

The phantom light effects in modern car rear light combinations

Lux junior 2007
21. bis 23.9.07 Dörfeld

Norbert Hahn, Karsten Klinger, Karl Manz, Uli Lemmer
Universität Karlsruhe (TH), Lichttechnisches Institut, Germany

*Schlüsselwörter: Phantomlichteffekt, Colour Washout, Fremdlichtempfindlichkeit, farblose
Abschlusscheiben, Blendung, Glanz, Reaktionszeit*

1 Einleitung

Diverse Störeinflüsse beeinflussen die Funktion der Signale einer Rückleuchte nachteilig. Einer dieser Störeinflüsse ist die Fremdlichtempfindlichkeit. Sie erschwert ein Erkennen der Signale, wenn direktes Sonnenlicht auf eine Rückleuchte strahlt. Dieser Effekt wird Phantomlichteffekt genannt. Aufgrund des immer größeren Verkehrsaufkommens auf den Straßen, das zu einem sehr dichten Verkehr führt, sind die Signale der Rückleuchten der Kraftfahrzeuge sehr wichtige Informationsquellen für den nachfolgenden Verkehr geworden. *Enke* ermittelte in einer Studie, dass ca. 50 Prozent der Kreuzungsunfälle, ca. 65 Prozent der Auffahrunfälle und fast ein Drittel der Frontalzusammenstöße vermieden werden könnten, wenn der Fahrer eine halbe Sekunde eher reagiert [Enk79]. Eine andere Studie hat gezeigt, dass die Reaktionszeiten auf visuelle Signale unter statischen Bedingungen ca. 600 msec. betragen [War02].

Das Ziel der Untersuchungen ist es, den Einfluss von Fremdlicht auf die Erkennbarkeit der Signale aktueller Rückleuchten zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden in dieser Studie acht aktuelle Rückleuchten mit unterschiedlicher optischer Charakteristik ausgewählt und untersucht.

2 Hintergrund

2.1 Phantomlichteffekte

Das Phantomlichtsignal ist ein Signal, welches einem Beobachter erscheint, ohne dass die betrachtete Signalleuchte angesteuert wird. Es entsteht durch Reflexion von einfallendem Licht, z.B. Sonnenlicht. Phantomlicht kann unterteilt werden in Spiegel-, Reflex- und echtes Phantomlicht [Haar80], wie in Abbildung 1 gezeigt.

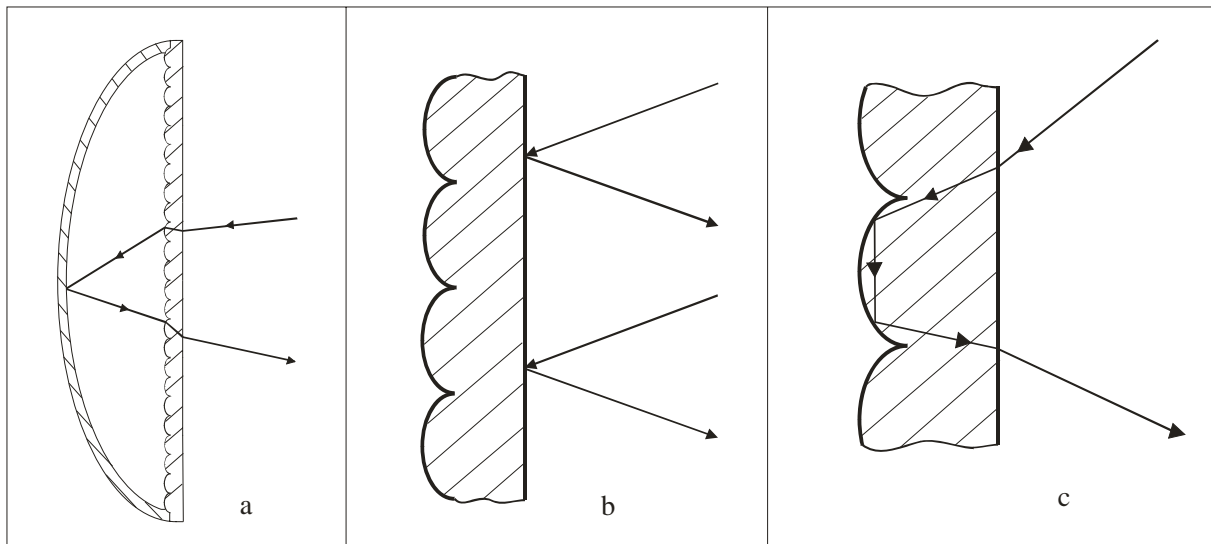


Abbildung 1: Spiegelphantomlicht (a), Reflexphantomlicht (b) und echtes Phantomlicht (c)

Spiegelphantomlicht ist buntes Licht mit der Lichtfarbe des Signallichtes. Es entsteht indem das Fremdlicht durch die Abschlussseiche in die Leuchte eindringt, am Ort des Reflektors reflektiert wird und wieder durch die Abschlussseiche austritt. Durch die Farbe der Abschlussseiche wird die Farbe des Lichtes erzeugt. Es scheint, dass die Leuchte eingeschaltet ist. Die Farbe und die Lichtstärke stimmen mit den Eigenschaften des Signals überein.

Von Reflexphantomlicht spricht man, wenn das auftreffende Fremdlicht voll auf der äußeren Oberfläche der Abschlussseiche spiegelt. Es handelt sich um eine unbunte Reflexion und wird als „Weißreflex“ bezeichnet. Es führt zur Minderung der Erkennbarkeit der Signalwirkung durch die Auswaschung (Colour Washout) des gleichzeitig eingeschalteten Signallichtes.

Beim echten Phantomlicht dringt das Fremdlicht in die Abschlussseiche ein, wird an der inneren Grenzfläche reflektiert und verlässt die Abschlussseiche. Die Lichtfarbe des Fremdlichtes ändert sich beim Durchgang durch eine gefärbte Abschlussseiche. Somit erscheint das Signal eingeschaltet zu sein. Die Lichtfarbe stimmt mit der Farbe des Signals überein.

Diese Definitionen sind im Zusammenhang mit farbigen Abschlussseichen gültig. Wird eine farblose Abschlussseiche verwendet, so entsteht bei echtem Phantomlicht keine Farbänderung und das zurückgestrahlte Licht bleibt ein unbunter Weißreflex. Bei Spiegelphantomlicht kann der Reflex durch gefärbte Glühlampen bunt erscheinen.

2.2 Prüfung von Signallichtanlagen zur Regelung des Straßenverkehrs

Lichtsignalanlagen (Ampeln) werden auf ihre Fremdlichtempfindlichkeit geprüft. Der sich auf die Erkennbarkeit von Signalen negativ auswirkende Phantomlichteffekt ist bei flachen Sonnenständen am größten. Für den Testaufbau, abgebildet in Abbildung 2, wird ein Fremdlichtwinkel von 10° festgelegt. Die Beleuchtungsstärke an der Abschlussscheibe der Signalleuchte beträgt 40.000 lx. Im Abstand von 10 Metern ist ein Photometer in Hauptausstrahlrichtung zur Signalleuchte angebracht.

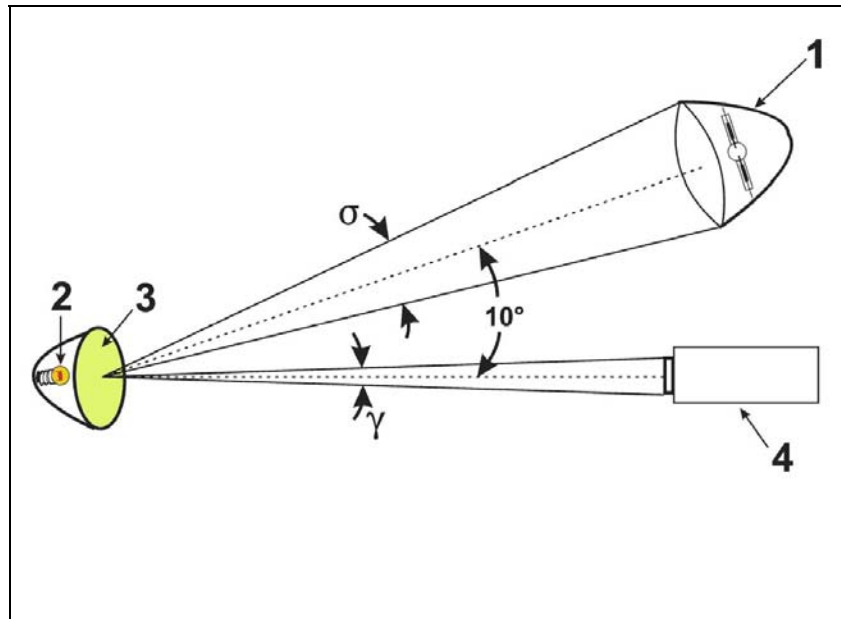


Abbildung 2: Messaufbau zur Prüfung von Signallichtern auf Fremdlichtempfindlichkeit
1 = Testprojektor, 2 = Lichtquelle der Signalleuchte, 3 = Abschlussscheibe der Signalleuchte,
4 = Photometer [Man05]

Der Test ermöglicht die Ermittlung einer Farbortverschiebung des Signallichtes bei Bestrahlung mit Fremdlicht. Es wird von Colour Washout gesprochen. Durch Festlegung bestimmter Grenzlinien im CIE-Farbdreieck besteht ein bewertbares Kriterium.

3 Material und Methode

Für die Untersuchungen von Fahrzeugrückleuchten werden kritische Beobachtungsgeometrien im Vorfeld getestet und eine geeignete Beobachtungsgeometrie ausgewählt. Diese Geometrie wird im Lichtkanal des LTI in einem statischen Versuchsaufbau nachgebildet, der reproduzierbare Testbedingungen ermöglicht. Es werden zwei Fahrzeuge in einem Abstand von 25 Metern simuliert. Weiterhin wird eine Tageslichtsimulation realisiert, die den Tagfall zur Adaptation der Probanden simuliert. Ein Sonnensimulator kann wahlweise eingeschaltet werden und die Rückleuchte des vorausfahrenden Kraftfahrzeuges mit Fremdlicht bestrahlen. Mit diesem Sonnensimulator wird eine Beleuchtungsstärke am Ort der Abschlussscheibe der Rückleuchte

von ca. 56.000 lx erreicht. Bestrahlt wird die Rückleuchte unter einem Winkel von 10° von oben zur Hauptausstrahlrichtung der Rückleuchte. In Abbildung 3 ist der prinzipielle Versuchsaufbau dargestellt. Die mit psychophysikalischen Untersuchungen zu ermittelnden Reaktionszeiten von 20 Probanden bei den zwei Messsituationen mit und ohne Fremdlichtbestrahlung der Rückleuchten sind die zur Bewertung verwendeten Messgrößen.

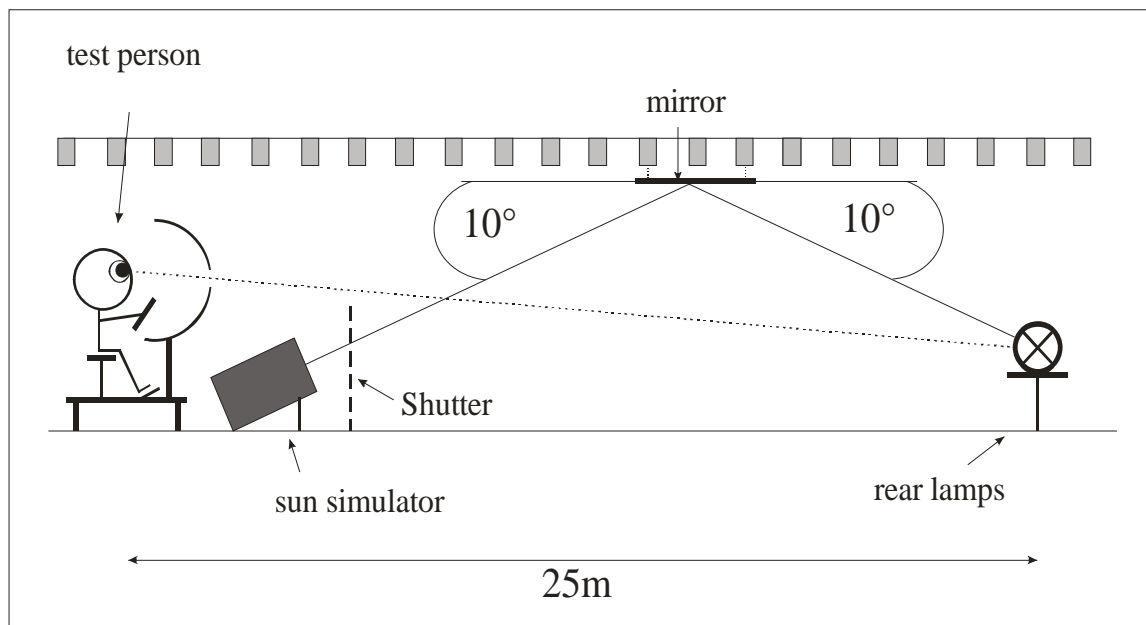


Abbildung 3: Versuchsaufbau in Seitenansicht

4 Ergebnisse

In dieser Studie sollen Reaktionszeiten und subjektive Bewertungen von 20 Testpersonen mittels psychophysikalischer Untersuchungen unter statischen Testbedingungen im Labor ermittelt werden.

4.1 Ermittlung der Reaktionszeiten

In den folgenden Abbildungen 4 und 5 sind die Reaktionszeiten für die Signale Fahrtrichtungsanzeiger und Bremslicht von acht aktuellen Rückleuchten dargestellt. Die roten Balken sind die Ergebnisse mit Fremdlichtbestrahlung und die blauen Balken ohne Fremdlichtbestrahlung.

Die Optik einer Rückleuchte hat großen Einfluss auf die Erkennbarkeit der Signale bei dem Einfluss von Fremdlicht. Die Erwartungen haben sich bestätigt, dass die Reaktionszeiten von nicht mit Fremdlicht bestrahlten Rückleuchten ca. 600 msec. betragen. Generell kann gesagt werden, dass die Reaktionszeitverlängerung bei Fremdlichtbestrahlung der Rückleuchten für den Fahrtrichtungsanzeiger größer sind als die für das Bremslicht. Weiterhin hat sich bestätigt, dass die Reaktionszeit einer

mit Fremdlicht bestrahlten Rückleuchte größer ist als die der nicht mit Fremdlicht bestrahlten Rückleuchte.

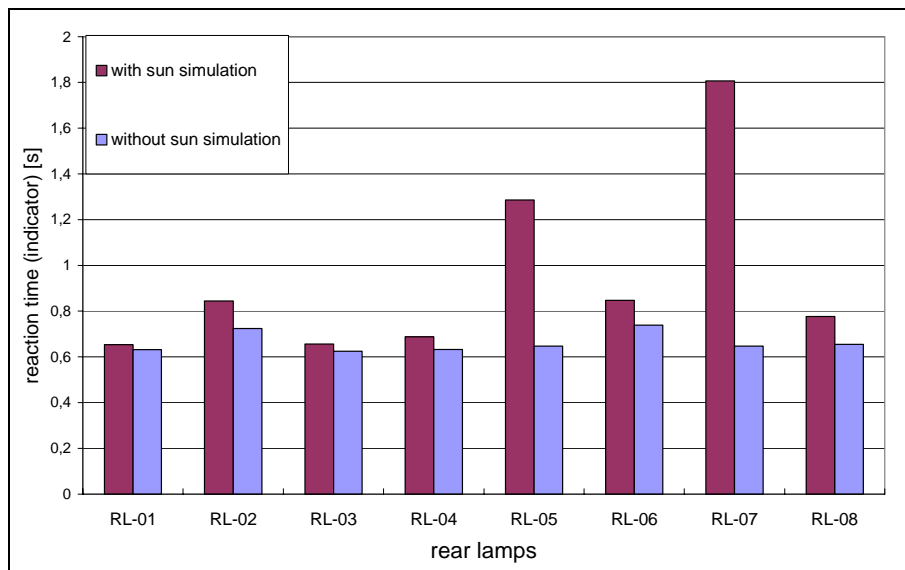


Abbildung 4: Reaktionszeiten für das Signal Fahrtrichtungsanzeiger mit und ohne Sonnenlichtsimulation

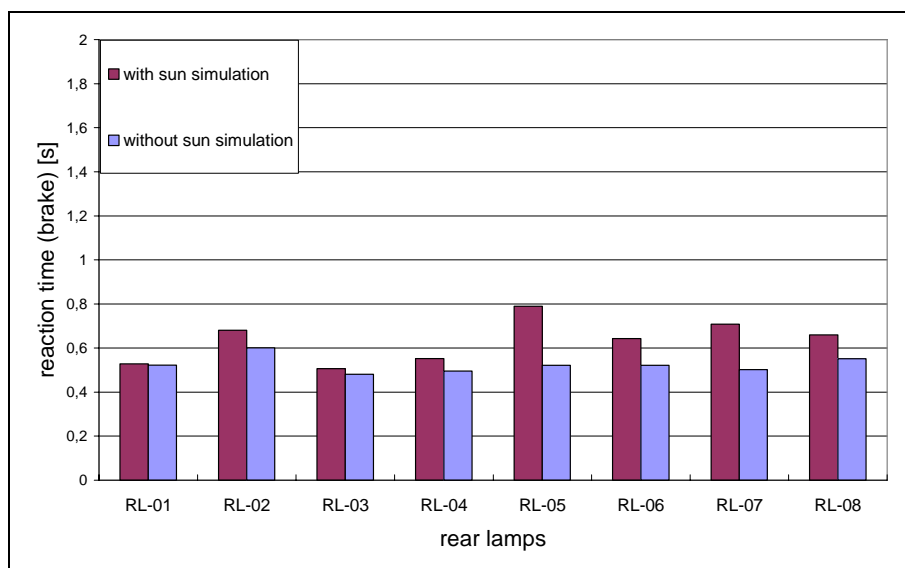


Abbildung 5: Reaktionszeiten für das Signal Bremslicht mit und ohne Sonnenlichtsimulation

Es gibt Optiken, die kaum einen Einfluss auf Fremdlicht aufweisen (RL-01, RL-03). Klare, farblose Abschlusscheiben ohne weitere Strukturen, sowie mit metallisch glänzenden Flächen verstärken wesentlich den Phantomlichteffekt. Die Reaktionszeit der auf Fremdlicht empfindlichsten Rückleuchte (RL-07) auf ein Signal erhöht sich bei Fremdlichtbestrahlung für den Fahrtrichtungsanzeiger um einen Faktor von 2,5 und für das Bremslicht um 1,5.

4.2 Subjektive Bewertung der Rückleuchten

Die Abbildungen 6 und 7 geben die Ergebnisse der subjektiven Bewertung für die acht Rückleuchten von 20 Testpersonen für die Signale Fahrtrichtungsanzeiger und Bremslicht zu den Versuchszeiten mit und ohne Fremdlichtbestrahlung der Rückleuchten wieder. Die roten Balken sind die Ergebnisse mit Fremdlichtbestrahlung und die blauen Balken ohne Fremdlichtbestrahlung. Die Testpersonen erhalten die Aufgabe, jedem Signallicht der zu untersuchenden Rückleuchten zu den jeweiligen Versuchsbedingungen eine Note zwischen eins und fünf zu geben. Eine eins bekommt ein sehr gutes Signal und eine fünf ein Schlechtes. Bewertungskriterien sind dabei die Intensität, die Fläche und die Farbe des Signals, sowie eine mögliche Blendung der Testperson.

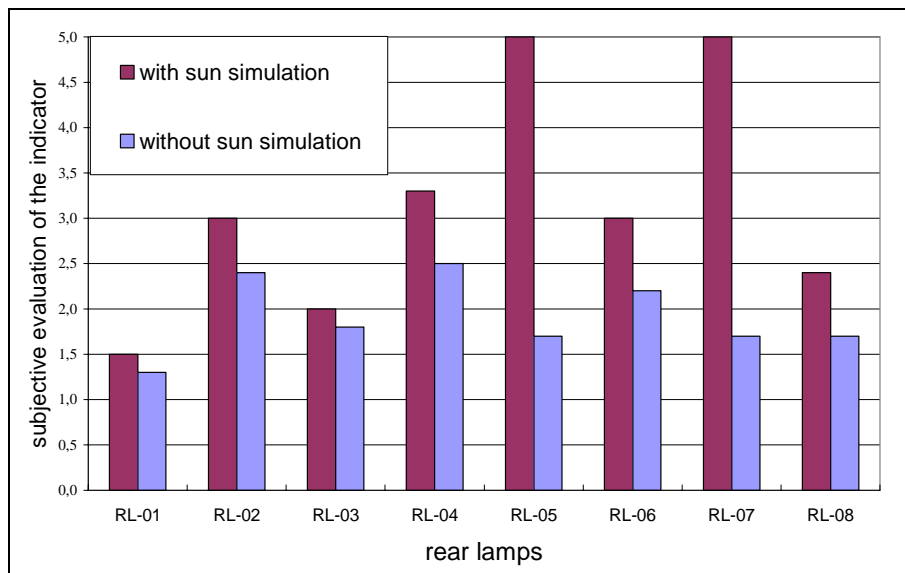


Abbildung 6: Subjektive Bewertung für das Signal Fahrtrichtungsanzeiger mit und ohne Sonnenlichtsimulation

In den Abbildungen 6 und 7 ist ersichtlich, dass die Rückleuchten RL-05 und RL-07 schlechte Noten bei Fremdlichtbestrahlung bekommen. Ohne Fremdlichtbestrahlung hingegen werden sie zwischen eins und zwei benotet.

Andere Rückleuchten (RL-01, RL-03) zeigen kaum Unterschiede bei der subjektiven Bewertung mit Fremdlichtbestrahlung und ohne Bestrahlung mit Fremdlicht. Diese beiden Rückleuchten werden zwischen eins und zwei benotet.

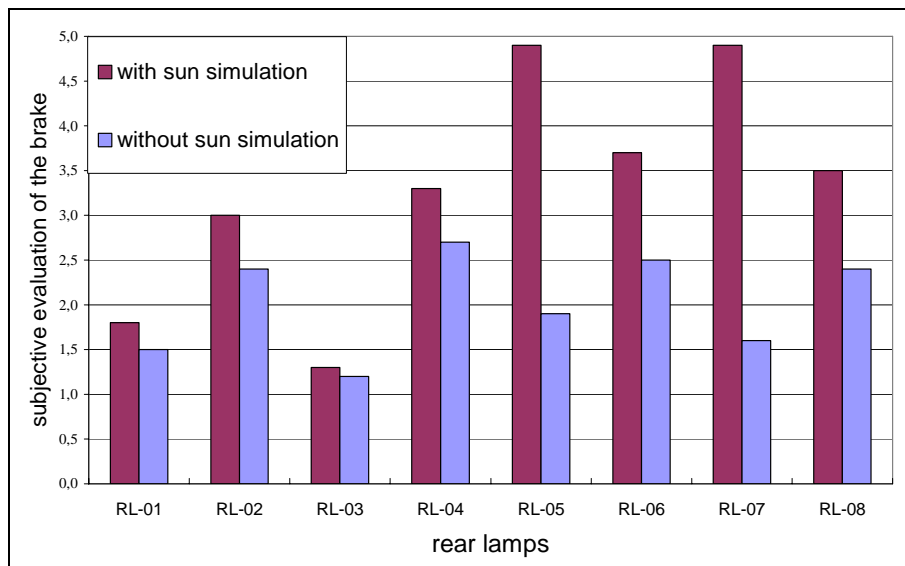


Abbildung 7: Subjektive Bewertung für das Signal Bremslicht mit und ohne Sonnenlichtsimulation

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die untersuchten Rückleuchten weisen unterschiedlich große Fremdlichtempfindlichkeiten auf. Das Ausmaß der Erhöhung der Reaktionszeiten einiger Rückleuchten ist als kritisch zu betrachten. Die Ergebnisse der subjektiven Bewertung zeigen ähnliche Ergebnisse.

Im Bereich der Fahrzeugbeleuchtung besteht die Notwendigkeit einer Überarbeitung der Prüfkriterien der ECE-Regelungen für die Signale von Rückleuchten. Der negative Einfluss des Phantomlichtes ist zu begrenzen.

Zurzeit sind acht Rückleuchten getestet worden. Weitere aktuelle Rückleuchten wurden ausgewählt und werden in der nächsten Zeit getestet. Zusätzlich zu dieser Studie wurden andere Untersuchungen durchgeführt oder sind in Planung. So wurden zum Beispiel Messungen zur Ermittlung der Farbortverschiebung der Signale bei Fremdlichtbestrahlung durchgeführt und der Einfluss der Rückleuchtenoptik auf Fremdlicht durch Aufnahme der reflektierten Beleuchtungsstärke ermittelt. Eine Analyse der zu den Testbedingungen aufgenommenen Leuchtdichtebilder folgt.

Ziel der Untersuchungen ist es, ein gutes reproduzierbares Testverfahren zu entwickeln, welches geeignet ist, als Basis für Verhandlungen zur Verbesserung der relevanten ECE-Regelungen beizutragen.

Literatur:

- [Enk79] *Enke, K.* Possibilities for Improving Safety within the Driver Vehicle Environment Loop. 7th Int. Technical Conference On Experimental Safety Vehicle, Paris, 1979

- [Haar80] *Gerd Haar.* Fremdlichtempfindlichkeit bei Kraftfahrzeugheckleuchten – Möglichkeiten zur Minderung. Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) 82, 1980

- [Man05] *Karl Manz.* Colour Washout Test Procedure for Signalling Lamps. ISAL 2005 Symposium, Darmstadt University of Technology

- [War02] *Lora Warshawsky-Livine, David Shinar.* Effects of uncertainty, transmission type, driver age and gender on break reaction and movement time. Journal of safety and research, Chicago, 2002