B. JWH-200 vergleichbare Affinität, JWH-210 hundertfach höhere Affinität, AM-694 fünfhundertfach höhere Affinität). Damit mag die Möglichkeit einer Überstimulation bestehen, sodass in klinischen Notfällen auch cannabisuntypische Symptome wie Agitiertheit, Krampfanfälle, Übelkeit und Erbrechen beobachtet werden. Es wird von Intoxikationen bis hin zum Tod durch Atemdepression oder im Rahmen eines Krampfge-schehens berichtet.

Durch routinemäßig eingesetzte Analyseverfahren werden solche synthetischen Cannabinoide in der Regel nicht detektiert, weshalb sie häufig auch bei der Teilnahme an Abstinenzprogrammen konsumiert werden in der Hoffnung, dass ein Gebrauch nicht nachzuweisen sei. Analytische Spezialmethoden zum Nachweis dieser Substanzen in Körperflüssigkeiten sollten aufgrund der hohen Potenz der Substanzen eine hohe Sensitivität (Nachweisgrenze < 100 pg/ml Serum) aufweisen und das jeweils aktuell am Markt befindliche Substanzspektrum möglichst vollständig abbilden. Für die Urinanalytik ist es erforderlich, zunächst die Hauptmetaboliten der Substanzen zu identifizieren, da die unveränderten Substanzen in der Regel nicht renal ausgeschieden werden. Eine Glukuronidspaltung der monohydroxylierten und glukuronidierten Analyten ist unerlässlich. Als Methode der Wahl ist wohl die Kombination aus Hochleistungsflüssigkeitschromatographie mit der hochauflösenden Massenspektrometrie (LC-HRMS) anzusehen.

Obwohl diese Substanzen dazu geeignet sind, zu einer Fahruntüchtigkeit zu führen, sind sie nicht im Anhang des § 24a StVG aufgeführt, sodass nur bei erheblichen Leistungsdefiziten analog zu Medikamenteninhaltsstoffen ein Verfahren nach §§ 315c/316 StGB infrage kommt.

Unter dem Begriff **Badesalz-Drogen** versteht man insbesondere synthetische Cathinon- und Piperazin-Derivate, über die an anderer Stelle schon berichtet wurde (Mußhoff et al., 2013). Nach dem Konsum solcher Substanzen kommt es zu typischen sympathomimetischen amphetamin-ähnlichen Wirkungen. Als häufige unerwünschte Nebenwirkungen beschrieben sind solche kardiovaskulärer Art mit Kurzatmigkeit, Brustschmerzen bis zum Herztod, gastrointestinale Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen, Anorexie, Unterleibsschmerzen, erektile Dysfunktion, aber auch erhöhte Libido, Krampfen oder muskuloskeletale Arthralgie. Konsumenten können weiterhin stark aggressiv werden und unter Kopfschmerzen, Bruxismus, Gedächtnisverlust, Tremor, Mydriasis, Nystagmus leiden und sich wütend, ängstlich, müde, depressiv, dysphorisch, euphorisch, voller Energie oder empathisch zeigen und visuelle und auditorische Halluzinationen haben. Die psychischen Symptome können bis zu panischen Reaktionen und Paranoia führen. Natürlich sind die Wirkstof-

Fallbeispiel 23: 20 Uhr angehalten, da er seinen Pkw in Schlangenlinien geführt hat. Bei der polizeilichen Überprüfung werden Gleichgewichtsstörungen, Störungen in der Feinmotorik eine Fallneigung beim sog. Einbeinstand sowie wässrige Augen und erweiterte Pupillen festgestellt.

Laut ärztlichem Bericht anlässlich einer Blutentnahme um 00:40 Uhr wurde dokumentiert: Finger-Finger-Probe unsicher; Finger-Nasen-Probe unsicher; Pupillen stark erweitert; Pupillenlichtreaktion verzögert; scheint leicht unter Drogeneinfluss zu stehen.

Im Rahmen einer ersten chemisch-toxikologischen Analyse wird eine Blutalkoholkonzentration (BAK) von 0,31 ‰ ermittelt, ein immunchemisches Drogenscreening verlief negativ.

Da die deutlichen Auffälligkeiten nicht durch diese Ergebnisse zu erklären waren, ordnete die zuständige Staatsanwaltschaft eine weiterführende Analyse an.

Analysenergebnis (Serum):

- BAK: 0,31 ‰
- JWH-019: 1,7 ng/ml
- JWH-122: 7,6 ng/ml
- JWH-210: 4,4 ng/ml
- AM-2201: 0,31 ng/ml

Die aufgefundenen Spice-Wirkstoffe sind Agonisten am Cannabinoid-Rezeptor Typ 1 und verursachen somit cannabisähnliche psychotrope Effekte. Ihre pharmakologische Potenz entspricht nach einer groben Abschätzung über die Rezeptoraffinitäten der 4-fachen (JWH-019), 60-fachen (JWH-122), 90-fachen (JWH-210) bzw. 40-fachen (AM-2201) des Cannabiswirkstoffes THC. Aus sachverständiger Sicht lassen sich die festgestellten deutlichen Leistungsdefizite (s. oben) durch die Wirkung und Mengen der aufgefundenen Substanzen somit ohne weiteres erklären. Aufgrund der Gesamtbefundlage wurde davon ausgegangen, dass Herr X. bedingt durch den Konsum berauschender Mittel nicht mehr in der Lage war, ein Kraftfahrzeug im Straßenverkehr sicher zu führen und es erfolgte eine Verurteilung gem. § 316 StGB.

fe nicht deklariert, verändern sich auch in demselben Produkt innerhalb kürzester Zeit und sind ganz offensichtlich dafür gedacht, missbraucht zu werden.

Wie bei den Spice-Produkten ist ein analytischer Nachweis nur über Spezialmethoden sichergestellt. Zudem besteht wiederum das Problem, dass eine Vielzahl von noch nicht beschriebenen Substanzen potenziell als „Legal Highs“ in Betracht kommen oder neu synthetisiert werden kann. Ist die Substanz noch nicht bekannt, ist sie auch schwerlich im Labor nachweisbar. Die Situation erinnert an ein Katz-und-Maus-Spiel, bei dem die Analytik der Entwicklung bzw. dem Vertrieb neuer Stoffe hinterher-

hinkt. Auch für diese Badesalz-Drogen ist wohl die LC-
HRMS als Methode der Wahl zu erachten.

Wie bereits an anderer Stelle berichtet, sind solche NPS auf
einfachste Weise z. B. aus dem Internet zu bestellen. In Chat-
Rooms wird ungeniert über Erfahrungen mit solchen Substan-
zen berichtet und teilweise sogar der Vorteil herausgestellt,
dass solche Substanzen bei Straßenverkehrskontrollen oder
Drogenkontrollprogrammen nicht nachweisbar seien.

Sowohl bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen
zur Fahrsicherheit als auch zur Fahreignung muss man
sich des Problems bewusst sein. Aber auch bei Fragen
nach einer strafrechtlichen Verantwortlichkeit nach Bege-
hung anderer Taten ist ein Konsum solcher Stoffe bei einer
Beurteilung von Relevanz.

Labore müssen in der Lage sein, zumindest bei entspre-
chendem Anfangsverdacht entsprechende Nachweise
führen zu können.

Literatur

Auwärter V., Kneisel S., Hutter M., Thierauf A. (2012) Synthetische
Canabinoide. Rechtsmedizin 22: 259–271.

Hess C, Maas A, Madea B (2014) „Legal highs“. Chemie, Pharmako-
logie, Toxikologie und forensische Bedeutung. Rechtsmedizin
24:291–305.

Musshoff F., Hottmann L., Hess C., Madea B. (2013) “Legal Highs”
aus dem deutschen Internet – der Vormarsch der “Badesalz-Dro-
gen”. Arch. Kriminol. 232: 91–103.

Mußhoff F., Madea B., Heß C. (2014) Kapitel 8: Toxikologie. In: B. Ma-
dea (Hrsg.) Praxis Rechtsmedizin: Befunderhebung, Rekonstrukti-
on, Begutachtung. 3. Aufl., Springer, Heidelberg.

Mußhoff F., Madea B., Heß C. (2014) Kapitel 9: Verkehrsmedizin. In:
B. Madea (Hrsg.) Praxis Rechtsmedizin: Befunderhebung, Rekon-
struktion, Begutachtung. 3. Aufl., Springer, Heidelberg.

Musshoff F. (2014) Alkohol, Drogen und Medikamente im Straßen-
verkehr: Aufgaben für ein forensisch-toxikologisches Labor. Z. f. Ver-
kehrssicherheit 60(3): 185–194.

„Legal Highs“ aus juristischer Sicht

Wolfgang Pfister

Die unter dem Sammelbegriff „Legal Highs“ angepriesenen Wirkstoffzusammensetzungen scheinen Genuss ohne gesundheitliche Risiken und ohne strafrechtliche (oder behördliche) Konsequenzen zu versprechen. Beides trifft indessen nicht zu. Der Gebrauch der Substanzen ist mit erheblichen Gesundheitsgefahren verbunden: Der Umgang mit ihnen kann außerdem zu strafrechtlicher Verurteilung führen, auch wenn die Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs vom Juli 2014 zum Arzneimittelbegriff¹ hier Schranken gezogen hat; in jedem Fall kann er Anlass für einschränkende Entscheidungen der Verwaltungsbehörden sein. Die Stoffe werden deshalb im Folgenden nicht mehr als „Legal Highs“ bezeichnet. Sachgerecht ist vielmehr die Benennung, die sie auch im internationalen Raum² erhalten haben: Neue psychoaktive Substanzen (NPS).

1. NPS sind europaweit auf dem **Vormarsch**. Zwischen 1997 und 2012 wurden von den Mitgliedstaaten der Europäischen Union an die Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (EBDD) etwa 290 neue psychoaktive Substanzen gemeldet. Die Zahl der jährlichen „Neuerscheinungen“ verdreifachte sich im Zeitraum von 2009 bis 2012 von 24 auf 73. In der EU haben 5 % aller jungen Menschen bereits mindestens einmal derartige Substanzen konsumiert. Die Zahl der Online-Shops, in denen diese verkauft werden, vervierfachte sich zwischen 2010 und 2012 auf insgesamt 690.³

In Deutschland sind als „Kräutermischungen“, „Badesalze“ oder „Lufterfrischer“ ganz unterschiedliche Substanzen im Handel. Die einen sorgen für einen cannabisähnlichen Rauschzustand, die Wirkung anderer ähnelt der des Amphetamins. Durch den Zusatz beispielsweise von synthetischen Cannabinoiden, Alkylindol-Derivaten, Cathinon-Derivaten oder Piperazinen werden euphorisierende, sedierende oder halluzinogene Wirkungen erreicht. Größeren Bekanntheitsgrad erlangte 2008 die Substanz „Spice“, eine Kräutermischung, der das synthetisch hergestellte Cannabinoid CP 47, 497 und das Alkylindol-Derivat JWH-018 beigemischt waren.⁴ Diese in ihrer Wirkungsweise dem natürlichen Cannabis ähnlichen Substanzen standen bis-

lang auch im Fokus der strafgerichtlichen Entscheidungen betreffend NPS. **Typische Wirkung** nach dem Konsum solcher Kräutermischungen ist eine gehobene Stimmung bis hin zur Euphorie mit subjektiv gesteigerter Sinneswahrnehmung. Phasen gesteigerten Antriebs können mit Schläfrigkeit, Apathie und Lethargie abwechseln. Bei hohen Konsumdosen, Anwendung durch Personen mit psychischen Störungen und bei wiederholtem Konsum kommt es häufiger zu atypischen Rauscherlebnissen, bei denen Wahnvorstellungen, Angst, Halluzinationen und Depersonalisierungserlebnisse, akute Panikreaktionen, Desorientierung, Verwirrheitszustände und Gedächtnisverlust auftreten. Die Rauscherlebnisse können sich bis zu sogenannten bad trips mit Suizidimpulsen steigern. Aufgrund der nicht standardisierten Zumischung der synthetischen Cannabinoide und der daraus folgenden sehr ungleichmäßigen Verteilung besteht die Gefahr der Überdosierung.⁵ Der amerikanische Toxikologe John W. Huffman ist Namensgeber einer ganzen Gruppe dieser Art von NPS (so z. B. JWH-018, JWH-073, JWH-210). Er hat lange Zeit an der Entwicklung der Substanzen für den therapeutischen Gebrauch gearbeitet. Die Testreihen wurden indes bereits in der ersten experimentell-pharmakologischen Phase abgebrochen, da die gewünschten gesundheitlichen Effekte nicht erzielt werden konnten und erhebliche Nebenwirkungen aufgrund der psychoaktiven Wirksamkeit zu erwarten waren.⁶ Huffman warnt seither nachdrücklich vor dem Konsum dieser Substanzen und bezeichnet ihn angesichts der möglichen Nebenwirkungen als „Russisches Roulette“.⁷

2. a) Bei der Beurteilung der **Strafbarkeit des Handels mit NPS** liegt wegen der berauschenden Wirkung der Substanzen und den mit ihrem Konsum verbundenen Gefahren der Gedanke an das **Betäubungsmittelgesetz** (BtMG) nahe, das in seinen §§ 29 ff BtMG den unerlaubten Umgang mit Betäubungsmitteln unter Strafe stellt. Indes sind Betäubungsmittel im Sinne des BtMG nur die in den Anlagen I, II und III zu § 1 BtMG aufgeführten Stoffe und Zubereitungen. Damit soll ein Höchstmaß an Gesetzesbestimmtheit erreicht und aus Gründen der Rechtssicherheit für jedermann trennscharf erkennbar werden, wo die Grenze strafbaren Umgangs mit Be-

1 EuGH, Urt. v. 10.7.2014 – C-358/13, NStZ 2014, 461.

2 So zum Beispiel im „Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über neue psychoaktive Substanzen“, COM/2013/0619 final – 2013/0305 (COD), juris.

3 Zu den Einzelheiten vgl. „Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über neue psychoaktive Substanzen“, a. a. O.

4 Patzak in Körner/Patzak/Volkmer, BtMG, 7. Auflage Einleitung Rn. 59, 514.

5 BGH, Beschl. v. 28.5.2013 – 3 StR 437/12, MedR 2014, 236 (Vorlage an den EuGH zur Vorabentscheidung); zu den mit dem Konsum verbundenen Gesundheitsgefahren vgl. auch BT-Drucks 17/7706 S. 2; Weidig, Zur Strafbarkeit von „Legal Highs“, Blutalkohol 2013, 57; Diehm/Pütz: „Spice“ und vergleichbare Produkte, Kriminalistik 2009, 131; Patzak/Volkmer: „Legal-High“-Produkte – wirklich legal?, NStZ 2011, 498.

6 BGH a. a. O.

7 Weidig a. a. O.

täubungsmitteln verläuft. NPS sind jedoch erst einmal nicht in diesen Anlagen aufgeführt, weil sie jeweils neu im Chemielabor entstanden sind. Nun können die Anlagen zwar durch Rechtsverordnung der Bundesregierung mit Zustimmung des Bundesrats geändert und ergänzt werden, wenn ein gesundheitsgefährdender Stoff neu auf dem Markt auftaucht. Allerdings ist der dazu notwendige wissenschaftliche und administrative Vorlauf so langwierig, dass bei Inkrafttreten der „Verordnung zur Änderung betäubungsmittelrechtlicher Vorschriften – BtMÄndV“ der endlich „gelistete“ Stoff regelmäßig vom Markt verschwunden und durch einen anderen, ähnlichen – aber nicht identischen und deshalb wieder nicht vom BtMG erfassten – Stoff ersetzt worden ist. Die „Designer“ sind regelmäßig schneller als der Verordnungsgeber, das „Hase-und-Igel-Spiel“ beginnt von Neuem.⁸ Gelegentlich versäumen Händler und Konsumenten jedoch, rechtzeitig auf noch nicht indizierte Stoffe umzusteigen, und werden deshalb wegen Verstoßes gegen das Betäubungsmittelgesetz bestraft.

b) Als Alternative zum Betäubungsmittelgesetz haben die Strafverfolgungsbehörden das **Arzneimittelgesetz (AMG)** genutzt. § 5 Abs. 1 AMG verbietet, „bedenkliche Arzneimittel“ in den Verkehr zu bringen oder bei einem anderen Menschen anzuwenden. Nach § 5 Abs. 1 AMG sind bedenkliche Arzneimittel solche, „bei denen nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse der begründete Verdacht besteht, dass sie bei bestimmungsgemäßem Gebrauch schädliche Wirkungen haben, die über ein nach den Erkenntnissen der medizinischen Wissenschaft vertretbares Maß hinausgehen.“ § 95 Abs. 1 Nr. 1 AMG bedroht den Verstoß mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder Geldstrafe.⁹

Was als Arzneimittel zu gelten hat, definiert das AMG abstrakt. Danach sind Arzneimittel zum einen Stoffe oder Zubereitungen aus Stoffen, „die zur Anwendung im oder am menschlichen oder tierischen Körper bestimmt sind und als Mittel mit Eigenschaften zur Heilung oder Linderung oder zur Verhütung menschlicher oder tierischer Krankheiten oder krankhafter Beschwerden bestimmt sind“ (§ 2 Abs. 1 Nr. 1 AMG – Präsentationsarzneimittel). Zum anderen handelt es sich um Arzneimittel, wenn Stoffe oder Zubereitungen aus Stoffen „im oder am menschlichen oder tierischen Körper angewendet oder einem Menschen oder einem Tier verabreicht werden können, um entweder a) die physiologischen Funktionen durch eine pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkung wiederherzustellen,

zu korrigieren oder zu beeinflussen oder b) eine medizinische Diagnose zu erstellen“ (§ 2 Abs. 1 Nr. 2 AMG – Funktionsarzneimittel). Da die NPS nicht als Arzneimittel bezeichnet und bestimmt sind und deshalb keine Präsentationsarzneimittel sein können, kommt es für die Anwendbarkeit des AMG allein auf die Definition des Funktionsarzneimittels und dabei auf das Verständnis des Merkmals „beeinflussen“ an. Denn die Merkmale „wiederherstellen“ und „korrigieren“ können mangels entsprechender Wirksamkeit der NPS ersichtlich nicht erfüllt sein. Zweifelsfrei beeinflussen die Stoffzubereitungen die physiologischen Funktionen. Entscheidend ist aber, ob es für die Erfüllung der gesetzlichen Definition ausreichend ist, dass Körperfunktionen durch die pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkung des eingenommenen Stoffs in irgendeiner – gegebenenfalls gesundheitsschädlichen – Weise beeinflusst werden, oder ob ein „Beeinflussen“ nur vorliegt, wenn damit ein therapeutischer Nutzen oder jedenfalls eine positive Beeinflussung der physiologischen Funktionen im Sinne einer therapeutischen Zielrichtung erreicht wird.¹⁰

Dem Bundesgerichtshof lagen 2013 mehrere Revisionen gegen strafrechtliche Verurteilungen nach dem AMG vor. Die Angeklagten hatten jeweils mit synthetischen Cannabinoiden versetzte Kräutermischungen vertrieben. Da das AMG in der seit Mitte 2009 geltenden Neufassung die Europäische Humanarzneimittelrichtlinie 2001/83/EG in der Fassung der Richtlinie 2004/27/EG wörtlich umgesetzt hat und dadurch der europäische Arzneimittelbegriff in das deutsche Arzneimittelrecht übernommen worden ist, kam es für die Frage, welcher der beiden Auffassungen zu folgen ist, auf die – autonom vorzunehmende – Auslegung des unionsrechtlichen Arzneimittelbegriffs an, für die nicht an die frühere nationale Rechtsprechung zum deutschen Arzneimittelbegriff angeknüpft werden kann. Diese Auslegung des europäischen Rechts ist Aufgabe des Gerichtshofs der Europäischen Union (EuGH). Nachdem der EuGH die hier inmitten stehende Frage, wie „beeinflussen“ zu verstehen sei, bislang nicht entschieden hatte und deren Antwort für das nationale Gericht auch nicht offenkundig war, haben zwei Senate des Bundesgerichtshofs dem EuGH folgende Frage zur Vorabentscheidung vorgelegt: „Ist Art. 1 Nr. 2 Buchstabe b) der Richtlinie 2001/83/EG vom 6. November 2001 in der durch die Richtlinie 2004/27/EG vom 31. März 2004 geänderten Fassung dahin auszulegen, dass Stoffe oder Stoffzusammensetzungen im Sinne dieser Vorschrift, die die menschlichen phy-

8 Die derzeit letzte (27.) Änderungsverordnung vom Juli 2013 hat u. a. die synthetischen Cannabinoide AM-1220, AM-1220-Azepan, AM-2201, AM-2232, AM-2233 (benannt nach dem Forscher Professor Alexandros Makriyannis) und JWH-307 (benannt nach dem Forscher Professor John W. Huffman) in die Anlage II zu § 1 BtMG aufgenommen. Die 28. BtMÄndV steht kurz vor der Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt.

9 Schon dies zeigt, dass es sich bei der Anwendung des AMG auf NPS nur um einen „Notnagel“ handeln kann: Das BtMG stellt nicht nur viele andere Umgangsformen mit Betäubungsmitteln unter Strafe, es enthält – abhängig von Tatmodalitäten (z. B. Menge des Rauschgifts, gewerbsmäßige oder bandenmäßige oder bewaffnete Begehungsweise) – Strafdrohungen von bis zu fünf Jahren Mindeststrafe und bis zu 15 Jahren Höchststrafe.

10 Dies ist in Rechtsprechung und Literatur bislang kontrovers diskutiert worden. Dabei wurde vor allem von den Verwaltungsgerichten und der verwaltungsrechtlichen Literatur überwiegend ein therapeutischer Nutzen verlangt, während die Strafgerichte sowie überwiegend die strafrechtliche Literatur jede nennenswerte Beeinträchtigung der physiologischen Funktionen als ausreichend erachteten; ausführlich zum Streitstand BGH, Beschluss vom 28. Mai 2013 – 3 StR 437/12, MedR 2014, 236 (Vorlage an den EuGH zur Vorabentscheidung).

siologischen Funktionen lediglich beeinflussen – also nicht wiederherstellen oder korrigieren –, nur dann als Arzneimittel anzusehen sind, wenn sie einen therapeutischen Nutzen haben oder jedenfalls eine Beeinflussung der körperlichen Funktionen zum Positiven hin bewirken? Fallen mithin Stoffe oder Stoffzusammensetzungen, die allein wegen ihrer – einen Rauschzustand hervorrufenden – psychoaktiven Wirkungen konsumiert werden und dabei einen jedenfalls gesundheitsgefährdenden Effekt haben, nicht unter den Arzneimittelbegriff der Richtlinie?¹¹

Der EuGH hat daraufhin entschieden, die Arzneimittelrichtlinie sei dahin auszulegen, dass von dem Merkmal „Stoffe wie die in den Ausgangsverfahren in Rede stehenden nicht erfasst werden, deren Wirkungen sich auf eine schlichte Beeinflussung der physiologischen Funktionen beschränken, ohne dass sie geeignet wären, der menschlichen Gesundheit unmittelbar oder mittelbar zuträglich zu sein, die nur konsumiert werden, um einen Rauschzustand hervorzurufen, und die dabei gesundheitsschädlich sind.“¹² Zur Begründung hat der Gerichtshof im Wesentlichen auf die Definitionen von Präsentationsarzneimitteln und Funktionsarzneimitteln abgestellt. Auch wenn sie durch das Wort „oder“ getrennt seien, müssten beide Varianten in Verbindung miteinander gelesen werden, was voraussetze, dass ihre verschiedenen Kriterien nicht so verstanden werden könnten, dass sie im Gegensatz zueinander stünden. Aus der Richtlinie ergebe sich, dass die Präsentationsarzneimittel Eigenschaften zur Heilung und Verhütung menschlicher Krankheiten haben müssten. Aus Kohärenzgründen müsse deshalb der Begriff „beeinflussen“ dahingehend verstanden werden, dass der Stoff der Gesundheit „zuträglich sein“ müsse, um als Funktionsarzneimittel gelten zu können. Dass Mittel zur Empfängnisverhütung und zum Schwangerschaftsabbruch nicht der Gesundheit zuträglich seien, stehe der Arzneimitteldefinition nicht entgegen, da es sich hier um eine Sonderregelung handele. Die Gefahr der (weitgehenden) Straflosigkeit des Umgangs mit NPS könne kein Argument sein. Das Ziel, eine Bestrafung zu ermöglichen, könne weder die Definition des Arzneimittelbegriffs noch die Einstufung eines Stoffs als Arzneimittel beeinflussen.

Diese Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs bindet das anfragende Gericht. Auf die an ihr in ersten Besprechungen geäußerte Kritik¹³ kann es somit nicht ankommen. Der Bundesgerichtshof hat deshalb in der dem Anfrageverfahren zugrunde liegenden Sache den Angeklagten freigesprochen, soweit er wegen unerlaubten In-

verkehrbringens von Arzneimitteln bestraft worden war.¹⁴ In einem anderen Verfahren hat er die Sache teilweise an das Landgericht zurückverwiesen, damit geprüft und entschieden werden kann, ob sich der Angeklagte wegen fahrlässiger Körperverletzung dadurch schuldig gemacht hat, dass eine Minderjährige aufgrund der ihr vom Angeklagten zum Konsum überlassenen, mit synthetischen Cannabinoiden versetzten Kräutermischung die Gesundheit schädigende Nebenwirkungen erlitten hatte.¹⁵

c) Welche **Konsequenzen** sind aus der seit der Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs weitgehenden Straflosigkeit des Inverkehrbringens von NPS zu ziehen?

Auf **europäischer Ebene** gibt es seit September 2013 einen Vorschlag für eine Verordnung über NPS. Der Entwurf legt den Fokus darauf, dass NPS nicht nur zu Rauschzwecken unter Inkaufnahme von Gefahren für die Gesundheit, sondern auch für die Forschung verwendet werden können. Das Bestreben geht deshalb dahin, das Funktionieren des Binnenmarkts zu erleichtern und gleichzeitig die Verbraucher vor schädlichen neuen psychoaktiven Substanzen zu schützen. Auf EU-Ebene sollen sowohl der freie Verkehr von NPS zur Verwendung in Industrie und Gewerbe sowie für wissenschaftliche Forschung sichergestellt als auch abgestuft, sich nach dem konkreten Risiko richtende Beschränkungen für risikobehaftete Substanzen vorgesehen werden. Geplant ist ein robustes System für den raschen Informationsaustausch über NPS auf dem Markt, mit dessen Hilfe die Risiken bewertet und risikobehaftete Substanzen vom Markt genommen werden können. Die Mitgliedstaaten der EU sind sich darüber einig, dass gegen NPS rascher (und gegebenenfalls auch mit vorübergehenden Maßnahmen) vorgegangen werden muss und dass der derzeitige Entscheidungsprozess zu langsam ist.¹⁶ Gleichwohl lässt sich angesichts des in dem Vorschlag detailliert geregelten Abstimmungsbedarfs auf der supranationalen Ebene der Gedanke nicht beiseiteschieben, dass die Hersteller von NPS mit der Schaffung neuer Varianten von Rauschmitteln auch zukünftig schneller sein werden als die Behörden mit deren Einstufung als mehr oder minder gefährlich und der Entscheidung über die Form von Marktbeschränkungen.¹⁷

Es erscheint deshalb vordringlich, auf **nationaler Ebene** zu prüfen, ob anstelle von einzelnen Stoffen nicht doch **gesamte Stoffgruppen** in die Anlagen zu § 1 BtMG aufgenommen werden können. Die Strafbarkeit des Umgangs mit NPS wäre dann nicht länger von der Schnelligkeit ab-

11 BGH, Beschl. v. 28.5.2013 – 3 StR 437/12, MedR 2014, 236; Beschl. v. 8.4.2014 – 5 StR 107/14, PharmR 2014, 296.

12 EuGH, Urt. v. 10.7.2014 – C-358/13, NSTZ 2014, 461.

13 Patzak/Volkmer/Ewald, NSTZ 2014, 463; Pabel, A&R 2014, 182.

14 BGH, Urt. v. 4.9.2014 – 3 StR 437/12 – juris; ebenso Beschl. v. 13.8.2014 – 2 StR 22/13 – juris (vorangehend LG Limburg/Lahn, Urteil vom 27.9.2012 – 5 KLS 3 Js 14210/11 – juris).

15 BGH, Beschl. v. 23.7.2014 – 1 StR 47/14, NSTZ-RR 2014, 312.

16 Vgl. „Vorschlag für eine Verordnung der Europäischen Parlaments und des Rates über neue psychoaktive Substanzen“, a. a. O.

17 Hinzu kommt, dass die schärfste Form der Marktbeschränkung – das Verbot von Herstellung, Erzeugung und Bereitstellung auf dem Markt – erst greifen soll, wenn von der Substanz schwerwiegende gesundheitliche, soziale und sicherheitsrelevante Risiken ausgehen, insbesondere, wenn der Konsum der Substanz regelmäßig zum Tode führt, vgl. Art. 13 Nr. 1 Buchst. s) des Vorschlags.

hängig, mit der das Betäubungsmittelrecht an die Änderungen im Angebot auf dem Suchtmittelmarkt angepasst werden kann. Solche Versuche hat es bereits 1990 und 1997 gegeben; sie sind an den Bedenken gescheitert, dem Vorbehalt des Gesetzes würde dadurch nicht ausreichend Rechnung getragen.¹⁸ Diese Bedenken sind jedoch überwindbar: So kommt das Arzneimittelrecht, obwohl es ebenfalls Strafvorschriften enthält, mit einer abstrakten Definition des Arzneimittels aus. Das Strafrecht kennt viele Rechtsbegriffe, die durch die Rechtsprechung ausgefüllt werden müssen, ohne dass die Vorschriften am Bestimmtheitsgrundsatz scheitern.¹⁹ Dass die Unterstellung von Stoffgruppen unter das BtMG dem Bestimmtheitsgrundsatz nicht zuwiderlaufen müsste, hat ein von den Professoren Rössner und Voit im Auftrag der Bundesregierung erstattetes Gutachten bereits 2011 ergeben.²⁰ Derzeit ist unter der Federführung des Bundesministeriums für Gesundheit eine Arbeitsgruppe damit betraut, entsprechende Stoffgruppen zu beschreiben.

3. Für die Beurteilung der **Teilnahme am Straßenverkehr unter dem Einfluss von NPS** gilt Folgendes:

a) Der Verfolgung als **Ordnungswidrigkeit** nach § 24a Straßenverkehrsgesetz (StVG) stehen derzeit in gleicher Weise wie bei der Beurteilung nach dem BtMG die Prinzipien der Gesetzesbestimmtheit und des Analogieverbots entgegen. Nach § 24a Abs. 2 StVG handelt ordnungswidrig, „wer unter der Wirkung eines in der Anlage zu dieser Vorschrift genannten berauschenden Mittels im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug führt“, wobei eine solche Wirkung vorliegt, „wenn eine in dieser Anlage genannte Substanz im Blut nachgewiesen wird.“ Die Anlage zu § 24 Abs. 2 StVG enthält seit 2007²¹ zehn Substanzen (u. a. Cannabis, Heroin, Morphin, Kokain, Amphetamin und Metamphetamin). NPS befinden sich nicht darunter. Allein die Ähnlichkeit der Wirkung einer NPS mit einem der indizierten Stoffe reicht nicht aus.

b) Differenzierter ist die Frage einer Verfolgung als **Straftat** zu betrachten. Nach § 316 StGB wird bestraft, „wer im Verkehr (§§ 315 bis 315d) ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen.“ § 315c Abs. 1 Nr. 1 Buchst. a) StGB stellt unter Strafe den, der „im Straßenverkehr ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen und dadurch Leib oder Leben eines anderen Menschen oder fremde Sachen

von bedeutendem Wert gefährdet.“ Die NPS sind zweifelsohne „berauschende Mittel“ im Sinne dieser Vorschriften, sodass eine Strafbarkeit wegen Trunkenheit im Verkehr oder wegen Straßenverkehrsgefährdung in Betracht kommt. Der Strafverfolgung stehen indes zwei Probleme entgegen: Zum einen ist es für die kriminaltechnischen Labore wegen fehlender Referenzsubstanzen oft nur schwer festzustellen, welche Stoffe oder Stoffzubereitungen der Beschuldigte eingenommen hat.²² Zum andern gibt es – für NPS ebenso wie für die vom BtMG erfassten Substanzen – bislang keine Grenzwertbestimmungen, wie sie für das Fahren unter Einfluss von Alkohol erfolgt sind. Anders als bei Alkohol kann der Nachweis einer rauschmittelbedingten Fahrunsicherheit auch weiterhin nicht allein durch einen bestimmten Blutwirkstoffbefund geführt werden. Gesicherte Erfahrungswerte, die es erlauben würden, bei Blutwirkstoffkonzentrationen oberhalb eines bestimmten Grenzwerts ohne Weiteres auf eine rauschmittelbedingte Fahrunsicherheit zu schließen, bestehen nach Auffassung des Bundesgerichtshofs noch immer nicht. Es bedarf daher neben dem positiven Blutwirkstoffbefund noch weiterer aussagekräftiger Beweisanzeichen, die im konkreten Einzelfall belegen, dass die Gesamtleistungsfähigkeit des betreffenden Kraftfahrzeugführers soweit herabgesetzt war, dass er nicht mehr fähig gewesen ist, sein Fahrzeug im Straßenverkehr eine längere Strecke, auch bei Eintritt schwieriger Verkehrslagen, sicher zu steuern.²³

4. Auch **jenseits des Strafrechts** bleibt der Gebrauch von NPS nicht ohne Folgen. Verwaltungsgerichtliche Entscheidungen haben für die unterschiedlichsten Lebensbereiche zum Teil harsche Konsequenzen aus dem Umgang mit NPS gezogen:

Wenn ein Schüler „Legal Highs“ in der Schule erwirbt, bei sich führt und einem Mitschüler auf dessen Nachfrage nach Drogen angibt, er könne ihm etwas besorgen, dann begründet ein solches Verhalten eine ernstliche Gefahr für die Erziehung der anderen Schülerinnen und Schüler im Sinne des § 55 Abs. 1 Satz 1 SchulG Rheinland-Pfalz und kann einen – auch dauerhaften – **Ausschluss von der Schule** rechtfertigen.²⁴

Das Verwaltungsgericht Augsburg hat einstweiligen Rechtsschutz gegen die **Entziehung der Fahrerlaubnis wegen Nichteignung** nach § 3 Abs. 1 Satz 1 StVG i. V. m. § 46 Abs. 1 Satz 1 und § 11 Abs. 7 Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) abgelehnt. Die Antragstellerin habe u. a. die Kräutermischungen Smile und Jamaican Gold Extreme im Zeit-

18 Vgl. Meinecke/von Harten: Neue psychoaktive Substanzen und Arzneimittelstrafrecht – Hilfsstrafbarkeit oder konsequente Rechtsanwendung, StraFo 2014, 9.

19 Vgl. zuletzt zur „schweren staatsgefährdenden Gewalttat“ im Sinne von § 89a Abs. 1 Satz 2 StGB BGH, Urt. v. 8.5.1914 – 3 StR 243/13 – juris.

20 Vgl. zu den Einzelheiten Weidig a.a.O.

21 BGBl. I 2007, 1045.

22 Diehm/Pütz a.a.O., Weidig a.a.O.

23 BGH, Beschl. v. 21.12.2011 – 4 StR 477/11, NStZ 2012, 34.

24 OVG Rheinland-Pfalz, Beschl. v. 14.8.2013 – 2 A 10251/13, NVwZ-RR 2013, 963.

raum von Anfang Mai 2012 bis Ende Juni 2012 konsumiert und damit den Regelatbestand der Nr. 9.1. der Anlage 4 zur FeV erfüllt. Der Umstand, dass die in den Kräutermischungen enthaltenen synthetischen Cannabinoide zum Zeitpunkt des Konsums noch nicht in die Anlagen zu § 1 BtMG aufgenommen waren, sei ohne Bedeutung, denn es gehe um die unabhängig von der Einstufung als Betäubungsmittel festgestellte, vom Konsum eines bestimmten Wirkstoffs ausgehende straßenverkehrsrelevante Gefahr.²⁵

Das Verwaltungsgericht Gießen hat die aufschiebende Wirkung einer Klage gegen eine **Gewerbeuntersagung** wiederhergestellt, dem Kläger (dem Betreiber eines Head-Shops) aber die Auflage erteilt, es bis zum Abschluss des verwaltungsgerichtlichen Verfahrens zu unterlassen, mit synthetischen Cannabinoiden versehene

Kräutermischungen zu vertreiben. Nach den Feststellungen des Antragsgegners, die auf entsprechenden Ermittlungsergebnissen der Polizei beruhten, waren aus dem Laden des Klägers stammende Kräutermischungen (versetzt mit JWH-210 und JWH-081) von Jugendlichen und jungen Erwachsenen inhalativ konsumiert worden, was in den festgestellten Fällen zu schweren Gesundheitsbeeinträchtigungen geführt hatte.²⁶

5. **Abschließend** ist festzuhalten, dass der Umgang mit NPS nicht ohne rechtliche Konsequenzen bleibt, auch wenn die Verfolgbarkeit des Handels mit diesen Substanzen aus der Sicht des Strafrechters derzeit unbefriedigend ist. „Legal“ sind sie jedenfalls nicht. Zur Gewährleistung eines effektiven strafrechtlichen Schutzes ist der Gesetzgeber in der Pflicht.

²⁵ VG Augsburg, Beschl. v. 10.5.2013 – Au 7 S 13.576, SVR 2014, 117.

²⁶ VG Gießen, Beschl. v. 13.1.2012 – 8 L 4499/11.GI, PharmR 2012, 168.

Suizide im Strassenverkehr in der Schweiz und in Bayern

*Saskia Gauthier, Sybille Kraus, Vladeta Ajdacic-Gross, Matthias Graw,
Thomas Reisch, Christine Bartsch*

Hintergrund

Im Jahr 2013 gab es in der Schweiz 17.473 Verkehrsunfälle mit Personenschaden, anlässlich dieser starben 269 (1,5 %) Menschen an den Folgen des Verkehrseignisses.¹ In Deutschland starben im Vergleich bei 37.7481 Verkehrsunfällen mit Personenschaden 3.339 Menschen (8,8 %).² Wie viele der tödlichen Verkehrseignisse auf Suizide im Strassenverkehr zurückgeführt werden können, ist in beiden Ländern nicht bekannt. In der internationalen Literatur wird angegeben, dass schätzungsweise 1–7 % aller Verkehrstoten im Rahmen eines Suizids versterben, was verdeutlicht, wie gravierend die Problematik einzuschätzen ist und wie wenig eigentlich über die tatsächliche Prävalenz bekannt ist.³ Gemäss WHO ist diese Suizidmethode mit 0,2 % aller Suizide im Allgemeinen als sehr selten⁴ einzustufen, wobei in Deutschland im Jahr 2012 gemäß Statistischem Bundesamt Wiesbaden etwa 0,74 % aller Suizide auf solche im Strassenverkehr⁵ zurückzuführen waren. Grundsätzlich wird eine hohe Dunkelziffer von Suiziden im Straßenverkehr angenommen, da sich diese Methode sehr einfach als Unfall tarnen lässt, wodurch Angehörige dem Stigma des Suizids entgehen können und unter Umständen keine Versicherungseinschränkungen hinnehmen müssen.⁶

Problematik der Beurteilung von Suiziden im Straßenverkehr

Die Problematik von Suiziden im Straßenverkehr liegt in der Identifizierung solcher Ereignisse, da für die Bewertung eines Unfallereignisses als suizidal intendiert bisher keine eindeutigen Kriterien existieren. Die Bewertung eines tödlichen Verkehrseignisses als Suizid bedarf einer interdisziplinären Zusammenarbeit von polizeilichen, fahrzeugtechnischen und rechtsmedizinischen Expertinnen und Experten. Zu Letzteren gehören Befunde der amtsärztlichen Leichenschau und der Obduktion. Mittlerweile unerlässlich geworden für die Beurteilung tödlicher Verkehrseignisse ist die forensische Bildgebung, mit der bei Bedarf mittels 3-D-Dokumentation der Unfallhergang detailgetreu rekonstruiert werden kann. In die rechtsmedizinische Beurteilung fließen zudem Ergebnisse forensisch-pharmakologisch-toxikologischer und forensisch-genetischer Ergebnisse ein. Polizeiliche Ermittlungen umfassen beispielsweise Angehörigen-Gespräche sowie die Suche nach Abschiedshandlungen, wie beispielsweise Abschiedsbriefe, elektronische Nachrichten (SMS, E-Mails), Telefonsprachnachrichten, der Besuch

von typischen Internetportalen etc. Der Bericht der unfalltechnischen Untersuchungsspezialisten umfasst Informationen zu Witterungsverhältnissen, Tageszeit, Lichtverhältnissen, Brems-, Drift-, Schleuderspuren, Aufprallgeschwindigkeit und der Fahrzeugbeschaffenheit.

Zur Verdeutlichung der Zuordnungsproblematik ein Fallbeispiel aus dem Obduktionsgut des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Zürich

Ein 82 Jahre alt gewordener Mann wurde an einem Nachmittag im Februar tot in seinem VW Golf gefunden, nachdem er zuvor mit seinem Auto am Straßenrand einer Landstraße (Geschwindigkeitsbegrenzung 80 km/h) mit einem Baum kollidiert war. Bei der Obduktion fanden sich Verletzungen, die sich zweifelsohne dem Verkehrseignis zuordnen ließen: Es fanden sich Hinweise für einen Kopf-Anprall am Dashboard in Form einer Perforation der Unterlippe, Zerreißen der Zunge, Zahnabbrüchen und einer Quetsch-Risswunde am Kinn. Das Brustbein war quer gebrochen. Die Rippen wiesen gering umblutete Serienbrüche auf beiden Seiten auf und in beiden Brusthöhlen fanden sich insgesamt ca. 2.000 ml Blut. Die Leber zeigte mehrere Zerreißen und in der Bauchhöhle fanden sich weitere 200 ml Blut. Die rechte Hüftpfanne und das rechte Wadenbein waren gebrochen und an den Unterschenkelstreckseiten fanden sich frische Hautunterblutungen. Die inneren Organe wiesen Schockzeichen nach Blutverlust im Sinne sogenannter Organeigenfarbe auf und es fanden sich streifige Unterblutungen der Herzhinnenhaut als Zeichen eines hämodynamisch relevanten Blutverlusts. Die Fettembolieprobe mittels Doppelmesserschnitt fiel deutlich positiv (Grad III nach Falzi et al.) aus. Die forensisch-pharmakologisch-toxikologische Untersuchung ergab keinen Nachweis einer Beeinträchtigung durch Alkohol, Medikamente oder andere Fremdstoffe.

Bei der Obduktion ließen sich außerdem vorbestehende, altersbedingte Organveränderungen feststellen, hier vornehmlich ein deutlich vergrößertes Herz (420 g, 79 % relatives Herzübergewicht nach ZEEK) mit alter Infarkt Narbe in der Herz hinterwand und einer stenosierenden, koronaren 3-Ast-Gefäßerkrankung, ein Lungenemphysem, eine generalisierte Arteriosklerose und eine Zyste an der rechten Niere sowie ein solitäres Nebennierenrindenadenom. Die Todesursache war ein hämorrhagischer Schock bei Polytrauma in Verbindung mit vorbestehenden Organveränderungen. Die Bewertung der Todesart war äußerst schwierig und ohne ergänzende polizeiliche Abklärungen unmöglich.

Infolge der vorbestehenden Organveränderungen wäre aus rechtsmedizinischer Sicht ein Unfall aus natürlicher innerer Ursache grundsätzlich denkbar gewesen. Die unfalltechnischen Untersuchungen ergaben, dass der Mann nicht angegurtert war. Die Witterungs- und Lichtverhältnisse zum Zeitpunkt des Ereignisses waren unauffällig gewesen. Bei der Landstraße handelte es sich um eine schnurgerade verlaufende, geringgradig abfallende Straßenführung, die mit einer üblichen Geschwindigkeitsbegrenzung von 80 km/h zu befahren ist. Die polizeilichen Ermittlungen ergaben, dass der ältere Herr die Strecke offenbar mehrmals, von unterschiedlichen Zeugen beobachtet, abgefahren hatte. Die Wohnungstüre war unverschlossen mit einem von innen steckenden Schlüssel und auf einem Tisch in der Wohnung des Mannes lag offenkundig zur Ansicht ein Testament. Letztlich wurde in Anbetracht aller Untersuchungsergebnisse ein Suizid als wahrscheinlichste Todesart angenommen.

Dieses Fallbeispiel verdeutlicht eindrücklich, wie schwierig letztlich die rechtsmedizinische Bewertung der Todesart bei tödlichen Verkehrseignissen ist und stellt den Bezug zu Studienergebnissen zweier ähnlich angelegter Studien aus Zürich und München her, welche sich rechtsmedizinisch untersuchter Suizide im Straßenverkehr gewidmet hatten. Die Ergebnisse der beiden Studien und mögliche Präventionsansätze zu dieser deutlich unterschätzten Suizidmethode werden nachfolgend dargestellt.

Methode

Grundlage der zwei Studien waren zwei großangelegte Forschungsprojekte:

Suizide in der Schweiz 2000–2010

Bei diesem vom Schweizerischen Nationalfonds geförderten Projekt (Projektnummer: 133070) handelte es sich um ein interdisziplinäres (Psychiatrie und Rechtsmedizin) multizentrisches Forschungsprojekt, daß zum Ziel hatte, detaillierte Kenntnisse von Suizidmethoden in der Schweiz zu gewinnen und auf Basis der neu gewonnenen Erkenntnisse neue Präventionsstrategien zu entwickeln. Methodisch wurden retrospektiv alle Akten rechtsmedizinisch untersuchter Suizide der Jahre 2000–2010 aus den Datenarchiven aller Institute für Rechtsmedizin der Schweiz durchgesehen und benötigte Daten mithilfe eines hierfür konzipierten Erhebungsbogens erfasst. Einziges Einschlusskriterium war, dass die rechtsmedizinisch bestimmte Todesart eindeutig ein Suizid war. Aus dem SPSS-Datengut der insgesamt 4.885 erfassten Fälle wurden 53 Fälle von Suiziden im Strassenverkehr extrahiert. Eingeschlossen wurden sowohl aktiv motorisierte als auch nicht-motorisierte Suizidenten. Zugtodesfälle wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Unterschiede zur Gesamtstichprobe wurden mit dem Chi-Quadrat-Test überprüft.

Suizide in Bayern

Im Rahmen eines Habilitationsprojekts wurden Akten zu Suiziden im Straßenverkehr aus dem Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München retrospektiv ausgewertet.

Ergebnisse

Es fanden sich insgesamt 80 Fälle, wovon 53 aus der Schweiz (1,02 % der Gesamtstichprobe) und 27 aus Bayern stammten. 81 % der Fälle waren rechtsmedizinische Obduktionen, die übrigen 19 Fälle waren amtsärztliche Leichenschauen am Sterbeort ohne anschließende Obduktion. **Tabelle 1** gibt einen Überblick über soziodemografische Parameter zu den verstorbenen Personen. Auffallend war, dass die Schweizer Studienpopulation mit einem durchschnittlichen Lebensalter von 43 Jahren durchschnittlich 8 Jahre jünger war als die Gesamtstichprobe der übrigen Suizide ($p < ,001$), was sich mit den Ergebnissen anderer Studien deckt, die besagen, dass Suizidenten im Straßenverkehr in der Regel jünger sind, als Personen, die eine andere Suizidmethode wählen.

50 % der Suizide fanden auf Landstraßen statt gefolgt von Autobahnen (27 %). Den Akten liess sich in 27 der 80 Fälle (33,8 %) entnehmen, dass, gemäss polizeilichen Ermittlungen, keine Bremsspuren vorlagen. Als Suizidmethode wählten 71 % das aktive Fahren gegen ein festes Hindernis, wobei dies meistens andere Personenkraftwagen (35 %) oder Lastwagen (23 %) waren. In 26 % der Fälle kam es zum Tod durch ein sich-überfahren-lassen. **Tabelle 2** zeigt die Hindernisse, gegen die in suizidaler Absicht gefahren wurde. Begleitodesfälle von unbeteiligten Personen, wie beispielsweise dem Fahrer des entgegenkommenden Fahrzeugs, kamen in 6 der 53 Schweizer Fälle vor und damit insgesamt 4 mal häufiger als bei anderen Suizidmethoden ($p < ,000$). Hierdurch wird betont, dass diese Methode nicht nur für den Suizi-

Tabelle 1: Soziodemografische Parameter

	n	(%)
Weiblich	16	(20)
Männlich	64	(80)
Alter	18–82	
Median	43	
Zivilstand	n = 49	
Verheiratet	17	(35)
Unverheiratet	32	(65)
Nationalität	n = 80	
Schweizer	38	(79)
Deutsch	22	(81,5)
Berufstätigkeit	n = 31	
Reguläre Arbeitszeit (nur CH)	23	(74)

Tabelle 2: Mechanismus des Suizids bei Fahren gegen Hindernis

	n = 43	(%)
Pkw-Pkw	15	(35)
Pkw-Lkw	10	(23)
Pkw-Baum	9	(21)
Pkw-anderes festes Hindernis	5	(12)
Pkw-Abhang/Sturz	3	(7)
Pkw-Zug	1	(2)

dentem, sondern auch für unbeteiligte Personen lebensgefährlich ist.

Informationen zu psychiatrischen Erkrankungen lagen in weniger als der Hälfte aller Fälle vor. Falls bekannt, waren Depression und wiederkehrende Suizidalität die vorherrschenden Erkrankungen, womit sich der Suizident im Straßenverkehr nicht von den anderen Suizidenten unterscheidet.

Somatische Vorerkrankungen ließen sich in 24 Fällen den Akten entnehmen. Vorherrschend waren neurologische Erkrankungen (25 %), gefolgt von kardiovaskulären Erkrankungen (17 %) sowie Erkrankungen von Augen und/oder Ohren (13 %). Bei 8 % der Fälle ließ sich den Akten das Vorliegen eines Malignoms entnehmen.

Als vermutete Auslöser galten nach Abschluss der polizeilichen Ermittlungen in 43 % der Fälle akute psychische Belastungen. Abschiedshandlungen fanden sich in etwas mehr als einem Viertel aller Fälle (26 %), meistens in Form von Briefen (41 %) und/oder verbalen Suizidankündigungen (32 %) gegenüber Dritten. Im Vergleich der Schweizer Fälle mit der Gesamtstichprobe zeigte sich, dass Abschiedshandlungen hier signifikant seltener waren als bei der Gesamtstichprobe ($p < ,002$).

Eine pharmakologisch-toxikologische Untersuchung wurde in 74 % der obduzierten Fälle durchgeführt, und im Falle der Schweizer Stichprobe signifikant **häufiger** als bei der Gesamtstichprobe der übrigen Suizidmethoden ($p < ,001$), was unterstreicht, wie wichtig diese ergänzenden Untersuchungen bei der Abklärung tödlicher Verkehrsunfälle sind. Die Trinkalkoholbestimmung im peripheren Blut bzw. im Muskelgewebe fiel in 41 % der Fälle negativ und in 32 % positiv aus mit einem Range zwischen 0,3–2,4 Gew. ‰. Die immunochemischen Vorteste im Urin oder im Nierendialysat waren bei 60 % der Fälle negativ und damit weniger häufig negativ als in der Gesamtstichprobe der übrigen Suizidmethoden ($p < ,000$ nur Schweizer Fälle).

Mögliche Präventionsansätze

Mögliche Präventionsansätze für diese offenbar deutlich unterschätzte, fremdgefährdende erfolgreiche Suizidmethode könnten neue technische Entwicklungen in Form von Fahrerassistenzsystemen, wie beispielsweise Kollisionsschutz sein, die insbesondere Suizide im Affekt verhindern könnten. Als wichtigen Aspekt erachten wir außerdem die Sensibilisierung von Mitarbeitenden des Gesundheitssystems für diese Suizidmethode, um insbesondere bei Überlebenden von Verkehrsunfällen die Möglichkeit eines Suizidversuchs als Unfallursache in Betracht zu ziehen. Generell zeigen die anhand unserer retrospektiven Studien gewonnenen Daten, dass viele bedeutende Informationen nicht aus den rechtsmedizinischen Akten hervorgehen und weitere prospektive Forschungsansätze in diesem Bereich verfolgt werden sollten. Wünschenswert wäre eine gezielte, interdisziplinäre Erforschung und Abklärung aller tödlichen Verkehrsergebnisse zur Entwicklung von weiteren Präventionsansätzen.

Literatur

1. Bundesamt für Statistik. Verkehrsunfälle in der Schweiz 2013. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=5605>
2. Statistisches Bundesamt – Verkehrsunfälle in Deutschland 2013. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Verkehrsunfaelle.html>
3. Routley, V., Staines, C., Brennan, C., Haworth, N., Ozanne-Smith, J.: Suicide and Natural Deaths in Road Traffic – Review. Monash University Accident Research Centre 2003, Report Nr. 216.
4. Michel, K., Ballinari, P., Bille-Brahe, U., Bjerke, T., Crepet, P., De Leo, D.: Methods used for parasuicide: results of the WHO/EURO Multicentre Study on Parasuicide. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2000; 35(4),156–63.
5. De.Statista.de. Anzahl der Sterbefälle durch Suizid in Deutschland nach Art der Methode im Jahr 2012. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/585/umfrage/selbstmordmethoden-in-deutschland-2006/>
6. Milner, A., De Leo, D.: Suicide by Motor Vehicle “Accident“ in Queensland. *Traffic Inj. Prev.* 2012; 13, 342–347.

Posterführungen

Unfallursache Krankheit – Ermittlungsansätze sowie präventive Aspekte

Klaus Püschel, Günther Thayssen, Peter Kellerer, Maria Focken

Einleitung

„Verkehrsunfälle passieren nicht, sie werden verursacht!“

Bei Verkehrsunfällen, deren Hergang sich nicht auf Anhieb erschließt, gilt es, unter dem Aspekt einer möglichen Erkrankung eines der Fahrzeugführer, besonders sorgfältig zu ermitteln und möglichst frühzeitig Beweise zu sichern.

Problemstellung

Werden vorschnelle Schlüsse gezogen und scheinbar offensichtliche Erklärungen zum Unfallhergang nicht infrage gestellt droht, ein unwiederbringlicher Beweismittelverlust mit der Folge, dass strafrechtliche, verwaltungsrechtliche und sonstige notwendige präventive Maßnahmen nicht ergriffen werden können.

Ein Ermittlungsverfahren kann durchaus auch Ausgangspunkt für weitergehende medizinische Maßnahmen und Therapien beim Unfallfahrer sein. Andererseits sind weitere Unfälle unter Umständen vermeidbar, wenn konse-

quent aufgeklärt wird. Gelegentlich erbringen derartige Ermittlungen sogar Hinweise auf zuvor nicht bekannte Erkrankungen.

Methodik und Ergebnisse

Dargestellt werden drei Fälle, die besonders verdeutlichen, welche weitreichenden Folgen einerseits mangelhafte und andererseits sorgfältige Aufklärung für potenzielle Opfer, aber auch Unfallverursacher haben können.

Beispiel 1

Unfall Nr. 1 (5.7.2004):

Fahrer kommt mit seinem Pkw in einer Linkskurve von der Fahrbahn ab und kollidiert mit einem entgegenkommenden Fahrzeug. Ein nachfolgendes Fahrzeug kann nicht mehr rechtzeitig bremsen und fährt in die Unfallstelle hinein. Bilanz: Verletzte Personen und erheblicher Sachschaden.

Das Ermittlungsverfahren gegen den Fahrer wird gemäß § 153a Strafprozessordnung (StPO) gegen Auflage ein-

Der Spiegel (Ausgabe 45/2011)

UNFÄLLE

Todesfahrt mit Ansage

Ein Epileptiker verursachte seit 2004 drei schwere Verkehrsunfälle. Weil er trotzdem seinen Führerschein behielt, konnte es im März zur Katastrophe kommen: In Hamburg starben vier Menschen. Jetzt wird Anklage erhoben wegen fahrlässiger Tötung. *Von Bruno Schrep*



gestellt. Die Aufklärung der Unfallursache unterbleibt; fährerscheinrechtliche Maßnahmen werden nicht angeordnet.

Unfall Nr. 2 (22.12.2004):

Fahrzeugführer fährt auf einer Landstraße mehrfach auf ein vor ihm fahrendes Fahrzeug auf, überholt und fährt ungebremst mit ca. 100 km/h in eine geschlossene Ortschaft, wo er von der Fahrbahn abkommt, sich überschlägt und an einem Lärmschutzwall zum Stehen kommt.

Bilanz: Unfallverursacher wird lebensgefährlich verletzt, weitere Unfallbeteiligte werden leicht verletzt, hoher Sachschaden.

Das Ermittlungsverfahren wird gemäß § 170 Abs. 2 StPO eingestellt, weil kein hinreichender Tatverdacht für das Vorliegen einer Straftat besteht. Eine Verhängung von fährerscheinrechtlichen Maßnahmen gem. §§ 69, 69a StPO ist damit nicht möglich.

Die tatsächliche Unfallursache wird nicht aufgeklärt.

Unfall Nr. 3 (12.3.2011):

Fahrzeugführer kommt bei der Fahrt auf einer Autobahn plötzlich und ohne erkennbaren Anlass nach links von der Fahrbahn ab. Das Auto wird nach Kollision mit Leitplanken zurück auf die Fahrbahn geschleudert, wo es mit einem nachfolgenden Pkw und einem Sattelzug kollidiert. Bilanz: Hoher Sachschaden.

Dem Unfallverursacher wird zunächst die Fahrerlaubnis vorläufig gemäß § 111a StPO entzogen. Nach Beschwerde durch den Beschuldigten wird dieser Beschluss aufgehoben und dem Beschuldigten der Führerschein zurückgegeben. Das Ermittlungsverfahren wird anschließend ebenfalls gemäß § 170 Abs. 2 StPO mangels hinreichenden Tatverdachts eingestellt.

Der Fahrzeugführer erhält nach Abschluss des Verfahrens eine Entschädigung aus der Staatskasse für die „erlittene“ vorläufige Entziehung der Fahrerlaubnis.

Es erfolgt keine abschließende Aufklärung der Unfallursache. Die Einlassung des Beschuldigten, ein technischer Mangel sei unfallursächlich gewesen, kann nicht (mehr) widerlegt werden, da das Fahrzeug für eine Untersuchung nicht mehr zur Verfügung steht.

Unfall Nr. 4 (12.3.2011):

Bilanz: 4 Tote und mehrere Verletzte; hoher Sachschaden.

Unfallursache: Epileptischer Krampfanfall – retrospektiv ebenso bei den vorangegangenen Unfällen Nr. 1–3.

Wäre dieser schwere Unfall vermeidbar gewesen, wenn man die früheren Unfallereignisse konsequent aufgeklärt hätte?

Beispiel 2

Der Spiegel (Ausgabe 7/2014)

VERKEHR

Zwölf Autos in einer Nacht

Mehr Hochbetagte denn je fahren noch Auto.
Und die wenigsten geben den Führerschein freiwillig ab.
Bei fortschreitender Demenz wird es gefährlich.

Ein zum Tatzeitpunkt 68-jähriger Pkw-Führer, ein **praktizierender Arzt**, kollidierte nachts beim Befahren einer innerstädtischen Straße mit 12 (!) am linken Fahrbahnrand geparkten Pkw und verließ unerlaubt die Unfallstelle. Das Fahrzeug wurde wenige Hundert Meter entfernt unverschlossen aufgefunden. Im Fahrzeug befanden sich unter anderem ein Arztkoffer mit diversen Notfallmedikamenten, Spritzen und die Radkappe eines der beschädigten Fahrzeuge.

In der Mittagszeit des folgenden Tages meldete sich der Unfallfahrer bei der Polizei. Da der Mann eine verwaschene Aussprache hatte, wurde er zur Wache gebeten, wo ein Atemalkoholtest mit negativem Ergebnis durchgeführt wurde.



Im Auftrag der Staatsanwaltschaft und mit Einverständnis des Beschuldigten wurde eine körperliche Untersuchung gemäß § 81a StPO durchgeführt, da der Verdacht einer Erkrankung des Beschuldigten vorlag. Die Untersuchung durch einen Rechtsmediziner und einen Neurologen bestätigten die Annahme eines Diabetes sowie einer demenziellen Erkrankung auf vaskulärer Grundlage mit neurologischen Ausfallerscheinungen.

Im nachfolgenden Hauptverhandlungstermin wurde der Angeklagte wegen nicht ausschließbarer Schuldunfähigkeit, aufgrund der diagnostizierten Demenzerkrankung, vom Vorwurf der Gefährdung des Straßenverkehrs freigesprochen und wegen des weiteren Vergehens des unerlaubten Entfernens vom Unfallort zu einer Geldstrafe verurteilt. Darüber hinaus wurde ihm die Fahrerlaubnis entzogen und eine Sperrfrist von insgesamt fünf Jahren verhängt.

Nach Mitteilung der Anklageschrift und einer weiteren Begutachtung wurde dem Angeklagten von der zuständigen Gesundheitsbehörde zudem die **Approbation entzogen**.

Beispiel 3

77-jähriger Beschuldigter geriet auf einer innerstädtischen Straße in den Gegenverkehr und kollidierte mit einem entgegenkommenden Pkw. Es entstand Sachschaden in Höhe von insgesamt ca. 4.500 €. Der Beschuldigte entfernte sich unerlaubt von der Unfallstelle. Im Laufe des Ermittlungsverfahrens stellte sich heraus, dass Ursache für das Unfallgeschehen neben dem geringen Konsum von Alkohol ein nicht erkannter Gehirntumor war.

Das Verfahren wurde wegen dauernder Verhandlungsunfähigkeit des Beschuldigten eingestellt; die Fahrerlaubnisbehörde wurde informiert.

Fazit

Zu den wichtigsten Maßnahmen der Beweismittelsicherung gehören die Feststellungen am Unfallort selbst (Spu-

renlage, Ausschluss technischer Defekte etc.), die Entnahme von Blutproben und die körperliche Untersuchung des Unfallverursachers.

Prinzipiell ist es Aufgabe der Ärzte, ihre Patienten im Krankheitsfall präventiv auch zu Fragen der Fahrtauglichkeit zu beraten und Möglichkeiten zu deren Erhalt aufzuzeigen. Sollte dies erforderlich sein, ist ein ärztliches „Fahrverbot“ auszusprechen und zu dokumentieren.

Nicht selten berichten Unfallverursacher nach einem Unfallereignis mit Verdacht auf Krankheit und/oder Medikamenteneinfluss gegenüber den ermittelnden Polizeibeamten, ihr Arzt habe diese Thematik nicht mit ihnen besprochen.

In diesem Zusammenhang ist besonders auf die Studie von Redelmeier et al. aus Kanada hinzuweisen, die belegt, dass das relative Unfallrisiko nach gezielter Aufklärung/Warnung durch den behandelnden Arzt im Hinblick auf medizinische Defizite immerhin um nahezu 50 % zurückging.

Literatur

- 1) Püschel, Focken in 52. Deutscher Verkehrsgerichtstag, S. 201 ff. und S. 221 ff.
- 2) DAR 7/2014, S. 403 mit Anm. Focken.
- 3) Focken, Püschel in BA 3/2014, S. 148.
- 4) Redelmeier, D. A., Yarnell, C. J., Thiruchelvam, D., Trbshirani, R. J.: Physicians warning for unfit drivers and the risk of trauma from road crashes. *N Engl. J Med* 367(13), 1228–1236/2012).
- 5) Beschluss des 117. Deutschen Ärztetages (2014), VII-58, 117. Deutscher Ärztetag (Düsseldorf, 27.–30.5.2014) „Verkehrsmedizinische Kompetenz ist ein wesentliches Element in der Patientenberatung“; Rudiger, G., Kocherscheid, K. (Hg.).
- 6) Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich; Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten. University Press, Bonn 2011.

Pkw-Fußgänger-Unfall mit kilometerweitem Mitschleifen – eine Kasuistik

Kathrin Stadler, Kai Ahlgrimm, Hans-Theodor Haffner

Einleitung

Tödliche Verkehrsunfälle, bei denen ein Fußgänger durch den unfallverursachenden Pkw über weite Strecken mitgeschleift wird, sind eher selten. In der Regel beträgt die Mitnahmestrecke nur einige Meter. Meist geraten Personen unter ein Fahrzeug, die bereits auf der Straße liegen, seltener Personen, die im Rahmen des Unfalls an- und umgestoßen werden. Sie werden zwischen Fahrzeugunterboden und Straße eingeklemmt oder verhaken sich mit ihrer Kleidung an Unterbodenstrukturen.

Fragen der Ermittlungsbehörden, die vonseiten der Rechtsmedizin bzw. des Unfallsachverständigen beantwortet werden sollen, sind in der Regel:

1. Todesursache?
2. Anstoßpunkt des Opfers am Pkw?
3. Wo unter dem Fahrzeug hatte sich das Opfer verhakt bzw. wo war es eingeklemmt?
4. Bemerkbarkeit des Fußgängeranpralls und Mitschleifens durch den (stark alkoholisierten) Beschuldigten?
5. Vermeidbarkeit des Unfalls?

Kasuistik

Sachverhalt

Gegen 07:25 Uhr meldete der Unfallverursacher der Polizei einen durch ihn verursachten Verkehrsunfall „an mehreren geparkten Pkw innerhalb einer Ortschaft“. Auf Nachfrage verneinte er einen Personenschaden. Etwa zeitgleich fanden Zeugen die Leiche des 27-jährigen Zeitungsausträgers auf der Straße, in einer Linkskurve nach



Abb. 1: Auffindeort des Getöteten

einer Kreuzung (Abb. 1). Der Auffindeort befand sich etwa 3,11 km nach der Unfallstelle und etwa 0,5 km vor der Wohnanschrift des Beschuldigten.

Dieser wurde von der Polizei kurz nach 08:00 Uhr daheim alkoholisiert angetroffen; sein Pkw (VW T4) war ordnungsgemäß geparkt und wies massive Beschädigungen auf (Abb. 2). Die BAK des Beschuldigten betrug um 10:55 Uhr 2,24 Promille; aufgrund eigener Angaben kann der Beschuldigte als alkoholgewöhnt bezeichnet werden. Am Fahrverhalten seines Pkw sei nichts auffällig gewesen.

Gegebenheiten an der Unfallstelle

Der Pkw Dacia des Zeitungsausträgers war in Fahrtrichtung des Beschuldigten am linken Fahrbahnrand geparkt. Hinter ihm drei weitere Pkw. Alle wurden beschädigt und durch den Aufprall verschoben, Zeitungstaschen und Ausstragewagen waren auf der Straße verteilt (Abb. 3, Abb. 4). Die Beamten der Verkehrsunfallaufnahme stellten auf der 3,1 km langen Strecke bis zum Auffindeort eine „nicht durchgehende Schleifspur, teils mit Blut- und/oder Gewebeantragungen“, „auch auf der Gegenfahrbahn, nahezu mittig“ fest. Es sei „jede Kurve so geschnitten, als ob der Fahrer gerade durchfahren wollte“.

Beschädigungen an den beteiligten Pkw und Gegenständen

Der VW T4 des Unfallverursachers wies massive Beschädigungen vorne links auf; zudem fand sich eine Delle an der Vorderseite der Motorhaube, Schmutzabrieb am Unterboden links bis vor die Hinterachse und eine verbogene Bremsleitung links hinten. Am vorderen Kennzeichen konnte ein textiles Abdruckmuster festgestellt werden.



Abb. 2: Pkw VW T4 des Beschuldigten



Abb. 3: Unfallstelle

Die übrigen beteiligten Pkw wiesen teils massive Beschädigungen auf. An der Innenseite der Beifahrertür des Pkw Dacia des Getöteten waren Schmutzspritzer nachweisbar. Der Griff des Zeitungsaustragewagens war deutlich verbogen.

Wesentliche Sektionsbefunde

Bei der Obduktion fanden sich, bei altersentsprechend unauffälligem Organstatus, Zeichen des Verblutens bei riesigem, teils bis auf die Knochen reichendem Schürfareal des Rumpfs und Oberschenkels sowie des Gesichts, jeweils linksseitig.

Brust- und Bauchhöhle waren eröffnet, wobei Herz und Lunge ebenfalls Schürfdefekte aufwiesen.

Weiterhin fanden sich flächige Schürfbezirke des Rückens und der Extremitäten, ein inkompletter Durchriss der Leber in der Mittellinie, eine Einblutung im Bereich der Milzwurzel mit kleinem Kapseldefekt.

Zudem bestanden zwei Quetsch-Riss-Wunden der Kopfschwarte, ein Schädelberstungsbruch einhergehend mit leichter Subdural- und Subarachnoidalblutung rechts, Hirnrindenprellungsarealen rechts frontal und temporal sowie ein Hirnödem, bereits mit Zeichen des Hirndrucks.

Auffällig waren ausgedehnte petechiale Blutungen der Haut und Schleimhäute des Gesichts und eine kleine Hautvertrocknungszone mit textilem Abdruckmuster an der rechten Knieinnenseite, etwa auf Stoßstangenhöhe. Es lagen keine Überrollverletzungen vor.

Rekonstruktion und Ergebnisse

1. Todesursache: Die an Kopfschwarte, Hirnschädel und Gehirn festgestellten Befunde lassen sich am ehesten durch eine Anprallverletzung des Kopfes interpretieren. Die Verletzungen sind jedoch nicht so schwer, dass hierdurch alleine der Tod sofort hätte eintreten können. Weitere Verletzungen, die von den schleifbedingten Verletzungen abzugrenzen wären, konnten nicht festgestellt werden. Insofern ist zunächst davon auszugehen, dass der Geschädigte nicht bereits durch den primären Anprall an der Unfallstelle tödlich verletzt wurde. Vielmehr ist davon auszugehen, dass es aufgrund der Schleifverletzungen zu Eröffnungen von großen Gefäßen, u. a. des Herzens, und Körperhöhlen gekommen ist und letztlich diese Verletzungen für den Todeseintritt durch Verbluten verantwortlich waren. Er wurde demnach erst durch das Mitgeschleift werden tödlich verletzt. Auch die ausgeprägten petechialen Blutungen sprechen dafür, dass der Tod nicht sofort eintrat. Die tiefgreifenden Schleifverletzungen lassen sich durch einen langstreckigen Schleifkontakt erklären.

2. Eine eindeutige, zweifelsfreie Anstoßverletzung konnte nicht aufgezeigt werden. Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass zwischen dem anstoßenden Fahrzeug und dem Körper des Getöteten als polsterndes Element der Zeitungswagen lokalisiert war; passend hierzu fanden sich textile Abdruckmuster am Knie des Getöteten und am Kennzeichen des T4. Der Griff des Austragewagens fügte sich in die Delle in der Motorhaube ein.

3. Verklemmung unter dem Pkw: Dass der Geschädigte nicht abgewiesen, sondern unter das Fahrzeug gezogen wurde, kann ggf. durch eine gebückte Körperhaltung mit dadurch tiefer liegendem Körperschwerpunkt erklärt werden. Offensichtlich war er gerade dabei, Zeitungspakete

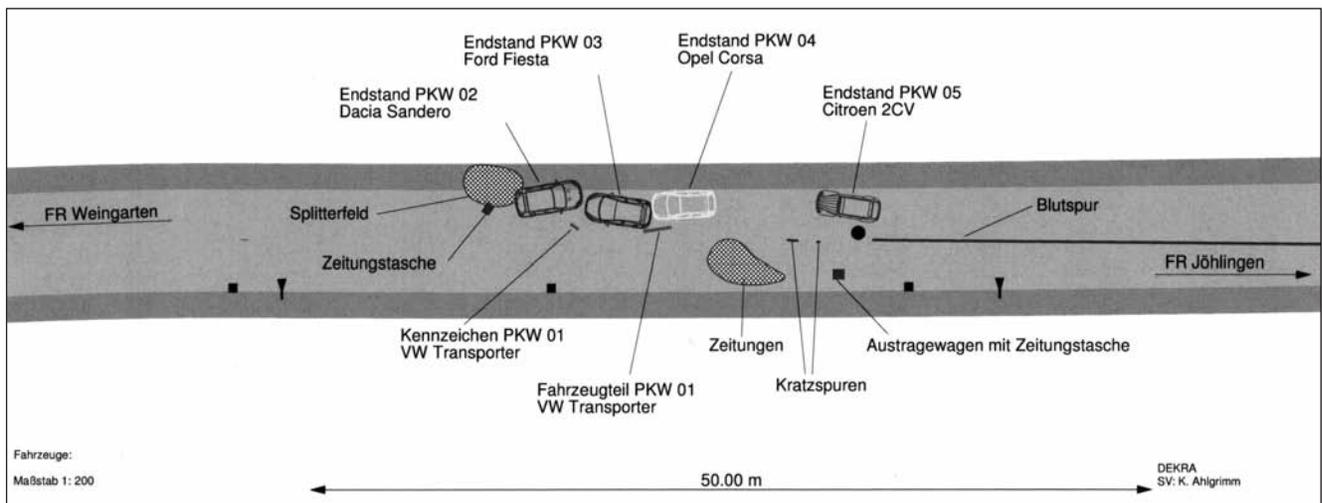


Abb. 4: Unfallstelle mit Endständen

aus seinem Fahrzeug auszuladen (Schmutzanspritzungen an der Innenseite der Fahrzeugtür), als sein Fahrzeug angestoßen wurde. Durch den Fahrzeuganprall kam es zudem zu einem Aufsteigen des VW T4. Unklar ist dabei, warum der Körper nicht unter dem Fahrzeug durchgewalkt wurde, sondern sich verhakte. Die gemeinsam durchgeführte Besichtigung der Kleidung zeigte keine sicheren Hinweise auf ein Einhaken der Kleidung an einer Unterbodenstruktur. Am Auffindeort löste sich der Körper vermutlich infolge der Lenkbewegung nach dem Abbiegevorgang.

4. Bemerkbarkeit: Das Mitschleifen einer Person muss durch den Unfallverursacher zunächst nicht bemerkt werden, da sich das Fahrverhalten des VW T4 durch die vorangegangene Pkw-Pkw-Kollision ebenfalls erheblich verändern kann. Bemerkt werden kann jedoch zumindest in nüchternem Zustand die erneute Änderung des Fahrverhaltens nach Lösen der mitgeschleiften Person.

5. Vermeidbarkeit: Im vorgestellten Fall wäre die Kollision vermeidbar gewesen.

Physikalische Eigenschaften menschlichen Weichgewebes – Vergleichende Untersuchung an Erwachsenen und Kindern

Stefanie Lochner, Matthias Graw

Einleitung

Bestehende Menschmodelle beruhen auf Daten von Freiwilligen- & Leichenversuchen (postmortem human subjects) an Erwachsenen. Neben den äußeren anthropometrischen Maßen und der geometrischen Form einzelner Segmente, spielt die Zusammensetzung des menschlichen Körpers eine große Rolle bei der Entwicklung von Menschmodellen. Gerade für die Materialeigenschaften einzelner Weichgewebe (Muskulatur, subkutanes Fettgewebe, Haut) lassen sich in der Literatur unterschiedliche Werte finden, jedoch keine Daten für Kinder. So basieren Modelle speziell für Kinder auf skalierten Erwachsenen-daten. Vor diesem Hintergrund zeigt sich die Notwendigkeit die Eigenschaften von Muskulatur, subkutanem Fettgewebe und Haut zu überprüfen und vergleichende Untersuchungen an Kindern und Erwachsene durchzuführen.

Im Speziellen sollen Eigenschaften wie das spezifische Gewicht (Dichte) und der Wassergehalt (WG) einzelner Weichgewebe – Muskulatur, subkutanes Fettgewebe, Haut – bestimmt, mit bestehender Literatur verglichen und mögliche Unterschiede zwischen kindlichem und erwachsenem Weichgewebe aufgezeigt werden.

Material und Methoden

An menschlichem Weichgewebe wurde zum einen der Wassergehalt an 131 Muskelproben (*M. psoas major*) und 99 Fettgewebsproben mittels Trocknung bis zur Gewichtskonstanz untersucht, zum anderen wurde mittels Wasserverdrängung nach dem Archimedischen Prinzip die Dichte vom Weichgewebe bestimmt. Das Kollektiv zur Bestimmung des spezifischen Gewichts umfasste 159 Muskelproben, 97 Proben von subkutanen Fettgewebe und 79 Hautproben von Leichen im Alter von Neugeborenen bis hin zum Greis. Die Dichte wurde in zwei Gewebeständen (nativ, konserviert) untersucht und die Ergebnisse verglichen. Die Fixierung erfolgte mit Formalin und wurde ausschließlich am Muskelgewebe durchgeführt.

Ergebnisse

Dichte

- Das Muskelgewebe der Kinder ($MW\ 1,0551 \pm 0,0266\ g/cm^3$) weist signifikant höhere ($p < 0,001$) Dichtewerte auf als die Muskulatur der Erwachsenen ($MW\ 1,0163 \pm 0,0218\ g/cm^3$).
- Für das subkutane Fettgewebe ($MW\ 0,9343 \pm 0,0700\ g/cm^3$) und die Haut ($MW\ 1,0893 \pm 0,0440\ g/cm^3$) konnte zwischen den Kindern und den Erwachsenen kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden, obwohl bei beiden Geweben die Dichtewerte der Kinder unterhalb der Werte der Erwachsenen liegen.
- Die Dichte von nativen ($MW\ 1,029\ g/cm^3$) und konservierten Geweben ($MW\ 1,056\ g/cm^3$) verhält sich nicht gleich; fixiertes Muskelgewebe zeigt das höhere spezifische Gewicht.

Wassergehalt

- Es zeigt sich ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) sowohl für den Wassergehalt der Muskulatur als auch für den des subkutanen Fettgewebes zwischen kindlichen und erwachsenen Weichgewebsproben.
- Das Gewebe der Kinder (Muskel: 76,74 %; Fettgewebe: 11,08 %) zeigte deutlich höhere Werte als das der Erwachsenen (Fettgewebe: 8,25 %).

Diskussion

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass es signifikante Unterschiede der Werte von Dichte und Wassergehalt von kindlichem und erwachsenem Gewebe gibt, die nicht zu vernachlässigen sind, sodass für die Generierung von Kindermodellen Daten nicht ohne Weiteres aus der Literatur für Kinder übernommen werden dürfen.

Kardiale Versagensbereitschaft bei i. v.-drogenabhängigen KFZ-Führern

Manfred Riße, Tobias Röcker, Reinhard Dettmeyer

Einleitung

Bei langjährigem i. v.-Drogenabusus kommt es sowohl zu entzündlichen als auch zu toxischen Affektionen des Myokards, welche Anlass für eine kardiale Versagensbereitschaft bei drogenassoziierten und davon unabhängigen Todesfällen, und somit auch bei drogenabhängigen Kfz-Führern, sein können.

Untersuchungsgut und Methode

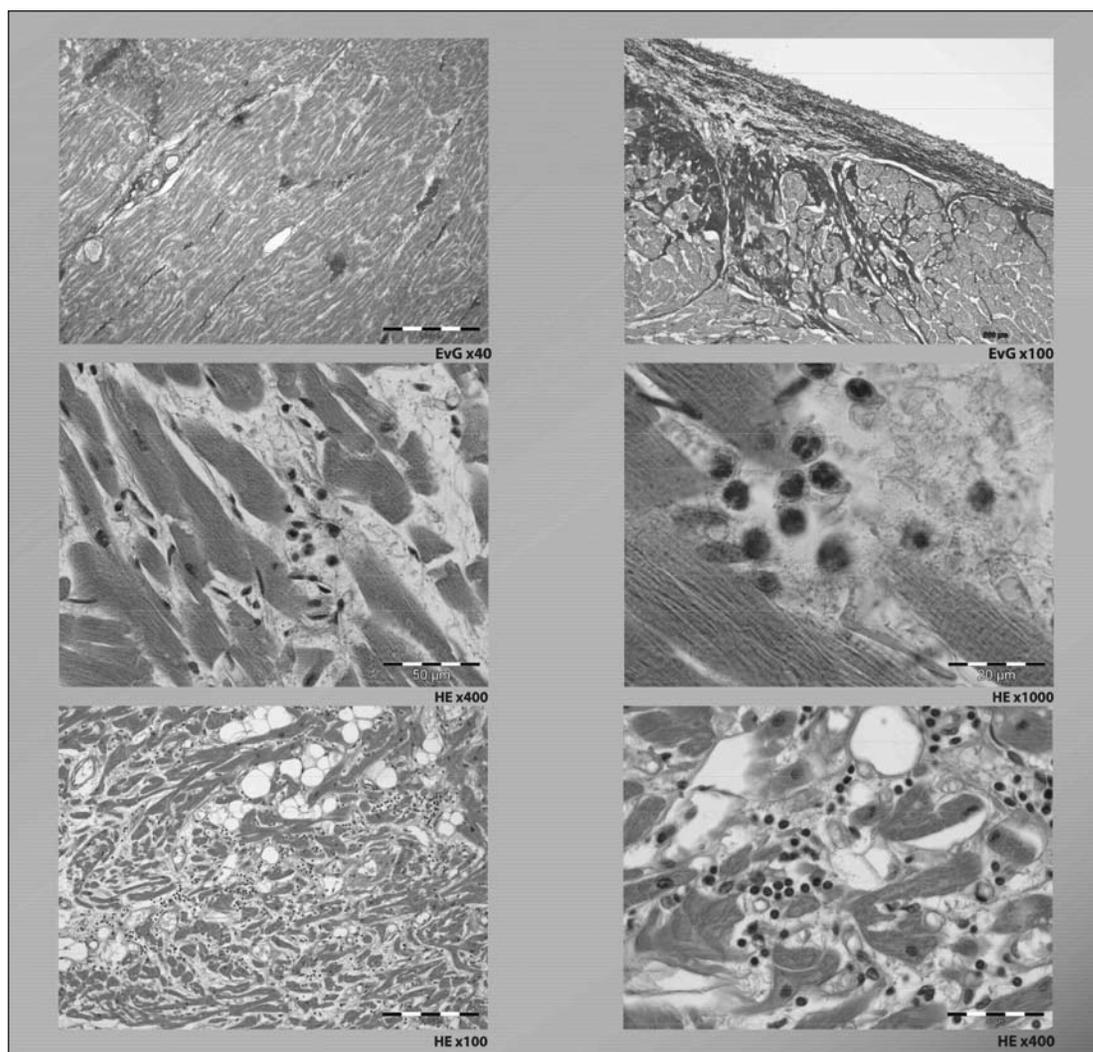
Bei 100 Drogentoten, die nach langjähriger intravenöser Applikation verstarben, wurden systematisch entnommene Herzproben histopathologisch untersucht.

Ergebnisse

Histopathologisch konnte ein breites, z. T. weitgehend übereinstimmendes Spektrum histopathologischer Befunde mit perivaskulärer und interstitieller Fibrose, Endokardfibrose, fokaler Myokardfibrose sowie mit myokarditischen Veränderungen, hierbei sowohl als virale Begleitmyokarditis als auch als Ausdruck einer allergisch-anaphylaktischen Komponente, festgestellt werden.

Schlussfolgerungen

Histologische Untersuchungen des Herzens sind hilfreich und im Einzelfall, auch bei drogenunabhängigen Todesfällen, notwendig zur Erhebung von Befunden, die eine kardiale Versagensbereitschaft erklären.



Bestimmung von passiven Muskeleigenschaften für computergestützte Menschmodelle in der Crashsimulation

Therese Fuchs, Ketuo Zhou, Felicitas Lanzl, Matthias Graw, Steffen Peldschus

Einleitung

In den vergangenen Jahren haben computergestützte Menschmodelle zunehmend an Bedeutung für die biomechanische Forschung und die Anwendung in der Fahrsicherheit gewonnen. Insbesondere sogenannte Finite-Elemente (FE)-Menschmodelle besitzen dabei ein großes Potenzial zur detaillierten Verletzungsbewertung und Unfallrekonstruktion. Im Gegensatz zu konventionellen Dummymodellen, mit denen lediglich die Kinematik und eine mechanische Belastung abgebildet werden können, können mit numerischen Menschmodellen Spannungsverläufe und Deformationen, die bei einem Anprall in unterschiedlichen Körperregionen auftreten, differenziert analysiert und tatsächliche Verletzungen wie z. B. Frakturen simuliert werden.

Kommerziell verfügbare Menschmodelle besitzen zwar schon ein großes Potenzial zur Verletzungsbewertung in Crashsimulationen, können aber besonders in Bezug auf die Materialmodellierung verbessert werden. Insbesondere im Gebiet der Crashberechnung stellen Anprallszenarien mit hohen Geschwindigkeiten eine besondere Herausforderung für die Modellierung der biologischen Gewebe dar. Die meisten Gewebe im menschlichen Körper weisen ein komplexes Materialverhalten auf, das besonders durch seine Dehnratenabhängigkeit charakterisiert wird. Für Crashsimulationen mit numerischen Menschmodellen ist es deshalb wichtig, das Material von Weichgewebe so zu definieren, dass es auch für hohe Dehnraten ein korrektes Materialverhalten aufweist. Innerhalb dieser Studie wurde ein dehnratenabhängiges Materialmodell für passives Muskelgewebe entwickelt und gegen Daten aus Freiwilligenversuchen validiert.

Methodik

1. Entwicklung des Materialmodells

Zunächst wurde auf Basis der Daten von Cronin et al. (2006) eine mathematische Materialbeschreibung für passives Muskelgewebe unter Kompressionsbelastung entwickelt. Durch Versuche mit einer Split-Hopkinson-Prüfeinrichtung hat Cronin Spannungs-Dehnungs-Kurven für Muskelgewebe von Rindern unter Kompressionsbelastung bestimmt. Die numerische Materialbeschreibung wurde vorläufig durch die Simulation dieser Versuche überprüft.

2. Freiwilligenversuche

Anschließend wurden Freiwilligenversuche (Abbildung 1) durchgeführt, bei denen ein Aluminiumimpaktor aus verschiedenen Höhen (20 und 40 cm) auf den entspannten Oberarm der 7 Freiwilligen fallen gelassen wurde. Dabei wurde die Beschleunigung des Impaktors (Abbildung 2) gemessen.

3. Validierung der Materialbeschreibung

Im Folgenden wurde die im ersten Schritt entwickelte Materialbeschreibung durch Simulation der Freiwilligenversuche und Vergleich der Beschleunigungen in Versuch und Simulation validiert.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 3 zeigt Simulationsaufbau und Spannungsverlauf der nachgestellten Experimente von Cronin et al.



Abb. 1: Freiwilligenversuch

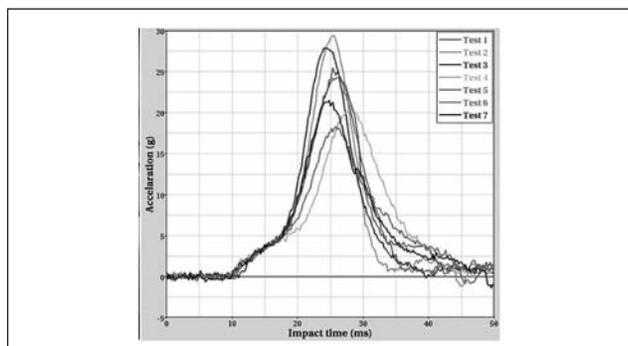


Abb. 2: Beschleunigungsprofile des Impaktors gemessen 7 Freiwillige

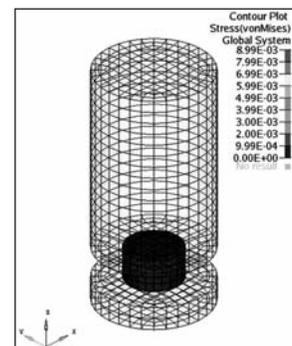


Abb. 3: Modellaufbau

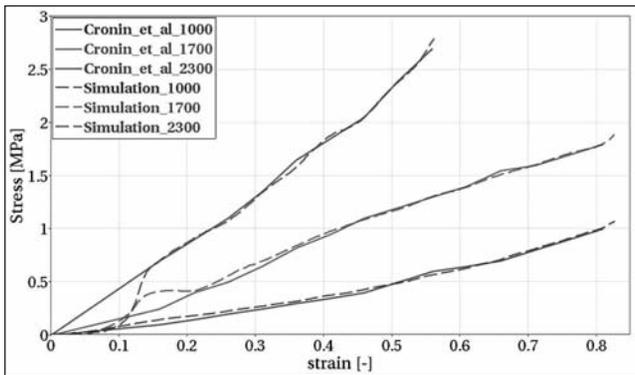


Abb. 4: Spannungs-Dehnungs-Kurven der FE-Simulation im Vergleich mit den Ergebnissen von Cronin et al. (2006)

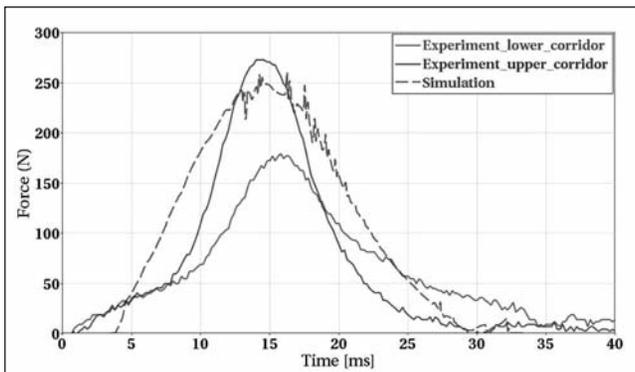


Abb. 6: Kraft-Zeit-Verlauf der Freiwilligenversuche

(2006). Das Materialmodell FU_CHANG_FOAM wurde für die mathematische Modellierung des Rindermuskels gewählt. Die Dehnratenabhängigkeit des Gewebes kann durch dieses Materialmodell wiedergegeben werden.

Abbildung 4 zeigt die Spannungs-Dehnungs-Kurven der FE-Simulation im Vergleich zu den Experimenten von Cronin et al. (2006) für die Dehnraten 1.000 s⁻¹, 1.700 s⁻¹ und 2.300 s⁻¹. Die Grafik zeigt, dass die Ergebnisse der Simulation annähernd mit denen der Experimente übereinstimmen. Der Unterschied in den Kurvenverläufen bis zu einer Dehnung von etwa 0,2 ist darauf zurückzuführen, dass diese in der Simulation noch keinen stabilen Zustand erreicht hat. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die getroffene Materialwahl für das passive Muskelgewebe unter Kompressionsbelastungen sehr gut geeignet ist.

Abbildung 6 vergleicht den Kraft-Zeit-Verlauf der Freiwilligenversuche mit dem der Simulation (Abbildung 5) für eine Fallhöhe von 20 cm. Die Ergebnisse spiegeln den Verlauf der Kurve aus den Versuchen sehr gut wider. Allerdings wird die genaue Form der experimentellen Kurven nicht exakt durch die Simulationskurve wiedergegeben. Kurvenverläufe der Ergebnisse der Fallhöhe aus 40 cm weisen einen ähnlichen Trend auf. Die Diskrepanz zwischen den Kurven kann durch unzureichend modellierte Materialien der Haut und des Fettgewebes verursacht werden. Beide Materialien sind ebenfalls

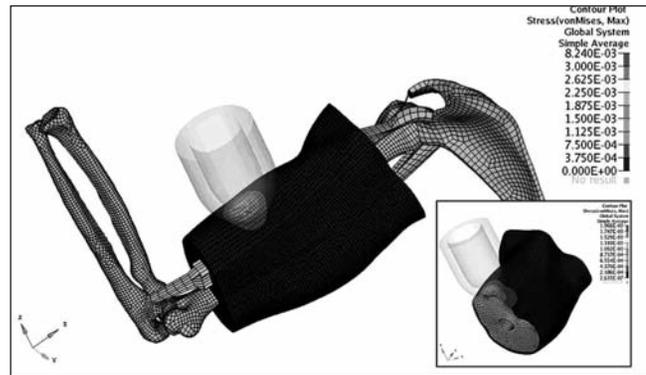


Abb. 5: Simulation der Freiwilligenversuche: Spannungsverlauf

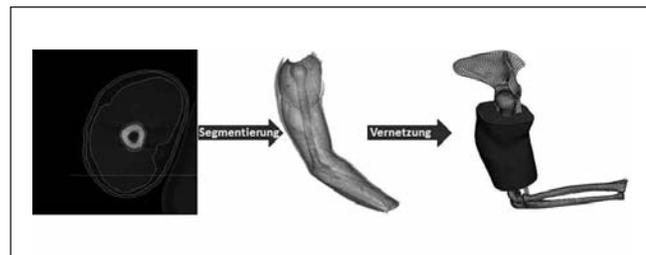


Abb. 7A-C: (A) CT-Aufnahme des Oberarms; Konturlinien für die Modellierung der Weichgewebe (B) auf Basis der CT-Aufnahmen erzeugte Geometrie (STL-Format) folgender Gewebe des Arms: Haut, Muskel und Knochen (C) FE-Modell des Arms erzeugt auf Basis des STL-Formats

dehnratenabhängig, wurden in diesem Modell aber als elastisch dargestellt.

Schlussfolgerung

Die im Rahmen dieser Studie entwickelte Materialbeschreibung stellt eine sehr gute mathematische Annäherung an das biomechanische Verhalten des passiven Muskelgewebes unter Kompressionsbelastung dar. Allerdings bedarf das Finite-Elemente-Modell der Freiwilligenversuche weiterer Untersuchungen hinsichtlich einer korrekten Materialbeschreibung der Haut und des Fettgewebes.

Modellierung des Oberarms

Für die Simulation der Freiwilligenversuche und somit auch für die Validität des gewählten Materialmodells ist eine genaue Modellierung des menschlichen Arms entscheidend. Für diese Studie wurden die CT-Aufnahmen (Abbildung 7A) des Oberarms eines 22-jährigen Mannes in ein STL-Modell (Abbildung 7B) überführt, das die Geometrien der Haut, der Muskeln und Knochen wiedergibt. Für die Segmentierung wurde die Software Mimics (Version 14.12, Materialise) verwendet. Auf Basis dieses STL-Modells wurde der Arm vernetzt und in ein FE-Modell überführt (Abbildung 7C).

Für die verschiedenen Gewebearten im Finiten-Elemente-Modell wurden die folgenden Materialmodelle gewählt. Die Knochen wurden als Starrkörper modelliert, die Haut und

das adipöse Gewebe mit dem Modell OGDEN_RUBBER, Ligamente elastisch und das Muskelgewebe mit dem Materialmodell FU_CHANG_FOAM. Somit wurde lediglich für das Muskelgewebe ein dehnratenabhängiges Materialmodell gewählt. Als Input hierfür dienten die Spannungs-Dehnungsverläufe aus den Versuchen von Cronin et al. (2006).

Literatur

- Cronin, D. S.; Van Sligtenhorst, C., Brodland, G. W. (2006): High strain rate compressive properties of bovine muscle tissue determined using a split Hopkinson bar apparatus, *Journal of Biomechanics*, 39, 1852–1858.
- Van Loocke, M., Lyons, C. G., Simms, C. K. (2006): A validated model of passive muscle in compression, *Journal of Biomechanics*, 39, 2999–3009.
- Shergold, O. A., Fleck, N. A., Radford, D. (2006): The uniaxial stress versus strain response of pig skin and silicone rubber at low and high strain rates, *International Journal of Impact Engineering*, 32, 1384–1402.
- Comley, K., Fleck, N. (2012): The compressive response of porcine adipose tissue from low to high strainrate, *International Journal of Impact Engineering*, 46, 1–1.

Verletzungsmuster bei tödlichen Verkehrsunfällen in Abhängigkeit von der Überlebenszeit

Sylvia Schick, Christopher Holzmann, Wolfram Hell, Hans-Christoph Pape, Roman Pfeifer, Matthias Graw

Das Polytrauma ist die häufigste Todesursache beim Menschen unter 40 Jahren. Auch wenn schon große Fortschritte erzielt wurden, die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr zu reduzieren, liegt das Ziel der Europäischen Kommission bei einer weiteren Reduktion um 50 % von 2010 bis 2020 [1].

Im Sinne der Haddon-Matrix [2] kann dies durch Unfallvermeidung, Reduktion der Verletzungsschwere bei einem Unfall und durch die medizinische Behandlung der Unfallfolgen erzielt werden. Um Mittel sinnvoll einzusetzen, ist es nötig, zu wissen, inwieweit eine Verbesserung der prähospitalen Versorgung von Polytraumapatienten möglich ist.

In einem ersten Schritt soll hier in Abhängigkeit vom Ort des Versterbens (am Unfallort oder in der Klinik) analysiert werden, ob und welche typischen Verletzungsmuster bei tödlichen Verkehrsunfällen auftreten.

Alle 277 polytraumatisierten Patienten nach Straßenverkehrsunfall mit einem ISS ≥ 16 , die in den Jahren 2004 und 2005 verstorben waren und in der Rechtsmedizin München obduziert wurden, wurden in diese Studie einbezogen. Alle Verletzungen wurden nach AIS 2005 update 2008 [3] codiert. Es wurden Todeszeit und -ort, Unfallumstände und demographische Parameter (Alter, Geschlecht) aufgenommen.

Im Stil eines Fall-Kontroll-Designs wurden diejenigen, die am Unfallort verstarben (PT-TUO), mit denen, die in der Klinik verstarben (PT-TIK) hinsichtlich der erhobenen Daten verglichen.

MAIS, ISS, die Körperregion(en), in denen der MAIS zu finden war, sowie die maximale Verletzungsschwere in jeder Körperregion $MAIS_{region}$ (Kopf, Hals inkl. HWS, Thorax inkl. BWS, Abdomen inkl. LWS, knöchernes Becken, obere Extremitäten, untere Extremitäten, Äußeres) wurden ermittelt.

Unfallumstände wurden durch Unfallort (außerorts/innerorts/Autobahn), Art der Verkehrsteilnahme (aktiv: Fahrer oder Fußgänger, passiv: Beifahrer/Mitfahrer), Art des Verkehrsmittels (Fahrrad/Fußgänger/Krad/Pkw/Sonstige), Gegner (Lkw/Pkw/Alleinunfall/Transporter/Sonstige) sowie das Anlegen/Tragen eines Gurts bzw. Helms (je nach Verkehrsteilnahme) beschrieben.

Chi-Quadrat-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test wurden für nominale und ordinale bzw. kontinuierliche Variablen verwendet, um statistische Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen.

178 polytraumatisierte Verkehrsunfallopfer waren am Unfallort (PT-TUO) verstorben, 99 in der Klinik (PT-TIK). Bei 56 % der PT-TUO wurden medizinische Maßnahmen eingeleitet, der Zeitpunkt des Todes lag maximal 1,17 Std nach dem Unfallzeitpunkt. Die Hälfte der PT-TIK starb innerhalb von 7,2 Stunden nach Unfall, weitere 25 % lebten noch bis zu 2,4 Tage, die restlichen 25 % zeigten ein Überleben bis zu 123 Tagen.

Unterschiede zwischen diesen zwei Gruppen (PT-TUO vs. PT-TIK, $p < 0.05$) ließen sich finden für:

- Alter (Median 40a vs. 51a),
- Geschlecht (männlich 73 % vs. 60 %),
- Unfallort (innerorts 16 % vs. 38 %),
- Verletzungsschwere $MAIS_{5+}$ (90 % vs. 52 %),
- Verletzungsschwere $ISS=75$ (58 % vs. 8 % (siehe auch Abbildung 1)),
- Verletzungsschwere der Körperregionen Kopf, Hals, Gesicht, Thorax und Abdomen (höhere $MAIS_{region}$ in der Gruppe PT-TUO) (z. B. lag ein $MAIS_{Kopf} = 6$ bei 38 % der PT-TUO vor und nur bei 4 % der PT-TIK).

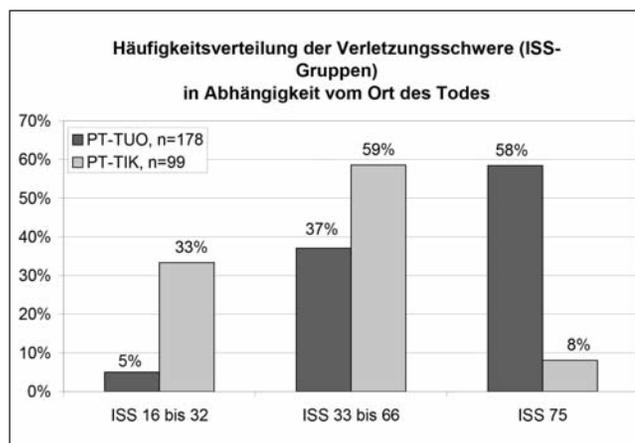


Abb. 1: prozentuale Häufigkeitsverteilung des ISS (gruppiert), für Tod am Unfallort (PT-TUO) und Tod in Klinik (PT-TIK)

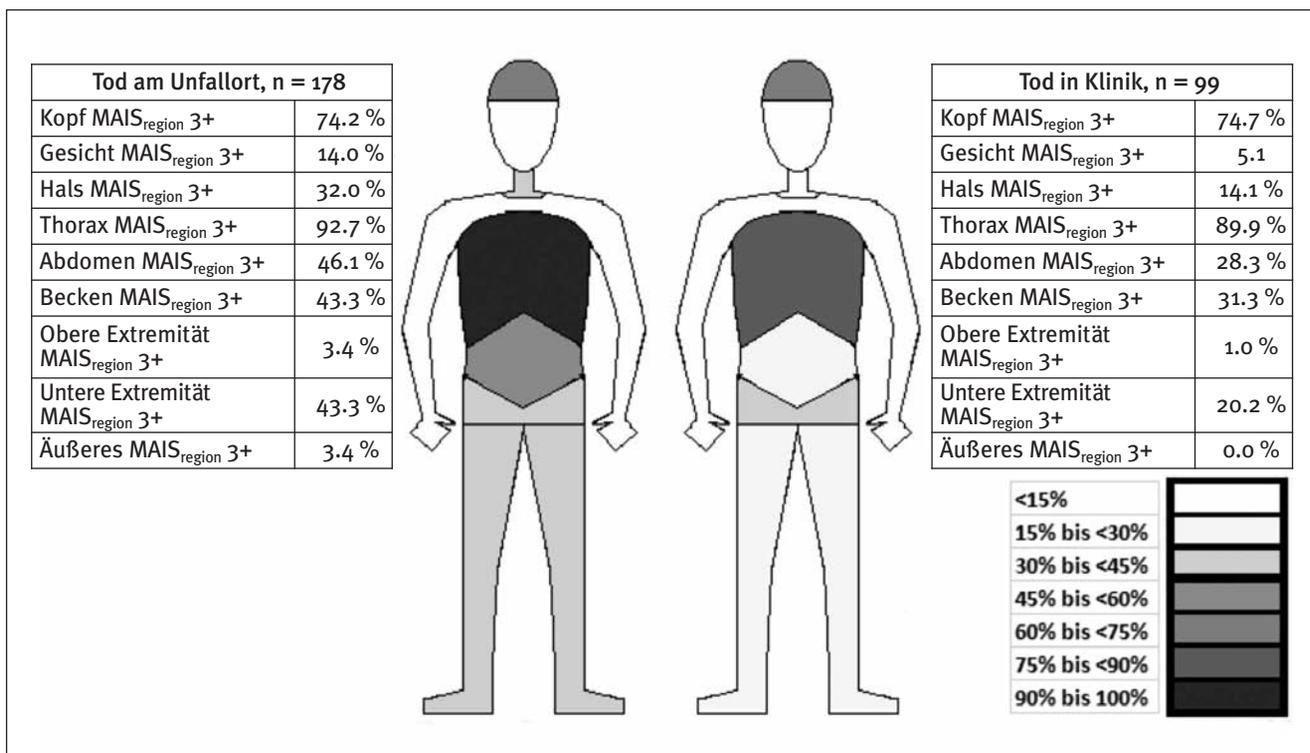


Abb. 2: Anteil der Polytrauma Patienten, bei denen in der entsprechenden Körperregion eine Verletzung der Schwere MAIS_{region} ≥ 3 auftrat, je für die Gruppen Tod am Unfallort und Tod in Klinik

Fahrer, Fußgänger und Mitfahrer waren in den Gruppen statistisch signifikant unterschiedlich vertreten (66 %, 23 %, 11 % vs. 47 %, 35 %, 18 %). Kein statisch fassbarer Unterschied ließ sich allerdings für die Art der Verkehrsteilnahme (aktiv, passiv), die Art des Verkehrsmittels, Gurt- bzw. Helmbenutzung oder den Gegner finden.

Die Häufigkeiten, mit denen die Körperregionen jeweils MAIS₃₊ verletzt waren, sind in Abbildung 2 tabellarisch und grafisch dargestellt.

Die Körperregionen, in denen der MAIS auftrat, unterscheiden sich nicht: in den Regionen Kopf und/oder Thorax traten bei 78 % bzw. 75 % der Verstorbenen die schwersten Verletzungen auf.

Typische Verletzungsmuster ließen sich ebenso nicht finden. Die häufigsten Kombinationen von schwerverletzten Körperregionen MAIS_{region} ≥ 3 sind Kopf und Thorax ohne weitere schwerverletzte Region, oder Kopf und Thorax und mindestens eine weitere schwerverletzte Körperregion.

Heutzutage nicht behandelbare Verletzungen (AIS6) lagen bei knapp 60 % vor, die noch am Unfallort verstarben, aber auch bei 8 %, die erst in Kliniken starben. Diese Polytraumapatienten waren häufiger weiblich, älter und seltener Fahrer; ihre Unfälle fanden häufiger innerorts statt.

Für keine Gruppe konnten typische Verletzungsmuster gefunden werden. Kopf und Thorax bleiben die am häufigsten und am schwersten verletzten Regionen bei tödlichen Unfällen.

Die vermeidbaren Todesursachen sollen bei den 40 % der Polytraumapatienten, die am Unfallort mit einem MAIS < 6 verstarben, in einem nächsten Schritt identifiziert werden, um Präventionsmaßnahmen abzuleiten.

Literatur

[1] European Commission, Brussels, 20.7.2010, COM(2010) 389 final.
 [2] Haddon, W.: American Journal of Public Health, 1968, 58, 1431-8.
 [3] Association for the Advancement of Automotive Medicine, AAAM: The Abbreviated Injury Scale: 2005 update 2008, Barrington, IL; 2008.

Micro-CT-Scans von Brustbeinen für Menschmodelle in Frontal-Crash Simulationen

Rommel David Segura, Anja Wagner, Matthias Graw, Steffen Peldschus, Kai-Uwe Hess

Motivation

Bei Frontal-Unfällen treten in einem bestimmten Geschwindigkeitsspektrum neben Rippen-Frakturen häufig auch Brustbein-Frakturen auf [1]. Bisher wurde noch keine Studie zu Brustbein-Frakturen mit Menschmodellen durchgeführt. Die Einflussfaktoren und Verletzungsmechanismen müssen noch untersucht werden. Die Mikrostruktur und spezifisch die Corticalis-Schicht des Knochens spielt eine entscheidende Rolle bei der Energieaufnahme bzw. die Verformung und Spannungsverteilung bei der Belastung der Knochenstruktur. Zur Bestimmung der Mikrostruktur wurden 3 Brustbeine gescannt.

Micro-CT-Scan

Drei Brustbeine wurden präpariert am Institut für Rechtsmedizin der Ludwigs-Maximilians-Universität München. Die Proben wurden gescannt mit einer Voxel-Auflösung von 0.139 mm in einer 3-D-micro-CT Scanner General Electric phoenix v l tome l x s Machine (Earth and Environmental Science der LMU). Diese Auflösung erlaubt die Betrachtung der Corticalis-Dicke des Knochens. Die Corticalis-Dickenverteilung wurde mit Image-Prozessing (Materialise, 3-Matic) ermittelt. Das Spektrum der Dickenverteilung wurde in fünf Bereiche unterteilt.

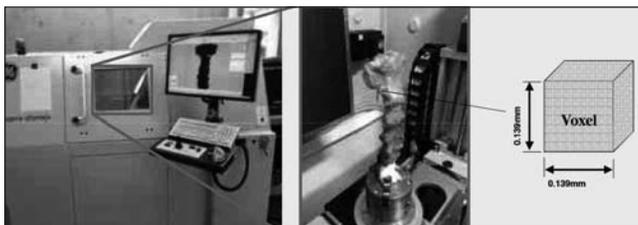


Abb. 1: mCT-Scanner

Brustbein

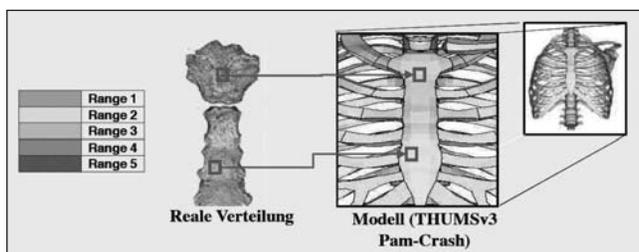


Abb. 2: Reale Corticalis-Dickenverteilung

Reale Corticalis-Dickenverteilung

Das Modell wurde in 5 Regionen unterteilt. In jeder Region wurde der Median-Wert der Corticalis-Dicke der entsprechenden Region zugewiesen. Die Verteilung wurde auf das FE-Brustbein-Modell transferiert.

Validierung und Ergebnisse

Die Versuchskonstellation von Kerrigan [2] dient als Referenz. Das Brustbein wird an beiden Enden eingebettet und an Drehgelenken fixiert. Ein Impaktor trifft in der Mitte der anterioren Seite auf das Brustbein. Diese Versuche wurden simuliert mit dem FE Brustbein, das vom THUMSv3® (Total Human Model for Safety)-Modell extrahiert wurde. Der Impaktor (12,7 mm Durchmesser) wurde als Starkkörper simuliert mit einer Geschwindigkeit von -1,115 m/s in Z.

Das Originalmodell zeigt eine Abweichung ca. +25 % im Vergleich mit den realen Versuchen. Modelle mit realer Dickenverteilung der Corticalis-Schicht zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen (ca. 1 % Abweichung).

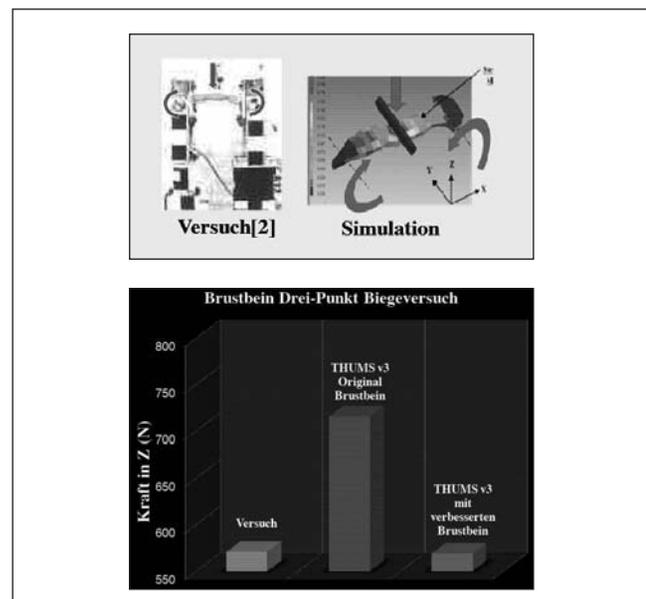


Abb. 3: Vergleich: Versuch vs. Originalmodell vs. verbessertes Modell

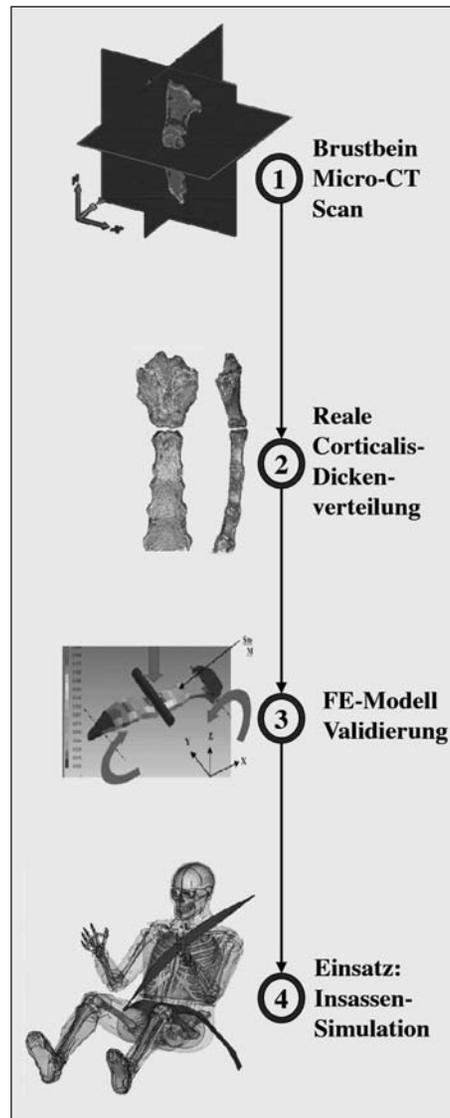
Ausblick

Ein realistisches Strukturverhalten des Brustbeins in Zusammenhang mit Altersabhängigkeitsfaktoren wie der Corticalis-Dickenreduktion ermöglichen verbesserte Insassenschutzsimulationen mit Menschmodellen. Der nächste Schritt ist die Analyse von Verletzungsmechanismen im Brustbeinbereich und dessen Nachbildbarkeit beim Frontal-Crash.

Literatur

[1] Ridella, S. et al.: Age - Related Differences in AIS 3+ Crash Injury Risk, Types, Causation and Mechanisms, IRCOBI, 2012.

[2] Kerrigan, J. R. et al., Biomed Science Instrumentation, 2010.



Analyse der Schutzwirkung von Fahrradhelmen durch Simulation typischer Unfallszenarien

Klaus Bauer, Matthias Graw, K. Zhou, Steffen Peldschus

Die Zahl der verunglückten und getöteten Fahrradfahrer stieg in Deutschland im Jahr 2012 im Vergleich zum Vorjahr leicht an (+1,8 %) und folgt nicht dem Trend der allgemeinen Reduktion von Verkehrsunfalltoten [1]. Laut Gesundheitsberichterstattung des Bundes starben im Jahr 2010 über 50 % aller getöteten Fahrradfahrer in Deutschland an Verletzungen des Kopfes. Studien von Fife et al. [2], Oström et al. [3] und Wood et al. [4] führen auf, dass in 69 bis 86 % aller tödlichen Fahrradunfälle eine Kopfverletzung die direkte Todesursache war. Attewell et al. [5] zeigen in ihrem Review auf, dass Fahrradfahrer mit Helm ein geringeres Risiko tragen, eine Kopf- oder Hirnverletzung zu erleiden. Die Werte für eine mögliche Reduktion der Kopf- und Gehirnverletzungen schwanken dabei von 33 bis 88 %. Die Studie von Otte et al. [6] zeigt ebenfalls auf, dass ein Fahrradhelm das Risiko für alle Kopfverletzungen deutlich senken kann.

Im vorliegenden Projekt werden aufbauend auf Realunfallanalysen typische Unfallszenarien erarbeitet und anschließend zweistufig simuliert. Ziel ist es, die Kopfverletzungsrisiken sowie den Nutzen eines aktuellen Fahrradhelms für diese typischen Unfallsituationen zu bestimmen.

Grundlage dieser Arbeit sind 543 prospektiv erfasste Unfälle mit leicht- und schwerverletzten Fahrradfahrern aus den Universitätskliniken München und Münster und 117 retrospektiv erfasste Unfälle mit getöteten Fahrradfahrern aus dem Institut für Rechtsmedizin München. Diese Unfälle werden detailliert rekonstruiert und analysiert, um typische Unfallszenarien und Verletzungen zu erarbeiten.

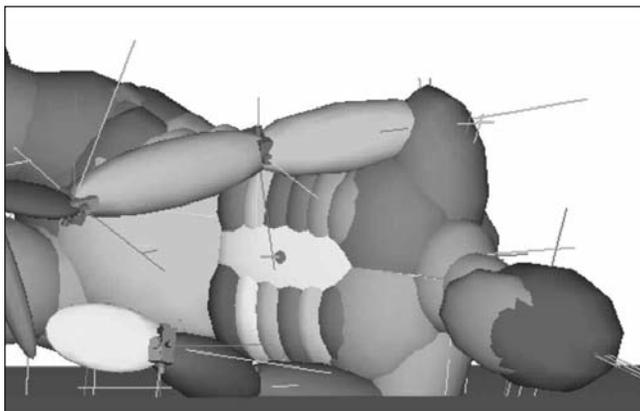


Abb. 1: Kopfanprall Alleinunfall seitlich (MADYMO)

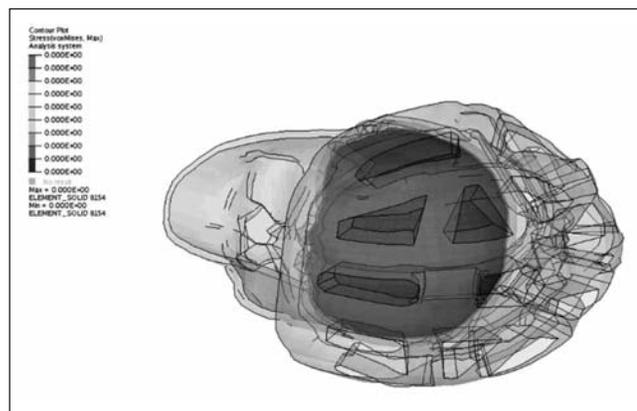


Abb. 2: Kopfanprall Alleinunfall seitlich (FE-Simulation)

Diese Szenarien werden zur Ermittlung der Kinematik des Fahrradfahrers in einem ersten Simulationsschritt mit dem Mehrkörpersimulationsprogramm MADYMO simuliert.

Anschließend wird der Kopfanprall des Fahrradfahrers in einem zweiten Simulationsschritt (Finite-Elemente-Methode) mithilfe eines Kopfmodells exakt nachgebildet, um Kopfverletzungsrisiken bestimmen zu können. Mithilfe eines selbst entwickelten Fahrradhelmodells wird anschließend die mögliche Reduktion der Kopfverletzungsrisiken ermittelt.

Durch die Simulationen in MADYMO wird die Kinematik des Fahrradfahrers während des Unfallablaufs möglichst realitätsnah abgebildet, insbesondere der Kopfanprall auf die Straße oder den beteiligten Pkw. Auf Abbildung 1 ist ein simulierter Alleinunfall zum Zeitpunkt des Kopfanpralls auf die Straße dargestellt.

Ausgehend von den Kopfanprallgeschwindigkeiten zum Anprallzeitpunkt werden für alle Fälle die Kopfbelastungen und Kopfverletzungsrisiken in Finite-Elemente-Simulation (FE) berechnet (siehe Abbildung 2).

Abschließend werden die Kopfverletzungsrisiken der einzelnen Anprallszenarien mit und ohne Helm verglichen und es werden Aussagen zum möglichen Nutzen eines Fahrradhelms getroffen.

Literatur

[1] Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2012, Statistisches Bundesamt, 2013.

- [2] Fife, D.; Davis, J., Tate, L., Wells, J. K., Mohan, D., Williams, A. (1983): Fatal injuries to bicyclists: the experience of Dade County, Florida. *J Trauma* 23 (8), S. 745–755.
- [3] Oström, M., Björnstig, U., Näslund, K., Eriksson, A. (1993): Pedal cycling fatalities in northern Sweden. *Int J Epidemiol* 22 (3), S. 483–488.
- [4] Wood, T., Milne, P. (1988): Head injuries to pedal cyclists and the promotion of helmet use in Victoria, Australia. *Accident Analysis & Prevention* 20 (3), S. 177–185.
- [5] Attewell, R. G., Glase, K., McFadden, M. (2001): Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention* 33 (3), S. 345–352. DOI: 10.1016/S0001-4575(00)00048-8.
- [6] Otte, D., Facius, T., Wiese, B. (2013): Einflüsse auf das Verletzungsrisiko des Kopfes von Radfahrern und Nutzen von Radhelmen zur Vermeidung und Minderung von Verletzungen. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* 2013 (09), S. 298–309.

Umsetzung der Alkohol-Wegfahrsperre in Österreich

A. Pumberger, S. Kaulich, A. Eichhorn, K. Robatsch (Wien/A)



Abb. 1: Risiko Alkohol – Gesteigertes Unfallrisiko durch Alkoholkonsum

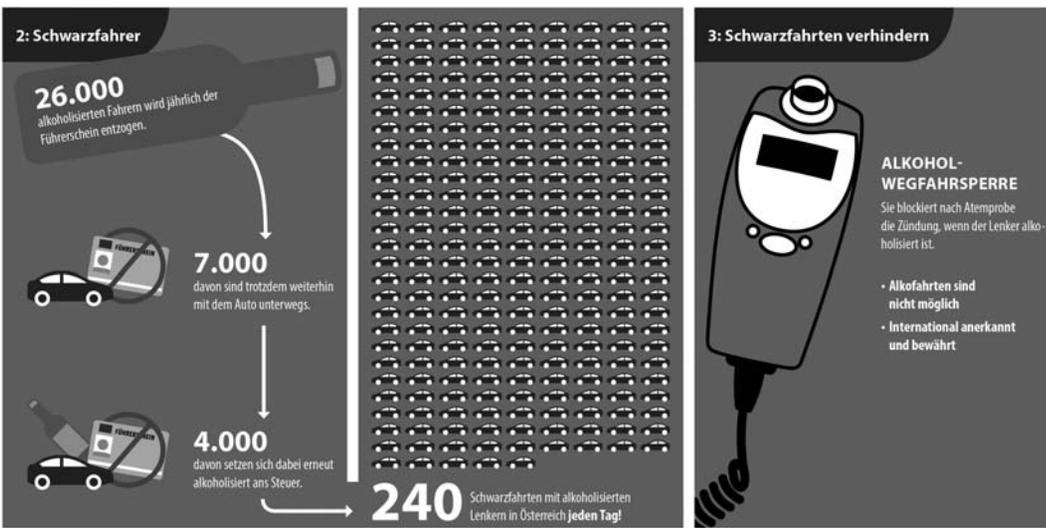


Abb. 2: Schwarzfahrer

Abb. 3: Schwarzfahrten verhindern

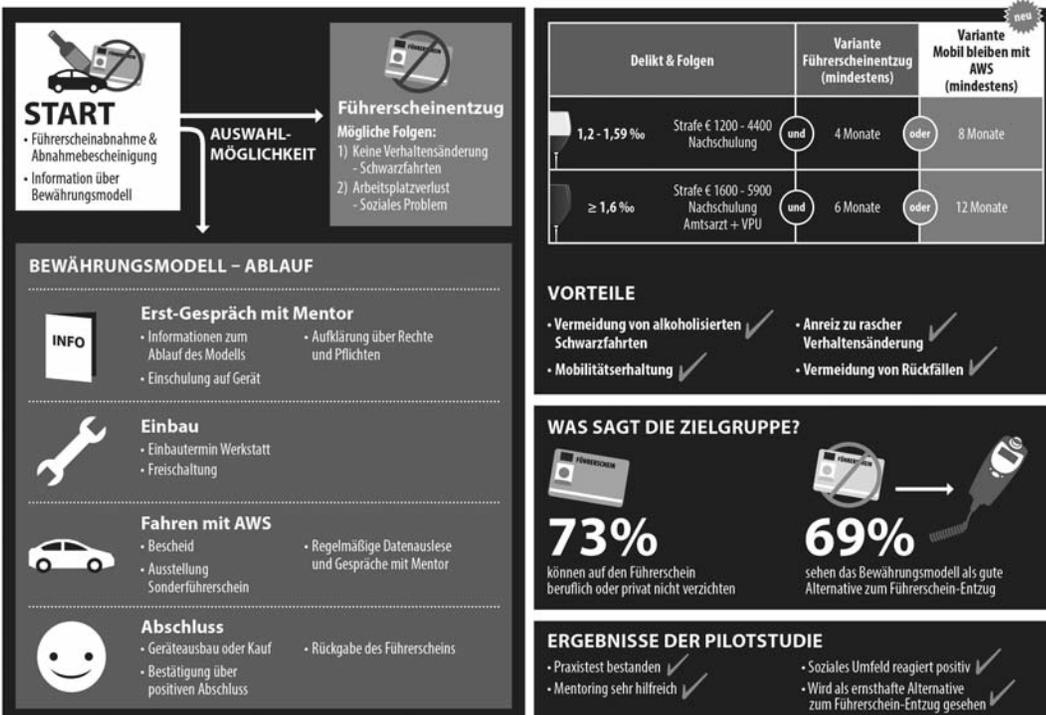


Abb. 4: Bewährungsmodell mit der Alkohol-Wegfahrsperre (AWS)

In-depth on-the-spot Road Accident Investigation in Finland – Alcohol-related fatal motor vehicle accidents in 2009–2013

Arja Holopainen, Kalle Parkkari

Introduction

Road accident investigation

Road accident investigation teams carry out in-depth on-the spot investigation of all fatal road and cross-country accidents in Finland (since 1968).

Investigation is regulated by legislation on the investigation of road and cross-country traffic accidents (24/2001) [1]. The investigation is steered and supervised by the Road Accident Investigation Delegation set up by the Ministry of Transport and Communications. The Road Accident Investigation Delegation comprises representatives of e. g. several ministries. The Finnish Motor Insurers' Centre takes care of the maintenance of road accident investigation, the use of the investigation results and the information service.

The road accident investigation teams

Investigation of road and cross-country accidents is performed by the road accident by multidisciplinary investigation teams (20 in Finland). The team members are

- police member (chairman),
- vehicle specialist member,
- road specialist member,
- physician member and
- psychologist member.

Additional experts may be called when deemed necessary. The investigation teams do not take a stand on issues of liability or compensation.

Material of alcohol-related accidents in 2009–2013

This paper includes the fatal motor vehicle accidents investigated by the road accident investigation teams where the motor vehicle driver was driving under the influence of alcohol. The paper focuses on accidents investigated in 2009–2013 where the driver's blood alcohol content had exceeded the drink driving limit in Finland, 0,5 ‰. The data had been compared with accidents where the driver's blood alcohol content was under the drink driving limit of 0,5 ‰.

In Finland, the sample of alcohol in the breath or/and alcohol in the bloodstream is taken from the driver who has been in a

traffic accident. The information of the driver's blood alcohol content is examined by breath test at site or by blood test. Information of breath test is collected from the pre-investigation protocol of the police. Blood test results are collected from statement and death certificate or forensic test. In Finland, autopsies are carried out for all victims of road accidents.

Definitions

Alcohol-related accident: Fatal road accident, in which one of the parties involved had blood alcohol content of 0,50 ‰ or more.

Motor vehicle accident: fatal multiple- or single-vehicle accident, in which a person travelling in/on motor vehicle has died.

VALT Method 2003

Accidents are investigated and data is collected using a standardized VALT Method 2003 (revised) [4] and standard forms under legislation. Considering the VALT METHOD 2003 [42], the important points are analysis of the origin of the accident and production of countermeasures (Risk Accumulation Model, VALT). The latest VALT METHOD was composed in Turku University under guidance of professor Esko Keskinen. This method has been also described in the international conference of ESAR 2006 [5].

Right of access to information

Without prejudice to what is provided about confidentiality of data, the Road Accident Investigation Team are entitled to access the following information from the relevant authorities, institutions or other officials:

- any information on the health of the persons involved that may be of importance for identifying the causes of the accident
- information from private health care and medical care providers or from health care professionals
- any other information needed for the conduct of investigations.

Financing

The operations of road accident investigation are financed with the road safety charge collected in connection with motor liability insurance premiums.

Results of fatal alcohol-related motor vehicle accidents in 2009–2013

Fatal motor vehicle accidents

In 2009–2013, the road accident investigation teams investigated a total of 1,067 fatal motor vehicle accidents of which in 256 (24 %) a party involved had a blood alcohol content of at least 0,5 ‰.

The majority (74 %) of alcohol-related accidents were single-vehicle accidents (37 % comparison group) in 2009–2013.

Drivers blood alcohol content and previous convictions for driving under influence

The blood alcohol content of 81 % of drunk drivers exceeded the limit of aggravated drunk driving of 1,2 ‰ (Figure 2). Approximately 40 % of the drivers driving under the influence of alcohol had previous convictions for driving under influence (10 % comparison group) and heavy alcohol use was daily for many of them.

Age and sex of driver

The relative proportion of young people (under 25) in fatal alcohol-related motor vehicle accidents were considerable, 37 % in 2009–2013 (24 % comparison group). Most of the drivers driving under the influence of alcohol were men 95 % (85 % comparison group).

Use of safety equipment

Of all drunk drivers 64 % were not using a seat belt or helmet (30 % comparison group).

Drivers' vehicle

The majority of drivers under the influence of alcohol (82 %) were driving passenger cars during the fatal road accident (69 % comparison group). In the data 2009–2013 there were only 2 heavy vehicle drivers who drove under influence of alcohol.

Time of the accident

Fatal alcohol-related accidents were centered especially around the summertime (April–September), weekends and nights. However, typically more collisions caused by drunk drivers occurred during the winter than is the case with single-vehicle accidents. In 2009–2013, the majority (74 %) of alcohol-related accidents occurred during summertime (55 % comparison group) and 61 % between Friday and Sunday (40 % comparison group).

Accident location

In fatal alcohol-related accidents, the location of accident is often a road with a lower category than a main road class 1. 69 % of investigated accidents took place on a road with a lower category than a main road 1 (60 % comparison group).

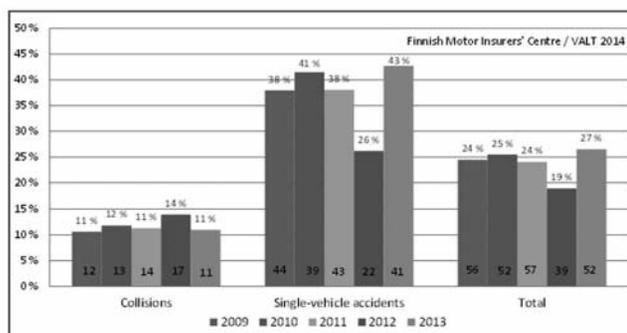


Figure 1. Share of alcohol-related accidents in motor-vehicle accidents 2009–2013.

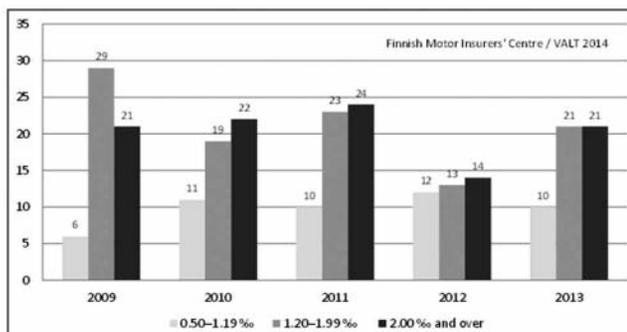


Figure 2. Blood alcohol content on alcohol-related fatal motor vehicle accidents, years 2009–2013.

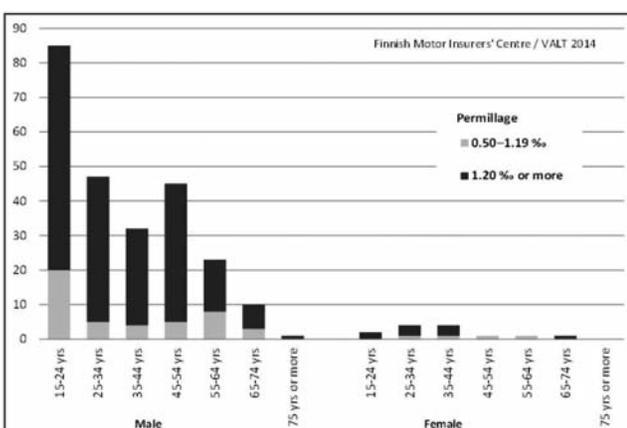


Figure 3. Number of fatal road accidents caused by drink drivers: Drivers' age and sex, years 2009–2013.

Personal injuries

95 % of the people who lost their lives in alcohol-related accidents travelled in the vehicle of the driver under the influence of alcohol.

Conclusions

Previous drink-driving offences were found from 40 % of drunk-drivers. Many of these drivers were using alcohol daily and in great quantities. Typically blood alcohol content in fatal accidents was high, well over 1,2 ‰.

Risk factors in alcohol-related fatal motor vehicle accidents

As mentioned in VALT Report [2] and in Katila et al. (2011) [3] in addition to the influence of alcohol, the most typical

risk factors discovered by the road accident investigation teams in accidents caused by drink drivers are speeding, non-use of safety belt and general disregard for the traffic regulations. Other common risk factors with regard to human actions include risks related to the driver's state of mind and medication, tiredness, not having a driving-licence, driver's inexperience, and drunken travel companions.

Improvement proposals in alcohol-related fatal motor vehicle accidents

As mentioned in VALT Report [2] the investigation teams have emphasized in their safety improvement proposals the significance of alcohol ignition locks in the prevention of drunk driving. Traffic control-related proposals that emphasize general improvement in the efficiency of speeding and drink driving control and the development of regional allocation are very common. Safety proposals related to the traffic environment focus on the prevention of veering off the driving lane with various railings and the removal of fixed crash barriers from the traffic environment.

According to results, alcoholism should more clearly be treated as health issue, like EU-directive emphasizes. Accident investigation teams have suggested that traffic medicine (health appraisal centres) should be developed in Finland. Traffic physicists should co-operate with local hospitals in order to gain enough expertise. The above mentioned system could support physicians evaluating health issues related to driving when dealing with alcoholism.

References

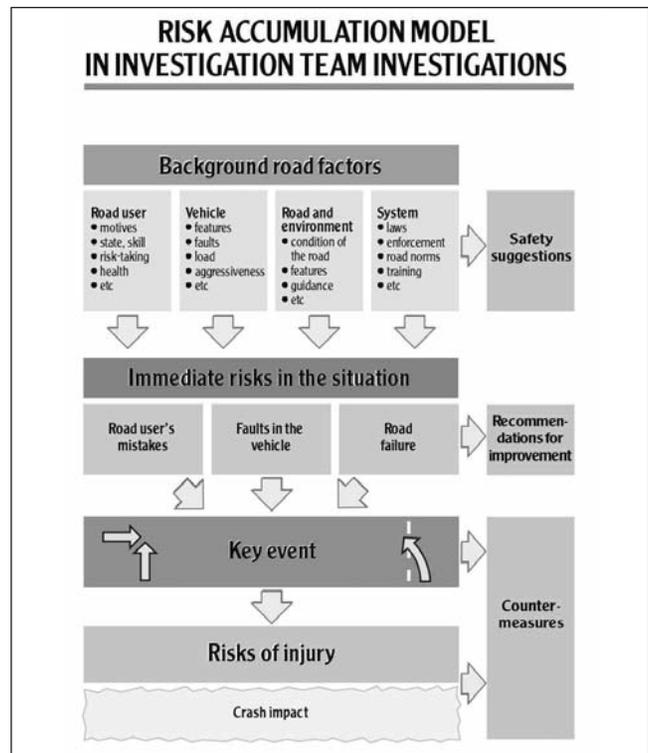
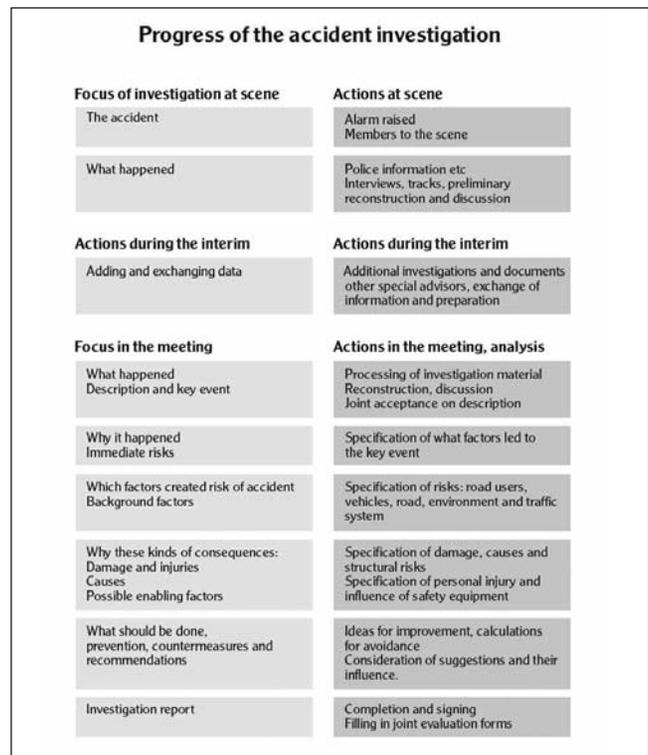
[1] Act on the investigation of road and cross-country traffic accidents (No. 24/2001) and the Council of State decree (No. 740/2001), Helsinki, 2001.

[2] Alcohol-related Accidents of Motor Vehicle Drivers (2012). Finnish Motor Insurers' Centre, Helsinki.

[3] Katila, A., Keskinen, E., Laapotti, S., Peräaho, M. (2011): Moottorijätoneuvoliikenteen kuolemaan johtaneet onnettomuudet alkoholin vaikutuksen alaisena (Fatal drunken drivers' accidents in Finland 1999–2008).

[4] VALT Method 2003 (2004). Finnish Motor Insurers' Centre, Helsinki.

[5] Salo, I., Parkkari, K., Sulander, K., Keskinen, E. (2006). In-depth on-the-spot Road Accident Investigation in Finland, Proceedings ESAR, 2006. BAST.



Überprüfung eines Cannabiskonsums über THC-COOH und 11-OH-THC in Haaren als Beleg einer Körperpassage

Thomas Franz, Hans Sachs, Detlef Thieme, Gerlinde Schwarz, Frank Musshoff

Einleitung

Für die Überprüfung eines Cannabiskonsums dient bei der Haaranalytik gemäß der Society of Hair Testing (SoHT) wie auch den Beurteilungskriterien bei Analysen im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik der Cannabiswirkstoff Delta-9-Tetrahydrocannabinol (THC) als Target-Substanz. Allerdings ist bekannt, dass THC zum einen bei inhalativer Aufnahme vornehmlich durch den Nebenstromrauch ins Haar gelangt, zum anderen kann es auch bei Nichtkonsumenten zu einer externen Kontamination durch Cannabisrauch aus der Umgebungsluft kommen. Insofern spricht man bei einem THC-Nachweis in Haaren gerade bei niedrigeren Konzentrationen vorsichtigerweise eher nur von einem Umgang mit Cannabis, kann aber einen Konsum nicht sicher beweisen.

Ein Nachweis eines Konsums kann durch die Detektion von Stoffwechselprodukten erfolgen, die eine Körperpassage belegen. Dabei gestaltet sich der Nachweis von Delta-9-Tetrahydrocannabinol-9-carbonsäure (THC-COOH) aufgrund schlechter Inkorporationseigenschaften als schwierig, da bei sehr niedrig zu erwartenden Konzentrationen sehr sensitive Analyseverfahren Anwendung finden müssen. Ist ggf. das 11-Hydroxy-delta-9-tetrahydrocannabinol (THC-OH) eine Alternative?

Methoden zur Bestimmung von THC-COOH und THC-OH

Die Bestimmung von THC lief mithilfe der akkreditierten Routinemethode zum BTM-Screening im FTC München. Bei dieser Methode wird die Haarprobe nach Entfernung äußerer Kontamination durch Petrolether im Ultraschallbad mit Methanol extrahiert. Im Anschluss an die Extraktion wird ein Teil des methanolischen Extrakts unter Stickstoffstrom eingedampft und der Rückstand rekonstituiert. Anschließend erfolgt die Messung mittels HPLC-MS². Die Bestimmungsgrenze für THC liegt mit dieser Methode bei 0,01 ng/mg und die Nachweisgrenze bei 0,002 ng/mg. Die Präzision des Verfahrens beträgt ± 3,0 %.

Die Bestimmung von THC-COOH kann nicht aus dem methanolischen Extrakt erfolgen, da sich die THC-COOH nicht mit Methanol extrahieren lässt. Zur Bestimmung der THC-COOH wird die Haarprobe daher in Natronlauge vollständig hydrolysiert. Das Hydrolysat wird anschließend durch Flüssigextraktion mit Hexan/Ethylacetat 9:1 (v:v) aufgereinigt. Die organische Phase wird verworfen und

die wässrige Phase mittels Festphasenextraktion (SPE) aufkonzentriert. Im Anschluss an die SPE wird die Probe mit Methyljodid derivatisiert. Die derivatisierte Probe wird anschließend mittels HPLC-MS² gemessen. Die Bestimmungsgrenze für THC-COOH liegt mit diesem Verfahren bei 0,2 pg/mg und die Nachweisgrenze bei 0,05 pg/mg. Die Präzision dieser Methode beträgt ± 5,1 %.

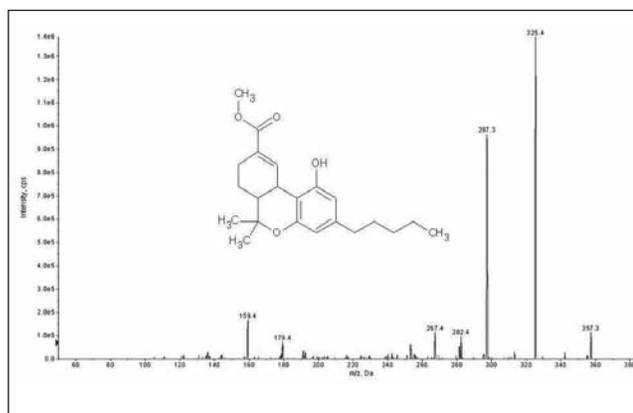


Abb. 1: -MS²-Spektrum der methylierten THC-COOH

Zur Bestimmung des THC-OH wurde eine neue Methode entwickelt (Thieme et al., eingereicht zur Publikation), da die analytische Empfindlichkeit bisher nicht ausreichte. Hierfür wird ein Teil des methanolischen Extrakts aus dem BTM-Screening getrocknet und mit Picolinsäure derivatisiert. Im Anschluss erfolgt die Messung mittels HPLC-MS. Zur Erhöhung der Selektivität wurde die Messung im MS³-Modus durchgeführt. Hierfür wurde die MS²-Ionenspur 541 Da → 374 Da in der Ionenfalle erneut fragmentiert. Die Nachweisgrenze liegt mit diesem Verfahren bei 0,02 pg/mg und die Bestimmungsgrenze bei 0,03 pg/mg. Die Präzision des Verfahrens beträgt ± 15 %.

Vergleich der Befunde von THC, THC-COOH und THC-OH in Realfällen

Im FTC München wurden seit dem Jahr 2012 mehrere Tausend Haarproben auf THC und 424 dieser Proben zusätzlich auf THC-COOH untersucht. In 302 Fällen erfolgte eine Analyse auf THC-OH mit der neu entwickelten Methode.

Die Analyse auf THC lieferte in 78 Prozent der 424 Fälle ein positives Ergebnis im Bereich zwischen 0,01 und 18,8 ng/mg. Der Mittelwert liegt bei 0,68 ng/mg und der Median bei 0,14 ng/mg.

Bei der THC-COOH-Bestimmung konnte in 70 Prozent der auf THC-COOH analysierten Fälle ein positives Analysergebnis im Bereich von 0,08 und 54,3 pg/mg erreicht werden. Der Mittelwert lag bei 6,0 pg/mg und der Median bei 3,0 pg/mg.

Die THC-OH-Bestimmung lieferte in 71 Prozent der auf THC-OH analysierten Fälle ein positives Ergebnis im Bereich von 0,02 bis 37,6 pg/mg, mit einem Mittelwert von 1,21 und einem Median von 0,28 pg/mg.

Ein quantitativer Vergleich der Analyseergebnisse zeigte, dass die Konzentrationen zwar signifikant voneinander abhängen. Jedoch sind die Korrelationskoeffizienten so gering, dass ein Rückschluss von der einen Konzentration auf die andere Konzentration nicht möglich ist. Die Korrelationskoeffizienten betragen:

Substanzen	Korrelationskoeffizient
THC/THC-COOH	0,46
THC/THC-OH	0,82
THC-OH/THC-COOH	0,58

Ein qualitativer Vergleich der Befunde zeigte, dass in 81 Prozent (144 Fälle) der THC-positiven Fälle ein positives Ergebnis für THC-COOH vorliegt und in 87 Prozent der positiven THC-Fälle für THC-OH.

Bei 40 THC-negativen Fällen, bei denen dennoch auf die Metaboliten getestet wurde, konnte in jeweils zehn Prozent der Fälle THC-COOH oder THC-OH nachgewiesen werden.

In 25 Prozent der THC-COOH-negativen Fälle (100 Fälle) konnte der Metabolit THC-OH nachgewiesen werden! In 33 Prozent (8 Fälle) dieser THC-OH-positiven Fälle wurde eine kosmetische Haarbehandlung durch Coloration oder Bleichen festgestellt.

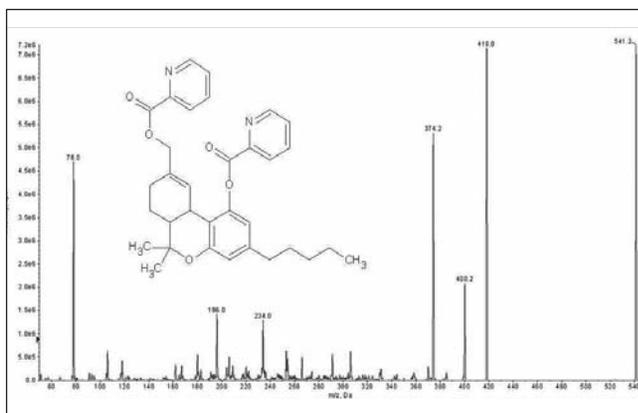


Abb. 2: +MS²-Spektrum der picolinieren THC-OH

Diskussion

Es zeigte sich, dass bei einem Teil der THC-positiven Fälle keiner der Metaboliten THC-COOH oder THC-OH nachgewiesen und somit eine Körperpassage nicht zwingend bewiesen werden konnte. Möglicherweise waren die Probanden Cannabisrauch ausgesetzt, wodurch es zu einer

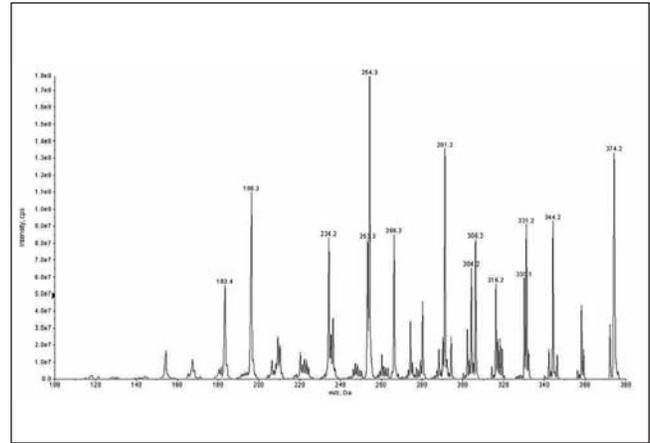


Abb. 3: +MS²-Spektrum der Ionenspur 541 > 374 Da des picolinieren THC-OH

THC	THC-COOH	THC-OH	Anzahl	Prozent
Positiv	Positiv	Positiv	114	62,0
Positiv	Positiv	Negativ	2	1,1
Positiv	Negativ	Negativ	17	9,2
Positiv	Negativ	Positiv	11	6,0
Negativ	Positiv	Negativ	4	2,2
Negativ	Positiv	Positiv	4	2,2
Negativ	Negativ	Positiv	4	2,2
Negativ	Negativ	Negativ	28	15,2

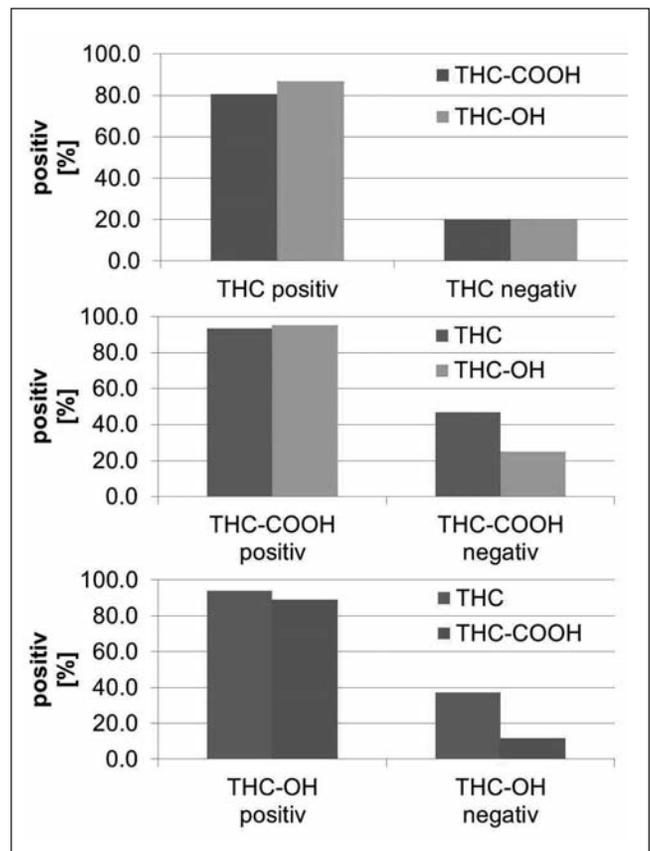


Abb. 4: Vergleich der Befunde von THC, THC-COOH und THC-OH

Antragung und Einlagerung von THC an/in die Haare gekommen ist. Diese externe Kontamination lässt sich – wie in der Literatur bekannt – durch die gängigen Dekontaminationsschritte nicht (vollständig) entfernen.

Andere Fälle zeigten trotz negativem THC-Befund ein positives Ergebnis bei den Analysen auf die Metaboliten. Dies deutet wiederum darauf hin, dass vielleicht gerade bei nicht so häufigem Konsum THC nicht in nachweisbaren Mengen in die Haare gelangt oder durch andere Faktoren eliminiert wird. Daher ist es ratsam, als Beleg für einen Cannabiskonsum die Analyse auf die Metaboliten durchzuführen, da diese besser an die Haarmatrix binden und sich ggf. gerade das THC-OH schlechter aus ihr entfernen lässt als die Muttersubstanz selbst.

Bei dem Vergleich der Ergebnisse zwischen den Metaboliten wird deutlich, dass eine kosmetische Haarbehandlung starken Einfluss auf die Analyse der THC-COOH nimmt. Bei den Haarbehandlungen durch Bleichen oder Coloration werden die Haare mit stark alkalischen Mitteln behandelt, wodurch es zum Auswaschen bzw. Abbau der THC-COOH kommen kann. Nach den hier erhaltenen Befunden wirkt sich der Einfluss der Haarbehandlung auf die Bestimmung des THC-OH weniger stark aus. Somit kann ein

Konsum trotz negativem THC-COOH-Befund durch eine Analyse auf THC-OH belegt werden.

Die THC-COOH wurde vor allem deshalb bei der Abstinenzkontrolle nicht berücksichtigt, weil nur eine beschränkte Zahl von Labors in Deutschland in der Lage ist, diese Tests durchzuführen und für die Probanden deutlich höhere Kosten entstanden wären. Außerdem wären durch die geringere Empfindlichkeit die Vorteile gegenüber der Urinkontrolle nicht mehr gegeben.

Der Nachweis von THC-OH lässt sich mit dem Extrakt des polytoxikologischen Screenings durchführen, sodass die Kosten nur um 20–30% steigen würden. Wichtiger ist aber, dass sich die Wahrscheinlichkeit, einen Konsum zu entdecken, nicht wesentlich verringert und außerdem in den positiven Fällen der Konsum bewiesen wäre und nicht der Kontakt.

Es wird deshalb vorgeschlagen, den THC-Test bei der Abstinenzkontrolle durch die Untersuchung auf THC-OH mit einem cut-off von 0,05 pg/mg zu ersetzen.

Es sei darauf verwiesen, dass in den USA und neuerdings auch in der Schweiz nicht THC als Targetsubstanz bei der Haaranalytik gilt, sondern der Konsumnachweis.

Einsatz der Immunanalysis Direct ELISA Kits als sensitive und spezifische immunchemische Vortestverfahren im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik

Stefanie Lottner-Nau, Birgit Övgüer, Hans Sachs, Matthias Graw, Frank

Einleitung

Bereits in der zweiten Auflage der Beurteilungskriterien (CTU-Kriterien) zur Fahreignungsdiagnostik kam es zu einer Absenkung der Grenz- bzw. Entscheidungswerte bei der Drogenanalytik im Urin im Rahmen von Abstinenzkontrollen. In der dritten Auflage gibt es jetzt lediglich eine Mindestanforderung an die Grenz- bzw. Entscheidungswerte [1]. Aus analytischer Sicht sind die mit chromatographischen Methoden zu erreichenden Bestimmungsgrenzen als unproblematisch anzusehen. Allerdings ist infrage zu stellen, ob gängige immunchemische Vortestverfahren eine ausreichende Sensitivität und Spezifität aufweisen und als Vortestverfahren nach den aktuellen forensisch-toxikologischen Richtlinien [2] Verwendung finden können. Der Immunanalysis Direct ELISA Test wurde hinsichtlich seiner Anwendbarkeit im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik (Drogenabstinenznachweis mittels Urinanalytik) überprüft.

Methode

Native, verdünnte und aufgestockte Urinproben wurden gemäß Herstellervorgaben mittels dem Gerät TECAN freedom evo 75/2 inklusive Hydroflex Washer und Sunrise Plate Reader auf Mikrotiterplatten immunchemisch auf folgende Arznei- bzw. Suchtstoffgruppen getestet: *Amphetamin* (Amphetamin, MDMA, MDA, MDEA), *Methamphetamin* (Methamphetamin, MDMA, MDA, MDEA), *Cannabinoid* (THC-Carbonsäure), *Kokainmetabolite* (Ben-zoylecgonin), *Opiate* (Morphin, Codein, Dihydrocodein), *Methadon* bzw. *EDDP* und *Benzodiazepine* (Diazepam, Nordazepam, Oxazepam, Temazepam, Hydroxy-Alprazolam, Bromazepam, Hydroxy-Bromazepam, Lorazepam, 7-Aminoflunitra-

zepam). Die Kalibration des Immunanalysis Direct ELISA Tests erfolgte für jede Substanzgruppe mit jeweils drei Konzentrationen in Doppelbestimmung. Die erhaltenen Befunde wurden mit quantitativen Ergebnissen aus chromatographischen Analysen mittels LC-MS/MS abgeglichen. Die Auswertung erfolgte anhand von Kreuztabellen nach richtig positiv, falsch positiv, falsch negativ, richtig positiv (Tabelle 1 und 3). Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert, negativer prädiktiver Wert sowie die Falschklassifikationsrate [3, 4] wurden daraus berechnet.

Ergebnis

Zwischen 600 und 736 Proben wurden je Substanzgruppe untersucht. Bei Verwendung der Mindestanforderung an die Bestimmungsgrenze gemäß der CTU-Kriterien wurden bei den immunchemischen Messungen Sensitivitäten zwischen 94,4 und 100 % sowie Spezifitäten zwischen 64,3 und 99,7 % erreicht (Tabelle 2). Unter Verwendung des jeweiligen niedrigsten Kalibrators bzw. der Bestimmungsgrenze der LC-MS/MS-Analyse konnten Sensitivitäten zwischen 91,5 und 100 % sowie Spezifitäten zwischen 65,3 und 99,8 % berechnet werden (Tabelle 4). Die immunchemischen Vortests auf Amphetamin und Methamphetamin reagierten zusätzlich auf MDMA, MDA und MDEA. Die Spezifität beim Cannabinoid-Test (82,4 bzw. 87,8 %) sowie beim Amphetamin-Test (64,3 bzw. 65,3 %) zeigt, dass viele negative Proben falsch-positiv waren (Tabelle 1 und 3).

Schlussfolgerung

Die Immunanalysis Direct ELISA Kits eignen sich nur bedingt als Vortestverfahren für chemisch-toxikologische Urinanaly-

Tabelle 1: Zusammenfassung der Kreuztabellen im Urin – CTU-Beurteilungskriterien.

Bestätigungsanalyse	Immunossay													
	Cannabinoide		Amphetamin		Methamphetamin		Kokain		Opiate		Methadon		Benzodiazepine	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
+	153	9	65	0	48	0	58	1	34	4	34	0	92	2
-	101	473	196	353	25	581	34	537	10	555	9	562	2	570

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse im Urin, berechnet mit der Mindestanforderung an die Bestimmungsgrenze entsprechend den CTU-Kriterien für die Fahreignungsdiagnostik (3. Auflage 2013)

	Cannabinoide	Amphetamin	Methamphetamin	Kokain	Opiate	Methadon	Benzodiazepine
Entscheidungsgrenze [ng/ml]	10	50	50	30	25	50	50
Cut-Off-Wert [ng/ml]	5	3	3	15	10	25	5
Sensivität [%]	94,4	100	100	98,3	97,1	100	97,9
Spezifität [%]	82,4	64,3	95,9	94,1	98,2	98,4	99,7
Pos. Präd. Wert [%]	60,2	24,9	65,8	63,0	77,3	79,1	97,9
Neg. Präd. Wert [%]	98,1	100	100	99,8	99,8	98,4	99,7
Falschklassifikationsrate [%]	15,0	31,9	3,8	5,6	1,8	1,5	0,6

Tabelle 3: Zusammenfassung der Kreuztabellen im Urin – niedrigster Kalibrator bzw. Bestimmungsgrenze

Bestätigungsanalyse	Immunossay													
	Cannabinoide		Amphetamin		Methamphetamin		Kokain		Opiate		Methadon		Benzodiazepine	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
+	193	18	75	0	63	0	71	2	40	2	36	1	93	3
-	64	461	187	352	11	580	21	536	4	554	7	561	1	569

Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse im Urin, ausgehend von dem jeweiligen niedrigsten Kalibrator bzw. Bestimmungsgrenze bei der LC-MS/MS-Bestätigungsanalyse

	Cannabinoide	Amphetamin	Methamphetamin	Kokain	Opiate	Methadon	Benzodiazepine
Entscheidungsgrenze [ng/ml]	5	25	25	15	15	25	25
Cut-Off-Wert [ng/ml]	5	3	3	15	10	25	5
Sensivität [%]	91,5	100	100	97,3	95,2	97,3	96,9
Spezifität [%]	87,8	65,3	98,1	96,2	99,3	98,8	99,8
Pos. Präd. Wert [%]	75,1	28,6	85,1	77,2	90,9	83,7	98,9
Neg. Präd. Wert [%]	96,2	100	100	99,6	99,6	98,8	99,5
Falschklassifikationsrate [%]	11,1	30,5	1,7	3,7	1,0	1,3	0,6

sen im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik unter Berücksichtigung der Vorgaben der aktualisierten Richtlinien [1]. Zwar liegt die Sensitivität bei allen Substanzgruppen in einem Rahmen von 90 bis 100 %, allerdings ist die Spezifität des Cannabinoid-Tests mit 82,4 % und des Amphetamin-Tests mit 64,3 % für den Einsatz in der Fahreignungsdiagnostik zu niedrig. Erhöht man jetzt den Cut-Off-Wert beim Cannabinoid- sowie Amphetamin-Test, verbessert sich die Spezifität nur wenig und die Sensitivität verschlechtert sich. Arbeits- wie kostentechnisch bringen die Immunanalyse Di-rect ELISA Kits von daher keine Erleichterung.

Literatur

- [1] Schubert, W., Dittmann, V., Brenner-Hartmann, J. (2013): Urteilsbildung in der Fahreignungsbegutachtung: Beurteilungskriterien. Kirschbaum Verlag Bonn.
- [2] Paul, L. D., Musshoff, F., Aebi, B. et al. Richtlinie der GTFCh zur Qualitätssicherung bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen. Toxichem Krimtech 2009; 76 (3),142–76.
- [3] Patton, D. D.: Introduction to clinical decision-making. Semin Nucl Med 2010; 40(5), 319–26.
- [4] Weiß, C. (2013): Basiswissen Medizinische Statistik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Aussagekraft von Drogen- und Ethylglucuronid-Untersuchungsergebnissen in kosmetisch behandelten Haarproben

Ronald Agius, Kathrin Graute, Fabian Peters, Thomas Nadulski, Hans-Gerhard Kahl, Bertin Dufaux

Einleitung

Jede physikalische, chemische und mechanische Veränderung der natürlichen Haare, wie Dauerwelle, Glätten, Färben, Bleichen, übermäßiges Waschen, intensive Belastung mit UV-Strahlung und ungewöhnliche Exposition gegenüber Sonnenlicht, kann das Haar potenziell schädigen. Einige Studien haben versucht, den Einfluss von kosmetischer Behandlung auf die im Haar gelagerten Drogenwirkstoffe anhand von in-vitro- oder in-vivo-Studien zu untersuchen.

Alle oben zitierten experimentellen Ansätze haben entweder **nicht authentische Haare** untersucht oder die untersuchte Anzahl von authentischen positiven Haarproben war **statistisch nicht signifikant**.

Ziele

1. Die Überprüfung der Aussagekraft von Untersuchungsergebnissen von Drogen- und Ethylglucuronid-Analysen in kosmetisch behandelten Haaren für forensische Zwecke (z. B. für MPU oder Sorgerecht) in einem größeren,
2. Ist Urin eine alternative Untersuchungsmatrix für kosmetisch behandelte Haare?

Vorgehensweise

- Die Positivrate aller Drogen, die bei der Fragestellung Medizinisch-Psychologische Untersuchung (MPU) relevant sind, in nicht behandelten Haarproben wurde mit

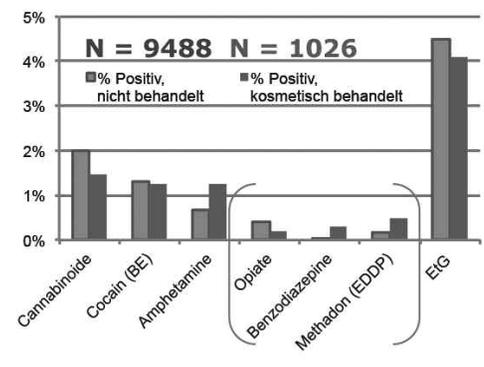
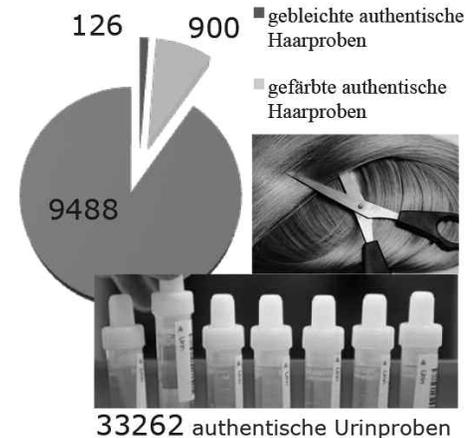
in vitro Studien

Kosmetische Behandlung	Droge	Veränderung der Drogenkonz. %	Anzahl Proben	Literatur
wiederholtes Waschen "Ultra Clean" Shampoo	Cocain 6-MAM Morphin THC	0 -5 -9 -26 -36	?	W.A. Baumgartner et al. J. For. Sci. 1989; 34: 1433. Robrich J et al. Int J Legal Med 2000; 113: 102.
Bleichen mit Peroxid (30 Anwendungen)	Cocain dotiertes Morphin Codein	-60 bis -80		Welch MJ et al., J Anal Toxicol 1993; 17: 389.
Dauerwelle (Perming)	Dihydrocodein dotiertes Morphin Codein	-70 bis -80		Potsch L et al, Forensic Sci Int 1996; 81: 95.
Bleichen	Dihydrocodein	82 bis -98		Yegles M et al, Forensic Sci Int 2000; 107: 87.
Bleichen (Poly Blonde, 6 - 12% H ₂ O ₂ - 20 Minuten Anwendung)	6-MAM Morphin Cocain Benzoylcegonin Diazepam Nordiazepam 7-Aminoflunitrazepam	-58 -89 -67 -25 -36 -40 -68 -62	1 1 1 1 1 1 1	Martins LF et al, Forensic Sci Int 2008; 176: 38.
Bleichen (Poly Blonde, 6 - 12% H ₂ O ₂ - 40 Minuten Anwendung)	Amphetamin Methamphetamin MDMA MDA	-24 bis -39 (Mediane) -24 bis -39 -24 bis -40 -24 bis -41	14 14 14 14	
Enantiomerenverhältnis		0	14	

in vivo Studien

Kosmetische Behandlung	Droge	Veränderung der Drogenkonz. %	Anzahl Proben	Literatur
Bleichen	Cocain Benzoylcegonin Cocacetylen Codein Morphin 6-MAM	-38 -33 -41 -25 -11 -14	1	Curmele V. et al, J Anal Toxicol 1995; 19: 331.
Bleichen	Dihydrocodein			Potsch L et al, Forensic Sci Int 1996; 81: 95.
Bleichen und Färben	Morphin Cocain Benzoylcegonin Codein 6-MAM THC-COOH Amphetamin Methamphetamin	> -60 -48 bis -60 -48 bis -60 -48 bis -60 -48 bis -60 -48 bis -60 -48 bis -60		Jundo C et al., Int J Legal Med 1997; 110: 159. Takayama N et al., Biomed Chromatogr 1999; 13: 257.
Haarwasser (62,5% Ethanol); Deo (ohne Alkohol); Haarspray (ohne Alkohol)	FSEEs EtG			Hartwig S et al, Forensic Sci Int 2003; 131: 90. Morimi I. et al, Addiction 2009; 104: 915. Martins Ferreira L. et al, Forensic Sci Int 2012; 218: 123.

Untersuchtes Kollektiv



der Positivrate kosmetisch behandelter Haarproben verglichen und auf signifikante Differenzen getestet ($p = 0.05$ und 0.01). Es wurden nur die Drogenklassen berücksichtigt, für die mindestens 10 positive Haarproben vorlagen.

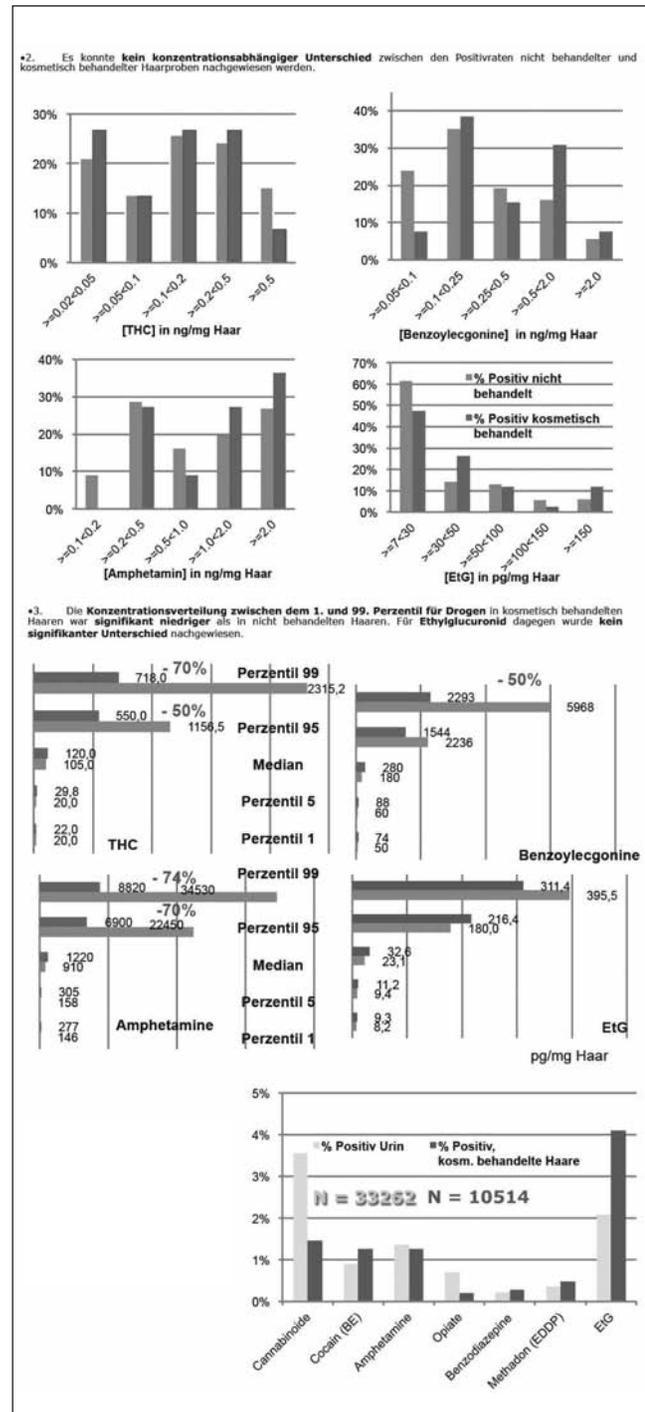
- Zudem wurde für die positiven Proben nach konzentrationsabhängigen Unterschieden zwischen den nicht behandelten und den kosmetisch behandelten Haarproben gesucht.
- Der prozentuale Anteil positiver Ergebnisse aller MPU-Proben von kosmetisch behandelten Haarproben wurde mit dem prozentualen Anteil positiver Drogenergebnisse im Urin verglichen und auf Signifikanz getestet ($p = 0.05$ und 0.01).
- Die eingesetzten Methoden sind für den Bereich der Fahreignungsdiagnostik für forensische Zwecke validiert und akkreditiert.

Ergebnisse

1. Es wurde kein signifikanter Unterschied der Positivrate für Drogen und EtG zwischen kosmetisch behandelten und nicht behandelten Haaren festgestellt.
2. Es konnte kein konzentrationsabhängiger Unterschied zwischen den Positivraten nicht behandelter und kosmetisch behandelter Haarproben nachgewiesen werden.
3. Die Konzentrationsverteilung zwischen dem 1. und 99. Perzentil für Drogen in kosmetisch behandelten Haaren war signifikant niedriger als in nicht behandelten Haaren. Für Ethylglucuronid dagegen wurde kein signifikanter Unterschied nachgewiesen.
4. Es wurden doppelt so viele kosmetisch behandelte Haarproben positiv auf EtG getestet wie Urinproben. Umgekehrt war die Zahl der positiven Cannabinoid-Befunde im Haar nur halb so hoch wie im Urin. Für alle anderen Drogen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Zusammenfassung

1. Auch wenn es weiterer Untersuchungen bedarf, ist dies ein erster Versuch, die Auswirkungen einer kosmetischen Behandlung auf die Positivrate für Drogen und EtG in einem größeren Kollektiv von authentischen Haarproben zu untersuchen.
2. Die Studie zeigt, dass kosmetisch behandelte Haarproben nicht zwangsläufig unbrauchbar für den positiven Nachweis von Drogen- und/oder Alkoholkonsum sind.
3. Darüber hinaus zeigt sich, dass insbesondere für Alkoholabstinenzprogramme im Rahmen der MPU die Bestimmung von EtG im Haar eine bessere Alternative zu Urinkontrollprogrammen darstellt, auch wenn es sich um kosmetisch behandeltes Haar handelt.
4. Somit stellt Haar die einzige Matrix für den langfristigen retrospektiven Nachweis von Drogen- und/oder Alkoholkonsum auch nach kosmetischer Behandlung dar.



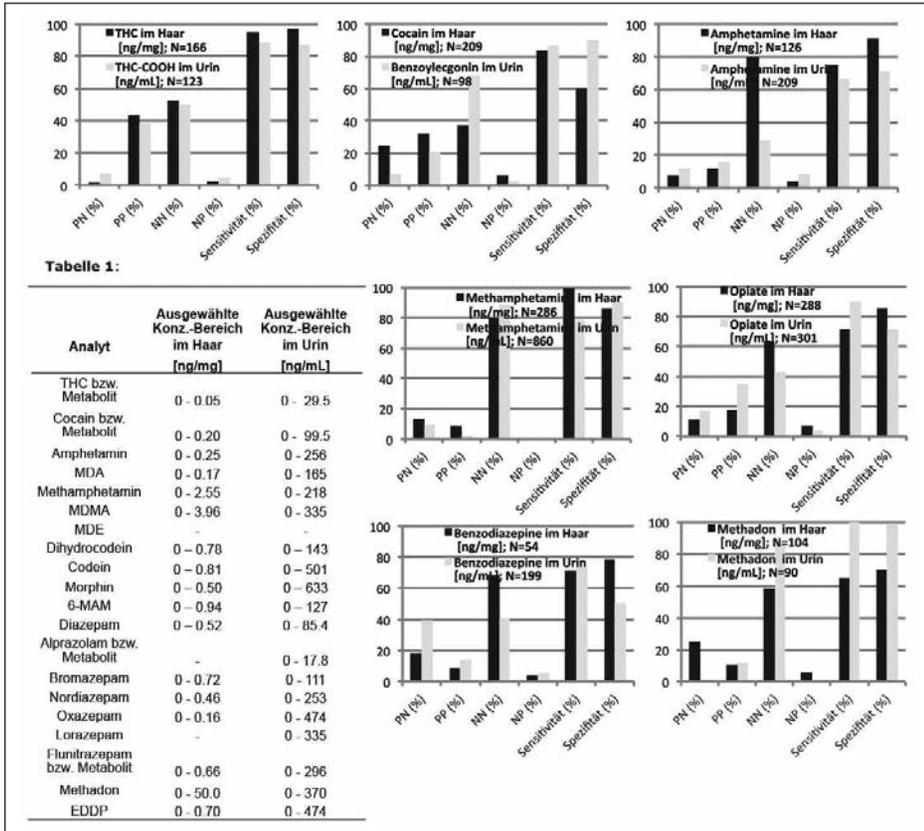


Abb. 3: Einige ELISA-Validationsdaten für die MPU-relevanten Drogen im Urin und Haar; N = Zahl der authentischen Proben, PN = falsch positiv, PP = richtig positiv, NN = richtig negativ, NP = falsch negativ.

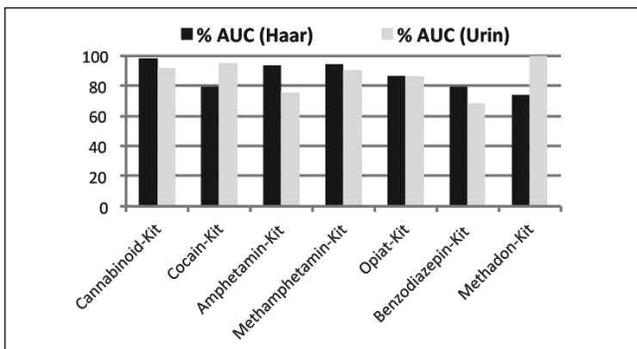


Abb. 4: Vergleich von AUC für Drogen im Haar mit AUC für Drogen im Urin.

Analytische Vorgehensweise

- Nach einem Screening mit ELISA wurden alle positiven und eine signifikante Anzahl von negativen Proben mit Gas-Chromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) oder Flüssigkeits-Chromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) untersucht.
- Ca. 100 authentische Proben pro Drogenklasse mit Drogen-Konzentrationen an den MPU-Grenzwerten aus insgesamt 9.254 authentischen Haar- und 33.262 authentischen Urinproben wurden ausgewählt und eine signifikante Anzahl von negativen Proben analysiert.
- Alle eingesetzten Verfahren sind seit 2005 nach DIN EN ISO 15189 und seit 2009 nach DIN EN ISO/IEC 17025 für forensische Zwecke validiert und akkreditiert.
- Anhand von ROC-Analysen (receiving operating characteristics) wurde die Zahl falsch-positiver und falsch-negativer Proben ermittelt und die daraus resultierende Sensitivität und Spezifität für jeden ELISA-Test berechnet.

- Zusätzlich wurde mithilfe der Flächen unter den ROC-Kurven (area under the curve, AUC) als objektiver Parameter die Leistung der ELISA-Tests für Haarproben mit der von Urinproben verglichen.

Ergebnisse

Wie aus der Abbildung 3 hervorgeht, konnten mit den 7 ELISA Test-Kits alle 20 Einzelsubstanzen (mit Ausnahme von MDE im Urin und Haar sowie Alprazolam und Lorazepam im Haar) in authentischen Urin- und Haarproben mit Konzentrationen im Bereich der geforderten MPU-Grenzwerte (Cut-off, Tabelle 1) erfolgreich nachgewiesen werden, mit einer falsch-negativ-Rate kleiner als 10 %. Damit wurden die Anforderungen der GTFCh-Richtlinien¹² erfüllt. Anzumerken ist, dass in keiner der 33.262 Urinproben MDE gemessen wurde. Alprazolam und Lorazepam wurden in authentischen Haarproben nicht nachgewiesen. Somit konnten diese Substanzen nicht getestet werden.

Zusammenfassung

1. Die Flächen unter der ROC-Kurve (AUC) für Drogen in authentischen Haar- und Urinproben zeigen vergleichbar gute bis sehr gute Leistungen der ELISA-Tests für beide Matrices unter Beachtung der in den Beurteilungskriterien festgelegten Mindestanforderungen an die Entscheidungsgrenzen für die Fahreignungsbegutachtung.
2. Es ist möglich, mit 2 verschiedenen Analysetechniken (ELISAs und chromatographische Verfahren) mit hoher Qualität forensische Proben zu untersuchen.
3. Mit dem ELISA-Test positiver Screening-Ergebnisse und der chromatographischen Bestätigung (GC-MS)

oder LC-MS/MS) wurde im Haar eine *signifikant höhere positiv-Rate bei MPU-Fällen* für Methamphetamine, Ecstasy, Kokain, Benzoyllecgonin, 6-MAM, Codein, Dihydrocodein *als im Urin* gefunden^{13, 15-19}.

Literatur

1. R. Agius, T. Nadulski. Utility of ELISA screening for the monitoring of abstinence from illegal and legal drugs in hair and urine. *Drug Test. Anal.* 2014, 6, 101–09.
2. Society of Hair Testing. Recommendations for hair testing in forensic cases. *Forensic Sci. Int.* 2004, 145, 83. Available at: http://www.soht.org/pdf/Consensus_on_Hair_Analysis.pdf [13 March 2014].
3. AS/NZS 4308:2008 – Procedures for specimen collection and the detection and quantitation of drugs of abuse in urine, 2008.
4. Agius, R., Kintz, P.: Guidelines for European workplace drug and alcohol testing in hair. *Drug Test. Anal.* 2010, 2, 367.
5. Cooper, G. A., Kronstrand, R., Kintz, P.: Society of Hair Testing guidelines for drug testing in hair. *Forensic Sci. Int.* 2012, 218, 20.
6. EWDTs. European laboratory guidelines for legally defensible workplace drug testing – 1. Urine Drug Testing. Available at: <http://www.ewdts.org/data/uploads/documents/ewdtsguidelines.pdf> [13 March 2014].
7. SAMSHA. Mandatory guidelines for federal workplace drug testing programmes. Available at: http://workplace.samhsa.gov/drugtesting/level_1_pages/mandatory_guidelines5_1_10.html [7 December 2012].
8. SCDAT. Guidelines for drugs of abuse testing; Version Scdato2_2011-08-21 En. Available at: http://www.phytopharm.dkf.unibe.ch/richtlinien%2002_2011_08_21_en.pdf [13 August 2012].
9. a) Schubert, W., Mattern, R. in *Beurteilungskriterien: Urteilsbildung in der Medizinisch-Psychologischen Fahreignungsdiagnostik*. Kirschbaum Verlag Bonn, 2009, S. 178.
b) Schubert, W., Dittmann, V., Brenner-Hartmann, J.: *Urteilsbildung in der Fahreignungsbegutachtung – Beurteilungskriterien*, herausgegeben von der DGVP und der DGVM, 3. Auflage 2013, S. 272.
10. Kirschbaum KM1, Musshoff, F., Wilbert, A., Röhrich, J., Madea, B.: Direct ELISA kits as a sensitive and selective screening method for abstinence control in urine. *Forensic Sci Int.* 2011 Apr 15; 207 (1–3), 66–9.
11. Agius, R.; Nadulski, T.; Kahl, H.-G.; Dufaux, B.: Comparison of LUCIO®-Direct-ELISA with CEDIA immunoassay for ‘zero tolerance’ drug screening in urine as required by the German re-licensing guidelines. *Drug Test Anal.* 2013 Jun; 5 (6), 390-9. doi: 10.1002/dta.1455. Epub 2013 Jan 24.
12. Peters, F. T., Hartung, M., Herbold, M., Schmitt, G., Daldrup, T., Mußhoff, F.: Anhang B Zu den Richtlinien der GTFCh zur Qualitätssicherung bei Forensisch-Toxikologischen Untersuchungen, Anforderungen an die Validierung von Analysemethoden. *Toxichem. Krimtech.* 2009, 76, 185.
13. Agius, R., Nadulski, T., Kahl, H.G., Dufaux, B.: Significantly increased detection rate of drugs of abuse in urine following the introduction of new German driving license re-granting guidelines. *Forensic Sci. Int.* 2012, 215, 32.
14. Agius, R., Nadulski, T., Moore, C.: Validation of LUCIO-direct-ELISA kits for the detection of drugs of abuse in urine: Application to the new German driving-licence re-granting guidelines. *Forensic Sci. Int.* 2012, 215, 38.
15. Agius, R., Nadulski, T., Kahl, H.G., Dufaux, B.: Comparing a ‘Zero Tolerance’ strategy with a conventional drug screening strategy in urine and hair (Poster presentation). Presented at the International Forum for Drug and Alcohol Testing (IFDAT) Conference in Barcelona, Spain, 12–14 April 2010.
16. Agius, R., Nadulski, T., Kahl, H.G., Dufaux, B.: Das Drogen-Screening in Urin- und Haarproben im Rahmen der MPU Untersuchungsergebnisse nach Anwendung der neuen Grenzwerte (Posterpräsentation), DGVP und DGVM Annual Symposium, 1–2 Oktober 2010, Tübingen, Germany.
17. Agius, R., Nadulski, T., Kahl, H.G., Dufaux, B.: Significant increased detection rate of drugs of abuse in urine following the introduction of new German driving-licence re-granting guidelines (Oral presentation). 48th Annual Meeting of the International Association of Forensic Toxicologists (TIAFT) in Bonn, Germany 29 August–2 September 2010.
18. Dufaux, B., Agius, R., Nadulski, T., Kahl, H.G.: Comparison of urine and hair testing for drugs of abuse in the control of abstinence in driving-licence re-granting. *Drug Test. Anal.* 2012, 4, 415.
19. Nadulski, T., Kahl, H.-G., Agius, R., Meric, D. H., B. Dufaux: Ergebnisse chemisch-toxikologischer Untersuchungen (CTU) von Urin- und Haarproben im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik (MPU) vor und nach Anwendung der 2. Auflage der Beurteilungskriterien, *Blutalkohol Vol. 50/2013*, 45–57.

Unterschiedliche subjektive Wahrnehmung der Schläfrigkeit im Fahrsimulator im Vergleich zum Wachhaltetest

David Schreier, Corinne Roth, Johannes Mathis

Ziele

Junge gesunde schlafentzogene Probanden nehmen die Schläfrigkeit im Wachhaltetest (MWT) nicht immer wahr; dies konnten wir in einer früheren Studie zeigen [1]. In der neuen Studie haben wir nun die subjektiv wahrgenommene Schläfrigkeit nicht nur im MWT, sondern auch in einem Fahrsimulator untersucht.

Methoden

Vierundzwanzig gesunde Probanden (20–26-jährig) wurden im MWT (40 Minuten) und im Fahrsimulator (60 Minuten) untersucht, jeweils vor und nach Schlafentzug. Die Probanden wurden instruiert, die Wahrnehmung der ersten Anzeichen von Schläfrigkeit oder Müdigkeit mit einmaligem Knopfdruck zu signalisieren und solange wie möglich wach zu bleiben. Für eine optimale Ausführung der Testaufgabe wurden sie zusätzlich belohnt. Als „Schlafragment“ wurde eine mindestens 3 Sekunden dauernde Theta-Dominanz im EEG bei gleichzeitig geschlossenen Augen definiert.

Ergebnisse

Im MWT nach (aber nie vor) Schlafentzug sind sieben Probanden (29 %) eingeschlafen, bevor sie ihre Schläfrigkeit signalisiert haben ($p < 0.004$). Die Einschlafzeit dieser sieben war mit < 6 min. sehr kurz. Im Fahrsimulator hingegen wurde die Schläfrigkeit immer vor dem Einschlafen signalisiert (vor und nach Schlafentzug). Infolgedessen

schliefen im MWT nach Schlafentzug signifikant mehr Probanden ein, ohne ihre Schläfrigkeit zuvor signalisiert zu haben, als im Fahrsimulator ($p < 0.004$). Die mittlere Schlaflatenz im Fahrsimulator war auch um einiges länger als diejenige im MWT. Vor Schlafentzug konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Diskussion

Die früheren Studienresultate [1] konnten in dieser Studie für den MWT bestätigt werden. Wir fanden neu aber einen Unterschied der subjektiven Wahrnehmung der Schläfrigkeit in Abhängigkeit von der Testsituation, wobei die Wahrnehmung im Fahrsimulator viel besser war als im MWT. Möglicherweise ist der situationsabhängige Unterschied in dieser, rein introspektiven Wahrnehmung der Schläfrigkeit folgenderweise zu erklären: (1) Im Fahrsimulator gibt es einen ständigen Informationsaustausch zwischen der eigenen Fahrleistung und der subjektiven Wahrnehmung, welcher im MWT so nicht vorhanden ist. (2) Die kürzere Einschlafzeit im MWT im Vergleich zum Fahrsimulator spricht für eine stärkere Schläfrigkeit oder eine raschere Zunahme der Schläfrigkeit im MWT, welche die subjektive Wahrnehmung stärker beeinträchtigt.

Literatur

[1] Herrmann, U. S., Hess, C. W., Guggisberg, A. G., Roth, C., Gugger, M., Mathis, J.: Sleepiness is not always perceived before falling asleep in healthy, sleep-deprived subjects. *Sleep Med* 11 (8), 747–751, 2010.

Alkohol-Interlocks: neue technische Trends

Bettina Velten

Seit über 30 Jahren sind Alkohol-Interlocks im Einsatz. Sie bieten heute eine Technik, die sich bewährt hat, und kommen neben USA, Kanada und Australien vor allem in Europa immer mehr zum Einsatz. Schweden, Finnland, Niederlande, Frankreich und Belgien haben bereits staatliche Trunkenheitsfahrerprogramme eingeführt, in Deutschland wird darüber intensiv diskutiert.

Trotz des heute bereits hohen technischen Stands zeichnen sich derzeit neue Trends und damit verbundene Anforderungen ab. Dazu gehören Zusatzgeräte wie eine Kamera oder Module zur mobilen Datenübertragung, sowie die Frage nach der Datensicherheit der personenbezogenen Ereignisdaten der Alkohol-Wegfahrsperrern.

Bei der Benutzung von alkoholsensitiven Wegfahrsperrern werden Ereignisdaten aufgezeichnet, die ausgelesen, auf eine Datenbank übertragen und dort analysiert werden können. Nur mit einem solchen Datenmanagementsystem kann ein staatliches Interlock-Programm durchgeführt werden.

In Programmen mit Trunkenheitsfahrern spielen diese Daten eine große Rolle für den Erhalt der Fahrerlaubnis. Deshalb werden neben den Anforderungen an die Eigenschaften der Alkohol-Interlocks (2. Ausgabe der EN 50436-1:2014)¹ auch Fragen zur Sicherheit und dem Schutz der personenbezogenen Ereignisdaten zunehmend diskutiert. Eine entsprechende Europäische Norm (EN 50436-6)² mit deutlich verschärften Anforderungen an die Datensicherheit von Alkohol-Interlocks ist darum kurz vor der endgültigen Verabschiedung.

In einigen Staaten in den USA und in Australien werden zu bestimmten Ereignissen Fotos und/oder bei bestimmten Auffälligkeiten eine zeitnahe Benachrichtigung der Behörde gefordert. Diese Funktionen werden i. d. R. durch

zusätzliche Module, einer Kamera und/oder einem GPRS-Modul, bereitgestellt, die mit der Steuereinheit der Alkohol-Wegfahrsperrern verbunden werden. Entsprechend der neuen Europäischen Norm EN 50436-1:2014 müssen diese Zusatzgeräte des Alkohol-Interlocks auch im Rahmen der Zulassung geprüft werden.

Der Einsatz von Zusatzgeräten in Trunkenheitsfahrerprogrammen hängt von den Programmzielen ab. Bieten die Zusatzgeräte einen Mehrwert für das jeweilige Programm? Sind die zusätzlichen Kosten für den Einsatz einer Kamera oder eines GPRS-Moduls zweckmäßig? Liegt der Schwerpunkt in dem jeweiligen Trunkenheitsfahrerprogramm vielleicht eher auf der Identifikation des Fahrers durch eine Kamera oder ist es doch wichtiger, jederzeit in beinahe Echtzeit auf Daten zugreifen und schnell handeln zu können?

Zurzeit befindet sich die Technik von Alkohol-Interlocks in der Entwicklung zu einem umfassenderen System. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, die aber auch zusätzliche Fragen aufwerfen.

Da Zuverlässigkeit der Alkohol-Interlocks und ihrer Zusatzgeräte, Datensicherheit und Datenschutz eine immer wichtigere Rolle spielen, sollten Alkohol-Interlocks, die in Trunkenheitsfahrerprogrammen zum Einsatz kommen, den Anforderungen der Europäischen Normen EN 50436-1 und EN 50436-6 entsprechen.

- 1 EN 50436-1: Alkohol-Interlocks – Prüfverfahren und Anforderungen an das Betriebsverhalten – Teil 1: Geräte für Programme mit Trunkenheitsfahrern, Januar 2014.
- 2 EN 50436-6: Alkohol-Interlocks – Prüfverfahren und Anforderungen an das Betriebsverhalten – Teil 6: Datensicherheit, Entwurf April 2013.



bewusst.sicher.werkstatt – Verkehrskompetenz für SeniorInnen

Sabine Kaulich

1 Ausgangspunkt

- Abnahme motorischer, sensorischer und kognitiver Fähigkeiten, Unsicherheit und Ängstlichkeit beim Autofahren
- Der Wunsch, lange am Straßenverkehr teilzunehmen (speziell ländliche Regionen)
- Demografischer Wandel: 2030 ist jeder dritte Verkehrsteilnehmer 60+
- Aufrechterhaltung der Fahreignung älterer Personen ist Teil des EU- wie auch des Österreichischen VSP 2011-2010

2 Lösungsweg – Leistungschecks?



3 Modell



4 Ablauf

1. Selbsteinschätzung/Selbstwahrnehmung – spielerisches Erarbeiten in der Gruppe
2. Wahrnehmungs-, Beurteilungs- und Entscheidungskompetenz fördern – Moderator bringt Beispiele aus seiner Fahrpraxis
3. Kompensationsstrategien erarbeiten und festigen – Erfahrungsaustausch und Diskussionen in der Gruppe
4. Gefahrensituationen einschätzen lernen – Videoanalyse und Diskussion in der Gruppe
5. Ressourcen nutzen und stärken – Kompetenzfragebogen ausfüllen und persönliche Umsetzungsstrategie festlegen

5 Rahmenbedingungen

Moderator nach Peer-Prinzip ausgewählt

Gruppen von 6–12 Teilnehmern pro Workshop. Dauer: ca. 3–4 Stunden

6 Umsetzungsphase

Pilotphase

- Seit Anfang 2012 haben in Österreich rund 5.000 SeniorInnen an 400 Workshops teilgenommen.
- Evaluierung des Workshops wurde aus Mitteln des Verkehrssicherheitsfonds gefördert.

Umsetzungsphase 1 (ab 2014)

- Workshops werden aus den Verkehrssicherheitsfonds der Bundesländer finanziert.

Umsetzungsphase 2 (Zukunft)

- Senioren zahlen für ihre Teilnahme selbst.

Ergebnisse

- 90 % der TeilnehmerInnen bewerten den Workshop insgesamt als sehr gut.
- 80 % der TeilnehmerInnen sind davon überzeugt, dass sie die Übungen und Inhalte in den Alltag sinnvoll integrieren können.

Vision

- Wir wollen uns auch in der Zukunft den demografischen Herausforderungen stellen.
- Wir sehen lebenslanges Lernen als wesentlich an.
- Wir wollen eine breite Beteiligung der Zielgruppen 65+ an der bewusst.sicher.werkstatt.
- Bis zum Jahr 2020 haben 50 % der AutofahrerInnen 65+ einen Workshop besucht.

Verbessert eine Audioaufnahme des Explorationsgesprächs die Fahreignungsbegutachtung?

Malgorzata Zöhner

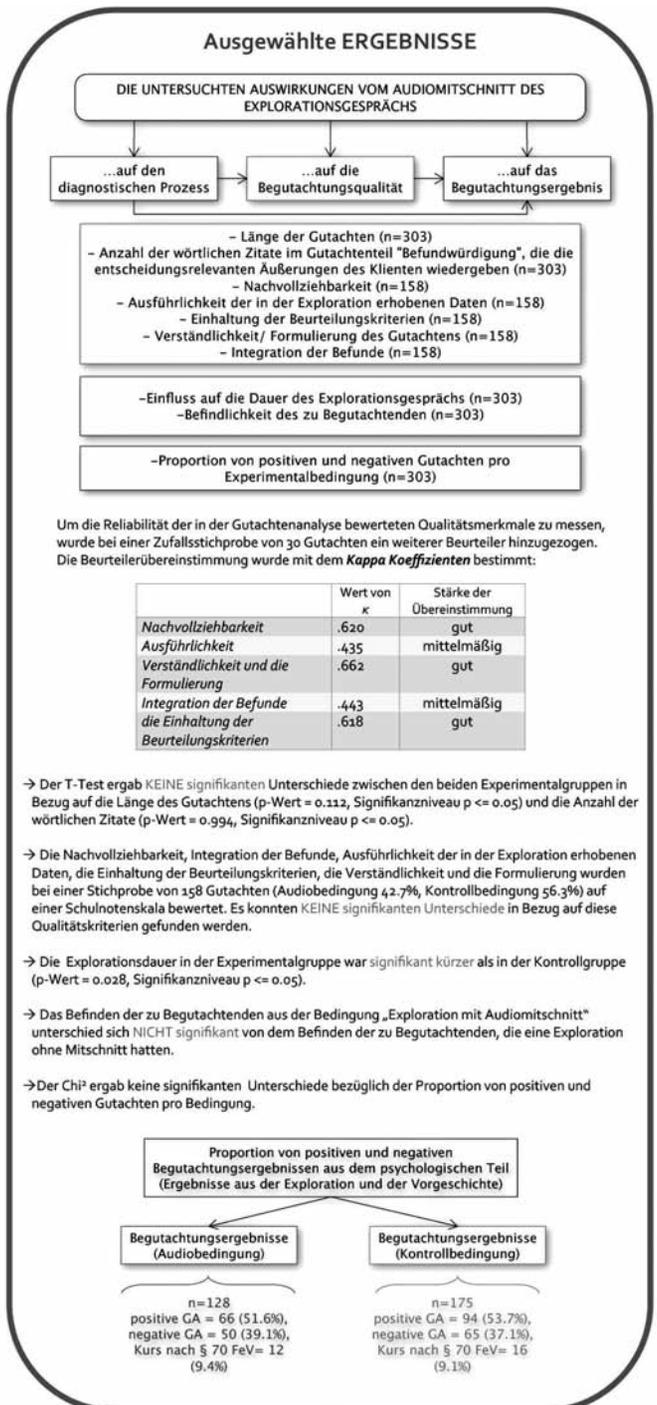
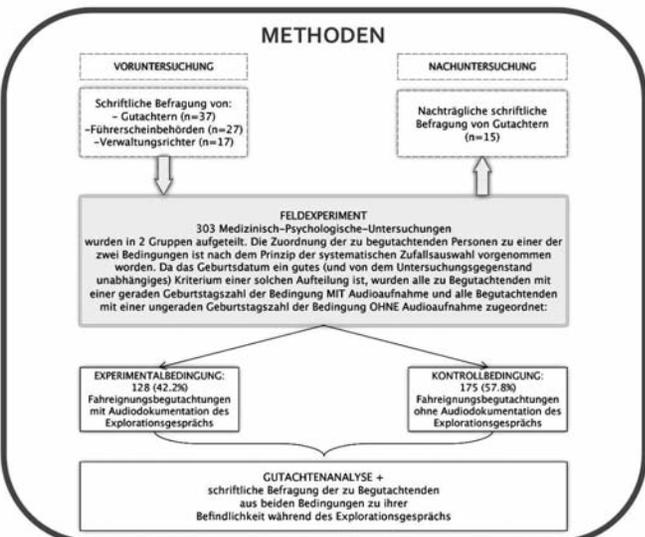
Hintergrund

Immer wieder wird die Diskussion um Reliabilität, Validität, und Objektivität der Medizinisch-Psychologischen Untersuchung neu entfacht. Seitens der Politik¹ und der Anwaltschaft² wird oftmals bemängelt, dass die Fahreignungsbegutachtung für den Begutachteten zu wenig transparent sei. Insbesondere sei es schwer, die Empfehlung des Gutachtens zu überprüfen und ggf. mit juristischen Mitteln anzugreifen. Auf dem Verkehrsgerichtstag in Goslar³ wurden 2010 die verschiedenen Standpunkte kontrovers diskutiert. Der Forderung der Anwaltschaft, die Transparenz der MPU durch Einführung einer routinemäßigen Bild- oder Tonaufnahme zu dokumentieren, schloss sich auch das Verkehrsministerium an. Gegen diese Forderung wurde in Goslar 2010 von verwaltungsrechtlicher und vorseiten der Gutachter eine Reihe von Argumenten vorgebracht, sowohl hinsichtlich möglicher daraus resultierender Nachteile für das diagnostische Setting als auch zu Durchführungs- und Kostenaspekten.

Angesichts dieser widerstreitenden Auffassungen besteht die Notwendigkeit einer gründlichen Auseinandersetzung mit den möglichen Auswirkungen von Mitschnitten auf den diagnostischen Prozess, auf die Qualität und auf das Ergebnis der Begutachtung. Die Notwendigkeit der wissenschaftlichen Überprüfung wurde ebenfalls auf dem 52. Deutschen Verkehrsgerichtstag erkannt.⁵

Bei dieser Sachlage lag es nahe, die Auswirkungen von Audiomitschnitten auf den diagnostischen Prozess, die Quali-

tät und das Ergebnis der Begutachtung in einer empirischen Evaluationsstudie zu untersuchen.



Material

MPU-Gutachten

- 303 Gutachten
- Ausschließlich Alkoholfragestellungen
- Gutachtenlänge: $M = 18,34$ Seiten, $SD = 2,55$
- Explorationsdauer: $M = 5,2$ Min., $SD = 17$ Min.
- Gutachten erstellt von 15 Gutachter/-innen in 20 akkreditierten Begutachtungsstellen für Fahreignung der DEKRA Automobil GmbH.
- Erfahrung der Gutachter als Verkehrspsychologe: $M = 10,5$, $SD = 12,5$
- Alter der zu Begutachtenden: $M = 41,41$, $SD = 12,5$

Fragebögen

- *Fragebogen für Gutachter* zu ihrer persönlichen Einschätzung bezüglich des Begutachtungsergebnisses bei jeder Begutachtung nach der Aktensichtung und VOR der Exploration
- *Das Befinden der zu Begutachtenden* wurde durch 12 standardisierte Fragen operationalisiert. Der Fragebogen wurde bei den Bedingungen im Anschluss an die Exploration ausgefüllt.

Um die Reliabilität der in der Gutachtenanalyse bewerteten Qualitätsmerkmale zu messen, wurde bei einer Zufallsstichprobe von 30 Gutachten ein weiterer Beurteiler hinzugezogen. Die Beurteilerübereinstimmung wurde mit dem *Kappa-Koeffizienten* bestimmt:

Der T-Test ergab *KEINE signifikanten* Unterschiede zwischen den beiden Experimentalgruppen in Bezug auf die Länge des Gutachtens (p -Wert = 0,02, Signifikanzniveau $p < 0,05$) und die Anzahl der wörtlichen Zitate (p -Wert = 0,994, Signifikanzniveau $p < 0,05$).

Die Nachvollziehbarkeit, Integration der Befunde, Ausführlichkeit der in der Exploration erhobenen Daten, die Einhaltung der Beurteilungskriterien, die Verständlichkeit und die Formulierung wurden bei einer Stichprobe von 158 Gutachten (Audiobedingung 42,7 %, Kontrollbedingung 56,3 %) auf einer Schulnotenskala bewertet. Es konnten *KEINE signifikanten Unterschiede* in Bezug auf diese Qualitätskriterien gefunden werden.

Die Explorationsdauer in der Experimentalgruppe war *signifikant kürzer* als in der Kontrollgruppe (p -Wert = 0,0281, Signifikanzniveau $p < 0,05$).

Das Befinden der zu Begutachtenden aus der Bedingung „Exploration mit Audiomitschnitt“ unterschied sich *nicht signifikant* von dem Befinden der zu Begutachtenden, die eine Exploration ohne Mitschnitt hatten.

Der Chi² ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Proportion von positiven und negativen Gutachten pro Bedingung.

Fazit

Es ließ sich nicht bestätigen, dass eine Audiodokumentation des psychologischen Explorationsgesprächs den diagnostischen Prozess, die Qualität oder das Ergebnis der Begutachtung verbessert.

Es liegt die Vermutung nahe, dass die Qualität der Gutachten in erster Linie von den Kompetenzen des jeweiligen Gutachters abhängt.

Welche Bedeutung der Audiodokumentation im Rahmen der Fahreignungsbegutachtung zugemessen werden soll, muss – anders als im Strafverfahren – mehr in Bezug auf die Gewährleistung einer hohen Dokumentationsqualität und weniger vor dem Hintergrund der Beweissicherung betrachtet werden.

Dennoch soll der Gedächtnis-, der Garantie- und der Bindungsfunktion der Dokumentation im Rahmen der Fahreignungsbegutachtung ein großer Stellenwert beigemessen werden.

Das Ergebnis der Medizinisch-Psychologischen Untersuchung muss sich aus den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen sowie aus den während der Exploration gewonnenen Daten ergeben und rekonstruieren lassen. So kann im Falle einer Auseinandersetzung über die vermeintlichen Mängel des Gutachtens im Sinne der Verletzung des Werkvertrags auf der Basis einer schlüssigen Dokumentation über die Qualität bzw. den Inhalt der Exploration entschieden werden.

Literatur

1 Vgl. <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/bundesverkehrsminister-peter-ramsauer-will-idiotentest-reformieren-a-8244n.html> (letzter Abruf: 6.7.2014).

2 Hillmann, F.-R. (2003): Zweifel an der Fahreignung MPU – Nachweisfragen – Rechtsprobleme (Verhältnismäßigkeit/Rechtsnatur). Referat zum 4:1. Verkehrsgerichtstag, oldenburg. Online unter: http://www.hillmannpartner.de/fileadmin/user_upload/pdf/veroeffentlichungen/zweifel.pdf (letzter Abruf: 6.7.2014).

3 Empfehlungen AK VI: „Idiotentest auf dem Prüfstand“, 48. Verkehrsgerichtstag Goslar 2010, S. 225–257. In: Tagungsband zum 48. Deutschen Verkehrsgerichtstag 2010. Goslar. Luchterhand.

4 <http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/medizinisch-psychologische-untersuchungen-spekulation-um-videoaufzeichnung-von-idiotentests/645:1.902.html> (letzter Abruf: 6.7.2014).

5 Der V Arbeitskreis beschäftigte sich mit dem Thema „Fahreignung und MPU“. Ausführlich hierzu siehe: Tagungsband zum 52. Deutschen Verkehrsgerichtstag 2010. Goslar. Luchterhand.

Workshops

Weiterentwicklung der Beurteilungskriterien: Schädlicher Gebrauch von Alkohol; Fahreignung

Rainer Mattern, Andreas Patermann, Thomas Wagner

An dem Workshop nahmen mehrheitlich Psychologen und Vorbereiter/Therapeuten teil.

Einführend in die Thematik schilderte Wagner eine das Thema des Workshops betreffende Änderung des DSM-IV zum DSM-5. Derzeit greifen die Beurteilungskriterien auf die aktuelle Version des DSM-IV zurück und folglich drängt sich die Frage auf, ob bei der Vorbereitung der nächsten Auflage Struktur und Inhalt des DSM-5 Berücksichtigung finden sollten. In den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahreignung wird lediglich auf ICD-10 abgestellt.

Vom Abhängigkeitssyndrom über Missbrauch zur Substanzgebrauchsstörung

Eine bedeutsame Weiterentwicklung im DSM-5 besteht darin, dass die kategoriale Unterscheidung von Abhängigkeit und Missbrauch zugunsten eines Kontinuums aufgegeben wird. Das vorherige Konzept basierte auf dem Abhängigkeitssyndrom, welches ein Verhaltensmuster mit eingeschränkter oder fehlender Kontrolle beschreibt. Hiervon abgegrenzt wurden Folgen des Konsums, die als Missbrauch in die Kategorisierung eingingen. Unter anderem zeigte sich, dass zwar die Alkoholabhängigkeit stabil erfasst werden konnte, sich die Reliabilität der Kategorie Missbrauch jedoch als unbefriedigend erwies. Weiterhin wurde die Diagnose Missbrauch meist aufgrund des alleinigen Merkmals „Wiederholter Konsums in Situationen, in denen es aufgrund des Konsums zu einer körperlichen Gefährdung kommen kann“, gestellt.

Neuere Studien zu Merkmalen von Missbrauch und Abhängigkeit mithilfe von Faktorenanalysen ergaben, dass entweder nur ein Faktor gefunden wurde oder beide Faktoren hoch mit einander korrelierten. Eine aktuelle Arbeit mit Daten aus vier Ländern, in denen Patienten in Notfalambulanz untersucht wurden, konnte zeigen, dass Missbrauch und Abhängigkeit ein unidimensionales Kontinuum darstellen. Studien aus dem Bereich von Drogenmissbrauch und -abhängigkeit kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Auf Basis empirischer Befunde wurde für das DSM-5 vorgeschlagen, die Merkmale von Abhängigkeit und Missbrauch in eine einzige Störung zu überführen, die als *Substanzgebrauchsstörung* bezeichnet wird. Dafür wurden unterschiedliche Ausprägungsgrade festgelegt. Das Kontinuum setzt sich demnach aus folgenden 11 Kriterien zusammen:

1. Wiederholter Konsum, der zu einem Versagen bei der Erfüllung wichtiger Verpflichtungen bei der Arbeit, in der Schule oder zu Hause führt.
2. Wiederholter Konsum in Situationen, in denen es aufgrund des Konsums zu einer körperlichen Gefährdung kommen kann.
3. Wiederholter Konsum trotz ständiger oder wiederholter sozialer oder zwischenmenschlicher Probleme.
4. Toleranzentwicklung gekennzeichnet durch Dosissteigerung oder verminderte Wirkung.
5. Entzugssymptome oder deren Vermeidung durch Substanzkonsum.

6. Konsum länger oder in größeren Mengen als geplant (Kontrollverlust).
7. Anhaltender Wunsch oder erfolglose Versuche der Kontrolle.
8. Hoher Zeitaufwand für Beschaffung und Konsum der Substanz sowie Erholen von der Wirkung.
9. Aufgabe oder Reduzierung von Aktivitäten zugunsten des Substanzkonsums.
10. Fortgesetzter Gebrauch trotz Kenntnis von körperlichen oder psychischen Problemen.
11. Craving (starkes Verlangen oder Drang) zum Substanzkonsum.

Bei Auftreten von 2 Merkmalen innerhalb eines 12-Monats-Zeitraums gilt die Substanzgebrauchsstörung als erfüllt. Es werden nun insgesamt 11 Kriterien für die Substanzgebrauchsstörung benannt, wobei bereits bei zwei zutreffenden Merkmalen eine Behandlungsindikation als gegeben angesehen wird. Neu in die Kriterienliste aufgenommen wurde das sogenannte craving (Suchtdruck, zwanghaftes Verlangen nach Konsum), welches in bildgebenden Studien mehrfach nachgewiesen werden konnte und mit einer Aktivierung in spezifischen Hirnarealen des Belohnungssystems einhergeht. Der Gesetzeskonflikt („legal problems“) spielt im Unterschied zum DSM-IV beim DSM-5 keine Rolle mehr.

In der Diskussion fanden lediglich zwei Teilnehmer es besser bzw. hilfreich, auf ein Kontinuum abzustellen. Der überwiegende Teil des Auditoriums sprach sich gegen eine Integration des DSM-5 in das System der Beurteilungskriterien aus. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die dem DSM-5 zugrunde liegende Datenbasis vor allem auf Patienten mit Leidensdruck in Notfallambulanzen zurückgeht, bei denen Gesetzesverstöße häufig nur als Randscheinung vorlagen und das Kriterium „legal problems“ über die zuvor erhobenen Kriterien hinaus keine Zusatzinformation für die Diagnose lieferte. Während in den Erhebungssettings in Notfallambulanzen die Entscheidung über eine Behandlungsnotwendigkeit zielführend gewesen sein dürfte, liegt im Fahrerlaubnisrecht der diagnostische Zweck vor allem bei der Frage der Legalbewährungsprognose, sodass das frühere Fehlverhalten ein wesentlicher Prädiktor für künftiges Verhalten als Kraftfahrzeugführer darstellt und nicht ausgeblendet werden sollte. Bei der Fahreignungsbegutachtung ist daher auch eher mit Dissimulationstendenzen zu rechnen, sodass gerade auch die objektiven Aktenmerkmale für die Beurteilung der Problemausprägung wichtig erscheinen. Bei der Abklärung einer akuten Behandlungsnotwendigkeit dürften hingegen verstärkt Aggravationstendenzen (Symptomüberakzentuierung aufgrund des Leidensdrucks) wirksam werden. Datenbasis und diagnostische Zielstellung des DSM-5 sind daher nur eingeschränkt auf forensische Zwecke übertragbar, zumal die DSM-Kriterien zum Veränderungsprozess keine Aussagen treffen. Angesprochen wurde das Verhältnis von DSM zu ICD und die Frage, ob der DSM-5 den Stand der Wissenschaft abbilde. Verbreitet war die Ansicht, dass das DSM-5 anderen Zwecken als der

Fahreignungsfeststellung dient und die Beurteilungskriterien deshalb durch die Veröffentlichung dieses Diagnosesystems nicht infrage gestellt werden.

Ein Teilnehmer meinte, heutige Jugendliche hätten eine andere Alkoholgewöhnung, weshalb er vorhandene Daten etwa zur Rückfallwahrscheinlichkeit für nicht mehr repräsentativ und erneuerungsbedürftig hielt.

In einer Abstimmung sprachen sich viele dafür aus, die Entwicklung des DSM zu beobachten; niemand meinte, dass das DSM jetzt schon in die Struktur der Beurteilungskriterien eingearbeitet werden müsste, und nur einer meinte, dass es nicht lohnend sei, sich hiermit zu befassen.

Validität von Variablen zur Prognose der Legalbewährung

Im Zuge der Diskussion darüber kamen drei Fragen auf, denen man nachgehen sollte:

- Lassen sich die Legalbewährungsquoten bei Nutzung eines EtG-Programms weiter erhöhen? Worin besteht die prognostisch relevante „benefit“ solcher Programme?
- Ist das Variablengeflecht, das wir nutzen, überhaupt hinreichend umfassend und gibt es neue Ansätze für die Legalbewährungsprognose?
- Sind Variablen wie Höhe der BAK, Anzahl der Trunkenheitsfahrten, Tatzeitpunkt usw. ausreichend oder sollten weitere Variablen der Verkehrsdelinquenz zur Beurteilung der Problemausprägung, insbesondere zur Unterscheidung von A2 und A3, berücksichtigt und ggf. wie gewichtet werden?

Mattern regte im Hinblick auf die Forderung, Gutachten nach wissenschaftlichen Grundlagen zu erstatten (Anlage 4a, 15 FEV), an, bei Prognosen im Einzelfall und bei Beantwortung der Fragen der Verwaltung, was zu erwarten sei, im Gutachten und der Zusammenfassung deutlich zu machen, mit welcher Verlässlichkeit die jeweiligen Aussagen getroffen seien. Er erinnerte an die Empfehlung des Arbeitskreises III des Verkehrsgerichtstags 2012, dass ein Gutachten auch dann qualifiziert sein kann, wenn der Sachverständige nicht entscheidbare Fälle auch ausdrücklich so einstuft.

Rechtsprechung zum Alkoholmissbrauch und zum Trennvermögen

Zum Abschluss der Veranstaltung gab Patermann einen Überblick zum gegenwärtigen Stand der Verwaltungsrechtsprechung bei „Alkoholmissbrauch“ („Führen von Fahrzeugen und ein die Fahrsicherheit beeinträchtigender Alkoholkonsum kann nicht hinreichend sicher getrennt werden“). Dabei erläuterte und kommentierte er vor allem die Entscheidungen und Entscheidungsgründe des BVerwG (Az.: 3 B 71.12) und des VGH BaWÜ von 01/2014 (Az.: 10 S 1748/13) und stellte die Verbindlichkeit der nun anzuwendenden Rechtslage bei der Anordnung von Fahreignungsbegutachtungen klar.

Erfahrungen mit der 3. Auflage der Beurteilungskriterien – Alkohol und Drogen

Rainer Mattern, Thomas Wagner, Frank Mußhoff

Gegenstand der Diskussionen waren ein Schreiben des BMVI (5.8.14) und eine E-Mail der BAST (30.7.14) zur Anwendung der CTU-Kriterien.

Haaranalysen

Die mit E-Mail der BAST vom 30. Juli 2014 beschriebene Übergangsfrist u. a. für die Anerkennung von Haaranalysen, die nach den Regelungen der Hypothese CTU der BK 2. Auflage durchgeführt wurden, bezieht sich lt. Herrn Buchardt vom BMVI auf bereits begonnene Programme (s. auch Verkehrsblatt Heft 3, 2014, S. 132). Ziel sei die Gewährleistung umfänglichen Vertrauensschutzes für Betroffene, die vor dem 1. Mai 2014 Erkundigungen eingeholt und Informationen zum damaligen Stand erhalten hätten. Nach Einschätzung der Teilnehmer könnte also z. B. eine Vereinbarung zur Entnahme von 4 x 3 cm Haar für die EtG-Kontrolle fortgesetzt werden. Wenn die Betroffenen zwischenzeitlich nicht informiert wurden, müssten auch colorierte Haare für EtG weiter akzeptiert werden. Aufträge von Betroffenen, jetzt einmalig 12 cm untersuchen zu lassen, seien ebenfalls betroffen. Herr Hofstätter (Reg. v. Oberbayern) ergänzt, dass in den Fällen, wo der Bürger von Behörden in der Vergangenheit anders beraten worden sei, dieser sich darauf auch verlassen können müsse. Prof. Mußhoff schlägt vor, in solchen Fällen 2 x 6 cm segmentiert zu untersuchen, sodass ein verlässlicher Beleg für die aktuellen sechs Monate vorliege und die Annahme des Konsumverzichts für den weiter entfernten Zeitraum trotzdem noch hinreichend plausibel sei.

Durchführung von Abstinenzkontrollen

Vor dem Hintergrund der mit Schreiben des BMVI vom August 2014 erfolgten Klarstellung zur Durchführung von Drogen- und Alkoholabstinenzkontrollen und deren Probenentnahme darf bei den in Anlage 4a FeV genannten Ärzten ohne weitere Prüfung davon ausgegangen werden, dass sie die erforderliche Qualifikation für die Durchführung von Abstinenzkontrollen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik haben. Dies gilt bis zum Beweis des Gegenteils, wenn z. B. die Bescheinigungen nicht den Anforderungen genügen oder Durchführungsfehler offenkundig werden. Für die in der Anlage 4a FeV gelisteten Gruppen ist eine Fortbildung wie das neu geschaffene Curriculum der DGVM sinnvoll, aber nicht verpflichtend. Davon unberührt bleibt die Ärztliche Berufspflicht zur Fortbildung nach Regelung der jeweils zuständigen Ärztekammern. Im Gegensatz zu den dort gelisteten Gruppen können ggf. auch andere Ärzte oder Stellen Abstinenzkontrollen durchführen, müssten dann jedoch die Bedingungen der CTU 2 (2) erfüllen, d. h. auch an einschlägigen Fortbildungen wie z. B. dem Curriculum der DGVM teilgenommen haben und über ein System der Qualitätssicherung verfügen. Dies wäre dann bei Vorlage von Belegen gegenüber den BfF darzulegen bzw. von den BfF zu prüfen.

Neutralität der entnehmenden Stelle

Die im Kontraindikator in der CTU 2 Indikator 3 genannte vertragliche Bindung mit Stellen, die behandeln, bedarf nach Einschätzung des BMVI einer Prüfung in jedem Einzelfall, um einen Interessenskonflikt ausschließen zu können. Dies könnte durch personelle oder institutionelle Trennung gewährleistet werden.

Ältere Kraftfahrzeugführer

Wolfgang Fastenmeier, Herbert Gstalter, Christiane Weimann-Schmitz

In jüngerer Zeit wird vermehrt die Frage diskutiert, ob die in verschiedenen Staaten praktizierten Pflichtuntersuchungen zur Fahreignung älterer Fahrer angemessen sind. In der Fachliteratur wird häufig darauf hingewiesen, dass die Wirksamkeit, Nützlichkeit und Effektivität dieser Programme entweder häufig fraglich ist oder angemessene Evaluationen dieser Programme fehlen. Der Workshop ist diesen Fragen nachgegangen, indem er den internationalen Erkenntnis- und Diskussionsstand zusammengefasst und Schlussfolgerungen hinsichtlich zukünftiger Praxis gezogen hat.

W. Fastenmeier begann zunächst mit einer Einführung in den Themenbereich „Ältere Kraftfahrzeugführer“, insbesondere zur Frage des Unfallrisikos älterer Fahrer, ihrer Defizite und ihrer Kompensationsmöglichkeiten. Insgesamt stellen die älteren Autofahrer keine besondere Risikogruppe dar. Der größte Teil der Senioren kann die altersbedingten sensorischen, kognitiven und motorischen Defizite durch Fahrerfahrung und defensiven Fahrstil kompensieren. Das Lebensalter eines Autofahrers allein rechtfertigt keine Zweifel an dessen Fahreignung. In den 1990er-Jahren sind in einer Reihe von Ländern altersbezogene Pflichtuntersuchungen von Autofahrern eingeführt worden. Dazu wurden kurz die Regelungen vorgestellt, die international für ältere Fahrer gelten. Mittlerweile liegen aus verschiedenen Ländern Ergebnisse von Evaluationsstudien vor, die den Nutzen solcher Überprüfungen bewertet haben. Ebenso sind inzwischen zusammenfassende Bewertungen dieses empirischen Materials veröffentlicht worden. Einhelliges Resultat dieser Arbeiten: Eine auf das Lebensalter allein bezogene Überprüfung verbessert die Verkehrssicherheit nicht, unabhängig von der Art der eingesetzten Prüfmethoden. Altersbezogene Screenings ergeben vielmehr negative Effekte für die Senioren, insbesondere durch den Wechsel auf wesentlich gefährlichere Arten der Verkehrsbeteiligung (zu Fuß gehen, Fahrrad fahren). Auch die in diesen Screenings eingesetzten Methoden/Prädiktoren (also z. B. körperliche Untersuchung, Sehtest, „kognitiver“ Test) erweisen sich als untauglich, da keine Zusammenhänge zwischen der Messung dieser individuellen Parameter und der tatsächlichen Fahreignung bzw. eines zukünftigen Unfallrisikos herzustellen sind.

Das Konzept der Präsentation von C. Weimann-Schmitz sah zunächst den Hinweis auf eine mögliche Fahrkompetenz trotz altersbedingter Beeinträchtigungen bis ins ho-

he Alter vor. Dann wurde der Hausarzt als „Verkehrssicherheits-Botschafter“ sowie das überregionale Fortbildungskonzept für niedergelassene Ärzte mit dem Ziel der Erhaltung der Mobilität und der Sensibilisierung für bestehende Einschränkungen vorgestellt. Es folgte eine Zusammenfassung der alterstypischen Einbußen der Sinnesleistungen (hier speziell des Sehvermögens) und der Kompensationsmöglichkeiten für einige Einschränkungen. Schließlich wurde das Unfallrisiko bei verschiedenen alterstypischen Erkrankungen, basierend auf Erkenntnissen des EU-Projekts IMMORTAL thematisiert. Es folgte ein kurzer Exkurs zur alterstypischen Medikation und abschließend ein Statement zu den Vorteilen freiwilliger Fitness-Checks und den Möglichkeiten ihrer Realisierung.

H. Gstalter ging dann insbesondere der Frage nach, welche Aussagegüte die jeweils verwendeten Prädiktoren in den altersbezogenen Pflichtuntersuchungen besitzen und warum eine Prognose der Verkehrsgefährdung älterer Fahrer im Sinne zukünftiger Unfallbeteiligung aus theoretischen, empirischen und rechnerischen Gründen nicht möglich ist und warum ein Altersscreening eine Fülle „falsch-positiver“ Ergebnisse produzieren muss. Selbst bei einem Screening mit unrealistisch guten Testeigenschaften würde man nur in seltenen Ausnahmefällen richtig prognostizieren. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass keine Auswahlprozedur vorliegt oder auch nur denkbar ist, die die Selektion von älteren Fahrern mit der Verhinderung von zukünftigen Unfällen begründen kann. Ein Versprechen der Gefahrenabwehr für die Allgemeinheit durch Auffinden und Ausscheiden unsicherer älterer Fahrer mittels altersbezogener Überprüfungen der Fahrkompetenz kann also nicht gehalten werden.

Eine Reihe der genannten Punkte wurde in der Diskussion von einigen Teilnehmern, die in der Begutachtungspraxis tätig sind, aufgrund persönlicher Erfahrungen mit älteren Klienten infrage gestellt. Dabei zeigte sich wieder einmal deutlich, dass zwischen einer Einzelfallkasuistik und wissenschaftlich-statistisch begründeten Aussagen nach wie vor eine Schere besteht. Deshalb wäre es notwendig, ein gemeinsames Grundverständnis für wissenschaftliches Vorgehen zu finden. Der überwiegende Teil der zahlreichen WS-Teilnehmer gab indes an, eine Fülle neuer Erkenntnisse für die weitergehende Beschäftigung mit dem Themenkreis „Ältere Kraftfahrzeugführer“ gewonnen zu haben.

Leitlinien verkehrspsychologischer Interventionen

Birgit Kollbach, Paul Brieler, Udo Kranich

Von den ersten veröffentlichten Ideen zu verkehrspsychologischen Interventionen (Forderung nach Therapie für verkehrsauffällige Kraftfahrer, Winkler, 1963) bis hin zur möglichen Implementierung eines „anerkannten Fahreignungsberaters“ (BASt¹, 2014 in Vorbereitung) in gesetzliche Regelwerke blicken wir auf einen Zeitraum von mehr als 50 Jahren zurück.

Dabei nahmen Maßnahmen, die schließlich in Gesetze und Verordnungen übernommen wurden, regelmäßig den Weg von einer Begründungsphase zu einer Erprobungsphase, bis sie in einer Modellphase dauerhaft zur Anwendung kamen, um schließlich durch gesetzliche Einbindung als Programm anerkannt zu werden (Programmphase).

Das beste (und das bestevaluierte) Beispiel hierzu stellen die §-70-FeV²-Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung für alkoholauffällige Kraftfahrer dar. Nach einer ersten Erprobung seit 1971 in Leer wurden seit 1977/78 die Modelle IFT³, IRaK⁴ und Leer implementiert und von 1978–86 der erfolgreichen Wirksamkeitsuntersuchung ALKOEVA (Winkler, Jakobshagen & Nickel, 1988) unterzogen. Deren Fortführung belegte 1990 ebenfalls die Langzeitwirkung der Kurse (Winkler, Nickel & Jakobshagen, 1990). Mit der Einführung der Fahrerlaubnis-Verordnung wurde diese Kursart zum 1.1.1999 als § 70-Kurs zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung gesetzlich geregelt. Die Träger mussten sich akkreditieren lassen und werden heute von der BASt begutachtet. Im Verlauf wurden von den Trägern weitere Kursprogramme entwickelt. Bis zum Jahr 2011 sind alle heute bestehenden §-70-Programme einer erfolgreichen (Re-)Evaluation unterzogen worden.

Die Studie „Eva-MPU“ (Hilger et al., 2012) belegt mit einer 92-prozentigen Legalbewährungsquote die hohe Prognosesicherheit der Fahreignungsdiagnostik, sowohl der Medizinisch-Psychologischen Untersuchung (MPU) als auch der §-70-Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung bei alkoholauffälligen Fahrern (n = 1.600). Dies bedeutet: Die Teilnahme an einem anerkannten §-70-Kurs kann bei einem Klientel mit noch bestehenden Zweifeln an der Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen die Rückfallwahrscheinlichkeit auf das Niveau der als geeignet Begutachteten senken. Der in der Benennung der §-70-Kurse formulierte Anspruch wird erfüllt. Außerdem erweisen sich beide Gruppen (MPU und § 70) in der Untersuchung als nicht gefährlicher als die Kontrollgruppe einmalig ordnungswidrig aufgefallener Kraftfahrer (0,5-Prozentsgrenze), deren Rückfallquote ebenfalls bei 8,2 % lag (n = 3.200).

Für alle gesetzlich geregelten verkehrspsychologischen Interventionen bezeichnen die Vorgaben in StVG⁵ und FeV klare Standards sowohl für den Zugang von Betroffenen zu den Programmen als auch für die Programme selbst, für die Qualifikationen des eingesetzten Personals sowie ggf. auch für die Qualitätssicherung (vgl. §§ 70, 36, 71 FeV; § 4 StVG).

Auch die diagnostische Maßnahme der MPU ist mit der Veröffentlichung der „Beurteilungskriterien“ von Auflage zu Auflage (3. Auflage DGVP & DGVM, 2013) zunehmend trennschärfer und auch transparenter geworden. Für die Sachverständigen existiert ein klarer Kanon von Hypothesen, Kriterien und Indikatoren, die eine gut durchschaubare, belastbare Orientierung für ihre Arbeit darstellen. Die Begutachtungsstellen für Fahreignung werden jährlich hinsichtlich der Erfüllung aller Anforderungen von der BASt begutachtet.

Anders verhält es sich bei verkehrspsychologischen Interventionen im ungeregelten Bereich, also in der sinnvollen Beratung vor einer MPU sowie in der resultierenden Behandlung auffälliger Kraftfahrer. Hier besteht „neben einer Vielzahl von seriösen und kompetenten verkehrspsychologischen Angeboten zur Beratung/Vorbereitung auf die MPU (...) auf dem Markt auch ein Überangebot an unseriösen und/oder inkompetenten Angeboten“ (BASt, 2014 in Vorbereitung).

Personen, die eine MPU vor sich haben, benötigen im Vorfeld auf jeden Fall qualifizierte Informationen zur MPU, sehr häufig einstellungs- und verhaltensändernde Interventionen und oft auch Belege zu Substanzfreiheit (Teilnahme an einem den Anforderungen entsprechenden Abstinenzkontrollprogramm), um anhand der „Beurteilungskriterien“ eine positive Verkehrsverhaltensprognose erhalten zu können.

Der Schlüssel zum Erfolg eines auffälligen Kraftfahrers liegt zum Ersten in einer qualifizierten Fahreignungsberatung. Er benötigt eine spezielle Diagnostik auf Basis der

- 1 Bundesanstalt für Straßenwesen.
- 2 Fahrerlaubnis-Verordnung, Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr.
- 3 Benannt nach dem entwickelnden „Institut für Therapieforschung“.
- 4 Individualpsychologische Rehabilitation alkoholauffälliger Kraftfahrer.
- 5 Straßenverkehrsgesetz.

„Beurteilungskriterien“, um Wege aufgezeigt zu bekommen, wie er seine Fahreignung wiederherstellen kann. Zum Zweiten sollte sich eine qualitätsgesicherte Intervention anschließen, mit welcher der Betroffene diese Wege begleitet gehen kann. In diesem Bereich existiert derzeit wenig Orientierung.

Dass es bislang keine Standards für die seriöse, verhaltensändernde Intervention im ungeregelten Bereich gibt, zeigt sich auch in den „Beurteilungskriterien“. Diese äußern sich in der dritten Auflage an verschiedenen Stellen zu unterstützenden, vorbereitenden verkehrspsychologischen oder ggf. anderen fachlich angemessenen Maßnahmen. So ist beispielsweise zum Kriterium A 2.5. (Notwendigkeit konsequenten Alkoholverzichts) zu lesen: „Sofern der Klient eine unterstützende psychologische Maßnahme benötigt hat, um zu einer Verhaltens- und Einstellungsänderung zu gelangen, war diese dem Problem angemessen und erfolgreich.“ In den folgenden Indikatoren werden die Begriffe Therapie, therapeutische Intervention, einzel- oder gruppentherapeutische Maßnahme, ambulante Gruppenmaßnahme, unterstützende psychologische Maßnahme sowie einstellungs- und verhaltensändernde Maßnahme undefiniert nebeneinandergestellt. Möglicherweise spiegelt sich in der Vielzahl der genannten unbestimmten Begriffe die Vielfalt der am Markt existierenden „Vorbereitungen auf die MPU“/verkehrspsychologischen Interventionen wider. Unklar bleibt ebenfalls, welche Anforderungen an die Qualifikation der genannten „fachlich qualifizierten“ oder „behandelnden Psychologen“ oder an eine „Beratungsstelle“ zu stellen sind.

Leitlinien werden hier zukünftig fachlich begründete Orientierungshilfe bieten und dazu beitragen, Qualität sowohl in der verkehrspsychologischen Intervention als auch in der Begutachtung zu sichern, sodass auch der Verbraucher geschützt wird. Zielsetzung des Buches ist die umfassende Darstellung des derzeitigen Beratungs-, Schulungs- und Therapieangebots für auffällige Kraftfahrer im deutschsprachigen Raum. Die Leitlinien werden eine fachlich begründete Orientierungshilfe bieten für alle, die in dem Bereich tätig sind oder werden wollen. Verkehrspsychologen, Gutachter, Verwaltungsbehörden, Rechtsbeistände und andere Interessierte sollen sich hier belastbar über den aktuellen Stand zu Theorie und Praxis verkehrspsychologischer Interventionen informieren können. Bei diesem Buchprojekt handelt es sich um eine breite Zusammenarbeit von etwa 20 Verkehrspsychologen

aus dem weiten Kreis der großen Träger von §-70-FeV-Kursen, Einzelpraxen, Wissenschaft und verkehrspsychologischen Sachverständigen. Herausgeber sind Dr. Paul Brieler (IFS⁶), Prof. Dr. Konrad Reschke (Universität Leipzig), Prof. Dr. Wolfgang Schubert (BIRVp⁷) und Dipl.-Psych. Jörg-Michael Sohn (Verkehrspsychologische Praxis).

Im Workshop 7 des gemeinsamen Symposiums von DGVP und DGVM wurde zuerst die Frage diskutiert, wem ein solcher Leitfaden fehlen könnte und warum. Das Auditorium stützte im Wesentlichen die Argumente der Workshopleiter, dass ein solches Buch gerade auch im ungeregelten Bereich verkehrspsychologischer Interventionen einen wichtigen Beitrag zur Kompatibilität von verkehrspsychologischen Interventionen und den „Beurteilungskriterien“ leisten kann. Insbesondere falls zukünftig „anerkannte Fahreignungsberater“ weiterführende Maßnahmen empfehlen sollen, dann wird ein definiertes Maßnahmespektrum benötigt werden, beispielsweise um zu entscheiden, welche Maßnahmen auf eventuelle Listen für Betroffene aufgenommen werden können.

Des Weiteren wurden im Workshop 7 Kompetenzen dargestellt und diskutiert, die es für eine seriöse, verhaltensändernde MPU-Vorbereitung braucht. Diese wurden als vielfältig und anspruchsvoll eingeschätzt. Aus den benötigten Kompetenzen sind dann Anforderungen an die Qualifikation der Ausübenden abzuleiten. In einem weiteren Schritt ist dann zu überlegen, welche Institutionen hierzu ausbilden sollten.

Zurzeit bieten viele verschiedene Gruppen vorbereitende Maßnahmen auf die MPU an, darunter psychologische Psychotherapeuten, Diplom-, Master-, Bachelor-Psychologen, Fachpsychologen für Verkehrspsychologie, Verkehrspsychologen, die im geregelten Bereich arbeiten, aber auch Heilpraktiker, Psychologische Berater, Fachberater Kraftfahrereignung, Fahrlehrer, Ärzte, Rechtsanwälte, ehemalige Mitarbeiter von Fahrerlaubnisbehörden, selbsternannte Helfer und Heiler, trockene Alkoholiker sowie ehemalige MPU-Teilnehmer. Beispielsweise kann man derzeit bei einer Heilpraktikerschule nach einem zweitägigen Crash-Kurs mit 20 Unterrichtsstunden das Zertifikat „MPU-Berater“ erhalten, welches zudem den Stempel einer AZWV⁸-zertifizierten Maßnahme trägt.

Das Auditorium des Workshops 7 schloss sich der Argumentation an, dass eine in der seriösen MPU-Vorbereitung

6 Institut für Schulungsmaßnahmen, Hamburg.

7 Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie

8 Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung

9 Diese Forderung kann entweder durch eine Tätigkeit als verkehrspsychologischer Sachverständiger oder durch die Hospitation von 20 Begutachtungsfällen, bei maximal zwei Hospitationen pro Tag, erfüllt werden.

10 Diese Forderung kann erfüllt werden durch a) eine mindestens dreijährige Begutachtung von Kraftfahrern an einer Begutachtungsstelle für Fahreignung oder eine mindestens dreijährige Durchführung von besonderen Aufbau Seminaren oder von Kursen zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung, oder b) durch eine mindestens fünfjährige freiberufliche verkehrspsychologische Tätigkeit, deren Nachweis durch Bestätigungen von Behörden oder Begutachtungsstellen für Fahreignung oder durch die Dokumentation von zehn Therapiemaßnahmen für verkehrsauffällige Kraftfahrer, die mit einer positiven Begutachtung abgeschlossen wurden, erbracht werden kann, oder c) durch eine mindestens dreijährige freiberufliche verkehrspsychologische Tätigkeit nach vorherigem Erwerb einer Qualifikation als klinischer Psychologe oder Psychotherapeut nach dem Stand der Wissenschaft.

tätige Person über diagnostische Kompetenzen sowohl zur ICD-10, DSM V als auch insbesondere über differenzierte diagnostische Kompetenzen zu den Beurteilungskriterien verfügen soll. Dazu kommen Kenntnisse und Erfahrungen in der Begutachtung von Kraftfahrern, beraterische Kompetenz und Kompetenz in Rechts- und Verfahrensfragen. Deshalb wurde angeregt, eine psychologische Hochschulausbildung als Eingangsqualifikation für verkehrspsychologische Interventionen zu fordern und ggf. bedarfsgerecht andere Berufsgruppen bei der Intervention einzubeziehen.

Im geregelten Bereich der Interventionen (§§ 70, 71, 36 FeV, § 4a StVG) stellt der Hochschulabschluss Diplom oder Master in Psychologie lediglich die Eingangsqualifikation dar. Darüber hinaus wird 1.) eine verkehrspsychologische Ausbildung an einer Universität oder gleichgestellten Hochschule oder Stelle, die sich mit der Begutachtung oder Wiederherstellung der Kraftfahreignung befasst, oder eine fachpsychologische Qualifikation nach dem Stand der Wissenschaft gefordert. 2.) werden bei §-70-FeV-Kursleitern Erfahrungen in der Untersuchung und Begutachtung der Eignung von Kraftfahrern⁹ gefordert und bei §-4a-StVG-Seminarleitern Verkehrspsychologie werden langjährige Erfahrungen in der Verkehrspsychologie¹⁰ gefordert. 3.) benötigt der §-70-FeV-Kursleiter eine umfängliche Ausbildung als Kursleiter in den jeweiligen Kursprogrammen. 4.) ist abschließend die persönliche Zuverlässigkeit nachzuweisen.

Das Auditorium des Workshops 7 sah es mit großer Mehrheit als eine Notwendigkeit an, dass sich die Anforderungen an die Qualifikation des „anerkannten Fahreignungsberaters“ analog an die Anforderungen im geregelten Bereich anlehnen sollen. Diese Sichtweise wurde auch in einer schriftlichen Befragung bekräftigt. Hier wurde durch die Teilnehmer an dieser insbesondere dafür plädiert, für die Intervention im nicht geregelten Bereich gesetzliche Regelungen zu treffen, hohe Standards für die Qualifikation der Durchführenden festzulegen und den Blick darauf zu richten, eine Einstellungs- und Verhaltensänderung beim Klienten anzuzielen und nicht lediglich auf eine bloße „MPU-Vorbereitung“ zu orientieren. Solche Festlegungen müssten für alle in diesem Feld Tätige eine hohe Verbindlichkeit haben. Dies sollte dann auch für die Anerkennung bzw. Nichtanerkennung dieser Maßnahmen durch die Gutachter gelten.

Diskutiert wurde daraufhin die Frage, welche Kompetenzen und Qualifikationen Personen aufweisen sollten, die eine seriöse MPU-Vorbereitung anbieten, welche von den „anerkannten Fahreignungsberatern“ empfohlen werden können. Dabei wurde grundsätzlich infrage gestellt, ob „fachlich Hilfestellende“ überhaupt hinter der Qualifikation von psychologischen Sachverständigen oder von §-70-FeV-Kursleitern zurück bleiben sollten. Neben der Frage nach der Qualifikation des in diesem Bereich tätigen Personals kann auch die Frage nach der Struktur und Güte von Maßnahmen gestellt werden, die betroffenen Kraftfahrern empfohlen werden können, und dass es sich dabei um verkehrspsychologische Interventionen handeln sollte.

Das Autorenteam des Buchprojekts wird hierzu einerseits die bestehenden Leitlinien im geregelten Bereich referieren und andererseits Leitlinien auch zum ungeregelten Bereich entwickeln. Rekurrierend auf wissenschaftliche Erkenntnisse soll die kritische und erfahrungsgestützte Diskussion in der Praxis unterstützt und angeregt werden. Das derzeit weite Feld der verkehrspsychologischen Interventionen soll somit besser definiert und transparenter gestaltet werden.

Literatur

Bundesanstalt für Straßenwesen (2014): Schlussbericht zum BAST-Projekt ‚Zur Qualität in MPU-Beratung und -Vorbereitung‘. In Vorbereitung.

Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie & Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin (Hg.) (2013): Beurteilungskriterien, 3. Aufl. Kirschbaum Verlag, Bonn.

Hilger, N., Ziegler, H., Rudinger, G., DeVol, D., Jansen, J., Laub, G., Müller, K., Schubert, W. (2012): EVA-MPU, zur Legalbewährung alkoholauffälliger Kraftfahrer nach einer medizinisch-psychologischen Fahreignungsbegutachtung (MPU). Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Sonderdruck.

Winkler, W., Jacobshagen, W., Nickel, W.-R. (1988): Wirksamkeit von Kursen für wiederholt auffällige Kraftfahrer (ALKOEVA). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft 64. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

Winkler, W., Nickel, W.-R., Jacobshagen, W. (1990): Langzeitbewährung von Kursen für wiederholt alkoholauffällige Kraftfahrer. Untersuchungen nach 60 Monaten Bewährungszeit. Blutalkohol, 27, S. 154–174.

Autorenverzeichnis

A

PD Dr.

Adamec, Jiri

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Biomechanik /Unfallforschung /Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
jiri.adamec@med.uni-muenchen.de

Dr. rer. nat.

Agius, Ronald

Labor Krone, Abteilung für Forensische und Klinische Toxikologie
Siemensstr. 40, 32105 Bad Salzuflen
ragius@laborkrone.de

Dipl.-Ing.

Ahlgrimm, Kai

DEKRA GmbH
Analytische Gutachten
Husarenlager 14, 76187 Karlsruhe
kai.ahlgrimm@dekra.com

Ajdacic-Gross, Vladeta

Psychiatrische Universitätsklinik Zürich
Lenggstrasse 31, 8032 Zürich, Schweiz
Ajdacic-gross.vladeta@puk.zh.ch

Ayni, Khatera

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Nussbaumstrasse 26, 80336 München
ayni.k@hotmail.com

B

Prof. Dr. phil.

Banse, Rainer

Universität Bonn
Institut für Psychologie, Sozial- und Rechtspsychologie
Kaiser-Karl-Ring 9, 53111 Bonn
banse@uni-bonn.de

Dr. med.

Bartsch, Christine

Universität Zürich, Institut für Rechtsmedizin
Winterthurerstrasse 190 / 52, 8057 Zürich, Schweiz
christine.bartsch@irm.uzh.ch

Bauer, Klaus

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin

Biomechanik/Unfallforschung/Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
klaus.bauer@med.lmu.de

Prof. Dr.-Ing.

Bäumler, Hans

Hochschule München
Fakultät Fahrzeugtechnik
Schafeite 12, 92274 Gebenbach
Baeumler.Ureko@t-online.de

Dr. rer. nat.

Brehmer, Cornelia

Universität Zürich, Institut für Verkehrsmedizin
Winterthurerstrasse 190/52, 8057 Zürich, Schweiz
cornelia.brehmer@irm.uzh.ch

Dipl.-Psych.

Brenner-Hartmann, Jürgen

TÜV SÜD Life Service GmbH
Begutachtungsstelle für Fahreignung
Hirschstraße 22, 89073 Ulm
Juergen.brenner-hartmann@tuev-sued.de

Dr.

Brieler, Paul

IFS Institut für Schulungsmaßnahmen GmbH
Baumeisterstraße 11, 20099 Hamburg
brieler@ifs-seminare.de

D

Prof. Dr. med. Dr. jur.

Dettmeyer, Reinhard

Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Institut für Rechtsmedizin
Frankfurter Straße 58, 35392 Gießen
rechtsmedizin@forens.med.uni-giessen.de

Prof. Dr. med.

Dittmann, Volker

Universität Basel, Institut für Rechtsmedizin
c/o Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e. V.
(DGVM)
Pestalozzistraße 22, 4056 Basel, Schweiz
volker.dittmann@unibas.ch

Dipl.-Ing.

Donner, Eckart

AUDI AG
85045 Ingolstadt
eckart.donner@audi.de

Dipl. Psych.

Duntsch, Katja

TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH
Bahnhofstraße 4, 30159 Hannover
Katja.Duntsch@tuevhessen.de

Prof. Dr. med.

Dufaux, Bertin

Labor Krone, Medizinal-Untersuchungsstelle
im Regierungsbezirk Detmold
Siemensstr. 40, 32105 Bad Salzuflen
bdufaux@laborkrone.de

E

apl. Prof. Dr. rer. nat. habil.

Echterhoff, Wilfried

Bergische Universität Wuppertal
Vorsitzender der Verkehrsunfall-Opferhilfe
Deutschland e. V. (VOD)
Psychologie
Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal
Echterhoff@Uni-Wuppertal.de

Dr. med.

Ernstberger, Antonio

Universitätsklinikum Regensburg,
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
93053 Regensburg
toni.ernstberger@ukr.de

F

Prof. Dr. phil.

Fastenmeier, Wolfgang

Psychologische Hochschule Berlin
Psychologie des Verkehrswesens
Am Köllnischen Park 2, 10179 Berlin
w.fastenmeier@psychologische-hochschule.de

Franz, Thomas

FTC GmbH, Forensisch Toxikologisches Centrum
München
Bayerstraße 53, 80335 München
t.franz@ftc-muenchen.de

Focken, Maria

Staatsanwaltschaft Hamburg
Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 20355 Hamburg
maria.focken@sta.justiz.hamburg.de

M. Sc.

Fuchs, Therese

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Biomechanik/Unfallforschung/Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
therese.fuchs@med.uni-muenchen.de

G

Gaus, Sebastian

Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Charitéplatz 1, 10117 Berlin
sebastian.gaus@charite.de

Dr. med.

Gauthier, Saskia

Universität Zürich, Institut für Rechtsmedizin
Forensische Medizin & Bildgebung
Winterthurerstrasse 190/52, 8057 Zürich, Schweiz
s.gauthier@irm.uzh.ch

Prof. Dr. med.

Graw, Matthias

Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand des Instituts für Rechtsmedizin
Nußbaumstraße 26, 80336 München
matthias.graw@med.uni-muenchen.de

Dr. rer. nat.

Gstalter Herbert

Mensch-Verkehr-Umwelt
Institut für angewandte Psychologie
Hochkönigstraße 6, 81825 München
gstalter@mnet-online.de

Graute, Kathrin

Labor Krone, Abteilung für Forensische und
Klinische Toxikologie
Siemensstr. 40, 32105 Bad Salzuflen
kgraute@laborkrone.de

H

Prof. Dr. med.

Haffner, Hans-Theodor

Universitätsklinikum Heidelberg
Institut für Rechtsmedizin und Verkehrsmedizin
Voßstr. 2, Geb. 4040, 69115 Heidelberg
hans_haffner@med.uni-heidelberg.de

Hell, Wolfram

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Biomechanik/Unfallforschung /Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
Wolfram.Hell@med.uni-muenchen.de

Mag.

Herle, Margit

SCHUHFRIED GmbH
Test & Training Consultant Traffic Psychology
Hyrtlstraße 45, 2340 Mödling, (A)
herle@schuhfried.at

MdL

Herrmann, Joachim

Bayerischer Staatsminister des Innern für Bau
und Verkehr
Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau
und Verkehr
Odeonsplatz 3, 80539 München
joachim.herrmann@csu-bayern.de

Hess, Kai-Uwe

Ludwig-Maximilians-Universität München
Faculty of Mineralogy, Petrology und Geochemistry
Theresienstraße 41, 80333 München
hess@min.uni-muenchen.de

M.A. (Psych.)

Holopainen, Arja

Finnish Motor Insurers' Centre
Road Safety Unit
Bulevardi 28, 00120 Helsinki (FI)
arja.holopainen@vakuutuskeskus.fi

Holzmann, Christopher

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Nußbaumstr. 26, 80336 München
christopher.holzmann@med.uni-muenchen.de

J**Jänsch, M.**

TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH
Life Service
Bahnhofstraße 4, 30159 Hannover
Michael.jaensch@tuevhessen.de

K**Kahl, Hans-Gerhard**

Labor Krone
Abteilung für Forensische und Klinische Toxikologie
Siemensstr. 40, 32105 Bad Salzuflen

Dipl. Ing.

Kaulich, Sabine

KFV Prozessentwicklung
Schleiergasse 18, 1100 Wien (A)
sabine.kaulich@kf.v.at

Dr. phil.

Keller, Martin

Kliniken Valens, Rehasentrum Valens
CH-7317 Valens
martin.keller@kliniken-valens.ch

Kellerer, Peter

Polizei Hamburg
Bruno-Georges-Platz 1, 22297 Hamburg
Peter.Kellerer@polizei.hamburg.de

Dipl.-Psych. Dr. rer. nat.

Kollbach, Birgit

Leiterin MPD | DEKRA Akademie GmbH Berlin
Medizinisch- Psychologischer Dienst (MPD)
Ehrenbergstr. 11-14, 10245 Berlin
birgit.kollbach@dekra.com

Koppehele-Gossel, Judith

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Psychologie
Regina-Pacis-Weg 3, 53113 Bonn

Prof. Dr. rer. nat.

Krämer, Thomas

Universität Zürich, Institut für Rechtsmedizin
Winterthurerstrasse 190/52, 8057 Zürich (CH)

Dr.

Kranich, Udo

DEKRA – Automobil GmbH
Torgauerstraße 235
04347 Leipzig
Udo.kranich@dekra.com

Dr. med.

Kraus, Sybille

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Nußbaumstraße 26, 80336 München
sybille.kraus@med.uni-muenchen.de

L

Dipl. Biol.

Lochner, Stefanie

Institut für Rechtsmedizin der Universität München
Nußbaumstr. 26, 80336 München
Stefanie.Lochner@med.uni-muenchen.de

Lottner-Nau, Stefanie

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin, Toxikologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
stefanie.lottner@med.uni-muenchen.de

M

Prof. Dr. med.

Mattern, Rainer

Rechtsmedizin und Verkehrsmedizin
Odenwaldstraße 23, 69226 Nussloch
rainer_mattern@t-online.de

Prof. Dr. med.

Mathis, Johannes

Universitätsspital Bern
DKNS, Neurologische Klinik
Schlaf-Wach-Epilepsie-Zentrum
Inselspital, BHH B-113, 3010 Bern (CH)
johannes.mathis@insel.ch

Prof. Dr. rer. nat.
Musshoff, Frank
 FTC GmbH
 Forensisch Toxikologisches Centrum (FTC) München
 Bayerstr. 53, 80335 München
 f.musshoff@ftc-muenchen.de

N

Dr. rer. nat.
Nadulski, Thomas
 Labor Krone
 Abteilung für Forensische und Klinische Toxikologie

Dipl.-Psych.
Nickel, Wolf-Rüdiger
 ICADTS
 Mannheimstraße 19, 38112 Braunschweig
 w.nickel@t-online.de

O

Otte, D.
 Unfallforschung der Medizinischen Hochschule
 Hannover
 TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH
 Life Service
 Bahnhofstraße 4, 30159 Hannover

Övgüer, Birgit
 Ludwig-Maximilians-Universität München
 Institut für Rechtsmedizin Toxikologie
 Nußbaumstraße 26
 80336 München
 Birgit.Oevgueer@med.uni-muenchen.de

P

Prof. Dr. med.
Pape, Hans-Christoph
 RWTH Universität, Klinik für Unfallchirurgie
 Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
 hcpage@ukaachen.de

Parkkari, Kalle
 Finnish Motor Insurer's Centre
 Investigation of Traffic Accidents
 Traffic Safety Committee of Insurance Companies
 Bulevardi 28, 00120 Helsinki (FI)
 Kalle.Parkkari@vakuutuskeskus.fi

Patermann, Andreas
 Verwaltungsgericht Berlin
 Kirchstraße 7, 10557 Berlin
 Andreas.Patermann@vg.berlin.de

Dr. rer. nat.
Paul, Liane
 Ludwig-Maximilians-Universität München
 Institut für Rechtsmedizin Toxikologie
 Nußbaumstraße 26, 80336 München
 Liane.Paul@med.uni-muenchen.de

Prof. Dr. rer. biol. hum. Dipl.-Ing.
Peldschus, Steffen
 Ludwig-Maximilians-Universität München
 Institut für Rechtsmedizin
 Biomechanik/Unfallforschung/Anthropologie
 Nußbaumstraße 26, 80336 München
 steffen.peldschus@med.lmu.de

Peters, Fabian
 Labor Krone
 Abteilung für Forensische und Klinische Toxikologie
 Siemensstr. 40, 32105 Bad Salzuflen

Dr. med.
Pfeifer, Roman
 RWTH Universität, Klinik für Unfallchirurgie
 Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
 rpfeifer@ukaachen.de

RiBGH
Pfister, Wolfgang
 Bundesgerichtshof
 Herrenstraße 45a, 76133 Karlsruhe
 Pfister-Wolfgang@bgh.bund.de

Dipl.-Psych.
Pund, Bernd
 TÜV Hessen-Life Service, BfF Hannover
 Bahnhofstraße 4, 30159 Hannover
 bernd.pund@tuevhessen.de

Prof. Dr. med.
Püschel, Klaus
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 Institut für Rechtsmedizin
 Butenfeld 34, 22529 Hamburg
 pueschel@uke.de

R

Dipl. Ing. (FH)
Rasch, Michael
 Institut für Rechtsmedizin der Universität München
 Nußbaumstr. 26, 80336 München
 michael.rasch@med.uni-muenchen.de

MSc
Raza, Sanna
 KfV – Kuratorium für Verkehrssicherheit
 Kommunikation & Marketing
 Schleiergasse 18, 1100 Wien (A)
 sanna.raza@kf.v.at

Prof. Dr. Dr. h. c.

Reiser, Maximilian

Dekan der Medizinischen Fakultät der LMU
Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Nußbaumstraße 26, 80336 München
Maximilian.Reiser@med.uni-muenchen.de

PD Dr. med.

Reisch, Thomas

Universität Zürich, Institut für Rechtsmedizin
Winterthurerstrasse 190/52, 8057 Zürich (CH)
thomas.reisch@gef.be.ch

Dipl.-Ing.

Remfrey, James

Director Technology Intelligence, Dept. CTI
Continental Division Chassis & Safety, Systems & Technology
Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt am Main
james.remfrey@continental-corporation.com

Prof. Dr. med.

Riße, Manfred

Institut für Rechtsmedizin
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Frankfurter Straße 58, 35392 Gießen
manfred.risse@forens.med.uni-giessen.de

Univ.-Prof. Dr.

Risser, Ralf

FACTUM OHG
Danhausergasse 6/4, 1040 Wien (A)
ralf.risser@factum.at

Rommel, David Segura

Institut für Rechtsmedizin
Ludwig-Maximilians-Universität München
Nußbaumstraße 26, 80336 München
rechtsmedizin@med.uni-muenchen.de

Röcker, Tobias

Institut für Rechtsmedizin
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Frankfurter Straße 58, 35392 Gießen

Dr. sc. nat.

Roth, Corinne

Universitätsspital Bern, DKNS, Neurologische Klinik
Schlaf-Wach-Epilepsie-Zentrum
Inselspital, BHH B-113, 3010 Bern (CH)
corinne.roth@insel.ch

S

Dr. rer. nat.

Sachs, Hans

FTC GmbH
Forensisch Toxikologisches Centrum München
Bayerstraße 53, 80335 München
Sachs.blaustein@t-online.de

Dr. med.

Schick, Sylvia

Institut für Rechtsmedizin der Universität München
Rechtsmedizinische Epidemiologie Schick, MPH
Nußbaumstr. 26, 80336 München
sylvia.schick@med.uni-muenchen.de

Schreier, David

Wissenschaftlicher Assistenzarzt
Universitätsspital Bern
DKNS, Neurologische Klinik
Schlaf-Wach-Epilepsie-Zentrum
Inselspital, BHH B-113, 3010 Bern (CH)
david.schreier@insel.ch

Prof. Dr. rer. nat.

Schubert, Wolfgang

Präsident der Deutschen Gesellschaft für
Verkehrspsychologie e. V. (DGVP)
Ferdinand-Schultze-Straße 65, 13055 Berlin
wolfgang.schubert@dekra.de

Mag.

Schützhofer, Bettina

sicher unterwegs – Verkehrspsychologische
Untersuchungen GmbH
Schottenfeldgasse 28/8, 1070 Wien (A)
b.schuetzhofer@sicherunterwegs.at

Schwarz, Gerlinde

FTC GmbH
Forensisch Toxikologisches Centrum München
Bayerstraße 53, 80335 München

Segura, Rommel David

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Nußbaumstraße 26, 80336 München
rommelseg@gmail.com

Dr. med.

Stadler, Kathrin

Institut für Rechtsmedizin
Ludwig-Maximilians-Universität, München
Nußbaumstr. 26, 80336 München
kathrin.stadler@med.uni-muenchen.de

T

Dr. med.

Thayssen, Günther

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Martinistraße 52, 20246 Hamburg
gth@uke.de

Dr. med.

Thieme, Detlef

Institut für Dopinganalytik und Sportbiochemie
Dresdner Str. 12, 01731 Kreischa
Detlef.Thieme@idas-kreischa.de

PD Dr. med.

Thierauf-Emberger, Annette

Universitätsklinikum Freiburg
Institut für Rechtsmedizin
Albertstraße 9, 79104 Freiburg
annette.thierauf@uniklinik-freiburg.de

Prof. Dr. rer. nat.

Trautman, Toralf

HTW Dresden
Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden
trautmann@htw-dresden.de

V

Betriebswirtin

Velten, Bettina

Product Management Interlock
Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstrasse 1, 23560 Lübeck
bettina.velten@draeger.com

W

Dipl.-Biol.

Wagner, Anja

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Biomechanik/Unfallforschung/Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
anja.wagner@med.uni-muenchen.de

Dr. rer. nat.

Wagner, Thomas

Mitglied des Vorstands der DGVP
c/o DEKRA e. V. Dresden
Leiter Begutachtungsstelle für Fahreignung
Köhlerstraße 18, 01239 Dresden
thomas.wagner@dekra.com

Dipl.-Psych.

Weber, Stefanie

Fachpsychologin für Verkehrspsychologie (BDP)
AARU Verkehrsunfallforschung | Universitätsklinikum Re-
gensburg | Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
Josef-Engert-Straße 13, 93053 Regensburg
stefanie1.weber@ukr.de

Dr. med.

Weimann-Schmitz, Christiane

pima-mpu GmbH
Königstraße 2, 70173 Stuttgart
c.weimann-schmitz@pima-mpu.de

Ehou, Ketuo

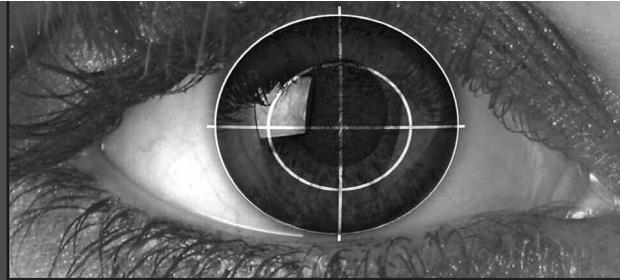
Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Rechtsmedizin
Biomechanik/Unfallforschung/Anthropologie
Nußbaumstraße 26, 80336 München
ketuo.zhou@med.uni-muenchen.de

Z

Zöhner, Malgorzata

Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Psychologie, Sozial- und Rechtspsychologie
Kaiser-Karl-Ring 9, 53111 Bonn

11. GEMEINSAMES SYMPOSIUM



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR VERKEHRSPSYCHOLOGIE E. V. (DGVP)
UND
DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR VERKEHRSMEDIZIN E. V. (DGVM)
ZUGLEICH

9. ST. GALLER-TAGE

FAHREN UND GEHIRN – IM KONTEXT DES DEMOGRAPHISCHEN
WANDELS

IN KOOPERATION MIT:

SEKTION VERKEHRSMEDIZIN DER SCHWEIZERISCHEN
GESELLSCHAFT FÜR RECHTSMEDIZIN (SGRM)

SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR VERKEHRSPSYCHOLOGIE (VFV)

FACHSEKTION VERKEHRSPSYCHOLOGIE DES BERUFSVERBANDES
ÖSTERREICHISCHER PSYCHOLOGINNEN (BÖP)

SEKTION VERKEHRSPSYCHOLOGIE DES BERUFSVERBANDES

DEUTSCHER PSYCHOLOGINNEN UND PSYCHOLOGEN E. V. (BDP)

BERATUNGSSTELLE FÜR UNFALLVERHÜTUNG (BFU)

25.–26. SEPTEMBER 2015

ST. GALLEN/SCHWEIZ



© Martin Keller



 KIRSCH
BAUM