

# Die Vordere Bremsleuchte

Konzeption, theoretische und experimentelle  
Nachweise, Erhöhung der Verkehrssicherheit





# **Die Vordere Bremsleuchte**

## Konzeption, theoretische und experimentelle Nachweise, Erhöhung der Verkehrssicherheit

Copyright by

BIRVp Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie  
Siegfriedstr. 28, 53179 Bonn

Prof. Dr. Wolfgang Schubert  
[schubert@birvp.de](mailto:schubert@birvp.de)

Dipl.-iur. Bernhard Kirschbaum  
[kirschbaum@birvp.de](mailto:kirschbaum@birvp.de)

**Für das Verfassen von Beiträgen zu ausgewählten Fragestellungen danken wir:**

Prof. Dr. Rainer Banse et al.  
Institut für Rechts- und Sozialpsychologie der Universität Bonn,  
Vorsitzender des BIRVp Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie

Dr. Wolfram Hell  
Institut für Rechtsmedizin LMU München,  
1. Vorsitzender der Gesellschaft für Medizinische und Technische  
Traumabiomechanik GMTTB

Dr. Birgit Kollbach  
DEKRA Akademie GmbH  
Medizinisch-Psychologische Dienstleistungen (MPD)

Prof. Dr. Konrad Reschke  
Institut für Psychologische Therapie e.V., Leipzig

Dr. Udo Kranich,  
Institut für Psychologische Therapie e.V., Leipzig

**Für weiteren Gedankenaustausch und Gespräche danken wir u.a.:**

Dipl.-Ing. Jörg Ahlgrimm  
Präsident der EVU Europäische Vereinigung für Unfallforschung und  
Unfallanalyse

Dipl.-Ing. Hans Peter David  
DEKRA e.V. Dresden

Dr. Dieter-L. Koch,  
MdEP und Vizepräsident des Verkehrsausschusses des Europäischen  
Parlaments

Dr. Bernhard F. Reiter  
Freier Berater Verkehrssicherheit

## Gliederung

### I. Wofür eine Vordere Bremsleuchte – Einführung

1. Ausgangslage – Verkehrsofferzahlen
2. Die Vordere Bremsleuchte – ein schneller Beitrag zu mehr Verkehrssicherheit

### II. Anwendungsbereiche und -effekte

1. Unfallvermeidung in konkreten Situationen
2. Verringerung der Unfallschwere durch Warnfunktion einer Vorderen Bremsleuchte
3. Übernahme von Kommunikationsaufgaben im Zusammenhang mit elektrischem und/oder hochautomatisiertem Fahren
4. Stressreduzierung im Straßenverkehr

### III. Technische Konzeption

1. Grün als zielführende Farbgebung
  - a. Rechtslage
  - b. Fachliche Gesichtspunkte
2. Technischer Aufbau der Vorderen Bremsleuchte
  - a. Einbindung in die vorhandene Elektronik
  - b. Design

### IV. Die Vordere Bremsleuchte im Rahmen der Zielsetzungen der EU

1. Bericht des Europäischen Parlaments zur Verkehrssicherheit
2. Erfüllung der Kriterien der EU für verpflichtende Fahrerassistenzsysteme durch die Vordere Bremsleuchte
  - a. Wissenschaftliche Nachweise
  - b. Wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit
  - c. Positives Kosten-Nutzen-Verhältnis
  - d. (Gegebene) Marktreife
  - e. (Keine) finanzielle Belastung für den Bürger
  - f. (Unproblematische) Einbindung der Vorderen Bremsleuchte in die periodische Fahrzeugüberwachung
3. Fazit

### V. Rechtlicher Rahmen einer Einführung

1. Rechtliche Einordnung einer Vorderen Bremsleuchte
  - a. Design, Form und Anbau
  - b. Grün als Farbe einer LTE an Kraftfahrzeugen
  - c. Bremssignal in vordere Richtung

- 2. Mögliche legislative Umsetzung**
  - a. **Überschaubare erforderliche Veränderungen**
  - b. **Erforderliche Schritte**
  
- 3. Weitere Fragen und Perspektiven**
  - a. **Intuitives Verständnis im Normalverkehr**
  - b. **Keine Haftungsübernahme für die Gesamtsituation**
  - c. **Weiterentwicklung im Zusammenhang mit Notbremssystemen**
  - d. **Mögliche Weiterentwicklung zum Rundumsignal**

## **VI. Meilensteine und erste Vorstellung in der Fachwelt**

### **Literatur**

**Anhang A Katalog möglicher Anwendungen**

**Anhang B Medizinisch-Traumabiomechanische Stellungnahme**

**Anhang C Stressreduzierung im Straßenverkehr**

**Anhang D Psychologische Wirkung der Farben Grün und Rot**

**Anhang E Meilensteine und erste Vorstellung in der Fachwelt**

# I. Wofür eine Vordere Bremsleuchte – Einführung

## 1. Ausgangslage Verkehrsoferzahlen

Fast jeder Mensch nimmt jeden Tag am Straßenverkehr teil. Verkehrssicherheit wird damit zum omnipräsenten Thema. Die Verkehrssicherheitsarbeit wird dabei vielerorts durch zunehmende Verkehrsdichte immer anspruchsvoller.

Stirbt ein Mensch bei einem Verkehrsunfall, sind nach einer Studie der Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas“ durchschnittlich 113 andere Menschen unmittelbar und teils nachhaltig betroffen, Familienangehörige, Freunde, Bekannte und Einsatzkräfte.<sup>1</sup>

Zwar tragen Verbesserungen in Infrastruktur, Fahrzeugtechnik und Rettungswesen schon heute dazu bei, dass die Zahl der im Verkehr Getöteten leicht rückläufig ist und nicht proportional zur Zunahme der Verkehrsleistung steigt.

Kehrseite dieses Fortschritts ist jedoch die Zunahme Schwerverletzter, deren Heilungsprozess und Wiedereingliederung nicht oder nur unvollkommen möglich ist. Betroffen sind dabei nicht nur schwerverletzte Unfallopfer selbst, sondern auch ihr soziales Umfeld, das meist auch auf lange Sicht mit den weitreichenden Unfallfolgen leben muss. Direkt und indirekt betroffen durch unfallbedingte Schädelhirnverletzungen mit Hirnschädigung sind beispielsweise allein in Deutschland derzeit ca. 2,5 Mio. Menschen.<sup>2</sup>

Auf den Straßen der Welt sterben nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) jährlich weltweit 1,24 Mio. Menschen.<sup>3</sup> Die Hälfte davon sind Fußgänger, Fahrradfahrer oder motorisierte Zweiradfahrer. Des Weiteren werden bei Unfällen 20 – 50 Mio. Menschen verletzt. In Deutschland erleiden z. B. pro Jahr ca. 270.000 Menschen eine Schädelhirnverletzung (SHT).<sup>4</sup>

- Davon etwa 1/3 (90.000) aus Verkehrsunfällen,
- 90,9 % aller SHT sind leichte Verletzungen,
- 3,9 % sind mittelschwer,
- 5,2 % schwere Schädelhirntraumen.

In Deutschland versterben über 7.700 Menschen pro Jahr an den Folgen dieser Verletzungen.

Angesichts von immer noch etwa 25.300 Verkehrstoten (2017) auf den Straßen Europas, gut 135.000 Schwerverletzten und sozialen Kosten für medizinische Versorgung, Rehabilitation und Arbeitsausfälle von etwa 120 Mrd. € jährlich hat die EU es sich zum Ziel gesetzt, die Zahl der Verkehrstoten zwischen 2010 und 2020 auf etwa 16.000 zu halbieren.<sup>5</sup> Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat DVR legt seiner Arbeit für die Verkehrssicherheit seit 2007 eine „Vision Zero“ zugrunde, die auch Schwerverletzte einschließt.<sup>6</sup>

Aber werden dazu bereits genügend Maßnahmen zur Steigerung der Verkehrssicherheit ergriffen? Die nur leicht rückläufige Entwicklung der Zahl der Verkehrstoten und Schwerverletzten lässt dies bezweifeln.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Repräsentative Erhebung durch infratest dimap, Kantar Public und das Sozioökonomische Panel (SOEP), nach Angaben der Deutschen Hochschule der Polizei (DHPOL) und des Deutschen Feuerwehrverbands (DFV), s. [www.runtervomgas/Presse](http://www.runtervomgas/Presse), Meldung v. 16.5.2017.

<sup>2</sup> Kay Nehm, Präsident Deutscher Verkehrsgerichtstag, in: „Informationen für Verkehrsunfallopfer“ ZNS – Hannelore Kohl Stiftung, Bonn 2018.

<sup>3</sup> WHO (2013): Global Status Report on Road Safety, [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/en](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en).

<sup>4</sup> ZNS – Hannelore Kohl Stiftung, 2018

<sup>5</sup> Violeta Bulc, EU-Kommissarin für Verkehr, in: „EU-Kommissarin setzt auf automatische Notbremssysteme“, Die Welt vom 10.4.2018, [www.welt.de](http://www.welt.de).

<sup>6</sup> S. [www.dvr.de](http://www.dvr.de).

<sup>7</sup> S. Vertretung der Europäischen Kommission in Deutschland, Pressemeldung v. 28.3.2017, [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu).

In Umsetzung und zur Erreichung der Zielstellung der EU ist es erforderlich, jede sich bietende Chance zu nutzen um die Verbesserung der Verkehrssicherheit zu erreichen.

## 2. Die Vordere Bremsleuchte – ein leicht umsetzbarer Beitrag zu mehr Verkehrssicherheit

Verkehrssicherheitsarbeit im komplexen Dreiecksverhältnis zwischen Mensch, Maschine und Straße wird stets aus einem Bündel von Innovationen, Maßnahmen und Aktivitäten bestehen müssen.

Eine dieser Innovationen könnte sein – die **Vordere Bremsleuchte**, eine nach vorne gerichtete Lichttechnische Einrichtung, die bei Betätigung der Betriebsbremse analog und zeitgleich mit dem rückwärtigen Bremssignal aufleuchtet und anderen Verkehrsteilnehmern im vorderen Bereich des Fahrzeugs kommuniziert, dass der Fahrer bremst.

Schon 1971 entstand in den USA eine erste Studie zum Nutzen einer solchen Vorderen Bremsleuchte, bei der Privatfahrzeuge für etwa einen Monat damit ausgestattet wurden. Anschließend wurden die Teilnehmer nach ihrer Bewertung und ihren Erfahrungen in der Nutzung gefragt. Gleichzeitig wurde eine unbeteiligte Kontrollgruppe um eine Bewertung des Konzepts gebeten. Beide betrachteten die Vordere Bremsleuchte im Hinblick auf die Kommunikation mit anderen Fahrern und Fußgängern als sinnvoll. Besonders hervorgehoben wurden die Bedeutung bei eingeschränkter Umgebungsbeleuchtung (z. B. in der Nacht) sowie das bewusste Betätigen zur Kommunikation von Verhaltensabsichten.<sup>8</sup>

Darauf aufbauend, jedoch erheblich weiter gehend und länger andauernd, wurde im Jahr 2017 ein groß angelegter längsschnittlicher Feldversuch auf dem Flughafen Berlin-Tegel durchgeführt, bei dem nicht nur die Fahrer der mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestatteten Fahrzeuge befragt wurden, sondern auch andere Verkehrsteilnehmer, die mit den ausgestatteten Fahrzeugen in Kontakt gekommen waren. Auch dieser Versuch zeigte eine breite Unterstützung und Anerkennung für das Konzept.

### **(Feldstudie) Tabelle 12. Offene Kommentare: Beispiele für positive Kommentare**<sup>9</sup>

Kategorie	Beispielkommentare
Antizipation und Reaktion (13)	„Man erkennt schneller, dass das Fahrzeug bremst.“ „Man kann schneller auf das Abbremsen der anderen Verkehrsteilnehmer reagieren.“
Allgemein positive Kommentare (10)	„Das war sehr gut.“ „Gute Idee.“
Sichtbarkeit (10)	„Gute Sache; ich erwarte es noch positiver im Winter.“ „Die derzeit verwendete Version an Fahrzeugen blendet nicht, ist aber sehr deutlich zu erkennen.“
Sicherheitsgefühl (7)	„Als Verkehrsteilnehmer fühlt man sich sicherer.“ „Die Sicherheit hat zugenommen.“
Kommunikation (3)	„Verbesserte Kommunikation unter den Verkehrsteilnehmern.“

<sup>8</sup> S. Post, D.V. & Mortimer, R.G.: Subjective evaluation of the front-mounted braking signal. Technical Memorandum HuF-TM-1, Highway Safety Research Institute. The University of Michigan 1971, Ann Arbor.

<sup>9</sup> S. Banse, R., Keidel, K., Monzel, M., Kirschbaum, B., Schubert, W.: Forschungsbericht „Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“, Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie, Januar 2018.



	„Der Verkehrsfluss hat sich verbessert.“
Farbe (3)	„Farbe fällt auf.“
Parken (1)	„Die Vordere Bremsleuchte hat beim Parken geholfen.“
Sonstiges (7)	„Fahrzeuge anderer Firmen sollten auch ausgestattet werden.“
	„Man muss sich daran gewöhnen.“

---

*In Klammern die Anzahl der Kommentare der jeweiligen Kategorie.*

Bereits zuvor hatten Petzoldt, Schleinitz und Banse<sup>10</sup> im Rahmen einer Laborstudie darüber hinaus die Informationsasymmetrie zwischen Kraftfahrzeugführern und Fußgängern herausgestellt: Während dem Fahrzeugführer Informationen wie Blickrichtung und Körperhaltung des Fußgängers zur Verfügung stehen, um sich dessen Intentionen im Straßenverkehr zu erschließen, stehen dem Fußgänger – zumindest aus frontaler Sicht – kaum Indikatoren für das Verhalten des Kraftfahrers zur Verfügung. Fehlende Signalleuchten an der Frontseite von Kraftfahrzeugen machen es dem Fußgänger schwerer, ein Bremsen an Fußgängerüberwegen oder beim Abbiegen des Fahrzeuges, bei dem Fußgänger Vorrang haben, wahrzunehmen – Situationen, in denen ein Großteil der von Kraftfahrzeugen verursachten Fußgängerunfälle passieren.

Dementsprechend liegt es mehr als nahe, die Vordere Bremsleuchte als weitere, kostengünstige und zügig umsetzbare Maßnahme zur Verringerung von Unfällen in die Verkehrssicherheitsarbeit einzubinden, nicht zuletzt im Hinblick auf eine Verringerung der tatsächlichen Gefährdung von Fußgängern.

Wie alle anderen möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit ist sie daher ergebnisoffen, unter Anlegung wissenschaftlicher Maßstäbe etc., zu prüfen, um die ihr innewohnende Chance bewerten zu können.

## II. Anwendungssituationen und -effekte

### 1. Unfallvermeidung in konkreten Situationen

Der Katalog möglicher Anwendungssituationen einer Vorderen Bremsleuchte zeigt eine Vielzahl von Fällen auf, in denen eine Vordere Bremsleuchte die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern verbessern und damit für mehr Verkehrssicherheit sorgen würde. Dies ist keineswegs auf asymmetrische Konstellationen (z. B. Fahrzeug/Fußgänger) beschränkt, sondern auch im Verhältnis Fahrzeug/Fahrzeug hat die Vordere Bremsleuchte das Potenzial zur Vermeidung von Unfällen.

Typische Situationen, in denen eine Vordere Bremsleuchte anderen Verkehrsteilnehmern helfen würde, die Absicht des Fahrzeuges zu erkennen und damit die Verkehrssituation besser einzuschätzen, sind u. a.

- auf Autobahnen im Stauende o. ä. über Bremsabsichten des noch auffahrenden Hintermannes,
- an Kreuzungen beim Abbiegen, insbesondere auch gegenüber Radfahrern,
- beim Fahrstreifenwechsel (Einscheren) gegenüber dem künftigen Hintermann,

---

<sup>10</sup> S. Petzoldt, T., Schleinitz, K., Banse, R.: „Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw“, in: ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 1/2017, S. 19 ff.

- in Engstellen,
- bei der Frage nach der Bremsabsicht von Einspurfahrzeugen,
- an Fußgängerüberwegen das Signal, ob ein Fahrzeug tatsächlich den Vorrang des Fußgängers beachtet,
- für die Fahrer von Einsatzfahrzeugen (Rettungsfahrzeugen u. a.), die so besser erkennen können, ob ihr Sonderwegerecht von anderen Verkehrsteilnehmern berücksichtigt wird.

Weitere Situationen und nähere Beschreibungen s. Anhang A – Katalog möglicher Anwendungssituationen.

## **2. Verringerung der Unfallschwere durch Warnfunktion einer Vorderen Bremsleuchte**

Erwartet werden von der Vorderen Bremsleuchte nicht nur eine signifikante Vermeidung von Unfällen durch besseres Verstehen der jeweiligen Verkehrssituation, sondern ebenfalls eine signifikante Reduktion der Schweregrade der Unfälle, die weiterhin nicht vermieden werden können, durch verbesserte Reaktionsmöglichkeiten der Unfallopfer in der Unfallsituation selbst (s. Anhang B – Traumabiomechanische Stellungnahme).

## **3. Übernahme von Kommunikationsaufgaben im Zusammenhang mit elektrischem und/oder hochautomatisiertem Fahren**

Mit zunehmendem Anteil elektrischer Antriebsformen sinkt die akustische Wahrnehmbarkeit von Kraftfahrzeugen für andere Verkehrsteilnehmer, auch hinsichtlich der Veränderung ihrer Geschwindigkeit. Dieser Wahrnehmungsverlust – ggf. in Verbindung mit altersbedingten physiologischen Veränderungen oder fehlender Erfahrung im Straßenverkehr (Kinder) – kann durch eine Vordere Bremsleuchte zumindest teilweise kompensiert werden, gerade nach vorne hin.

Auch im Zusammenhang mit hochautomatisiertem Fahren ist es erforderlich, Kommunikationssignale, die bisher durch den Fahrer selbst gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern im Vorfeld des Fahrzeugs gegeben wurden (Gestik, Mimik), anderweitig herzuleiten, da der Fahrer selbst dem Verkehrsgeschehen ggf. gar nicht folgt.<sup>11</sup> Auch hier kann eine Vordere Bremsleuchte einen wichtigen Beitrag leisten.

## **4. Stressreduktion im Straßenverkehr**

Zu beachten ist als weiterer, positiver Aspekt im Sinne eines „Miteinander der Verkehrsteilnehmer“,<sup>12</sup> dass sich aus der verbesserten Kommunikation der Verkehrsteilnehmer auch eine Stressreduzierung im Verkehrsgeschehen ergibt.

Insbesondere im innerstädtischen Verkehr von Großstädten haben Verkehrsteilnehmer zeitgleich eine Vielzahl von Signalen, Bewegungen und Veränderungen wahrzunehmen und zu deuten. Auch wenn sich zunächst die Frage stellen mag, ob es sinnvoll sein kann, dieser Gemengelage eine Vordere Bremsleuchte als weiteres Signal hinzuzufügen, ist festzuhalten, dass entscheidend für das Entstehen von Stress weniger die Anzahl gleichzeitiger Signale ist, sondern u. a. die Zeit, die zur Interpretation dieser Signale benötigt wird, sowie ihre Semantik.

---

<sup>11</sup> Diese Diskussion wird im Rahmen der Einführung des hochautomatisierten/autonomen Fahrens noch eine wichtige Rolle spielen.

<sup>12</sup> Rücksichtnahme der Verkehrsteilnehmer aufeinander ist ein zentraler Wert der Straßenverkehrsordnung (§ 1 Abs. 1 StVO).

Hierbei ist dem Thema der Selektion, Optimierung und Kompensation als Grundprozess der Erhaltung von Handlungskompetenz – nicht zuletzt auch bei Funktionsverlusten oder Einschränkungen – besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Lässt sich mithin durch die aufgrund einer Vorderen Bremsleuchte verbesserte Kommunikation das Verhalten eines anderen Verkehrsteilnehmers schneller und sicherer interpretieren, steht einem Fahrzeugführer insbesondere in vielschichtigen Situationen mehr Zeit zur Verfügung, sich stärker auf andere unklare Faktoren zu konzentrieren und diesen mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Dementsprechend ist zu erwarten, dass das Gesamt-Stressgefühl sich sowohl aus der Sicht des Fahrzeugführers als auch aus der Perspektive anderer Verkehrsteilnehmer (u. a. Fußgänger) verringert (s. Anhang C – Stressreduzierung im Straßenverkehr).

### III. Technische Konzeption

Eine Vordere Bremsleuchte ist zunächst als Lichttechnische Einrichtung (LTE) im Sinne des Zulassungsrechts anzusehen, da eine Ausführung mit einer Lichtstärke unterhalb des für LTE diskutierten Schwellenwertes<sup>13</sup> aller Voraussicht nach hinsichtlich der dann stark eingeschränkten Wahrnehmbarkeit nicht sinnvoll wäre.

#### 1. Grün als zielführende Farbgebung

Im Rahmen der Konzeption einer neuen LTE an Kraftfahrzeugen stellt sich neben anderen stets auch die Frage nach der geeigneten Lichtfarbe. Diese Entscheidung ist sowohl nach rechtlichen, jedoch auch nach sachlichen Gesichtspunkten zu treffen.

##### a. Rechtslage

Aufgrund ihrer dezidierten Zuordnung zu besonderen Situationen und/oder besonderen Fahrzeugen, ihrer klaren Beschränkung in ihrem Einsatzbereich oder Zuordnung zu speziellen LTE kommen nicht in Betracht die Lichtfarben

- Rot (darf nicht nach vorne wirken),<sup>14</sup>
- Blau (Einsatzfahrzeugen u. ä. vorbehalten u. a. gem. § 38 StVO),
- Gelb (Gefahrenwarnung, speziellen Situationen und Fahrzeugen vorbehalten u. a. gem. § 38 StVO),
- Orange (Fahrtrichtungsanzeiger, Warnblinklicht vorbehalten gem. ECE R 48, 5.15).<sup>15</sup>

Es verbleiben damit noch die Lichtfarben Weiß und Grün.

Erstere würde angesichts der bereits in hoher Anzahl und Variationsbreite existierenden, nach vorne wirkenden weißen Lichtsignale (Abblendlicht, Fernlicht, Nebelscheinwerfer etc.) und der daraus resultierenden Uneindeutigkeit der Signalidentifizierung durch den Empfänger (Verwechslungsgefahren!), der Idee einer Vorderen Bremsleuchte zur Erhöhung der Verkehrssicherheit widersprechen.

Die Farbe Grün hingegen wird bisher für LTE an Kraftfahrzeugen nicht verwendet.<sup>16</sup> Dementsprechend bietet sie vor dem Hintergrund einer Fahrzeugfront mit möglicherweise

<sup>13</sup> Dieser Schwellenwert ist nicht eindeutig festgelegt, da die entsprechende Einstufung im Regelfall auf den Einzelfall bezogen erfolgt; in der Regel wird dabei jedoch ein Wert von 0,5 – 1 candela (entspricht etwa einer Haushaltskerze) angenommen.

<sup>14</sup> Gem. ECE-R 48, Rdnr. 5.10 ff., in: FEE Fahrzeugtechnik EWG/EU/ECE, Kirschbaum Verlag 2018, Bonn; Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr 1968.

<sup>15</sup> Ebd.

mehreren weißen Lichtsignalen den Vorteil der Eindeutigkeit und schnellen Signalidentifizierung.

Während die technisch ausgerichtete StVZO die Farbe Grün nicht kennt, ist sie gleichwohl im verhaltensregelnden Bereich (etwa StVO) z. B. in Form der Ampelanlage durchaus bekannt. Auch von daher bietet sich eine Harmonisierung der Vorschriften an.

### b. Fachliche Gesichtspunkte

Die Einführung der Farbe Grün für eine Vordere Bremsleuchte ist auch aus weiteren fachlich-psychologischen Gesichtspunkten abzuleiten (s. Anhang D – Psychologische Wirkung der Farben Grün und Rot):

*„Anhand vorliegender Studienergebnisse kann von einer Eignung der Farbe Grün für eine Vordere Bremsleuchte ausgegangen werden, da Grün von den Probanden mit Wörtern einer Vorwärtsbewegung in Verbindung gebracht wurde und die Vordere Bremsleuchte die Handlungsbereitschaft für Verhalten wie Losgehen/Losfahren bahnen soll (vgl. Erregung, Mehrabian, 1978).*

*Im Gegensatz dazu werden Wörter des Bremsens mit Rot in Verbindung gebracht, wodurch eine rote Vordere Bremsleuchte anderen Verkehrsteilnehmern signalisieren würde, dass sie anhalten sollen. Dies ist zum Beispiel bei herkömmlichen Bremsleuchten der Fall, die rückwertigen Fahrzeugen ein Bremsen signalisieren sollen, damit diese ebenfalls anhalten und es nicht zu einem Auffahrunfall kommt. In Verbindung mit einer Vorderen Bremsleuchte wäre dies jedoch kontraproduktiv.*

*Ebenso waren die Reaktionszeiten nach der Farbe Grün im Mittel geringer als die Reaktionszeiten nach der Farbe Rot, was den Aufforderungscharakter der Farbe Grün unterstreicht.“*

Aus psychologischer Sicht ergibt sich als Ergebnis der zu diesem Punkt durchgeführten Studie, dass für eine Vordere Bremsleuchte die Farbe Grün anderen Farben wie Orange und Blau, aber insbesondere der Farbe Rot vorzuziehen ist.

## 2. Technischer Aufbau der Vorderen Bremsleuchte

### a. Einbindung in die vorhandene Elektronik

Es wird davon ausgegangen, dass die Vordere Bremsleuchte gleich den hinteren Bremsleuchten geschaltet ist und damit bei ansonsten gleichen Schaltungen an dem/den Steuergerät(en) lediglich eine weitere Leuchtquelle versorgt werden muss.

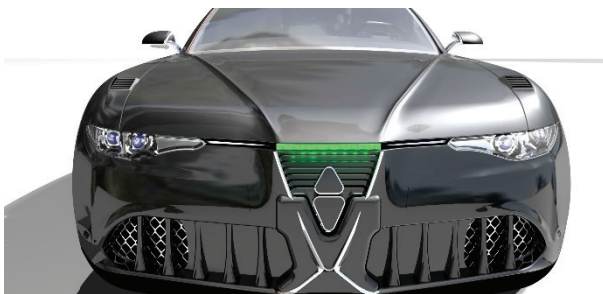
Dabei sich ggf. noch stellende Detailfragen sind im Rahmen der Produktionsumsetzung zu klären, jedoch nicht relevant für die grundsätzliche Wirkungsweise, etwa

- die Detailprüfung hinsichtlich der Leuchtstärke, um einerseits eine Sichtbarkeit bei Nacht und Nebel zu gewährleisten, andererseits aber auch Blendung zu vermeiden (ggf. in einer Ausführung als 2-Pegel-Leuchte),
- die Auslösung der Vorderen Bremsleuchte, wenn bei Rekuperations-Bremssungen keine Betätigung des Bremspedals erfolgt
- oder auch die Möglichkeit unterschiedlicher Signalstärken bei unterschiedlichen Bremsstärken.

<sup>16</sup> Nicht definiert gem. Anhang 5 Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr 1968.

## b. Design

Hinsichtlich des Designs einer Vorderen Bremsleuchte sind etliche Varianten denkbar, in Abhängigkeit von Fahrzeugart und Fahrzeugdesign.



(Bilder: Lumaco Innovations AG)

Diesbezügliche technische Details sind im Rahmen der Produktionsumsetzung zu klären.

## IV. Die Vordere Bremsleuchte im Rahmen der Zielsetzungen der EU

### 1. Bericht des Europäischen Parlaments zur Verkehrssicherheit

In einem Initiativbericht zur Verkehrssicherheit<sup>17</sup> hat das Europäische Parlament im November 2017 seine Zielsetzungen und Forderungen zur Verkehrssicherheit und damit verbundenen Maßnahmen übergreifend zusammengefasst.

#### 1. Verstärkte Anzeige von eindeutigen Bremssignalen

Unter anderem wird dabei eine verbesserte Kommunikation der Verkehrsteilnehmer durch eine klarere Anzeige von Bremsvorgängen thematisiert:

<sup>17</sup> Auszug aus: P8\_TA-PROV(2017)0423; Entschließung des Europäischen Parlaments vom 14.11.2017 zu dem Thema „Rettung von Menschenleben: Mehr Fahrzeugsicherheit in der EU“ (2017/2085(INI)), s. a. ZVS 1/2018, S. 46.

*„Das Europäische Parlament [...]*

*37. betont, dass zur Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit die Verzögerung von Fahrzeugen anderen Verkehrsteilnehmern verstärkt durch eindeutige fahrzeugeigene Lichtsignale angezeigt werden muss [...].“*

Auch wenn dabei aus dem Kontext heraus zunächst das Anzeigen einer Notbremsung im Vordergrund steht, wird doch klar, dass hier perspektivisch auch Lichtsignale über die bisher vorhandenen Bremsleuchten hinaus gemeint sind. Hinzu kommt, dass die Forderung im Sinne der Verkehrssicherheit offengehalten und keineswegs auf rückwärtige Signale beschränkt ist, wie es der bisherigen Rechtslage entsprochen hätte.

Damit ist der Schluss erlaubt, dass auch die Idee einer Vorderen Bremsleuchte mit den unter Nr. 37 des Berichts aufgestellten Zielsetzungen konform ist, insbesondere, da sie aufgrund der konzeptionellen Farbgebung (Grün) auch die geforderte Eindeutigkeit des Signals bietet.

## **2. Anforderungen an verpflichtende Fahrerassistenzsysteme**

In eben diesem Bericht werden gleichzeitig die Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme erhoben, um sie verpflichtend in die aktive Verkehrssicherheitsarbeit aufzunehmen:

*„Das Europäische Parlament [...]*

*17. betont, dass ca. 92 % aller Unfälle auf menschlichem Versagen oder auf dem Zusammenwirken von menschlichem Versagen mit dem Fahrzeug bzw. der Infrastruktur beruhen und deshalb der Einbau ausschließlich solcher sicherheitsrelevanter Fahrerassistenzsysteme verpflichtend sein sollte, die*

- *einen auf wissenschaftlichen Nachweisen beruhenden, wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit leisten,*
- *ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen und*
- *marktreif sind;*
- *vertritt darüber hinaus die Ansicht, dass der Preis eines Fahrzeugs dadurch nicht derart unverhältnismäßig steigen sollte, dass es für die jeweilige Zielgruppe unerschwinglich würde, und*
- *dass Fahrerassistenzsysteme, die für die Straßenverkehrssicherheit relevant sind, regelmäßig geprüft werden sollten;“*

## **2. Erfüllung der Kriterien der EU für verpflichtende Fahrerassistenzsysteme auch durch die Vordere Bremsleuchte**

Aus dem Bericht des Europäischen Parlaments (s. o.) ist abzuleiten, dass ein System, welches den Anforderungen entspricht, in die Liste verpflichtender Assistenzsysteme aufgenommen werden zu können, den Zielsetzungen der EU entspricht.

Können demnach hochwertige, teure Fahrerassistenzsysteme, die bei verpflichtendem Einbau eine nicht geringe (finanzielle) Belastung für den Bürger bedeuten, verpflichtend vorgegeben werden, muss dies erst recht für (finanziell) günstige, niederschwelligere Systeme gelten, sofern sie ebenfalls die an höherwertige Systeme gestellten Kriterien erfüllen.

Zu prüfen ist daher zunächst, ob im konkreten Fall die Vordere Bremsleuchte die gestellten Anforderungen erfüllt.

### a. Wissenschaftliche Nachweise

Nicht oft wird der Aufwand unternommen, den Effekt einer technischen Neuentwicklung im Fahrzeugbereich auf die Verkehrsteilnehmer noch im Vorfeld einer allgemeinen Zulassung wissenschaftlich zu untersuchen.

Um die tatsächliche Wirksamkeit der Idee der Vorderen Bremsleuchte für eine Verbesserung der Verkehrssicherheit wissenschaftlich nachzuweisen, wurde ein zweistufiges Verfahren wissenschaftlicher Untersuchungen gewählt.

Den ersten Schritt bildete eine Laboruntersuchung mit Probanden anhand von Videosimulationen.

#### **Zusammenfassung Laboruntersuchung<sup>18</sup>**

*„Fehlende oder fehlerhafte Kommunikation zwischen motorisierten Verkehrsteilnehmern und Fußgängern ist zweifellos einer der Faktoren, welche die nach wie vor hohe Zahl der im Straßenverkehr verunglückten Fußgänger erklären können. Eine an der Fahrzeugfront montierte Bremsleuchte, welche die Anhalteabsicht des Fahrzeugführers nach vorn kommuniziert, wäre dabei eine sehr einfache Möglichkeit, Fußgänger in der Interaktion mit motorisierten Fahrzeugen zu unterstützen. Im Rahmen einer Laboruntersuchung wurde mit Hilfe von Videomaterial geprüft, inwieweit sich eine derartige vordere Bremsleuchte auf die Identifikation von Bremsungen auswirkt. Die Ergebnisse zeigen, dass Bremsungen mit der vorderen Bremsleuchte deutlich früher identifiziert werden. Gleichzeitig wurde aber auch deutlich, dass in einem Szenario, in dem Bremsungen teilweise von einer vorderen Bremsleuchte angezeigt werden, die ausbleibende Aktivierung der Leuchte zu konservativerem Antwortverhalten auf Seiten der Beobachter führt. Entsprechend kann von einem positiven Effekt einer vorderen Bremsleuchte auf die Verkehrssicherheit ausgegangen werden.“*

Als zweiter Schritt folgte ein groß angelegter Feldversuch auf dem Gelände des Flughafens Berlin-Tegel.

#### **Zusammenfassung Feldstudie<sup>19</sup>**

*„Die Vordere Bremsleuchte erleichtert Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmern die Wahrnehmung kritischer Verkehrssituationen und kann so die Verkehrssicherheit erhöhen. In einer längsschnittlichen Feldstudie wurde überprüft, welche Effekte die Vordere Bremsleuchte in einem abgeschlossenen Verkehrsbereich, dem luftseitigen Teil des Flughafen Berlin-Tegel (TXL), auf die Verkehrssicherheit hat. Dafür wurden 102 Fahrzeuge für einen Zeitraum von drei Monaten mit einer Vorderen Bremsleuchte ausgestattet und 516 Mitarbeiter zu ihren Erfahrungen mit und ihrer Einstellung zu der Vorderen Bremsleuchte befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Vordere Bremsleuchte nur selten zu Situationen geführt hat, in denen sie zu Missverständnissen führte, und häufiger zu Situationen, in denen sie die wahrgenommene Verkehrssicherheit erhöhte. Die Einstellung zur Vorderen Bremsleuchte war schon in der ersten Befragung sehr positiv und verbesserte sich darüber hinaus signifikant über die drei Monate des Feldversuches. Insgesamt lassen die Ergebnisse darauf schließen, dass eine Vordere Bremsleuchte als Lichttechnische Einrichtung an Kraftfahrzeugen die Verkehrssicherheit erhöhen kann,*

<sup>18</sup> Petzoldt, T., Schleinitz, K., Banse, R.: „Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw“, in: ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 1/2017, S. 19 ff.

<sup>19</sup> Banse, R., Keidel, K., Monzel, M., Kirschbaum, B., Schubert, W.: Forschungsbericht „Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“, Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie, Januar 2018.

*indem sie die Kommunikation zwischen Fahrzeugführern und anderen Verkehrsteilnehmern verbessert.“*

Diese Ergebnisse wurden anschließend im Rahmen einer Presse- und Informationsveranstaltung auf dem Flughafen Berlin-Tegel öffentlich vorgestellt und mit Fachexperten der Verkehrssicherheitsarbeit diskutiert.

Die fachwissenschaftliche Veröffentlichung der Feldstudie erfolgte im Mai 2018 in der ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit.<sup>20</sup>

### **b. Wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit**

Die durchgehend positiven Ergebnisse beider Studien, sowohl bei der Verbesserung der Reaktionszeiten als auch bei der konzeptionellen Einschätzung im Feldversuch, belegen, dass die Vordere Bremsleuchte einen realen, signifikanten Beitrag zu einer verbesserten Verkehrssicherheit bedeuten könnte, indem sie Verkehrsteilnehmern hilft, potenziell kritische Verkehrssituationen schneller zu verstehen, zu vermeiden oder besser zu meistern.

Auch die komplementäre Übernahme von Kommunikationsfunktionen im Rahmen zunehmend automatisierten Fahrens (s. o.), die bisher durch den Fahrer geleistet wurden, sowie die potenzielle Verringerung von Stress (Anhang C) tragen zu einer Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit insgesamt bei.

Nicht zuletzt muss auch eine potenzielle Reduktion der Unfallschwere (s. o. und Anhang B) in biomechanischer Hinsicht als wesentliche Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit gelten, da Unfallfolgen stets einen wesentlichen Teil der Gesamtbetrachtung ausmachen.

Hinsichtlich der Übergangszeit (Fahrzeuge mit und Fahrzeuge ohne Vordere Bremsleuchte) bzw. Einführungsphase (Verkehrsteilnehmer müssen sich an die Einrichtung einer Vorderen Bremsleuchte gewöhnen und ihre Bedeutung verstehen) ist festzuhalten, dass

- sich aus der Laborstudie ergeben hat, dass Verkehrsteilnehmer insgesamt vorsichtiger reagieren, wenn Fahrzeuge mit Vorderer Bremsleuchte überhaupt im Verkehrsgeschehen vorhanden sind und ein entsprechendes Signal ausbleibt, so dass keine spezifischen Problematiken aus der Übergangszeit heraus ersichtlich sind,
- sich aus der Feldstudie heraus ergeben hat, dass die Idee der Vorderen Bremsleuchte einfach und leicht verstanden wird.

Damit darf angenommen werden, dass die Erhöhung der Verkehrssicherheit im Straßenverkehr, die durch eine Vordere Bremsleuchte an Kraftfahrzeugen zu erreichen ist, nicht unwesentlich ist.

### **c. Positives Kosten-Nutzen-Verhältnis**

Zu erwarten sind durch die Einführung der Vorderen Bremsleuchte ein Rückgang in der Anzahl von Unfällen im Straßenverkehr sowie eine Verringerung der Schwere der Unfallfolgen (s. o.).

Dem gegenüber stehen moderate Kosten für Material (Anbindung an bestehende Steuergeräte, Software, Kabel, Leuchtmittel, ggf. eigene Leuchte), Design- und Verarbeitungsaufwand, die nach derzeitiger Einschätzung nicht über 30,- €/Fahrzeug bei

---

<sup>20</sup> Banse, R., Keidel, K., Monzel, M., Kirschbaum, B., Schubert, W.: „Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“, ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 3/2018, S. 210 ff., Kirschbaum Verlag, Bonn.



Neufahrzeugen in Serienfertigung liegen dürften.<sup>21</sup> Damit ist angesichts der Gesamtsummen im Fahrzeughandel keine signifikante Auswirkung auf das Preisniveau ersichtlich.

Jedoch sind im Rahmen der Verkehrssicherheit nicht nur Kostenbetrachtungen relevant – auch menschlich-emotionale Aspekte kommen hier zum Tragen, insbesondere das Vermeiden von menschlichem Leid im Zusammenhang mit Unfällen.

Angesichts geringer Einführungskosten pro Fahrzeug einerseits und einer erwarteten signifikanten Verringerung sowohl volkswirtschaftlicher Unfall(folge)kosten als auch emotionaler „Kosten“ andererseits, darf somit ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis der Einführung einer Vorderen Bremsleuchte angenommen werden – auch wenn, vorbehaltlich groß angelegter Studien im laufenden Verkehr, eine exakte Quantifizierung der eingesparten volkswirtschaftlichen Kosten zunächst offen bleiben muss.

Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass die Diskussion zunächst nicht die verpflichtende Einführung, sondern lediglich die Zulassung auf freiwilliger Basis zum Ziel hat, so dass auch an das Kosten-Nutzen-Verhältnis weniger strenge Anforderungen zu stellen sind.

#### **d. (Gegebene) Marktreife**

Die erforderliche Technologie zur Umsetzung einer Vorderen Bremsleuchte ist vorhanden. Eine grundsätzliche Marktreife ist gegeben, da die Einführung nicht von weiteren technischen Innovationsschritten abhängig ist.

Zu klären sind lediglich Fragen der Einbindung in Fahrzeugdesigns und weitere technische Details.

#### **e. (Keine) finanzielle Belastung für den Bürger**

Aufgrund des geringen Material- und Verarbeitungsaufwands zur Einrüstung einer Vorderen Bremsleuchte im Rahmen der Serienfertigung (s. o.) ist nicht ersichtlich, dass angesichts der Gesamtsummen im Fahrzeughandel die Verkaufspreise gegenüber dem Endverbraucher steigen müssten.

#### **f. (Unproblematische) Einbindung der Vorderen Bremsleuchte in die periodische Fahrzeugüberwachung**

Die Vordere Bremsleuchte allein ist analog einer rückwärtigen Bremsleuchte lediglich als Lichttechnische Einrichtung (LTE) und zunächst nicht als Fahrerassistenzsystem einzustufen. Allerdings kann sie mit FAS verbunden werden.

Als „einfache“ LTE ist sie unproblematisch in den Prüfungsablauf der periodischen Fahrzeugüberwachung einzugliedern. Ein dadurch verursachter signifikanter Mehraufwand der periodischen Fahrzeugüberwachung ist nicht ersichtlich.<sup>22</sup>

### **3. Fazit**

Nach alledem ist festzustellen, dass die Vordere Bremsleuchte auch die hohen Vorgaben erfüllt, die das Europäische Parlament für Fahrerassistenzsysteme aufgestellt hat, wenn sie verpflichtend eingebaut werden sollen.

Erst recht muss sich daraus wiederum ergeben, dass ein solches System, wenn es die Anforderungen für eine verpflichtende Vorgabe erfüllt, als „milderes Mittel“ auch auf freiwilliger Basis eingeführt werden können muss. Dazu bedarf es jedoch der grundsätzlichen Zulässigkeit im Rahmen des zulassungsrechtlichen Regelwerks.

<sup>21</sup> Beratung mit Herrn Mag. Lubomir Marjak, Lumaco Innovations GmbH.

<sup>22</sup> Hintergrund: LTE werden im Rahmen der Fahrzeugüberwachung auch digital überprüft.

Somit sollte bzw. muss es Ziel der EU sein, im Rahmen der selbst gesteckten Ziele zur Verkehrssicherheit die rechtlichen Voraussetzungen – europarechtlich oder im Rahmen der UN/ECE – für ein entsprechendes Typ- oder Bauartgenehmigungsverfahren der Vorderen Bremsleuchte zu schaffen.

## V. Rechtlicher Rahmen einer Einführung

Lichttechnische Einrichtungen (LTE) – und damit auch eine Vordere Bremsleuchte – gehören zu den Bauteilen an Kraftfahrzeugen, deren Zulassung unter das internationale Zulassungsrecht fällt. Damit ist für sie nach der „Rahmenrichtlinie“ 2007/46/EG eine Bauart- bzw. Typgenehmigung erforderlich.

Maßgebliche sachliche Vorschriften dazu sind VO (EG) 661/2009 i. V. m.

- R 48 (UN)ECE für Fahrzeuge der Klassen M, N, und O,
- R 53 (UN)ECE für Fahrzeuge der Klasse L 3,
- VO (EU) 2015/208 Anhang XI und XII bei Fahrzeugen der Klassen T, C, R und S.

Das Wiener Weltabkommen über den Straßenverkehr von 1968<sup>23</sup> findet demgegenüber für den Bereich der Europäischen Union zwar wenig direkte Anwendung, jedoch bildet es teilweise die Grundlage von Regelungen im Rahmen der Typgenehmigung (und ihrer Änderungen), die im Regelfall auf Konformität hin validiert werden, um weltweite Akzeptanz und Verkäuflichkeit der in der EU zugelassenen Fahrzeuge zu erreichen.

Die nationalen Gesetzgebungen, wie etwa die deutsche StVZO, kommen nur noch in Einzelfällen zum Tragen und begründen keine europaweiten Zulassungsmöglichkeiten im Rahmen von Serienfahrzeugen mehr.

### 1. Rechtliche Einordnung einer Vorderen Bremsleuchte

Zu klären ist daher, inwieweit das vorgestellte Konzept der Vorderen Bremsleuchte mit der bestehenden Vorschriftenlage zur Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen konform ist bzw. welche Änderungen in diesen Vorschriften für die im Interesse der Verkehrssicherheit angestrebte Einführung erforderlich wären.

#### a. Design, Form und Anbau

Design, Form und Anbau von LTE an Kraftfahrzeugen sind in den Regelungen R 48, 53, 86 (UN)ECE detailliert definiert. Das vorgestellte Konzept der Vorderen Bremsleuchte ist hinreichend flexibel, um diese Anforderungen zu erfüllen.

#### b. Grün als Farbe einer LTE an Kraftfahrzeugen

Während Rot als nach vorne wirkende LTE grundsätzlich ausgeschlossen ist,<sup>24</sup> wäre das bereits für nach vorne wirkende LTE zugelassene Weiß für eine Vordere Bremsleuchte aufgrund des „Untergehens“ im Kontext bereits bestehender Lichtsignale und der damit verbundenen Verwechslungsgefahr nicht sinnvoll.

<sup>23</sup> Wiener Übereinkommen, BGBl. 1977 II S. 809 ff., [www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19680244/index.html](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19680244/index.html) (Zugriff 21.5.2018).

<sup>24</sup> FEE, (UN)ECE R 48, Rdnr. 5.10, 5.10.1. i. V. m. Anhang 4.

Die Idee der Vorderen Bremsleuchte beruht daher, sowohl aufgrund ihrer positiven psychologischen Wirkung als auch ihrer Unverwechselbarkeit und damit schnellen Erfassbarkeit, in erster Linie auf einer Ausführung in der Farbe Grün (s. o. unter III.1.).

Die Farbgebung von LTE an Kraftfahrzeugen richtet sich allgemein nach der CIE-Normtafel, auf die sich sowohl das Wiener Übereinkommen als auch die entsprechende (UN)ECE R 48 bezieht. In diesen ist jedoch bisher Grün als Farbe einer LTE an Kraftfahrzeugen nicht definiert.<sup>25</sup>

Damit besteht das Erfordernis, auch Grün als Farbe für LTE an Kraftfahrzeugen zu definieren und somit zuzulassen.

Insoweit im Rahmen des Zulassungsrechts vorgegeben ist, dass das Licht der LTE, die dieselbe Aufgabe haben und in dieselbe Richtung wirken, dieselbe Farbe haben muss, ist dies hier unproblematisch.<sup>26</sup>

Vielmehr lässt sich dem im Umkehrschluss entnehmen, dass LTE auch mit derselben Aufgabe eben gerade nicht dieselbe Farbe haben müssen, wenn sie in unterschiedliche Richtungen wirken. Von daher wäre ein gleichzeitiges Vorhandensein und Funktionieren einer Vorderen Bremsleuchte in Grün mit hinteren Bremsleuchten in Rot zulässig.

### c. Bremssignal in vordere Richtung

Bremsleuchten sind bisher definiert als „Leuchten, die dazu dienen, anderen Verkehrsteilnehmern hinter dem Fahrzeug anzuzeigen, dass [...]“<sup>27</sup>

Damit ergibt sich also zusätzlich die Notwendigkeit, entweder den Begriff der Bremsleuchte im Regelwerk zu erweitern oder das Konzept der Vorderen Bremsleuchte unter einem anderen Ansatz als zusätzliches System einzubinden (s. u. zu Perspektiven).

## 2. Mögliche legislative Umsetzung

Zur zulassungsrechtlichen Umsetzung des Konzeptes einer Vorderen Bremsleuchte im Rahmen der Zielsetzungen der EU zur Verkehrssicherheitsarbeit sind somit legislative Anpassungen erforderlich.

### a. Überschaubare erforderliche Veränderungen

Erforderlich ist dabei ein überschaubarer Rahmen von im Wesentlichen zwei Änderungen:

- Grün muss als Farbe von LTE an Kraftfahrzeugen zugelassen werden.
- Bremssignale müssen auch nach vorne abgegeben werden dürfen.

Idealerweise würden diese Schritte international vereinbart, auf Ebene des Wiener Übereinkommens. Dies erscheint jedoch aufgrund der Vielzahl an Verhandlungspartnern in einem den Zielsetzungen der EU zur Verringerung der Zahl der Verkehrstoten angemessenen Zeitrahmen unrealistisch.

Gleiches gilt zunächst für eine entsprechende Veränderung im Rahmen des (UN)ECE-Regelwerks, auch wenn die Möglichkeiten hier als erheblich aussichtsreicher anzusehen sind.

Nach nationalen Regelwerken können hingegen zwar noch Ausnahmegenehmigungen erteilt werden, etwa gem. § 70 der deutschen StVZO zu Erprobungszwecken und

<sup>25</sup> FEE, (UN)ECE R 48, Rdnr. 29 ff.; Wiener Übereinkommen, ebd., Anhang V, Kap. 2, Rdnr. 20 i. V. m. Anlage zu Anhang V.

<sup>26</sup> Wiener Übereinkommen ebd., Anhang 5, Kap. 2, Rdnr. 44.

<sup>27</sup> FEE, (UN)ECE R 48 Rdnr. 2.7.12; Wiener Übereinkommen, ebd., Anhang 5, Kapitel 2, Rdnr. 19.

Forschungsprojekten, jedoch keine serienweise Einführung einer LTE mehr begründet werden.

Als sinnvoll und aussichtsreich, um den Gewinn an Sicherheit für Verkehrsteilnehmer in der EU durch das Konzept Vordere Bremsleuchte möglichst bald erreichen zu können, erscheint damit insbesondere der Weg der EU-eigenen Gesetzgebung. Dementsprechend wäre anzustreben – den entsprechenden politischen Willen vorausgesetzt –, die o. g. Änderungen als EU-spezifische Erweiterungen im Rahmen der jeweiligen Anwendungsbestimmungen der o. g. (UN)ECE-Regelungen für den EU-Raum umzusetzen.

### **b. Erforderliche Schritte**

Mit seinem Initiativ-Bericht zur Verkehrssicherheit hat das EU-Parlament Zielsetzungen für die künftige Verkehrssicherheitsarbeit vorgelegt, zu denen die EU-Kommission als Exekutive Stellung beziehen und ggf. Maßnahmen zur Umsetzung vorschlagen wird.<sup>28</sup>

Das Initiativrecht für EU-Regelungen liegt in der Regel bei der EU-Kommission. Damit müsste eine Erweiterung der Anwendungsbestimmungen zu lichttechnischen Zulassungsregelungen durch die EU-Kommission initiiert und umgesetzt werden. Der weitere Fortgang entspräche dann dem regulären Vorgehen im Rahmen von EU-Verordnungen und -Richtlinien.

Die exakte Definition der zu ändernden bzw. zu erweiternden Passagen der betroffenen Vorschriften – einschließlich etwaiger Änderungsvorschläge – ist im Rahmen einer juristisch-technischen Überprüfung des Regelwerks festzulegen, spiegelbildlich zu einem Homologationsverfahren.

## **3. Weitere Fragen und Perspektiven**

Im Zusammenhang mit einer tatsächlichen Einführung der Vorderen Bremsleuchte im realen Verkehr sind zudem weiter gehende Fragestellungen absehbar und – in Ansehung der laufenden technischen Fortentwicklung von Fahrerassistenzsystemen – auch weiter gehende Perspektiven.<sup>29</sup>

### **a. Intuitives Verständnis im Normalverkehr**

Ggf. könnte aus Sicherheitsgründen nochmals abzuklären sein, ob das System der Vorderen Bremsleuchte auch im Normalverkehr tatsächlich intuitiv verstanden wird, also nicht nur unter den speziellen Bedingungen eines geschlossenen Werksverkehrs.

Dabei sind auch geeignete obere und untere Grenzwerte der Anzeige zu beachten und die Frage zu klären, wie Verzögerungen bei Rekuperationssystemen angezeigt werden sollen. Grundsätzlich sollte dies analog zu rückwärtigen Bremslichtern erfolgen.<sup>30</sup>

### **b. Keine Haftungsübernahme für die Gesamtsituation**

Mit dem Signal der Vorderen Bremsleuchte nach derzeitiger Konzeption soll – anders als im Rahmen der Gestik des Vorrang Gewährens bzw. einer bereits früher geführten vergleichbaren Diskussion um rückwärtige Signalleuchten, die eine Überholmöglichkeit

<sup>28</sup> P8\_TA-PROV(2017)0423; Entschließung des Europäischen Parlaments vom 14.11.2017 zu dem Thema „Rettung von Menschenleben: Mehr Fahrzeugsicherheit in der EU“ (2017/2085(INI)).

<sup>29</sup> Ergebnisse aus diversen Gesprächen mit Fachexperten.

<sup>30</sup> Krautscheid, R., Janke, S.: „Gutachten zur Implementierung einer Vorderen Bremsleuchte“, Forschungsbericht Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie 2017, S. 22 ff.

anzeigen sollten<sup>31</sup> – nicht verbunden sein, dass das anzeigende Fahrzeug bzw. sein Fahrer gegenüber dem Adressaten die Verantwortung für eine insgesamt gefahrlose Situation und damit auch für das Verhalten Dritter übernehmen will und übernimmt.

Ebenfalls kann die Vordere Bremsleuchte – nach derzeitiger Konzeption und analog zu bestehenden hinteren Bremsleuchten – lediglich eine nach vorne gerichtete Information darstellen, dass ein Fahrzeug verzögert, jedoch ohne Zusicherung, dass dieses auch rechtzeitig zum Stehen kommen wird.

Gesichert sein sollte, dass dies auf juristischer Ebene nicht anders interpretiert werden kann.

### c. Weiterentwicklung im Zusammenhang mit Notbremssystemen

Sowohl in Abhängigkeit von einem ggf. unerwünschten Ergebnis unter vorstehend b. als auch aus generellen Erwägungen in Ansehung der fortschreitenden Entwicklungen bei Fahrerassistenzsystemen heraus könnte sich die Frage einer Erweiterung des bisherigen Konzeptes der Vorderen Bremsleuchte stellen, hin zu einer Kopplung mit Fahrerassistenzsystemen, die ein reales Lagebild erzeugen.

Diese könnten tatsächlich analysieren, ob eine Bremsverzögerung ausreicht, um eine Situation zu klären (vgl. bereits existierende „Notbremsassistenten“). In diesem Fall würde die Vordere Bremsleuchte tatsächlich (und nur dann) signalisieren, dass zumindest das signalgebende Fahrzeug rechtzeitig zum Stehen kommen wird.

Relevant ist diese Überlegung insbesondere vor dem Hintergrund, dass seitens der EU-Kommission Planungen bestehen, automatische Notbremssysteme mit Fußgängererkennung ab Ende 2024 zunächst für neue Fahrzeugtypen, sukzessive jedoch für alle neuen Kraftfahrzeuge verpflichtend einzuführen.<sup>32</sup> Die Radfahrererkennung soll jeweils zwei Jahre später folgen.

Unabhängig von der tatsächlichen Erreichbarkeit dieses Zeitplanes ist damit der feste politische Wille gegeben, eine Fußgängererkennung als Fahrerassistenzsystem in der Verkehrssicherheitsarbeit zu verankern.

### d. Mögliche Weiterentwicklung zum Rundumsignal

Inwieweit mit der Überlegung unter vorstehend c. auch eine Klärung komplexerer Verkehrssituationen mit mehr als zwei Verkehrsteilnehmern und damit eine Signalwirkung für eine Gesamtsituation verbunden sein kann, hängt in erster Linie von der weiteren Entwicklung dieser lagebilderstellenden Systeme ab.

Ebenfalls denkbar ist vor dem Hintergrund verbesserter Kommunikation und Wahrnehmbarkeit, sowohl im Rahmen des Ersetzens von Fahrergestik beim hoch automatisierten Fahren als auch angesichts vermehrter Ablenkungen von Fußgängern (Smartphones etc.), eine Weiterentwicklung der Konzeption hin zu einem Rundumsignal.

Dieses müsste auch im peripheren Sehen wahrgenommen werden können und würde dann als Signal der Willensbekundung nicht nur Bremsvorgänge, sondern auch Beschleunigungsvorgänge anzeigen.

<sup>31</sup> Zu dieser Diskussion vgl. Braun, H., Damm, R., Konitzer, H. in: § 49 a Rdnr. 34 und § 53 Rdnr. 24, StvZO Technischer Kommentar, Kirschbaum Verlag, Bonn.

<sup>32</sup> Krautscheid, R., Janke, S., ebd., S. 28 ff.

## VI. Meilensteine und erste Vorstellung in der Fachwelt

Mit Beginn der Durchführung der Studien und verstärkt ab Anfang 2018 wurde die Idee einer Vorderen Bremsleuchte bereits Fachexperten aus der Verkehrssicherheitsarbeit in Deutschland vorgestellt, mit ihnen diskutiert und konkrete Ergebnisse dieses Austauschs als Bestandteile dieses Berichts verwendet (Details s. Anhang E – Meilensteine).

Es ist festzuhalten, dass die Idee der Vorderen Bremsleuchte – analog zu den im Feldversuch beobachteten Reaktionen der dort Befragten – nach mehr oder weniger Erklärungsbedarf durchwegs verstanden und fast immer positiv gesehen wurde.

### Literaturverzeichnis

- Banse, R., Keidel, K., Monzel, M., Kirschbaum, B., Schubert, W.: „*Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel*“, Forschungsbericht Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie 2018; ebenfalls veröffentlicht in *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 3/2018, S. 210 ff.
- Braun, H., Damm, R., Konitzer, H. in: § 49 a Rdnr. 34 und § 53 Rdnr. 24, *StVZO Technischer Kommentar*, Kirschbaum Verlag 2018, Bonn
- Koch, Dieter-L., P8\_TA-PROV(2017)0423; Entschließung des Europäischen Parlaments vom 14. November 2017 zu dem Thema „Rettung von Menschenleben: Mehr Fahrzeugsicherheit in der EU“ (2017/2085(INI)), u. a. in: *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 1/2018, S. 45 ff.
- Konitzer, H., Theis, C., Wehrmeister, J.: *FEE Fahrzeugtechnik EWG/EU/ECE*, Kirschbaum Verlag 2018, Bonn.
- Krautscheid, R., Janke, S.: „*Gutachten zur Implementierung einer Vorderen Bremsleuchte*“, Forschungsbericht Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie 2017.
- Petzoldt, T., Schleinitz, K., Banse, R.: „Laboruntersuchung zur potenziellen Sicherheitswirkung einer vorderen Bremsleuchte in Pkw“, in: *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 1/2017, S. 19 ff.
- Post, D.V., Mortimer, R.G.: Subjective evaluation of the front-mounted braking signal. Technical Memorandum HuF-TM-1, Highway Safety Research Institute. The University of Michigan, Ann Arbor.
-

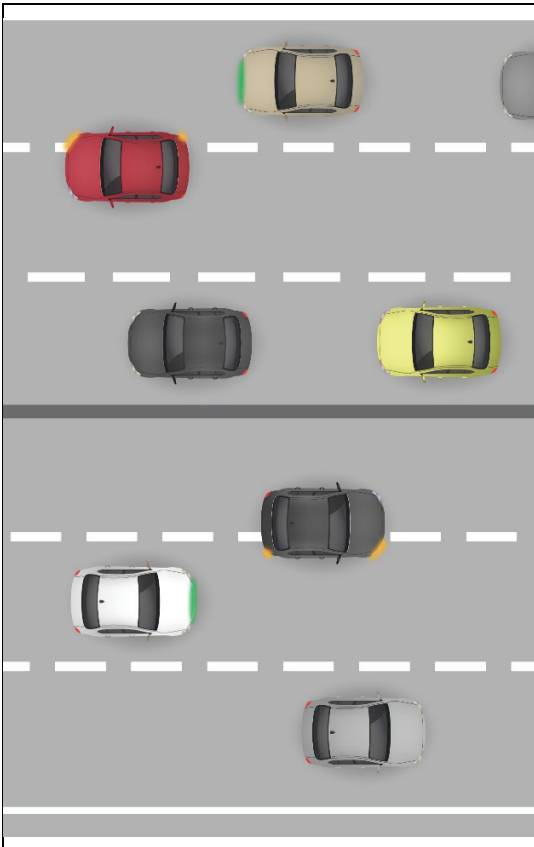
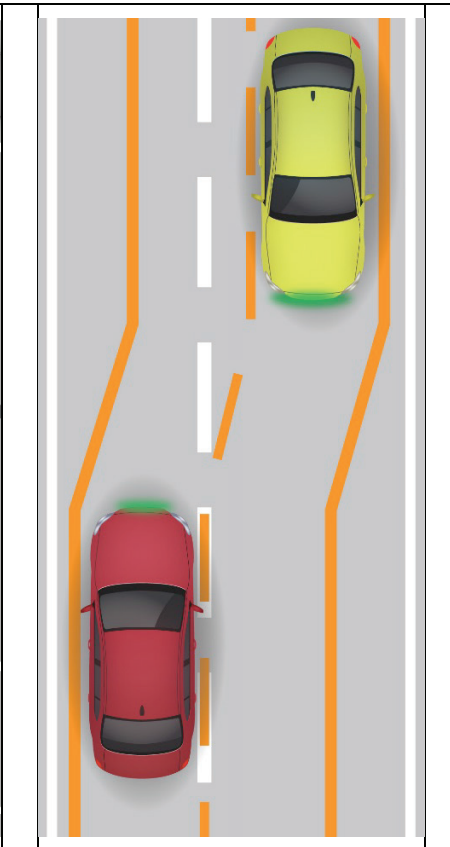
## Anhang A – Katalog möglicher Anwendungssituationen<sup>1</sup>

Situationen des realen Straßenverkehrs, in denen eine Vordere Bremsleuchte an einem Kfz als Element der Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmern günstig wäre

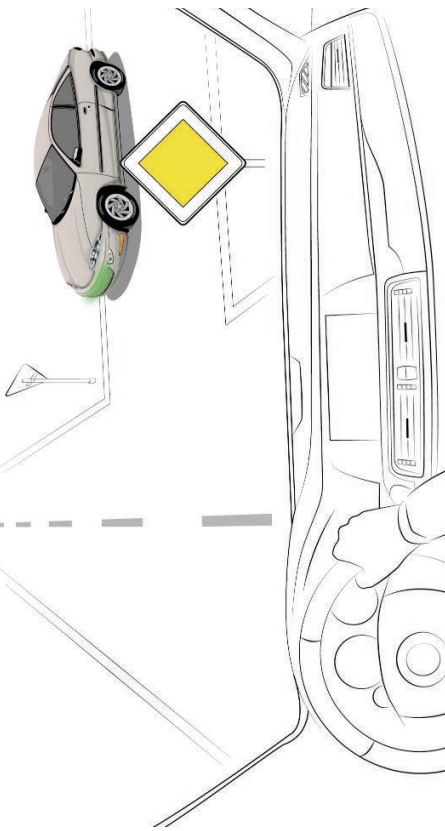
### A. Vordere Bremsleuchte an Auto, Bus, Lkw

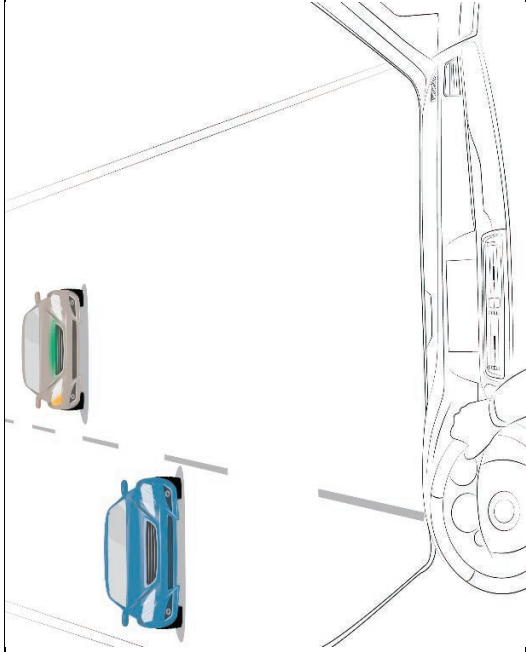
	im Verhältnis zu	Situation	Nutzen: Andere Verkehrsteilnehmer können eine Geschwindigkeitsverringerung...	Nutzen ergibt sich für	Bildbeschreibung
		<b>Standardsituationen</b>			
1	anderen Kfz	Linksabbiegen	... des Gegenverkehrs besser erkennen und das Abbiegen oder Warten besser entscheiden.	Wartepflichtige	

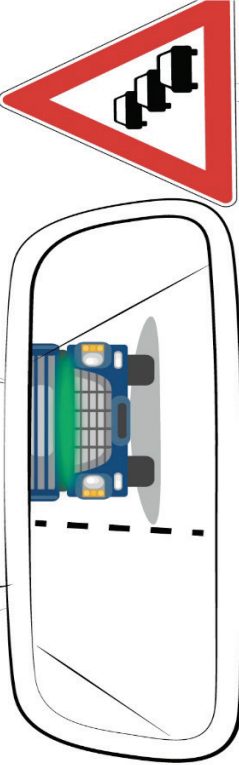
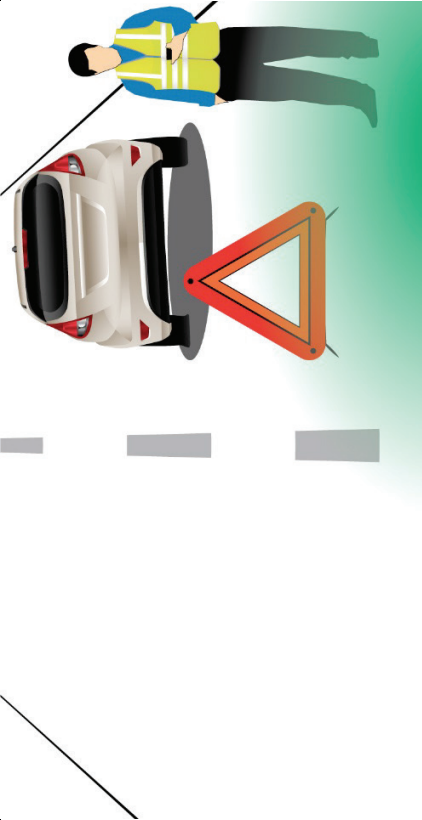
<sup>1</sup> Die Verfasser danken für die Mithilfe und kreative Diskussion bei der Erstellung dieses Katalogs Frau Dr. Birgit Kollbach, Verkehrspsychologin und Fahrlehrerin bei der DEKRA Akademie Berlin, und Herrn Dr. Bernhard Reiter, Geschäftsführer Verkehrsinstitut Bielefeld und Düsseldorf.

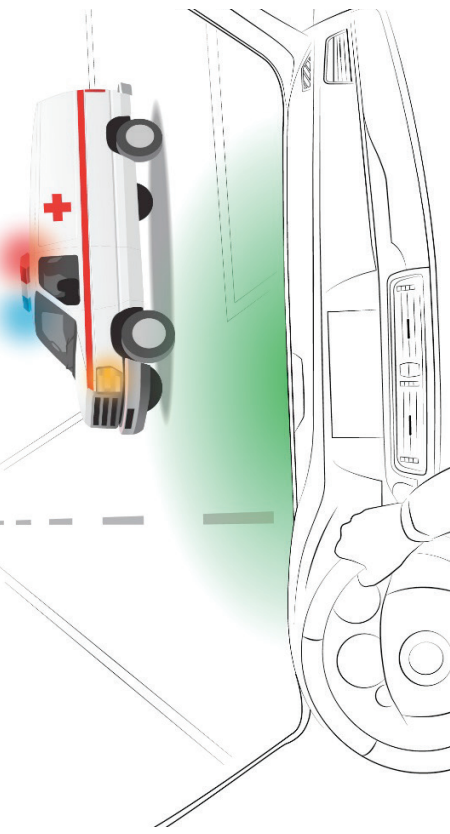

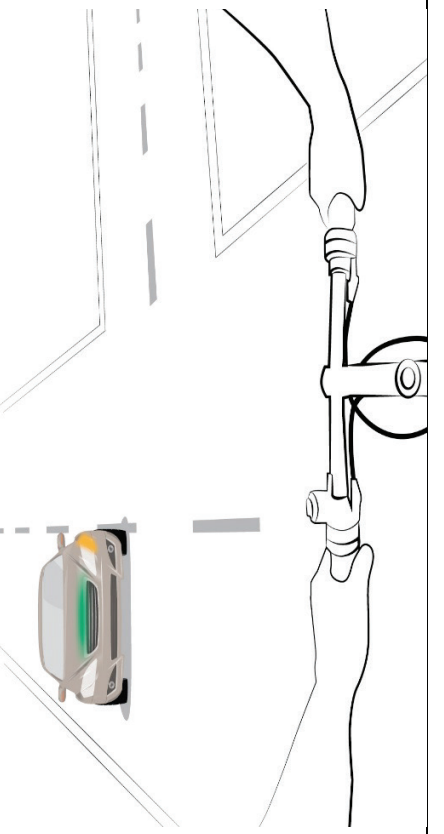
2	<p>Fahrstreifenwechsel          insbesondere bei          dichtem Verkehr</p>	<p>... des Fahrzeugs,          das eine Lücke lässt,          besser erkennen          und daraufhin vor          ihm einscheren.</p>	<p>Spurwechsler</p>	
3	<p>Engpass</p>	<p>... des          Gegenverkehrs          besser erkennen          und somit besser          entscheiden, ob sie          in den Engpass          einfahren oder          zurückbleiben.</p>	<p>Wartepflichtige          und          Bevorrechtigte</p>	

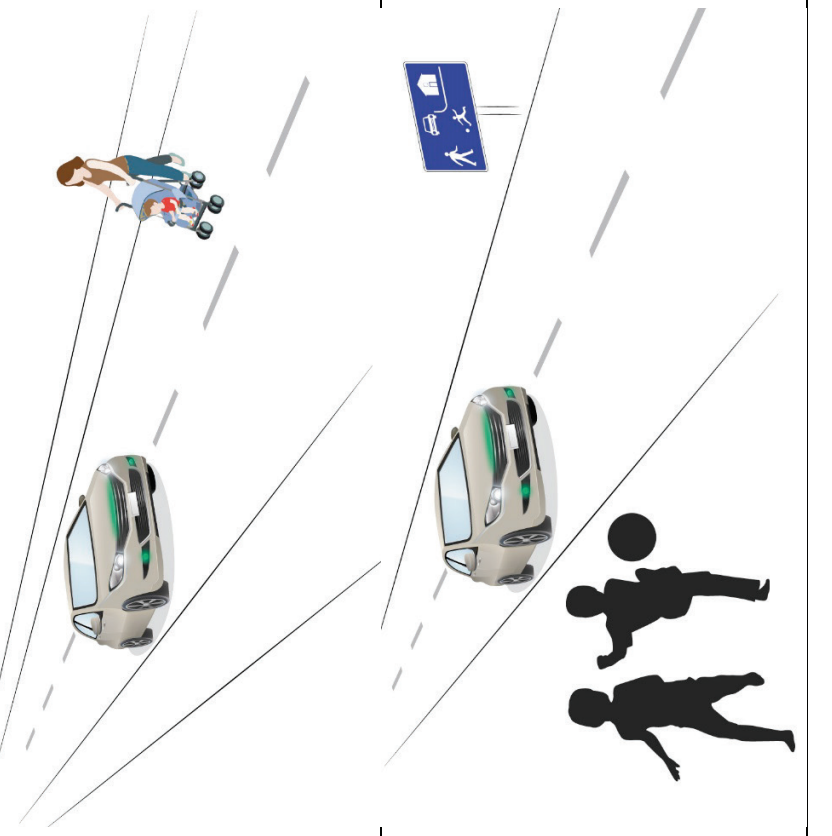


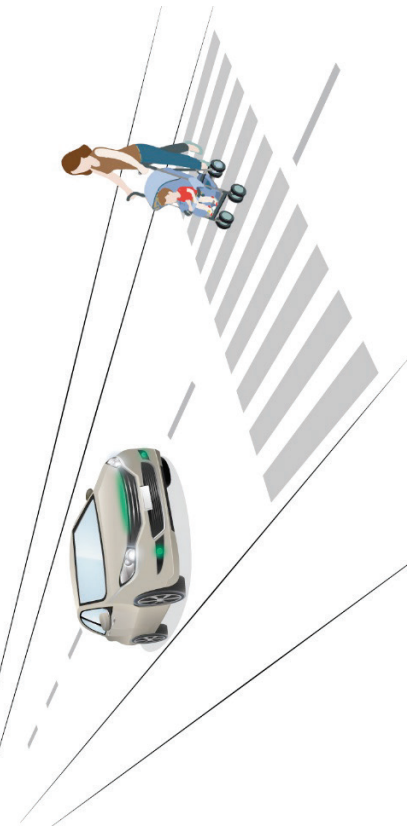
4	Mäßige Geschwindigkeit vor Kreuzungen und Einmündungen	... besser erkennen und wissen, dass sie ihre Vorfahrt ausüben können.	Bevorrechtigte	
5	Gefahrensituationen  starke oder Gefahrbremmung	... des Nachfolgenden besser einschätzen und – wenn dieser nicht bremst – wenn möglich ausweichen, um ggf. sein Auffahren zu vermeiden. <i>Insbesondere im Falle von hohen Geschwindigkeiten, die schnell abgebremst werden müssen (z. B. Autobahnen, Landstraßen), oder</i>	Vorderes Fahrzeug	

		<p><i>alternativ          letztmögliche          Überlebens-          Entscheidung          suggerieren:          Ausweichen auf den          Standstreifen          (Autobahn) oder auf          den Seitenstreifen          oder Graben.</i></p>		
6	<p>Überholen bei          unklarer          Verkehrslage</p>	<p>... des          Entgegenkommende          n besser          einschätzen und den          Abbruch des          Überholvorganges          schneller erkennen.</p>	Spurhalter	

7	Stauende oder andere Haltegründe	Das Ausbleiben des vorderen Bremslichts beim Nachfolgenden macht ein Ausweichmanöver zur Seite möglich.	Vorderes Fahrzeug	
	Betrachter als Verkehrshindernis (Liegenbleiber)	Das Ausbleiben des vorderen Bremslichtes macht es möglich, noch rechtzeitig von der Straße zu treten.	Liegenbleiber	

8	Einsatzfahrzeuge mit Wegerecht	Kreuzung	Das Einsatzfahrzeug sieht, ob es durchgelassen wird.	Bevorrechtigter	
9	Radfahrer	Geradausfahrt über Kreuzung trotz rechts Abbiegendem	... des abbiegenden Kfz besser erkennen und über eine Weiterfahrt besser entscheiden.	Bevorrechtigte	
10		Geradausfahrt über Kreuzung trotz links Abbiegendem	... des abbiegenden Kfz besser erkennen und über eine Weiterfahrt besser entscheiden	Bevorrechtigte	

1 1	Fußgänger n	Überquerung der Fahrbahn bei Wartepflicht des Fußgängers	... des herannahenden Kfz besser einschätzen und ggf. die Straße überqueren.	Wartepflichtig e	
--------	----------------	---	--	---------------------	---

1	Fußgängerüberweg (Vorrang des Fußgängers)	... des herannahenden Kfz besser einschätzen und wissen, ob ihr Vorrang beachtet wird.	Bevorrechtigte	
2				

**Hinzu kommen zwei weitere wichtige Wirkungen der VB an einem Kfz ggü. allen anderen Verkehrsteilnehmern, die Schwächen sowohl des automatisierten Fahrens als auch von E-Fahrzeugen (teilweise) kompensieren:**

- Mit zunehmendem Anteil (hoch) automatisiert fahrender Fahrzeuge steigt der Anteil an Fahrern, die sich nicht auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren. Damit werden diese auch nicht mehr im üblichen Maße anderen Verkehrsteilnehmern über Gestik und Mimik ihre Absichten zu verstehen geben. Eine Vordere Bremsleuchte kann dies als Kommunikationssignal zumindest teilweise auffangen.
- Mit zunehmendem Anteil elektrischer Antriebsformen sinkt die akustische Wahrnehmbarkeit von Kfz für andere Verkehrsteilnehmer. Dieser Wahrnehmungsverlust kann durch die VB zumindest teilweise und gerade auch nach vorne hin ausgeglichen werden.

**B. Vordere Bremsleuchte an Krad, Trikes, Quads etc.**

13	Anderen Kfz	Abbiegen von Pkw durch Fahrweg Einspur-Fz hindurch	... des Einspurfahrzeugs besser einschätzen und entsprechend ins Kakül ziehen.	Wartepflichtige	
----	-------------	--	--	-----------------	--





## Anhang B – Medizinisch-Traumabiomechanische Stellungnahme

**Gegenstand dieser Stellungnahme** ist die Diskussion am 1. März 2018 am Flughafen Berlin Tegel über die Sinnhaftigkeit einer dritten vorderen Bremsleuchte an Fahrzeugen.

### Unterlagen

Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel (Universität Bonn Januar 2018)

### A. Fragestellung

1. Ist es in der Theorie zu erwarten, dass bei einer relevanten Anzahl an Unfallopfern mit Schädel-Hirn-Trauma oder HWS Verletzungen diese Verletzungen medizinisch erheblich leichter ausgefallen wären oder hätten vermieden werden können, wenn die Opfer vor dem Anprall des Unfallverursachers gewarnt gewesen wären und sich auf diesen Anprall hätten einstellen können?
2. Wenn die Bewertung positiv ausfällt:
  - Wie hoch ist die Anzahl mit ZNS/HWS Verletzungen/Traumata?
  - Wie hoch ist der Volkswirtschaftliche Schaden (Krankheit und Ausfall)?
  - Lässt sich zumindest grob bewerten, wie viele leichte Fälle vermieden, wie viele mittelschwere Fälle zu leichten Fällen, wie viel Schaden/ Geld damit eingespart werden könnte? (Hinzu kommt stets noch der emotionale Nutzen der Betroffenen bei Verringerung der Verletzungsschwere)
3. Welchen Effekt hätte eine solche Warnung auf Pkw-Insassen? Trifft die Hypothese, dass sich über die Warnung und ein erhöhtes Vorbereitet Sein (=Zusammenkauern, Halsmuskeln spannen etc.) HWS-Folgen lindern lassen, biomechanisch zu? Man stelle sich den Unterschied vor zwischen einem Körper, der durch den Aufprall hin- und her geschleudert wird, weil er in sich ganz locker ist und einem Körper, der sich steif gemacht hat und daher zumindest weniger hin- und her geschleudert wird.

## B. Stellungnahme

### Zu Frage 1:

Prinzipiell ist natürlich davon auszugehen, dass mit einer Warnung des Unfallopfers die Unfallschwere geringer ausfällt oder der Unfall sogar ganz vermeiden werden kann.

Dennoch sind die „typischen“ Fußgängerunfälle (PKW/LKW gegen FG) häufig Kinder (1-12 Jahre) oder ältere Mitbürger (> 65 Jahre, häufig > 80 Jahre). Bei den „normalen“ Fußgängern besteht die höchste Wahrscheinlichkeit für die Wirksamkeit eines solchen Systems, die anderen Gruppen lassen sich am besten durch aktive Notbremssysteme mit Fußgänger Erkennung bei Tag und Nacht beeinflussen.

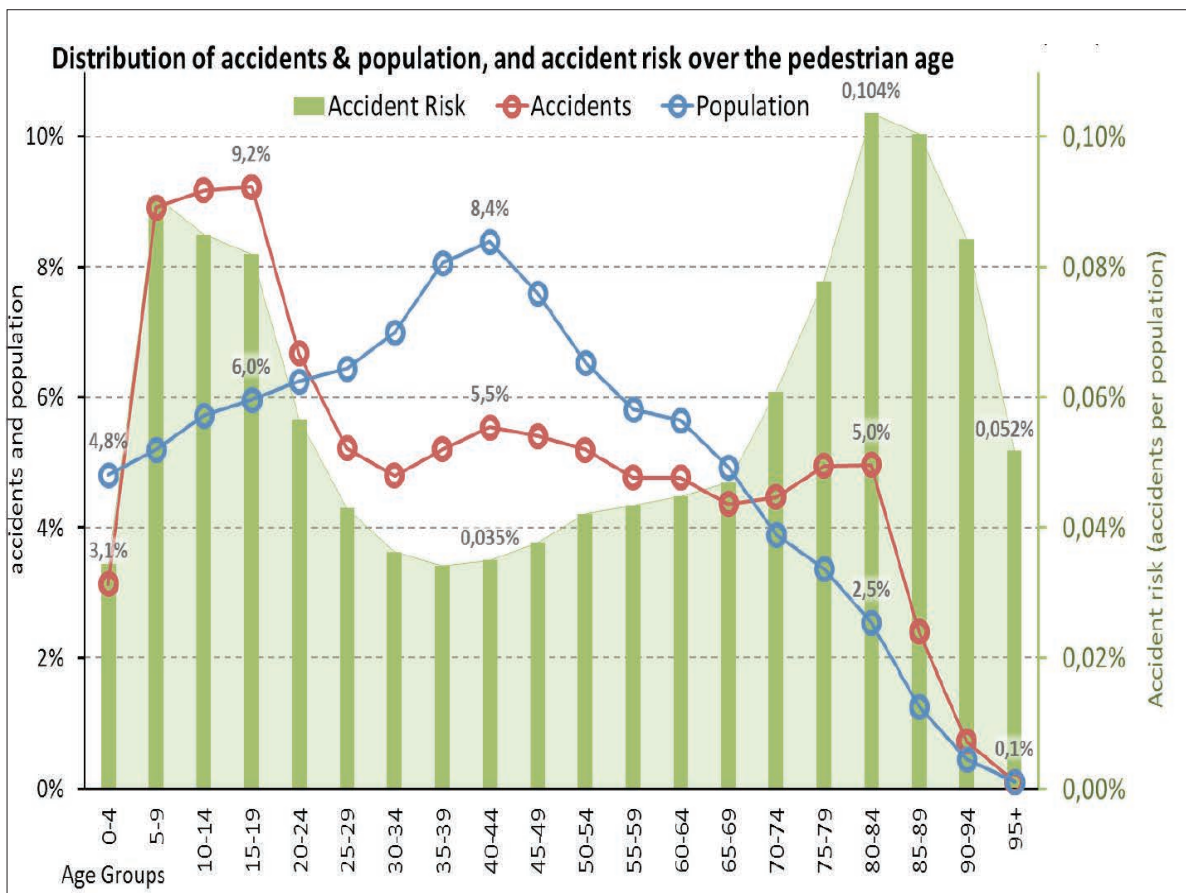
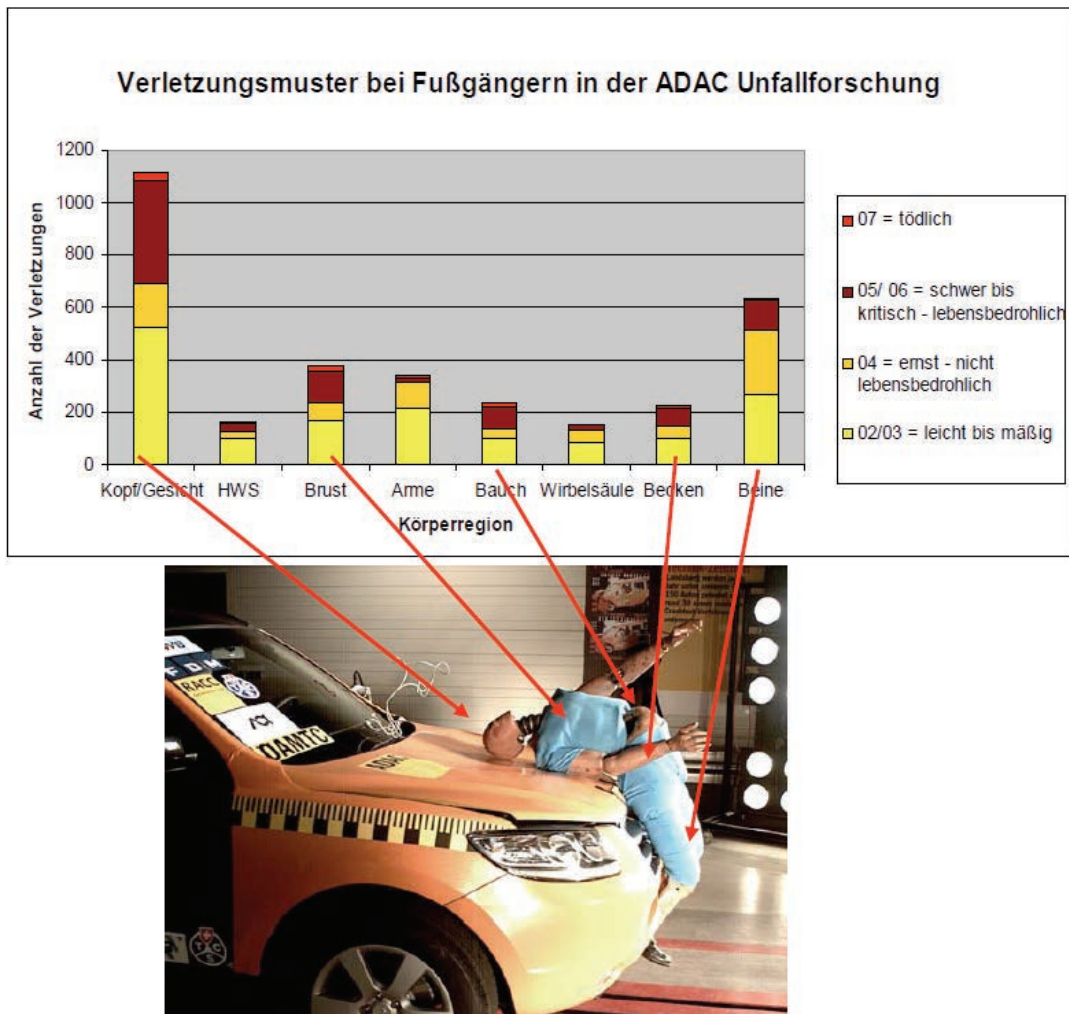


Abb. 1: Fußgängeralter, Population und Unfallrisiko (Österreichische Daten TU Graz 2015)

Eine frühere Auswertung meines Kooperationspartners ADAC UFO ergibt folgende Verletzungsschwerpunkte: Kopf, Thorax, Abdomen, WS und Becken sind besonders gefährdet bei lebensbedrohlichen Verletzungen. Logischerweise ist die Anprallgeschwindigkeit und die Anprallkinematik (3 Phasen bei Pkw Anprall) mit der Verletzungsschwere der FG proportional.

Auch die Lichtverhältnisse können entscheidend sein, da viele FG Unfälle in Dunkelheit auf unbeleuchteter Straße passieren.



**Abb. 2: Verletzungsmuster FG ADAC Unfallforschung (2013)**

Somit kann prinzipiell von einem Effekt einer dritten vorderen Bremsleuchte ausgegangen werden, dieser sicher positive Effekt müsste aber noch an Realunfallmaterial theoretisch und mit rekonstruierten und ggf. simulierten Unfällen belegt und vorsichtig quantifiziert werden.

In Zukunft können auch z.B. autonome selbstbremsende Systeme prinzipiell auch eine grüne Lampe erkennen und somit ein Bremsen oder Nichtbremsen des gegnerischen Fahrzeuges.

Prinzipiell besteht natürlich auch ein Effekt bei Fahrrad- und Motorradunfällen.

**Zu Frage 2:**

Prinzipiell kann eine retrospektive Studie an realen FG Unfällen bestimmte vorher zu definierende Fragestellungen beleuchten. Hier bieten sich mehrere Kollektive an

- FG Unfälle mit Todesfolge (Schwerstunfälle aus der Datenbank der LMU)
- FG Unfälle mit Schwerverletzten aus der Datenbank der ADAC UFO

Weiter sollte differenziert werden nach

- Pkw
- Lkw/Bus/Kleintransporter

Der Volkswirtschaftliche Schaden lässt sich ebenfalls (sehr grob) abschätzen. Eine detaillierte Auswertung mit der sog. ICS (Injury Cost Scale) wird erst begonnen. Je nach Aufwand sind ggf. auch weitere Aussagen möglich (Reduktion von leichten FG Unfällen, ect.).

Realistisch erscheint eine Differenzierung

- Vermeidbarkeit
- teilweise Vermeidbarkeit (Reduzierung) und
- kein Effekt

Anmerkung:

Leider sind Politiker/Versicherer relativ träge, auch europäische Normen haben eine lange Vorlaufzeit (bis zu 20 Jahre). Der technische Fortschritt gerade im Übergang zum Automatisierten Fahren ist wesentlich schneller, relevant sind deshalb Meinungsbildner und Verbrauchertester insbesondere in Schweden, England, Schweiz, Niederlande, Österreich und Deutschland.

Hier sollte eine Informations- und Dialogoffensive betrieben werden, gerade Schweden wird von anderen Ländern (mit einer Verzögerung von ca. 5-10 Jahren) gerne kopiert.

### **Zu Frage 3:**

Die Pkw Insassen wären „vorgewarnt“ dass ein ungebremstes oder spät bremsendes Fahrzeug auf sie zukommt.

Dieses hat nach internationalen Forschungsstudien einen positiven Effekt. Beispielsweise haben überraschte Beifahrer ein höheres Verletzungsmuster als informierte und dadurch muskulär vorgespannte Fahrer. Selbst Ausweichbewegungen können vom Fahrer oder später automatischen Fahrsystemen besser geplant werden.

Beim Aufprall eines „ungebremsten“ Lkw auf ein Stauende kann der Fahrer ggf. ebenfalls noch eine Ausweichbewegung einleiten.

Sogenannte HWS Verletzungen treten bei ca. 50-70% aller Pkw Unfälle mit Verletzten auf. Hier hat eine Vorwarnung, was in Freiwilligenversuchen auf dem Testschlitten geprüft wurde, ebenfalls einen positiven verletzungsreduzierenden oder vermeidenden Effekt. Allein hier beträgt der Volkswirtschaftliche Schaden in Deutschland ca. 500 Mio. Euro/Jahr. Es wird von ca. 200.000 Fällen pro Jahr ausgegangen. Eine Verringerung um z.B. 10% hätte demnach einen beträchtlichen Effekt.

Ebenfalls wären bei noch schwereren Verletzungen AIS 2+ die volkswirtschaftlich pro Verletzung noch teurer sind Reduktionen anzunehmen.

Die EU hat für die nächste Dekade (2020 – 2030) besonders die Verringerung von Schwerverletzten im Visier.

Moderne Pre-Safe Systeme (z.B. Mercedes Benz) haben heute schon eine Rundumüberwachung (Front, Seite, Heck). Koppelt man diese Sensorik mit einem Sensor zur Erkennung der vorderen Bremsleuchte könnten diese Systeme ihre Ausweichbewegungen noch besser abstimmen.

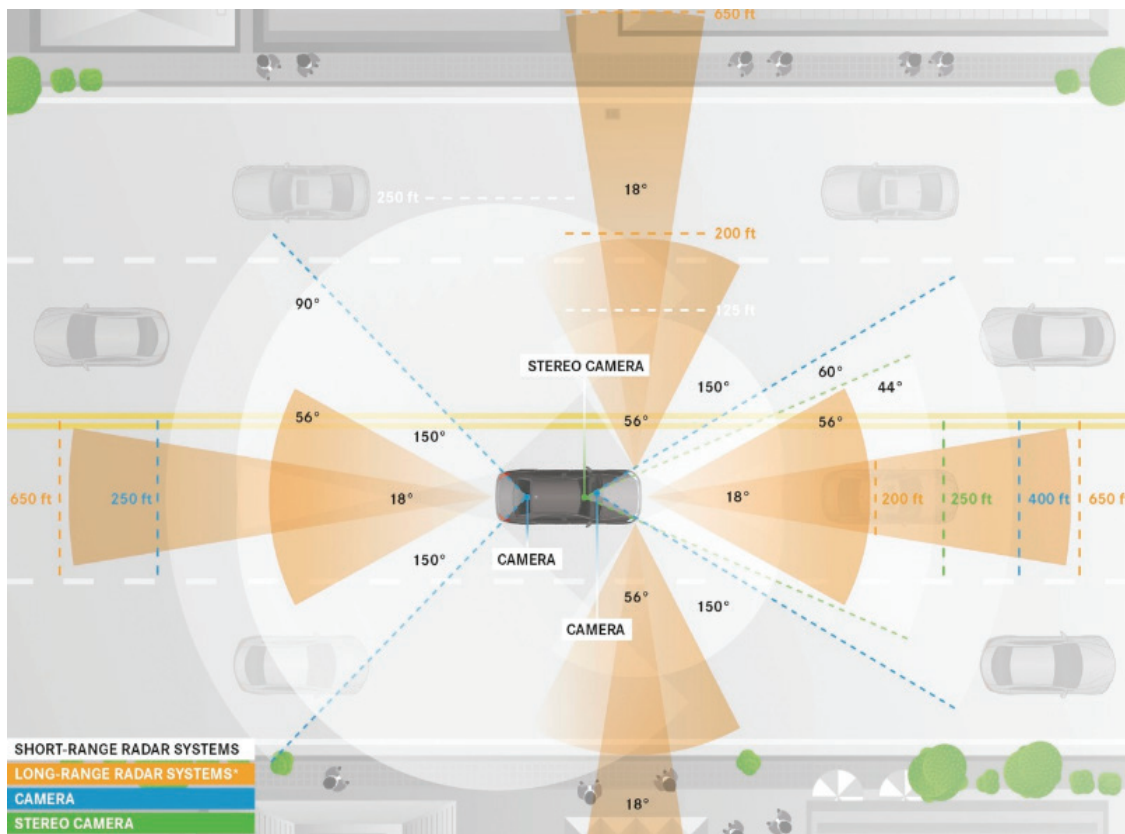


Abb. 3: Mercedes S Klasse Sensoren (Daimler)

## ▲ PRE-SAFE® PLUS

Insassenschutz bei drohendem Heckaufprall

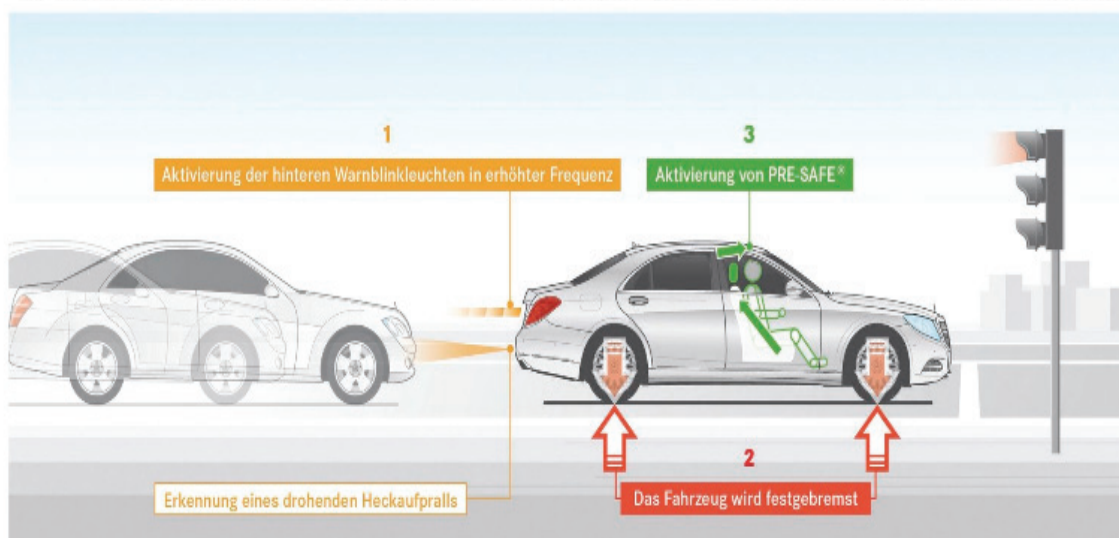
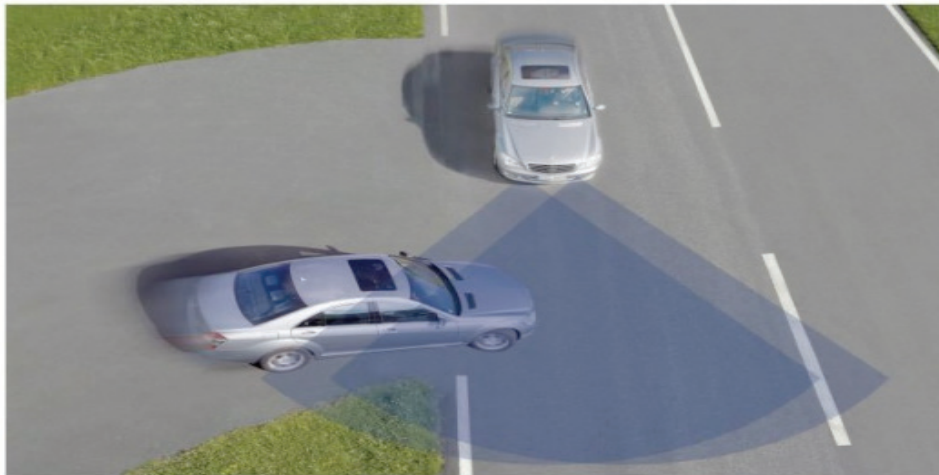
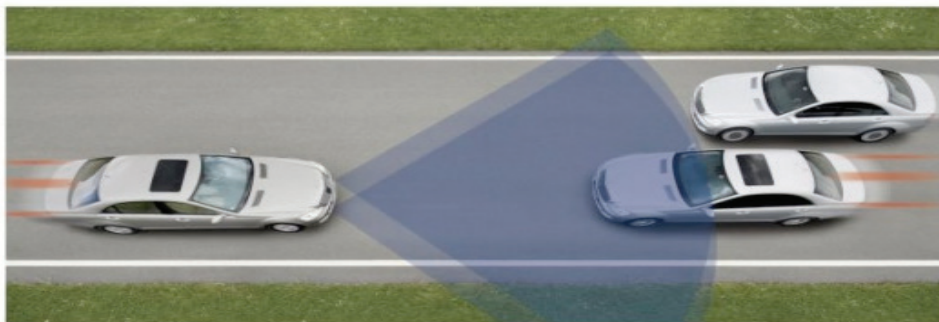


Abb. 4: Mercedes S Klasse Pre Safe Plus (Daimler)

**PRE-SAFE®: Aktivierung der vorderen Gurtstraffer aufgrund von Radarsignalen**

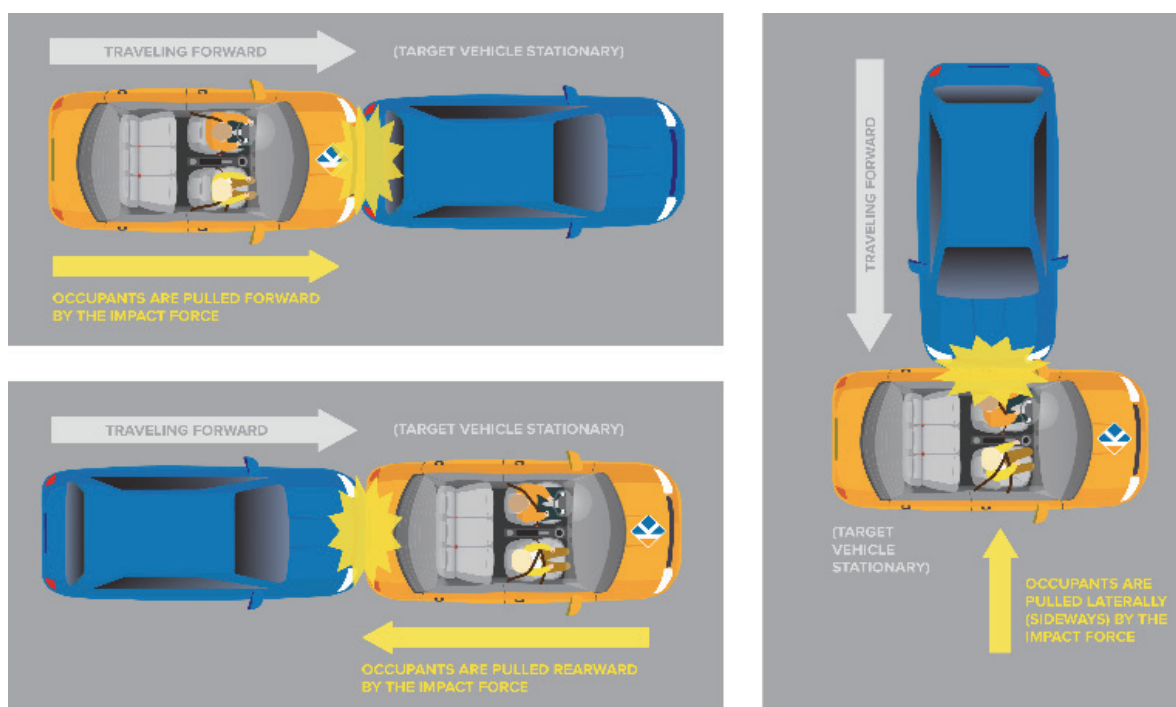


**Unvermeidbarer Kreuzungsunfall**  
Aktivierung der PRE-SAFE®-Gurtstraffer  
auf Basis der Informationen des Nahbereichsradars



**Unvermeidbare Kollision mit dem Gegenverkehr**  
Aktivierung der PRE-SAFE®-Gurtstraffer  
auf Basis der Informationen des Nahbereichsradars

**Abb. 5: Mercedes S Klasse Pre Safe (Daimler)**



**Abb. 6: Verletzungskinetik Pkw Insasse Front, Heck-, Seitenkollision (Kodsi Forensic Engineering USA)**

Gerade Frontal- und Seitenkollisionen haben ein hohes Verletzungsrisiko auch für angegurte und mit Airbags geschützte Insassen.

Bei Heckkollisionen kommt es hauptsächlich zu HWS-Distorsionen diese sind zwar nicht lebensbedrohlich (AIS 1 Verletzungsschwere) jedoch sehr häufig (50-70% aller Pkw Kollisionen) und zu 10% sogenannte Langzeitfälle mit > 6 Wochen Berufsunfähigkeit.

Der Effekt einer „dritten Bremsleuchte“ und das Präventionspotential sollte demnach auch anhand der realen Pkw Unfallgeschehens eingehend wissenschaftlich untersucht werden.

	<b>Getötete</b>	<b>Verletzte</b>	<b>Schwerverletzte</b>	<b>Leichtverletzte</b>
<b>1991</b>	11.300	505.535	131.093	374.442
<b>1992</b>	10.631	516.797	130.351	386.446
<b>1993</b>	9.949	505.591	125.854	379.737
<b>1994</b>	9.814	516.415	126.723	389.692
<b>1995</b>	9.454	512.141	122.973	389.168
<b>1996</b>	8.758	493.158	116.456	376.702
<b>1997</b>	8.549	501.094	115.414	385.680
<b>1998</b>	7.792	497.319	108.890	388.429
<b>1999</b>	7.772	521.127	109.720	411.577
<b>2000</b>	7.503	504.074	102.416	401.658
<b>2001</b>	6.977	494.775	95.040	399.735
<b>2002</b>	6.842	476.413	88.382	388.031
<b>2003</b>	6.613	462.170	85.577	376.593
<b>2004</b>	5.842	440.126	80.801	359.325
<b>2005</b>	5.361	433.443	76.952	356.491
<b>2006</b>	5.091	422.337	74.502	347.835
<b>2007</b>	4949	431.419	75.443	355.976
<b>2008</b>	4.477	409.047	70.644	338.403
<b>2009</b>	4.152	397.671	68.567	329.104
<b>2010</b>	3.648	371.170	62.620	308.720
<b>2011</b>	4.009	392.365	68.985	323.380
<b>2012</b>	3.600	384.378	66.279	318.099
<b>2013</b>	3.339	374.142	64.057	310.085
<b>2014</b>	3.377	389.535	67.732	321.803
<b>2015</b>	3.459	393.432	67.706	325.726
<b>2016</b>	3.206	396.666	67.426	329.240

**Abb. 7: Verkehrsunfallstatistik Deutschland 1991-2016**

Der Anteil der Schwerverletzten bleibt seit ca. 5 Jahren konstant, vorsichtig geschätzt ist von ca. 10.000 Schwerstverletzten (= Intensivstation) pro Jahr in Deutschland auszugehen. Eine differenzierte Betrachtung hinsichtlich Effektivität einer dritten Bremsleuchte scheint hier indiziert, ggf. auch mit Verkehrssimulationsmodellen.

## Literatur

1. Bachler, U: Analyse von Fussgängerunfällen, Masterarbeit TU Graz (2015)
2. Unger, T.: Unfälle mit Fußgängern , ADAC Unfallforschung (2013)
3. “Bracing” for The Future of Injury Biomechanics, Jul 20, 2016 | Biomechanics & Personal Injury, Safety; Kodsí Forensic Engineering
4. Der G, Deary IJ, Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. Psychol Aging 21: 62–73. (2006)
5. Bailey, M.N, et al. Data from Five Staged Car to Car Collisions and Comparison with Simulations. SAE paper no. 2000-01-0849. (2000)
6. Beeman, S.M. et al. Effects of Bracing on Human Kinematics in Low-Speed Frontal Sled Tests. Annals of BiomedEng 39(12): 2998-3010. (2011)
7. Schoettle, B. and Sivak, M. “A preliminary analysis of real-world crashes involving self-driving vehicles”, report no: UMTRI-2015-34.
8. Widder, Bernhard et al.: Beurteilung der Kausalität bei gutachtlich wichtigen Krankheitsbildern, HWS-Beschleunigungsverletzungen  
Referenz-Reihe Neurologie: Methoden: Begutachtung in der Neurologie  
DOI: 10.1055/b-0034-20112 (2011)

Diese Stellungnahme wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.



Dr. med. Wolfram Hell, Traumabiomechanik



## Anhang C

# Stressreduzierung im Straßenverkehr durch Einsatz einer Vorderen Bremsleuchte

**Prof. Dr. Konrad Reschke**

Institut für Psychologische Therapie e.V., Leipzig

**Dr. Udo Kranich**

Institut für Psychologische Therapie e.V., Leipzig

Stress, Beanspruchung und Belastung des Fahrers sind Begriffe, die im Kontext der Erhöhung der Verkehrssicherheit, zur Vermeidung von Verkehrsunfällen und -delikten und zur weiteren Senkung verkehrsbedingter Todesfälle bisher kaum grundlegend untersucht wurden. Ihre Relevanz für die Verkehrssicherheit und weitere Entwicklung einer sicheren multisystemischen Fahrer-Kraftfahrzeug-Verkehrsinteraktion dürfte unbestritten sein. Nachfolgend werden einige handlungstheoretisch formulierte Grundlagen von Stress, Beanspruchung und Belastung in Anlehnung an Reschke & Schröder (2010) erörtert, auf die Darstellung von allgemeinen Stresstheorien (Lazarus, 1966; Lazarus & Launier, 1978; Heinrichs, Stechele & Domes, 2015) wird verzichtet.

### **1. Das Stresskonzept – Grundlageneines handlungstheoretischen Stressmodells mit Bezug zum Verkehr**

Aktuelle Stresskonzeptionen besagen in Bezug auf das Tätigkeitsfeld Verkehr, dass ein Fahrer mit Fähigkeiten (Fahreignung, Fahrtüchtigkeit, Fahrfertigkeiten) und Bedürfnissen ausgestattet ist, die es ihm gestatten, die Anforderungen des (Straßen)-Verkehrs (z. B. bzgl. Aufmerksamkeit, Fahrdauer, Berufsaufgaben, Verkehrsdichte, Verkehrsbedingungen, Zeiteinhaltung) zu erfüllen und dabei seine Belastung selbst zu regulieren. Dabei können ihn externe und interne Ressourcen jeglicher Art unterstützen. Die Entwicklung der Kraftfahrzeugtechnik ist im Grunde eine Ressourcenentwicklung, die historisch gesehen den Kraftfahrer entlastet und die Verkehrssicherheit stetig zu verbessern versuchte. Auch die Entwicklung der dritten hinteren Bremsleuchte und alle dazu durchgeführten Untersuchungen sind Ausdruck des Bemühens, durch geeignete technische Neuentwicklungen die Sicherheit der multisystemischen Interaktionen zu erhöhen.

Die Beziehung zwischen Fahrer, automobiler Technik und Verkehr ist als multisensorische Anforderungsvielfalt an den Kraftfahrer bei der Teilnahme am Straßenverkehr als prinzipiell widersprüchlich zu betrachten. Sie bedarf fortwährender Regulationsbemühungen und auch der Weiterentwicklung auf allen Ebenen. Besondere Beachtung verdient, dass nicht nur technische Systeme Belastungsgrenzen besitzen. Auch das psychophysische System des Menschen besitzt Belastungsgrenzen und kann nicht auf Dauer und immer mehr belastet werden. Kritische Grenzwerte (z. B. Wachheit, Aufmerksamkeit, Lenkzeiten, Promille-Grenzen oder sensorische Reizdichte) sind zu beachten und sollten nicht überschritten werden. Hierzu wurden einerseits gesetzliche Grundlagen geschaffen. Andererseits ergänzen technische, umweltgerichtete und innere Regulierungsaktivitäten die automatisierten Reaktionen auf Anforderungen durch Abstimmung (Kongruenz) und Ausgleich (Konsistenz).

Der Begriff Stress, auch im multisystemischen und komplexen Kontext des Fahrer-Fahrzeug-Verkehrs-Systems, beschreibt einen psychophysischen Regulationszustand des Menschen, welcher dann für ein Individuum eintritt, wenn die persönliche Mensch-Umwelt-Beziehung eine Widerspruchsqualität erreicht hat, die mit Verhaltensroutinen und Reaktionsautomatismen nicht mehr auszugleichen ist (Reschke & Schröder, 2010). Im Erleben des Menschen spiegelt sich Stress in Form von Bedürfnisbedrohung, Destabilisierung, Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungskapazitäten und Belastungserleben bei der Anforderungsbewältigung wider. Stress bezeichnet also eine Problemsituation, die ein Umschalten vom

emotionsgesteuerten Verhaltensniveau zu kognitiv organisierten und reflektierten Handlungen verlangt.

Die psychophysische Stressreaktion ergibt sich aus dem hochgradig individuellen Wechselverhältnis von vier interagierenden Bedingungsgruppen (*Abbildung 1*). Auf der Seite der Person sind vor allem die individuelle Fähigkeitsstruktur mit grundlegenden Wahrnehmungs-, Handlungs- und Sachkompetenzen sowie belastungsspezifische Bewältigungskompetenzen von Bedeutung. Diese Komponenten machen wesentlich den Persönlichkeitsfaktor aus, der mit erfahrungstragenen und konstitutionellen Besonderheiten einen mehr oder weniger flexibel-stabilen Hintergrund des Bewältigungsgeschehens darstellt (fahreignungsrelevante Persönlichkeits- und biopsychosoziale Kompetenzen, z. B. Wahrnehmungs-, Kontroll- und Entscheidungsprozesse beim Fahren im Straßenverkehr). So wird beispielsweise ein ausgebildeter junger Fahrer, welcher eine seinem Berufsanspruch gemäße Ausbildung vorzuweisen hat, seltener in Kompetenzdefizitsituationen geraten und sich am Limit seiner Regulationsstabilität bewegen müssen als andere, z. B. Quereinsteiger in den Beruf des Kraftfahrers. Wer darüber hinaus noch Fertigkeiten für die Lösung problematischer Regulationslagen besitzt, hat Vorteile gegenüber einem Unerfahrenen.

Auf einer vorwiegend instrumentellen Ebene der Verhaltensorganisation ergeben sich die stressrelevanten Unstimmigkeiten aus dem Verhältnis von Fähigkeiten und externalen Anforderungen. Für die Analyse und die Reduzierung von Belastung, Beanspruchung und Stress sind das jeweilige Anforderungsprofil und der Typ der Belastung in Relation zu den individuellen Bewältigungsmöglichkeiten von Belang. Es sind stressbelastende Langzeitanforderungen und häufig wiederkehrende Begebenheiten oder Kurzzeitbelastungen zu unterscheiden. Diese Faktoren werden durch externale Stressoren gebildet. Intensität, Dauer, Komplexität, Vorhersehbarkeit und Kontrollierbarkeit von Reizen aus der Verkehrssituation determinieren die psychischen Anforderungskomponenten.

**Jede Reduzierung der Komplexität der zu beachtenden und zu kontrollierenden sicherheitsrelevanten Signale ist ein Beitrag zur Stressreduktion durch verhältnispräventive Interventionen. Die konkreten Widersprüche zwischen den dargestellten Bedingungskomplexen setzen das psycho-physische Regulationssystem des Menschen unter Druck. Jegliche Versuche zur Stressreduktion durch Reizreduktion und Regulationsverbesserungen durch Hinzufügung sicherheitsvermittelnder und kontrollaufwand-reduzierender Signale kann Verhalten und Sicherheit im Verkehr stabilisieren.**

Einsetzende emotionale und kognitive Bewertungen identifizieren die belastende Situation und veranlassen psychoenergetische Bereitstellungen unter Einbezug von Verhalten sowie die damit korrespondierenden physiologischen, endokrinen und immunbiologischen Mechanismen. Die akute Stressreaktion ist zweckmäßig; sie mobilisiert die Person und macht sie für zugespitzte Anforderungssituationen handlungsfähig.

Chronische Stressreaktionen stellen hingegen eine permanente Überforderung mit der Gefahr von Destabilisierungen der Gesundheit und Leistung dar. **Die hier beschriebene psycho-physische Zustandsqualität Stress in ihrer chronischen Form ist für den Bereich Verkehr ebenso wie die negativen Beanspruchungsformen Ermüdung bei quantitativer Überforderung und Monotonie bei Unterforderung von besonderer Bedeutung.**

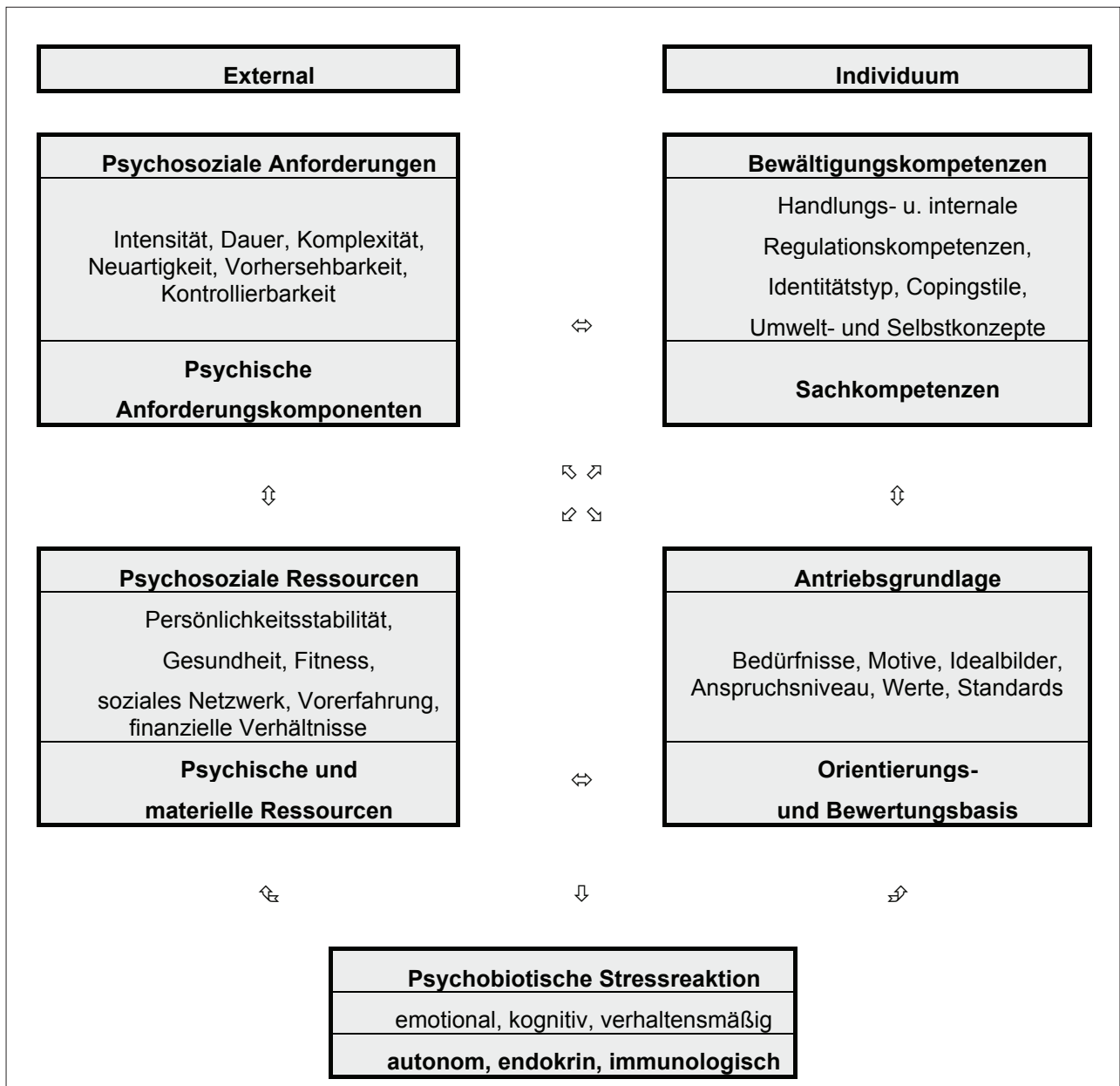


Abbildung 1: Bedingungsgruppen der psychobiotischen Stressreaktion nach Reschke & Schröder (2010)

### Ansatzpunkte der Stressbewältigung und Stressreduktion

Im multisystemischen, komplexen Verkehrsraum sind verhältnis- und verhaltensbezogene Interventionen zur Stressbewältigung möglich. Die Aktivitäten der Stressbewältigung auf der externalen Anforderungs- und Verhältnisseite (Verhältnisprävention) setzen an der objektiven Belastungsseite an, im Verkehr durch Regeln, Gesetze und Arbeitsplatz gestaltende und tätigkeitserleichternde Maßnahmen. Hierzu zählen auch alle technischen Einrichtungen des Kraftfahrzeuges. Sie haben das allgemeine Ziel, Arbeits- und Lebensbedingungen des Verkehrsteilnehmers positiv und bedürfnisgerecht zu verändern, Verkehrssicherheit und Tätigkeitsregulation positiv zu beeinflussen.

Nachfolgende Ausführungen beziehen sich daher insbesondere auf die Situationsgestaltung und technische Ausstattung am Kraftfahrzeug, welche es durch klare Signaldeduktion ermöglichen muss, Stress durch Wahrnehmungssicherheit und Kontrolle zu reduzieren. Stressbewältigungsprozesse werden also auch durch externale Ressourcen am Fahrzeug erleichtert, wenn diese z. B. die Wahrnehmung und Aufmerksamkeit für Bremsvorgänge von vorn erleichtern, was auch der Sicherheit im Verkehr dient.

## 2. Stress im Straßenverkehr

Das Stresserleben von Kraftfahrern entsteht immer aus einem Zusammenwirken von Personen- und Umweltvariablen. Von Evers (2009) wurden diese Variablen in Form von tätigkeitsbezogenen (Umweltvariablen) und den personalen Belastungsfaktoren des Stresserlebens der Kraftfahrer klassifiziert. Stresserleben im Straßenverkehr kann prinzipiell alle Verkehrsteilnehmer betreffen, besondere Belastungen haben jedoch Berufskraftfahrer und Vertreter vielfahrender Berufsgruppen (Taxifahrer, Schienenbahnfahrer, Fahrlehrer, Busfahrer etc.).

Inzwischen wurde ein Stressbewältigungsprogramm mit dem Titel: „Optimistisch den Fahr(er)stress meistern“ entwickelt (Reschke, Kranich & Lessing, 2015). Neben einer individuellen Stressanalyse des Kraftfahrers werden als weitere Module insbesondere auch konkrete Stressbewältigungskompetenzen mit den Teilnehmern erarbeitet und Wissen zum Thema: „Stress im Straßenverkehr“ vermittelt.

## 3. Stressreduzierung durch Einsatz kraftfahrzeugtechnischer Einrichtungen

Das Gesamtsystem „Straßenverkehr“ setzt sich aus den Teilsystemen „Mensch“ (Fahrer, Verkehrsteilnehmer), „Fahrzeug“ (Verkehrsmittel) und „Straße“ (Verkehrsfläche) zusammen, die miteinander in vielfältigen Wechselbeziehungen stehen (z. B. Klebelsberg, 1982). Faktoren wie eine zunehmende Verkehrsdichte, Zeit- und Termindruck verstärken Verkehrskonflikte. Verkehrssituationen können vom Verkehrsteilnehmer insbesondere dann als bedrohlich empfunden werden, wenn diese unübersichtlich und Verhaltensweisen von anderen Verkehrsteilnehmern nicht ausreichend vorhersehbar sind. Klebelsberg (1982) definiert Verkehrskonflikte als „einander entgegengesetzte Verhaltenstendenzen von Verkehrsteilnehmern (...), deren Richtung letztlich einen Unfall erwarten lassen, der aber durch entsprechende Gegenmaßnahmen von einem oder von beiden Verkehrsteilnehmern vermieden werden kann“ (S. 36). Je mehr der Verkehrsteilnehmer die Kontrolle über die Verkehrssituationen hat, je weniger wird diese als bedrohlich empfunden. Dies wiederum kann als ein stressreduzierender Faktor angesehen werden.

Mehr Kontrolle über Verhaltensweisen im Straßenverkehr kann gerade auch durch den Einsatz technischer Mittel erreicht werden. Diese können z. B. helfen, Gefahrensituationen im Straßenverkehr im Sinne einer Signalwirkung eher und/oder besser zu erkennen. Damit steigt die Vorhersehbarkeit von potenziellen Gefahren im Straßen-

verkehr, das Gefühl der Bedrohung nimmt ab, was wiederum zur Stressreduzierung beitragen kann. Insbesondere der Prozess der Informationsverarbeitung wird dadurch erleichtert, da das menschliche Gehirn eindeutige Signale leichter verarbeiten kann als mehrdeutige und insbesondere nicht zur gleichzeitigen Verarbeitung verschiedener Signale in komplexen Anforderungssituationen (Multitasking) in der Lage ist. Informationsverarbeitung beinhaltet Selektions-, Verarbeitungs- und Handlungsprozesse und findet auf allen hierarchischen Ebenen der Fahraufgabe und des Fahrverhaltens statt, wobei die spezifischen Prozesse von der Aufgabenschwierigkeit abhängen. Ein Kraftfahrer lernt Signaldeduktion fahrrelevanter Reize und kann sich im Verlauf seiner Fahrpraxis durch Automatisierung (Lernen) auf der Grundlage weniger sicherheitsrelevanter Reize entscheiden.

Rumar (1985) beispielsweise beschreibt Prozesse des Informationserwerbs und der Informationsverarbeitung, die sequenziell ablaufen und durch kognitive und motivationale Faktoren gesteuert werden. Innerhalb des Informationsverarbeitungsprozesses werden die Informationen selektiert und so strukturiert und verdichtet. Zunächst werden Umweltinformationen sensorisch aufgenommen und kognitiv (Gedächtnis- und Wahrnehmungsprozesse) verarbeitet, bis schließlich eine Entscheidung getroffen wird, die in eine Fahrverhaltensreaktion umgesetzt wird. Die kognitiven Verarbeitungsprozesse werden durch Aufmerksamkeit, Motivation, Erfahrung und Erwartung geleitet. Gleichzeitig nimmt Rumar (1985) an, dass unterschiedliche Filterprozesse die Informationsverarbeitung beeinflussen. Die physikalische Filterung betrifft die äußere physikalische Umwelt und meint, dass bestimmte Reize oder Objekte sensorisch nicht erfasst werden können, weil sie z. B. von anderen Reizen oder Objekten maskiert werden (etwa Geräusche). Perzeptuelle Filterung kann an den sensorischen Prozessen und der perzeptuellen Strukturierung ansetzen und meint, dass die Aufmerksamkeitszuwendung zu einem Stimulus geleitet wird, d. h. bestimmten Stimuli wird eher Aufmerksamkeit zugewandt als anderen. Ein zusätzliches Signalelement am Kfz kann Aufmerksamkeit potenziell lenken. Es ist davon auszugehen, dass durch technische Signale, die dem Verkehrsteilnehmer wichtige zusätzliche Informationen zur adäquaten Wahrnehmung vor Verkehrssituationen liefern können, auch das Niveau sicherheitsrelevanter Aufmerksamkeitslenkung erhöht werden kann.

#### **4. Stressreduzierung durch Einsatz der Vorderen Bremsleuchte**

##### **Allgemeine Überlegungen**

Weil das nach vorn ausgerichtete Bremslicht in den Raum vor dem Fahrzeug strahlt, wird dieses Signal von anderen Verkehrsteilnehmern wahrgenommen, als von denen, für welche die rückwärtigen Bremsleuchten einsehbar sind. Die Vordere Bremsleuchte signalisiert das aktuelle Bremsverhalten des Fahrzeugführers (oder des autonom fahrenden Kraftfahrzeugs) und macht so die Kommunikation insbesondere mit schwächeren Verkehrsteilnehmern wie z. B. Fußgängern und Radfahrern erst möglich, bzw. erleichtert sie. Es gibt zahlreiche Verkehrssituationen, in denen es wichtig wäre, frühzeitig Informationen über das Fahrverhalten eines auf einen zukommenden Kraftfahrzeuges zu erhalten (siehe dazu Kapitel 4.2).

Mit dem Einsatz der Vorderen Bremsleuchte wäre für den Verkehrsteilnehmer eine zusätzliche Stimulusquelle gegeben. Es wäre für ihn leichter zu erkennen, ob ein Fahrzeug wirklich abbremst oder nicht. Dieser Gewinn an Informationen wiederum minimiert die Unsicherheit und damit die Bedrohlichkeit in unübersichtlichen Verkehrssituationen oder gar Gefahrenmomenten. Der Verkehrsteilnehmer erhält durch die zusätzliche Information mehr Kontrolle, was als stressreduzierender Faktor angesehen werden kann.

Dieser Einschätzung liegen folgende Überlegungen nach dem Stressmodell von Lazarus (1966) zugrunde. Die Bewertung eines Stressors erfolgt danach in mehreren Schritten: Zuerst wird die Situation als stressrelevant eingeschätzt (primäre Bewertung), z. B. als Bedrohung erlebt. Damit verbunden sind häufig negativen Emotionen wie Angst, Ärger und Besorgnis.

Beim zweiten Schritt (sekundäre Bewertung) erfolgt die Einschätzung der eigenen Bewältigungsfähigkeiten und -möglichkeiten. Es wird abgewogen, welche Bewältigungsmöglichkeiten verfügbar sind, welche Erfolgswahrscheinlichkeit diese haben und inwieweit man die Bewältigungsstrategien beherrscht. Erfahrungen der adäquateren Bewältigung von Verkehrssituationen, hier durch das Vorhandensein zusätzlicher Informationen über Verhaltensweisen anderer Kraftfahrer, können dann dazu führen, dass sich die Bewertung der Ausgangssituation ändert und Ressourcen dazu gewonnen werden können. Dadurch kann es zu einer Neubewertung der Situation kommen. Bewältigung (coping) wird von Lazarus und Folkman (1984) als kognitive und behaviorale Bemühung definiert, die interne oder externe Anforderungen reduzieren, meistern oder tolerieren soll. Im vorliegenden Fall kann davon ausgegangen werden, dass externe Anforderungen (Unsicherheiten über Verhalten von Kraftfahrern im Straßenverkehr) durch den Einsatz der Vorderen Bremsleuchte besser erkannt und dann angemessener bewältigt werden können.

Dabei muss jedoch Folgendes beachtet werden: Eine allgemein effektive Bewältigungsstrategie gibt es nicht, da die „Effektivität“ vom Inhalt und den Merkmalen der Stresssituation, von Personenmerkmalen der Betroffenen oder dispositionellen Bewältigungspräferenzen abhängig ist. Eine Form der Bewältigung erwies sich aber immer wieder als effektiv. Es handelt sich dabei um das aktive Problemlösen, welche als Strategie jedoch nur wirksam funktionieren kann, wenn die Situation auch als hinreichend kontrollierbar eingeschätzt werden kann. Davon ist in Anwendung der beschriebenen Überlegungen durch den Einsatz der Vorderen Bremsleuchte in erhöhten Maße auszugehen.

### **Zielgruppenspezifische Vorteile (z. B. Fußgänger, ältere Verkehrsteilnehmer) Fahrzeugführer mit Sonderzeichen)**

Prinzipiell können verschiedene Gruppen von Verkehrsteilnehmern durch eine zusätzliche Vordere Bremsleuchte profitieren.

Insbesondere für Fußgänger ist nicht immer eindeutig erkennbar, ob ein Kfz wirklich einen Bremsvorgang eingeleitet hat. Eine klassische Situation ist der Fußgängerüberweg. Der sich mit dem Kfz annähernde Kraftfahrer ist beim Erkennen der Nutzung des Fußgängerüberwegs durch Fußgänger laut StVO eigentlich verpflichtet anzuhalten und dem Fußgänger das gefahrlose Überqueren der Straße zu

ermöglichen. Allerdings erhält der Fußgänger kein eindeutig erkennbares optisches Signal, welches ihm anzeigt, dass der Kraftfahrer dieser Pflicht wirklich nachkommt. Er kann lediglich das Annäherungsverhalten beobachten und daraus Schlussfolgerungen ziehen, ob der Kraftfahrer seiner Anhaltepflicht wirklich nachkommen wird oder nicht. Dieses Szenario ist jedoch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Es handelt sich um eine subjektive Einschätzung, der Fußgänger muss zu einem Teil darauf vertrauen, dass der Kraftfahrer sich an die Regeln der StVO bei Nutzung des Fußgängerüberweges hält. Hinzu kommt, dass Studien belegen, dass den Fußgängern häufig der Vorrang am Zebrastreifen nicht gewährt wird (Varhelyi, 1998).

Durch Anwendung der Vorderen Bremsleuchte könnte dieser Unsicherheitsfaktor deutlich minimiert werden. Der Fußgänger würde, sofern er seine Aufmerksamkeit auf die konkrete Verkehrssituation richtet, ein zusätzliches eindeutig zu identifizierendes Signal erhalten (Aufleuchten der Vorderen Bremsleuchte), welches ihm zu erkennen gibt, dass der Bremsvorgang eingeleitet worden ist. Gerade auch bei den Zielgruppen der älteren Fußgänger und Kinder, die im Straßenverkehr eher eine Population mit erhöhten Unfallrisiken darstellen, würde der Einsatz der Vorderen Bremsleuchte eine zusätzliche Komponente zur Stressreduktion darstellen und damit auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beitragen.

Auch für Führer von Fahrzeugen mit Sondersignal wäre durch den Einsatz der vorderen Bremsleuchte von einer stressreduzierenden Wirkung auszugehen. Unter Sondersignal ist die Warnung anderer Verkehrsteilnehmer durch in der Straßenverkehrsordnung (StVO) festgelegte Einsatzfahrzeuge mithilfe von Lichtzeichen und Tonsignalen zu verstehen. Sondersignale durch akustische und optische Einrichtungen an Fahrzeugen dienen dazu, vor Gefahren zu warnen und/oder dem übrigen Verkehr die Inanspruchnahme von Sonderrechten anzuzeigen. Die Fahrzeuge der Hilfsorganisationen (Feuerwehr, Rettungsdienst etc.) rücken nur bei Gefahr in Verzug mit Blaulicht und Sondersignal zur Einsatzstelle aus. Menschen sind in Not sind, häufig spielt der Zeitfaktor eine große Rolle. Je schneller diese Fahrzeuge am Einsatzort sind, umso wirksamer können Hilfsmaßnahmen eingeleitet werden. Auf der Fahrt zum Einsatz müssen diese Fahrzeugführer darauf vertrauen, dass die übrigen Verkehrsteilnehmer das Fahrzeug mit Sonderrechten überhaupt wahrnehmen und ihr Verhalten darauf einstellen, z. B. in dem sie diesem die ungehindert Weiterfahrt ermöglichen. Auch dieses Szenario ist mit erheblichen Unsicherheiten auf Seiten der Einsatzwagenfahrer verbunden. Fahrten mit Blaulicht und Sondersignal (Martinshorn) zählen zu den gefährlichsten Situationen im Straßenverkehr. Durch Anwendung der Vorderen Bremsleuchte könnten Unsicherheitsfaktoren deutlich minimiert werden. Der Führer eines Fahrzeuges mit Sonderrechten würde, sofern er seine Aufmerksamkeit auf die konkrete Verkehrssituation richtet, ein zusätzliches, klar zu deutendes, Signal erhalten, welches ihm Hinweise darauf gibt, dass andere Fahrzeugführer den Noteinsatz erkannt, ihr Verhalten darauf eingestellt und den Bremsvorgang eingeleitet haben.



## 5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Mit dem Begriff Stress ist ein psychophysischer Regulationszustand gemeint, welcher für die Person dann relevant wird, wenn die persönliche Mensch-Umwelt-Beziehung eine Widerspruchsqualität erreicht hat, die mit Verhaltensroutinen und Reaktionsautomatismen nicht mehr auszugleichen ist. Im Erleben des Menschen spiegelt sich Stress in Form von Bedürfnisbedrohung, Destabilisierung und Belastungserleben wider. Stress bezeichnet eine Problemsituation, welche ein Umschalten vom emotionsgesteuerten Verhaltensniveau zu kognitiv organisierten und reflektierten Handlungen erfordert.

Das Stresserleben von Kraftfahrern entsteht vor diesem Hintergrund immer aus einem Zusammenwirken von Personen- und Umweltvariablen. Stresserleben im Verkehr kann prinzipiell alle Verkehrsteilnehmer betreffen, besondere Belastungen haben jedoch Berufskraftfahrer und Vertreter vielfahrender Berufsgruppen (Taxifahrer, Schienenbahnfahrer, Fahrlehrer, Busfahrer etc.).

Faktoren wie eine zunehmende Verkehrsdichte, Zeit und Termindruck können verstärkt zu Verkehrskonflikten führen. Verkehrssituationen können vom Verkehrsteilnehmer dann als bedrohlich empfunden werden, insbesondere wenn diese unübersichtlich und Verhaltensweisen nicht in jedem Fall vorhersehbar sind.

Je mehr der Verkehrsteilnehmer die Kontrolle in (unübersichtlichen) Verkehrssituationen behält, je weniger werden diese als bedrohlich empfunden. Dies wiederum kann als ein stress-reduzierender Faktor angesehen werden. Mehr Kontrolle für den Verkehrsteilnehmer kann auch durch den Einsatz technischer Mittel erreicht werden. Diese können z. B. helfen, Gefahrensituationen im Straßenverkehr im Sinne einer Signalwirkung eher und/ oder besser zu erkennen.

Durch Anwendung der Vorderen Bremsleuchte könnten Unsicherheitsfaktoren bei nicht eindeutig übersichtlichen Verkehrssituationen minimiert werden. Überlegungen dazu wurden beispielhaft für die Zielgruppe der Fußgänger und der Fahrzeugführer für Fahrzeuge mit Sondersignalen dargestellt.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine theoretische Herleitung. Selbstverständlich sind verschiedene Stressparameter inzwischen durch den Einsatz von Messverfahren auch gut erfassbar. Es bleibt weiteren Studien vorbehalten, den empirischen Nachweis zu erbringen, dass der Einsatz der Vorderen Bremsleuchte an Fahrzeugen zur Stressreduzierung bei Verkehrsteilnehmern erheblich beitragen kann.

## Literatur

- Bundesagentur für Arbeit (2013). Berufskraftfahrer/in – Arbeitsbedingungen. unter: <http://berufenet.arbeitsamt.de/berufe.html> (abgerufen am 28.1.2013).
- Ellinghaus, D. & Steinbrecher, J. (2002). *Lkw im Straßenverkehr. Eine Untersuchung über die Beziehungen zwischen Lkw- und Pkw-Fahrern*. Uniroyal-Verkehrsuntersuchung Nr. 27. Köln/Hannover: Uniroyal.
- Evers, C. (2009). Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, M 204. Bergisch Gladbach: BASt.
- Fastenmeier, W. Gstalter, H., Kubitzki, J., Degener, S. & Huth, V. (2008). Der ältere Lkw-Fahrer – ein Problem der Zukunft? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 54, 124-128.
- Hermann, C. (2004). *Arbeitsbedingungen im Straßengütertransport*. Verkehr und Infrastruktur Nr. 23. Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte.
- Heinrichs, M., Stechele, T. & Domes, G. (2015). *Stress und Stressbewältigung*. Fortschritte der Psychotherapie, 58, Göttingen: Hogrefe.
- Klebensberg, D. (1982). Verkehrspsychologie. Berlin, Heidelberg. Springer
- Lach, K. (1999). *Belastungen und soziale Konfliktneigung von Lkw-Fahrern*. Diplomarbeit, Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg.
- Lazarus, R. S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. New York: Mc Graw-Hill.
- Lazarus, R.S. & Launier, R. (1978). Stress-related transactions between person and environment. In L. Pervin & M. Lewis (Eds.), *Perspectives in Interactional Psychology* (pp. 287-327). New York: Plenum.
- Monzel, M., Keidel, K., Schubert, W. & Banse, R. (2018). Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Berlin-Tegel. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, Heft 3, 210-218.
- Reschke, K., Kranich, U. & Lessing, A. (2015). Optimistisch den Fahr(rer)stress meistern. Aachen, Shaker Verlag.
- Reschke, K. & Schröder, H. (2010). *Optimistisch den Stress meistern – Theorie und Praxis eines Interventionsprogrammes für Gesundheitsförderung und Rehabilitation*. Tübingen: dgvt-Verlag.
- Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behaviour. In: Evans, L. & Schwing, R.C. (1985). *Human behavior and traffic safety*; p. 151-165. Plenum Press. New York.
- Strohbeck-Kuhner, P., Lach, K. & Mattern, R. (2001). Allgemeine und berufsspezifische Belastungsanfälligkeit von Lkw-Fahrern: Auswirkungen auf die Konfliktneigung im Straßenverkehr. In Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), *Kongressbericht 2001 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V.*, 113, 156-59. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Varhelyi, A. (1998). Drivers speed behaviour at a zebra crossing. A case study. *Accident Analysis and prevention*. 30 (6), 731-743
- Wagner-Link, A. (2000). *Der Stress – TK-Broschüre zur gesundheitsbewussten Lebensführung* (9. Auflage). Korb: Schnitzer Druck.

## Anhang D

# Psychologische Wirkung der Farben Grün und Rot

**Kristof Keidel, Merlin Monzel und Rainer Banse**  
Bonner Institut für Rechts- und Verkehrspsychologie  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

März 2018

*„Das Blau, als eine entgegengesetzte Bewegung, bremst das Gelb, wobei schließlich bei weiterem Hinzufügen von Blau beide entgegengesetzte Bewegungen sich gegenseitig vernichten und volle Unbeweglichkeit und Ruhe entsteht. Es ist Grün.“*

Dieses Zitat von Kandinsky, welches im Handbuch des Lüscher-Farbttests (Lüscher, 1949) aufgeführt ist, steht sinnbildlich für die Assoziationen, die mit der Farbe Grün geweckt werden: *Calm, peaceful* und *serene* (Wexner, 1954). Gleichzeitig macht es aber auch auf das Problem aufmerksam, das laut Valdez und Mehrabian (1994) die bisherige Erforschung der psychologischen Wirkung von Farben erschwert hat: Es wurden bisher kaum empirische Herangehensweisen genutzt, um die psychischen Auswirkungen von farbigen Stimuli reliabel und valide zu messen. Stattdessen findet man viele alltagspsychologische Anmutungen und rein spekulative Behauptungen.

Des Weiteren konnten Valdez und Mehrabian (1994), Gorn, Chattopadhyay, Yi und Dahl (1997) sowie Suk und Irtel (2010) zeigen, dass dem eigentlichen Farbton weniger Bedeutung als der Helligkeit und der Sättigung der Farbe zukommt. Werden diese Einflüsse jedoch kontrolliert, zeigen die empirischen Daten ein den alltagspsychologischen Feststellungen widersprechendes Bild: Valdez und Mehrabian (1994) ließen Probanden verschiedene Farben auf den *Pleasure-Arousal-Dominance Scales* (PAD, Mehrabian, 1978) bewerten und zeigten, dass Grün als erregender als zum Beispiel Rot oder Gelb wahrgenommen wird. Wilms und Oberfeld (2014) zeigten zudem, dass dieser Effekt größer wird, je gesättigter das Grün dargeboten wird. Bezüglich der Dimension Pleasure konnte Grün höhere Werte als Rot und Gelb, bezüglich der Dimension Dominance höhere Werte als Rot erzielen.

Ausgehend von diesen Ergebnissen könnte man darauf schließen, dass Grün aufgrund seiner erregenden und dominanzinduzierenden Wirkung durchaus als Farbe für die Vordere Bremsleuchte infrage kommt, da diese einen Bremsvorgang anzeigt und den anderen Verkehrsteilnehmern somit signalisiert, dass sie sich bald in Bewegung setzen können. Nicht umsonst wird in den meisten Ländern der Erde in Ampelanlagen Grün als Signal für das Losfahren beziehungsweise Losgehen genutzt. Ein entsprechendes intuitives Wissen über eine grüne Vordere Bremsleuchte könnte somit vorausgesetzt werden. Nichtsdestotrotz ist es ratsam, die Wirkung der Farbe Grün im Straßenverkehr auch anhand von empirischen Daten zu prüfen.

Chen, Chang, Chang und Lai (2007) konnten zum Beispiel zeigen, dass Autofahrer an Ampeln, die mit einer grünen Countdownvorrichtung versehen waren, zügiger beschleunigten als an Ampeln, an denen rote Countdownvorrichtungen angebracht waren. Auch dieses Ergebnis zeigt, dass Grün im Straßenverkehr stärker als Startsignal wahrgenommen wird als Rot. Einen zumindest indirekten Bezug zur Verkehrssicherheit haben Studienergebnisse von Elliot, Maier, Moller, Friedmann und Meinhardt (2007). In einer Anagrammaufgabe, die unter anderem Konzentrationsfähigkeit erfasst, machten Probanden weniger Fehler, wenn sie grünem statt rotem Licht ausgesetzt waren. Wenn grünes Licht die Konzentrationsfähigkeit erhöht, könnte dieses einer falschen Interpretation des Signals einer grünen Vorderen Bremsleuchte vorbeugen und somit die Verkehrssicherheit erhöhen. Elliot et al. (2007) brachten die Farbe Grün auch mit dem Konstrukt der Annäherungsmotivation in Verbindung, wodurch eine grüne Vorderen Bremsleuchte eine Annäherung an eine verkehrskritische Situation erleichtern und deren korrekte Lösung begünstigen könnte.

## **A. Studie zu verkehrsbezogenen Assoziationen der Farben Grün und Rot**

Angesichts der spärlichen Literatur zu wahrnehmungs- und verkehrspsychologischen Aspekten der Farbe Grün wurde eine eigene empirische Studie durchgeführt, die den inhaltlichen Kern des Problems, nämlich die Assoziation der Farben Grün und Rot mit

verkehrsbezogenen Inhalten untersuchen sollte. Zu diesem Zweck wurde ein sequentielles Priming-Paradigma genutzt. Es wurde angenommen, dass Probanden schneller auf „Los“-Wörter reagieren, die mit einer Start- oder Vorwärtsbewegung assoziiert sind, wenn ihnen vorher die Farbe Grün präsentiert wurde, als wenn ihnen vorher die Farbe Rot präsentiert wurde (Hypothese 1).

Umgekehrt sollten Probanden auf „Stopp“-Wörter, die mit einem Bremsvorgang assoziiert sind, dann schneller reagieren, wenn ihnen vorher die Farbe Rot präsentiert wurde, als wenn ihnen vorher die Farbe Grün präsentiert wurde (Hypothese 2). Ebenso sollte es sich mit der Fehlerrate verhalten: Bei einer Präsentation der „Los“-Wörter nach der Farbe Grün sollten weniger Fehler gemacht werden als bei einer Präsentation der „Los“-Wörter nach der Farbe Rot (Hypothese 3) und umgekehrt sollten bei einer Präsentation von „Stopp“-Wörtern nach der Farbe Rot weniger Fehler gemacht werden als bei einer Präsentation nach der Farbe Grün (Hypothese 4). Die Präsentation der Farben Orange und Blau sollten aufgrund fehlender Assoziationen mit „Los“- und „Stopp“-Inhalten geringere Effekte als Grün bei „Los“ und Rot bei „Stopp“ aufweisen (Hypothese 5) und wurden als Kontrollbedingung erhoben.

## B. Methode

**Stichprobe.** Insgesamt nahmen 29 Probanden<sup>1</sup> an der Online-Studie teil, davon waren 14 weiblich und 15 männlich. Sie waren zwischen 20 und 59 Jahre alt ( $M = 28.93$ ,  $SD = 12.57$ ). Der Bildungsstand war auf einem hohen Niveau: 14 Probanden gaben Abitur/Fachabitur sowie 15 einen Hochschulabschluss an.

**Priming-Paradigma.** Als Prime-Stimuli wurden vier verschiedenfarbige Quadrate (grün, rot, blau und orange) verwendet. Die Größe der Quadrate wurde anhand der Bildschirmgröße bestimmt, wobei Höhe und Breite der Quadrate jeweils durch 40 % der Bildschirmhöhe definiert wurden. Einflüsse von Sättigung und Helligkeit wurden konstant gehalten, indem gleiche Werte für sämtliche Farben verwendet wurden (Sättigung: 100 %, Helligkeit: 100 %). Die Target-Stimuli waren Wörter der Kategorien „Los“ (anfahen, beschleunigen losgehen, losfahren, starten) und „Stopp“ (anhalten, bremsen, verzögern, halten, stoppen), die jeweils in schwarzer Schrift (2.50 % der Bildschirmhöhe) präsentiert wurden.

Die Probanden wurden instruiert, so schnell wie möglich auf jedes angezeigte Wort zu reagieren, aber möglichst wenig Fehler zu machen. Für „Los“-Wörter sollten sie die „x“-Taste und für „Stopp“-Wörter die „m“-Taste beziehungsweise umgekehrt für „Los“-Wörter die „m“-Taste und für „Stopp“-Wörter die „x“-Taste betätigen. Die Tastenbelegung wurde konterbalanciert. Die Probanden wurden außerdem darauf hingewiesen, dass vor jedem Wort eine Farbfläche aufleuchten würde, die sie jedoch ignorieren sollten.

Die Reize wurden in insgesamt zwölf Blöcken dargeboten, wobei jeder Block 40 Trials umfasste. Zwischen jedem Block hatten die Probanden die Möglichkeit, eine Pause einzulegen und wurden danach erneut an die für sie relevanten Tasten-Wort-Kombinationen erinnert. Die 40 Trials in jedem Block bestanden aus einer zufälligen Kombination von einem der vier Prime-Bilder und einem der zehn Target-Wörter (Ziehung ohne Zurücklegen), sodass sich für jeden Block je vier Trials pro kombinierte Bedingung (Farbe und „Los“ bzw. Farbe und „Stopp“) ergaben. Nach einer Pause von 310 ms wurde der jeweilige Prime für jeweils 125 ms dargeboten, bevor das Target erschien. Das Target wurde solange angezeigt, bis eine Reaktion erfolgte. Im Fall einer falschen Zuordnung wurde für 200 ms ein rotes Fehlerkreuz angezeigt. Nach jedem Trial folgte eine Pause von 100 ms, bevor der nächste Trial begann.

<sup>1</sup> Die Gesamtanzahl der Datensätze betrug 33. Aufgrund von unvollständigen Daten und/oder zu hohen Fehlerraten eigneten sich jedoch nur 29 für die spätere Datenanalyse.

**Manipulation Check.** Um Farbfehlsichtigkeiten oder andere Sehschwächen auszuschließen, wurden den Probanden die vier Farbprimes dargeboten und sie wurden gebeten, die Farben der Quadrate (grün, rot, blau und orange) zu bestimmen.

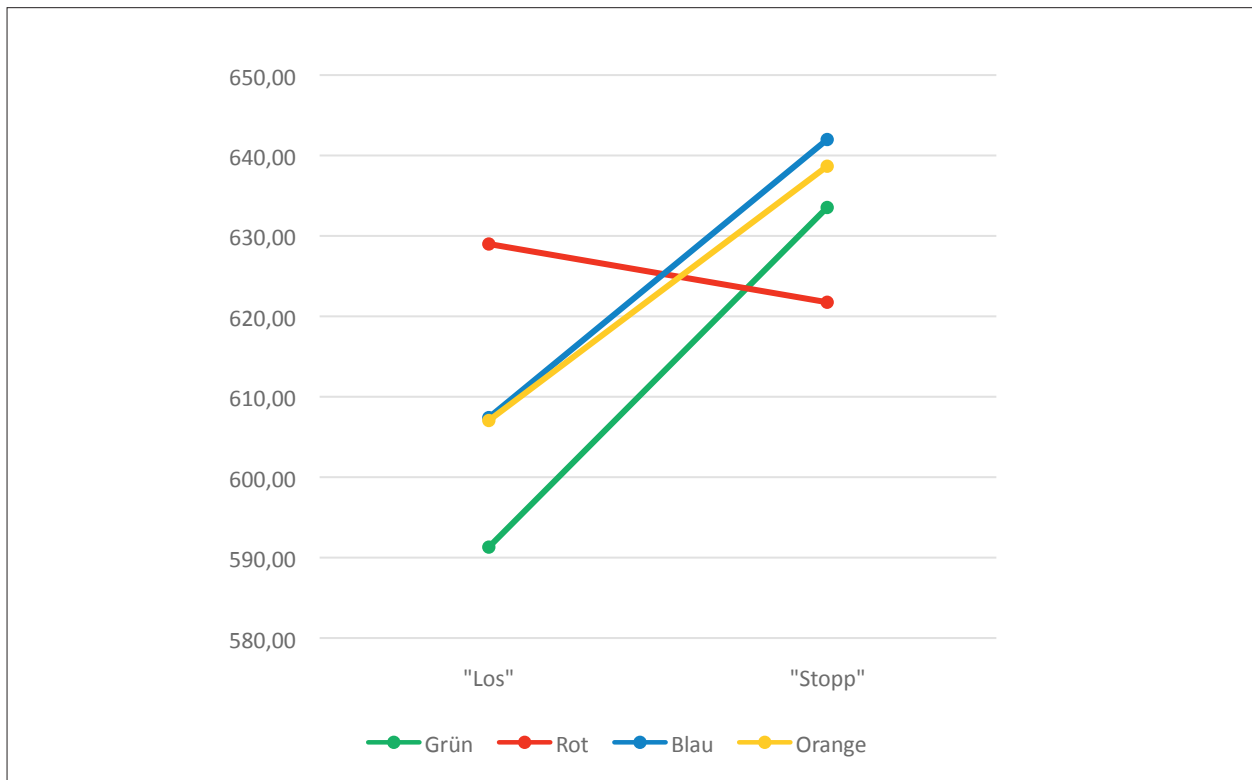
**Ablauf.** Der Erhebungszeitraum erstreckte sich vom 22.02.2018 bis zum 27.02.2018. Die Studie wurde online mittels der Software Inquisit (<https://www.millisecond.com/>) durchgeführt. Nachdem die Probanden sich zur Teilnahme an der Studie bereiterklärt und die demographischen Fragen (Geschlecht, Alter, Bildungsstand) beantwortet hatten, folgte das Priming-Paradigma. Zum Abschluss wurde die Farbidentifikationsaufgabe als Manipulation Check durchgeführt. Die Dauer der Studie betrug ca. 15 Minuten.

**Datenanalyse.** Zunächst wurden die Antworten in der Farbidentifikationsaufgabe betrachtet, um einen Einfluss potenzieller Sehschwächen auszuschließen. Im Anschluss wurden die Mittelwerte der Reaktionszeiten (ms) und Fehler (%) in den zwölf Blöcken verwendet, um baselinereinigte Differenzscores aus kompatiblen und inkompatiblen Trials zu bilden, anhand derer Reliabilitäten bestimmt werden konnten. Trials mit Reaktionszeiten unter 250 ms und über 1500 ms wurden ausgeschlossen. Für die Baseline wurden Mittelwerte der Trials mit den Farben Orange und Blau gebildet. Die Hypothesen wurden anhand einer Messwiederholungs-ANOVA mit anschließenden Post-hoc-*t*-Tests überprüft.

### C. Ergebnisse

**Reliabilitäten und Farbcheck.** Da kein Fehler in der Farbidentifikationsaufgabe gemacht wurde, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Studie nicht durch Farbfehlsichtigkeiten beeinflusst wurden. Cronbachs Alpha der einzelnen Reaktionszeiten lag bei  $\alpha_{RT} = .84$ , Cronbachs Alpha der Fehlerraten bei  $\alpha_{ER} = .59$ .

**Reaktionszeiten.** Ein Haupteffekt der Targets wurde signifikant ( $F(1, 28) = 20.75, p < .001, \eta^2 = .43$ ), wobei die Reaktionszeiten in der „Los“-Bedingung ( $M = 608.69, SD = 107.12$ ) geringer als in der „Stopp“-Bedingung ( $M = 633.98, SD = 109.71$ ) ausfielen. Für die Farbe konnte ebenfalls ein Haupteffekt gefunden werden ( $F(3, 84) = 3.82, p = .013, \eta^2 = .12, \epsilon = .84$ ), wobei die Reaktionszeiten für Grün am geringsten ( $M = 612.42, SD = 102.21$ ) und für Rot ( $M = 625.37, SD = 110.03$ ) am höchsten ausfielen. Orange ( $M = 622.86, SD = 113.20$ ) und Blau ( $M = 624.70, SD = 107.68$ ) lagen wie erwartet im mittleren Bereich. Post-hoc-*t*-Tests wurden nur für den Mittelwertunterschied zwischen Grün und Rot signifikant ( $t(28) = -2.94, p = .007, d_{RM} = 0.58$ ). Der kritische Test der Hypothesen 1 und 2 besteht in einem Interaktionseffekts zwischen Targetworten und Farben, der auf entgegengesetzten Effekten der roten und grünen Primes auf die Reaktionszeit bei „Los“ und „Stopp“-Worten beruht. Wie erwartet war dieser Interaktionseffekt statistisch signifikant und wies eine große Effektstärke auf ( $F(3, 84) = 9.97, p < .001, \eta^2 = .26$ ). Nach Primes der Farbe Rot wurde besonders schnell auf „Stopp“-Wörter ( $M = 621.75, SD = 117.34$ ) und besonders langsam auf „Los“-Worten ( $M = 628.99, SD = 106.56$ ) reagiert. Umgekehrt wurde nach Primes der Farbe Grün besonders schnell „Los“-Wörter ( $M = 591.30, SD = 109.31$ ) und besonders langsam auf „Stopp“-Wörter ( $M = 633.54, SD = 100.05$ ) reagiert (Abbildung 1).



**Abb. 1: Mittlere Reaktionszeiten (ms) in Abhängigkeit von Farbprime und Worttarget.**

Bei einem post-hoc Vergleich der einzelnen experimentellen Bedingungen unterscheiden sich die Reaktionszeiten zwischen den grünen und roten Primes nur in der „Los“-Bedingung ( $t(28) = -5.44, p < .001, d_{RM} = 1.02$ ), nicht in der „Stopp“-Bedingung ( $t(28) = 1.46, p = .078, d_{RM} = 0.30$ ) signifikant voneinander.

**Fehlerraten.** Wie schon bei den Reaktionszeiten wurde ein Haupteffekt der Targets ( $F(1, 28) = 26.50, p < .001, \eta^2 = .49$ ), ein Haupteffekt der Farbe ( $F(3, 84) = 3.17, p < .028, \eta^2 = .10$ ) sowie der kritische Interaktionseffekt zwischen Target und Farbe ( $F(3, 84) = 10.51, p < .001, \eta^2 = .27$ ) gefunden. Die Probanden machten in der „Los“-Bedingung ( $M = 0.05, SD = 0.03$ ) durchschnittlich weniger Fehler als in der „Stopp“-Bedingung ( $M = 0.10, SD = 0.06$ ). Bezüglich der Farbe wurden am wenigsten Fehler in den Trials mit der Farbe Blau ( $M = 0.07, SD = 0.04$ ) und am meisten Fehler in den Trials mit der Farbe Grün ( $M = 0.09, SD = 0.05$ ) gemacht. Trials mit den Farben Orange ( $M = 0.07, SD = 0.04$ ) und Rot ( $M = 0.08, SD = 0.05$ ) lagen im mittleren Bereich. Der Mittelwertunterschied zwischen Grün und Rot wurde nicht signifikant ( $t(28) = 1.53, p = .069, d_{RM} = 0.56$ ). Die Farben Grün und Rot wirkten sich wie erwartet gegensätzlich auf die Fehlerrate in den „Stopp“ und „Los“ Bedingungen aus, und die Unterschiede zwischen roten und grünen Primes waren in allen Bedingungen statistisch signifikant (n der „Los“-Bedingung ( $t(28) = -3.75, p < .001, d_{RM} = 0.73$ ), in der „Stopp“-Bedingung ( $t(28) = 4.25, p < .001, d_{RM} = 0.83$ ), wobei in der „Los“-Bedingung wie erwartet geringere Fehlerraten für Grün (Grün:  $M = 0.04, SD = 0.03$ ; Rot:  $M = 0.07, SD = 0.05$ ) und in der „Stopp“-Bedingung geringere Fehlerraten für Rot (Grün:  $M = 0.13, SD = 0.08$ ; Rot:  $M = 0.08, SD = 0.06$ ) gefunden wurden (vgl. Abbildung 2).

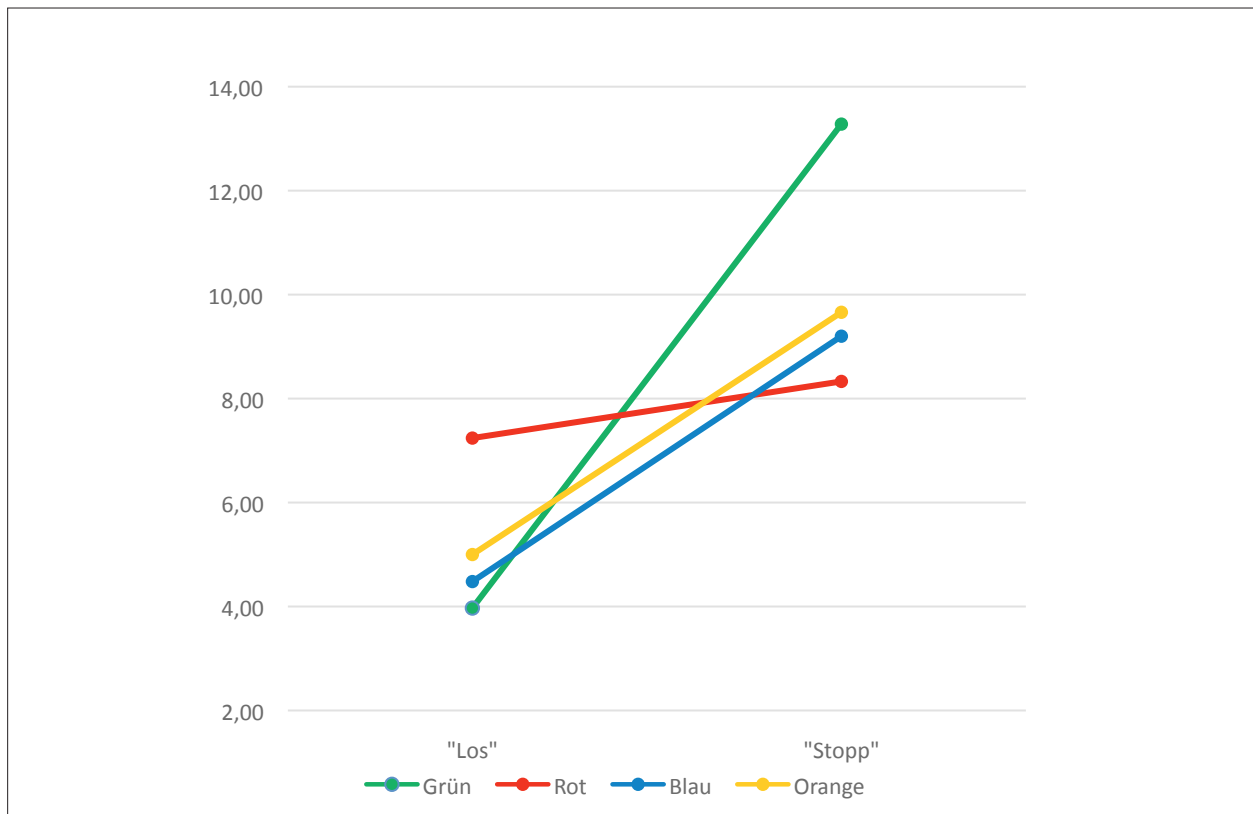


Abb. 2: Mittlere Fehlerraten (%) in Abhängigkeit von Farbprime und Worttarget.

## D. Diskussion

Sämtlichen Probanden war es gelungen, die dargebotenen Farben in der Farbidentifikationsaufgabe richtig zu identifizieren, weswegen kein Proband aufgrund einer Farbfehlsichtigkeit ausgeschlossen werden musste. Die Reliabilitäten der baselinereinigten Differenzscores der Reaktionszeiten waren hoch, die Reliabilitäten der baselinereinigten Differenzscores der Fehlerraten vergleichsweise niedrig. Dies könnte auf eine von den Probanden häufig berichtete unsystematische Verwechslung der Targets „anhalten“ und „anfahen“ zurückzuführen sein. Zudem wurden insgesamt wenig Fehler gemacht, was die Varianz innerhalb der Reliabilitätsbestimmung zusätzlich eingeschränkt haben dürfte.

Sowohl die Ergebnisse bezüglich der Reaktionszeiten als auch die Ergebnisse bezüglich der Fehlerraten lieferten signifikante Haupteffekte für die Faktoren Target und Farbe: Die Probanden reagierten bei „Los“-Targets schneller und machten weniger Fehler als bei „Stopp“-Targets, was aufgrund des Aufforderungscharakters der „Los“-Wörter theoretisch sinnvoll erscheint. Die Reaktionszeiten nach der Farbe Grün waren im Mittel geringer als die Reaktionszeiten nach der Farbe Rot, was den Aufforderungscharakter der Farbe Grün unterstreicht. Gleichzeitig wurden für die Farben Grün und Rot die meisten Fehler gefunden, was Elliot et al. (2007) zwar widerspricht, jedoch auf die inkompatiblen Bedingungen zurückzuführen ist, wohingegen es bei den Farben Orange und Blau keine inkompatiblen Kombinationen aufgrund von vorbestehenden Assoziationen gab. Bei „Los“-Targetworten reagierten die Probanden schneller (Bestätigung Hypothese 1) und machten weniger Fehler (Bestätigung Hypothese 3), wenn ihnen zuvor die Farbe Grün präsentiert wurde, als wenn zuvor die Farbe Rot präsentiert wurde (vgl. Chen et al., 2007). Dies lässt sich anhand der Erfahrungen der Probanden im Alltag (z. B. im Straßenverkehr) erklären: Während Grün als Signal für Sicherheit und als Aufforderung zum Losgehen/Losfahren verstanden wird, ist Rot mit der Wahrnehmung von Gefahr und einem Verhaltensstopp verbunden



(Pravossoudovitch, Cury, Young, & Elliot, 2014). Die Reaktionszeiten und Fehlerraten bei „Los“-Wörtern nach grünen Primes waren darüber hinaus auch kleiner als nach blauen oder orangen Primes, was die Bedeutung der Farbe Grün als Sicherheitssignal auch im Vergleich zu anderen Farben als Rot hervorhebt.

Im Gegensatz dazu reagierten Probanden bei „Stopp“-Wörtern nicht schneller, wenn ihnen zuvor die Farbe Rot gezeigt wurde, als wenn ihnen zuvor die Farbe Grün gezeigt wurde (Ablehnung Hypothese 2). Möglicherweise liegt hier nur ein marginal signifikanter Unterschied zwischen Grün und Rot vor, da die intuitiven Reaktionen auf die Farbe Rot bei der insgesamt langsameren „Stopp“-Reaktion durch reflexive Prozesse abgeschwächt und somit verlangsamt werden. Davon abgesehen wurde der Unterschied der Fehlerraten in Reaktion auf die „Stopp“-Targets signifikant: Nach roten Primes erfolgten weniger Fehler als nach grünen Primes (Bestätigung Hypothese 4). Diese Effekte könnten ebenfalls auf die starke Assoziation von Grün und Sicherheit sowie Rot und Unsicherheit zurückzuführen sein (Pravossoudovitch et al., 2014). Auch hier manifestiert sich die Bedeutung der Farbe Grün als Sicherheitssignal gegenüber anderen Farben, da die Fehlerraten bei „Stopp“-Wörtern nach grünen Primes höher ausfielen als nach blauen oder orangen Primes.

Eine abschließende deskriptive Betrachtung der Farben Orange und Blau ergab, dass sie für die Messung der Baseline durchaus geeignet waren. Bezüglich der Reaktionszeiten ergaben sich nach Orange und Blau in der „Stopp“-Bedingung höhere Reaktionszeiten als nach Rot und in der „Los“-Bedingung höhere Reaktionszeiten als nach Grün. Bezüglich der Fehlerraten ergaben sich nach Orange und Blau in der „Stopp“-Bedingung höhere Fehlerraten als nach Rot und in der „Los“-Bedingung höhere Fehlerraten als nach Grün (Bestätigung Hypothese 5). Dies bestärkt die Annahme, dass Orange und Blau weder mit „Los“ noch mit „Stopp“ assoziiert sind, wie es auch gemäß ihres Gebrauchs im Straßenverkehr zu erwarten ist.

**Limitationen.** Die vorliegende Studie liefert anhand von Reaktionszeiten und Fehlerraten in einem sequentiellen Priming-Paradigma starke Evidenz dafür, dass die Farbe Rot mit „Stopp“-Wörtern und die Farbe Grün mit „Los“-Wörtern assoziiert ist. Lediglich die Assoziation von Rot mit „Stopp“-Wörtern anhand von Reaktionszeiten wurde nur marginal signifikant, was jedoch auf die Größe der Stichprobe zurückgeführt werden kann. Bei einer größeren Stichprobe wäre dieser Effekt vermutlich ebenfalls signifikant geworden. Einschränkend ist zudem der hohe Bildungsstand der Stichprobe zu erwähnen, wobei allerdings davon ausgegangen werden kann, dass die gefundenen Assoziationen auch bei geringerem Bildungsniveau gefunden werden können, da Personen aller Bildungsniveaus im Straßenverkehr unterwegs sind und somit entsprechende Assoziationen aufbauen können.

## E. Fazit

Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Studie kann von einer Eignung der Farbe Grün für eine Vordere Bremsleuchte ausgegangen werden, da Grün von den Probanden mit Wörtern einer Vorwärtsbewegung in Verbindung gebracht wurde und die Vordere Bremsleuchte die Handlungsbereitschaft für Verhalten wie Losgehen/Losfahren bahnen soll (vgl. Erregung, Mehrabian, 1978). Im Gegensatz dazu werden Wörter des Bremsens mit Rot in Verbindung gebracht, wodurch eine rote Vordere Bremsleuchte anderen Verkehrsteilnehmern signalisieren würde, dass sie anhalten sollen. Dies ist zum Beispiel bei herkömmlichen Bremsleuchten der Fall, die rückwertigen Fahrzeugen ein Bremsen signalisieren sollen, damit diese ebenfalls anhalten und es nicht zu einem Auffahrunfall kommt. In Verbindung mit einer Vorderen Bremsleuchte wäre dies jedoch kontraproduktiv. Aus psychologischer Sicht ergibt sich als Ergebnis dieser Studie, dass für eine Vordere Bremsleuchte die Farbe Grün anderen Farben wie Orange und Blau, aber insbesondere der Farbe Rot vorgezogen werden sollte.

## Literatur

Chen, I. C., Chang, K. K., Chang, C. C., & Lai, C. H. (2007). The impact evaluation of vehicular signal countdown displays. *Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, Taiwan*.

Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller, A. C., Friedman, R., & Meinhardt, J. (2007). Color and psychological functioning: The effect of red on performance attainment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 154. doi:10.1037/0096-3445.136.1.154

Gorn, G. J., Chattopadhyay, A., Yi, T., & Dahl, D. W. (1997). Effects of color as an executional cue in advertising: They're in the shade. *Management Science*, 43(10), 1387–1400. doi:10.1287/mnsc.43.10.1387

Lüscher, M. (1949). *Psychologie der Farben: Textband zum Lüscher-Test*. Test-Verlag.

Mehrabian, A. (1978). Measures of individual differences in temperament. *Educational and Psychological Measurement*, 38, 1105–1117. doi:10.1177/001316447803800431

Pravossoudovitch, K., Cury, F., Young, S. G., & Elliot, A. J. (2014). Is red the colour of danger? Testing an implicit red–danger association. *Ergonomics*, 57(4), 503–510. doi:10.1080/00140139.2014.889220

Suk, H. J., & Irtel, H. (2010). Emotional response to color across media. *Color Research & Application*, 35(1), 64–77. doi:10.1002/col.20554

Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 394. doi:10.1037/0096-3445.123.4.394

Wexner, L. B. (1954). The degree to which colors (hues) are associated with mood-tones. *Journal of applied psychology*, 38(6), 432. doi:10.1037/h0062181

Wilms, L., & Oberfeld, D. (2014, März/April). Emotionale Wirkung von Farbe [Effects of color on emotion]. Poster, *Tagung experimentell arbeitender Psychologen TeaP 2014, Gießen*.

## Anhang E

### Meilensteine und erste Vorstellung in der Fachwelt

#### 2016

- Mai Durchführung Laborexperiment mit Videomaterial am Computer und Straßenumfrage zur potenziellen Sicherheitswirkung einer Vorderen Bremsleuchte (Petzoldt et al.)
- Dezember Informationsveranstaltung am Flughafen Berlin-Tegel (TXL) zur Gewinnung des Flughafens und der dort ansässigen Firmen, sich am nachfolgenden Feldexperiment zu beteiligen

#### 2017

- Januar Abschlussbericht zum Laborexperiment (Petzoldt et al.)
- Januar Veröffentlichung der Ergebnisse der o. g. Laborstudie (T. Petzoldt, K. Schleinitz, R. Banse in *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* Heft 1/2017)
- Mai Rechtliches Gutachten zu den Möglichkeiten der Implementierung einer Vorderen Bremsleuchte im Fahrzeugzulassungsrecht (Krautscheid et al.)
- Juni Vorstellung der Ergebnisse der Laborstudie in Brüssel (Dr. Dieter-L. Koch, MdEP, und Herr Schmidt, EU-Kommission)
- Mai – Sept Durchführung „Feldversuch zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“
- November Presse- und Informationsveranstaltung in TXL zu den Ergebnissen der Feldstudie unter Schirmherrschaft von Dr. Dieter-L. Koch, MdEP

#### 2018

- Januar Abschlussbericht „Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“ (R. Banse, K. Keidel, M. Monzel, B. Kirschbaum, W. Schubert)
- Januar Veröffentlichung der Ergebnisse der Laborstudie „The Potential Safety Effects of a Frontal Brake Light for Motor Vehicles“ in *IET Intelligent Transport Systems* (Verfasser wie oben) <http://ietdl.org/t/3GZs6>

---

<sup>1</sup> S. [www.dvr.de](http://www.dvr.de)

- Januar Besprechung mit Dipl.-Ing. Jörg Ahlgrimm, Präsident der Europäischen Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse EVU,<sup>1</sup> zur Vorstellung der Idee und unterstützender Beratung, wie diese auf europäischer Ebene vorangetrieben werden könnte
- Besprechung Dr. med. Wolfram Hell, LMU München und Präsident der GMTTB Gesellschaft für Medizinische und Technische Traumabiomechanik e. V.,<sup>2</sup> zur Erörterung der Vorteile einer Vorderen Bremsleuchte im Rahmen des Unfallgeschehens selbst
- Februar Besprechung mit Dr. Dieter-L. Koch, MdEP, zur näheren Definition der Kosten/Nutzen-Kriterien i. S. d. Initiativberichts des Europäischen Parlamentes vom 14. November 2017 zu dem Thema „Rettung von Menschenleben: Mehr Fahrzeugsicherheit in der EU“ (2017/2085(INI) einschließlich Beratung über legislative Möglichkeiten
- Februar Erarbeitung und Fertigstellung des Katalogs möglicher Anwendungssituationen der Vorderen Bremsleuchte in Zusammenarbeit mit Dr. Birgit Kollbach, Verkehrspsychologin und Fahrlehrerin bei der DEKRA Akademie Berlin,<sup>3</sup> sowie Dr. Bernhard F. Reiter, Freier Berater Verkehrssicherheit
- März Fertigstellung einer kurzen Literaturlauswertung und empirischen Studie zur psychologischen Wirkung der Farbe Grün als zielführender Signalfarbe (R. Banse, K. Keidel und M. Monzel, s. Anhang D)
- März Ausführliche schriftliche Stellungnahme zur theoretischen Betrachtung des Potenzials zur Verringerung von HWS/ZNS-Verletzungen im Straßenverkehr durch eine Vordere Bremsleuchte (W. Hell, s. Anhang B)
- April Brief des Vorstands des BIRVp an die zuständige EU-Kommissarin V. Bulc mit Vorstellung der Idee der Vorderen Bremsleuchte und der Ergebnisse der durchgeführten Studien unter Verweis auf den Initiativbericht des Europäischen Parlamentes vom 14. November 2017 zu dem Thema „Rettung von Menschenleben: Mehr Fahrzeugsicherheit in der EU“ (2017/2085(INI)) mit der Bitte, dieses Thema bei der anstehenden Novellierung der General Safety Regulation (EG) Nr. 661/2009 zu berücksichtigen
- April Besprechung mit Prof. Kurt Bodewig, Bundesminister für Verkehr a. D. und Präsident der Deutschen Verkehrswacht, zur Vorstellung der Idee der Vorderen Bremsleuchte
- Mai Veröffentlichung der „Feldstudie zur Erprobung einer Vorderen Bremsleuchte am Flughafen Tegel“ (R. Banse, K. Keidel, M. Monzel, W. Schubert) in *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* Heft 3/2017
- Mai Vorstellung der Idee Vordere Bremsleuchte bei Herrn Dipl.-Psych. Ulrich Chiellino vom ADAC München (Leiter Interessensvertretung Verkehr)

<sup>1</sup> S. [www.evuonline.org](http://www.evuonline.org)

<sup>2</sup> S. [www.traumabiomechanik-gmttb.de](http://www.traumabiomechanik-gmttb.de)

<sup>3</sup> S. [www.dekra-akademie.de](http://www.dekra-akademie.de)

- Juni Besprechung mit Dipl.-Ing. Hans Peter David, DEKRA Dresden e. V., u. a. zur weiteren Abklärung der Möglichkeit einer Typgenehmigung im EU-Rahmen sowie zu empfehlender Leuchtstärken
- Juni Ausarbeitung einer Stellungnahme zum Thema „Stressabbau im Straßenverkehr“ durch die Einführung einer Vorderen Bremsleuchte (Prof. Dr. Konrad Reschke, Dr. Udo Kranich, Institut für Psychologische Therapie, s. Anhang C)
- Juli Information des zuständigen Vorstands für Unfallforschung im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
- September Parlamentarisches Frühstück in Brüssel zum Thema Vordere Bremsleuchte unter Schirmherrschaft von Dr. Dieter-L. Koch, MdEP mit Vertretern des EU-Parlaments, der EU-Kommission sowie weiteren Institutionen der Verkehrssicherheitsarbeit wie VOD Verkehrsunfall-Opferhilfe Deutschland, ETSC European Transport Safety Council u. a.

Die Aufzählung erfolgt so detailliert, um transparent zu machen, wer und welche relevanten Institutionen der Verkehrssicherheitsarbeit bereits mit der Idee der Vorderen Bremsleuchte in Berührung gebracht wurden, um sie in die fachliche Meinungsbildung einzubeziehen.





Fotos: Günter Wfleckler, ligatur; Copyright BIRVp, Bonn 2017





Foto: Günter Wfckler, ligatur; Copyright BIRVp, Bonn 2017