

Wahrnehmungs- psychologische Analyse der Radfahraufgabe

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Mensch und Sicherheit Heft M 267

bast

Wahrnehmungs- psychologische Analyse der Radfahraufgabe

von

Christina Platho
Andrea Paulenz
Harald Kolrep

HFC Human-Factors-Consult GmbH
Berlin

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 267

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.0566/2012:
Wahrnehmungspsychologische Analyse
der Radfahraufgabe

Fachbetreuung

Ariane von Below
Markus Schumacher

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-95606-255-1

Bergisch Gladbach, Mai 2016

Kurzfassung – Abstract

Wahrnehmungspsychologische Analyse der Radfahraufgabe

Ziel dieses Projekts war es, die visuelle und akustische Wahrnehmung der Verkehrsumwelt von Radfahrern zu beschreiben, und Wahrnehmungsfehler und deren Ursachen zu identifizieren.

In einer Literaturanalyse wurden die bisherigen Erkenntnisse zusammengetragen. Noch weiß man nicht viel über die visuellen und noch viel weniger über die akustischen Wahrnehmungsmechanismen und Wahrnehmungsfehler von Radfahrern, auch wenn das Thema zunehmend ins Forschungsinteresse rückt.

Um herauszufinden wie viele Unfälle auf Wahrnehmungsfehler zurückgehen, und unter welchen Bedingungen sie besonders häufig auftreten, wurde eine Unfallanalyse durchgeführt. Bei 1.232 Radverkehrsunfällen aus GIDAS wurden Art, Häufigkeit und mögliche (mit-)beeinflussende Faktoren von Wahrnehmungsfehlern haupt- oder alleinschuldiger Radfahrer bestimmt. So wurde bei jedem vierten Unfall ein visueller (nie ein akustischer!) Wahrnehmungsfehler des haupt-/alleinschuldigen Radfahrers in der Unfallhergangsbeschreibung berichtet. Explorativ geprüft wurde daraufhin, bei welchen Umwelt- und Fahrermerkmalen Wahrnehmungsfehler vergleichsweise häufiger auftreten als andere Fehler. Häufiger sind sie

- beim Einbiegen/Kreuzen,
- an Grundstückszufahrten und Einmündungen,
- bei Tage und bei
- Radfahrern unter 15 Jahren.

Nicht (wesentlich) häufiger sind sie hingegen bei

- schlechter Witterung, z. B. Regen und Nebel,
- Radfahrern über 55 Jahren oder über 75 Jahren und
- (nicht korrigierten) Sehbeeinträchtigungen der Radfahrer.

Dafür kommen verschiedene Erklärungen (z. B. Kompensationseffekte, methodische Artefakte) in Frage. Zu selten berichtet, um den Zusammenhang zu Wahrnehmungsfehlern zu prüfen wurden bspw. ablenkende Tätigkeiten (Underreporting möglich).

Die oft knappen Unfallhergangsbeschreibungen erschweren die nachträgliche Identifikation von Wahrnehmungsfehlern.

Ziel der Aufgabenanalyse war es, die Art der Bewältigung verschiedener Fahrsituationen durch Radfahrer zu erfassen. Der Fokus lag auf der Identifizierung typischer perzeptiver und auch kognitiver Prozesse, und der daraus resultierenden Beanspruchung in fünf auf Video aufgezeichneten Verkehrssituationen. Aufgabe der Probanden war es, laut zu denken, wo sie als Radfahrer hinschauen oder hinhören, welche Entscheidung sie treffen, wie sie handeln, von welchen Faktoren dies abhängt, und wie beanspruchend sie dies empfinden. Die Ergebnisse liefern einen Einblick in typische Wahrnehmungsmechanismen, wie z. B. den Wechsel zur gezielten Informationssuche von einer eher reizgesteuerten Aufmerksamkeit bei bestimmten Hinweisreizen, die akustische Überwachung des rückwärtigen Verkehrsraums, die erkannte Fehleranfälligkeit rein akustischer Wahrnehmung und deren Kompensation durch Kontrollblicke, auf die bei Entscheidungen unter Zeitdruck verzichtet wird.

Zu Projektabschluss wurde ein Expertenworkshop durchgeführt, um Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Radverkehrs zu diskutieren und weitere Forschungsbedarfe abzuleiten. Diskutiert wurden Maßnahmen zur Vermeidung von Wahrnehmungsfehlern bei Radfahrern aus folgenden Gründen:

- Unaufmerksamkeit bzw. Ablenkung,
- unpassende Gestaltung der Verkehrsumwelt,
- eingeschränkte Kompetenz oder Bereitschaft zu sicherem Verkehrsverhalten.

Die im Workshop diskutierten Maßnahmen zur Vermeidung von Wahrnehmungsfehlern setzen auf verschiedenen Ebenen (Unterstützung der Wahrnehmung, der Situationseinschätzung, der Bewusstmachung oder des Enforcements sicheren Verkehrsverhaltens) an. Weiterer Forschungsbedarf wurde aufgezeigt. Dazu gehören u. a. die Evaluation der Wirksamkeit von Maßnahmen, und das Verständnis der typischen visuellen und akustischen Wahrnehmungsprozesse von Radfahrern.

Perceptual psychological analysis of the cycling task

This project's goal was to explore cyclists' visual and acoustic perception of road traffic, and to identify types and causes of perceptual errors.

A literature analysis was conducted to summarize the state of knowledge. Though not a lot is known about cyclists' visual perception and even less about their acoustic perception, an increasing number of studies dealing with these research questions have been conducted over the last years.

An accident analysis based on data from the German-In-Depth-Accident-Study was conducted to find out how many accidents are due to perceptual errors, and which factors contribute to it. 1 232 accidents (mainly) caused by cyclists were analysed to identify type, frequency and possible causes of perceptual errors. In one of four accidents a visual perceptual error of the cyclist (not once an acoustic error!) was reported when describing the course of events. In order to identify which environmental and personal factors contributed to the occurrence of perceptual errors an explorative analysis was conducted. They occur more often

- when turning into or crossing an intersection,
- at driveways and side roads,
- at daytime,
- with cyclists younger than 15 years of age.

They do not occur more often

- in bad weather conditions (e.g. rain, fog),
- with cyclists older than 55 years or older than 75 years of age,
- when (unadjusted) impairments of sight were reported.

This might be explained by e.g. compensation strategies or methodical artifacts. Rarely reported were distractive activities (underreporting quite likely), which could not be checked for correlation with perceptual errors due to low case numbers. The lack of useful information in many descriptions of the accidents' course of events hinders the ex post analysis of perceptual errors.

A task analysis was conducted to assess the ways in which cyclists manage different traffic situations.

Special interest was given to their typical perceptual and cognitive processes and the workload resulting from them. Each situation was video-recorded. Test persons were instructed to "think aloud", where or what they look at or listen to, which decisions they make, how they would act, which factors influence all this, and how demanding these tasks would be in real traffic. The results provide insight into typical perceptual processes of cyclists: e.g. the change from mainly stimulus-driven attention when certain environmental cues are noticed to focussed attention, the acoustic monitoring of rearward traffic, cyclists' awareness of the error-proneness of acoustic perception which are complemented by control glances – if there is enough time left.

An expert workshop was conducted to discuss measures to increase the traffic safety for cyclists and further needs for research. Measures for preventing perceptual errors resulting from the following causes were discussed:

- Inattention and distraction,
- Insufficient design of the traffic environment,
- Limited skills or willingness to cycle safely.

During the discussion measures were identified which support cyclists' perception, their situational assessment, their awareness of and compliance with safe cycling behaviour in road traffic. Further research needs were pointed out, e.g. the evaluation of road safety measures, and the comprehension of visual and acoustic perception of cyclists.

Inhalt

| | | | |
|--|----|---|----|
| Danksagung | 7 | 3.3.3 Wer/was wird nicht (richtig) wahrgenommen? | 25 |
| 1 Ausgangslage und Aufgabenstellung | 7 | 3.3.4 Andere Fehlertypen | 25 |
| 2 Literaturübersicht | 8 | 3.3.5 Verletzungsschwere bei Wahrnehmungsfehlern | 25 |
| 2.1 Radfahrunfälle im Straßenverkehr | 8 | 3.3.6 Wahrnehmungsbeeinflussende Faktoren | 26 |
| 2.2 Wahrnehmung von Radfahrern | 10 | 3.4 Verkehrsumwelt | 26 |
| 2.2.1 Visuelle Informationsaufnahme und Aufmerksamkeitsallokation | 10 | 3.4.1 Ursachen für nicht verfügbare Informationen im Verkehrsraum | 26 |
| 2.2.2 Akustische Wahrnehmung von Radfahrern | 12 | 3.4.2 Streckenmerkmale | 26 |
| 2.2.3 Taktile Wahrnehmung | 12 | 3.4.3 Unfalltyp | 27 |
| 2.3 Ursachen und Folgen von Wahrnehmungseinschränkungen von Radfahrern | 12 | 3.4.4 Andere Verkehrsteilnehmer | 27 |
| 2.3.1 Fehlerhafte Aufmerksamkeitsallokation | 13 | 3.4.5 Sichtbedingungen | 28 |
| 2.3.2 (Mit-)Ursachen von Wahrnehmungsfehlern | 13 | 3.5 Fahrerezustand | 28 |
| 2.3.3 Umweltbedingte Beeinträchtigungen der Wahrnehmungsleistung | 13 | 3.5.1 Alkohol-, Drogen- und Medikamenteneinnahme | 28 |
| 2.3.4 Beeinträchtigungen des momentanen Fahrerezustands | 14 | 3.5.2 Musikhören und Nutzung von Kommunikationsmitteln | 29 |
| 2.3.5 Fahrereigenschaftsbedingte Beeinträchtigungen | 17 | 3.5.3 Weitere Beeinträchtigungen des Fahrerezustands | 29 |
| 2.4 Risikogruppen | 18 | 3.6 Fahrereigenschaften | 30 |
| 2.4.1 Kinder als Radfahrer | 20 | 3.6.1 Sehbeeinträchtigungen | 30 |
| 2.4.2 Ältere Radfahrer | 21 | 3.6.2 Hörbeeinträchtigungen | 30 |
| 3 Analyse der Radverkehrsunfälle | 22 | 3.6.3 Alter | 31 |
| 3.1 Vorgehen | 22 | 3.7 Einschränkungen | 31 |
| 3.2 Datenkollektiv | 23 | 4 Aufgabenanalyse | 32 |
| 3.3 Wahrnehmungsfehler | 24 | 4.1 Vorgehen | 32 |
| 3.3.1 Häufigkeit von Wahrnehmungsfehlern | 24 | 4.2 Ergebnisse | 35 |
| 3.3.2 Fehler bei der Informationsaufnahme | 24 | 4.3 Diskussion | 49 |
| | | 4.4 Zusammenfassung | 51 |
| | | 5 Diskussion von Maßnahmen und Forschungsbedarfen | 52 |
| | | 5.1 Vorgehen | 52 |
| | | 5.2 Ergebnisse | 53 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2.1 | Gestaltung der Verkehrsumwelt als Ursache für Fehler von Rad- fahrern bei Wahrnehmung und Aufmerksamkeit | 53 |
| 5.3 | Unaufmerksamkeit und visuelle und akustische Ablenkung von Radfahrern | 55 |
| 5.4 | Mangelnde Fahrkompetenz und alterskorrelierte Wahrnehmungs- einschränkungen bei Radfahrern | 56 |
| 5.5 | Forschungsbedarf. | 58 |
| 5.6 | Zusammenfassung | 58 |
| 6 | Zusammenfassung | 59 |
| 7 | Literatur | 62 |

Danksagung

Für die spannende und lebhaft diskutierte Diskussion im Abschlussworkshop dieses Projekts möchten wir uns bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern herzlich bedanken. Dazu gehören:

Prof. Dr. Carmen Hagemeister,
TU Dresden,

Dr. Anja Huemer,
TU Braunschweig,

Roland Huhn,
ADFC,

Dr. Christian Juhra,
Uniklinikum Münster,

Janet Karbe, BMVI,

Burkhard Nipper,
Landesverkehrswacht NRW e. V.,

Jochen Schledz,
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und
Umwelt,

Katja Schleinitz,
TU Chemnitz,

Dr. THOMAS Stemmler,
WIVW GmbH,

Sebastian Will,
WIVW GmbH.

1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland 76.865 Radfahrnfälle mit Personenschaden gezählt (Statistisches Bundesamt, 2012). Während die Eckdaten der Unfälle – Unfallgegner, Ortslage, Jahreszeit etc. – wohlbekannt sind, weiß man bislang wenig über die unfallbegünstigenden Mechanismen, die in einer fehlerbehafteten oder unvollständigen Wahrnehmung der Verkehrsumwelt begründet sind. Die Radverkehrsforschung hat sich diesem Thema vor allem aus der Perspektive des häufigsten Unfallgegners (Kfz-Fahrer) genähert. Während man sich mit der Frage der Wahrnehmung bei Kfz-Fahrern im Labor, Simulator und im realen Straßenverkehr unter verschiedensten Fragestellungen ausführlich, wenngleich nicht erschöpfend, auseinandergesetzt hat, weiß man vergleichsweise wenig darüber, wie Radfahrer ihre Verkehrsumwelt wahrnehmen.

Eine Übertragung vorliegender Erkenntnisse aus dem Kfz-Verkehr mag erste Hinweise liefern, sollte jedoch nur mit großer Vorsicht interpretiert werden. Denn die relative Bedeutsamkeit wahrnehmungsbeeinflussender Faktoren kann beim Radfahren ganz anders gelagert sein als bei der Kraftfahrzeugführung. Welche Fahraufgaben Radfahrer auf welche Weise bewältigen, und welche wahrnehmungsseitigen Anforderungen und Probleme damit verbunden sind, ist bislang nicht bekannt.

Die häufig zitierten 90 %, die das menschliche Auge für die Informationsaufnahme beim Fahren (Kfz) verantwortlich sei, mögen in ihrer Quantifizierung fraglich sein, unstrittig bleibt jedoch der klare Vorrang der visuellen Wahrnehmung für das Führen eines Fahrzeugs – ob motorisiert oder nicht. Ohne angesichts des Forschungsstands einen direkten Vergleich ziehen zu können, scheint die akustische Wahrnehmung des Straßenverkehrs für Radfahrer bedeutsamer als für Kfz-Fahrer. Sie ist unmittelbarer (keine Fahrzeugkabine) und kann für Radfahrer visuell schwer zugängliche Informationen (Beobachtung des rückwärtigen Verkehrs ohne Hilfsmittel) ergänzen oder vielleicht sogar ersetzen. Welche Informationen akustisch wahrgenommen werden, und wie diese die visuelle Wahrnehmung ergänzen oder gar ersetzen, ist jedoch nicht bekannt.

Neben den „normalen“ Wahrnehmungsmechanismen im Verkehr interessieren insbesondere die Fehlwahrnehmungen, die Radverkehrsunfälle be-

günstigen. Einer aktuellen Studie zufolge gehen 40 % der von Radfahrern verursachten Unfälle darauf zurück, dass die relevanten Informationen entweder objektiv nicht verfügbar waren, oder aber nicht, zu spät, oder fehlerhaft wahrgenommen wurden (OTTE, JÄNSCH & HAASPER, 2012). Leider ist nicht bekannt, welche Faktoren die Wahrnehmung der Radfahrer beeinflussen, und mit welchen Konsequenzen. Dabei ist zur Identifizierung der Ursachen und Folgen von Wahrnehmungsfehlern von Radfahrern eine Analyse der Unfallhergänge unter Berücksichtigung der interessierenden (Fehl-)Wahrnehmungsprozesse und wahrnehmungsbeeinflussenden Faktoren unumgänglich. Erst mit Kenntnis der wahrnehmungsbeeinflussenden Faktoren und deren relativer Bedeutsamkeit lassen sich Empfehlungen für effektive Gegenmaßnahmen ableiten.

Vorgehen und Zielstellung des Projekts lauten damit wie folgt:

1. Literaturanalyse
Aufarbeitung des aktuellen Wissensstands zur visuellen und a Wahrnehmung der Verkehrsumwelt durch die Radfahrer.
2. Analyse von Radverkehrsunfällen
Identifizierung wahrnehmungsbeeinflussender Faktoren und deren Folgen für das Unfallgeschehen.
3. Aufgabenanalyse
Aufzeigen typischer Wahrnehmungsmechanismen und der daraus resultierenden Beanspruchung bei Bewältigung der Radfahraufgabe.
4. Expertenworkshop
Diskussion von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Radverkehrs und Ableitung weiterer Forschungsbedarfe.

2 Literaturübersicht

Dieses Kapitel liefert eine Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung zur Wahrnehmung der Verkehrsumwelt von Radfahrern. Nach einem Überblick über das Unfallgeschehen von Radfahrern werden die Erkenntnisse zu den vor allem visuellen Wahrnehmungsprozessen der Radfahrer (Kapitel 2.2), und den Ursachen und Folgen von Fehlwahrnehmungen (Kapitel 2.3) berichtet. Anschließend werden die verkehrsrelevanten altersbedingten Beeinträchtigungen von Kindern und

Älteren und auf deren Folgen für eine sichere Radverkehrsteilnahme erläutert (Kapitel 2.4).

2.1 Radfahrurufälle im Straßenverkehr

Radfahrurufälle in Zahlen

- Im Jahr 2011 wurden 76.865 Radfahrurufälle mit Personenschaden gezählt (Statistisches Bundesamt, 2012).
- 399 Unfälle waren für den Radfahrer tödlich. Davon ereigneten sich 60 % innerhalb von Ortschaften. Bei allen Unfällen mit Personenschaden sind es sogar 90 % (Statistisches Bundesamt, 2012).
- Es wurden „nur“ 16,7 % (12.839) der Radfahrurufälle mit Personenschaden als Alleinunfälle gelistet, während nicht auf polizeilich erfassten Unfalldaten basierende Studien die Mehrzahl der Radfahrurufälle als Alleinunfälle ausweisen (AULTMAN-HALL & HALL, 1998; de GEUS, VANDENBULCKE, PANIS, THOMAS, DEGRAEUWE & CUMPS, 2011). Die Diskrepanz wird insbesondere durch das Underreporting auch aufgrund der vergleichsweise geringeren Verletzungsschwere bei Alleinunfällen erklärt.
- Eine Übersicht über die Unfallgegner und den Anteil der Hauptverursachung von Radfahrern zeigt Tabelle 1. Insgesamt galten 41,5 % aller unfallbeteiligten Radfahrer als Hauptverursacher ihres Unfalls (Statistisches Bundesamt, 2012).

| Unfallgegner ist ... | Unfälle | | RF als Hauptverursacher |
|----------------------|---------|--------|-------------------------|
| | Anzahl | % | |
| Pkw | 45.621 | 74,1 % | 25 % |
| Radfahrer | 5.069 | 8,2 % | 100 % |
| Fußgänger | 3.857 | 6,3 % | 59,3 % |
| Güterkraftfahrzeug | 3.614 | 5,9 % | 20,1 % |
| Motorrad | 658 | 1,1 % | 63,7 % |
| Mofa/Moped | 552 | 0,9 % | k. A. |
| (Kraft-) Omnibus | 551 | 0,9 % | k. A. |
| Sonstige | 1.656 | 2,7 % | k. A. |

Tab. 1: Unfallgegner der Radfahrer (RF) bei Unfällen mit zwei Beteiligten und Anteil der Hauptverursachung durch Radfahrer im Jahr 2011 nach Angaben des Statistischen Bundesamts (2012)

- In 74,1 % der Zusammenstöße mit zwei Beteiligten war der Unfallgegner der Radfahrer ein Pkw. Der mit 8,2 % zweithäufigste Unfallgegner: ein anderer Radfahrer (Statistisches Bundesamt, 2012).
- Insbesondere bei den vergleichsweise selteneren Unfällen mit anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern galten Radfahrer in ca. 60 % der Fälle als Hauptverursacher. Leider liegen für dieses Unfallkollektiv keine Informationen zu den Unfallursachen vor (Statistisches Bundesamt, 2012).

Kritische Situationen

Eine Aufschlüsselung der Radfahrunfälle nach den Unfalltypen (Unfalltypen-Katalog – Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps, 1998) ist in der Übersicht des statistischen Bundesamts zu Zweiradunfällen leider nicht enthalten. Andere Quellen weisen übereinstimmend Kreuzungsbereiche als die für Radfahrer (wie auch für Kfz-Fahrer) kritischsten Situationen aus (JOHNSON, CHARLTON, OXLEY & NEWSTEAD, 2010; GAJEWSKI, WIPKING, FALKENSTEIN & GEHLERT, 2010; KOLREPROMETSCH, LEITNER, PLATHO, RICHTER, SCHREIBER, SCHREIBER & BUTTERWEGGE, 2013). Hier ereignen sich die meisten Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung beim Einbiegen und Kreuzen (Unfalltyp 3 mit 40,1 %), gefolgt von Abbiegeunfällen (Unfalltyp 2 mit 19,8 %) (KOLREPROMETSCH et al., 2013).

Fehlverhalten und Radfahrunfälle

Bild 1 zeigt die Häufigkeit des Fehlverhaltens unfallbeteiligter Radfahrer. Mit 189 je 1.000 Beteiligte wird als häufigstes Fehlverhalten „Andere Fehler beim Fahrzeugführer“ festgestellt. Nun ist eine Systematik, bei der die meisten Nennungen auf die Restkategorie entfallen, durchaus in ihrer Eignung infrage zu stellen. Erklären lässt sich das wohl durch die unveränderte Übernahme der ursprünglich für Kfz-Fahrer erstellten Kategorien. Vor allem aber lässt sich auf Basis der sehr stark an Regelverstößen orientierten Fehlerkategorien keine Aussagen zu Vorliegen und Charakteristik möglicher Fehlannahmen treffen.

Hier liefert eine Studie von OTTE et al. (2012) Aufschluss, die auf Basis der GIDAS-Datenbank die unfallverursachenden Fehlermechanismen ungeschützter Verkehrsteilnehmer beschreibt. Unterschieden werden die folgenden Kategorien:

- 1) Fehler beim Informationszugang (Objektive Verfügbarkeit der notwendigen Informationen?)
- 2) Fehler bei der Informationsaufnahme (Aufmerksames Beobachten und Erkennen aller relevanten Informationen?)
- 3) Fehler bei der Bewertung (Fehlerhafte Einschätzung der Situation oder des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer?)
- 4) Planungsfehler (Angemessener Handlungsplan nach korrekter Situationseinschätzung?)

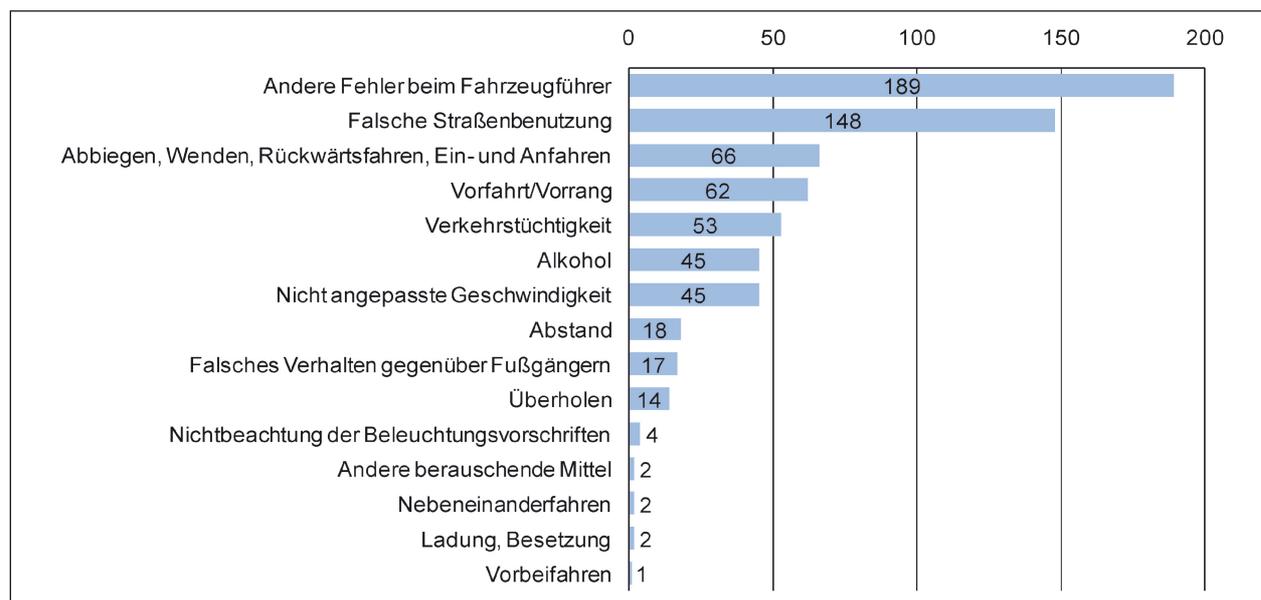


Bild 1: Fehlverhalten der Radfahrer je 1.000 Beteiligte (Statistisches Bundesamt 2012)

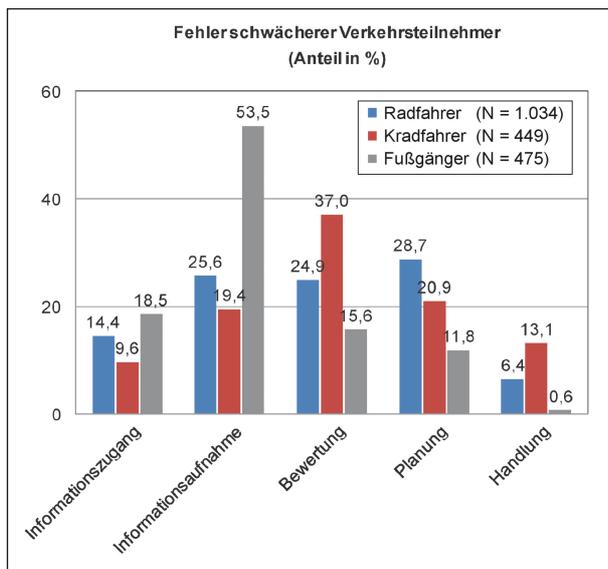


Bild 2: Unfallverursachende Fehlermechanismen von Radfahrern (Quelle: OTTE et al., 2012)

5) Handlungsfehler (Richtige Ausführung des angemessenen Handlungsplans?)

Die Ergebnisse zeigt Bild 2. In 40 % der von Radfahrern verursachten Unfälle war die relevante Information entweder nicht wahrnehmbar (14,4 %) oder sie wurde nicht (rechtzeitig und/oder richtig) wahrgenommen (25,6 %). Fehler bei der Bewertung und Planung treten bei Radfahrern in etwa ebenso häufig auf wie Fehler bei der Informationsaufnahme. Eine untergeordnete Rolle spielen Handlungsfehler (6,4 %). Mit 53,5 % überraschend hoch sind die Fehler von Fußgängern bei der Informationsaufnahme, während bei Kradfahrern die meisten Fehler bei der Informationsbewertung auftreten (OTTE et al., 2012). Deutlich wird, dass sich die relative Bedeutung der verschiedenen Fehlermechanismen zwischen den drei Gruppen ungegeschützter Verkehrsteilnehmer unterscheidet.

2.2 Wahrnehmung von Radfahrern

Die meisten Studien zum Radverkehr beschäftigen sich mit nur wenigen Themenfeldern. Dazu gehören z. B. die Auffälligkeit von Radfahrern unter Verwendung verschiedener Signalbilder und Reflektorkombinationen, die Folgen der Fahrradhelmnutzung für die Radverkehrssicherheit, und Wege zur sicheren Gestaltung von Radverkehrsanlagen. Während man sich bei Kfz-Fahrern einen vergleichsweise guten Wissensstand zu deren Wahrnehmung und Aufmerksamkeitsallokation im Verkehr erarbeitet hat, mangelt es bei Radfahrern noch

an entsprechenden Erkenntnissen. In den letzten Jahren zeichnet sich ein steigendes Interesse am Forschungsfeld Radverkehr und eine größere Themenvielfalt ab.

Ziel dieses Kapitel soll es sein, einen Überblick über die Wahrnehmung der Verkehrsumwelt von Radfahrern anhand des aktuellen Forschungsstands zu geben. Folgende Fragen gilt es zu beantworten:

1. Welche Informationen nehmen Radfahrer im Verkehr – visuell bzw. akustisch – wahr und welche nicht?
2. Welche Faktoren beeinträchtigen die Wahrnehmung von Radfahrern, und mit welchen Konsequenzen?

Gelegentlich werden aus Mangel an einschlägigen Studien zu Radfahrern Querverweise auf Erkenntnisse aus dem Kfz-Verkehr gezogen und Überlegungen zur Übertragbarkeit angestellt. Zudem wird auf die nicht unbeträchtlichen weiteren Forschungsbedarfe verwiesen.

2.2.1 Visuelle Informationsaufnahme und Aufmerksamkeitsallokation

Die Erfassung des Blickverhaltens (Kopf- und Augenbewegungen) liefert Informationen zur visuellen Orientierung im Verkehr und zur Aufmerksamkeitsausrichtung der Radfahrer. Es liegen einige Studien vor, die sich auf unterschiedlichen Wegen mit dem Blickverhalten von Radfahrern beschäftigt haben. Hier lassen sich – Befragungen von Radfahrern einmal ausgeschlossen – drei methodische Ansätze unterscheiden:

1. Standortgebundene Beobachtung von Radfahrern durch Beobachter vor Ort und/oder Videoaufzeichnungen (KOLREP-ROMETSCH et al., 2013),
2. Beobachtung am Radfahrer unter Verwendung von Helmkameras (JOHNSON, CHARLTON, OXLEY & NEWSTEAD, 2010),
3. Aufzeichnung der Blickbewegungen von Radfahrern im Labor bzw. auf Teststrecken (HOEPE, 2004; VANSTEENKISTE, CARDON, D'HONDT, PHILIPPAERTS & LENOIR, 2013) und im Realverkehr (VANSTEENKISTE, ZEUWTS, CARDON, PHILIPPAERTS & LENOIR, 2014).

In Abhängigkeit vom gewählten methodischen Ansatz sind entweder nur deutliche (1) oder auch geringfügige (2) Kopfbewegungen erkennbar, die lediglich Blickzuwendungen auf außerhalb der Blickrichtung liegende Objekte liefern. Informationen über Zeitpunkt, Richtung und Dauer von Augen- und Blickbewegungen sind lediglich mit (3) möglich. Alle genannten Ansätze ermöglichen lediglich Aussagen über die visuelle Informationsaufnahme und lassen keinen direkten Schluss auf die bewusste Wahrnehmung (nicht) anvisierter Objekte zu.

Visuelle Wahrnehmung im Verkehrsraum

In einer statischen Darbietung von Bildpaaren aus Radfahrerperspektive zeigt HOEPPE (2004), dass Fixationen in Einmündungen, an Bordsteinen sowie Fahrbahnmarkierungen seltener, und Fixationen entlang parkender Autos häufiger sind als angenommen (HOEPPE, 2004). Ca. zwei bis dreieinhalb der durchschnittlich acht bis zehn Fixationen lägen in den aus Verkehrssicherheitsüberlegungen des Autors relevanten Bereichen. Diese Annahmen und Überlegungen werden dem Leser mitunter nicht ausführlich mitgeteilt. Bei hoher räumlicher Weite des Verkehrsraumes werden mehr Bereiche für eine kürzere Zeit fixiert. Dieses Suchverhalten äußert sich ebenfalls in einer höheren Geschwindigkeit und Weite der Blicksakkaden (HOEPPE, 2004).

VANSTEENKISTE et al. (2013) erfassten auf einer abgesteckten Fahrstrecke in einer Turnhalle den Anteil der Fixationen, die auf einen fixen Punkt vor dem Fahrrad (3 %), auf den Weg (41 %), auf das Ziel (40 %) und auf externe Bereiche (10 %) entfallen. Damit zeigen sich mehr Fixationen im Nahbereich als beim Autofahren. Die Verteilung der Fixationen wird durch die Fahrgeschwindigkeit und durch die Spurbreite beeinflusst. Bei höherer Spurbreite nimmt der Anteil der externen Fixationen zu. Leider ist die Übertragung der Ergebnisse auf den realen Straßenverkehr bei einer so reduzierten, künstlichen Versuchsumgebung erheblich eingeschränkt. Daher sei hier insbesondere auf die Blickbewegungsstudie im Realverkehr von VANSTEENKISTE et al. (2014) hingewiesen, in der die Autoren das Blickverhalten von Radfahrern in Abhängigkeit von der Qualität des Radwegs (gut vs. schlecht) vergleichen. Bei unveränderter Fahrgeschwindigkeit richteten die fünf Probanden mehr Aufmerksamkeit auf den vor einem liegenden schlechten Radweg. Die von den Autoren berichteten großen interindividuellen Unterschiede bei den Fixationsdauern,

die nicht kontinuierliche Beobachtung der eigenen Fahrspur, und das Fehlen einer spezifischen Blickstrategie kennt man auch von Kfz-Fahrern.

Visuelle Wahrnehmung anderer Verkehrsteilnehmer

In einer Befragungsstudie berichteten 60 % der Radfahrer, das Verhalten der rechtsabbiegenden Kfz-Fahrer zu beobachten. Oft wird der Blickkontakt zu Kfz-Fahrern als wichtigste Sicherheitsstrategie an Knotenpunkten genannt (HAGEMEISTER & SCHWAMBERGER, 2007; PAUEN-HÖPPNER, 1991).

JOHNSON et al. (2010) zufolge zeigen Radfahrer sehr häufig Kopfbewegungen während ihrer Fahrt. Die Autoren schließen somit auf ein hohes Situationsbewusstsein – ein möglicher, doch kein logisch zwingender Schluss. Kopfbewegungen der Radfahrer zur linken Seite (entspricht der Richtung der geringeren Gefahr im Linksverkehr) sind deutlich seltener als zur rechten Seite. Vor Zwischenfällen wurden 57,1 % Rechtsblicke und 37,3 % Linksblicke gezählt. Angesichts der Ergebnisse von KOLREP-ROMETSCH et al. (2013) wäre hingegen nicht von einem hohen Situationsbewusstsein vieler Radfahrer auszugehen. In einer standortgebundenen Beobachtung an 43 innerstädtischen Knotenpunkten war nur in 28 % der Konflikte zwischen einem Radfahrer und einem Rechtsabbieger eine Kopfbewegung des Radfahrers während der Annäherung an den Knotenpunkt in Richtung des zeitnah abbiegenden Kfz beobachtbar. Bei der anschließenden Befragung der Radfahrer unmittelbar nach der Überquerung eines Knotenpunkts berichtete nur die Hälfte der Befragten, das in etwa gleichzeitig abbiegende Fahrzeug wahrgenommen zu haben (KOLREP-ROMETSCH et al., 2013). Zu welchem Anteil dies (auch) auf Nichterinnern statt Nichtwahrnehmen zurückzuführen ist, lässt sich jedoch nicht beurteilen.

Situationsbewusstsein von Radfahrern

SALMON, YOUNG & CORNELISSEN (2013) untersuchten das Situationsbewusstsein von Rad-, Kfz- und Motorradfahrern über verbale Protokolle beim Abfahren einer vorgegebenen Strecke im realen Straßenverkehr. Antwort liefert die Studie auf folgende Fragen:

1. Auf welche situativen Merkmale richten Radfahrer ihre Aufmerksamkeit?

2. Worin gleicht bzw. unterscheidet sich die Situationswahrnehmung von Radfahrern im Vergleich zu Kfz- und Motorradfahrern?

Während einige situative Merkmale (z. B. Ampeln, Straße und Straßennamen, Ab-/Einbiegen) von allen drei Verkehrsteilnehmergruppen genannt werden, lassen sich eine Reihe radfahrerspezifischer Konzepte identifizieren, wie z. B.

- die Suche nach alternativen und (vermeintlich) sichereren Wegen (z. B. Gehwegnutzung v. a. an Kreuzungen),
- die Beobachtung der eigenen Position auf der Straße und des Geschehens links (z. B. überholende Fahrzeuge) und rechts (z. B. Türen geparkter Fahrzeuge) des Rades. Kfz-Fahrer richten hingegen ihre Aufmerksamkeit eher auf Verkehrsteilnehmer, die sich vor oder hinter dem eigenen Fahrzeug befinden.
- der Blickkontakt zu Kfz-Fahrern in einmündenden Straßen.

Die Unterschiede in der Informationsaufnahme könnten, so die Autoren, zu einer unterschiedlichen mentalen Repräsentation derselben Verkehrssituation zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen führen und somit Konflikte begünstigen. Weiteren Aufschluss gäben Studien, die die Kongruenz bzw. Divergenz des Situationsbewusstseins verschiedener interagierender Verkehrsteilnehmer(gruppen) in derselben Situation untersuchen.

2.2.2 Akustische Wahrnehmung von Radfahrern

Vieles spricht dafür, dass die akustische Wahrnehmung für Radfahrer bedeutsamer ist als für andere Verkehrsteilnehmer. Im Gegensatz zu Kfz-Fahrern sind akustische Informationen für Radfahrer aufgrund der fehlenden Fahrzeugkabine unmittelbar verfügbar. Zum anderen ist eine visuelle rückwärtige Orientierung (z. B. bei Spurwechseln) mit einer instabileren Fahrzeuggelage und einer längeren Blickabwendungszeit in Fahrtrichtung verbunden. Dennoch ist die akustische Wahrnehmung von Radfahrern im Straßenverkehr bislang kaum untersucht. Die wenigen Studien zur akustischen Wahrnehmung von Radfahrern richten sich nicht auf die typischen Wahrnehmungsmechanismen, sondern

entweder auf die

- Folgen von Wahrnehmungseinschränkungen z. B. beim Musikhören oder der Mobiltelefonnutzung (vgl. Kapitel 2.3.4) oder auf die
- akustische Wahrnehmungsleistung (z. B. Benennung von Ort und Fahrtrichtung von Kfz anhand der Fahrgeräusche) von Kindern unterschiedlicher Altersgruppen (vgl. Kapitel 2.4.1). Hier liegen lediglich Aussagen zur Kompetenz, doch nicht zur typischen Performanz im Straßenverkehr vor.

Daher sind keine Aussagen darüber möglich, welche Informationen Radfahrer im realen Straßenverkehr akustisch wahrnehmen, und inwiefern diese den Sehsinn ergänzen oder gar ersetzen. Auch mit Blick auf zunehmende Verbreitung geräuscharmer Elektrofahrzeuge wäre diese Frage durchaus von Interesse.

2.2.3 Taktile Wahrnehmung

Auch die taktile Wahrnehmung von Radfahrern könnte eine nicht unbedeutende Rolle für die erfolgreiche Bewältigung der Fahraufgabe spielen. Über Lenker, Sattel und Pedale werden Informationen über die Bodenbeschaffenheit und Stabilität des Fahrrads aufgenommen, die eine mitbeeinflussende Rolle gerade bei Stürzen spielen dürften. Stürze tauchen auch aufgrund vergleichsweise geringer Verletzungsschwere sehr selten in den Unfallstatistiken auf, stellen jedoch einer prospektiven Studie zufolge die häufigste Unfallursache von Radfahrern dar (GEUS et al., 2011). Bislang liegen keine Studien vor, die die Rolle taktile Wahrnehmung von Radfahrern im Straßenverkehr adressiert.

2.3 Ursachen und Folgen von Wahrnehmungseinschränkungen von Radfahrern

Die Wahrnehmung ist dann eingeschränkt, wenn wichtige visuelle und/oder akustische Informationen in der Verkehrsumwelt nicht, verspätet oder fehlerhaft aufgenommen werden. Die Ursachen dieser Wahrnehmungsfehler können in der Verkehrsumwelt liegen, oder auf vorübergehend oder dauerhaft beeinträchtigte Wahrnehmungsleistungen der Radfahrer zurückzuführen sein.

2.3.1 Fehlerhafte Aufmerksamkeitsallokation

Im Vergleich zu den normalen Wahrnehmungsprozessen ist die fehlerhafte Wahrnehmung (keine oder verspätete Wahrnehmung relevanter Verkehrsteilnehmer oder Objekte) bei Radfahrern besser untersucht. So berichteten in einer Befragung von Unfallbeteiligten 37 % der Radfahrer, ihren Unfallgegner (Kfz) nicht bemerkt zu haben (RÄSÄNEN & SUMMALA, 1998). Eine häufige Ursache ist das Fehlen oder die fehlerhafte Ausführung notwendiger Kontrollblicke. So richteten Radfahrer wie Kraftfahrzeugführer ihre Aufmerksamkeit primär auf die Bereiche aus, in denen sie Kraftfahrzeuge erwarten, zu Ungunsten ungeschützter Verkehrsteilnehmer (JOHNSON et al., 2010; RÄSÄNEN & SUMMALA, 1998). Ausbleibende Reaktionen vor Zwischenfällen legen nahe, dass das andere Fahrzeug entweder nicht oder zu spät gesehen wurde (JOHNSON et al., 2010).

Dabei ist trotz korrekter Aufmerksamkeitsallokation die Wahrnehmung relevanter Informationen wie z. B. die Gegenwart eines anderen Verkehrsteilnehmers nicht garantiert. Bei Kfz-Fahrern ist dieses „looked-but-failed-to-see“-Phänomen und einige

seiner mitbeeinflussenden Faktoren bekannt (HERSLUND & JØRGENSEN, 2003). Es ist davon auszugehen, dass vergleichbare Fehler beim Radfahren auftreten können, doch liegen hierzu bislang keine Aussagen vor.

2.3.2 (Mit-)Ursachen von Wahrnehmungsfehlern

Studien zeigen, dass Umwelt- und Fahrermerkmale die Wahrnehmung beeinträchtigen können. Bild 3 nennt die Merkmale, bei denen ein Einfluss auf die Wahrnehmung der Radfahrer in der Literaturanalyse identifiziert und in der Unfallanalyse (Kapitel 3) geprüft werden konnte. Die Nennung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die daraus resultierenden Wahrnehmungsdefizite und deren Folgen werden in den folgenden Kapiteln erörtert.

2.3.3 Umweltbedingte Beeinträchtigungen der Wahrnehmungsleistung

Vor allem Alleinunfälle von Radfahrern lassen sich oft auf die bauliche Gestaltung des Verkehrsraums zurückführen. GUSTAFFSON & ARCHER (2012)

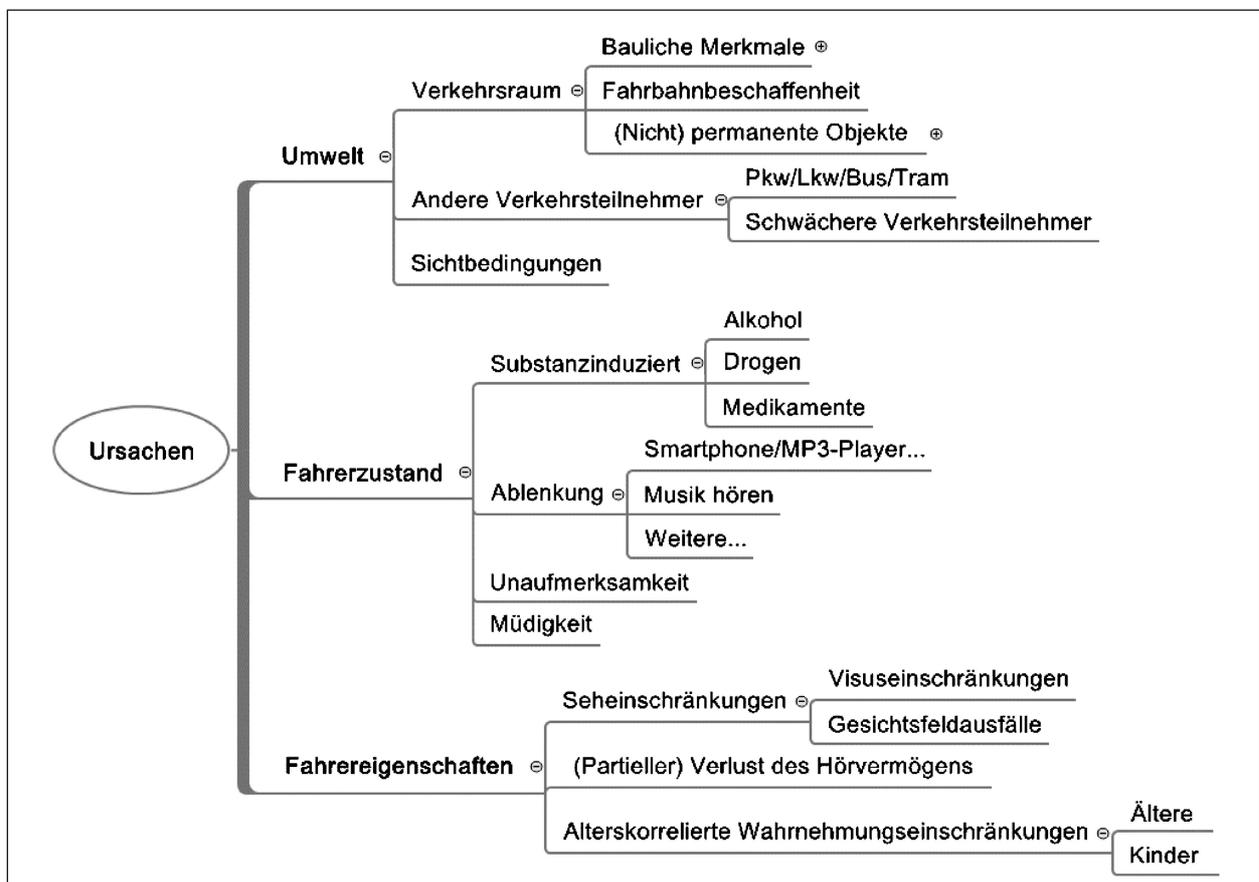


Bild 3: (Mit-)Ursachen für Wahrnehmungsfehler von Radfahrern

nennen die auf Basis von Radfahrertagebüchern und Videoaufzeichnungen identifizierten Sicherheitsprobleme. Die häufigsten Nennungen entfallen auf die Gestaltung der Radverkehrsanlagen (54) gefolgt von Radfahrer-Fahrzeug-Konflikten (37) und den Merkmalen der Fahrbahnoberfläche (24). Wahrnehmung(s)-(Einschränkungen) der Radfahrer wurde(n) jedoch nicht erfasst.

In einer schwedischen Fragebogenstudie wurden Radfahrunfälle mit Einfluss der Straßen- bzw. Radwegoberfläche untersucht (NYBERG, BJÖRNSTIG & BYGREN, 1996). Demnach gehen 51 % der berichteten Unfälle auf ungenügend geräumte Straßen/Radwege (Schnee/Eis, nasse Blätter, Kies etc.) und 18 % auf Mängel der Fahrbahnoberfläche (Unebenheiten, Löcher etc.) zurück. In 19 % der Fälle kollidierten die Radfahrer mit der Bordsteinkante bzw. mit einem ortsgebundenen Objekt (7 %). Als Hauptunfallursache erfragt wurden wieder einmal lediglich die baulichen Merkmale und nicht die damit verbundenen Wahrnehmungs- oder Entscheidungsmechanismen.

SCHEPERS und den BRINKER (2011) gehen hier einen Schritt weiter und differenzieren zwischen Unfällen infolge von Wegrutschen, Balanceverlust o. Ä., und Unfällen, bei denen die bauliche Gestaltung der Unfallstelle eine mögliche Ursache für Wahrnehmungsfehler darstellen könnte. Letztere gehen signifikant häufiger mit höherem Alter (60 Jahre und älter) und Alkoholkonsum einher, und treten tendenziell (doch nicht signifikant) häufiger bei Dämmerung bzw. Dunkelheit und visuellen Einschränkungen auf. Die nachfolgende Begutachtung der Unfallstelle zeigt, dass die kritischen Informationen für die Verunfallten, die von der Straße abkommen oder mit einem Poller oder einer Straßenverengung kollidierten, peripher schwer wahrnehmbar waren. Die Autoren betonen die Bedeutsamkeit einer guten Erkennbarkeit in der visuellen Peripherie, z. B. über Markierungen in Kurven u. Ä., um Hindernisse und Straßenverläufe rechtzeitig erkennen zu können.

In einem experimentellen Ansatz zeigen FABRIEK et al. (2012), dass mit abnehmender Sichtbarkeit der Hindernisse und Radwegmarkierungen neben der subjektiven Sicherheit auch die Fahrleistung der Radfahrer beeinträchtigt wird. Die Sichtbarkeit wurde variiert über die farbliche Gestaltung der Objekte und über die experimentell reduzierte Kontrastsensitivität (modifizierte Brille) der Probanden.

Die visuelle Wahrnehmung ist bei Dämmerung und in der Nacht stark eingeschränkt. Doch während die Wahrnehmbarkeit von Radfahrern bei Nacht unter Verwendung unterschiedlicher Licht- und Reflektorvarianten vielfach untersucht wurde, sind die Wahrnehmungseinbußen der Radfahrer bei Dunkelheit bislang nicht erforscht. Bislang scheint man nächtliche Unfälle von Radfahren vor allem auf deren eingeschränkte Auffälligkeit (dunkle Kleidung, kein Licht, ...) zurückzuführen. Vor dem gegenwärtigen Forschungsstand sind somit keine Aussagen möglich, ob bzw. wie sich Wahrnehmungseinschränkungen der Radfahrer bei Dunkelheit auf deren nächtliches Unfallgeschehen auswirken.

2.3.4 Beeinträchtigungen des momentanen Fahrerzustands

Verschiedene Faktoren können die visuelle oder akustische Wahrnehmungsleistung von (Rad-)Fahrern vorübergehend beeinträchtigen. Dazu gehören

- die Einnahme (fahr-)leistungsbeeinträchtigender Substanzen (Alkohol, Drogen und Medikamente),
- die Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik während der Fahrt,
- weitere Zustandsbeeinträchtigungen wie z. B. Ablenkungsquellen in der Verkehrsumwelt, Unaufmerksamkeit, Müdigkeit etc.

Nachfolgend werden die zum Thema Alkohol und Unterhaltungs-/Kommunikationselektronik beim Radfahren zumindest vereinzelt vorliegenden Studien vorgestellt. Zu weiteren vorübergehenden Beeinträchtigungen des Radfahrerzustands (z. B. aufgrund von Unaufmerksamkeit oder Müdigkeit) liegen unseres Wissens keine Studien vor.

Alkohol, Medikamente und Drogen

Fahren unter Alkoholeinfluss ist bei Radfahrern weiter verbreitet als bei Kraftfahrzeugführern. So berichten 8 % der Radfahrer (2 % der Kfz-Fahrer), in den letzten zwölf Monaten gelegentlich oder häufiger unter Alkoholeinfluss gefahren zu sein (GELBERT & GENZ, 2010). Auch liegt im Vergleich zu Kfz-Fahrern der Grenzwert der absoluten Fahrtüchtigkeit mit 1,6 ‰ Blutalkoholkonzentration (BAK) bei Radfahrern deutlich höher. Dabei geht Radfahren unter Alkoholeinfluss mit einem deutlich erhöhten Risiko einer schweren oder gar tödlichen

Verletzung einher. Vor allem männliche Radfahrer sind betroffen (LI & BAKER, 1996). Bei nicht tödlichen Unfällen ist das Verletzungsrisiko in Folge eines Sturzes höher als das in Folge eines Zusammenstoßes mit anderen Verkehrsteilnehmern (OLKKONEN & HONKANEN, 1990). Nach Angaben des statistischen Bundesamtes wird bei 45 von 1.000 unfallbeteiligten Radfahrern Fahren unter Alkoholeinfluss festgestellt (Statistisches Bundesamt, 2012; vgl. auch Bild 1).

Die alkoholbedingten Beeinträchtigungen der Wahrnehmungsleistung (z. B. Tunnelblick, Geschwindigkeitsunterschätzung, mangelnde Spurlage), Kognition und Motorik sind bei Kfz-Fahrern umfassend erforscht. Dahingegen beschäftigen sich nur wenige Studien mit dem Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Stufen der BAK und der Radfahrleistung.

In ihren Experimentalstudien zeigen SCHEWE, SCHUSTER, ENGLERT, LUDWIG & STERTMANN (1980), dass sich die Fehlerzahl beim Radfahren bei 0,8 ‰ gegenüber der Nüchternleistung vervierfacht. Bei 1,5 ‰ steigt sie von vormals 15 (Nüchternleistung) auf 428 Fehler an. Dabei traten mehrere Probanden aufgrund von Fahruntüchtigkeit nicht mehr zum Fahrversuch an (SCHEWE, KNÖSS, LUDWIG, & SCHUSTER, 1984). Daraus folgern SCHEWE et al. (1980), dass bei einem Blutalkoholspiegel von 0,8 ‰ bereits mit einer allgemeinen Gefährdung der Verkehrssicherheit zu rechnen ist. Dennoch halten sie 0,8 ‰ als Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit nicht gerechtfertigt, da 6 von 27 Probanden keine Leistungseinbußen zeigten. Dabei bilden SCHEWE et al. (1980, 1984) in ihrer Versuchsanordnung das Anforderungsprofil an Radfahrer (v. a. Einhaltung einer Idealspur beim Slalomfahren, Kreisfahrten o. Ä.) nur unvollständig ab. Eine Unterschätzung der alkoholbedingten Beeinträchtigungen ist demnach nicht auszuschließen. So können wahrnehmungslastigere Aufgaben, wie z. B. das Erkennen dunkelgekleideter Fußgänger oder die Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse im Gegensatz zu automatisierten Anforderungen bereits bei geringen Alkoholmengen zumindest von Kfz-Fahrern nicht mehr fehlerfrei bewältigt werden (KRÜGER, 1990).

Auch mit Blick auf die Diskussion um eine Herabsetzung des Grenzwerts der absoluten Fahruntüchtigkeit für Radfahrer gilt es noch zu klären, inwiefern die sichere Fahrzeugführung bei gleicher BAK vergleichbare (insbesondere wahrnehmungsseitige

und kognitive) Anforderungen an Kfz- und Radfahrer stellt.

Bislang sind die Folgen wahrnehmungs- und fahrleistungsbeeinträchtigender Medikamente ebenso wie der Gebrauch nicht legalisierter Drogen für die Radfahrleistung und das Unfallgeschehen nicht untersucht. Eine umfassende Metaanalyse zum Thema Substanzeinnahme im Kfz-Verkehr (HARGUTT, KRÜGER & , 2011) kommt zu dem Schluss, dass die Einnahme von Amphetaminen oder THC ein vergleichsweise geringes Problem für die Verkehrssicherheit darstellt. Unter allen zustandsverändernden Substanzen ist Alkohol mit Blick auf Prävalenz und Unfallrisiko das größte Verkehrssicherheitsproblem, besonders in hohen Dosen oder in Kombination mit Medikamenten oder Drogen.

Auch wenn die Substanzeinnahme beim Fahrzeugführer unabhängig von der Verkehrsmittelwahl eine identische – sedierende, berauschende, stimulierende o. Ä. – Wirkung zeigt, müssen die Konsequenzen für eine sichere Ausübung der Fahraufgabe aufgrund unterschiedlicher Aufgabenerfordernisse nicht zwingend vergleichbar sein. Bei der Übertragbarkeit bestehender Erkenntnisse zum Einfluss von Alkohol, Medikamenten und nicht legalisierten Drogen vom Kfz- auf den Radverkehr besteht erheblicher Forschungsbedarf unter Berücksichtigung bedeutsamer mitbeeinflussender Faktoren (wie z. B. Fahrgeschwindigkeit, Komplexität bei Stadt- u. Außerortsfahrten, o. Ä.).

Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik

Viele für Kfz-Fahrer potenzielle Ablenkungsquellen wie z. B. Informations-, Assistenz- und Entertainmentssysteme oder Beifahrer sind für Radfahrer nicht verfügbar und dementsprechend nicht relevant. Dahingegen ist unter Radfahrern die Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik während der Fahrt recht verbreitet. Einer niederländischen Internetumfrage (Selektionseffekte und Selbstdarstellungstendenzen wahrscheinlich) zufolge geben fast 70 % der Radfahrer an, beim Radfahren zumindest manchmal ein mobiles Gerät (Mobiltelefon, MP3-Player) zu nutzen. Einer von sechs nutzt es auf (fast) jeder Fahrt. Musikhören wird an erster Stelle genannt (15 %), gefolgt von Telefonieren und Textnachrichten Erstellen (je 3 %) vor Informationssuche mit 1,7 % (GOLDENBELD, HOUTENBOS, EHLERS & de WAARD, 2012). Je nach Gerät und v. a. Aktivi-

tät ist neben der motorischen und mentalen Ablenkungswirkung von einer Beeinträchtigung der visuellen Wahrnehmung durch Blickabwendung von der Straße und der akustischen Wahrnehmung auszugehen. Insbesondere die bei Radfahrern üblichen In-ear-Kopfhörer schränken die akustische Wahrnehmung verkehrsrelevanter Informationen beträchtlich ein. Einer niederländischen Studie zufolge ging bei ca. 10 % der Unfälle die Nutzung eines mobilen Geräts voraus. Das Unfallrisiko wurde um 1,6- bis 1,8-mal höher beziffert, wenn Radfahrer (hier Teenager und junge Erwachsene) ein mobiles Gerät beim Radfahren nutzen (GOLDENBELD et al., 2012). Dabei sind sich Radfahrer durchaus bewusst, dass die Nutzung mobiler Geräte beim Radfahren riskant ist (de WAARD, SCHEPERS, ORMEL & BROOKHUIS, 2010). So berichten 75 % der Teenager und jungen Erwachsenen, bei deren Nutzung kompensatorisch mehr Aufmerksamkeit auf den Verkehr zu richten (GOLDENBELD et al., 2012).

Die bisherigen Erkenntnisse zu den Folgen des Musikhörens und der Mobiltelefonnutzung gehen auf wenige, doch aktuelle Studien aus den Niederlanden zurück.

Übersicht der Folgen des Musikhörens beim Radfahren:

- In einer Befragung verunfallter Radfahrer gaben 3,4 % an, zum Unfallzeitpunkt Musik gehört zu haben (de WAARD et al., 2010).
- Die Entdeckung visueller Reize in der Peripherie wird durch Musikhören nicht beeinträchtigt, während sich die Reaktion auf akustische Reize verschlechterte (de WAARD, EDLINGER & BROOKHUIS, 2011).
- Insbesondere bei Nutzung der In-ear-Kopfhörer werden 68 % der akustischen Signale überhört, auf die die Radfahrer instruktionsgemäß halten sollten (de WAARD et al., 2011).
- Hört man jedoch nur auf einem Ohr Musik, wird die Leistung nicht beeinträchtigt (de WAARD et al., 2011).

Übersicht der Folgen der Mobiltelefonnutzung beim Radfahren:

- In einer Befragung verunfallter Radfahrer gaben 0,5 % an, das Telefon (0,3 % zum Telefonieren und 0,2 % zum Texten) zum Unfallzeitpunkt benutzt zu haben (de WAARD et al., 2010).

- Die Nutzung eines Mobiltelefons beeinträchtigt die akustische Wahrnehmung und das Reaktionsvermögen, auch bei Verzicht auf die manuelle Bedienung (de WAARD et al., 2011). Zumindest führt letzteres zu etwas kürzeren Reaktionszeiten. Die Autoren führen dies darauf zurück, dass die Hände beim Bremsen verfügbar sind.
- Oft zeigt sich auch eine Beeinträchtigung der Entdeckung visueller Reize in der Peripherie (de WAARD et al., 2010; de WAARD et al., 2014).
- Besonders kritisch ist das Verfassen von Textnachrichten (de WAARD et al., 2010), und die Nutzung von Mobiltelefonen mit Touchscreen statt Tastatur (de WAARD et al., 2014).

Das bisherige Fazit lautet: Musikhören und die Benutzung von Mobiltelefonen beim Radfahren beeinträchtigen die Wahrnehmung akustischer Informationen und verlängern die Reaktionszeit. Musikhören scheint bislang die gängigste, das Verfassen von Textnachrichten jedoch die sicherheitskritischste Form der Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik zu sein. Inwieweit das berichtete Kompensationsverhalten von Radfahrern tatsächlich (und erfolgreich) gezeigt wird, lässt sich hier nicht beurteilen. Zur Häufigkeit der Nutzung und zum damit verbundenen Anstieg des Unfallrisikos in Deutschland sind bislang keine Aussagen möglich.

Weitere Ursachen

Es ist davon auszugehen, dass Ablenkung (über die Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik hinaus) und Unaufmerksamkeit beim Fahren oder die Wahrnehmung erheblich einschränken und wie bei Kfz-Fahrern auch die sichere Verkehrsteilnahme von Radfahrern gefährden. Erste Hinweise darauf liefern

- die Teilauswertung einer noch laufenden Studie von DAVIDSE (2013), bei der in 12-27 % der analysierten Unfälle älterer Radfahrer (50 Jahre und älter) Ablenkung als (Mit-)Ursache angegeben wurden und
- TERZANO (2013), die in ihrer Studie bei jedem vierten Radfahrer eine Beschäftigung mit Nebenaufgaben, davon bei jedem zweiten eine Unterhaltung mit einem anderen Radfahrer, beobachtet hat. Radfahrer mit Nebenaufgabe zwangen andere Verkehrsteilnehmer signifikant häufiger dazu, ihnen auszuweichen.

So umfassend das Thema Müdigkeit am Steuer bei Berufs- und Pkw-Fahrern als eine der häufigsten Unfallursachen erforscht ist, so wenig Beachtung findet es im Radverkehr. Auch wenn sich die Folgen von Müdigkeit (z. B. Einschränkung des Blickfelds) für Radfahrer in ähnlicher Weise äußern sollten, so sind die Rahmenbedingungen für das Aufkommen von Müdigkeit beim Fahren (mehrstündige Fahrten unter oft monotonen Bedingungen bei Kfz-Fahrern vs. kürzere Fahrten mit körperlicher Bewegung an der frischen Luft beim Kurzstreckenfortbewegungsmittel Fahrrad nicht gegeben. Fraglich ist, inwiefern dieses Thema für Radverkehrsunfälle eine Rolle spielt.

2.3.5 Fahreigenschaftsbedingte Beeinträchtigungen

Zeitlich überdauernde Beeinträchtigungen der visuellen oder akustischen Wahrnehmung äußern sich bei teils alters- oder krankheitsbedingten Visuseinschränkungen, Gesichtsfeldausfällen oder Hörbeeinträchtigungen. Die Arten der Seheinschränkungen und -behinderungen sind so unterschiedlich wie ihre Ursachen (z. B. Makuladegeneration, Myopie, Schlaganfall u. v. m.). Nachfolgend wird auf die verkehrsrelevanten Folgen verschiedener Seh- und Höreinschränkungen eingegangen. Da nur vereinzelte Studien die Bedeutung von Seheinschränkungen für die Bewältigung der Radfahraufgabe untersuchen, wird auf Erkenntnisse aus dem Kfz-Verkehr Bezug genommen.

Seheinschränkungen

Laut offizieller Unfallstatistik der Schweiz spielt eine verminderte Sehkraft von Fahrern motorisierter Fahrzeuge bei Unfällen eine vernachlässigbare Rolle, betont wird jedoch die vermutlich sehr hohe Dunkelziffer (WALTER, CAVEGN, ALLENBACH & SCARAMUZZA, 2005).

VAA et al. (2003) beziffern das Unfallrisiko für Kfz-Fahrer mit Sehbeeinträchtigung als um 9 % höher als für Fahrer ohne Sehbeeinträchtigung. Die genannten 9 % stellen den gemittelten Wert aus 79 Studien zu Sehbeeinträchtigungen unterschiedlichsten Typs und Ausmaßes dar. Betrachtet man die Folgen verschiedener alters- und krankheitsbedingter Sehbeeinträchtigungen separat, zeigt sich ein recht heterogenes Bild:

- Auch in Studien, die einen signifikanten Einfluss einer verringerten Sehschärfe auf das Unfall-

risiko von Kfz-Fahrern aufzeigen, sind laut OWSLEY und MCGWIN (1999) die Korrelationen eher gering. Erklärt wird dies mitunter dadurch, dass ein singuläres Maß wie die Sehschärfe die visuelle Komplexität der Fahraufgabe (fokale und periphere Sicht, Monitoring und Entdeckung kritischer Ereignisse) nicht angemessen abbilden kann.

- Bei älteren Kfz-Fahrern mit grauem Star (verschleierte Sicht) oder grünem Star (Gesichtsfeldausfälle) zeigt sich eine ca. dreimal höhere Unfallwahrscheinlichkeit im Vergleich zu älteren Kfz-Fahrern ohne grauen oder grünen Star (OWSLEY, STALVEY, SLOANE & SLOANE, 1990; OWSLEY, MCGWIN & BALL, 1998). Auch wenn Makuladegenerationen (Ausfälle im fovealen Sehen) und diabetische Retinopathie (Gesichtsfeldausfälle) zweifelsohne zu Schwierigkeiten bei der Verkehrsteilnahme führen, zeigen die wenigen Studien bislang keinen Zusammenhang zu einer höheren Unfallbeteiligung (OWSLEY & MCGWIN, 1999). Einen guten Eindruck von den krankheitsbedingten Sehbeeinträchtigungen liefert der Sehsimulator des Allgemeinen Blinden- und Sehbehindertenvereins. (vgl. Bild 4).
- Wirklich kritisch erscheint eine Einschränkung des „useful field of view“ (UFOV). Dies ist ein Maß für das Gesichtsfeld, in dem schnell dargebotene Informationen auch genutzt werden können. Mehrere Studien belegen, dass ein eingeschränktes UFOV bei Kfz-Fahrern mit mehr (selbstverschuldeten) Unfällen einhergeht (BALL, OWSLEY, SLOANE, ROENKER & BRUNI, 1993; OWSLEY, 1994; OWSLEY et al., 1998).

Bei Radfahrern ist die Studienlage denkbar dürftig. So zeigte sich, dass Radfahrer, die trotz Seheinschränkungen nicht vorwiegend vertraute Routen wählen, häufiger in Radfahrunfälle involviert waren (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2012). 45 % der Radfahrer mit Makuladegeneration (vgl. in Bild 4, Abbildung 4) berichten, bereits mit einem Hindernis kollidiert bzw. deswegen zu Fall gekommen zu sein (FABRIEK et al., 2012).

Erste Hinweise auf das benötigte Mindestsehvermögen von Radfahrern mit vorliegenden Seherkrankungen liefert eine Studie von WILHELM & ENDRES (2004). Sie berichten, dass unter einem Visus von 0,2 Unfälle und Beinaheunfälle deutlich

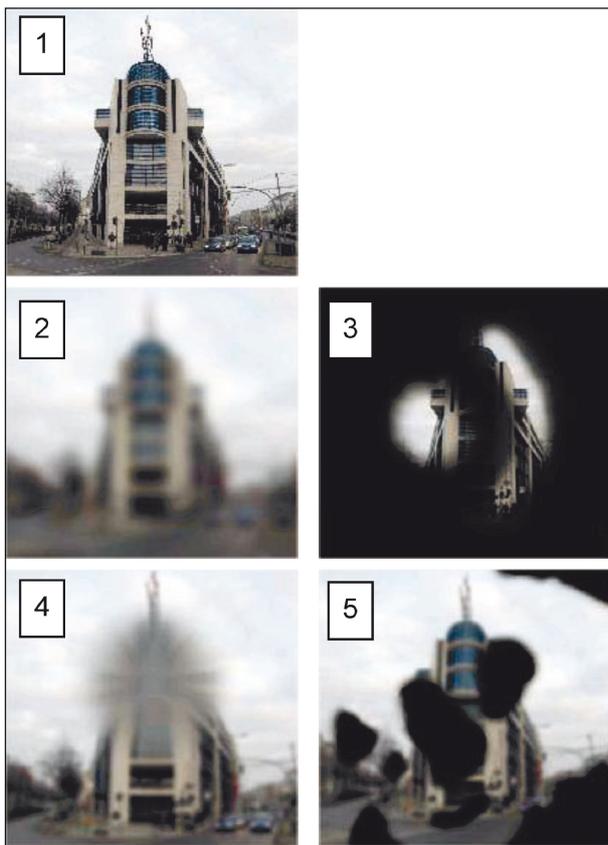


Bild 4: Visualisierung krankheitsbedingter Seheinschränkungen im Vergleich zum Originalbild (1): Grauer Star (2), Grüner Star (3), Makuladegeneration (4) und diabetische Retinopathie (5). Die Fotos wurden dem Sehbinderungs-Simulator des Allgemeinen Blinden- und Sehbehindertenvereins Berlin (ABSV) unter www.absv.de entnommen (Foto: FRIESE)

zunehmen. Auch bei spürbaren Einbußen des Gesichtsfelds (Gesichtsfeld $< 60^\circ$) oder einem Zentralskotom, d. h. einem Ausfall in der Mitte des Gesichtsfelds (Durchmesser $> 10^\circ$) sei, so die Autoren, sicheres Radfahren nicht mehr gewährleistet. Die Studie liefert erste Hinweise zu möglichen Grenzwerten des Mindestsehvermögens. Möglich ist eine Unterschätzung des Einflusses der untersuchten Sehleistungsbeeinträchtigungen auf die Verunfallung von Radfahrern, da ausschließlich Patienten mit degenerativen Netzhauterkrankungen verglichen und keine gesunde Vergleichsgruppe einbezogen wurde.

Höreinschränkungen

Bei Hörbeeinträchtigungen ist die Wahrnehmung akustischer Informationen und deren Lokalisation, also Aussagen zu Richtung und Entfernung der Schallquelle, erschwert. Die Empfindlichkeit gegenüber Störgeräuschen steigt, was die Filterung relevanter akustischer Informationen erschwert. So wir-

ken sich akustische (und visuelle) Distraktoren bei schweren Höreinbußen nachteilig für die Fahraufgabe von Kfz-Fahrern aus (HICKSON, WOOD, CHAPARRO, LACHEREZ & MARSZALEK, 2010). Vor allem Beeinträchtigungen auf dem verkehrszugewandten Ohr, auf dem die Mehrzahl fahrrelevanter Informationen zu erwarten ist (rechts im Linksverkehr und links im Rechtsverkehr), gehen nach IVERS, MITCHELL & CUMMING (1999) mit einem höheren Unfallrisiko bei Kfz-Fahrern einher. Mit vergleichbaren (oder höheren) Beeinträchtigungen für eine sichere Radverkehrsteilnahme ist zu rechnen. So weist eine Studie einen hohen Zusammenhang ($r = .47$) zwischen nicht kompensierten Hörproblemen (Hörgerät nicht eingeschaltet) und selbstberichteten Unfällen nach (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2012). Die Unfallrelevanz von Hörbeeinträchtigungen kann auch beim Kfz-Verkehr anhand des aktuellen Forschungsstandes nicht als geklärt gelten. Einer Metaanalyse zufolge erhöhen Hörbeeinträchtigungen das allgemeine Unfallrisiko um 19 % (VAA, 2003). Aus verschiedenen Gründen sollte diese Zahl nur unter Vorbehalt interpretiert werden. Zum Unfallrisiko bei Höreinschränkungen beim Radfahren sind bislang keine Aussagen möglich.

2.4 Risikogruppen

Kinder und Ältere gelten bei der Teilnahme am Straßenverkehr aufgrund alterskorrelierter physiologischer, motorischer und kognitiver Einschränkungen als besonders gefährdet. Bild 5 zeigt die Anzahl der in Deutschland verunglückten (blau) und getöteten (rot) Radfahrer je Altersgruppe im Jahr 2011 (Statistisches Bundesamt, 2012). In Ermangelung repräsentativer und vergleichbar altersdifferenzierter Angaben zur Fahrleistung in km wird anhand der Einwohnerzahl derselben Altersgruppen relativiert.

Der höchste Anteil an Verunglückten liegt damit in der Gruppe der 10- bis 15-jährigen Kinder. Die mit Abstand meisten tödlichen Unfälle ereignen sich hingegen bei den älteren Radfahrern. Wenn man von einer vergleichsweise geringeren Exposition sehr junger und älterer Radfahrer ausgeht, könnte das fahrleistungsbezogene Risiko noch deutlich höher ausfallen.

Ein erster Blick auf das Fehlverhalten von Kindern und Älteren bei Radfahrunfällen (vgl. Bild 6) zeigt, dass nach Angaben des statistischen Bundesamts bei älteren Radfahrern (55 Jahre und älter) deutlich

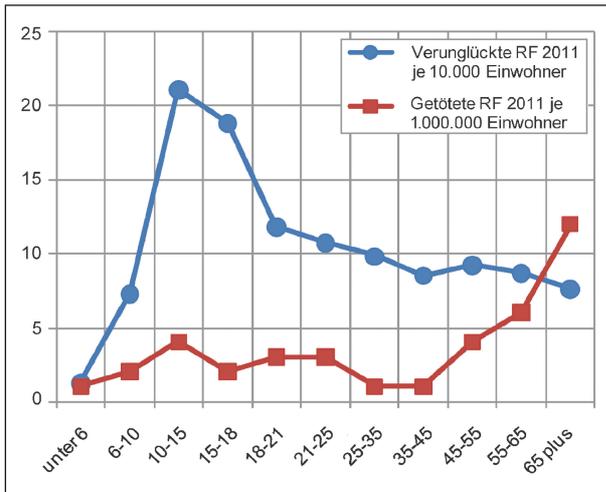


Bild 5: Anzahl der verunglückten Radfahrer je 10.000 Einwohner und Anzahl der getöteten Radfahrer je 1.000.000 Einwohner derselben Altersgruppe

seltener ein Fehlverhalten festgestellt wird, bei Kindern (unter 15 Jahre) hingegen wesentlich häufiger als bei der mittleren Altersgruppe. Die einzige bei älteren Radfahrern überdurchschnittlich häufiger vertretene Fehlerkategorie lautet „Andere Fehler beim Fahrzeugführer“. Bei Radfahrern von Kindern wird vergleichsweise selten „Alkohol“ und „Verkehrstüchtigkeit“ als Fehlverhalten festgestellt. Häufig sind Fehler bei „Vorfahrt/Vorrang“ und vor allem bei der Mischkategorie „Abbiegen/Wenden/Rückwärtsfahren/Ein- und Anfahren“. Eine genauere Differenzierung wäre hier wünschenswert. Wie in Kapitel 2.1 bereits aufgeführt, liefert die Statistik wenig Aufschluss über die den Unfällen vorausgehenden Fehlermechanismen.

In den Kapiteln 2.4.1 und 2.4.2 wird auf die vor allem wahrnehmungsbezogenen, verkehrsrelevanten

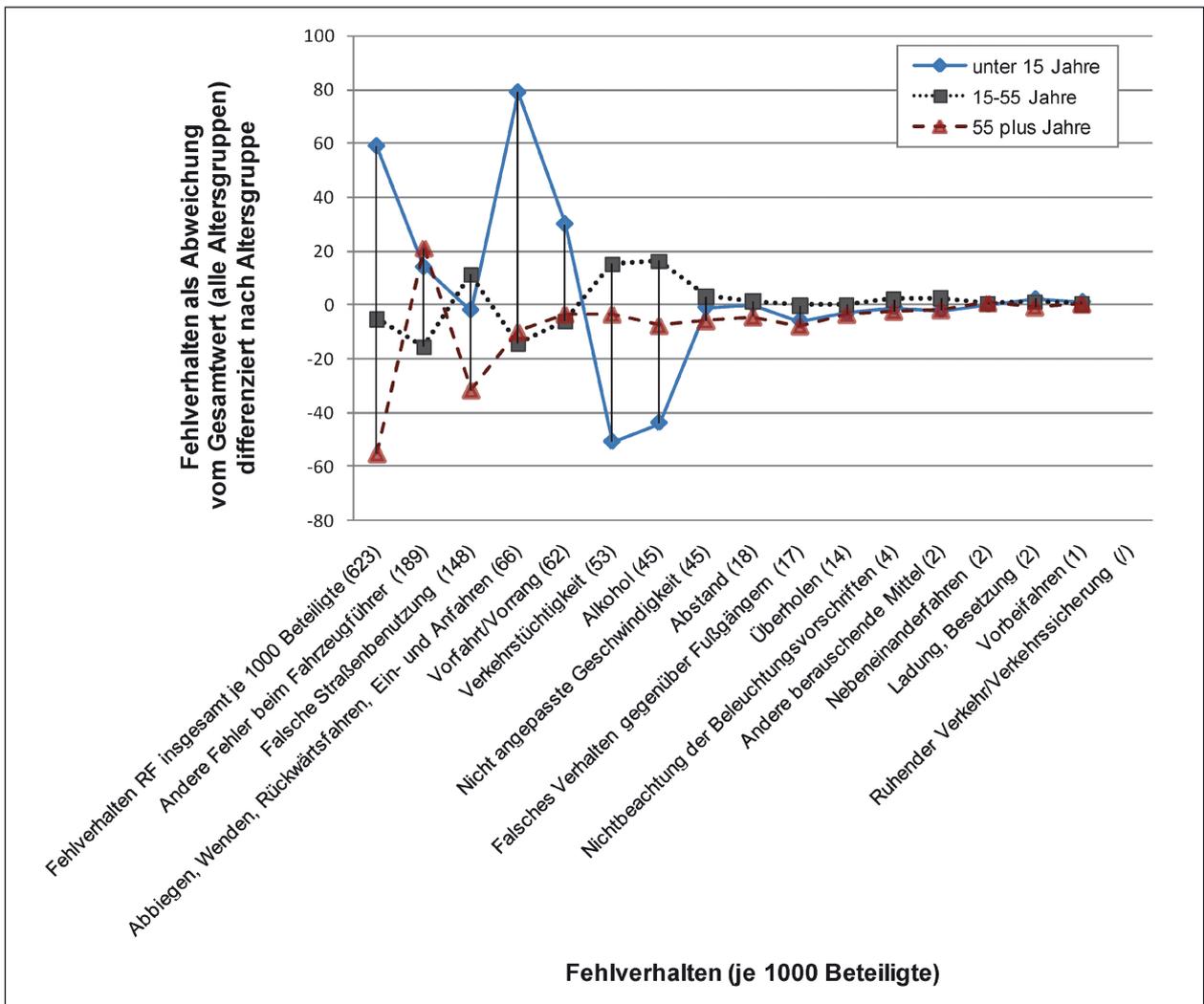


Bild 6: Fehlverhalten der Radfahrer für die drei Altersgruppen 1) unter 15 Jahre, 2) 15-55 Jahre, 3) 55 Jahre und älter als Abweichung vom Gesamtwert über alle Altersgruppen (anteilig gewichtet). Positive Werte bedeuten, dass ein Fehlverhalten häufiger, negative, dass es seltener auftritt im Vergleich zum Gesamtwert (entspricht dem Wert 0). Statistisches Bundesamt, 2012

ten Einschränkungen von Kindern und Älteren eingegangen.

2.4.1 Kinder als Radfahrer

Relevante visuelle und akustische Informationen werden von Kindern oft nicht oder nicht angemessen beachtet, integriert oder interpretiert. Je nach Alter der Kinder sind die zur sicheren Verkehrsteilnahme notwendigen wahrnehmungsbezogenen, kognitiven und motorischen Fähigkeiten nicht genügend ausgeprägt. Bei den Altersangaben der nachfolgend berichteten Einschränkungen handelt es sich selbstverständlich um Durchschnittswerte mit teils beträchtlichen interindividuellen Streuungen.

Einschränkungen bei der Wahrnehmung visueller und akustischer Informationen

- Die geringe Körpergröße von Kindern schränkt ihr Sichtfeld erheblich ein.
- Auch sind Kinder in ihrem peripheren Sehen eingeschränkt. Nahende Fahrzeuge befinden sich somit länger außerhalb des Blickfeldes. (LIMBOURG, 1995, zitiert nach SIGL & WEBER, 2002).
- Mangelndes Tiefensehen führt zu einer Fehleinschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeiten. Erst mit ca. sechs Jahren werden Entfernungen und mit ca. zehn Jahren Geschwindigkeiten weitgehend korrekt eingeschätzt (LIMBOURG, 1997). ZWAHLEN (1975) zeigt, dass die Entfernungsschätzung bei 6- bis 13-jährigen Kindern im Mittel mit denen Erwachsener vergleichbar, doch mit einer ungleich höheren Schätzunsicherheit (doppelte Varianz) behaftet ist.
- Jüngere Kinder greifen bei der Wahrnehmung des Verkehrs nur auf visuelle Informationen zurück (van der MOLEN, 1982; zitiert nach VINJE 1981). Die Relevanz akustischer Informationen wird nach PFEFFER & BARNECUTT (1996) erst ab einem Alter von acht Jahren realisiert.
- Bei der akustischen Detektion von Fahrzeugen (Richtung, Dauer bis Ankunft) schneiden jüngere Kinder (sechs bis sieben Jahre) schlechter ab als ältere (acht bis neun Jahre), die wiederum Erwachsenen unterlegen sind (BARTON, LEW,

KOVESDI, COTTRELL & ULRICH, 2013). Gerade sehr junge Kinder (fünfjährige) zeigen im Vergleich zu acht- bis neunjährigen Kindern besondere Probleme bei der Interpretation von Fahrzeuggeräuschen wie z. B. bei der Unterscheidung von sich nähernden und sich entfernenden Fahrzeugen (PFEFFER & BARNECUTT, 1996). Erst mit dem Schulalter können Geräuschquellen, die von (schräg) hinten oder (schräg) vorne kommen, zuverlässig lokalisiert werden (LIMBOURG, 1995, zitiert nach SIGL & WEBER, 2002).

Einschränkungen bei Aufmerksamkeit, Perspektivübernahme, Gefahrenbewusstsein

- Insbesondere jüngere Kinder (jünger als sieben oder acht Jahre) zeigen eine weniger effiziente visuelle Suche und sind seltener in der Lage, ablenkende Informationen zu ignorieren (BARTON, 2006).
- Die visuelle und akustische Wahrnehmung arbeitet bei Kindern stärker interesse- statt gefahrengeleitet. Die Aufmerksamkeit wird dorthin gelenkt, wo starke Reize vorliegen. Erst ab acht Jahren ist die Konzentration über längere Zeit gegeben, doch erst mit 14 Jahren voll entwickelt (LIMBOURG, 1997). PRESTON (1980) berichtet, dass zu den bei Kindern am häufigsten berichteten Unfallursachen „not concentrating“ angegeben wird.
- Bei jüngeren Kindern kommt es bei der Bewältigung von Mehrfachaufgaben zu erheblichen Leistungseinbußen. Fünfjährige zeigen im Vergleich zu Zwölfjährigen größere Probleme, ihre Aufmerksamkeit auf zwei (eine visuelle und eine motorische) Aufgaben zu verteilen (COOTE, 1976).
- Bis zum Alter von sieben bis neun Jahren sind Kinder nicht in der Lage, sich in die Perspektive eines anderen Verkehrsteilnehmers hineinzuversetzen, statt dessen dominiert eine egozentrisch geprägte Sicht („wenn ich ihn sehe, sieht er mich auch“) auf die Verkehrsumwelt (GÜNTHER & LIMBOURG, 1977).
- Vorausschauendes Gefahrenbewusstsein wird erst mit ca. acht Jahren erreicht, und das präventive Einleiten von Maßnahmen zur Gefahrenverringerung nicht vor neun bis zehn Jahren (LIMBOURG, 1997).

Bewältigung der Radfahraufgabe

- Die zur Bewältigung der Radfahraufgabe benötigten motorischen Ressourcen sind bei Kindern noch nicht (voll) automatisiert (z. B. Balance halten, Geschwindigkeit regulieren). Die dafür nötigen kognitiven Ressourcen fehlen dann bei zusätzlichen Aufgaben, wie z. B. der Reaktion auf akustische Reize (WIERDA & BROOKHUIS, 1991). Erst ab neun bis zehn Jahren sind die motorischen Fähigkeiten genügend ausgeprägt.
- In einer Radfahrsimulation wurde die Entscheidung für Verkehrslücken von Erwachsenen und Kindern (zehn bis zwölf Jahre) verglichen. Kinder wie Erwachsene wählten vergleichbare Zeitlücken, doch ließen Kinder weniger Raum zwischen sich und den nahenden Fahrzeugen, da sie später starteten und länger für die Überquerung der Kreuzung benötigten. Die Autoren führen dies auch auf die fehlende Passung zwischen Wahrnehmung und Selbsteinschätzung ihrer tatsächlichen Fähigkeiten zurück (PLUMERT, KEARNEY & CREMER, 2004). Mit steigender Erfahrung, wie z. B. mehrfaches Überqueren von Kreuzungen mit hohem Verkehrsaufkommen (PLUMERT, KEARNEY, CREMER, RECKER & STRUTT, 2011), lässt sich das Entscheidungsverhalten von Kindern verbessern.

LIMBOURG (1997) schließt ihre Übersicht zum Verhalten von Kindern im Straßenverkehr mit folgenden Worten: „Das Verhalten von Kindern als Radfahrer ist bis zum Alter von ca. acht Jahren so defizitär, dass eine Teilnahme am Straßenverkehr nicht zu empfehlen ist. [...] Kinder werden erst mit [...] ca. 13 bis 15 Jahren zu Radfahrern, die in der Lage sind, die Anforderungen des Straßenverkehrs zu bewältigen“. In der Tat geht bei Radfahrunfällen von Kindern (< 15 Jahren) mit Personenschaden deutlich häufiger ein Fehlverhalten der Kinder (im Vergleich zu mittleren und höheren Altersgruppe, vgl. Bild 6) voraus. Dabei gilt: Je jünger bzw. je geringer die (wahrnehmungsseitigen, motorischen und/oder kognitiven) Fähigkeiten, desto höher das Unfallrisiko. So zeigt eine Befragung von Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 5 und 17 Jahren ein fünffach höheres Risiko für Fahrzeug-Fußgänger bzw. Fahrzeug-Fahrrad-Kollisionen bei vorhandenem körperlichem oder geistigem Handicap (im Vergleich: kein Handicap) auf (XIANG, ZHU, SINCLAIR, STALLONES & WILKINS III, 2006). Laut HANSEN, EIDE, OMENAAS, ENGESAETER & VISTE (2005) sank die berichtete Zweijahresun-

fallrate von 17,4 % für Kinder, die im Alter zwischen drei und fünf mit dem Radfahren begannen, auf 10,1 % für sechs- bis siebenjährige Radfahreranfänger. Das Risiko einer Verletzung während der ersten zwölf Monate des Radfahrens wird reduziert – so die Autoren – wenn Kinder erst im Alter von sieben oder acht statt vier oder fünf mit dem Radfahren beginnen.

2.4.2 Ältere Radfahrer

Auch mit höherem Alter treten wahrnehmungsbezogene, motorische und kognitive Beeinträchtigungen zunehmend häufiger auf. So leiden etwa ein Drittel aller Personen über 65 Jahre an einer allgemeinen Verschlechterung der kognitiven Leistung (FREUND & SMITH 2011). Defizite bestehen insbesondere in den Bereichen Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung, exekutive Funktionen und der Bewältigung von Mehrfachaufgaben (STEFFENS, PFEIFFER & SCHREIBER, 1999; EMSBACH & FRIEDEL, 1999; FREUND & SMITH, 2011).

Infolge eingeschränkter Muskelkraft und Beweglichkeit klagen ältere Radfahrer über Probleme bei Kopfdrehungen (48 %). Zum Vergleich: „nur“ 24 % der 60- bis 90-jährigen Radfahrer berichten auch Beeinträchtigungen beim Radfahren durch nachlassendes Sehvermögen, und „nur“ 15 % durch nachlassendes Hörvermögen (HAGEMEISTER & TEGENKLEBINGAT, 2012). Nach Angaben des Robert-Koch-Instituts stellt man bei jedem dritten über 65-Jährigen mindestens leichte, wenn nicht schwerwiegendere funktionelle Hör- und/oder Sehprobleme fest (LANGE, 2011). Bekannt sind folgende altersbezogene Wahrnehmungseinschränkungen:

- Die Wahrnehmung hoher und leiser Signale und das Richtungshören werden schlechter (ELLINGHAUS, SCHLAG & STEINBRECHER, 1990).
- Die Sehschärfe nimmt ab, und die Blendempfindlichkeit zu. Die Anpassung an wechselnde Lichtverhältnisse wird erschwert, und die Fokussierung von Objekten langsamer (ELLINGHAUS et al., 1990).
- Die periphere Sicht ist eingeschränkt und damit wird das UFOV („useful field of view“) schmaler. Während die Detektion fovealer Reize bei Älteren und Jüngeren in etwa vergleichbar ist, nimmt die Detektionsleistung Älterer bei in der Peripherie dargebotenen Reizen merklich

ab (ROGÉ & PÉBAYLE 2009; ROGÉ, PÉBAYLE, LAMBILLIOTTE, SPITZENSTETTER, GISELBRECHT & MUZET, 2004).

- Mit steigendem Alter weisen krankheitsbedingte Seh- und Hörbeeinträchtigungen eine zunehmend höhere Prävalenz auf und können mögliche altersbedingte Defizite überlagern und verstärken (vgl. Kapitel 2.3.5).

Werden diese Wahrnehmungseinschränkungen nicht korrigiert, zeigen sich mittlere ($r = -.24$ bei Wahl nicht vertrauter Routen bei Sehproblemen) bis hohe ($r = -.47$ bei Nichteinschalten des Hörgeräts) Korrelationen zu berichteten Unfällen (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2012).

Mit selbstberichteten gesundheitlichen Problemen nehmen dann Unsicherheits- und Überforderungsgefühle zu. Daher werden (subjektiv) gefährliche Situationen wie unbekannte Strecken, verkehrsreiche Straßen, und Fahrten bei Dunkelheit zunehmend vermieden. Auch wird das Fahrverhalten kompensatorisch angepasst. Sie fahren meist deutlich langsamer und orientieren sich häufiger und gründlicher im Verkehr als jüngere Radfahrer (STEFFENS et al., 1999).

Bei verunfallten älteren Radfahrern wird deutlich seltener ein Fehlverhalten festgestellt als bei jüngeren Radfahrern (vgl. Bild 6). Dennoch nimmt mit höherem Alter das Unfallrisiko deutlich zu. Nach GAJEWSKI et al. (2010) sind Unfälle mit Radfahrern im Alter von 70 Jahren und älter häufiger als bei 65-69 Jahre alten Radfahrern. Die meisten Unfälle von Radfahrern über 65 Jahre ereignen sich wie bei jüngeren Radfahrern auch beim Kreuzen oder Einbiegen (Unfalltyp 3). An zweiter Stelle folgen bei Älteren jedoch nicht die Abbiegeunfälle (Unfalltyp 2, vgl. KOLREP-ROMETSCH et al., 2013), sondern die Fahrtenfälle (Unfalltyp 1) als Folge – so die Autoren – von psychomotorischen Kontrollverlusten (GAJEWSKI et al., 2010). Inwiefern hier fehlerhafte Wahrnehmungsmechanismen die Unfälle mit begünstigen, wird die in Kapitel 3 berichtete Analyse der Unfalldaten zeigen.

3 Analyse der Radverkehrsunfälle

Über Art und Ursache der Wahrnehmungsfehler von Radfahrern, die zu Unfällen im Straßenverkehr führen, ist bislang wenig bekannt. Eine Analyse von

Radfahrern soll daher folgende Fragen beantworten:

- Wie viele Radverkehrsunfälle lassen sich (zumindest teilweise) auf Wahrnehmungsfehler zurückführen?
- Welche visuellen und/oder akustischen Wahrnehmungsfehler treten auf?
- Unter welchen Bedingungen (vgl. Bild 3) treten Wahrnehmungsfehler besonders häufig auf?

Als Wahrnehmungsfehler wurde die fehlerhafte, verspätete oder ausbleibende visuelle und/oder akustische Wahrnehmung wichtiger Informationen in der Verkehrsumwelt definiert. Dazu gehören gleichermaßen Fehler, bei denen die

- relevante Information objektiv nicht wahrnehmbar ist (weil sie durch andere Objekte, Verkehrsteilnehmer, widrige Sichtbedingungen etc. verdeckt wird), oder die
- relevante Information objektiv wahrnehmbar ist, doch aus verschiedensten Gründen (schlechtes Sehvermögen, Unaufmerksamkeit, ...) nicht wahrgenommen wird.

3.1 Vorgehen

Die Durchführung der Unfallanalyse gliederte sich in folgende Arbeitsschritte:

- Auswahl der Unfalldatenbank: Polizeiliche Verkehrsunfallanzeigen oder GIDAS (German In-Depth Accident Study),
- Auswahl der Variablen, die Umwelt- und Fahrermerkmale mit möglichem Bezug zu Wahrnehmungsfehlern abbilden, aus GIDAS (Liste im Anhang),
- Definition der Stichprobe (Radfahrer als Haupt- bzw. Alleinverursacher des Unfalls), die zur weiteren deskriptiven und statistischen Analyse herangezogen wird (Kapitel 3.2),
- Kategorisierung der Wahrnehmungsfehler aus den Unfallhergangsbeschreibungen (Kapitel 3.3, Bild 8) und der Ursachen für die Verdeckung relevanter Informationen (Fehler beim Informationszugang aufgrund von Objekten/Verkehrsteilnehmern/Umweltbedingungen),
- explorative Analyse, um zu prüfen, ob sich ein Zusammenhang von Umwelt, Fahrzustand

und -eigenschaften zu Wahrnehmungsfehlern aufzeigen lässt (Kapitel 3.4, 3.5 und 3.6).

GIDAS kombiniert Erhebungen am Unfallort mit Rekonstruktion des Unfallhergangs und bietet eine detaillierte Erfassung von ca. 3.000 codierten Parametern zur Beschreibung des Unfallgeschehens und der Randbedingungen in der Verkehrsumwelt, am Fahrzeug und bei allen Unfallbeteiligten. Bei der Auswahl der Unfalldatenbank wurde GIDAS den polizeilichen Verkehrsunfallanzeigen aus folgenden Gründen vorgezogen:

- GIDAS bietet Informationen zu Fahrereigenschaften, die im vorliegenden Projekt von größtem Interesse waren, z. B. zu vorliegenden Seh- oder Hörerkrankungen.
- GIDAS folgt einem standardisierten Erhebungsprotokoll, sodass dieselben Merkmale bei allen Unfällen in gleicher Weise erhoben wurden. Davon ist bei Verkehrsunfallanzeigen nicht auszugehen.

Leider bietet GIDAS keine Informationen zur Kategorisierung der Unfallursachen nach den Fehlermechanismen (Wahrnehmungsfehler vs. Bewertungsfehler vs. Handlungsfehler etc., vgl. Bild 2). Studien, die diese Aussagen liefern, beruhen auf Zusatzerhebungen am Unfallort, die nicht in den der BAST vorliegenden GIDAS-Datensatz eingespeist werden. Im vorliegenden Projekt konnte man daher nicht auf bestehende Angaben zu Fehlern bei der Wahrnehmung, Informationsverarbeitung oder Handlungsausführung zurückgreifen, sondern musste sie auf Basis der oft knapp gehaltenen Unfallhergangsbeschreibung nachträglich kategorisieren.

3.2 Datenkollektiv

Bild 3 bietet einen Überblick über die interessierenden Umwelt- und Fahrermerkmale, die im Zusammenhang mit einer (fehlerhaften) Wahrnehmung der Radfahrer stehen könnten. Die zur nachfolgenden Analyse verwendeten Umwelt- und Fahrermerkmale aus GIDAS sind samt Kurzbeschreibung und Angaben zur Aggregation von Variablen und/oder Kategorien im Anhang aufgeführt.

Die für das vorliegende Projekt wesentlichste Information – Vorliegen und Art von Wahrnehmungsfehlern – stammt aus der Analyse der Unfallhergangsbeschreibung. Bei Sichtung der 3.088 Unfälle mit

Radfahrerbeteiligung (Jahre 2006 bis 2010) zeigte sich, dass Fehler seitens der Radfahrer nur dann in der Hergangsbeschreibung aufgeführt sind, wenn die Radfahrer die Haupt- oder Alleinschuld tragen. Daher konnten für die nachfolgende Analyse lediglich Unfälle herangezogen werden,

- in denen dem Radfahrer die Haupt- oder Alleinschuld zugesprochen wurde,
- und in denen die Unfallhergangsbeschreibung nicht widersprüchlich oder unverständlich war.

Damit verbleiben 1.232 Fälle für die nachfolgenden Analysen. Diese Analytestichprobe unterscheidet sich in ihrer Unfallverteilung nach Ortslage, Alter und Geschlecht der Radfahrer nicht substantiell von der Gesamtstichprobe mit N = 3.088 (Tabelle 2).

Dahingegen ist ein Verschulden der Radfahrer (Analysestichprobe) bei Fahrnfällen wesentlich häufiger und bei Kreuzungssituationen etwas seltener (AB und EK, vgl. Bild 7). Pkw-Fahrer sind als Unfallgegner in der Analytestichprobe mit 42 % seltener vertreten als in der Gesamtstichprobe (64 %),

| | | Gesamtstichprobe | Analysestichprobe |
|-------------------|-----------|------------------|-------------------|
| Ortslage | innerorts | 95,5 % | 94,2 % |
| | außerorts | 4,5 % | 5,8 % |
| Geschlecht | m | 60,6 % | 66,3 % |
| | w | 39,4 % | 33,7 % |
| Alter (in Jahren) | < 15 | 9,1 % | 13,5 % |
| | 15-55 | 65,4 % | 60,6 % |
| | > 55 | 25,5 % | 25,9 % |

Tab. 2: Abgleich von Analyse- und Gesamtstichprobe

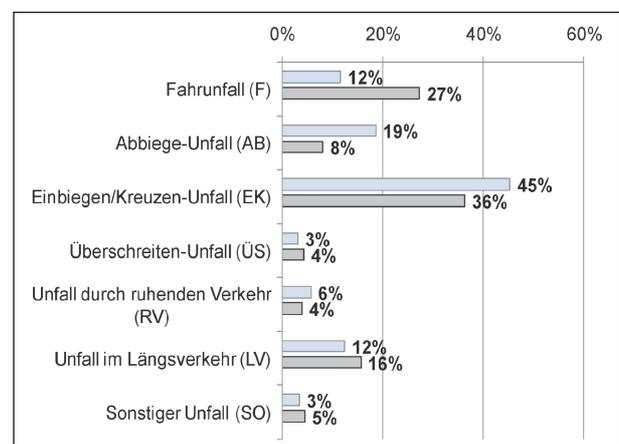


Bild 7: Häufigkeit der Unfalltypen in Gesamtstichprobe (blau) und Analytestichprobe (grau)

während der Anteil an Alleinunfällen (angesichts des Selektionskriteriums wenig überraschend) von 12 % auf 27 % steigt.

3.3 Wahrnehmungsfehler

Unter Wahrnehmungsfehlern verstehen wir die fehlerhafte, verspätete oder ausbleibende visuelle und/oder akustische Wahrnehmung wichtiger Informationen in der Verkehrsumwelt. Dabei unterscheiden wir

- Fehler beim Informationszugang, bei denen die relevante Information objektiv nicht wahrnehmbar ist (weil sie durch Objekte, Verkehrsteilnehmer, widrige Sichtbedingungen etc. verdeckt wird),
- Fehler bei der Informationsaufnahme, bei denen die relevante Information objektiv wahrnehmbar ist, doch aus verschiedensten Gründen (schlechtes Sehvermögen, Unaufmerksamkeit etc.) nicht wahrgenommen wird.

3.3.1 Häufigkeit von Wahrnehmungsfehlern

In 27,8 % der 1232 analysierten Unfälle wurden Wahrnehmungsfehler in der Hergangsbeschreibung berichtet. Dabei handelte es sich in

- 5,4 % der Fälle um einen eingeschränkten Informationszugang sowie in
- 22,4 % um Fehler bei der Informationsaufnahme.

Einige Beispiele aus Unfallhergangsbeschreibungen zur Verdeutlichung:

- „Jedoch übersah sie, aufgrund schlechter Sichtverhältnisse (sehr hohes Gebüsch) den Bet. 2“ (Informationszugang).
- „An dieser Kreuzung wurde das Kind durch die Sonne geblendet, wodurch es nicht erkannte dass die Ampel rot zeigt“ (Informationszugang).
- „Dabei übersah sie den von links kommenden Roller“ (Informationsaufnahme).
- „Hierbei achtete er nicht auf den hinter ihm fahrenden Bet. 2“ (Informationsaufnahme).
- „Radfahrer sieht an Straßenbahnübergang Straßenbahn zu spät um rechtzeitig bremsen zu können“ (Informationsaufnahme).

3.3.2 Fehler bei der Informationsaufnahme

Ziel war es, verschiedene Typen von Fehlern bei der Informationsaufnahme zu unterscheiden. Dazu wurden aus den Unfallhergangsbeschreibungen die dort genannten Fehlermechanismen herausgearbeitet. Die Häufigkeit der identifizierten Fehlermechanismen zeigt Bild 8.

Demzufolge werden Fehler infolge von mangelnder Aufmerksamkeit und durch Übersehen (ohne nähere Angabe der Gründe) mit je 38 % am häufigsten berichtet, weit vor einer fehlerhaften Aufmerksamkeitsausrichtung (Blick auf Reklame, andere Verkehrsteilnehmern, Fahrbahn, Fahrradkette, Armbanduhr etc.) mit 13 %. Der bei Kfz-Fahrern nicht selten genannte (doch z. T. als Schutzbehauptung zu interpretierende) Looked-but-failed-to-see-Fehler wird nur in einer einzigen Unfallbeschreibung aufgeführt. In keiner Unfallhergangsbeschreibung wurden akustische Wahrnehmungsfehler (überhören, nicht hinhören, ...) berichtet.

Es ist davon auszugehen, dass die in der Hergangsbeschreibung identifizierten Fehlermechanismen eher die interviewereigene Wortwahl widerspiegeln, als den explizit erfragten Fehlermechanismus. Daher ist diese Einteilung mit Vorsicht zu interpretieren und wird auch in den nachfolgenden Analysen nicht weitergeführt.

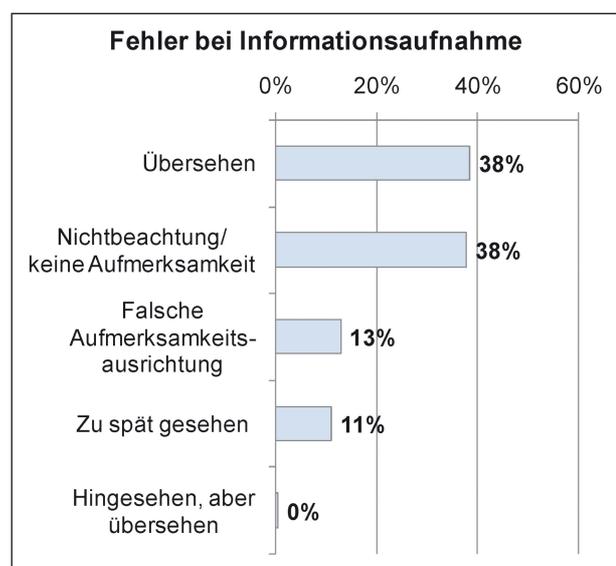


Bild 8: Typen von Wahrnehmungsfehlern nach Beschreibung des Unfallhergangs

3.3.3 Wer/was wird nicht (richtig) wahrgenommen?

Bei den 342 (27,8 %) identifizierten Wahrnehmungsfehlern wurden in neun von zehn Fällen andere Verkehrsteilnehmer nicht (richtig) wahrgenommen (Tabelle 3). Am häufigsten werden Kraftfahrzeuge, am seltensten Kradfahrer genannt. Darin spiegelt sich vor allem die generelle Häufigkeit der jeweiligen Verkehrsteilnehmer wider. Eine anteilige Übersicht der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit vom Unfallgegner bietet Tabelle 3.

Bei den in 9 % der Fälle nicht (richtig) wahrgenommenen Objekten handelt es sich um verschiedenste Objekte wie z. B. Haltestellen, Parkuhren, Laternenmasten, Poller, Leitpfähle, Mauern. Kein Objekt sticht durch eine besonders häufige Nennung hervor.

3.3.4 Andere Fehlertypen

Auch bei den 72 % der verbleibenden Unfälle ohne (berichteten) Wahrnehmungsfehler wurden die Fehler des haupt-/alleinschuldigen Radfahrers kategorisiert. Die ursprünglich intendierte Einteilung in Fehler bei der Informationsverarbeitung vs. Fehler bei der Handlungsausführung konnte nicht aufrecht erhalten werden, da die unzureichenden Angaben aus den Hergangsbeschreibungen oft keine Einteilung ermöglichte. Beispiele dafür:

- „Bet. 01 kollidierte mit Bet. 02“,
- „Beim Abbiegen stürzte der Bet.01“.

Daher wurde während der Analyse der Hergangsbeschreibung eine Ursachenliste erstellt und iterativ überarbeitet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 4.

Nur selten wird mehr als ein Fehler/Fehlverhalten in der Unfallhergangsbeschreibung genannt (in 7,6 % der 890 Fälle). In 62 % der Fälle ist dies „falsche Flächennutzung“. Diese weiteren Ursachen werden in den nachfolgenden Analysen nicht weiter berücksichtigt.

Fehler bei der Informationsverarbeitung (Fehleinschätzung der Situation oder des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer) werden mit 2,5 % nur sehr selten berichtet. Dies dürfte Folge der nicht differenzierten Erfragung und Beschreibung der zugrundeliegenden Fehlermechanismen sein. Eine Studie, die diese Information gezielt erfragen, gibt weit aus höhere Anteile an (vgl. Bild 2, OTTE et al., 2012).

| | |
|-------------------------------|--------|
| Verkehrsteilnehmer (o. n. A.) | 8,2 % |
| Kfz-Fahrer | 55,6 % |
| Radfahrer | 20,5 % |
| Fußgänger | 5,3 % |
| Kradfahrer | 1,5 % |
| Objekte | 9,1 % |

Tab. 3: Häufigkeit der Nicht-/Fehl Wahrnehmung von Verkehrsteilnehmern und Objekten

| | |
|---|--------|
| Wahrnehmungsfehler | 27,8 % |
| Fehler bei der Informationsverarbeitung | 2,5 % |
| Handlungsfehler insgesamt, davon <ul style="list-style-type: none"> • falsche Flächennutzung (42,4 %) • Fehler beim Ausweichen/Reagieren (13,3 %) • Fehler beim Überholen bzw. seitliches Ausscheren (je 9,4 %) • Überbremsen (7,8 %) • nicht angepasste Geschwindigkeit (5,5 %) | 25,2 % |
| Missachtete Vorfahrt (o. n. A.) | 5,0 % |
| Rotlichtverstoß (o. n. A.) | 4,0 % |
| Sturz (o. n. A., Fahrbahnbeschaffenheit, gesundheitliche Probleme) | 15,8 % |
| Kollision | 13,0 % |
| Substanzeinnahme | 4,7 % |
| Technische Mängel | 2,2 % |

Tab. 4: Nicht wahrnehmungsbezogene Fehlertypen mit N = 890. Angaben in % beziehen sich auf Analysestichprobe mit N = 1.232

Auf die ursprünglich intendierte Gegenüberstellung von Fehlern bei Informationsaufnahme vs. Informationsverarbeitung vs. Handlungsausführung wurde daher verzichtet. Alle nachfolgenden Analysen unterscheiden nur noch zwischen Wahrnehmungsfehlern einerseits und nicht wahrnehmungsbezogenen Fehlern andererseits.

3.3.5 Verletzungsschwere bei Wahrnehmungsfehlern

Die Verletzungsschwere ist bei Unfällen mit berichteten Wahrnehmungsfehlern von Radfahrern etwas geringer als bei Unfällen anderer Ursache (Bild 9).

Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Unfallhergangsbeschreibungen bei Unfällen mit Getöteten und Schwerverletzten (immer bzw. oft) auf den

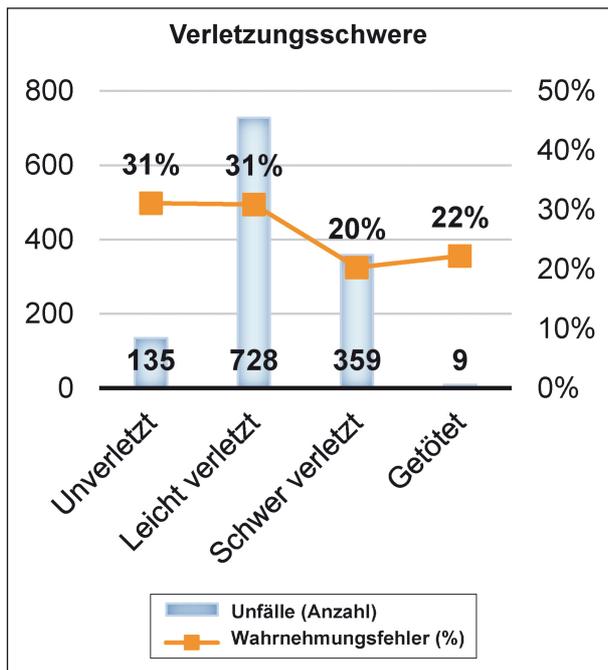


Bild 9: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler je Verletzungsschwere

Aussagen von Dritten beruhen, sodass Wahrnehmungsfehler unerkannt bleiben.

3.3.6 Wahrnehmungsbeeinflussende Faktoren

Ziel der Unfallanalyse ist es, neben Informationen zu Art und Häufigkeit der Wahrnehmungsfehler auch Aussagen über den Zusammenhang zwischen Wahrnehmungsfehlern und wahrnehmungsbeeinflussenden Faktoren zu treffen. Hier wurde unterschieden zwischen Umweltmerkmalen und Fahrermerkmalen (Fahrerzustand und Fahreigenschaften). Eine Übersicht über diese Faktoren bietet Bild 3.

Die zur Analyse (Kapitel 3.4 bis 3.6) herangezogenen Umwelt- und Fahrermerkmale wurden dem GIDAS-Datensatz entnommen. Mitunter wurden Variablen(stufen) aggregiert, um höhere Fallzahlen zu erreichen oder fehlende Werte (z. B. Blut- vs. Atemalkohol) zu ersetzen. Im Anhang sind die in die Unfallanalyse einbezogenen Variablen samt Angaben zur Aggregation der Variablen bzw. Kategorien der Variablen genannt.

Der Zusammenhang von den in GIDAS Umwelt- und Fahrermerkmalen zu den in der Unfallhergangsbeschreibung berichteten Wahrnehmungsfehlern wird explorativ geprüft. Dabei wird verglichen, ob der Anteil an Wahrnehmungsfehlern im Vergleich zu allen anderen nicht wahrnehmungs-

bezogenen Fehlern unter bestimmten Bedingungen steigt. Dazu werden separate Chi-Quadrat-Tests ohne Anpassung des Signifikanzniveaus durchgeführt. Ziel ist es, die Merkmale zu identifizieren, bei denen Wahrnehmungsfehler signifikant häufiger auftreten.

3.4 Verkehrsumwelt

Ziel der nachfolgend berichteten Analysen ist die Beantwortung zweier Fragen:

1. Was schränkt den Zugang zu relevanten Informationen ein?
2. Bei welchen Merkmalen der Verkehrsumwelt treten Wahrnehmungsfehler (Fehler beim Informationszugang und bei der Informationsaufnahme) besonders häufig auf?

3.4.1 Ursachen für nicht verfügbare Informationen im Verkehrsraum

In Kapitel 3.3.1 wurden zwei Arten von Wahrnehmungsfehlern unterschieden. Neben Fehlern bei der Informationsaufnahme (Übersehen, falsche Aufmerksamkeitsausrichtung, ...) wurden Wahrnehmungsfehler infolge eines eingeschränkten Informationszugangs in 5,4 % aller analysierten Unfälle festgestellt. In Tabelle 5 werden dessen Ursachen genannt.

In den meisten Fällen handelt es sich dabei um Objekte, die als fester Bestandteil des Verkehrsraums gelten. An zweiter Stelle folgen geparkte Fahrzeuge u. Ä. Nur in jeweils 10 % der Fälle mit Verdeckung oder Maskierung der relevanten Information wird die Verdeckung durch andere Verkehrsteilnehmer oder die schlechten Sichtbedingungen (Regen, Dunkelheit etc.) als Ursache angeführt.

3.4.2 Streckenmerkmale

41 % der analysierten Radfahrunfälle geschehen an Kreuzungen oder Einmündungen, in etwa so viele wie auf gerade Strecke (Bild 10). Die Wahrnehmungsfehler verteilen sich weitgehend gleichförmig über die verschiedenen Streckenmerkmale.

Während sie an Grundstückszufahrten und Einmündungen etwas häufiger auftreten als auf gerader Strecke, sind sie im Kurvenbereich (dort v. a. Stürze) selten (Cramer's V (4, N = 1.181) = .149, p = .000).

| | | |
|--|--|--------|
| Objekte | Permanent: z. B. Mauer, Hecke | 43,9 % |
| | nicht permanent: z. B. parkende Kfz, Container | 15,2 % |
| | am Fahrer: z. B. Kapuze, Regenschirm | 4,5 % |
| Verdeckung durch andere Verkehrsteilnehmer | | 10,6 % |
| Tageszeit, Witterung: z. B. Blendung, Dunkelheit, Regen, ... | | 9,1 % |

Tab. 5: Information nicht/eingeschränkt wahrnehmbar aus den aufgeführten Gründen. Keine (eindeutige) Nennung der Ursache in 16,7 % der Fälle mit N = 66

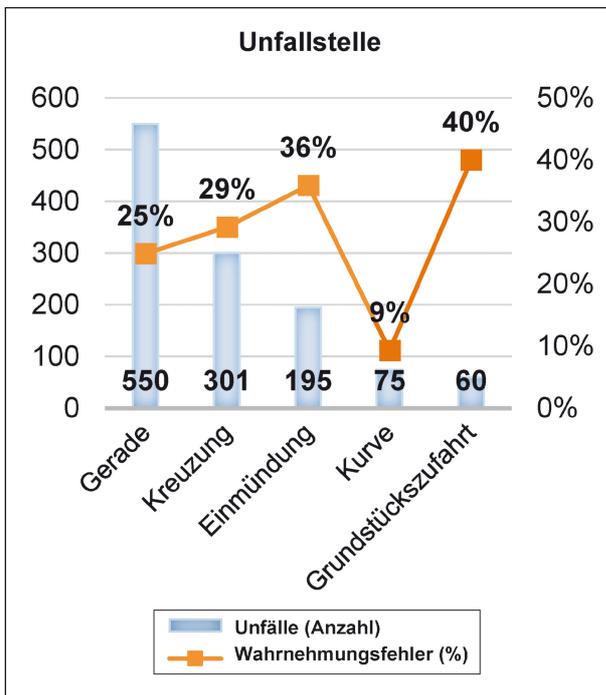


Bild 10: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit von den Streckenmerkmalen

Ob man die Unfallstelle kaum oder gar nicht kennt, oder ob man sie (fast) täglich befährt, macht keinen Unterschied für die Häufigkeit der Wahrnehmungsfehler (Cramer's V (1, N = 913) = .014, p = .666). Auch die zum Unfallzeitpunkt herrschende Verkehrsdichte zeigt keinen Zusammenhang zu Wahrnehmungsfehlern (Cramer's V (2, N = 1.209) = .023, p = .729).

3.4.3 Unfalltyp

Die Häufigkeit von Wahrnehmungsfehlern unterscheidet sich über die sieben Unfalltypen (Bild 11).

Am häufigsten (36 %) sind Einbiegen/Kreuzen-Unfälle. Bei vier von zehn Unfällen werden hier Wahrnehmungsfehler von Radfahrern berichtet. Hier ist in 84 % der Fälle ein Pkw der Unfallgegner. Bei den

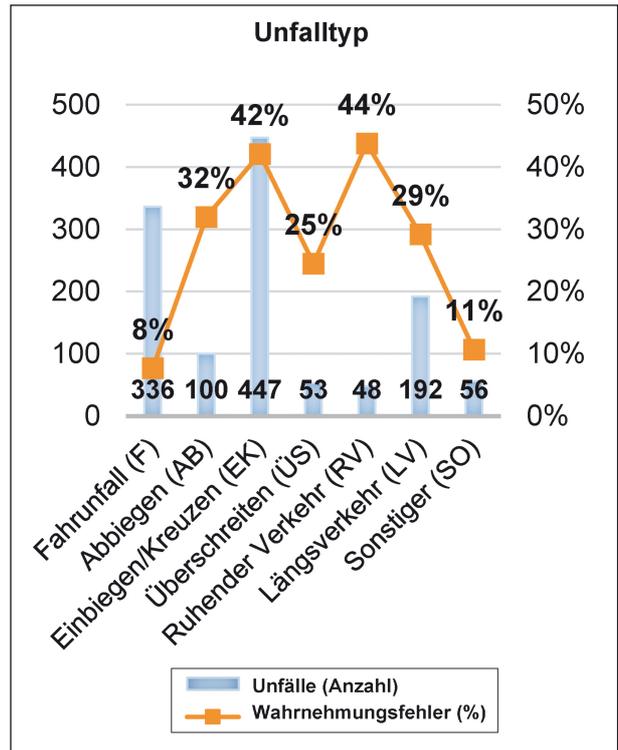


Bild 11: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit vom Unfalltyp

recht seltenen Unfälle durch ruhenden Verkehr hingegen ist es fast immer (92 %) ein Fußgänger. Da bei Fahrnfällen sehr häufig ein Sturz des Radfahrers ohne nähere Angaben berichtet wird, sind Wahrnehmungsfehler (8 %) vergleichsweise selten (Cramer's V (6, N = 1.232) = .323, p = .000).

3.4.4 Andere Verkehrsteilnehmer

Man würde vermuten, dass Wahrnehmungsfehler bei Unfällen dann häufiger auftreten, wenn der Unfallgegner schlechter wahrnehmbar ist. So gilt z. B. ein Kradfahrer (ebenso andere Radfahrer und Fußgänger) infolge der schmalen Silhouette als weniger auffällig als bspw. Kraftfahrzeuge. Auch Erwartungseffekte sprechen für eine geringere Auffälligkeit der selteneren Verkehrsteilnehmer. Bild 12 zeigt den Anteil der Unfälle und Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit vom Unfallgegner. Der vermutete Zusammenhang lässt sich nicht bestätigen. Bei jedem zweiten (mit 3 % recht seltenen) Unfall mit Bus/Tram wird ein Wahrnehmungsfehler berichtet, doch nur bei jedem vierten Fußgängerunfall. Wahrnehmungsfehler werden bei Alleinunfällen deutlich seltener berichtet (Cramer's V (6, N = 1.232) = .279, p = .000). Hier wird als Ursache meist nicht mehr als ein Sturz (oft ohne nähere Angabe) vermerkt.

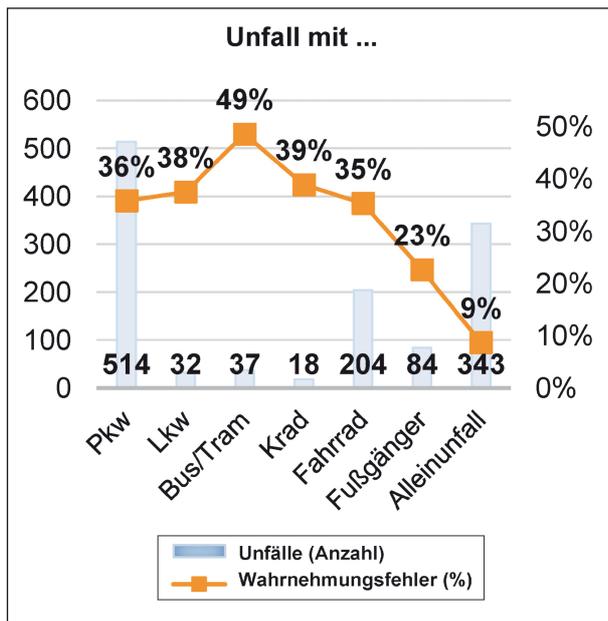


Bild 12: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler je Unfallgegner. Im Gegensatz zu Tabelle 5 (nur eingeschränkte Zugänglichkeit visueller Informationen) werden hier alle Wahrnehmungsfehler berücksichtigt

3.4.5 Sichtbedingungen

Bei schlechten Sichtbedingungen oder bei Dunkelheit wäre von einem Anstieg der Wahrnehmungsfehler auszugehen. Die folgenden Analysen sprechen jedoch dagegen.

Witterung

Bei den 5,7 % analysierten Radfahrurfälle bei Niederschlag (Regen, Hagel oder Schnee) oder Nebel wurden Wahrnehmungsfehler nicht häufiger berichtet als bei niederschlagsfreier Witterung (Cramer's V (1, N = 1.223) = .012, p = .677).

Tageszeit

12 % der analysierten Radfahrurfälle geschahen bei Nacht. Entgegen der Erwartungen traten Wahrnehmungsfehler nachts etwas seltener auf als bei Tage oder Dämmerung (Cramer's V (1, N = 1.232) = .063, p = .026, Bild 13). Auch sind Wahrnehmungsfehler infolge Übersehens (im Vergleich zu Nichtbeachtung/fehlender Aufmerksamkeit) bei Nacht nicht häufiger als bei Tage. Eine mögliche Erklärung für die selteneren Wahrnehmungsfehler bei Nacht wäre die höhere Auffälligkeit der Pkw (häufigster Unfallgegner) durch ihre Scheinwerfer.

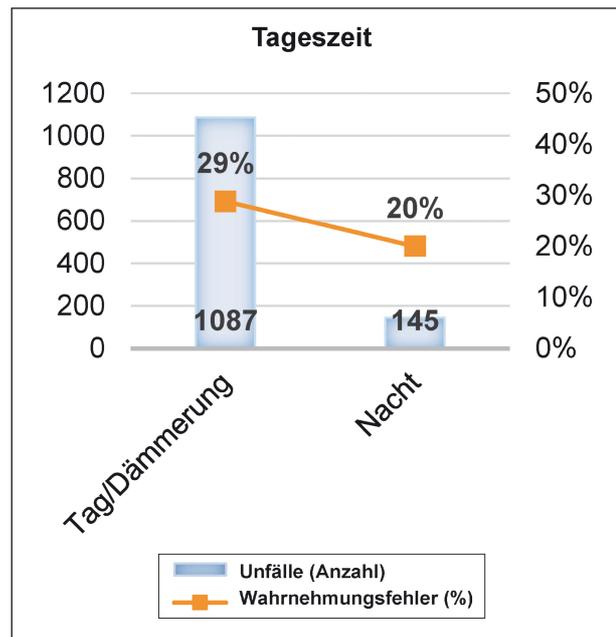


Bild 13: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler je Tageszeit

3.5 Fahrerzustand

Es steht zu vermuten, dass Beeinträchtigungen des Fahrerzustands zu Wahrnehmungsfehlern und Unfällen führen. Nachfolgend geprüft wird der Zusammenhang wahrnehmungsbeeinträchtigender Substanzen und verschiedener ablenkender Tätigkeiten zu Wahrnehmungsfehlern bei Radfahrurfällen.

3.5.1 Alkohol-, Drogen- und Medikamenteneinnahme

Bislang wurde der Einfluss von Alkohol, Drogen und Medikamenten auf die Wahrnehmungsleistung von Radfahrern nicht untersucht. Die nachfolgenden Analysen zeigen, dass sich auf Basis der vorliegenden Unfallanalyse diesbezüglich keine Aussagen treffen lassen. Dies ist nicht nur auf die geringe Fallzahl (Medikamente, Drogen), sondern vor allem auf mangelnde Zusatzinformationen in den Unfallhergangsbeschreibungen zurückzuführen.

Alkohol

In 6,9 % der analysierten Radfahrurfälle (3,1 % im Gesamtdatensatz) liegt der bei den Radfahrern gemessene Alkoholwert bei mind. 0,8 ‰. Wahrnehmungsfehler werden bei mind. 0,8 ‰ signifikant seltener berichtet als bei einem Promillewert < 0,8 ‰ (vgl. Bild 14, Cramer's V (1, N = 1.191) = .105, p = .000).

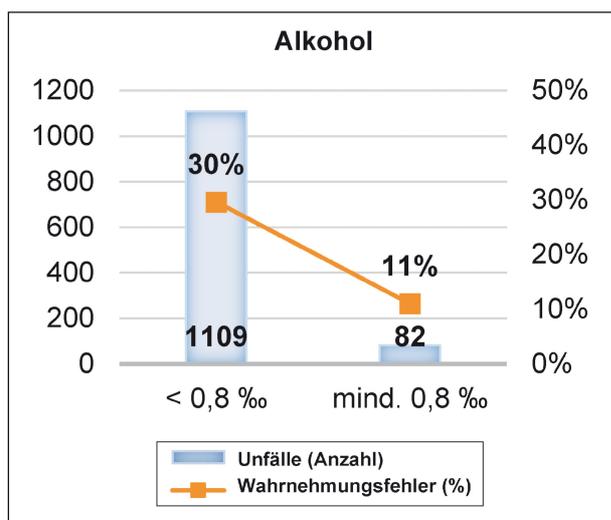


Bild 14: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler nach Alkoholkonsum

Nun ist kaum davon auszugehen, dass sich die Wahrnehmungsleistung bei Alkoholkonsum schlagartig verbessert. Sehr wahrscheinlich handelt es sich um ein Artefakt: Mehr als ein Fehler/Fehlverhalten wird in den Unfallhergangsbeschreibungen nur selten berichtet. Sobald Substanzgebrauch (Alkohol, Drogen) erwähnt wird, wird auf weitere Fehlermechanismen kaum eingegangen. Daher lassen sich auf Basis der vorliegenden Ergebnisse keine Aussagen zum Zusammenhang von Wahrnehmungsfehlern und Alkoholkonsum treffen.

Drogen- und Medikamenteneinnahme

Aufgrund der geringen Fallzahlen wird auf eine anteilige Übersicht der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit der Drogen- und Medikamenteneinnahme verzichtet. Bei letzterer wurden nur Medikamente betrachtet, bei denen man von substanzialen Beeinträchtigungen der Wahrnehmung und Kognition ausgeht:

- Bei 0,3 % der Radfahrer im Gesamtdatensatz (0,5 % der analysierten Unfälle) ist eine Einnahme von Drogen aufgeführt.
- Bei 0,3 % (Gesamtdatensatz) wurde der Gebrauch von Psychopharmaka (0,2 %), Antipsychotika (0,1 %) oder Sedativa (0 %) vom Patienten berichtet.

Bei der Medikamenteneinnahme ist die meistvergebene Medikamentenkategorie „unbekannt“ mit 13,9 %. Die am häufigsten genannten Medikamente sind:

- Antihypertensiva, d. h. blutdrucksenkende Mittel (5,3 %),
- Herzmittel (1,1 %),
- Antikoagulantia, d. h. Blutgerinnungshemmer (0,6 %).

Ein direkter kausaler Zusammenhang dieser Medikamente zu Wahrnehmungsfehlern ist unwahrscheinlich und wird hier nicht geprüft.

3.5.2 Musikhören und Nutzung von Kommunikationsmitteln

Nur in 1,8 % der Unfälle (Analysestichprobe) gaben Radfahrer an, einen Kopfhörer getragen zu haben. In diesem Fall wurden (visuelle!) Wahrnehmungsfehler tendenziell häufiger berichtet. Angesichts der geringen Fallzahl und fehlenden Signifikanz (Cramer's V (1, N = 985) = .035, p = .271) kann man auf Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht von einem statistischen Zusammenhang sprechen.

Eine Nutzung von Kommunikationsmitteln zum Unfallzeitpunkt wird höchst selten berichtet. Bei 3.088 Fällen gibt nur ein Radfahrer an, am Gerät hantiert und nur drei, ein Gespräch geführt zu haben.

3.5.3 Weitere Beeinträchtigungen des Fahrerzustands

Ablenkende Tätigkeiten wurden bei Radfahrern so selten berichtet, dass auf eine anteilige Übersicht der Wahrnehmungsfehler verzichtet wird:

- Lesen: 0 %,
- Trinken: 0,3 %,
- Essen: 0,1 %,
- Rauchen: 0,2 %,
- Reden: 0,6 %.

Müdigkeitsunfälle scheinen bei Radfahrern keine bedeutsame Rolle zu spielen. In keiner einzigen Unfallhergangsbeschreibung wurde Müdigkeit beim Radfahrer erwähnt, und auch indirekte Schlüsse auf den Wachheitsgrad legen dies nahe. In nur vier Fällen liegt die berichtete Wachzeit bei mehr als 18 Stunden (Gesamtdatensatz).

Die in Kapitel 3.5.2 und Kapitel 3.5.3 genannten Häufigkeiten beruhen auf dem Gesamtdatensatz mit 3.088 Fällen. Da sie auf Befragungen basieren, fehlen viele Angaben, und Antwortverzerrungen (z. B. Leugnen) sind nicht auszuschließen.

3.6 Fahrereigenschaften

Vor allem bei Radfahrern mit Seh- und Hörbeeinträchtigungen, aber auch bei sehr jungen und bei älteren Radfahrern, lässt sich ein höherer Anteil unfallrelevanter Wahrnehmungsfehler erwarten.

Da perzeptive Beeinträchtigungen oft mit einem höheren Alter einhergehen, wird es schwierig, Wahrnehmungsfehler von alterskorrelierten Beeinträchtigungen anderer Ursache zu trennen.

3.6.1 Sehbeeinträchtigungen

Nur in 0,6 % aller Unfälle mit Wahrnehmungsfehler in der Hergangsbeschreibung berichtet GIDAS einen „Einfluss der Sehhilfe auf das Unfallgeschehen“. Nach welchen Kriterien dieser Einfluss beurteilt wird, geht aus dem GIDAS-Handbuch leider nicht hervor.

Prüft man nun, ob die in GIDAS berichteten Augenleiden, die Kurz- und Weitsichtigkeit zu häufigeren Wahrnehmungsfehlern führen (Bild 15), findet man keinen Unterschied zwischen sehbeeinträchtigten und nicht sehbeeinträchtigten Radfahrern (Cramer's V (1, N = 1.232) = .015, p = .602).

Nun ist es möglich, dass die Sehbeeinträchtigungen durch Sehhilfen wie Brillen oder Kontaktlinsen so weit korrigiert werden, dass keine Sehbeeinträchtigung mehr feststellbar ist. Daher wurde aus den vorliegenden Angaben eine Variable erzeugt, die den Anteil der Radfahrer angibt, die eine Sehhilfe benötigt, aber nicht benutzt hat bzw. deren Sehhilfe keine ausreichende Korrektur bietet. Dies

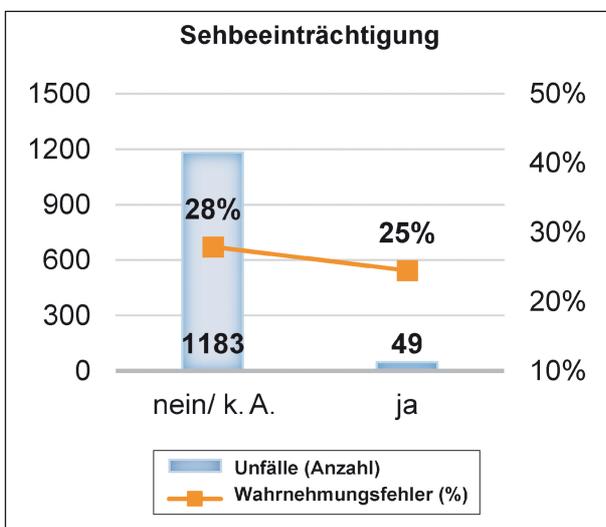


Bild 15: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit von Sehbeeinträchtigungen

ist in 5,1 % der Gesamt- bzw. in 5,9 % der Analytestichprobe der Fall. Doch auch hier steigt der Anteil der Wahrnehmungsfehler bei fehlender/nicht ausreichender Sehhilfe nicht (Cramer's V (1, N = 910) = .030, p = .360). Somit lässt sich wider Erwarten kein Zusammenhang zwischen vorliegenden und nicht korrigierten Sehbeeinträchtigungen und visuellen Wahrnehmungsfehlern aufzeigen.

3.6.2 Hörbeeinträchtigungen

Bei 0,5 % der Radfahrer im Gesamtdatensatz (0,6 % der Analytestichprobe) ist eine Beeinträchtigung des Gehörs bei GIDAS notiert. Damit fußt die Analyse, die den Zusammenhang von Hörbeeinträchtigungen und Wahrnehmungsfehlern aufzeigt, auf lediglich acht Unfällen mit einem hörbeeinträchtigtem Radfahrer (Bild 16).

Da in keiner einzigen Unfallhergangsbeschreibung eine akustische Fehlwahrnehmung berichtet wurde, ist der signifikante Anstieg der berichteten visuellen Wahrnehmungsfehler von 27,5 % (keine Hörbeeinträchtigung bekannt) auf 62,2 % (Hörbeeinträchtigung) überraschend (Cramer's V (1, N = 1.232) = .063, p = .028). Eine mögliche Erklärung wäre die aufmerksamkeitsleitende Funktion des Hörsinns, der im Falle einer Beeinträchtigung visuelle Fehlwahrnehmungen nach sich zieht. Eine andere, dass sich alterskorrelierte Effekte widerspiegeln. Schließlich sind die wenigen Radfahrer mit Hörbeeinträchtigung, bei denen ein Wahrnehmungsfehler auftrat, über 56 Jahren bzw. unter 15 Jahren (nur ein Fall). Auch aufgrund der geringen Fallzahl ist dieses Ergebnis nur unter Vorbehalt zu interpretieren.

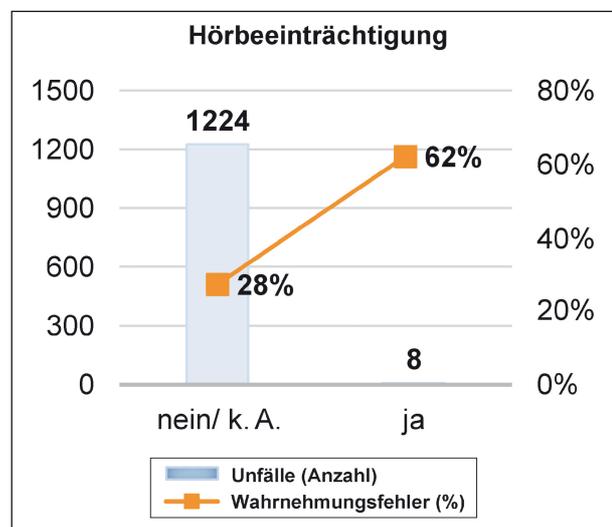


Bild 16: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler in Abhängigkeit von Hörbeeinträchtigungen

3.6.3 Alter

Für Kinder und ältere Radfahrer ist die Verkehrsteilnahme aufgrund entwicklungsbedingter bzw. alterskorrelierter Wahrnehmungseinschränkungen besonders riskant. Daher wäre ein höherer Anteil an Wahrnehmungsfehlern bei jüngeren und älteren Radfahrern im Vergleich zur mittleren Altersgruppe zu erwarten.

In 7 % der Unfälle ist der haupt- oder alleinschuldige Radfahrer älter als 75 Jahre, in 14 % jünger als 15 Jahre (Bild 17). Ohne Angaben zur Exposition lassen sich keine Aussagen zur möglichen Überrepräsentation im Unfallgeschehen allgemein treffen.

In höheren Altersgruppen ist kein Unterschied zur mittleren Altersgruppe feststellbar, während bei jüngeren Radfahrern der Anteil an Wahrnehmungsfehlern signifikant auf 38 % steigt, (Cramer's V (3, N = 1.232) = .093, p = .014). Dabei sind gerade bei jüngeren Radfahrern anders als bei allen anderen Altersgruppen Fehler infolge einer fehlerhaften Aufmerksamkeitsausrichtung/Nichtbeachtung viel häufiger als Fehler infolge von Übersehen (Tabelle 6). Dies spricht für die in der Literatur konstatierte interesse- statt gefahrenbezogenen Aufmerksamkeitslenkung bei Kindern unter 14 Jahren (LIMBOURG, 1997).

Der fehlende Zusammenhang zwischen höherem Alter der Radfahrer und unfallrelevanten Wahrnehmungsfehlern mag auf den ersten Blick überraschen. Doch kommen eine Reihe von Erklärungen in Frage, die sich im Rahmen dieses Projekts nicht weiter verfolgen lassen.

1. Die Einschränkungen werden durch vorsichtiges Fahrverhalten ausreichend kompensiert.
2. Es ist bekannt, dass in höherem Alter auch die motorischen und kognitiven Fähigkeiten merklich beeinträchtigt sind. Somit könnte das Verhältnis von Wahrnehmungsfehlern zu anderen Fehlern konstant bleiben, wenn die Anzahl an Wahrnehmungsfehlern mit allen anderen Fehlern steigt.
3. Wahrnehmungsfehler sind nicht oder nur zu einem verschwindend geringen Anteil auf Probleme der Wahrnehmungsfähigkeit zurückzuführen. Wenn es nicht die mangelnde Wahrnehmungsfähigkeit ist, die zu Fehlern führt, sondern der fehlerhafte Einsatz der an sich ausreichenden Wahrnehmungsfähigkeiten, würde das er-

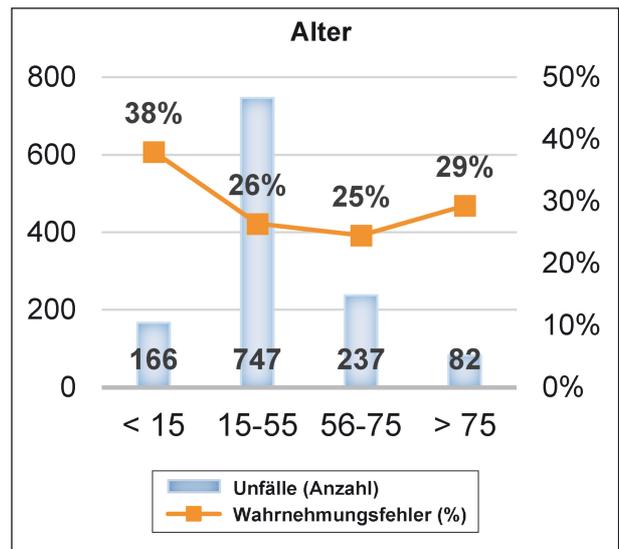


Bild 17: Anzahl der Unfälle und Anteil der Wahrnehmungsfehler je Alterskategorie

| Alter | Keine/fehlerhafte Aufmerksamkeit | Übersehen | Verhältnis |
|-------|----------------------------------|-----------|------------|
| < 15 | 25,4 % | 10,4 % | 2,4 |
| 15-55 | 47,1 % | 63,2 % | 0,7 |
| 56-75 | 18,1 % | 18,9 % | 1,0 |
| > 75 | 9,4 % | 7,5 % | 1,3 |
| N | 138 | 106 | - |

Tab. 6: Verhältnis der Fehler infolge von Nichtbeachtung/falscher Aufmerksamkeitsausrichtung zu Fehlern infolge von Übersehen

klären, warum bei Gruppen mit eingeschränkten visuellen Fähigkeiten (Sehbeeinträchtigung bekannt, hohes Alter) visuelle Wahrnehmungsfehler nicht häufiger berichtet werden.

3.7 Einschränkungen

Die berichteten Ergebnisse beruhen auf Wahrnehmungsfehlern von Radfahrern, denen die Haupt- oder Alleinschuld beim Unfall zugesprochen wurde. Mögliche Unfallvermeidungspotenziale bei Radfahrern ohne Schuld oder lediglich Teilschuld konnten daher nicht aufgezeigt werden.

Unpräzise und fehlende Aussagen der verwendeten Datenbasis schränken die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse ein. Hier einige Beispiele:

- In 113 Fällen der Gesamtstichprobe (3.088) wurde festgehalten, dass eine Sehhilfe benötigt, aber nicht benutzt, wurde bzw. dass die benutz-

te Sehhilfe keine ausreichende Korrektur bietet, ohne dass ein beeinträchtigtes Sehen (kurz- oder weitsichtig, Augenleiden) kodiert wurde.

- Die Prävalenz an Hör- u. Sehleiden in GIDAS weicht zu stark von der Prävalenz in der Gesamtbevölkerung ab, um sich durch Selektionseffekte oder geringere Gefahrenexposition plausibel erklären zu lassen. Studien berichten bei jedem dritten über 65-Jährigen mindestens leichte, wenn nicht schwerwiegendere funktionelle Hör- und/oder Sehprobleme (LANGE, 2011). 24 % der 60- bis 90-Jährigen nennen Beeinträchtigungen beim Radfahren durch nachlassendes Sehvermögen, und 15 % durch nachlassendes Hörvermögen (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2012). Im GIDAS-Datensatz liegen die Werte jedoch nur bei 6 % (Sehbeeinträchtigung), bzw. 1,4 % (Hörbeeinträchtigung) der Radfahrer über 65 Jahren.

Neben einigen Diskrepanzen und inkonsistenten Kodierungen gerade bei Fahrermerkmalen leiden die vorliegenden Ergebnisse insbesondere an den mangelnden Informationen der Unfallhergangsbeschreibung, die als Informationsquelle für Art und Häufigkeit von Wahrnehmungsfehlern diente. Nachfolgend einige wortwörtlich übernommene Beispiele:

- „Die Beteiligte 1 kam mit ihrem F fuhr auf die angrenzende Rasenfläche“ (aus Analyse ausgeschlossen).
- „Ein Radfahrer befuhr den Waldweg geschah an einer Stelle wo diese einem schlechten Zustand befand“ (aus Analyse ausgeschlossen).
- „Der Fahrradfahrer, Fahrzeug 01 stürzte beim Befahren der Herschelstraße“ (kodiert als Sturz o. n. A.).

Es ist davon auszugehen, dass in einer kaum bestimmbaren Anzahl der Radfahrunfälle unfallbegünstigende Wahrnehmungsfehler wegen der ungenauen Unfallhergangsbeschreibung nicht als solche benannt wurden. Auch ist nicht auszuschließen, dass sich unter den gewählten Beschreibungen („übersehen“, „nicht beachten“) andere Fehlermechanismen verbergen.

Wie viele unfallbegünstigende Wahrnehmungsfehler infolge der ungenauen Unfallhergangsbeschreibung nicht erkennbar waren lässt sich kaum beurteilen. Die Studie von OTTE et al. (2012) legt eine Unterschätzung (28 % im vorliegenden Projekt vs.

40 % bei OTTE et al., 2012) nahe. Für Analysen mit vergleichbarer Zielsetzung wäre es wünschenswert, die gewünschten Informationen bereits bei der Datenerfassung leitfadengestützt zu erfragen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass lediglich das Verhältnis von Wahrnehmungsfehlern zu allen anderen Fehlertypen verglichen werden konnte. Nehmen andere Fehlertypen zu, geht der Anteil der Wahrnehmungsfehler zurück. Werden bestimmte Fehlertypen bevorzugt berichtet (z. B. vermutet bei Alkoholisierung der Radfahrer), sind systematische Ergebnisverzerrungen die Folge.

Auf Basis von Unfallanalysen identifizierte Wahrnehmungsfehler lassen bestenfalls Aussagen darüber zu, wie häufig Wahrnehmungsfehler auftreten, die einem Unfall mit Personenschaden vorausgegangen sind, nicht darüber, wie häufig und unter welchen Bedingungen Wahrnehmungsfehler im Allgemeinen auftreten.

Der kausale Zusammenhang zwischen Fehlern und Unfällen wird in den Unfallhergangsbeschreibungen selten explizit hergestellt. Auch aus diesem Grund werden hier lediglich explorativ geprüfte Zusammenhänge zwischen Merkmalen und Wahrnehmungsfehlern, und keine kausalen Einflüsse aufgezeigt.

4 Aufgabenanalyse

In der im vorherigen Kapitel berichteten Unfallanalyse untersuchten wir das Auftreten und mögliche Ursachen unfallrelevanter Wahrnehmungsfehler. Während sich in dieser explorativen Analyse eine Reihe von Faktoren identifizieren ließ, die Wahrnehmungsfehler zu begünstigen scheinen, lassen sich keine Aussagen über typische oder kritische Wahrnehmungsmechanismen treffen. Dies ist das Ziel der in diesem Kapitel berichteten Aufgabenanalyse. Erfasst wurde die Bewältigung von fünf verschiedenen Verkehrssituationen von Radfahrern, und die daraus resultierende Beanspruchung. Im Fokus stehen dabei die visuelle und akustische Informationsaufnahme, und die Interpretation und Nutzung dieser Informationen.

4.1 Vorgehen

Im Frühjahr 2014 erfolgte eine Befragung von Radfahrern, die mindestens einmal pro Woche im Zeitraum von April bis September Fahrrad fahren.

In einem halb-strukturierten Face-to-Face-Interview mit vorhergehender Videopräsentation gaben die Radfahrer Auskunft darüber, was sie visuell und akustisch wahrnehmen, wem oder was sie ihre Aufmerksamkeit zuwenden, und wie sie sich verhalten würden.

Situationsauswahl

Für die Analyse wurden fünf Fahraufgaben ausgewählt:

- Situation 1
Der Radfahrer fährt im Längsverkehr. Parkende Fahrzeuge verdecken zunächst den Fußgänger, der die Fahrlinie des Radfahrers zu kreuzen droht (vgl. Bild 21).
- Situation 2
Der Radfahrer fährt im Längsverkehr. Er passiert eine Bushaltestelle, an der einige Fahrgäste auf den nächsten Bus warten (vgl. Bild 23).
- Situation 3
Der Radfahrer fährt im Längsverkehr. Er passiert eine Zufahrt, in der ein Fahrzeug nahe an der Fahrbahn und in Fahrtrichtung zur Fahrbahn steht (vgl. Bild 25).
- Situation 4
Der Radfahrer überquert eine Kreuzung auf einer Vorfahrtsstraße vor einem von rechts kreuzenden Pkw (vgl. Bild 27).
- Situation 5
Der Radfahrer ordnet sich links ein und biegt links vor entgegenkommendem Verkehr ab (vgl. Bild 29).

Allen Situationen ist eine 2-spurige Fahrbahn im Mischverkehr ohne Radverkehrsanlage (RVA) gemein. Diese Konfiguration ist häufig im Straßenverkehr anzutreffen. In allen Situationen sind statische (in Form von am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeugen) und mobile andere Verkehrsteilnehmer zu sehen. Es ist Tag, die Verkehrsdichte ist moderat, die asphaltierte Fahrbahn trocken und ohne auffällige Bodenmarkierungen. Es wird von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h ausgegangen.

Diese Rahmenbedingungen wurden gewählt, um typische Situationen abzubilden und zudem die Situationen in vielleicht wichtigen Einflussmerkmalen zumindest teilweise vergleichbar zu halten.

Sequenzauswahl

Die ausgewählten Situationen wurden in je vier Sequenzen unterteilt. Vergleichbare Untersuchungen der Kraftfahrzeugführung (z. B. RICHARD, CAMPBELL & BROWN. 2006) nahmen diese Einteilung auf der Basis von Geschwindigkeitsprofilen vor. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass unterschiedliche Geschwindigkeiten mit unterschiedlichen Prozessen der Informationsverarbeitung und unterschiedlichen Zeitvorgaben verbunden sind.

Dieser Ansatz kann für Radfahrer aus zwei Gründen nicht unverändert übernommen werden. Zum einen unterscheiden sich die Geschwindigkeiten von Radfahrern deutlich von denen der Autofahrer. Zum anderen zeigen Geschwindigkeitsprofile von Radfahrern deutlich geringe Varianzen, da Radfahrer meist bestrebt sind, energieintensive Geschwindigkeitsveränderungen (Bremsen oder Beschleunigen) zu meiden.

So zeigte ein mittels der App Runtastic Mountainbike erhobenes Geschwindigkeitsprofil über eine Dauer von einer Minute bei der Bewältigung von Situation 1 (Fußgänger hinter parkendem Fahrzeug) einen Range von nur 3,5 km/h (Bild 18). Daher erfolgte die Unterteilung in Sequenzen an Hand der Position relativ zur Gefahrenstelle. Die Fahraufgaben wurden für die Aufgabenbeschreibung der Radfahraufgabe in vier Sequenzen: Annäherung, Sichtung, Ausweichen/Passieren, Verlassen geglie-

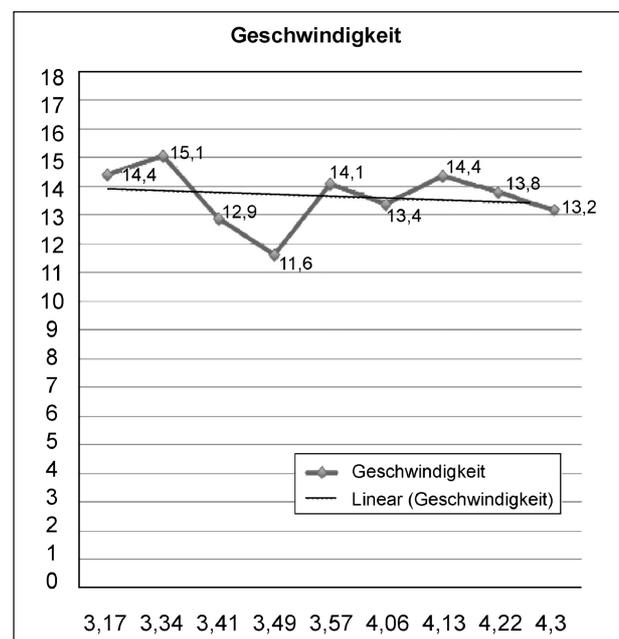


Bild 18: Geschwindigkeitsprofil eines Radfahrers

dert. Diese Gliederung wird von der Position des Radfahrers in der aktuellen Verkehrssituation bestimmt und ist in Bild 19 dargestellt.

Video

Als Untersuchungsmaterial wurden Videos gedreht die den Fahrweg eines Radfahrers im Straßenverkehr zeigen. Entsprechend der vorher festgelegten Situationen, wurden diese im aktuellen Straßengeschehen aufgenommen. Dafür wurde eine Rolle Actioncam Racy Full-HD, Weitwinkel 135°, am Kopf eines Radfahrers befestigt. Die Straßen (Treptower Str. und Harzer Str. in Berlin-Treptow) wurden nach den zuvor festgelegten Charakteristika ausgesucht. Anschließend wurde das Videomaterial bearbeitet und die einzelnen Situationen extrahiert.

Jedes Video bestand aus der Situation in der originalen Geschwindigkeit und aus der gleichen Situation in 50 % verlangsamter Geschwindigkeit. Die Darbietung der Szene in normaler Geschwindigkeit ermöglichte einen natürlichen Eindruck von der Situation. Das verlangsamte Video sollte es hingegen den Probanden erleichtern, während der Situationsdarbietung ihre Gedanken zu äußern.

Zur Eingewöhnung des Probanden an die Qualität der Aufnahmen und die erforderliche Aufgabenstellung wurde ein Video von ca. 40 Sek. Länge erstellt, welches die Sicht des Radfahrers im Straßenverlauf zeigt. Darin folgte ein Radfahrer einer einspurigen Straße, an deren Seite Autos parkten, es beinhaltete Gegenverkehr, Fußgänger und eine Kreuzung.

Fragebogen

Zur Erfassung der aus den Fahraufgaben resultierenden Anforderungen wurde ein an den NASA-TLX (Subjektives Maß zur Beanspruchungsmessung nach HART & STAVELAND, 1988) angelehnter Fragebogen mit einer zehnstufigen Skala (gering bis hoch) präsentiert. In Orientierung an die Itembeschreibung im NASA-TLX wurden die Items Reaktion/Handlung, Input: visuell und akustisch, Suche nach Informationen und Schwierigkeit insgesamt formuliert. Diese bilden die in der Tabelle 7 dargestellten Dimensionen ab.

Zur näheren Erläuterung der Situation und der Vorgehensweise sowie der Bedeutung der einzelnen Items wurde neben dem Skizzenblatt ein Erklärungsblatt vorgelegt (vgl. Anhang). Dieses enthält eine genaue Beschreibung der Bedeutung der

Items, als auch eine Beispielsituation (eines Autofahrers, um keine Übertragungsleistung zu provozieren) in welcher die Markierungen der Bereiche der Aufmerksamkeit (visuell: Rot, akustisch: Grün) dargestellt wurden.

Durchführung

Die Videos wurden den Versuchsteilnehmern auf einem Bildschirm präsentiert. Die Aufgabe der Probanden war es, laut zu denken, alles zu äußern was ihnen durch den Kopf geht, was sie versuchen zu tun, was sie gerade sehen oder was verwirrend erscheint. Dann bekamen sie ein Video gezeigt, welches die Art und Qualität der Videos verdeutlichen sollte. Nachfolgend bekam der Proband die

| Item | Beschreibung |
|--------------------------------------|--|
| geistige Anforderung (aus NASA-TLX) | Wie viel geistige Anforderung war bei der Informationsaufnahme und bei der Informationsverarbeitung erforderlich, um diese Fahraufgabe zu bewältigen? (z. B. denken, entscheiden, rechnen, erinnern, hinsehen, suchen...)? War die Aufgabe leicht oder anspruchsvoll, einfach oder komplex, erfordert sie hohe Genauigkeit oder ist sie fehler-tolerant? |
| zeitliche Anforderung (aus NASA-TLX) | Wie viel Zeitdruck empfanden Sie hinsichtlich der Häufigkeit oder dem Takt, mit dem die Aufgabenelemente auftraten? War die Aufgabe langsam und geruhsam oder schnell und hektisch? |
| Reaktion, Handlung | War eine Reaktion oder Handlung nötig? Wie oft wurde aktiv gehandelt? |
| Input: visuell/akustisch | Wie viel der Informationen (Input: akustisch, visuell) haben Sie in dieser Situation wahrgenommen? Wie stark oder schwach hat sie diese Information beeinflusst? |
| Suche nach Informationen | Wie viel haben Sie die Umgebung nach Informationen abgesucht, um diese Aufgabe zu bewältigen? |
| Schwierigkeit insgesamt | Wie schwierig haben Sie diese Fahraufgabe empfunden? War es beanspruchend oder anstrengend die Aufgabe zu absolvieren? |

Tab. 7: Fragebogen modifiziert nach NASA-TLX

| | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/Passieren | Verlassen |
|--------------------|--|--|--|---|
| Position | Gefahrenstelle noch nicht, oder entfernt zu erkennen | Gefahrenstelle erkennbar, unmittelbar vor der Gefahrenstelle | direkt an bzw. neben der Gefahrenstelle | hinter der Gefahrenstelle |
| Anforderung | Identifikation der Situation, Suche nach Informationen | Erkennen der Situation | Gefahrenstelle im Auge behaltend, Rückkehr zur Ausgangssituation | Eingliederung in den fließenden Verkehr |

Bild 19: Einteilung der Fahraufgaben. Die Gliederung wird von der Position des Radfahrers in der aktuellen Verkehrssituation bestimmt

erste Situation gezeigt. Der Proband versucht währenddessen laut zu sagen, was er gerade sieht und was ihm dabei durch den Kopf geht. Das laute Denken wurde aufgezeichnet. Alsdann wurde die gezeigte Situation grafisch präsentiert. Die Situations-skizze beschreibt die vier Abschnitte der Situationen Annäherung, Sichtung, Ausweichen/Passieren und Verlassen der Situation (Bild 19). Die Verkehrsteilnehmer (Radfahrer, mobile Verkehrsteilnehmer) und – sofern vorhanden – Verkehrszeichen sind symbolhaft dargestellt.

Der Proband war instruiert, die Bereiche denen er besondere Aufmerksamkeit (visuell rot, akustisch grün) widmet einzuzichnen. In unklaren Situationen oder bei unspezifischen Äußerungen des Probanden wurde vom Versuchsleiter nachgefragt, um eine eindeutige Aussage zu erhalten. Anschließend füllte der Proband den zugehörigen Fragebogen zur mentalen Beanspruchungserfassung aus. Die Beanspruchung wurde für alle vier Sequenzen der fünf Situationen erfasst. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass weitere Bemerkungen ausdrücklich erwünscht sind. Dann wiederholte sich das Prozedere für die restlichen Situationen.

Stichprobe

Die Stichprobe umfasste drei weibliche und drei männliche Radfahrer. Die Altersspanne reichte von

23 bis 34 Jahren ($M = 26,67$). Vier Probanden fahren (fast) täglich Rad, ein Proband mehrmals wöchentlich und ein Proband ca. einmal in der Woche.

4.2 Ergebnisse

Die nachfolgend berichteten Ergebnisse beruhen auf den transkribierten Aussagen der Radfahrer. Zusammengefasst werden die von den Radfahrern berichteten visuellen und akustischen Wahrnehmungsmechanismen und die kognitiven und psychomotorischen Prozesse.

Situation 1 – Fußgänger zwischen parkenden Fahrzeugen

Diese Situation zeigt einen Radfahrer, welcher dem Längsverkehr im Mischverkehr folgt. Ein Fußgänger tritt zwischen am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeugen hervor. Bild 20 zeigt die Situationsgrafik und beschreibt die situativen Rahmenbedingungen. Dabei wird der Fahrer von vorausfahrenden, folgenden und angrenzenden Fahrzeugen in unterschiedlicher Anzahl und Geschwindigkeit umgeben.

Ausgehend von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h während der Annäherung befindet sich der Radfahrer auf der Fahrbahn im fließenden

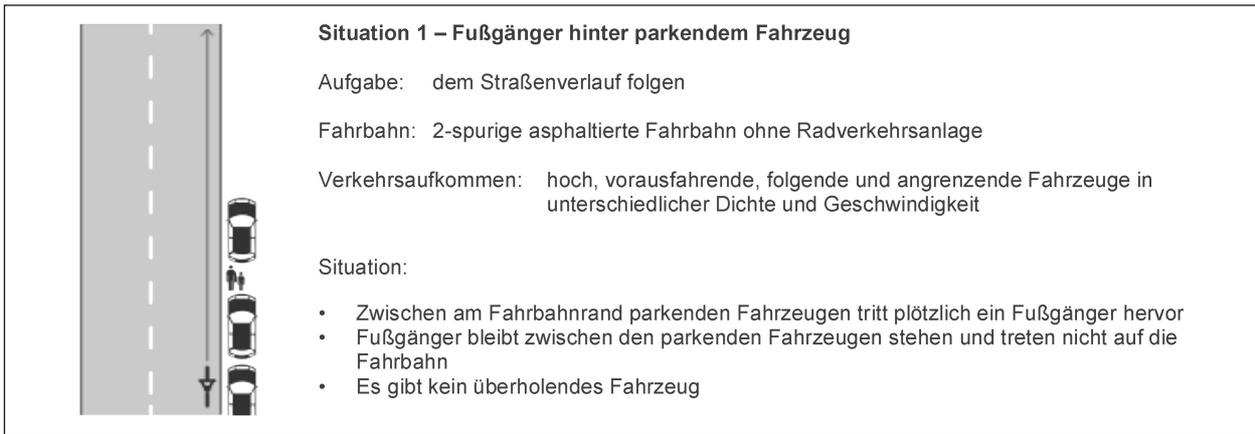


Bild 20: Situation 1 – Beschreibung der situativen Rahmenbedingungen

| Situation 1 – Fußgänger | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/Passieren | Verlassen |
|--------------------------|--|---|--|--|
| Visuelle Wahrnehmung | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Gegenverkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Erkennen der Situation | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn |
| Akustische Wahrnehmung | | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr | |
| Kognition/ Psychomotorik | | <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzen der Geschwindigkeit • Identifizieren der Situation • Bremsbereitschaft | | |

Tab. 8: Von den Probanden berichtete Aufgaben in Situation 1 – Fußgänger

Verkehr. Sobald er den Fußgänger zwischen den am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeugen wahrnimmt beginnt die Sichtung. Diese endet, wenn der Radfahrer in Höhe des Fußgängers ist. Danach beginnt das Ausweichen/Passieren und daran schließt sich das Verlassen an.

In der Annäherung wird deutlich, dass sich die visuelle Aufmerksamkeit am Fahrbahnrand und auf der Fahrbahn nach vorn verteilt (Bild 21). Während der Sichtung konzentriert sich die visuelle und akustische Aufmerksamkeit vermehrt auf den Fußgänger. Die Probanden berichten, dass der Gegenverkehr nur beachtet würde, wenn er vorhanden wäre. Im Vordergrund steht die Aktivität des Fußgängers so wie die Wahrnehmung des rückwärtigen Verkehrs. Auf Nachfrage berichten die Probanden, dass sie eher ausweichen als abbremsen würden. Daran geknüpft wäre die Bedingung, den rückwärtigen Verkehr nicht nur akustisch sondern auch visuell zu überprüfen. Die tatsächliche Ausführung dieser Kontrollblicke hängt von der Geschwindigkeit des Radfahrers ab. Falls die Geschwindigkeit

zu hoch ist, würde man auf die Kontrollblicke verzichten und lieber bremsen.

Akustische Aufmerksamkeit ist generell vorhanden, wird aber von den Probanden als weniger gut fokussierbar als die visuelle Aufmerksamkeit beschrieben. Objekte sind dadurch weniger genau lokalisierbar. Während des Ausweichen/Passieren würde die Aufmerksamkeit wieder auf vorher vernachlässigte Bereiche gerichtet, wie z. B. Türen der parkenden Autos.

Die Auswertung des präsentierten Fragebogens veranschaulicht, dass die visuelle Wahrnehmung (5,7 von 10) dieser Situation, wie in jeder anderen auch, eine größere Rolle spielt als die akustische (3,5 von 10). Dabei ist die Menge der wahrgenommenen Informationen bei der Sichtung in beiden Modalitäten am höchsten. Sobald die aufgenommene Information interpretiert wurde, nimmt die visuelle und akustische Aufmerksamkeit wieder ab. Beim Verlassen der Situation fällt die visuelle Aufmerksamkeit unter das Ausgangsniveau.

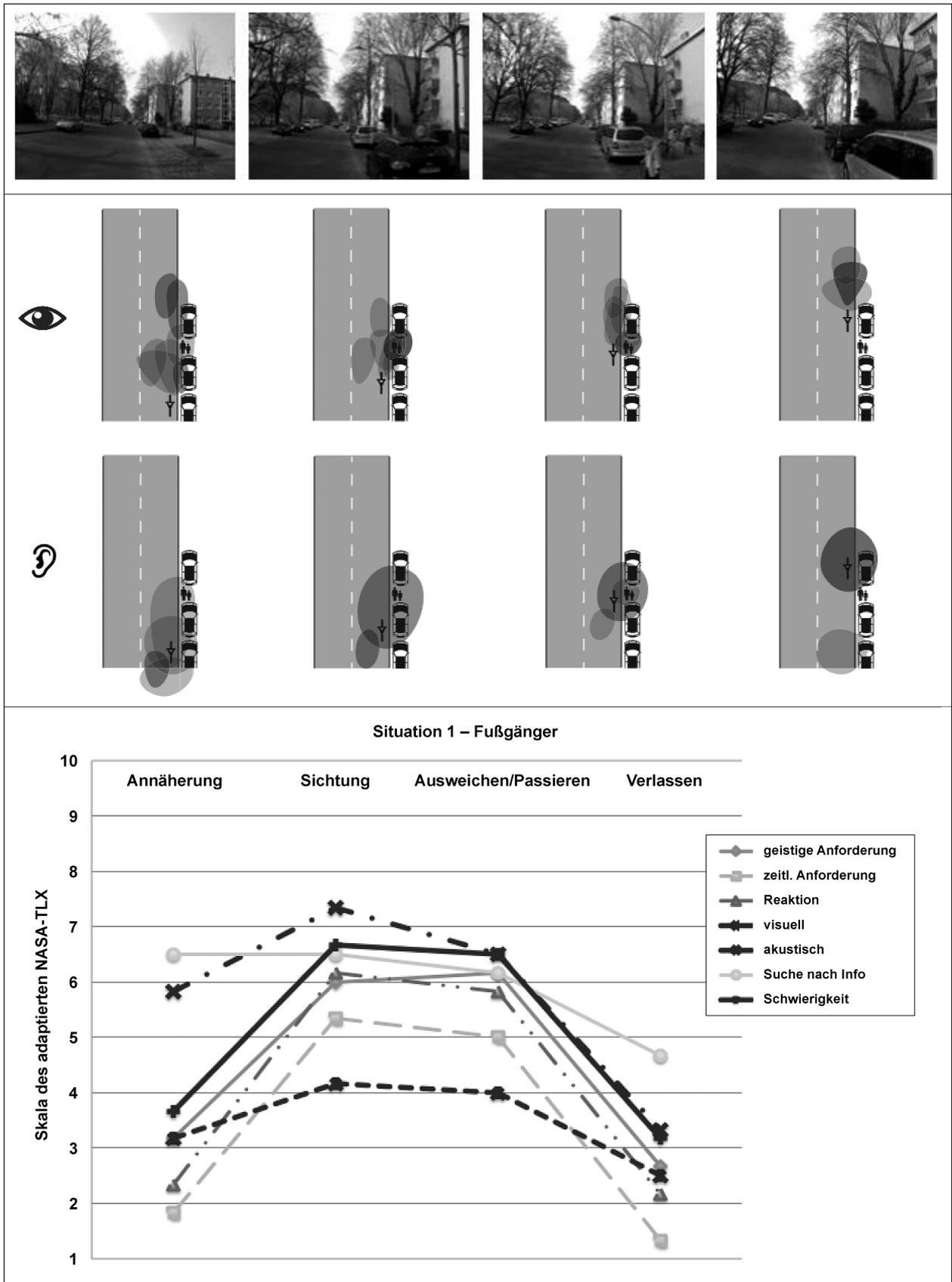


Bild 21: Situation 1 – Fußgänger. Fotos und grafische Darstellung der Situation und Ergebnisse des Fragebogens. In den Grafiken von den Probanden eingetragene Bereiche der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit. Dabei stellt die Densität die Häufigkeit der eingezeichneten Bereiche dar

Die Schwierigkeit dieser Aufgabe wird je nach Verkehrs- und Straßenlage unterschiedlich eingeschätzt. An stark befahrenen Straßen würden viele Probanden zum Beispiel versuchen in jedes parkende Auto zu schauen. Um eine mögliche Gefahrensituation vorherzusagen, würde überprüft, ob sich ein Fahrer darin befindet. In diesem Fall würden sie mehr Aufmerksamkeit darauf verwenden zu deuten, ob das Fahrzeug losfährt. Befindet sich keine Person im parkenden Fahrzeug, würde diesem keine weitere Beachtung geschenkt und die Schwierigkeit wäre gering. Bei geringem Verkehrsaufkommen schätzt man die Schwierigkeit dieser Situation als eher gering ein.

Die Gesamtschwierigkeit erreicht mit 6,5 (von 10) bei Sichtung und im Ausweichen/Passieren ihren Höhepunkt und liegt damit im oberen Drittel der Skala. Im Anschluss sinkt die allgemeine Schwierigkeit wieder auf das Ausgangsniveau.

Damit stellt diese Fahraufgabe eine moderate kognitive Beanspruchung an den Radfahrer ohne nennenswerten Zeitdruck und mit mittlerer visueller und geringer akustischer Beanspruchung. Die geschwindigkeitsabhängige Anzahl von Kontrollblicken stellt eine mögliche Fehlerquelle dar. Dabei liegt die größte Beanspruchung in der Einschätzung des Verhaltens des Fußgängers. In dieser Fahraufgabe wird dem Fußgänger typischerweise eher ausgewichen als abgebremst. Ob der fehlenden Kontrollblicke zum rückwärtigen Verkehr birgt diese Einstellung ein höheres Risiko.

Situation 2 – Passieren einer Bushaltestelle

Die Situation zeigt einen Radfahrer, welcher dem Längsverkehr im Mischverkehr folgt. Dabei muss eine Bushaltestelle passiert werden. Bild 22 zeigt die Situationsgrafik und beschreibt die situativen Rahmenbedingungen. Dabei wird der Fahrer von vorausfahrenden und folgenden Fahrzeugen in unterschiedlicher Anzahl und Geschwindigkeit umgeben. Ausgehend von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h während der Annäherung befindet sich der Radfahrer auf der Fahrbahn im fließenden Verkehr. Sobald er die Bushaltestelle wahrnimmt, beginnt die Sichtung. Sie endet, wenn er sich auf Höhe der Bushaltestelle befindet. Das Verlassen beginnt nach erfolgreichem Ausweichen/Passieren der Bushaltestelle.

Während der Annäherung ist die Aufmerksamkeit auf den Fahrbahnrand und die vorausliegende Fahrbahn orientiert (Bild 23). Diese beginnt sich bei Sichtung auf die Bushaltestelle und angrenzende Bereiche der rechten Fahrbahnseite zu konzentrieren. Es wurde zusätzlich visuelle Aufmerksamkeit in den Grafiken von den Probanden auf der Gegenseite eingetragen. Diese ist einem Fahrzeug im Video geschuldet, welches in dieser Situation dem Radfahrer entgegenkommt. Dadurch wird die Aussage der Probanden: „[...] Objekte ziehen die Aufmerksamkeit auf sich, wenn sie auftauchen ... ich suche aber nicht aktiv danach [...]“ unterstützt. Es wurde berichtet, dass man nach Fußgängern Ausschau halte, auch wenn dies nicht in die Grafik eingezeichnet wurde. Als Begründung wurde angegeben: „[...] wenn ein Fußgänger da wäre, würde ich ihn sehen [...].“

Die akustische Aufmerksamkeit ist bei Sichtung und während des Ausweichen/Passieren eher nach hinten ausgerichtet. Dies dient der Überprüfung nachfolgender Fahrzeuge, die bei einem eventuellen Ausweichmanöver zu beachten wären. Solange kein akustischer Reiz wahrgenommen wird, ist keine Entfernungseinschätzung des nachfolgenden Fahrzeugs nötig.

Die Gesamtschwierigkeit in dieser Situation liegt mit einem Maximum von 5,5 (von 10) bei Sichtung im mittleren Bereich. Der Zeitdruck würde stärker ausfallen, wenn ein Bus akustisch wahrgenommen wird. Solange dies nicht geschieht, sehen die Radfahrer keine Notwendigkeit, die Geschwindigkeit zu erhöhen, um die Situation zu verlassen. Im Falle eines nachfolgenden Busses würde der Proband sich geleitet von der akustischen Wahrnehmung zur weiteren Absicherung umdrehen. Die visuelle Beanspruchung (4 von 10) liegt hier insgesamt geringfügig niedriger als der akustische (5 von 10).

Die Besonderheit dieser Fahraufgabe liegt in der erhöhten akustischen Beanspruchung. Die kognitive Beanspruchung bleibt währenddessen moderat. Zeitdruck entstünde erst bei Herannahen eines Busses.

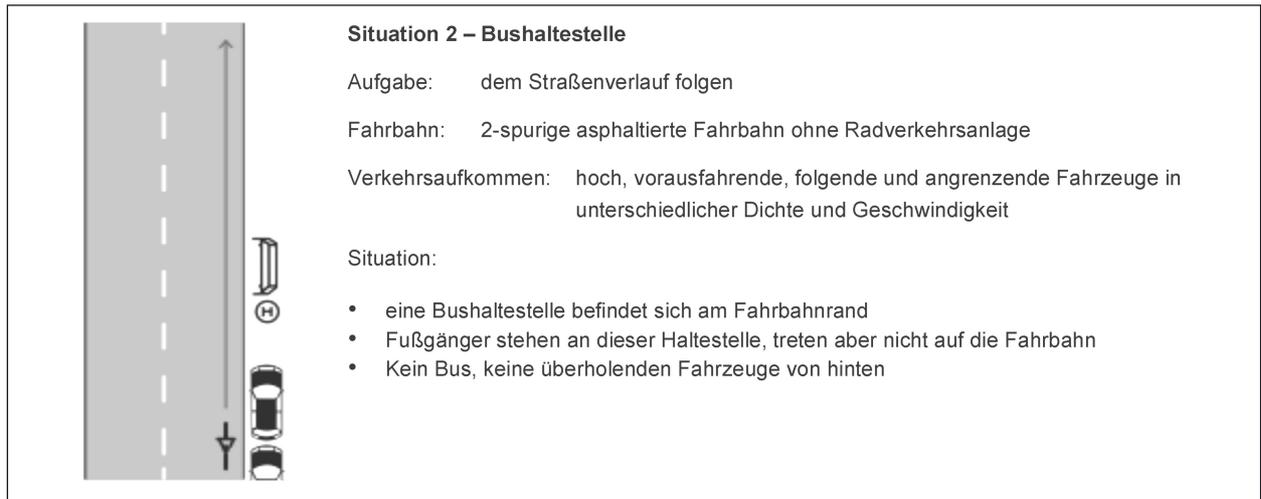


Bild 22: Situation 2 – Beschreibung der situativen Rahmenbedingungen

| Situation 2 – Bushaltestelle | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/ Passieren | Verlassen |
|------------------------------|--|--|--|--|
| Visuelle Wahrnehmung | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Gegenverkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Erkennen der Situation • Fußgänger an Haltestelle | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Fußgänger an Haltestelle • Fußgänger an gegenüberliegender Straßenseite | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn |
| Akustische Wahrnehmung | | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr • Auf herannahenden Bus achten | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr • Auf herannahenden Bus achten | |
| Kognition/ Psychomotorik | | <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzen der Geschwindigkeit • Identifizieren der Situation • Bremsbereitschaft | | |

Tab. 9: Von den Probanden berichtete Aufgaben in Situation 2 – Bushaltestelle

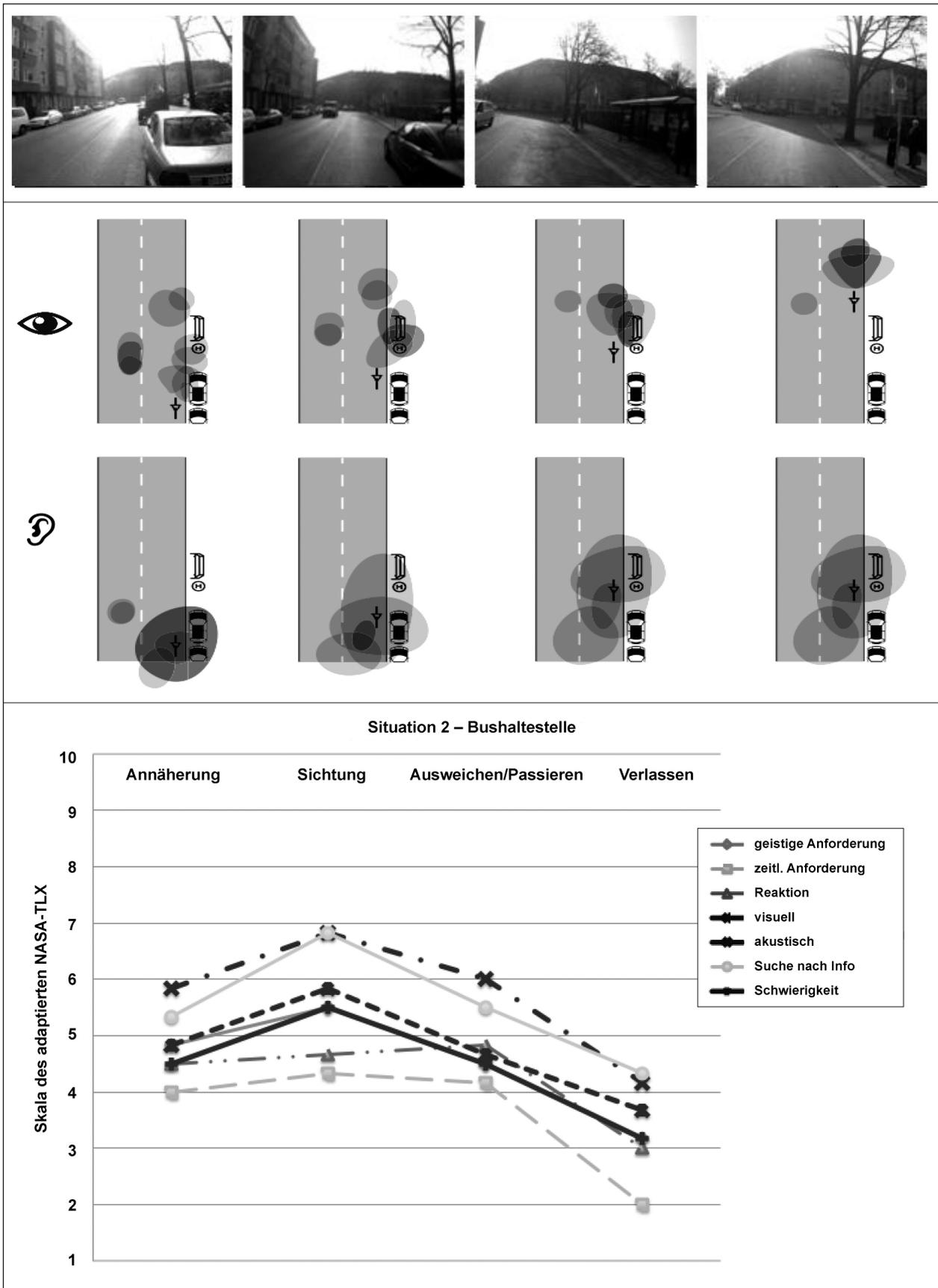


Bild 23: Situation 2 – Bushaltestelle. Fotos und grafische Darstellung der Situation und Ergebnisse des Fragebogens. In den Grafiken von den Probanden eingetragene Bereiche der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit. Dabei stellt die Densität die Häufigkeit der eingezeichneten Bereiche dar

Situation 3 – Fahrzeug aus Ein-/Ausfahrt

Die Situation zeigt einen Radfahrer, der dem Längsverkehr im Mischverkehr folgt. Dabei muss ein aus einer Ein-/Ausfahrt kommendes Fahrzeug beachtet werden. Dabei wird der Fahrer von vorausfahrenden und folgenden Fahrzeugen in unterschiedlicher Anzahl und Geschwindigkeit umgeben. Bild 24 zeigt die Situationsgrafik und beschreibt die situativen Rahmenbedingungen.

Ausgehend von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h in der Annäherung befindet sich der Radfahrer auf der Fahrbahn im fließenden Verkehr. Sobald er das Fahrzeug in der Ein-/Ausfahrt wahrnimmt, beginnt die Sichtung. Sie endet, wenn er sich auf Höhe der Ein-/Ausfahrt befindet. Das Verlassen der Situation beginnt nach erfolgreichem Ausweichen/Passieren der Ein-/Ausfahrt.

In den Grafiken wird deutlich, dass die visuelle Aufmerksamkeit einen großen Bereich abdeckt

(Bild 25). Besonders in der Sichtung erstreckt sich der beobachtete Verkehrsraum weitläufig. Radfahrer versuchen, das aus der Ein-/Ausfahrt kommende Fahrzeug durch die am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeuge hindurch zu beobachten. Sie berichten, Blickkontakt mit dem Fahrer zu suchen. Dadurch wird eingeschätzt, ob der Fahrzeugführer den Radfahrer wahrgenommen hat und ob er eventuell Zeichen gibt. Wenn kein Fahrzeugführer entdeckt wird, wird gemutmaßt, dass sich das Fahrzeug nicht bewegen wird. Damit wäre die Gefahrensituation vorüber. Weiterhin ist festzustellen, dass die Probanden in dieser Situation eher bremsen als ausweichen würden. Da sie nicht wissen, in welche Richtung das Fahrzeug möchte, empfinden sie ein Ausweichen als deutlich ineffektiver. Sie berichten auf Nachfragen, nicht auf den Blinker zu achten. Die visuelle Beanspruchung wird daher in der Sichtung als wesentlich höher eingestuft als in der Annäherung.

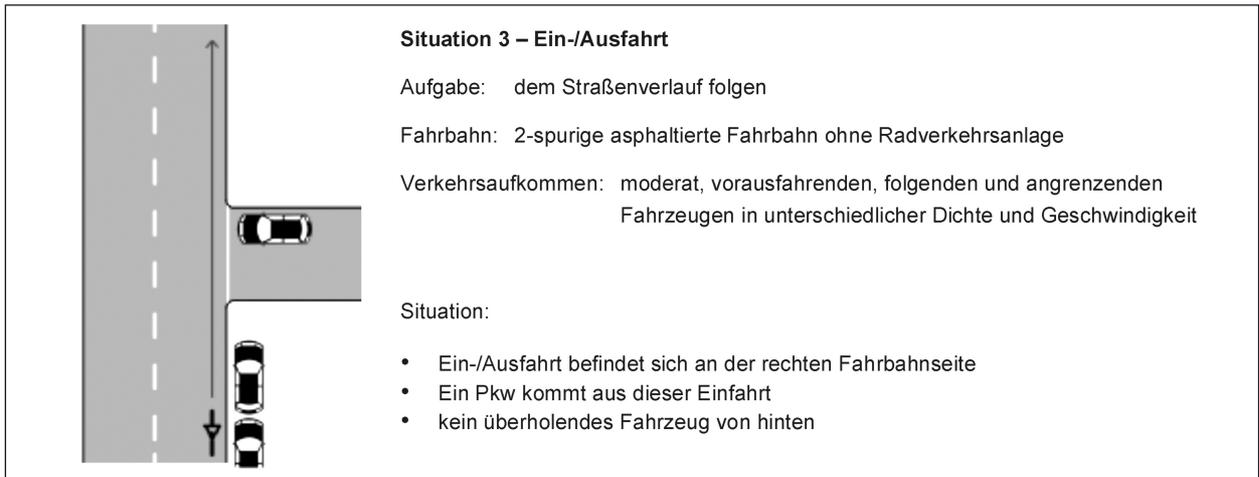


Bild 24: Situation 2 – Beschreibung der situativen Rahmenbedingungen

| Situation 3 – Bushaltestelle | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/ Passieren | Verlassen |
|------------------------------|--|---|---|--|
| Visuelle Wahrnehmung | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Gegenverkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Erkennen der Situation • Fahrzeugverhalten | <ul style="list-style-type: none"> • Blickkontakt zum Fahrer • Fahrzeugverhalten • Blickkontakt zum Fahrer | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn |
| Akustische Wahrnehmung | | <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugverhalten | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugverhalten |
| Kognition/ Psychomotorik | | <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzen der Geschwindigkeit • Identifizieren der Situation • Bremsbereitschaft | <ul style="list-style-type: none"> • Bremsbereitschaft | <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugverhalten |

Tab. 10: Von den Probanden berichtete Aufgaben in Situation 3 – Ein-/Ausfahrt

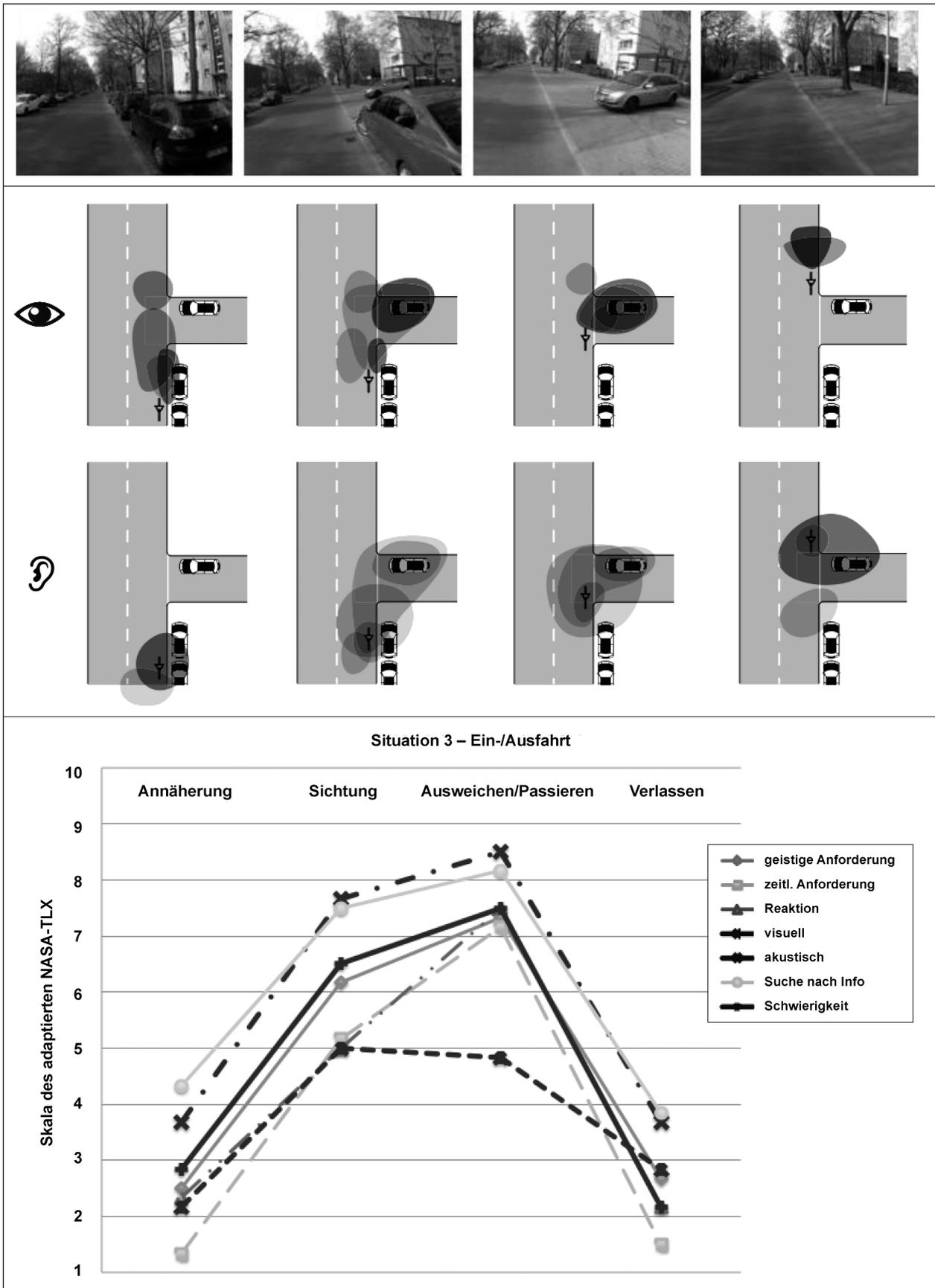


Bild 25: Situation 3 – Ein-/Ausfahrt. Fotos und grafische Darstellung der Situation und Ergebnisse des Fragebogens. In den Grafiken von den Probanden eingetragene Bereiche der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit. Dabei stellt die Densität die Häufigkeit der eingezeichneten Bereiche dar

Auch akustisch konzentriert sich die Wahrnehmung auf den Bereich der Ein-/Ausfahrt. Die Radfahrer achten darauf, ob der Motor des Fahrzeugs läuft. Falls nicht, nimmt auch hier die Gefahr deutlich ab. Nach Verlassen der Situation bleibt die akustische Aufmerksamkeit weiterhin rückwärtig orientiert, um einzuschätzen, in welche Richtung sich das Fahrzeug bewegt. Ein möglicher Überholvorgang durch das Fahrzeug würde sich dadurch frühzeitig erkennen lassen.

Die Gesamtschwierigkeit erreicht mit 7,5 (von 10) beim Ausweichen/Passieren ihre maximale Ausprägung und liegt im oberen Drittel. Die Höhe dieser Bewertung erklärt sich durch die hohe visuelle Beanspruchung (8,5 von 10), die erforderlich ist, um die Situation richtig einzuschätzen und der empfundenen Gefährlichkeit der Situation. Die Möglichkeit des Ausweichens wird hier nicht in Betracht gezogen, da „[...] ich nicht weiß in welche Richtung er will [...]“. Die Aufmerksamkeit ist auf akustische Reize des Fahrzeugs gerichtet, um auf ein mögliches Anfahren zu schließen. Somit steht weniger Kapazität zur Beachtung des rückwärtigen Verkehrs zur Verfügung. Zeitliche und geistige Beanspruchung erreichen dadurch ebenfalls beim Ausweichen/Passieren ihren Höhepunkt. Während des Verlassens nehmen beide Werte eine sehr niedrige Ausprägung an.

In dieser Fahraufgabe ist der wahrgenommene Zeitdruck hoch, wenn der Radfahrer sich auf Höhe des Fahrzeuges befindet. An dieser Position ist die Möglichkeit zu reagieren am geringsten. Die Besonderheit ist die Konzentration der erfassten Dimensionen im oberen Bereich der Skala des Fragebogens. Die akustische Aufmerksamkeit konzentriert sich auf das Fahrzeug. Die kognitive Beanspruchung ist moderat. Eine wichtige Bewältigungsstrategie liegt in der Aufnahme von Blickkontakt mit dem Fahrzeugführer.

Situation 4 – Überqueren einer Kreuzung ohne Lichtsignalanlage

Die Situation zeigt einen Radfahrer, der im Mischverkehr auf der vorfahrtsberechtigten Fahrbahn eine Kreuzung überquert, während sich ein anderes Fahrzeug auf der nicht vorfahrtsberechtigten Fahrbahn von rechts nähert. Bild 26 zeigt die Situationsgrafik und beschreibt die situativen Rahmenbedingungen. Dabei wird der Fahrer von vorausfahrenden und folgenden Fahrzeugen in unterschiedlicher Anzahl und Geschwindigkeit umgeben.

Ausgehend von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h in der Annäherung befindet sich der Radfahrer auf der Fahrbahn im fließenden Verkehr. Die Sichtung beginnt, wenn der Radfahrer die Kreuzung wahrnimmt und endet mit dem Erreichen. Das Verlassen beginnt nach erfolgreichem Ausweichen/Passieren der Kreuzung.

Die Aufmerksamkeit verteilt sich schon während der Annäherung auf unterschiedliche Bereiche der Kreuzung (Bild 27): auf die eigene Fahrspur, auf die Mündungsbereiche der Kreuzung (Suche nach querenden Fahrzeugen), und auf das Verkehrsschild (hier: Vorfahrtsstraße). Bei der Sichtung konzentriert sich die visuelle Aufmerksamkeit auf das Fahrzeug, welches aus der Nebenstraße kommt. Allerdings wird deutlich, dass die restliche Aufmerksamkeit auf viele weitere Bereiche aufgeteilt wird. Dabei werden die vorausliegende Fahrbahn, Verkehrszeichen, der Bereich der von links kommenden Fahrbahn der Kreuzung sowie der Bereich rechts neben dem Radfahrer beachtet.

Dies legt eine hohe perzeptive und kognitive Beanspruchung nahe. Dadurch werden Unsicherheiten erklärbar, wie sie bezüglich der Vorfahrtsregelung von vielen Probanden berichtet wurden. Einerseits zweifeln die Probanden, ob sie Vorfahrt haben, andererseits sind sie unsicher, ob ihnen Vorfahrt gewährt wird. Während des Ausweichens/Passierens wird deshalb verstärkt Blickkontakt zum Fahrzeugführer gesucht, um dessen Verhalten abschätzen zu können. Nach dem Verlassen der Kreuzung würden sich einzelne Probanden umdrehen, um festzustellen, welche Richtung das Fahrzeug wählt. Die Ursache dafür könnte die Früherkennung eines möglichen Überholmanövers sein (vgl. Situation 3 – Ein-/Ausfahrt).

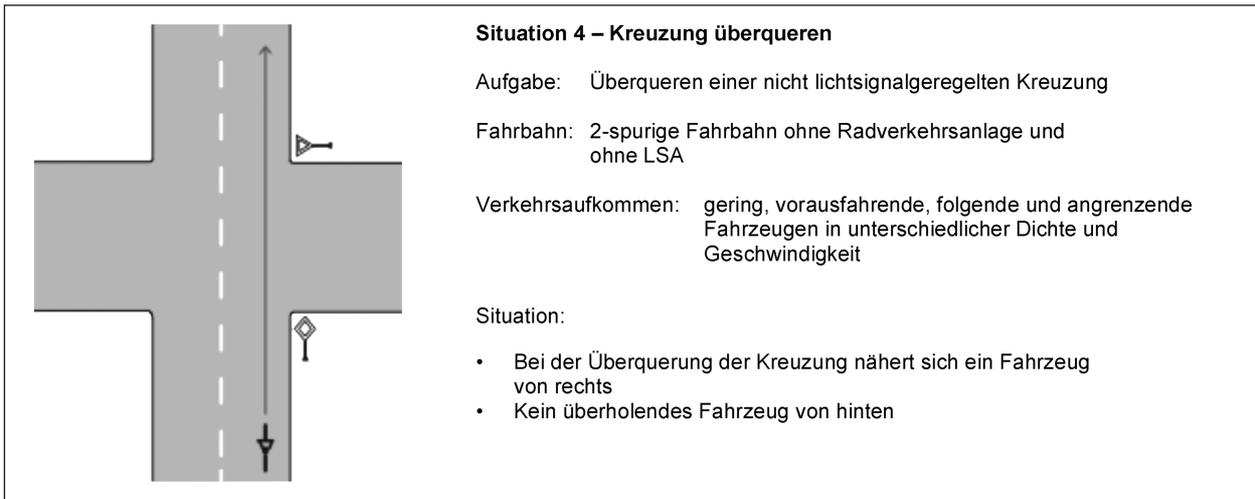


Bild 26: Situation 4 – Beschreibung der situativen Rahmenbedingungen

| Situation 4 – Kreuzung überqueren | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/ Passieren | Verlassen |
|-----------------------------------|--|---|---|--|
| Visuelle Wahrnehmung | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Gegenverkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Erkennen des Verkehrsschildes • Fahrzeug aus Nebenstraße | <ul style="list-style-type: none"> • Blickkontakt zum Fahrer • Fahrzeugverhalten • Blickkontakt zum Fahrer | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn |
| Akustische Wahrnehmung | | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr • Fahrzeug aus Nebenstraße | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr • Fahrzeug aus Nebenstraße |
| Kognition/ Psychomotorik | | <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzen der Geschwindigkeit • Identifizieren der Situation • Bremsbereitschaft | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretation des Verkehrsschildes • Bremsbereitschaft | |

Tab. 11: Von den Probanden berichtete Aufgaben in Situation 4 – Kreuzung überqueren

Im Vergleich dazu verteilt sich die akustische Aufmerksamkeit in allen Sequenzen sehr großflächig und umfasst nahezu den gesamten Kreuzungsbereich. Während des Ausweichen/Passieren wird sie stärker auf das von rechts kommende Fahrzeug fokussiert, um verbleibt, nun rückwärtig gerichtet, beim Verlassen der Situation bei selbigem.

Die Gesamtschwierigkeit steigt nach der Annäherung (3,3 von 10) merklich an (6,3 von 10) und bleibt über die weitere Situation hinweg weitestgehend konstant. Die visuelle Beanspruchung ist recht hoch und liegt im oberen Drittel der Skala (7,3 von 10).

In dieser Fahraufgabe fallen bei der Einschätzung der Situation und während der kritischen Phase (Ausweichen/Passieren) hohe visuelle und kognitive Beanspruchung zusammen mit hohem Zeitdruck. Neben der Identifizierung der Vorfahrtsregelung ist die Vergewisserung, dass einem die Vorfahrt nicht genommen wird, vor allem über Blickkontakt zum Fahrer essentiell. Bei Unklarheiten wird eher abgebremst als ausgewichen.

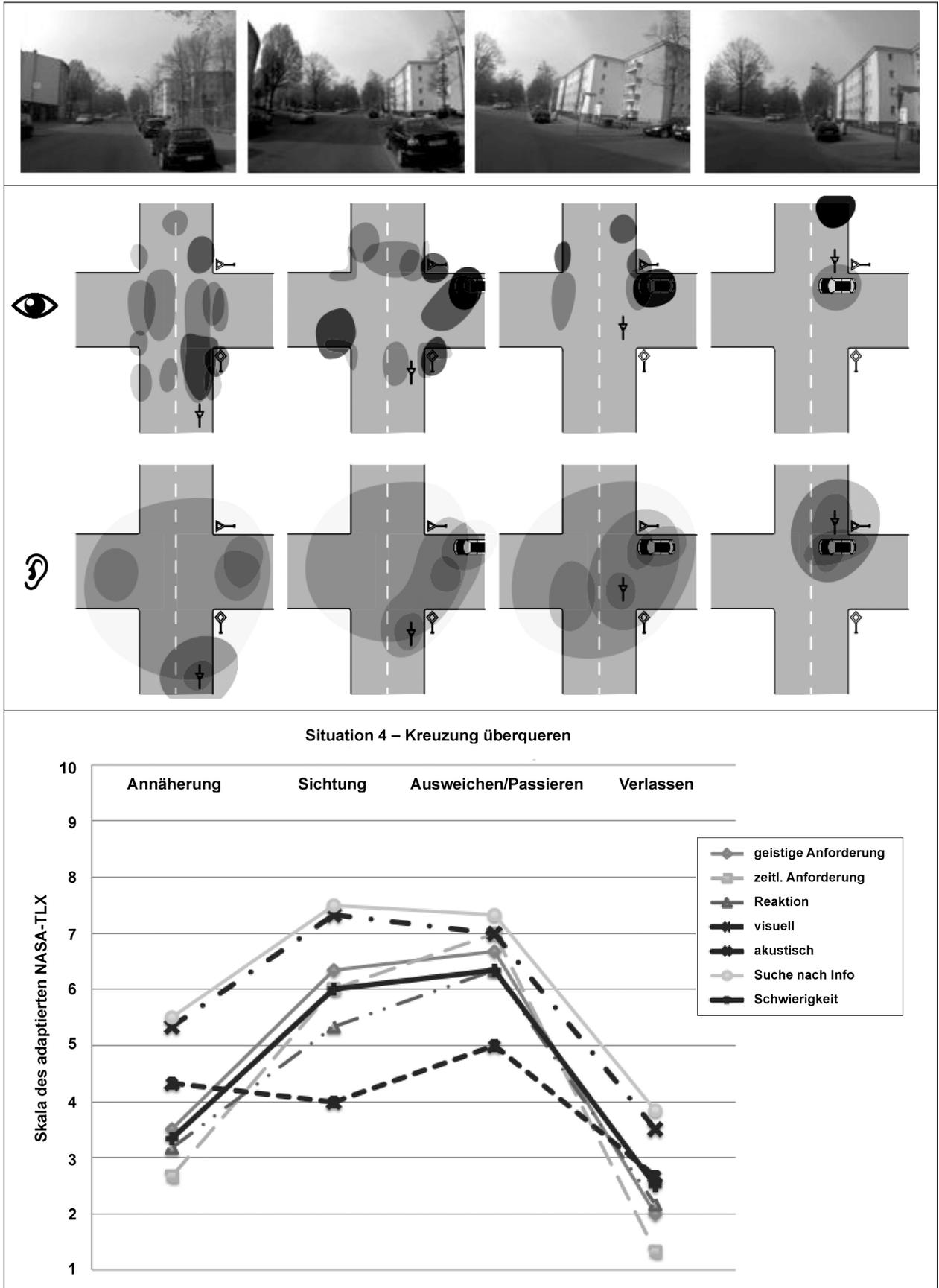


Bild 27: Situation 4 – Kreuzung überqueren. Fotos und grafische Darstellung der Situation und Ergebnisse des Fragebogens. In den Grafiken von den Probanden eingetragene Bereiche der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit. Dabei stellt die Densität die Häufigkeit der eingezeichneten Bereiche dar

Situation 5 – Linksabbiegen an einer lichtsignalgeregeltten Kreuzung

Die Fahraufgabe des Radfahrers ist es, an einer lichtsignalgeregeltten Kreuzung während der Grünphase nach links abzubiegen, während Fahrzeuge ihm entgegenkommen. Bild 28 zeigt die Situationsgrafik und enthält situationsspezifische Beschreibungen und Annahmen. Dabei wird der Fahrer von vorausfahrenden und folgenden Fahrzeugen in unterschiedlicher Anzahl und Geschwindigkeit umgeben.

Ausgehend von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 km/h in der Annäherung befindet sich der Radfahrer auf der Fahrbahn im fließenden Verkehr. Sobald er die Kreuzung mit Lichtsignalanlage wahrnimmt, beginnt die Sichtung. Diese endet, wenn der Radfahrer die Kreuzung erreicht. Das Ausweichen/Passieren endet mit erfolgreicher Überquerung der Kreuzung und daran schließt sich das Verlassen der Situation an.

Wie schon in der vorherigen Situation (Überqueren einer Kreuzung mit Pkw von rechts) verteilt sich die visuelle Aufmerksamkeit auf viele Bereiche (Bild 29). Neben der Lichtsignalanlage ist auch der gesamte Raum neben und vor dem Radfahrer im Fokus, da dieser sich auf der Fahrbahn vor dem Abbiegen links einordnen muss. Der rückwärtige Verkehr spielt dabei eine untergeordnete Rolle, da in der Videosequenz aufgrund eines Rückstaus vorausfahrender Fahrzeuge eine Einordnung ohne die Gefahr überholender Verkehrsteilnehmer und ohne Zeitdruck möglich ist. Allerdings berichten Probanden: „[...] mitten auf der Straße stehen ist nicht so schön [...]“. Bei Sichtung wird auf entgegenkommende Fahrzeuge geachtet, die Ampel wird erneut überprüft, auf mögliche überholende Fahrzeuge wird geachtet, sowie auf alles was Aufmerksamkeit auf sich zieht. Jede neue Information kann potenziell relevant für den Abbiegevorgang sein. Dazu gehören zum Beispiel Fußgänger oder unerwartet kreuzende Fahrzeuge. Während des Ausweichen/Passieren liegt das Hauptaugenmerk auf dem entgegenkommenden Fahrzeug. Erst beim Verlassen der Situation werden Fußgänger aktiv beachtet. Die Wahrnehmung dieser Verkehrsteilnehmer wird in den vorhergehenden Abschnitten als erwartungsgeleitet beschrieben. Anschließend wird die visuelle Aufmerksamkeit wieder auf die vor einem liegende Fahrbahn ausgerichtet.

Akustisch spielt weitestgehend der gesamte Kreuzungsbereich eine Rolle. Die „[...] Ohren“ sind „in alle Richtungen gespitzt [...]“. Besonders beim Verlassen ist hier die Aufmerksamkeit nach hinten gerichtet um den rückwärtigen Verkehr akustisch wahrzunehmen.

Die Gesamtschwierigkeit liegt von Beginn der Annäherung an mit 6,5 (von 10) im oberen Drittel und steigert sich während des weiteren Verlaufs der Fahraufgabe auf 8. Ein Abfall wird erst nach dem Verlassen (3,3 von 10) wieder erkennbar. Von den Probanden wird berichtet, dass die „[...] Schwierigkeit am höchsten“ und „[...] so viel los [...]“ war. Zum Zeitpunkt des Ausweichen/Passieren liegt sie im oberen Drittel (7,5 von 10) der Skala.

Die Schwierigkeit bei der Bewältigung der Fahraufgabe ergibt sich aus der Fülle der relevanten Informationen. Die visuelle (7 von 10) und akustische (5,3 von 10) Beanspruchung sind in dieser Situation höher als bei allen anderen Fahraufgaben (visuell: ca. 5,8; akustisch: zwischen 4,8 und 3,4 von 10).

Kritisch erscheint die Kombination aus hoher perceptiver Beanspruchung und hohem Zeitdruck. Dabei muss zum einen die Ampelschaltung anhaltend beobachtet werden und zum anderen sind weitere Verkehrsteilnehmer zu beachten. Blickkontaktaufnahme stellt dabei keine mögliche Bewältigungsstrategie dar. Die Informationsfülle lässt Fehler in der Beachtung entscheidungsrelevanter Merkmale wahrscheinlicher werden.

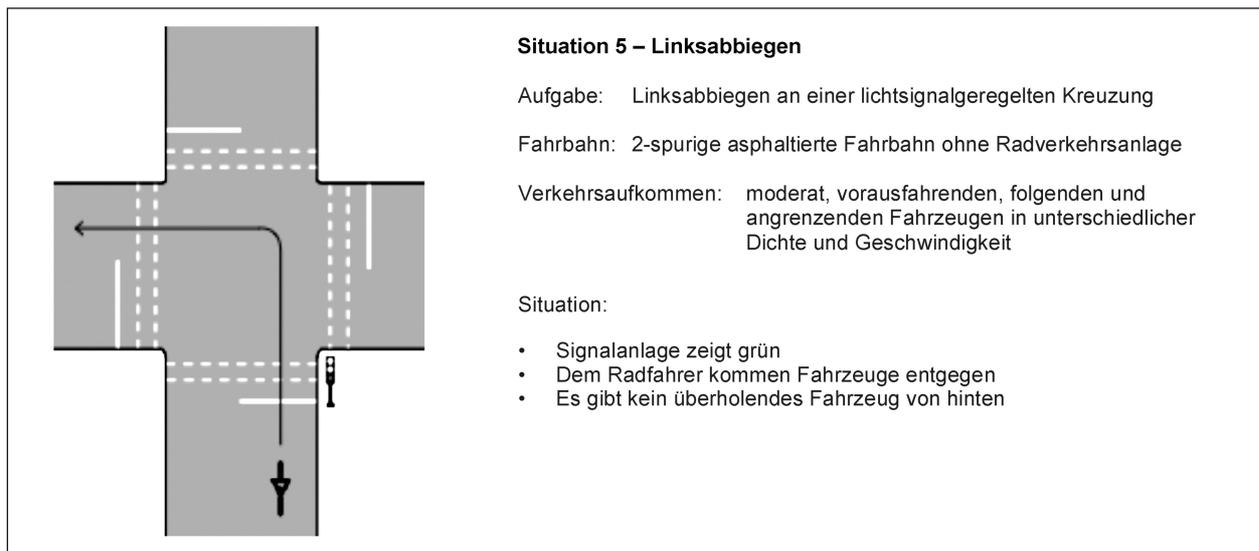


Bild 28: Situation 5 – Beschreibung der situativen Rahmenbedingungen

| Situation 5 – Linksabbiegen | Annäherung | Sichtung | Ausweichen/ Passieren | Verlassen |
|-----------------------------|--|---|--|---|
| Visuelle Wahrnehmung | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Fahrbahn nach vorn • Gegenverkehr (minimal) | <ul style="list-style-type: none"> • Am Fahrbahnrand parkende Fahrzeuge • Erkennen des Verkehrsschildes/Ampel • Gegenverkehr • Spurmarkierungen • Seitlich, überholende Verkehr • Fußgänger | <ul style="list-style-type: none"> • Blickkontakt zum Fahrer • Gegenverkehr, Lücke suchen • Querverkehr • Gegenverkehr • Verkehrszeichen (grüner Pfeil) | <ul style="list-style-type: none"> • Fußgänger • Fahrbahn nach vorn |
| Akustische Wahrnehmung | | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr • Seitlich, überholender Verkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Querverkehr | <ul style="list-style-type: none"> • Rückwärtiger Verkehr |
| Kognition/ Psychomotorik | | <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzen der Geschwindigkeit • Identifizieren der Situation • Interpretation der Ampel • Bremsbereitschaft • einordnen | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretation des Verkehrsschildes • Größe der Lücke einschätzen • Bremsbereitschaft | |

Tab. 12: Von den Probanden berichtete Aufgaben in Situation 5 – Linksabbiegen

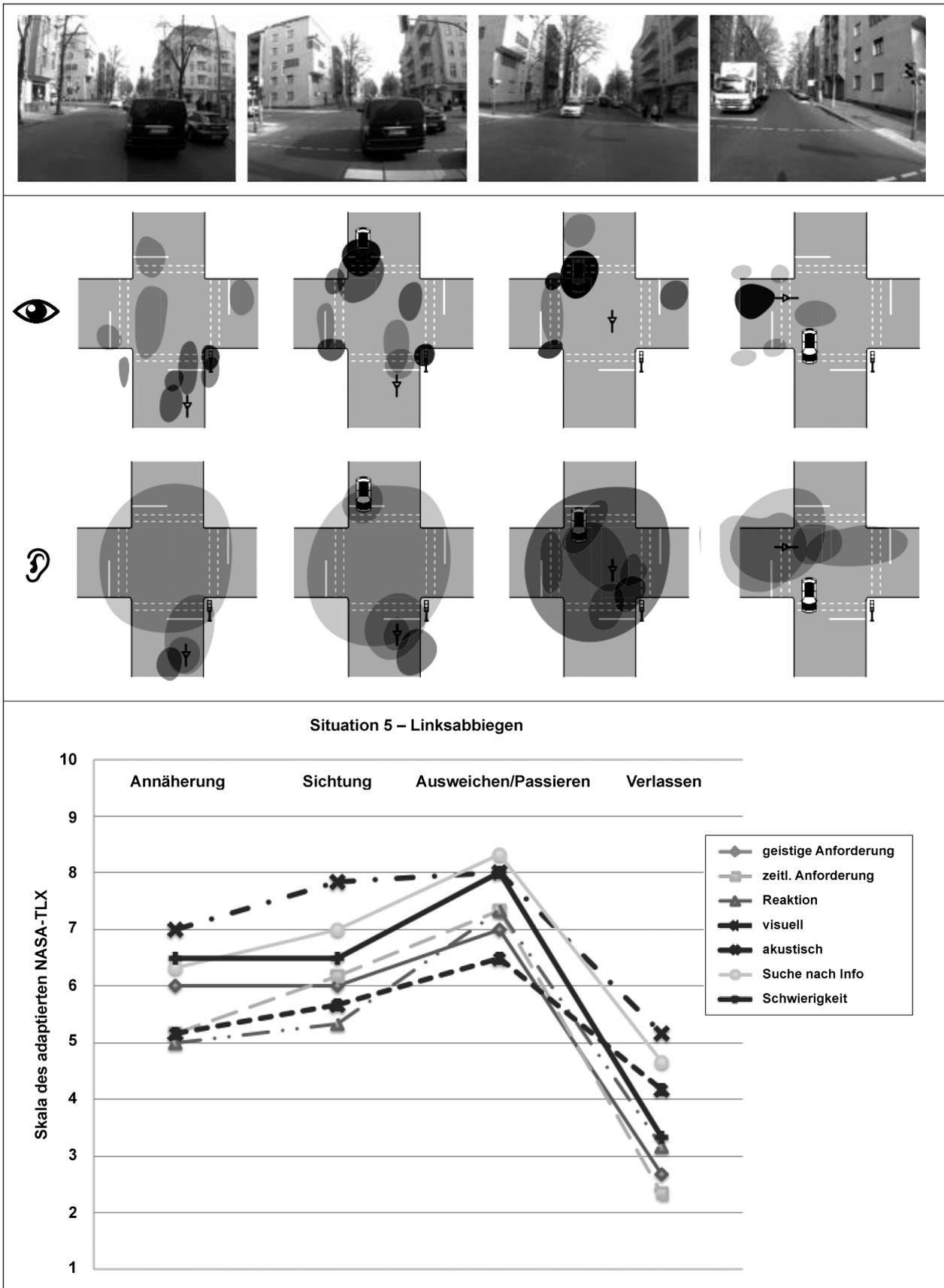


Bild 29: Situation 5 – Linksabbiegen an einer lichtsignalgeregelten Kreuzung. Fotos und grafische Darstellung der Situation und Ergebnisse des Fragebogens. Die Grafiken zeigen die von den Probanden eingetragenen Bereiche der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit. Die Densität zeigt die Häufigkeit der Nennungen (je dunkler, desto häufiger genannt)

4.3 Diskussion

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Aufgabenanalyse zusammengefasst und diskutiert. Vorab sei auf den explorativen Charakter der Analysen aufgrund der kleinen und recht jungen Stichprobe hingewiesen.

Nichtverbalisierte Prozesse

Viele der zur Bewältigung der Fahraufgabe erforderlichen Schritte werden von den Radfahrern nicht berichtet. So werden psychomotorische Anforderungen wie Gewichtsverlagerung, Ausbalancieren und Anpassung an die Fahrbahnbeschaffenheit nicht erwähnt. Es wird nicht berichtet, ob Unebenheiten bewusst ausgewichen oder durch Ausbalancieren entgegengesteuert wird. Erst auf Nachfragen berichten Probanden, das Gleichgewicht zu halten und auf Unebenheiten der Fahrbahn zu reagieren. Die Position im Verkehrsraum, besonders der Abstand zum Bordstein, wird ebenfalls nicht aktiv beobachtet bzw. reguliert. Diese Prozesse würden automatisiert ausgeführt und bedürften keiner bewussten Kontrolle. Eine Beteiligung kognitiver Ressourcen und damit Einfluss der automatisierten Prozesse auf die weitere Informationsaufnahme und -verarbeitung ist trotz gegenteiliger Berichte der Radfahrer nicht auszuschließen.

Gegenverkehr und Rückwärtiger Verkehr

Die Beachtung des Gegenverkehrs und des rückwärtigen Verkehrs wird meist nur auf Nachfragen berichtet. Die Probanden berichten hier eine reizgesteuerte Aufmerksamkeitsausrichtung (Bsp.: „[...] wenn da was auftaucht, dann sehe ich das schon [...]"). Das wird in der Situation – Bushaltestelle in Bild 23 deutlich. Im Video kommt dem Radfahrer ein Fahrzeug entgegen welches auch in den Grafiken von den Probanden eingezeichnet wird. In den Situationen ohne entgegenkommenden Verkehr wird auch nichts auf der Gegenfahrbahn eingezeichnet.

Bremsbereitschaft

Des Weiteren wird auf Nachfrage davon berichtet immer „[...] ein Stück weit mit der Hand an der Bremse [...]“ zufahren. Es besteht dadurch eine fortwährende Bremsbereitschaft.

Besonders kritisch erscheint, dass es Radfahrer möglichst vermeiden, ihre Geschwindigkeit zu re-

duzieren. Dadurch wird das Reaktionszeitfenster eingeschränkt und der Druck innerhalb einer kurzen Zeitspanne zu reagieren erhöht sich: „wenn ich schnell bin, dann hab ich eher Zeitdruck“. Ebenso wird die Ausführung von Kontrollblicken durch eine höhere Geschwindigkeit eingeschränkt. Folglich kann die Situation nicht vollständig überblickt und eingeschätzt werden. Das könnte in unübersichtlichen oder komplexen Situationen zu Wahrnehmungsfehlern führen.

Visuelle und akustische Wahrnehmung

Die visuelle Aufmerksamkeit ist vorrangig nach vorn auf die Fahrbahn ausgerichtet. Den Abstand zum Fahrbahnrand zu halten „[...] ist fast schon ein Automatismus, fast unterbewusst.“ Abhängig vom weiteren Verlauf der Fahraufgabe konzentriert sie sich dann auf den jeweiligen kritischen Bereich (z. B.: Fußgänger, Fahrzeug aus Ein-/Ausfahrt, Fahrzeug in Kreuzung). Die Aufteilung der Aufmerksamkeit auf weitere Bereiche (z. B.: Fußgänger, Verkehrsteilnehmer auf kreuzenden Fahrbahnen) wird durch die jeweilige Fahraufgabe bestimmt. Je unübersichtlicher die Verkehrslage und je schwieriger die Fahraufgabe (Linksabbiegen an einer Kreuzung) desto mehr Bereiche erfordern die Aufmerksamkeit des Radfahrers, um die Fahraufgabe gefahrlos zu bewältigen.

Falls andere Verkehrsteilnehmer beteiligt sind, wird versucht, Blickkontakt aufzunehmen um mögliche Verhaltensweisen abzuleiten. Nach Verlassen der Situation wird die Aufmerksamkeit wieder nach vorne auf die Fahrbahn gerichtet.

Die akustische Aufmerksamkeit umfasst einen großflächigen Bereich, da sie weniger gut fokussiert werden kann: „[...] akustisch ist schwierig, ganz ungefiltert, auf alles.“ Diese wird vorrangig auf den rückwärtigen Verkehr gerichtet, soweit dies möglich erscheint. In den Situationen mit einem relevanten motorisierten Verkehrsteilnehmer fokussiert man die akustische Aufmerksamkeit auf diesen. Es wird versucht zu „[...] hören, ob's da Motorgeräusche gibt“ um Informationen über Zustand (laufender Motor) oder Verhalten (Anfahren) abzuleiten.

Probanden berichten auch: „[...] den akustischen Input fokussiere ich generell nicht so wie den visuellen [...]“. Im Gegensatz zur visuellen Aufmerksamkeit welche durch das Blickfeld der Augen begrenzt wird ist das auditive Feld nahezu unbegrenzt

und erstreckt sich in alle Richtungen vom Kopf ausgehend.

Dabei zeigt die Aufgabenanalyse, dass Radfahrer die akustische Wahrnehmung vor allem für die Lokalisation von hinten nahender anderer Verkehrsteilnehmer nutzen. Gezielt findet diese Ausrichtung dann statt, wenn eine Verkehrssituation ein bestimmtes – akustisch wahrnehmbares – Ereignis erwarten lässt. Aus der Fachliteratur weiß man, dass Lokalisationsfehler häufiger auftreten, je weiter die Schallquelle von Kopf entfernt ist und je weiter diese sich seitlich oder hinter dem Kopf befindet (GOLDSTEIN, 2011). Fehler in der akustischen Lokalisation und Abstandsschätzung erscheinen somit wahrscheinlich.

Um die Fehleranfälligkeit der akustischen Wahrnehmung zu kompensieren und um zusätzliche Informationen zu erhalten könnten Kontrollblicke nach hinten durchgeführt werden. Jedoch spielt bei der Ausführung die Geschwindigkeit des Radfahrers eine große Rolle. Nur bei moderater Geschwindigkeit hat der Radfahrer noch genügend Zeit, sich bei einem Überholmanöver auch visuell einen Überblick über den rückwärtigen Verkehr zu verschaffen. Die Aussage von Probanden: „[...] in der Regel reicht die Situation nicht mehr aus, um mich noch mal umzudrehen und dann wieder nach vorn zu schauen [...]“, verdeutlicht dies.

Bottom-up vs. Top-down

In allen Fahraufgaben liegt die Bewertung der visuellen Beanspruchung in der oberen Skalenhälfte. Am höchsten ist sie beim Linksabbiegen vor entgegenkommenden Fahrzeugen „[...] war so viel los [...]“ (7 von 10). Die restlichen Fahraufgaben sind annähernd gleichwertig hoch gewichtet (um 5,7 von 10).

Die Annahme, dass Radfahrer den sie umgebenden Raum kontinuierlich bzw. intermittierend absuchen, um sich einen Überblick über die Verkehrssituation und mögliche Gefahrensituationen zu verschaffen, kann nicht belegt werden. Es wird eine ungerichtete visuelle und akustische Aufmerksamkeit auf die nähere Umgebung berichtet. Es wird nicht gezielt nach bestimmten Informationen gesucht. Eher wird davon ausgegangen, dass diese bei Auftreten die Aufmerksamkeit automatisch auf sich ziehen: „[...] immer gewisse Hintergrundkulisse und erst wenn etwas hervorsteht, dann schaut man da auch hin.“ Das trifft sowohl

auf visuelle als auch auf akustische Wahrnehmung zu.

Die Probanden berichten von einer bottom-up geleiteten Aufmerksamkeitsausrichtung: „Wenn da etwas entgegen kommt, dann zieht das Aufmerksamkeit auf sich, wenn da aber nichts ist, achte ich nicht weiter darauf.“ Indessen wird in den Beschreibungen der Fahraufgaben auch eine top-down gesteuerte Wahrnehmung deutlich: „[...] beim Abbiegen da schaue ich noch mal wegen Fußgängern.“

Beanspruchungsvergleiche

Erwartungsgemäß gehen heterogene Anforderungen von den Situationen an die Radfahrer aus. Besonders hoch erscheint die visuell-kognitive Beanspruchung während des Ausweichen/Passieren der Ein-/Ausfahrt, der Überquerung der Kreuzung und ab Sichtung der lichtsignalgeregelten Kreuzung beim Linksabbiegen.

Die Beteiligung eines Fahrzeuges, auf das (eventuell) reagiert werden muss, erhöht die visuelle und akustische Aufmerksamkeit. Zudem muss der Radfahrer entscheiden, ob, und wenn ja, welche Aktion erforderlich. Diese Entscheidungsprozesse verlangen eine genaue Einschätzung der Situation, die auf Basis der wahrgenommenen Informationen getroffen wird. Die Anforderungen an den Radfahrer sind demnach nicht nur inhaltlich vielfältig, sondern beanspruchen in kürzester Zeit unterschiedlich intensiv die Ressourcen.

Über längerfristige Beanspruchungsniveaus kann keine Aussage getroffen werden, da in dieser Untersuchung nur kurzfristige Beanspruchungsspitzen betrachtet werden.

Methodendiskussion

Die Aufgabenanalyse und Beanspruchungserfassung ist eine wichtige Komponente bei der Erforschung typischer Wahrnehmungsmechanismen und Wahrnehmungsfehler.

Die Methode des lauten Denkens ist eine Zugangsmöglichkeit zu Prozessen, die der Beobachtung nicht (immer) zugänglich sind. Dabei ist von einer Untererfassung von Entscheidungsprozessen und Prozessen der sensomotorischen Kontrolle, die hochgradig automatisiert ablaufen, auszugehen, die nicht oder nur eingeschränkt verbalisierbar sind.

Die Kombination von Videoszenarien und grafischer Darstellung erweist sich als sehr geeignet. Das Video dient dabei zur Veranschaulichung der Situation und Fahraufgabe. Die Grafik erleichtert das Verbalisieren der Gedanken. Die Probanden haben Zeit, ihre Gedanken in Worte zu fassen. Zusätzlich kann der Versuchsleiter bei Unklarheiten nachfragen um Missverständnisse zu vermeiden. Durch die Videosequenzen wird die Fahraufgabe gut verdeutlicht. Alles was im Video zu sehen ist (eventueller Gegenverkehr, voraus fahrende Verkehrsteilnehmer) wird in Grafik und Bewertung einbezogen, auch wenn dies kein wesentlicher Bestandteil der anfangs definierten und in der Grafik skizzenhaft abgebildeten Situation ist.

Die Situation wird aufgrund der nur nach vorne ausgerichteten Kamera nur unvollständig abgebildet. Die aufgezeichneten Kopfbewegungen müssen nicht mit denen des Probanden übereinstimmen und nicht sichtbare Informationen bleiben unbeachtet. Der Proband ist nicht in der Lage, diesen Informationsmangel mit eigenen Kopfbewegungen auszugleichen. Zusätzlich ist der rückwärtige Verkehr mit dieser Art der Videoaufnahme schwer darstellbar. Die Geräuschkulisse der Videoaufnahmen kann aufgrund überlagernder Windgeräusche nur eine grobe Annäherung an die Wirklichkeit darstellen.

Keine Alternative wäre es jedoch, den Probanden die Fahraufgabe aktiv ausführen zu lassen und über ein Mikrofon das laute Denken aufzunehmen. Es ist davon auszugehen, dass gerade in Verkehrssituationen mit hoher kognitiver Beanspruchung und hohem Zeitdruck das Verbalisieren der wahrgenommenen und beachteten Ereignisse entweder zu Gunsten der erfolgreichen Absolvierung der Fahraufgabe eingestellt würde, oder selbiges beeinträchtigen würde. Den Probanden dieser Gefahr auszusetzen wäre ethisch nicht vertretbar.

Die Benutzung einer Skala für die Einschätzung interessierender Items der Fahraufgabe erwies sich als problemlos und nützlich. Zu Beginn sollte jedoch die Einschätzung des Radfahrens im Längsverkehr ohne besondere Vorkommnisse miterhoben werden. Damit könnte man die Beanspruchung in Relation zur Baseline untersuchen.

Bei der kleinen Stichprobe aus relativ jungen Verkehrsteilnehmern besteht kein Anspruch auf Generalisierbarkeit für die Gesamtheit aller Radfahrer.

4.4 Zusammenfassung

Ziel der Aufgabenanalyse war es, wichtige kognitive und perzeptive Prozesse bei der Ausführung von Radfahraufgaben zu untersuchen, wahrnehmungsbeeinflussende Faktoren zu identifizieren und Beanspruchungsspitzen der visuellen und akustischen Aufmerksamkeit darzustellen.

Dabei zeigte sich erwartungsgemäß, dass die Beanspruchung in den komplexeren der untersuchten Situationen deutlich höher ist. Radfahrer haben unterschiedliche Bewältigungsstrategien, abhängig von der Art der beteiligten Verkehrsteilnehmer und der Höhe des Verkehrsaufkommens: „[...] wenn es eine ruhige Straße ist und wenig Verkehr, würde ich immer eher ausweichen.“ Bei Fußgängern wird eher ausgewichen, bei Fahrzeugen eher abgebremst. Wenn möglich, wird die Geschwindigkeit nicht reduziert, um Kraft zu sparen. Allerdings wird das Ausweichen als anspruchsvoller bewertet: „[...] weil man mehr berücksichtigen muss, Verkehr hinter mir hauptsächlich, Gegenverkehr, ich muss es ja schaffen das Hindernis zu umfahren, Geschwindigkeit muss ich berücksichtigen [...].“ Das Gehör spielt bei Radfahrern eine untergeordnete, aber nicht zu vernachlässigende Rolle. Damit wird der rückwärtige Verkehr beurteilt: „Manchmal denke ich, dass ich mich zu sehr auf mein Gehör verlasse und halt weniger gucke und versuche darauf zu hören, ob ein Auto von hinten kommt.“

Viele Prozesse des Radfahrens werden als automatisiert von den Probanden erlebt. Die motorischen Anforderungen an das Gleichgewicht werden nur auf Nachfrage verbalisiert und als automatisiert bezeichnet. Die Beachtung des entgegenkommenden Verkehrs wird ebenso nur auf Nachfrage bestätigt. Dabei wird die Aufmerksamkeitsausrichtung als vorrangig situationsgeleitet (bottom-up) empfunden. Top-down-Prozesse werden hingegen seltener berichtet.

Die visuelle Ausrichtung der Aufmerksamkeit konzentriert sich auf andere beteiligte Verkehrsteilnehmer sobald diese wahrgenommen werden. Dabei ist den Probanden wichtig, Blickkontakt zum beteiligten Objekt herzustellen um den weiteren Verlauf der Fahraufgabe einzuschätzen. Die akustische Aufmerksamkeit bleibt größtenteils ungerichtet.

Methodenbezogene Einschränkungen ergeben sich aus der mangelhaften Verbalisierung wichtiger kognitiver Prozesse der Probanden. Diesem Mangel kann mittels Nachfrage durch den Versuchs-

leiter teilweise aber nur ungenügend Abhilfe geschaffen werden.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bei der Analyse der Fahraufgabe des Radfahrers bezüglich der bewussten und/oder automatisierten Wahrnehmung. Da automatische Prozesse kaum verbalisiert werden, lässt sich diese Analyse nicht gut mit lautem Denken realisieren und sollte deshalb mit anderen Methoden erfolgen. Die Untersuchung des Unterschiedes zwischen wahrgenommenen Objekten, einer ungenügenden Weiterverarbeitung derselben und einer Nichtwahrnehmung kann Aufschlüsse über unfallbegünstigende Mechanismen geben. Dabei sind die Blickbewegungen von besonderem Interesse. Die Untersuchung der Mechanismen der Aufmerksamkeitseinengung (attentional und kognitive tunneling), in denen es entweder zu einer übermäßigen Aufmerksamkeitszuwendung (bottom-up geleitet) oder zu einer falsch gelenkten Aufmerksamkeit (top-down gesteuert) kommt, stellt jedoch eine Herausforderung dar. In beiden Fällen kommt es zu einer nicht angemessenen Fokussierung, welche zu Fehlverhalten führen kann.

Des Weiteren bleibt die genaue Beteiligung der akustischen Aufmerksamkeit an Wahrnehmungsprozessen zu untersuchen. Interessant ist die Frage, wie genau Radfahrer den Hörsinn für die Bewältigung der Radfahraufgabe benutzen. Wann wird diese Art der Wahrnehmung im Entscheidungsprozess eingebunden oder ist sogar ausschlaggebend? Wo entstehen dabei Fehler?

Vor allem aufgrund der kleinen Stichprobe ist von einer Generalisierung der Ergebnisse auf die Gesamtheit der Radfahrer abzusehen. Die als explorativ anzusehende Analyse zeigt jedoch eine Reihe von Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozessen von Radfahrern auf, die bislang nicht bekannt waren. Fortführende Studien müssen zeigen, inwieweit sich diese Ergebnisse auf die Gesamtheit der Radfahrer übertragen lassen, welche alternativen Wahrnehmungs- und Entscheidungsmechanismen angewendet werden, und welche Fehler dabei auftreten.

5 Diskussion von Maßnahmen und Forschungsbedarfen

Zu Projektabschluss wurde ein Workshop durchgeführt, um geeignete Gegenmaßnahmen für wahrnehmungsbezogene Unfallursachen von Radfahrern zu identifizieren und weiteren Forschungsbedarf aufzuzeigen. Am eintägigen Workshop nahmen Experten aus der Hochschulforschung, dem ADFC, der Landesverkehrswacht, dem BMVI, und dem Berliner Senat (vgl. Kapitel 7) teil.

5.1 Vorgehen

Zur Auswahl der Themenschwerpunkte des Workshops wurde vorab eine Kurzbefragung der geladenen Experten durchgeführt. Genannt werden sollten:

1. Besonders kritische Wahrnehmungsfehler von Radfahrern, die dazu führen können, dass diese verunfallen.
2. Besonders gut geeignete Maßnahmen, um Wahrnehmungsfehler von Radfahrern, die zu Unfällen führen, zu verhindern.
3. Der weitere Forschungsbedarf zu Wahrnehmungsfehlern von Radfahrern.

Wahrnehmungsfehler wurden in Anlehnung an Kapitel 3.1 definiert als fehlerhafte, verspätete oder ausbleibende visuelle und/oder akustische Wahrnehmung wichtiger Informationen in der Verkehrsumwelt. Dazu gehören:

- Die fehlerhafte Wahrnehmung infolge eingeschränkter Wahrnehmbarkeit der relevanten Information, z. B. aufgrund von Verdeckung durch Objekte, Verkehrsteilnehmer, aufgrund widriger Sichtbedingungen etc. und
- die fehlerhafte Wahrnehmung trotz Wahrnehmbarkeit der relevanten Information, z. B. aufgrund eines beeinträchtigten Seh-/Hörvermögens, Unaufmerksamkeit, fehlerhafter Aufmerksamkeit etc.

Nach Häufigkeit der Nennungen der besonders kritischen Wahrnehmungsfehler wurden drei Themenblöcke formuliert, die das Gros der Antworten abbilden. Diese lauten:

- Gestaltung der Verkehrsumwelt,
- Unaufmerksamkeit und visuelle und akustische Ablenkung von Radfahrern,

Verbesserung der Wahrnehmbarkeit von Wegen, Hindernissen und anderen Verkehrsteilnehmern

Als wichtige Maßnahme wurden Erhalt und Verbesserung der Sichtbeziehungen zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern und der Einsehbarkeit der Strecken und Kreuzungen genannt. Als konkrete Maßnahme wurde hier vorgeschlagen, Sichthindernisse zu beseitigen. Dazu gehören auch und insbesondere Sichtbarrieren, wie sie durch nachwachsende Hecken, Sträucher u. Ä. entstehen. Zum Freischnitt auf privaten Grundstücken müssten die Besitzer verpflichtet werden oder die Kosten der Ausführung im Auftrag von Stadtverwaltung oder Grünflächenamt übernehmen. Doch ist nicht jede Form der Sichtbehinderung nachteilig: offensichtliche Sichthindernisse, die als solche klar erkannt werden, können zu kompensatorischem Verhalten der Verkehrsteilnehmer (langsamerer Fahren/Anhalten, gezielte Suche nach Verkehrsteilnehmern) und damit zu mehr Sicherheit führen. Solche Maßnahmen gilt es jedoch mit Bedacht einzusetzen.

Eine häufige Ursache von Alleinunfällen ist die Kollision mit Pollern oder Pfosten, die sich – oft in gedecktem Grau gehalten – kaum von der Umgebung abheben. Sofern ihre Entfernung nicht möglich ist, sollten sie kontrastreich und auffällig gestaltet werden, und zwar vollständig: lediglich die Poller hervorzuheben, nicht aber die zwischen beiden aufgespannte Kette, könnte mehr schaden als nützen. Spannend ist ein Ansatz aus Kanada, die möglichen Kollisionsfolgen durch kippbare Poller zu vermeiden. Aus Deutschland ist bislang kein vergleichbarer Ansatz bekannt.

Eine andere hier genannte Maßnahme bezieht sich auf die Verbesserung der Wahrnehmbarkeit der Radfahrer: der Trixi-Spiegel, der rechts abbiegende Lkw-Fahrer bei der rechtzeitigen Erkennung von Radfahrern unterstützen soll.

Verbesserung der Straßen- und Radverkehrsführung und der Signalsteuerung

Als Ziel wurde der Aufbau einer Radinfrastruktur genannt, die es den Radfahrern leicht macht, die Radwege, ihren Verlauf, und ihre Begrenzungen tags wie nachts zu erkennen. Die Gestaltung der Wege, Signalanlagen etc. sollte möglichst einfach, konsistent, verstehbar und vorhersagbar gehalten werden. Diese Maßnahmen unterstützen mög-

licherweise weniger die visuelle Wahrnehmung relevanter Informationen als vielmehr deren Interpretation und damit das Situationsverständnis. Gegen das vorgeschlagene Prinzip „so einfach und konsistent wie möglich“ wird angeführt, dass dies nicht über das notwendige Maß (wo auch immer dies liegen mag) hinaus maximiert werden sollte, um mögliches Kompensationsverhalten der Radfahrer (riskanteres Fahrverhalten) oder eine Aufmerksamkeitsreduktion durch stark automatisiertes Fahren zu vermeiden.

Eine Reihe anderer Maßnahmen zur Verbesserung der (Rad-)Verkehrsinfrastruktur wurde genannt, die in erster Linie darauf abzielen, die Wahrnehmbarkeit der Radfahrer für Kfz-Fahrer zu verbessern. Dazu gehören die Vermeidung von Zweirichtungswegen und die Sicherung von Zufahrten. Problematisch ist die einseitige Aufmerksamkeitsausrichtung der Kfz-Fahrer, die ein Übersehen von Radfahrern aus der Gegenrichtung wahrscheinlicher macht. Eine Optimierung der Winkel, mit der Radwege an eine Kreuzung heranführen, kann die Wahrnehmbarkeit der Radfahrer für Kfz-Fahrer im Kreuzungsbereich verbessern. Ebenso ein Vorgrün von 2-3 s, das die Radfahrer an Kreuzungen frühzeitig ins Blickfeld der Kfz-Fahrer bringt. Ein verfrühtes Starten der Kfz-Fahrer auf das Vorgrün der Radfahrer im Wissen, dass kurz darauf „ihr“ Grünsignal folgt, wurde der Kenntnis der Experten nach nicht berichtet.

Zur Steigerung des Komforts und der Sicherheit im Radverkehr, insbesondere zur Verminderung der Rotlichtverstöße von Radfahrern, wurden weitere Konzepte für Lichtsignalanlagen für Radfahrer diskutiert. Dazu gehört z. B. eine grüne Welle für Radfahrer, die in Berlin gerade auf einer Pilotstrecke anläuft, und zum anderen die Restrotanzeige (verbleibende Zeit bis Grün in Sekunden), die je nach Land und adressierter Verkehrsteilnehmergruppe mehr oder weniger erfolgreich ist.

Förderung des achtsamen Radfahrens durch Gestaltung der Verkehrsumwelt

Vorgeschlagen und diskutiert wurden verschiedene Arten von Warnung in der Verkehrsumwelt, um Radfahrer zum langsameren und achtsameren Fahren an Gefahrenstellen zu bewegen. Zur Warnung vor Gefahrenstellen stehen verschiedene Kanäle zur Verfügung: Bei Verwendung akustischer Signale steht zu befürchten, dass Signale nicht so leicht lokalisierbar und damit schwer zuzuordnen

sind, und/oder dass sie vom Verkehrslärm überdeckt werden. Bei haptischen Warnsignalen – wie z. B. bei Aufpflasterung mit Kopfsteinpflaster an Einmündungen und Zufahrten – ist durchaus damit zu rechnen, dass damit neue Gefahrenquellen (geringere Stabilität, Wegrutschen bei Nässe) entstehen. Die Verwendung intelligenter Signalanlagen wird von den Experten kritisch gesehen, wenn die Situationsangepasstheit intelligenter Anlagen nicht den Prinzipien einer einfachen oder erwartungskonformen Gestaltung folgt. In einigen, ganz wenigen Verkehrssituationen, scheint ein Abbremsen der Radfahrer hilfreich, die sonst bei hohen Geschwindigkeiten die notwendigen Informationen (z. B. über den weiteren Straßenverlauf) möglicherweise nicht rechtzeitig wahrnehmen. Doch könnte in diesen Fällen eine Warnung geeigneter sein als Maßnahmen, die zu einem starken Abbremsen und damit zu einer neuen Gefahrenquelle für Radfahrer führen. Die Verwendung von Warnschildern wird ebenfalls kritisch diskutiert. Auf der einen Seite wird angeführt, dass Schilder gut wahrnehmbar sind, wenn sie eindeutig gestaltet sind. Andererseits ist man bei Kfz-Fahrern bestrebt, den „Schilderwald“ abzubauen. Soll man nun anfangen, einen solchen für Radfahrer aufzubauen?

Ein Ziel der Radverkehrsförderung ist es, Radfahrern das Gefühl von Sicherheit im Straßenverkehr zu vermitteln. Bauliche Maßnahmen wie z. B. Radwege unterstützen dies. Ein Gefühl von Sicherheit – so die Sorge – könnte jedoch zu Sorglosigkeit führen, und die zu Unfällen. Das Thema „Unsicherheit durch suggerierte Sicherheit (oder umgekehrt)“ wird in der Diskussion (wie auch in der Forschung) in den verschiedensten Kontexten und Fragestellungen wieder aufgegriffen (z. B. Assistenzsysteme bei Kfz-Fahrern), und gehört damit zu den wohl spannendsten Fragestellungen beim Thema (Rad-)Verkehrssicherheit.

5.3 Unaufmerksamkeit und visuelle und akustische Ablenkung von Radfahrern

Ziel war es, Maßnahmen zu nennen und zu diskutieren, um „Unaufmerksamkeit und visuelle und/oder akustische Ablenkung von Radfahrern im Straßenverkehr“ vermeiden zu können. Begonnen wurde mit einer Auflistung der verschiedenen Ursachen von Unaufmerksamkeit und Ablenkung. Anschließend wurden die von den Workshop-

teilnehmern als geeignet erachteten Maßnahmen zugeordnet. Die Verschriftlichung der Diskussionsergebnisse zeigt Bild 30 (2). Die genannten Ursachen und Maßnahmen lassen sich zwei Themenblöcken zuordnen:

- eingeschränkte Wahrnehmbarkeit der relevanten Information,
- Unaufmerksamkeit und Ablenkung.

Eingeschränkte Wahrnehmbarkeit der relevanten Information

Dieser Themenblock beinhaltet einige inhaltliche Überschneidungen mit dem vorhergehenden Diskussionsthema „Gestaltung der Verkehrsumwelt als Ursache für Wahrnehmungsfehler bei Radfahrern“. Angesprochen werden hier bislang selten diskutierte Ursachen für akustische Wahrnehmungsfehler bei Radfahrern. Dazu gehört zum einen ein hoher Umgebungslärm, der es Radfahrern erschwert, Richtung und Abstand motorisierter Fahrzeuge angemessen einzuschätzen, und zum anderen die Geräuschlosigkeit von Elektrofahrzeugen, die eine rein akustische Wahrnehmung unmöglich macht. Während Umgebungslärm als potenzielle Fehlerquelle erfassbar und damit kompensierbar wäre, ist die fehlende Aussagekraft akustischer Informationen für Radfahrer nicht erkennbar: kein Motorgeräusch heißt in diesem Fall nicht, dass kein motorisiertes Fahrzeug in der Nähe ist. An dieser Stelle sei noch einmal erwähnt, dass man bislang wenig darüber weiß, in welchem Ausmaß Radfahrer diese akustischen Informationen im Verkehr tatsächlich nutzen, und welche (richtigen oder falschen) Informationen sie daraus ziehen. Als Maßnahmen genannt werden die Lärmreduktion in der Verkehrsumwelt, und das Hinzufügen von Fahrgeräuschen zu Elektrofahrzeugen. Von beiden Maßnahmen dürften auch Fußgänger, und insbesondere Sehbeeinträchtigte, profitieren.

Als Ursache für zumeist visuelle Wahrnehmungsfehler wird zum einen eine unzureichende Straßenbeleuchtung genannt, die es zu verbessern gilt. Zum anderen wird die Schwierigkeit, die (potenziell) relevanten Informationen in der Verkehrsumwelt zeitnah aufzunehmen und richtig zu interpretieren, genannt. Bei höherer Komplexität der Verkehrsumwelt wird es für Radfahrer „zu schnell – zu viel“. Um eine Komplexitätsverringerung effektiv umzusetzen, gilt es jedoch, vorab die wichtigsten vermeidbaren Ursachen des „zu schnell – zu viel“ zu identifizieren.

Unaufmerksamkeit und Ablenkung

Als eine besonders kritische Ursache für Unaufmerksamkeit und Ablenkung wird die zunehmende Nutzung elektronischer Geräte während des Radfahrens genannt. Dazu gehören neben Smartphones und MP3-Playern auch Navigationsgeräte oder -apps. Des Weiteren werden Ablenkungsquellen am Fahrrad und in der Verkehrsumwelt genannt: Das Suchen in Taschen, das Unterhalten mit anderen Radfahrern, Regen (Radfahrer blicken nach unten), und das Betrachten von Werbeflächen. Dies kann zu Blickabwendungen, mentaler Ablenkung, und dem Überhören akustischer Hinweisreize führen. Über die Erkenntnisse einiger Studien aus den Niederlanden hinaus, die sich mit den Folgen der Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik beim Radfahren beschäftigen, weiß man wenig über die Häufigkeit und Folgen von Ablenkung im Straßenverkehr.

Als wirksame Maßnahmen werden Polizeikontrollen genannt, um Regelverstöße zu ahnden und regelkonformes Verhalten durchzusetzen. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme wird zum einen bestimmt durch die wahrgenommene Kontrolldichte und Sanktionshärte. Die weitaus größere Einschränkung dürfte jedoch die erschwerte Nachweisbarkeit potenziell ablenkender Verstöße als selbst- oder fremdgefährdendes Verhalten sein. Während dies bei Mobiltelefonnutzung (jede Nutzung ohne Freisprechanlage verboten) vergleichsweise einfach ist, sind die anderen genannten ablenkenden Tätigkeiten nicht per se untersagt, sofern Sicht und Gehör nicht beeinträchtigt werden (nach § 23, STVO). Der valide Nachweis dieser Beeinträchtigungen ist im Rahmen von Kontrollen kaum zu erbringen. Auf freiwillige Verhaltensänderung setzen Aufklärungskampagnen. Ihr Ziel ist es, über sicherheitskritisches (Fehl-)Verhalten zu informieren und Einstellungen und Verhalten sicherheitsfördernd zu beeinflussen. Auf das Thema Kampagnen wird in Kapitel 5.4 noch eingegangen.

Sind die verfügbaren Ressourcen zur sicheren Bewältigung der Fahraufgabe infolge von Ablenkung, Unaufmerksamkeit o. Ä. eingeschränkt, kann eine Vereinfachung der Fahraufgabe eine indirekte, aber dennoch effektive Maßnahme sein, Fehlwahrnehmungen zu vermeiden. Zu diesen Maßnahmen gehören bspw. die einheitliche und kontrastreiche Markierung von Radwegen und Hindernissen, der Verzicht auf Zweirichtungsradwege oder eine Verringerung der Geschwindigkeit von Kraftfahr-

zeugen. Als Hindernis und als Ablenkung im Straßenverkehr sind Werbeflächen zu betrachten. Kritisch erscheinen hier insbesondere großflächige, selbstleuchtende Werbeflächen. Diskutiert wurde im Workshop, ob man diese Werbeflächen weiterhin genehmigen sollte, schließlich seien sie auf Autobahnen auch nicht zugelassen. Doch zur Ablenkungswirkung von Werbung bei Radfahrern gibt es unseres Wissens bislang keine Studien.

5.4 Mangelnde Fahrkompetenz und alterskorrelierte Wahrnehmungseinschränkungen bei Radfahrern

Ziel war es, Maßnahmen zu nennen und zu diskutieren, um die Fahrkompetenz von Radfahrern verbessern und alterskorrelierten Wahrnehmungseinschränkungen wirksam begegnen zu können. Begonnen wurde mit einer Auflistung der verschiedenen Ursachen mangelnder Fahrkompetenz und Gruppen mit besonderem Förderungsbedarf. Anschließend wurden die von den Workshopteilnehmern als geeignet erachteten Maßnahmen zugeordnet. Die Verschriftlichung der Diskussionsergebnisse zeigt Bild 30 (3). Dabei lassen sich die genannten Ursachen und Maßnahmen folgenden Themenblöcken zuordnen:

- 1) körperliche Einschränkungen,
- 2) Fahrkompetenz und Fahrperformanz.

Körperliche Einschränkungen

Gerade mit steigendem Alter nehmen körperliche Einschränkungen zu. Dazu gehören neben regelmäßiger Medikation insbesondere Sehbeeinträchtigungen, die bei gradueller Verschlechterung über längere Zeit nicht erkannt und somit nicht – z. B. durch Anpassung der Sehhilfe – behoben oder zumindest abgemildert werden. Während Hörbeeinträchtigungen im Alltag durch Hörgeräte ausgeglichen werden, wird beim Radfahren (so die Erfahrungen eines Workshopteilnehmers) zumeist darauf verzichtet. Der Grund liegt in den äußerst unangenehmen Windgeräuschen, die die meisten Hörgeräte beim Radfahren hervorrufen und die nur bei sehr teuren Geräten ausgeglichen werden. Mit einer auch altersbedingten eingeschränkten Beweglichkeit sind bspw. Kontrollblicke wie der Schulterblick nicht mehr uneingeschränkt möglich. Spiegel am Fahrrad als Möglichkeit, den rückwärtigen Verkehr zu beobachten, wurden im Workshop nicht diskutiert.

Als geeignete Maßnahmen zur Diagnose von Seh- und Hörbeeinträchtigungen werden Seh- und Hörtests genannt. Die entscheidende Frage ist jedoch, wie man mit diagnostizierten erheblichen Beeinträchtigungen umzugehen hat. (Wie) lassen sich die bestehenden Beeinträchtigungen beheben oder kompensieren? Bei welchem Ausmaß an Seh- oder Hörbeeinträchtigungen sollte man Personen empfehlen, zukünftig auf das Radfahren zu verzichten? Und was bedeutet das für die Mobilität einer Verkehrsteilnehmergruppe, die mit entsprechenden Beeinträchtigungen vielleicht bereits auf das Autofahren verzichten muss bzw. sollte?

Im Zweifel wäre eine eigenverantwortliche Entscheidung bei Radfahrern, die es als ungeschützte Verkehrsteilnehmer in erster Linie vor einer Selbst- denn Fremdgefährdung zu schützen gilt, verbindlichen Vorschriften vorzuziehen. Voraussetzung dafür ist eine Aufklärung der Radfahrer über die vorliegenden Beeinträchtigungen und deren möglichen Folgen. Als Ansprechpartner scheinen hier insbesondere die Hausärzte geeignet.

Fahrkompetenz und Fahrperformanz

Vielen Radfahrern fehlt es an wichtigen Kenntnissen zur sicheren Bewältigung der Radfahraufgabe gerade in komplexeren Verkehrssituationen. Besonderen Förderungsbedarf sieht man bei Kindern, die Defizite bei Psychomotorik, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und Situationsinterpretation aufweisen. Förderungsbedarf besteht auch bei Erwachsenen, die nicht über ausreichend Fahrerfahrung oder Regelwissen verfügen. Dazu gehören z. B. einen Migranten ohne Führerscheinausbildung in Deutschland. Dabei muss man sich vor Augen halten, dass die Verkehrserziehung zum sicheren Radfahren in der Grundschule nicht nur die erste, sondern auch die letzte Möglichkeit ist, verkehrsrelevantes Wissen und Fähigkeiten an alle (noch sehr jungen) Radfahrer heranzutragen. Darauf folgt eine Ausbildungslücke bis zum Führerscheinwerb (sofern dieser erfolgt), der einige, aber nicht alle insbesondere radfahrerspezifischen Trainingslücken schließen kann. Möglich wäre dies über Trainingsangebote, um sensomotorische Fähigkeiten, Regelwissen, und Situationseinschätzungen (z. B. Geschwindigkeiten, Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer, Gefahrenwissen) zu üben und sichere Verhaltensstrategien aufzubauen. Vor allem auf das Üben der Situationseinschätzungen setzen Trainings unter Verwendung von Radfahrersimulatoren, die jedoch bestimmte Gefahren wie Ausrutschen

und Umkippen nicht simulieren können. Eine erhebliche Schwierigkeit besteht darin, die Radfahrer zum Training zu bewegen. Nur ein sehr geringer Anteil der aktiven Radfahrer lässt sich dafür gewinnen. Nur bei Pedelec-Trainings verzeichnet man zufriedenstellende Teilnahmezahlen. Dies liegt jedoch vor allem daran, dass bei diesem „neuen“ Verkehrsmittel ein subjektiv wahrgenommener Trainingsbedarf besteht.

Da Maßnahmen wie Trainings nur eine sehr geringe Anzahl an Radfahrern erreichen, besitzen Maßnahmen, die allen Radfahrern zugute kommen, eine besondere Attraktivität. Im Workshop wurde mit deutlicher Mehrheit als effektivste Maßnahme von allen die Errichtung von „selbsterklärenden Straßen“ genannt. Das sind Straßen, die so erwartungskonform gestaltet sind, dass ihr Design den Verkehrsteilnehmern das in der Situation angemessene Verhalten nahelegt. Hier wurde jedoch angeführt, dass derzeit noch zu wenige Kenntnisse darüber bestehen, wie eine selbsterklärende Straße für Radfahrer konkret aussehen soll. Darüber hinaus wurden die damit verbundenen enormen Kosten angeführt.

Mangelnde Regelbefolgung mag sich zum Teil durch mangelndes Regelwissen begründen lassen. Doch viele sicherheitskritische Verhaltensweisen von Radfahrern dürften nicht in erster Linie auf Wissenslücken zurückzuführen sein. Unbeleuchtetes Fahren bei Nacht oder Fahren bei Rot ist der Mehrzahl der Radfahrer – ob im Besitz eines Führerscheins oder nicht – als Regelverstoß bekannt. Hier gilt es, die notwendige Verhaltenskompetenz aufzubauen, also Radfahrer zu verantwortungsbewußtem und sicherem Verkehrsverhalten zu bewegen. Ein möglicher Weg dahin führt über Kampagnen zur Aufklärung der Radfahrer. Dabei ist die Wirksamkeit von Verkehrssicherheitskampagnen auch bei Kfz-Fahrern oft nicht belegt. Probleme bereitet zum einen die Erreichbarkeit der Zielgruppe gerade bei allgemein gehaltenen Kampagnen. Eigenes Verhalten wird – ganz im Gegensatz zu dem anderer Verkehrsteilnehmer – entweder als fehlerfrei oder als unkritisch (oder beides) erachtet. Schafft man es nicht, das Problembewusstsein zu wecken, schafft man es nicht, problematisches Verhalten zu ändern. Kampagnen müssen die jeweiligen Zielgruppen gezielt ansprechen, um für Gefahren im Straßenverkehr zu sensibilisieren und das Bewusstsein für die Folgen eigener und fremder Fehler zu wecken. Und dies ohne das Radfahren als so gefährlich darzustellen, dass man auf

andere Verkehrsmittel ausweicht. Wie das alles am wirksamsten umzusetzen ist, gilt es dabei noch herauszufinden.

5.5 Forschungsbedarf

Bereits bei Analyse der Fachliteratur wurde der erhebliche Forschungsbedarf in Hinsicht auf die normalen und fehlerhaften Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsmechanismen bei Radfahrern, deren Ursachen und Folgen festgestellt. In der Befragung und Diskussion sehen die Experten bei folgenden Themen weitere Forschungsbedarfe:

- Wahrnehmungsprozesse: Was nehmen Radfahrer im Straßenverkehr wahr, und wie? Wie funktioniert die Geschwindigkeitswahrnehmung? Was wird foveal, was peripher wahrgenommen? Welche Informationen – visuell wie akustisch – werden genutzt, und welche (notwendigen) Informationen nicht?
- Quantifizierung der Risiken: Welche Faktoren führen wie häufig zu Radfahrunfällen?
- Evaluation der Wirksamkeit von Maßnahmen: Was ist wann wie anzuwenden, um Radfahrunfällen wirksam zu begegnen? Inwieweit lassen sich Maßnahmen, die sich bei Kfz-Fahrern bewährt haben, auch für Radfahrer übernehmen?

Als konkrete Fragestellungen wurden dabei formuliert:

- Wie ist der Zusammenhang zwischen schlechtem Sehvermögen und der Verunfallung von Radfahrern?
- Welchen Einfluss zeigt das Alter auf die Wahrnehmung von Radfahrern?
- Wie ändert sich die Aufmerksamkeit von Radfahrern durch Konsum von Alkohol, je nach Witterungsbedingung etc.?
- Wie beeinflusst Ablenkung von Radfahrern deren visuelle Aufmerksamkeit?

Als nicht wahrnehmungs- und aufmerksamkeitsbezogene Fragestellungen wurden folgende Themen genannt:

- Alleinunfälle: 20 % der tödlichen Radfahrunfälle sind laut einer Analyse des ADFC (nach Bericht eines Workshopteilnehmers) auf Alleinunfälle zurückzuführen. Konkret als Forschungsfrage

benannt wurde hier insbesondere die Rolle von Mängeln der Infrastruktur, und deren Erkennbarkeit.

- Analyse der Gründe für mangelnde Regelakzeptanz bei Radfahrern.
- Aufzeigen von Maßnahmen zur Erreichbarkeit der Zielgruppen, auf die Aufklärungskampagnen wirken sollen.
- Einfluss des subjektiven Sicherheitsempfindens auf Gefahrenwahrnehmung, Verkehrsverhalten, und die Motivation, Rad zu fahren.

5.6 Zusammenfassung

Im Workshop wurden die in der Vorabbefragung meistgenannten Ursachen für Wahrnehmungsfehler von Radfahrern diskutiert. Dazu gehören Unaufmerksamkeit/Ablenkung der Radfahrer verschiedenster Ursache (meistgenannt in der Befragung), eine erschwerte Wahrnehmbarkeit durch Fehlen notwendiger Informationen (z. B. eindeutige, kontrastreiche Markierungen) oder (über-)fordernd komplexer Gestaltung in der Verkehrsumwelt, und mangelnde Kompetenz oder Bereitschaft zu sicherem Verhalten im Straßenverkehr.

Weitere, in der Vorabbefragung genannte, doch nicht näher diskutierte Ursachen waren z. B. mangelnder Situationsüberblick, Fehler infolge von „Sehen, aber nicht wahrnehmen“, Alkohol, Benutzen des Radwegs in falscher Richtung und Wahrnehmungsfehler anderer Verkehrsteilnehmer. Dass im Workshop nicht alle in der Befragung genannten Ursachen für das Verunfallen von Radfahrern ausführlich diskutiert werden konnten heißt nicht, dass diese Ursachen eine nachgeordnete Rolle im Unfallgeschehen spielen. Aussagen zu Häufigkeit und Ursache wahrnehmungsbezogener Fehler sind schwierig, und auch mit der im vorliegenden Projekt durchgeführten Unfallanalyse nur unter Vorbehalt zu treffen. Die Quantifizierung der Risiken gehört zu den wohl schwierigsten Fragestellungen der Verkehrssicherheitsforschung – nicht nur im Radverkehr. Ein guter Anfang wäre eine präzisere Beschreibung des Unfallhergangs und möglicher mitverursachender Faktoren bei der Unfallaufnahme.

Es wurde eine Reihe von Maßnahmen diskutiert, um Wahrnehmungsfehlern verschiedener Ursache zu begegnen. Die genannten Maßnahmen setzen auf verschiedenen Interventionsebenen an: Einige

unterstützen den Wahrnehmungsprozess (eindeutige, auffällige, kontrastreiche Markierung von Radwegen und Hindernissen), andere die Situations einschätzung (erwartungskonforme Gestaltung, selbsterklärende Straßen, Trainings), wiederum andere wirken bewusstseinsbildend (Kampagnen), oder verhaltensregulierend (Polizeikontrollen). Als mit Abstand wirksamste Maßnahme wurden selbst-erklärende Straßen genannt. Generell lässt sich jedoch sagen, dass man recht wenig über die Wirksamkeit der Maßnahmen weiß – insbesondere im Radverkehr. Zu oft fehlt es an Zeit und Mitteln, um systematische Evaluationsstudien durchzuführen, die über einen Vorher-Nachher-Vergleich standort-spezifischer Verbesserungsmaßnahmen hinausgehen.

Die Erforschung der allgemeinen Wahrnehmungsprozesse von Radfahrern im Straßenverkehr ist unverzichtbar. Ohne ein grundlegendes Verständnis dieser Prozesse wird es schwer, den eigentlichen Ursachen und nicht nur deren Symptomen mit geeigneten Maßnahmen zu begegnen. Im Idealfall geht dieses Verstehen dem anwendungsnahen Forschen voraus.

Die Mehrheit der in der Literaturanalyse vorgestellten Publikationen zu Wahrnehmung und Wahrnehmungsfehlern von Radfahrern stammt aus den letzten Jahren. Es steht zu hoffen, dass das wachsende Interesse an diesem Forschungsthema erhalten bleibt.

6 Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Projekts war es, typische visuelle und akustische Wahrnehmungsmechanismen von Radfahrern sowie Wahrnehmungsfehler und deren Ursachen aufzuzeigen.

Mittels Analyse der Fachliteratur wurde der aktuelle Wissensstand zur visuellen und auditiven Wahrnehmung der Verkehrsumwelt durch die Radfahrer aufgearbeitet. Bei der Analyse von Radverkehrsunfällen (GIDAS) wurde der Zusammenhang wahrnehmungsbeeinflussender Faktoren zu Wahrnehmungsfehlern verunfallter Radfahrer geprüft. Eine Aufgabenanalyse gab Aufschluss über typische Wahrnehmungsmechanismen zur Bewältigung der Radfahraufgabe. Im Rahmen eines Expertenworkshops wurden Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Radverkehrs und weiterer Forschungsbedarf abgeleitet.

Visuelle und akustische Wahrnehmungsmechanismen

Beim Rad- und Autofahren gibt es erkennbare Unterschiede in der Informationsaufnahme. Eine mögliche Folge ist die eingeschränkte Kongruenz des Situationsbewusstseins von Kfz- und Radfahrern, die Konflikte und Unfälle begünstigt.

Wie auch beim Autofahren wird beim Radfahren die Aufmerksamkeit primär in den Bereichen ausgerichtet, in denen Kraftfahrzeuge zu erwarten sind – zuungunsten ungeschützter Verkehrsteilnehmer.

Beim Radfahren ist die Beobachtung der Bereiche rechts des Fahrrads (Fahrzeigtüren, Fahrer im parkenden Fahrzeug, der gleich losfährt), der Blickkontakt zu Kfz-Fahrern an Einmündungen und Kreuzungen sowie die Suche nach dem jeweils sichersten Weg besonders wichtig. Eine schlechte Fahrbahnoberfläche fordert größere visuelle Aufmerksamkeit.

Blickkontakt zu Kfz-Fahrern an Einmündungen und Kreuzungen wurde oft als wichtige Sicherungsstrategie beim Radfahren aufgeführt. Dieser scheint nicht nur der Vergewisserung zu dienen, ob man als Radfahrer vom Kfz-Fahrer gesehen wurde, sondern auch der Intentionserkennung (z. B. Gewährung der Vorfahrt) über Zeichen des Fahrers.

Die Aufmerksamkeitsausrichtung erfolgt beim Radfahren sowohl erwartungsgeleitet als auch reizgesteuert. Radfahrer berichten einerseits, den Verkehr nicht gezielt abzusuchen: „Was da ist, wird schon auffallen“. Ebenso berichten sie in konkreten Situationen eine gezielte visuelle und akustische Suche nach bestimmten Informationen, z. B. um parkende von (an-)fahrenden Fahrzeugen zu unterscheiden (Fahrer im Fahrzeug? Lläuft der Motor?).

Radfahrer überwachen den rückwärtigen Verkehrsraum vor allem akustisch. Kontrollblicke nach hinten werden seltener und bei eher geringerer Geschwindigkeit durchgeführt.

Ist kein Motorgeräusch zu hören, schließen Radfahrer daraus, dass kein Fahrzeug da ist. Ist der Geräuschpegel in der Verkehrsumwelt höher, empfinden sie diese (Nicht-)Wahrnehmung als fehleranfällig, und eine ergänzende visuelle Kontrolle als erforderlich, um Anwesenheit und Entfernung rückwärtiger Fahrzeuge korrekt einschätzen zu können.

Es erscheint problematisch, dass „kein Geräusch“ in verkehrarmen Situationen gleichgesetzt wird mit

„kein Fahrzeug = Raum zum Ausweichen“. Geräuschlose Verkehrsteilnehmer (überholende Radfahrer, Elektrofahrzeuge) blieben in diesem Fall unbemerkt.

Für Radfahrer sind Kontrollblicke zur Einschätzung des rückwärtigen Verkehrs deutlich aufwändiger: zum einen erfordern sie eine starke Kopfdrehung, die eine gleichzeitige Beobachtung der vor einem liegenden Strecke unmöglich macht, zum anderen geht eine starke Kopfdrehung mit einer Drehung des Schulterbereichs und folglich mit einer Lenkbewegung in die gleiche Richtung einher.

Einige typische visuelle und akustische Wahrnehmungsmechanismen von Radfahrern und mögliche Fehlerquellen ließen sich in der Aufgabenanalyse identifizieren. Bei deren Interpretation ist zu berücksichtigen, dass nur wenige Fahraufgaben mit wenigen Probanden behandelt wurden, die verwendeten Videoszenarien manche Aspekte der realen Fahraufgabe schlechter abbilden (z. B. Geräuschkulisse mit Rauschen überlagert, Fahrspur bereits vorgegeben, ...), und bei der Verbalisierung die „selbstverständlichen“ Aufgaben wie Stabilisierung des Rads, Beobachtung der Fahrbahnoberfläche o. Ä. nicht berichtet. Auch ist davon auszugehen, dass wichtige Prozesse zur Situationseinschätzung nicht (vollständig) berichtet wurden.

Inwiefern Radfahrer taktile Informationen z. B. hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit nutzen und welche Rolle diesen im Unfallgeschehen zukommt ist nicht bekannt.

Wahrnehmungsfehler und Unfälle

Nach OTTE et al. (2012) sind bei 40 % der von Radfahrern verursachten Unfälle die relevanten Informationen entweder nicht oder nur eingeschränkt wahrnehmbar, oder sie wurden nicht, zu spät oder fehlerhaft wahrgenommen. Während Fehler bei der Bewertung und Planung in etwa ebenso häufig auftreten wie Fehler bei der Informationsaufnahme, spielen Handlungsfehler mit 6,4 % bei Radfahrern nur eine untergeordnete Rolle.

Bei jedem vierten (28 %) von N = 1.232 der im vorliegenden Projekt analysierten Radfahrernfälle wurde ein visueller Wahrnehmungsfehler des haupt-/alleinschuldigen Radfahrers in der Unfallhergangsbeschreibung berichtet. Drei Viertel dieser Unfälle gehen jeweils hälftig auf „Übersehen“ und auf „Nichtbeachtung“ anderer Verkehrsteilnehmer oder Objekte im Verkehrsraum zurück. Dabei ist die

Kategorisierung der Fehlermechanismen (Übersehen, Nichtbeachtung, falsche Aufmerksamkeitsausrichtung, ...) wegen der eingeschränkten Zuverlässigkeit der Datenbasis nur unter Vorbehalt zu interpretieren. In keiner einzigen Unfallhergangsbeschreibung wurden akustische Wahrnehmungsfehler („überhören“, „nicht hinhören“ o. Ä.) genannt.

In 6 % der analysierten Unfälle ist der Zugang zu Informationen im Verkehrsraum für Radfahrer erschwert. Dies ist in 60 % der Fälle auf sichtbehindernde Objekte (meist permanent verortete Hindernisse wie Mauern, Hecken u. Ä.), zurückzuführen. Vergleichsweise selten sind Fehler beim Informationszugang infolge erschwelter Sichtbedingungen durch Regen, Nebel, Dunkelheit oder wegen Verdeckung durch andere Verkehrsteilnehmer.

Der höchste Anteil der Wahrnehmungsfehler (69 %) bei den bei Radfahrern häufigsten amtlichen Hauptunfallursachen tritt beim „Einfahren in den fließenden Verkehr“ auf.

Eine Übersicht über die sieben Kategorien der Unfalltypen zeigt: Die meisten Wahrnehmungsfehler ereignen sich beim Einbiegen/Kreuzen. Hier ist in 84 % der Fälle ein Pkw-Fahrer der Unfallgegner.

Die beim Unfall herrschenden Sichtbedingungen stehen nicht (Niederschlag/Nebel) bzw. nur geringfügig (nachts seltener) in Zusammenhang mit Wahrnehmungsfehlern.

Bei 3,1 % der durch Radfahrer verursachten Unfälle liegt die Blutalkoholkonzentration bei mindestens 0,8 ‰. Zum Zusammenhang zu Wahrnehmungsfehlern lassen sich im Rahmen der Unfallanalyse keine belastbaren Aussagen treffen. Unabhängig davon kann man bei 0,8 ‰ Blutalkoholkonzentration bereits von erheblichen Fahrleistungsbeeinträchtigungen ausgehen.

Die Folgen wahrnehmungs- und fahrleistungsbeeinträchtigender Medikamente ebenso wie der Gebrauch nicht legalisierter Drogen für die Radfahrleistung sind derzeit noch nicht untersucht. Auch in der hier durchgeführten Unfallanalyse ließ sich aufgrund der geringen Fallzahlen nicht prüfen, ob Wahrnehmungsfehler bei Einnahme dieser Substanzen häufiger sind.

Musikhören und die Nutzung von Mobiltelefonen beim Radfahren beeinträchtigen die Wahrnehmung akustischer Informationen und verlängern die Reaktionszeit.

Zum Zusammenhang von Wahrnehmungsfehlern zur Nutzung von Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik wie zu anderen Merkmalen des Fahrerzustands sind belastbare Aussagen kaum zu treffen. Bei vielen untersuchten Einflussfaktoren müsste man folgern, dass sie nur eine sehr untergeordnete Rolle im Unfallgeschehen spielen. Während dies bei der Einnahme von Medikamenten und Drogen noch plausibel erscheinen mag, ist bei den Angaben zur Nutzung von Unterhaltungs- (1,8 %) und Kommunikationselektronik (0,1 %) während des Unfalls ein Underreporting nicht auszuschließen.

Akustische Wahrnehmungsfehler wurden in den Unfallhergangsbeschreibungen nicht berichtet. Trotzdem sind visuelle Wahrnehmungsfehler bei den wenigen Radfahrern mit Hörbeeinträchtigung mehr als doppelt so häufig (62 %). Dafür kommen verschiedene Erklärungen (Artefakt, aufmerksamkeitsleitende Funktion des Hörsinns, altersbedingte Effekte) infrage.

Für Kinder und ältere Personen als Radfahrer birgt die Verkehrsteilnahme aufgrund entwicklungs- bzw. altersbedingt eingeschränkter wahrnehmungsbezogener, motorischer und kognitiver Fähigkeiten besondere Risiken. Nur bei jüngeren Radfahrern (< 15 Jahre), aber nicht bei älteren (ab 55 Jahre) steigt der Anteil an Wahrnehmungsfehlern signifikant verglichen mit mittleren Altersgruppen. Dabei sind Fehler infolge einer fehlerhaften Aufmerksamkeitsausrichtung/Nichtbeachtung viel häufiger als Fehler infolge von Übersehen. Dies spricht für die aus der Fachliteratur bekannte stärker interesse- statt gefahrenbezogenen Aufmerksamkeitslenkung bei Kindern unter 14 Jahren.

Wider Erwarten lässt sich kein Zusammenhang zwischen (nicht angemessen korrigierten) Seheinträchtigungen und visuellen Wahrnehmungsfehlern aufzeigen. Dafür kommen eine Reihe von Erklärungen in Frage: Es ist nicht auszuschließen, dass bei vielen Radfahrern mit Seheinschränkungen diese in GIDAS nicht vermerkt sind. Dies könnte mögliche Unterschiede verdecken. Vielleicht lassen sich Beeinträchtigungen des Sehvermögens auch zufriedenstellend kompensieren – zumindest bis zu einer bestimmten Schwelle. Oder wenn nicht die mangelnde Wahrnehmungsfähigkeit, sondern der fehlerhafte Einsatz der noch ausreichenden Wahrnehmungsfähigkeiten zu Fehlern führt, könnte dies den fehlenden Zusammenhang (alterskorrelierter) Wahrnehmungseinschränkungen zu unfallrelevanten Wahrnehmungsfehlern erklären.

Die mitunter knapp gehaltenen Unfallhergangsbeschreibungen erschweren die Identifikation von Wahrnehmungsfehlern. Der kausale Zusammenhang zwischen Fehlern und Unfällen wird in den Unfallhergangsbeschreibungen selten explizit hergestellt. Für nachfolgende Analysen mit vergleichbarer Zielsetzung wäre es wünschenswert, die gewünschten Informationen bereits bei der Datenerfassung leitfadengestützt zu erfragen.

Maßnahmen und Forschungsbedarfe

Zu den von Experten besonders oft genannten Ursachen für Wahrnehmungsfehler gehören Unaufmerksamkeit/Ablenkung der Radfahrer verschiedenster Ursache, eine erschwerte Wahrnehmbarkeit durch Fehlen notwendiger Informationen oder (über-)fordernd komplexer Gestaltung in der Verkehrsumwelt, und eingeschränkte Kompetenz oder Bereitschaft zu sicherem Verhalten im Straßenverkehr.

Die im Workshop diskutierten Maßnahmen zur Vermeidung von Wahrnehmungsfehlern setzen auf verschiedenen Interventionsebenen an: Einige unterstützen den Wahrnehmungsprozess (eindeutige, auffällige, kontrastreiche Markierung von Radwegen und Hindernissen). Eine recht aktuelle Studie legt nahe, dass die Erkennbarkeit kritischer Informationen auch in der visuellen Peripherie für Radfahrer relevant ist, um Hindernisse und Straßenverläufe rechtzeitig erkennen zu können.

Andere Maßnahmen zielen auf die Verbesserung der Situationseinschätzung (erwartungskonforme Gestaltung, selbsterklärende Straßen, Training), wiederum andere wirken bewusstseinsbildend (Kampagnen), oder verhaltensregulierend (Polizeikontrollen). Als mit Abstand wirksamste, doch zeit- und kostenintensive Maßnahme wurden selbsterklärende Straßen genannt, auch wenn über deren Gestaltung derzeit noch wenig bekannt ist.

Bislang weiß man recht wenig über die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zur Verbesserung der Radfahrersicherheit. Unter anderem fehlt es an Zeit und Mitteln für aussagekräftige Evaluationsstudien zur Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen für Radverkehr.

Die Quantifizierung der Unfallursachen gehört zu den schwierigsten Fragestellungen der (Rad-)Verkehrssicherheitsforschung. Hier bedarf es weiterer Forschungsarbeiten, um die Rolle insbesondere akustischer Wahrnehmungsfehler im Unfallgesche-

hen von Radfahrern zu bestimmen und mitbeeinflussende Faktoren aufzuzeigen.

Das Verständnis der allgemeinen Wahrnehmungsprozesse von Radfahrern im Straßenverkehr ist wichtig um Ursachen und Maßnahmen von/gegen Wahrnehmungsfehler aufzuzeigen. Dieses Verständnis sollte der Auswahl geeigneter Maßnahmen und deren Implementierung vorausgehen.

7 Literatur

- AULTMAN-HALL, L. & HALL, F. L. (1998): Ottawa-Carleton Commuter Cyclists On- and Off-Road Incident Rates. *Accident Analysis & Prevention*, 30(1), 29-43
- BALL, K.; OWSLEY, C.; SLOANE, M. E.; ROENKER, D. L. & BRUNI, J.R. (1993): Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 34, 3110-3123
- BARTON, B. K. (2006): Integrating selective attention into developmental pedestrian safety research. *Canadian Psychology*, 47(3), 203-210
- BARTON, B. K.; LEW, R.; KOVESDI, C.; COTTRELL, N. D. & ULRICH, T. (2013): Developmental differences in auditory detection and localization of approaching vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 53, 1-8
- COOTE, M. (1976): Why Young children dash into the road. *Safety Education*, 138, 3-6
- DAVIDSE, R. J.; van DUIJVENVOORDE, K.; DOUMEN, M. J. A.; BOELE, M. J.; DUIVENVOORDEN, C. W. A. E. & LOUWERSE, W. J. R. (2013): Crashes involving cyclists aged 50 or above: Results of a multidisciplinary in-depth study. Paper presented at the International Cycling Safety Conference, 20-21. November, 2013 in Helmond, Niederlande
- de GEUS, B.; VANDENBULCKE, G.; PANIS, L. I.; THOMAS, I.; DEGRAEUWE, B. & CUMPS, E. (2011): A prospective cohort study on minor accidents involving commuter cyclists in Belgium. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 683-689
- de WAARD, D.; EDLINGER, K. & BROOKHUIS, K. (2011): Effects of listening to music, and of using a handheld and handsfree telephone on cycling behaviour. *Transportation Research Part F*, 14, 626-637
- de WAARD, D.; LEWIS-EVANS, B.; JELIJS, B.; TUCHA, O. & BROOKHUIS, K. (2014): The effects of operating a touch screen smartphone and other common activities performed while bicycling on cycling behaviour. *Transportation Research Part F* 22, 196-206
- de WAARD, D.; SCHEPERS, P.; ORMEL, W. & BROOKHUIS, K. (2010): Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety. *Ergonomics*, 53(1), 30-42
- ELLINGHAUS, D.; SCHLAG, B. & STEINBRECHER, J. (1990): Leistungsfähigkeit und Fahrverhalten älterer Kraftfahrer. Bundesanstalt für Straßenwesen, Unfall und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 80. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- EMSBACH, M. & FRIEDEL, B. (1999): Unfälle älterer Kraftfahrer. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 32(5), 318-325
- FABRIEK, E.; de WAARD, D. & SCHEPERS, P. J. (2012): Improving the visibility of bicycle infrastructure. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 1(1), 98-114
- FREUND, B. & SMITH, P. (2011): Older Drivers. In: B. E. PORTER (ed.), *Handbook of traffic psychology* (1. Aufl. pp. 339-351). London and Walthamand MA: Academic Press
- GAJEWSKI, P. D.; WIPKING, C.; FALKENSTEIN, M. & GEHLERT, T. (2010): Dortmunder Altersstudie: Studie zur Förderung der Hirnleistungsfähigkeit bei Älteren. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- GEHLERT, T. & GENZ, K. (2010): Verkehrsklima in Deutschland 2010. Forschungsbericht VV08. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Unfallforschung der Versicherer
- GOLDENBELD, C.; HOUTENBOS, M.; EHLERS, E. & de WAARD, D. (2012): The use and risk of portable electronic devices while cycling among different age groups. *Journal of Safety Research*, 43, 1-8

- GÜNTHER, R. & LIMBOURG, M. (1977): Dimensionen der Verkehrswelt von Kindern. Erlebnis- und Verhaltensformen von Kindern im Straßenverkehr. Bergisch Gladbach: Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 4
- GUSTAFFSON, L. & ARCHER J. (2012): A naturalistic study of commuter cyclists in the greater Stockholm area. *Accident Analysis & Prevention*, 58, 286-98
- HAGEMEISTER, C. & SCHWAMBERGER, G. (2007): Wie nehmen Radfahrer einen möglichen Konflikt mit einem Rechtsabbieger wahr? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 53(1), 32-36
- HAGEMEISTER, C. & TEGEN-KLEBINGAT, A.: Cycling habits and accident risk of older cyclists in Germany. Department of Psychology. Dresden Technical University. http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/111107_HAGEMEISTER_Cycling-habits-and-accident-risk-of-older-cyclist-in-Germany.pdf. Zuletzt abgerufen am 15.07.2014
- HANSEN, K. S.; EIDE, G. E.; OMENAAS, E.; ENGESAETER, L. B. & VISTE, A. (2005): Bicycle-related injuries among Young children related to age at debut of cycling. *Accident Analysis & Prevention*, 37(1), 71-75
- HART, S. & STAVELAND, L. (1988): Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: P. HANCOCK & N. MESHKATI (eds.): *Human mental workload* (pp. 139-183). Amsterdam: North Holland
- HARGUTT, V.; KRÜGER, H.-P. & KNOCHÉ, A. (2011): Driving under the influence of alcohol, illicit drugs and medicines. Risk estimations from different methodological approaches. DRUID – Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines. Deliverable 1.3.1
- HERSLUND, M.-B. & JØRGENSEN, N. O. (2003): Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. *Accident Analysis & Prevention*, 35, 885-891
- HICKSON, L.; WOOD, J. M.; CHAPARRO, A.; LACHEREZ, P. F. & MARSZALEK, R. P. (2010): Hearing impairment affects older people's ability to drive in the presence of distracters. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(6), 1097-1103
- HOEPPE, E. (2004): Wohin sehen Radfahrer in Knoten? Konfliktpunkt-wahrnehmung von Radfahrern. In: SCHLAG, B. (Hrsg.): *Verkehrspsychologie. Mobilität – Sicherheit – Fahrerassistenz* (S. 281-296). Lengerich: Pabst Science Publishers
- IVERS, R. Q.; MITCHELL, P. & CUMMING, R. G. (1999): Sensory Impairment and Driving: The Blue Mountains Eye Study. *American Journal of Public Health*, 89, 85-87
- JOHNSON, M.; CHARLTON, J.; OXLEY, J. & NEWSTEAD, S. (2010): Naturalistic cycling study: identifying risk factors for on-road commuter cyclists. In: *Annals of Advances in Automotive Medicine/Annual Scientific Conference* (Vol. 54, p. 275). Association for the Advancement of Automotive Medicine
- KOLREP-ROMETSCH, H.; LEITNER, R.; PLATHO, C.; RICHTER, T.; SCHREIBER, A.; SCHREIBER, M. & BUTTERWEGGE, P. (2013): Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad. Forschungsbericht 21. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- KRÜGER, H.-P. (1990): Absolute Fahruntüchtigkeit bei 1,0 Promille – die falsch gesetzte Grenze. *Blutalkohol*, 27, 182-201
- LANGE, C. (2011): Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2009“ Robert-Koch-Institut, Berlin. Verfügbar unter http://www.gbe-bund.de/gbe10/owards.prc_show_pdf?p_id=13126&p_sprache=D. Zuletzt abgerufen am 15.07.2014
- LI, G. & BAKER, S. (1996): Exploring the male-female discrepancy in death rates from bicycling injury: The decomposition method. *Accident Analysis & Prevention*, 28(4), 537-540
- LIMBOURG, M. (1997): Kinder unterwegs im Verkehr. *Deutsche Verkehrswacht*, 3, 1-42
- NYBERG, P.; BJÖRNSTIG, U. & BYGREN, L. (1996): Road characteristics and bicycle accidents. *Scandinavian Journal of Social Medicine*, 24(4), 293-301
- OLKKONEN, S. & HONKANEN, R. (1990): The role of alcohol in nonfatal bicycle injuries. *Accident Analysis & Prevention*, 22, 89-96

- OTTE, D.; JÄNSCH, M. & HAASPER, C. (2012): Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS. *Accident Analysis & Prevention*, 44, 149-153
- OWSLEY, C. (1994): Vision and driving in the elderly. *Optometry & Vision Science*, 71, 727-735
- OWSLEY, C. & McGWIN, G. (1999): Vision Impairment and Driving. *Survey of Ophthalmology*, 43(6), 535-550
- OWSLEY, C.; McGWIN G. Jr. & BALL, K. (1998): Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly. *Ophthalmic Epidemiology*, 5, 101-113
- OWSLEY, C.; STALVEY, B.; SLOANE, J. & SLOANE, M. E. (1990): Older drivers and cataract: Driving habits and crash risk. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 45(4), M203-M211
- PAUEN-HÖPPNER, U. (1991): Sichere Fahrradnutzung in der Stadt. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Heft 235, Bergisch Gladbach
- PFEFFER, K. & BARNECUTT, B. (1996): Children's auditory perception of movement of traffic sounds. *Child: Care, Health and Development*, 22(2), 129-137
- PLUMERT, J. M.; KEARNEY, J. K.; CREMER, J. F.; RECKER, K. M. & STRUTT, J. (2011): Changes in children's perception-action tuning over short time scales: Bicycling across traffic-filled intersections in a virtual environment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(2), 322-337
- PLUMERT, J.; KEARNEY, J. & CREMER, J. (2004): Children's perception of gap affordances: Bicycling across traffic-filled intersections in an immersive virtual environment. *Child Development*, 75(4), 1243-1253
- PRESTON, B. (1980): Child cyclist accidents and cycling proficiency training. *Accident Analysis & Prevention*, 12, 31-40
- RÄSÄNEN, M. & SUMMALA, H. (1998): Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study. *Accident Analysis & Prevention*, 30(5), 657-666
- ROGÉ, J. & PÉBAYLE, T. (2009): Deterioration of the useful visual field with ageing during simulated driving in traffic and its possible consequences for road safety. *Safety Science*, 47(9), 1271-1276
- ROGÉ, J.; PÉBAYLE, T.; LAMBILLIOTTE, E.; SPITZENSTETTER, F.; GISELBRECHT, D. & MUZET, A. (2004): Influence of age, speed and duration of monotonous driving task in traffic on the driver's useful visual field. *Vision Research*, 44(23), 2737-2744
- SALMON, P. M.; YOUNG, K. L. & CORNELISSEN, M. (2013): Compatible cognition amongst road users: The compatibility of driver, motorcyclist, and cyclist situation awareness. *Safety Science*. 56, 6-17
- SCHEPERS, P. & den BRINKER, B. (2011): What do cyclists need to see to avoid single-bicycle crashes? *Ergonomics*, 54(4), 315-327
- SCHWE, G.; KNÖSS, H.; LUDWIG, O.; SCHÄUFELE, A. & SCHUSTER, R. (1984): Experimentelle Untersuchungen zur Frage des Grenzwertes der alkoholbedingten absoluten Fahruntüchtigkeit bei Fahrradfahrern. *Blutalkohol*, 21(2), 97-109
- SCHWE, G.; SCHUSTER, R.; ENGLERT, L.; LUDWIG, O. & STERTMANN, W. (1980): Experimentelle Untersuchungen zur Frage der alkoholbedingten Fahruntüchtigkeit von Fahrrad- und Mofafahrern. *Blutalkohol*, 17, 298-328
- SIGL, U. & WEBER, K. (2002): Hurra, wir sind mobil: Mobilitätsverhalten von 5- bis 10-jährigen Kindern in Wien, Niederösterreich und im Burgenland. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit
- Statistisches Bundesamt (2012): Verkehrsunfälle: Zweiradunfälle im Straßenverkehr 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- STEFFENS, U.; PFEIFFER, K. & SCHREIBER, N. (1999): Ältere Menschen als Radfahrer. Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 112, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- TERZANO, K. (2013): Bicycling safety and distracted behavior in The Hague, the Netherlands. *Accident Analysis & Prevention* 57, 87-90

- Unfalltypen-Katalog – Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps (1998): Informationen des Instituts für Straßenverkehr. Köln: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- VAA, T. (2003): Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis. TOI report 690/2003, Oslo: Institute of Transport Economics
- VANSTEENKISTE, P.; ZEJUWTS, L.; CARDON, C.; PHILIPPAERTS, R. & LENOIR, M. (2014): The implications of low quality bicycle paths on gaze behavior of cyclists: A field test. *Transportation Research Part F*, 23, 81-87
- VANSTEENKISTE, P.; CARDON, G.; D'HONDT, E.; PHILIPPAERTS, R. & LENOIR, M. (2013): The visual control of bicycle steering: The effects of speed and path width. *Accident Analysis & Prevention*, 51, 222-227
- WALTER, E.; CAVEGN, M.; ALLENBACH, R. & SCARAMUZZA, G. (2005): *Fahrradverkehr: Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention*. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallprävention – bfu
- WIERDA, M. & BROOKHUIS, K. A. (1991): Analysis of cycling skill: A cognitive framework. *Applied Cognitive Psychology*, 5, 113-122
- WILHELM, H. & ENDRES, B. (2004): Sehbehinderung und Fahrrad fahren. *Der Ophthalmologe*, 101, 819-823
- XIANG, H.; ZHU, M.; SINCLAIR, S.; STALLONES, L. & WILKINS III, J. S. G. (2006): Risk of vehicle-pedestrian and vehicle-bicyclist collisions among children with disabilities. *Accident Analysis & Prevention*, 38, 1064-1070
- ZWAHLEN, H. (1975): Distance judgment capabilities of children and adults in a pedestrian situation. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 21(2), 104-11

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2010

- M 206: Profile im Straßenverkehr verunglückter Kinder und Jugendlicher
Holte € 18,50
- M 207: ADAC/BAST-Symposium „Sicher fahren in Europa“ nur als CD erhältlich € 24,00
- M 208: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland
Baum, Kranz, Westerkamp € 18,00
- M 209: Unfallgeschehen auf Landstraßen – Eine Auswertung der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik
Heinrich, Pöppel-Decker, Schönebeck, Ulitzsch € 17,50
- M 210: Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer (SCREEMO)
Engin, Kocherscheid, Feldmann, Rudinger € 20,50
- M 211: Alkoholverbot für Fahranfänger
Holte, Assing, Pöppel-Decker, Schönebeck € 14,50
- M 212: Verhaltensanweisungen bei Notsituationen in Straßentunneln
Färber, Färber € 19,00
- M 213: Begleitetes Fahren ab 17 Jahre – Prozessevaluation des bundesweiten Modellversuchs
Funk, Grüninger, Dittrich, Goßler, Hornung, Kreßner, Libal, Limberger, Riedel, Schaller, Schilling, Svetlova € 33,00

2011

- M 214: Evaluation der Freiwilligen Fortbildungsseminare für Fahranfänger (FSF) – Wirksamkeitsuntersuchung
Sindern, Rudinger € 15,50
- M 215: Praktische Fahrerlaubnisprüfung – Grundlagen und Optimierungsmöglichkeiten – Methodische Grundlagen und Möglichkeiten der Weiterentwicklung
Sturzbecher, Bönninger, Rüdell et al. € 23,50
- M 216: Verkehrserziehungsprogramme in der Lehreraus-/Fortbildung und deren Umsetzung im Schulalltag – Am Beispiel der Moderatorenkurse „EVA“, „XpertTalks“, „sicherfahren“ und „RiSk“
Neumann-Opitz, Bartz € 14,50
- M 217: Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09 Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2008 und 2009
Schmiedel, Behrendt € 16,50
- M 218: Sicherheitswirksamkeit des Begleiteten Fahrens ab 17. Summative Evaluation
Schade, Heinzmann € 20,00
- M 218b: Summative Evaluation of Accompanied Driving from Age 17
Schade, Heinzmann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

- M 219: Unterstützung der Fahrausbildung durch Lernsoftware
Petzoldt, Weiß, Franke, Krems, Bannert € 15,50

2012

- M 220: Mobilitätsstudie Fahranfänger – Entwicklung der Fahrleistung und Autobenutzung am Anfang der Fahrkarriere
Funk, Schneider, Zimmermann, Grüninger € 30,00
- M 221: Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Kleintransportern
Roth € 15,00
- M 222: Neue Aufgabenformate in der Theoretischen Fahrerlaubnisprüfung
Malone, Biermann, Brünken, Buch € 15,00
- M 223: Evaluation der bundesweiten Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“
Klimmt, Maurer € 15,00
- M 224: Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Rahmenbedingungen bis 2015/2020
Maier, Ahrens, Aurich, Bartz, Schiller, Winkler, Wittwer € 17,00
- M 225: Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten – Machbarkeitsstudie
Huemer, Vollrath € 17,50
- M 226: Rehabilitationsverlauf verkehrsauffälliger Kraftfahrer
Glitsch, Bornewasser, Dünkel € 14,00
- M 227: Entwicklung eines methodischen Rahmenkonzeptes für Verhaltensbeobachtung im fließenden Verkehr
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 16,00
- M 228: Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA)
Pottgießer, Kleinemas, Dohmes, Spiegel, Schädlich, Rudinger € 17,50
- M 229: Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer
Holte € 25,50
- M 230: Entwicklung, Verbreitung und Anwendung von Schulwegplänen
Gerlach, Leven, Leven, Neumann, Jansen € 21,00
- M 231: Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Kraftfahrer
Poschadel, Falkenstein, Rinkenauer, Mendzheritskiy, Fimm, Worringer, Engin, Kleinemas, Rudinger € 19,00
- M 232: Kinderunfallatlas – Regionale Verteilung von Kinderverkehrsunfällen in Deutschland
Neumann-Opitz, Bartz, Leipzig € 18,00

2013

- M 233: 8. ADAC/BAST-Symposium 2012 – Sicher fahren in Europa
CD-ROM / kostenpflichtiger Download € 18,00
- M 234: Fahranfängervorbereitung im internationalen Vergleich
Genschow, Sturzbecher, Willmes-Lenz € 23,00
- M 235: Ein Verfahren zur Messung der Fahrsicherheit im Realverkehr entwickelt am Begleiteten Fahren
Glaser, Waschulewski, Glaser, Schmid € 15,00
- M 236: Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2000 bis 2010
Pöppel-Decker, Langner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 237: Schwer erreichbare Zielgruppen – Handlungsansätze für eine neue Verkehrssicherheitsarbeit in Deutschland
Funk, Faßmann € 18,00

M 238: Verkehrserziehung in Kindergärten und Grundschulen
Funk, Hecht, Nebel, Stumpf € 24,50

M 239: Das Fahrerlaubnisprüfungssystem und seine Entwicklungspotenziale – Innovationsbericht 2009/2010 € 16,00

M 240: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen – Berichtsjahr 2011 – Abschlussbericht
Küter, Holdik, Pöppel-Decker, Ulitzsch
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 241: Intervention für punkteauffällige Fahrer – Konzeptgrundlagen des Fahreignungsseminars
Glitsch, Bornwasser, Sturzbecher, Bredow, Kaltenbaek, Büttner € 25,50

M 242: Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit – Vorstudie
Bahamonde-Birke, Link, Kunert € 14,00

2014

M 243: Optimierung der Praktischen Fahrerlaubnisprüfung
Sturzbecher, Mörl, Kaltenbaek € 25,50

M 244: Innovative Konzepte zur Begleitung von Fahranfängern durch E-Kommunikation
Funk, Lang, Held, Hallmeier € 18,50

M 245: Psychische Folgen von Verkehrsunfällen
Auerbach € 20,00

M 246: Prozessevaluation der Kampagnenfortsetzung 2011-2012 „Runter vom Gas!“
Klimmt, Maurer, Baumann € 14,50

AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:

M 115: Begutachtungsleitlinien zur Krafftahreignung – gültig ab 1. Mai 2014
Gräcmann, Albrecht € 17,50

M 247: Psychologische Aspekte des Unfallrisikos für Motorradfahrerinnen und -fahrer
von Below, Holte € 19,50

M 248: Erkenntnisstand zu Verkehrssicherheitsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer
Falkenstein, Joiko, Poschadel € 15,00

M 249: Wirkungsvolle Risikokommunikation für junge Fahrerinnen und Fahrer
Holte, Klimmt, Baumann, Geber € 20,00

M 250: Ausdehnung der Kostentragungspflicht des § 25a StVG auf den fließenden Verkehr
Müller € 15,50

M 251: Alkohol-Interlocks für alkoholauffällige Kraftfahrer
Hauser, Merz, Pauls, Schnabel, Aydeniz, Blume, Bogus, Nitzsche, Stengl-Herrmann, Klipp, Buchstaller, DeVol, Laub, Müller, Veltgens, Ziegler € 15,50

M 252 Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw
Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor, ist interaktiv und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2015

M 253: Simulatorstudien zur Ablenkungswirkung fahrfremder Tätigkeiten
Schömig, Schoch, Neukum, Schumacher, Wandtner € 18,50

M 254: Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit
Karthaus, Willemsen, Joiko, Falkenstein € 17,00

M 255: Demenz und Verkehrssicherheit
Fimm, Blankenheim, Poschadel € 17,00

M 256: Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer
Rudinger, Haverkamp, Mehli, Falkenstein, Hahn, Willemsen € 20,00

M 257: Projektgruppe MPU-Reform
Albrecht, Evers, Klipp, Schulze € 14,00

M 258: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen
Follmer, Geis, Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 14,00

M 259: Alkoholkonsum und Verkehrsunfallgefahren bei Jugendlichen
Hoppe, Tekaat € 16,50

M 260: Leistungen des Rettungsdienstes 2012/13
Schmiedel, Behrendt € 16,50

M 261: Stand der Radfahrausbildung an Schulen und motorische Voraussetzungen bei Kindern
Günther, Kraft € 18,50

M 262: Qualität in Fahreignungsberatung und fahreignungsfördernden Maßnahmen
Klipp, Bischof, Born, DeVol, Dreyer, Ehlert, Hofstätter, Kalwitzki, Schattschneider, Veltgens € 13,50

M 263: Nachweis alkoholbedingter Leistungsveränderungen mit einer Fahrverhaltensprobe im Fahrsimulator der BAST
Schumacher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2016

M 264: Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen von Below € 17,50

M 265: Legalbewährung verkehrsauffälliger Kraftfahrer nach Neuerteilung der Fahrerlaubnis
Kühne, Hundertmark € 15,00

M 266: Die Wirkung von Verkehrssicherheitsbotschaften im Fahrsimulator – eine Machbarkeitsstudie
Wandtner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 267: Wahrnehmungspsychologische Analyse der Radfahraufgabe
Platho, Paulenz, Kolrep € 16,50

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de