

Einfluss einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf das Kontrastsehen des Fahrzeugführers

Von Christian Jebas, Steffen Michenfelder und Cornelius Neumann*

Im Gegensatz zu derzeit verbreiteten designorientierten Innenraumbeleuchtungen soll das situativ-adaptive Antiblendlicht des Herstellers uwe braun einen positiven Einfluss auf das Kontrastsehen des Fahrzeugführers besitzen. Ob ein derartiger Einfluss bei Verwendung dieses Systems besteht, hat das Lichttechnische Institut des Karlsruher Institutes für Technologie (KIT) untersucht.

Als visuelles System bezeichnet man die Kombination aus Auge, Sehbahn sowie Teilen des Gehirns. Dieses System ist in der Lage, sich auf verschiedene Leuchtdichteniveaus einzustellen. So kann der Mensch sowohl in der Dunkelheit als auch bei Helligkeit sehen. Diese Funktion wird als Adaptation bezeichnet. Die für diese Einstellung benötigte Zeit variiert je nach Richtung (von hell nach dunkel langsamer als von dunkel nach hell). Wird das visuelle System in seinem Adaptationszustand beispielsweise durch äußere Reize gestört, kann die Sehfunktion beeinträchtigt werden. Blendung stellt eine solche Störung dar.

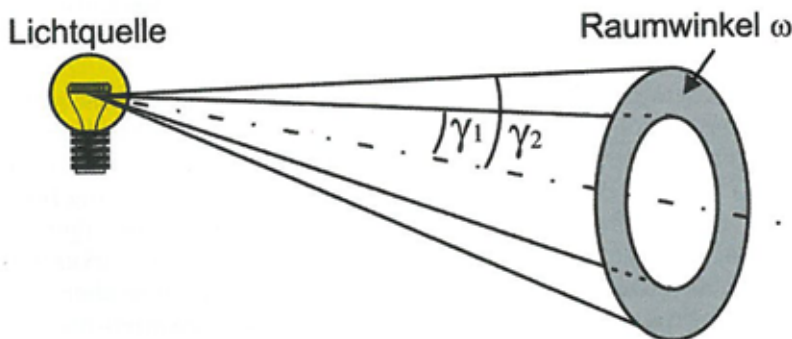


BILD 1: Zur Erläuterung der lichttechnischen Grundlagen
 FIGURE 1: Illustration of the photometric fundamentals

1 Wissenschaftlicher Hintergrund

Im folgenden Bericht werden das Konzept, die Durchführung sowie die Ergebnisse einer Studie im Bereich der Fahrzeuglichttechnik dargestellt. Zum besseren Verständnis werden anfangs einige wichtige lichttechnische Grundlagen elementar erläutert. Zunächst soll der Begriff der Lichtstärke eingeführt werden. Diese beschreibt den in einem definierten Raumwinkel, BILD 1, von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichtstrom, wobei Letzteres die fotometrisch bewertete Leistung der Quelle bezeichnet. Die Lichtstärke ist ein Maß für die Verteilung des zur Verfügung stehenden Lichtes. Mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle fällt die emittierte Leistung quadratisch ab. Das in einem definierten Abstand auftreffende Licht kann als Beleuchtungsstärke gemessen werden. Diese Größe

stellt ein Maß für die Beleuchtung eines Objektes dar, darf jedoch nicht mit der Helligkeit verwechselt werden. Letztere wird durch die emittierten Lichtstärken pro Flächeneinheit festgelegt. Sie wird als Leuchtdichte bezeichnet und stellt die einzige vom Auge wahrnehmbare lichttechnische Größe dar, Gl. (1) bis (4).

2 Einleitung

Als Bestandteil aktiver Sicherheitssysteme bestimmt der Scheinwerfer entscheidend die Verkehrssicherheit bei Nacht. Er leuchtet den Verkehrsraum für den Fahrer aus und erzeugt ein charakteristisches Signalbild zur Identifikation des Fahrzeuges durch andere Verkehrsteilnehmer. Dabei muss eine Blendung jedoch vermieden werden.

Gleichungen

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

Gl. (1)

mit

I Lichtstärke

ϕ Lichtstrom

$$\omega = 2\pi(\cos\gamma_1 - \cos\gamma_2)$$

Gl. (2)

ω Raumwinkel

$\gamma_{1/2}$ Einzelwinkel

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \varepsilon$$

Gl. (3)

E Beleuchtungsstärke

r Abstand zur Lichtquelle

ε Winkel bezogen zum Einfallslot

$$L = \frac{I}{A_P}$$

Gl. (4)

L Leuchtdichte

A_P Projizierte Fläche

Vergleichbar mit anderen sicherheitsrelevanten Komponenten am Fahrzeug ist zur Gewährleistung einer hohen Qualität eine einheitliche Definition von Mindestanforderungen für den Scheinwerfer notwendig. Diese werden in Europa durch die Economic Commission for Europe (ECE) festgelegt. So muss ein Scheinwerfer zum Erlangen einer Zulassung durch das Kraftfahrtbundesamt (KBA) in Deutschland bestimmte Prüfkriterien erfüllen. Dazu gehört beispielsweise die Messung von Beleuchtungsstärken auf definierten Punkten in einer festgelegten Entfernung. Diese Punkte lassen sich wie in **BILD 2** dargestellt auf Positionen im realen Straßenverkehr übertragen, an denen minimale beziehungsweise maximale Beleuchtungsstärken nicht überschritten werden dürfen. Ein wichtiger Messpunkt wird durch B50L gebildet, für welchen die Beleuchtungsstärke je nach Scheinwerfertyp Werte von 0,4 bis 0,5 lx nicht überschreiten darf [5]. Die Lichtstärken des in dieser Richtung vom Scheinwerfer abgestrahlten Lichtes müssen dementsprechend gering sein. Die Einhaltung dieser Richtlinie sichert die Vermeidung der Blendung des entgegenkommenden Verkehrs. Um dennoch eine ausreichend hohe Sichtweite für den Fahrzeugführer zu gewährleisten, besitzt die Abblendlichtverteilung des Scheinwerfers eine definierte, asymmetrische Hell-dunkel-Grenze. In Bild 2 ist die weite Ausleuchtung des rech-

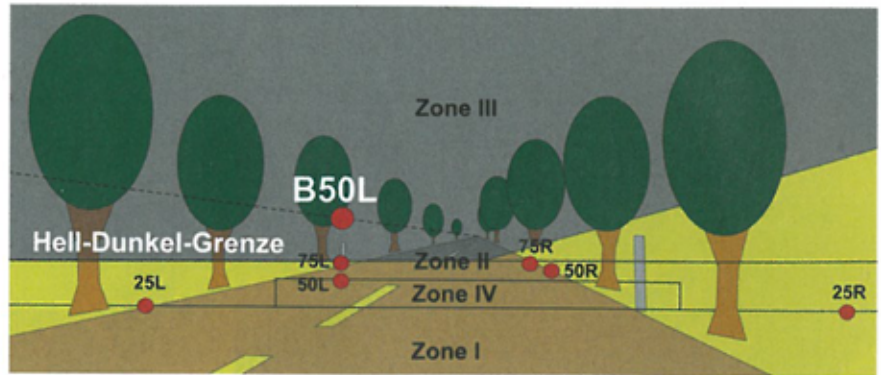


BILD 2: Messpunkte der ECE, hervorgehoben ist der Punkt B50L
FIGURE 2: Measuring points of the ECE, the point B50L is highlighted



BILD 3: Im Augapfel durch Inhomogenitäten entstehendes Streulicht [1]
FIGURE 3: Scattering light in the eye ball caused by inhomogeneities [1]

ten Fahrbahnrandes erkennbar, während die linke Seite zur Verringerung der Beleuchtungsstärke in B50L eine geringere Reichweite aufweist. Die Vorgaben der ECE können die Blendung zwar reduzieren, aber nicht vollständig ausschließen. Bereits bei Vorhandensein einer schwachen Blendlichtquelle kann durch Inhomo-

genitäten in den Augenmedien Streulicht im Augapfel entstehen, welches sich flächig auf die Netzhaut legt, **BILD 3**. Diese dadurch erzeugte Schleierleuchtdichte überlagert sich dem Netzhautbild und verringert dessen Kontraste. Infolgedessen sind zur Erkennung von Objekten im Verkehrsraum höhere Leuchtdichteunterschiede erforderlich. Der Schwellenkontrast des Fahrzeugführers steigt an.

Mathematisch lässt sich dieses Problem wie folgt ausdrücken. Während sich ohne Vorhandensein einer Blendlichtquelle der Kontrast nach Weber aus den Leuchtdichteunterschieden zwischen Objekt und Umfeld gemäß Gl. (5) ergibt, überlagert sich bei Vorhandensein einer Blendlichtquelle die Schleierleuchtdichte den Leuchtdichten beider Felder und der Kontrast reduziert sich entsprechend Gl. (6).

Damit einhergehend adaptiert das visuelle System auf ein höheres Leuchtdichteniveau. Nach der Begeg-

Gleichungen

$$K_{W \text{ ohne Blendung}} = \frac{L_{\text{Objekt}} - L_{\text{Umfeld}}}{L_{\text{Umfeld}}} \quad \text{Gl. (5)}$$

$$K_{W \text{ mit Blendung}} = \frac{L_{\text{Objekt}} + L_{s \text{ äq}} - (L_{\text{Umfeld}} + L_{s \text{ äq}})}{L_{\text{Umfeld}} + L_{s \text{ äq}}} = \frac{L_{\text{Objekt}} - L_{\text{Umfeld}}}{L_{\text{Umfeld}} + L_{s \text{ äq}}} \quad \text{Gl. (6)}$$

mit

K_{W ohne Blendung} Kontrast nach Weber ohne Vorhandensein einer Blendlichtquelle
K_{W mit Blendung} Kontrast nach Weber bei Vorhandensein einer Blendlichtquelle
L_{Objekt} Objektleuchtdichte
L_{Umfeld} Umfeldleuchtdichte
L_{s äq} äquivalente Schleierleuchtdichte



BILD 4: An der Sonnenblende montiertes Antiblendlicht
FIGURE 4: Antiblendlicht mounted on the sun shield

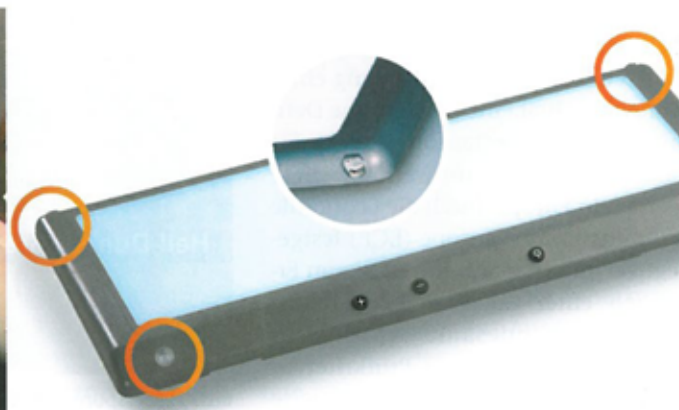


BILD 5: Fotosensoren an der Vorder- und Rückseite des Antiblendlichtes
FIGURE 5: Photosensitive sensors in the front and back of the Antiblendlicht

nung beider Fahrzeuge befindet sich der Fahrzeugführer in einem entsprechend der vorherrschenden Umfeldleuchtdichte nicht optimalen Adaptionszustand. Die Readaptation auf die Dunkelheit kostet Zeit und gefährdet die Verkehrssicherheit. Neben dieser messbaren Form, die als physiologische Blendung bezeichnet wird, existiert weiterhin die psychologische Blendung. Diese wird vom Fahrzeugführer zwar als unangenehm empfunden, verursacht aber keinen messbaren Einfluss auf die Sehfunktion.

Ziel der Entwicklung einer verbesserten Fahrzeuglichttechnik ist unter anderem die Minimierung der Blendung für den Gegenverkehr. Dies wird üblicherweise durch veränderte Lichtquellen, Optiken oder auch mechatronische Komponenten des Scheinwerfers umgesetzt. Dies ist jedoch nicht der einzige Ansatz. Ein völlig neuartiges Konzept ist die Nutzung einer ambienten Innenraumbeleuchtung zur Minimierung der Blendung. Ein Beispiel stellt das von der uwe braun GmbH entwickelte Antiblendlicht dar. Hierbei handelt sich um eine situativ-adaptive ambiente Innenraumbeleuchtung, welche ihre Helligkeit an die Blendung des Gegenverkehrs anpasst und das Adaptionsniveau des Fahrzeugführers positiv beeinflussen soll. Infolgedessen

soll nach Angaben des Herstellers die Blendung verringert werden.

Bisher sind Innenraumbeleuchtungen vor allem aus den im Dachhimmel integrierten Leuchten bekannt, welche nur kurzzeitig zum Lesen oder zur Orientierung im Fahrzeuginnenraum genutzt werden. Diese Leuchten können selbst eine Blendung der Fahrzeuginsassen verursachen und sollten während der Fahrt nicht oder nur unter bestimmten Voraussetzungen betrieben werden. Ambiente Innenraumbeleuchtungen unterscheiden sich von diesen Leuchten. Sie werden auch während der Fahrt betrieben und verursachen keine Störung des Adaptionsniveaus. Viele moderne Fahrzeuge aller Klassen und Marken wie beispielsweise der neue Mini, die S-Klasse oder der Astra nutzen bereits diese Systeme mit dem Ziel der Individualisierung des Fahrzeuges.

Im Gegensatz zu den derzeit verbreiteten Innenraumbeleuchtungen soll das Antiblendlicht entsprechend den Angaben des Herstellers einen positiven Einfluss auf das Kontrastsehen besitzen. Dass ein solcher Einfluss grundsätzlich durch eine ambiente Innenraumbeleuchtung erzeugt werden kann, haben Studien bereits bewiesen. So hat beispielsweise Löbig [2] gezeigt, dass die Readaptationszeit

durch eine geeignete Instrumentenbeleuchtung verkürzt werden kann. Franske [3] konnte ebenfalls einen positiven Effekt auf das Kontrastsehen beim Einsatz bestimmter Beleuchtungen für festgelegte Altersklassen und Farben der Beleuchtung nachweisen. Weitere Untersuchungen von Kasper [4] bestätigen diese Ergebnisse. Ob ein derartiger Einfluss bei Verwendung des Antiblendlichtes besteht, wird unter anderem in der hier vorgestellten Studie untersucht.

3 Aufbau und Funktionsweise des Antiblendlichtes

Die hier untersuchte ambiente Innenraumbeleuchtung wird unter dem Namen Antiblendlicht beziehungsweise ABL von der Firma uwe braun GmbH vertrieben. Als nachrüstbares System kann es praktisch in jedem Fahrzeug an der Sonnenblende angebracht werden, **BILD 4**. Dabei wird es über den Zigarettenanzünder mit Strom versorgt.

Das Antiblendlicht besteht aus einer 11 x 27,5 cm großen Kunststoffplatte, an deren Unterseite die Lichtaustrittsfläche in Form einer Streuscheibe integriert ist. Diese wird von seitlich angeordneten Weißlicht-LEDs gespeist. Die Ausleuchtung der Fläche ist homogen.

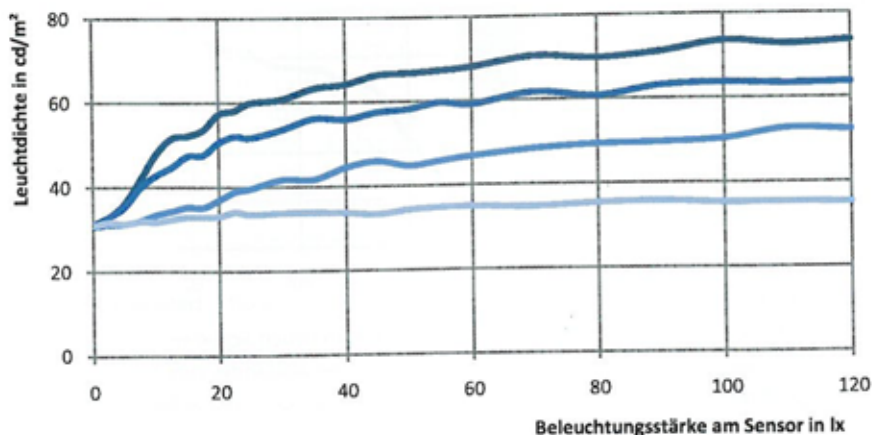


BILD 6: Leuchtdichte der Lichtaustrittsfläche in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke am Fotosensor

FIGURE 6: Luminance of the light emitting surface depending on the illuminance of the sensor

Das emittierte Licht erscheint mit einer Farbtemperatur von 13.280 K bläulich weiß.

Als situativ-adaptive Beleuchtung passt das Antiblendlicht seine Helligkeit an die Blendung des entgegenkommenden oder nachfolgenden Verkehrs an. Zu diesem Zweck befinden sich an der Vorderseite zwei fotosensitive Sensoren sowie ein weiterer an der Rückseite, **BILD 5**. Steigt die Beleuchtungsstärke bei Annäherung des Gegenverkehrs an, wird die Leuchtdichte der Lichtaustrittsfläche erhöht. Dabei kann der Fahrer das Grund- und Endniveau über Bedienelemente an der Vorderseite seinen individuellen Bedürfnissen anpassen. In **BILD 6** sind die im Labor ermittelten Abhängigkeiten für vier ausgewählte Einstellungen dargestellt.

Ziel des Antiblendlichtes ist nach Angaben des Herstellers die Verringerung der Blendung über die Voradaptation des visuellen Systems.

4 Ziele und Durchführung der Studie

Die in der Einleitung genannten Untersuchungen von Löbig, Franske und Kasper belegen zwar die Vorteile ambien- ter Innenraumbeleuchtungen, jedoch kann ein positiver Einfluss auf das Kontrastsehen nur bei einer korrekten Auslegung des jeweiligen Systems erreicht werden. Insbesondere bei zu hohen Leuchtdichten oder ungeeigneten Anbaupositionen könnte eine ambiente Innenraumbeleuchtung selbst eine Blendlichtquelle darstellen und den Adaptionszustand des Fahrzeugführers negativ beeinflussen. In diesem Fall würde das physiologische Ziel nicht nur unerreicht bleiben, sondern auch eine Gefährdung der Verkehrssicherheit vorliegen. Eine wissenschaftliche Bewertung des Antiblendlichtes wird demnach zunächst in Hinblick auf potenziell negative Auswirkungen auf den Fahrzeugführer durch-

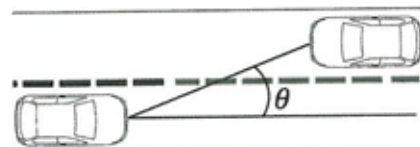


BILD 7: Winkel zur Blendlichtquelle

FIGURE 7: Angle between oncoming cars

geführt. Besteht keine Gefährdung der Verkehrssicherheit, werden in weiterführenden Untersuchungen mögliche positive Effekte quantifiziert.

Als Maß für eine potenzielle Verschlechterung der Sehfunktion wird der Schwellenkontrast als abhängige Variable festgelegt. Als diesen bezeichnet man den zur Erkennung eines Objektes notwendigen Minimalkontrast. Je höher dieser Wert ist, desto eingeschränkter ist das Sehen des Fahrers.

In einem statischen Versuch wird der Schwellenkontrast von 32 Probanden mit und ohne Einsatz des Antiblendlichtes ermittelt. Dabei werden drei kritische Szenarien auf einer Landstraße simuliert. Die Untersuchungen finden unter realen, nächtlichen Beleuchtungsbedingungen statt. Neben dem Schwellenkontrast als objektivem Messwert geben die Probanden ihre subjektiven Eindrücke über einen Fragebogen wieder.

Für die Wahl der zu untersuchenden Situationen werden die nachfolgend aufgeführten Überlegungen einbezogen: Auch bei Nichtvorhandensein einer Blendlichtquelle generiert das Antiblendlicht in der Grundeinstellung Leuchtdichten von bis zu 30 cd/m², welche besonders bei geringen Umfeldleuchtdichten und somit niedrigen Adaptionsniveaus eine Blendung des Fahrzeugführers verursachen könnten. Zunächst ist also der Einfluss des Antiblendlichtes ohne Gegenverkehr zu untersuchen. Diese Situation stellt das erste Szenario der Untersuchung dar.

Zum besseren Verständnis der Motivation für das zweite Szenario wird zunächst die Abhängigkeit der Blendung vom Winkel der Blendlichtquelle zur

Gleichungen

$$L_{S\text{äq}} = c \cdot \frac{E_{Bl}}{\theta^2}$$

Gl. (7)

mit

$L_{S\text{äq}}$

c

E_{Bl}

θ

$I_{\text{Scheinwerfer}}$

r

äquivalente Schleierleuchtdichte
altersabhängige Konstante

Blendbeleuchtungsstärke am Fahrerauge

Winkel zur Blendlichtquelle

Lichtstärke des Blendscheinwerfers

im entsprechenden Raumwinkelbereich

Abstand zum Blendfahrzeug

$$E_{Bl} = \frac{I_{\text{Scheinwerfer}}}{r^2}$$

Gl. (8)

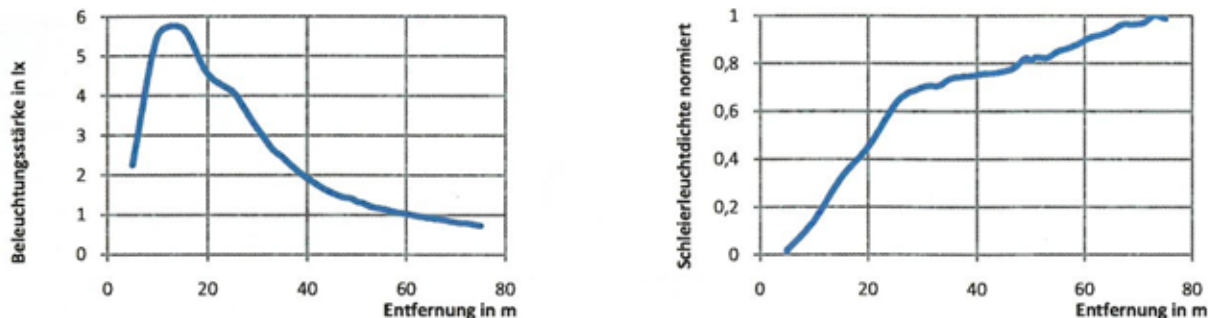


BILD 8: Links: Blendbeleuchtungsstärke eines gealterten Scheinwerfers (erhöhte Blendung im Vergleich zum neuen Scheinwerfer) in Abhängigkeit des Abstandes zum Blendfahrzeug; rechts: normierte Schleierleuchtdichte in Abhängigkeit des Abstandes zum Blendfahrzeug
FIGURE 8: Left: glare illuminance of an aged headlamp depending on the distance to the oncoming car; right: standardized veiling luminance depending on the distance to oncoming cars

Blickrichtung erläutert. Entsprechend Gl. (7) verhält sich die im Auge entstehende Schleierleuchtdichte entgegengesetzt zum Quadrat des Winkels zur Lichtquelle, **BILD 7**. Bei sich annäherndem Gegenverkehr steigt der Winkel, wodurch sich die Blendung reduziert. Dem entgegen wirkt das fotometrische Entfernungsgesetz, demzufolge die Beleuchtungsstärke am Auge mit dem Quadrat der Entfernung sinkt, Gl. (8). Beim Passieren zweier Fahrzeuge im Begegnungsverkehr kommt es entsprechend beider Formeln zu dem in **BILD 8** links dargestellten Verlauf der Beleuchtungsstärke sowie der in Bild 8 rechts dargestellten Schleierleuchtdichte, jeweils in Abhängigkeit des Abstandes.

Es wird ersichtlich, dass trotz des Maximums der Blendbeleuchtungsstärke in etwa 17 m Entfernung die Blendung bedingt durch die Schleierleuchtdichte erst in einem deutlich größeren Abstand von zirka 75 m maximal wird. Für die Wahl des zweiten Szenarios wird eine Blendungssituation in 50 m Entfernung festgelegt. Zwar steigt der Wert auch bei größeren Abständen noch weiter an, jedoch soll hier auch die Vergleichbarkeit mit den ECE-Normen bedacht werden, welche die Blendung im Punkt B50L in einem Abstand von 50 m bewerten. In dieser Entfernung beträgt die Blendung 80 % des unter diesen Gegebenheiten erreichbaren Maximalniveaus.

Die Wahl des dritten untersuchten Szenarios basiert auf dem Zusammenhang der in den Bildern 6 und 8 dargestellten Diagramme. Wie bereits erläutert, regelt das Antiblendlicht die Leuchtdichte der Lichtaustrittsfläche abhängig von der gemessenen Beleuchtungsstärke. Letztere wird in einem Abstand von etwa 17 m maximal. Da das Antiblendlicht keine Bewertung gemäß Gl. (7) durchführt, ergibt sich in dieser Entfernung auch das im Straßenverkehr unter üblichen Blendbedingungen erreichbare Maximalniveau der Leuchtdichte der Lichtaustrittsfläche. Bezieht man die Winkelcharakteristik der Fotosen-

soren als Korrekturwert mit ein, wird der Abstand auf 15 m verringert. An dieser Position beträgt die Schleierleuchtdichte und somit auch die Blendung des Fahrzeugführers jedoch nur etwa 25 % des Maximalniveaus. In dieser Position ist das Antiblendlicht folglich vergleichsweise hell, während die durch den Gegenverkehr verursachte Blendbelastung gering ist. Folglich könnte das Antiblendlicht besonders an dieser Position eine Blendung des Fahrzeugführers verursachen. Dementsprechend wird im dritten Szenario eine Blendlichtquelle in einem Abstand von 15 m simuliert.

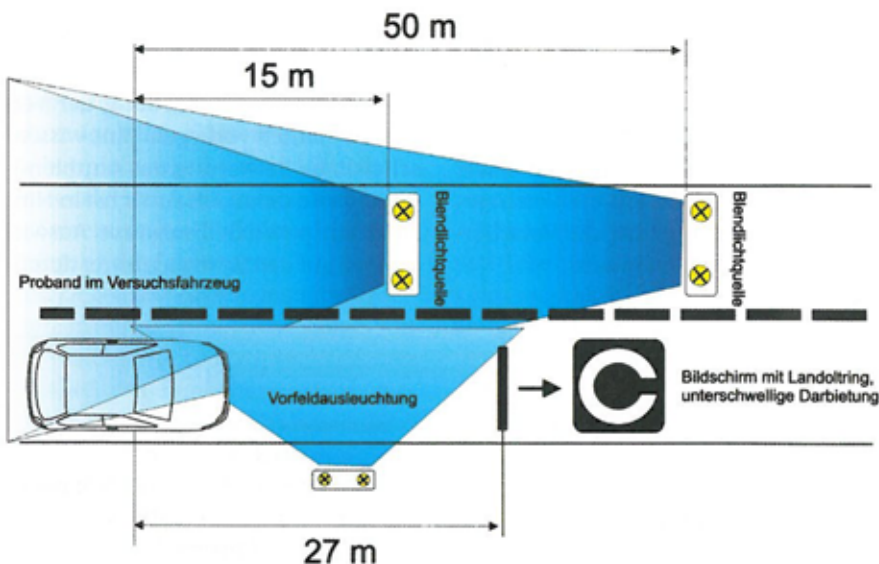


BILD 9: Prinzipskizze des statischen Versuchsaufbaus
FIGURE 9: Drawing of the static experiment

Für die praktische Durchführung der Versuche wird ein Aufbau gemäß **BILD 9** realisiert. Die Testpersonen sitzen in einem mit dem Antiblendlicht ausgestatteten Fahrzeug. Entsprechend den dargestellten Überlegungen werden die Blendlichtquellen in Form von Scheinwerferracks in Abständen von 15 m und 50 m positioniert, **BILD 10**. In einem Abstand von 27 m werden auf einer Visualisierungsplattform Sehzeichen in Form von Landoltringen abgebildet. Dabei erfolgt die Darbietung unterschwellig. Ausgehend von einem schwarzen Bildschirm werden die Kontraste der Landoltringe mit zufällig gewählter Öffnung solange erhöht, bis der jeweilige Proband die Erkennung per Tastendruck bestätigt. Zur Verifikation der Angabe wird die Ringöffnung angegeben. Um streulichtbedingte Einflüsse des fahrzeugeigenen Scheinwerfers auf den Kontrast der Sehzeichen zu vermeiden, wird die adaptionsbestimmende Ausleuchtung vor dem Fahrzeug durch seitlich angeordnete Zusatzscheinwerfer erzeugt. Weiterhin wird die Reihenfolge der Messungen variiert, um beispielsweise durch Ermüdung entstehende Fehler nicht auf ein Szenario zu fokussieren. Zur besseren Vergleichbarkeit der Messergebnisse werden alle verwendeten Testpersonen einem optometrischen Screeningtest unterzogen. Es werden Parameter wie beispielsweise die Sehschärfe, das Kontrastsehen und die Blendempfindlichkeit überprüft.

5 Ergebnisse der Studie

In **BILD 11** sind die Schwellenkontraste für die untersuchten Szenarien mit und ohne Verwendung des Antiblendlichtes dargestellt. Deutlich erkennbar sind der Anstieg der Messwerte bei Vorhandensein einer Blendlichtquelle sowie der Einfluss des Winkels zur Blendlichtquelle. Im Vergleich zur Situation ohne simulierten Gegenverkehr steigt der Schwellenkontrast etwa um den Faktor zwei bei



BILD 10: Scheinwerferrack mit zwei Hella-Projektionscheinwerfern zur Simulation des Gegenverkehrs

FIGURE 10: Headlamp rack with two Hella projection modules to simulate the oncoming traffic

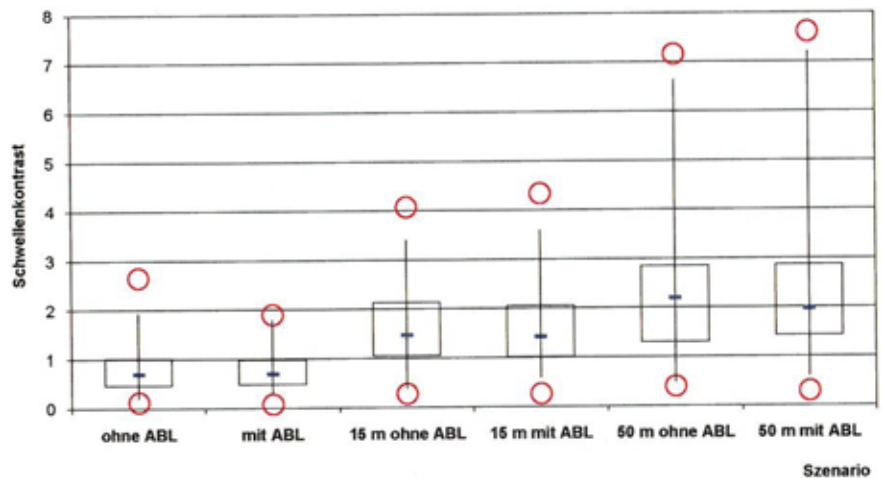


BILD 11: Schwellenkontraste in Abhängigkeit des Szenarios mit und ohne Antiblendlicht; die Boxen markieren das 25- und 75-Perzentil, die Whisker (Linien) das 5- und 95-Perzentil, die Kreise kennzeichnen die kleinsten beziehungsweise größten Messwerte

FIGURE 11: Contrast threshold depending on the scenario with and without the Antiblendlicht; the boxes mark the 25 and 75 percentile, the whiskers (lines) the 5 and 95 percentile, the circles indicate the smallest and greatest measured value

Vorhandensein einer Blendung in 15 m Entfernung und um den Faktor drei, wenn sich die Blendlichtquelle in 50 m befindet. Ein statistisch nachweisbarer Unterschied der Messwerte mit und ohne Einsatz des Antiblendlichtes besteht nicht. Es existiert somit für alle untersuchten Situationen

kein objektiv messbarer, signifikanter Einfluss des Antiblendlichtes auf den Schwellenkontrast des Fahrzeugführers. In Bezug auf die primäre Fragestellung der Studie kann ein negativer Einfluss des Antiblendlichtes auf das Kontrastsehen demnach widerlegt werden. Eine Gefährdung für den

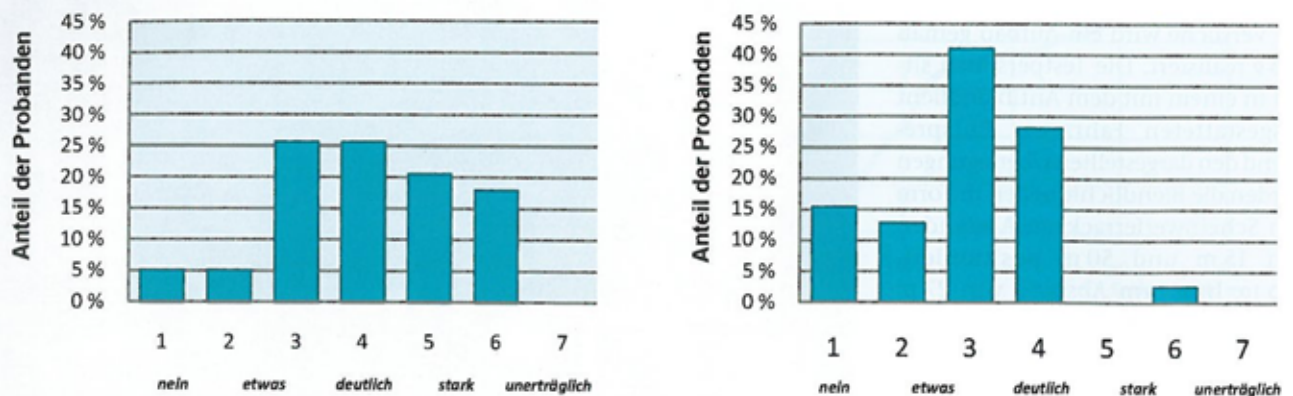


BILD 12: Empfundene Blendung durch den Gegenverkehr ohne (links) und mit (rechts) Antiblendlicht

FIGURE 12: Perceived glare caused by the simulated oncoming car with and without the Antiblendlicht

Straßenverkehr besteht aus dieser Sicht nicht.

Die Auswertung der Fragebögen zeigt aufgrund individueller Unterschiede zwischen den Testpersonen erwartungsgemäß eine hohe Streubreite. So gibt es in allen untersuchten Szenarien sowohl Testpersonen mit negativer als auch Testpersonen mit positiver Bewertung. Trotz der Streuung sind jedoch Tendenzen erkennbar.

In allen Szenarien wird die durch das Antiblendlicht selbst ausgelöste Blendung tendenziell als nicht vorhanden bis gering eingeschätzt. Die objektiv nachweisbare Blendung durch den Gegenverkehr wird von den Probanden auch subjektiv wahrgenommen und als unangenehm eingestuft. In diesen Situationen sind Tendenzen für eine geringere psychologische Blendung durch den Gegenverkehr bei Verwendung des Antiblendlichtes erkennbar, BILD 12.

Insgesamt wird das System situationsabhängig als neutral mit der Tendenz zu »angenehm« empfunden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Studie wird eine situativ-adaptive ambiente Innenraumbeleuchtung am Beispiel des Antiblendlichtes der Firma uwe braun GmbH in Hinsicht auf eine potenzielle Blendung des Fahrzeugführers durch dieses Produkt ermittelt.

Entsprechend den Ergebnissen wird für die untersuchten Situationen und Altersgruppen ein negativer Effekt auf das Kontrastsehen ausgeschlossen. Eine Gefährdung der Verkehrssicherheit besteht durch den Einsatz des Systems nicht. Aus subjektiver Sicht wird das Antiblendlicht als neutral mit der Tendenz zu angenehm empfunden.

Mit dieser Studie ist der erste Schritt zur wissenschaftlichen Bewertung des Antiblendlichtes abgeschlossen. In weiterführenden Untersuchungen sollen potenzielle positive Eigenschaften des Systems unter Berücksichtigung dynamischer Eigenschaften der Blendung und Adaptation quantifiziert werden.

Literaturhinweise

- [1] Hentschel: Licht und Beleuchtung. Hüthig Verlag; Heidelberg 2002
- [2] Löbzig: Ambiente Innenraumbeleuchtung von Kraftfahrzeugen. Licht 2000, Goslar, 2000
- [3] Franske: Einfluss ambienter Beleuchtung auf das Kontrastsehen. Diplomarbeit, Fachhochschule Jena, Universität Karlsruhe (TH), 2006
- [4] Kasper: Entwurf und Design einer ambienten Innenraumbeleuchtung. Studienarbeit, Universität Karlsruhe (TH), 2007
- [5] Regelungen der Economic Commission for Europe für Fahrzeuge und ihre Anhänger (ECE), FEE Fahrzeugtechnik EWG/ECE, 2009

* Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Christian Jebas ist Doktorand am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI).

Steffen Michenfelder hat Elektrotechnik studiert und seine Diplomarbeit im Arbeitsgebiet Lichttechnik absolviert.

Professor Dr. rer. nat. Cornelius Neumann leitet die Arbeitsgruppe Lichttechnik im Lichttechnischen Institut LTI am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). ::

Influence of an ambient interior lighting on the contrast threshold of the driver
Compared to established ambient interior lightings which are primary design oriented the adaptive Antiblendlicht of the company uwe braun GmbH should perform a positive influence of the contrast threshold of the driver. The Light Technology Institute of the Karlsruhe Institute of Technology analyzed this system.