

Lux junior 2011

Abstracts

10. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs

23. bis 25. September 2011

Dörnfeld bei Ilmenau

Veranstalter:

Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Maschinenbau
Fachgebiet Lichttechnik

und

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V. (LiTG)
Bezirksgruppe Thüringen-Nordhessen

PF 100565, D-98684 Ilmenau
Tel. (03677) 69-3735, Fax (03677) 69-3733

12:30 Uhr	Eröffnung (Opening)	
13:00 Uhr	Bodrogi, P. (Darmstadt): Das Sehen im mesopischen Bereich: Physiologische und lichttechnische Aspekte (Vision in the mesopic range: Physiological and lighting engineering aspects)	10 11
13:45 Uhr	Lindig, K. (Jena): Datenbrillen, eine optisch-lichttechnisch-optronische Herausforderung (Data Glasses, photometrical and optical aspects)	12 13
14:30 Uhr	Seifert, D. (Hamburg): Systeme der Lichtsteuerung und ihre Anwendung (Lighting Control Systems and her usage)	14 15
15:15 Uhr	Krause, N.; Brückner, S.; Bodrogi, P.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Spektrales Reflexionsverhalten und Farborte von natürlichen und künstlichen Oberflächenfarben – Konsequenzen für die Farbauswahl für den neuen Farbwiedergabeindex (Spectral reflectance and chromaticity of natural and artificial surface colors – consequences for the color selection for the new color rendering index)	16 17
15:35 Uhr	Böll, M.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Stand der heutigen LED-Innenraumleuchten aus lichtmesstechnischer und planerischer Sicht (Current quality of the LED-interior luminaires from a light-measuring and planing view)	18 19
15:55 Uhr	Kaffeepause (Coffee Break)	
16:45 Uhr	Polin, D.; Haferkemper, N.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Messungen vom Augenpupillen-Durchmesser - Notwendigkeit, Experimentaufbau, erste Ergebnisse (Determination of the human eye pupil diameter- needs, experimental set-up, first results)	20 21
17:05 Uhr	Wendel, S., Neumann, C. (Karlsruhe): Bestimmen multipler Lichtschwerpunkte aus Rayfiles (Constructing multiple focal points using rayfiles)	22 23
17:25 Uhr	Sischka, I. (Aachen): Philips Lumiblade – Creating the Future with OLED Lighting	24 25
18:30 Uhr	Abendbuffet (Dinner)	

8:30 Uhr	Rusnák, A.; Smola, A. (Bratislava, SK): Spectrum of daylight and sky type	27
8:50 Uhr	Petrov, O. L. (Ruse, BG): Energyefficiency Street Lighting with LED Lighting Fixtures	29
9:10 Uhr	Ueberschaer, A.; Walkling, A. (Ilmenau): Unterschiedswahrnehmung bei inhomogenen Leuchtdichtefeldern und Bewertung des spektralen Einflusses auf die Akzeptanz in der Straßen- beleuchtung (Perception of luminance difference threshold in complex fields and the effect of lamp spectrum on acceptance under road lighting conditions)	30 31
9:30 Uhr	Janík, M.; Gašparovský, D. (Bratislava, SK): Study of glare evaluation methods for application in traffic	33
9:50 Uhr	Präsentation aller Poster (Poster Presentations)	
9:50 Uhr	Petrinska, I. C.; Filipov, F. F.; Dimov, T. Z.; Filipova, K. W. (Sofia, BG): Intelligent Lighting Control System for Education Buildings	35
9:55 Uhr	Nikolova, K.; Pachamanov, A.; Trifonov, N.; Gadjeva, E. (Sofia, BG): A real converter of "Boucherot" type eith reactor with ferromagnetic core for applications in lighting technology	37
10:00 Uhr	Bieske, K; Vandahl, C. (Ilmenau): Licht und Gesundheit an Industriearbeitsplätzen (Light and health in factory work places)	39
10:05 Uhr	Lindner, D.; Sperling, A. (Braunschweig): Historie der Lichtstärkeinheit (Zusammenfassung) (History of the unit of luminous intensity (Summary))	40 41
10:10 Uhr	Bielawny, A. (Paderborn): Efficient Raytracing Methods for Light Simulation	42 43
10:15 Uhr	Vasilev, H.; Gueorgiev, V.; Draganova, I. (Sofia, BG): Light efficiency of LED Road Luminaires with Flat Protective Glass	45
10:20 Uhr	Gueorgiev, V.; Draganova, I.; Ganchev, G. (Sofia, BG): Analyses of Thermal Regime of LEDs during the Disign of Luminaires	47
10:25 Uhr	Kaffeepause und Posterbesichtigung (Coffee Break)	

11.00 Uhr	Bensel, S.; Köth, K.; Völker, S. (Berlin): Untersuchung des Lichtstromverhaltens von LED-Leuchten in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur (Influence of variations in ambient temperature on the luminous flux performance of LED luminaires)	48 49
11.20 Uhr	Pape, S.; Sperfeld, P. (Braunschweig): Strahlergestützte Spektroradiometrie (Source-Based Radiometry)	50 51
11.40 Uhr	Schuster, M.; Lindner, D.; Eltmann, M. (Braunschweig); Ulrich, H.-G. (Berlin); Sperling, A. (Braunschweig): Charakterisierung von skotopischen Leuchtdichtemessgeräten (Characterisation of scotopic luminance meters)	52 53
12.00 Uhr	Zschenker, A.; Lindner, D.; Schuster, M.; Eltmann, M.; Sperling, A. (Braunschweig): Nichtlinearitätsmessungen an Leuchtdichtemesskameras (Non-linearity measurements on imaging luminance measurement devices (ILMDs))	54 55
12.20 Uhr	Günther, A.; Gründer, K.-P. (Berlin): Messung von Reflexions- und Emissionseigenschaften fluoreszierender Materialien mit der Zwei-Monochromatoren Methode (Measurement of Reflectance and Emission Characteristics of Fluorescent Materials using the Two-Monochromator Method)	56 57
12.40 Uhr	Mittagspause (Lunch Break)	

13.50 Uhr	Porokhnya, S. V. (Moskau, RUS): The study of light and biological effectiveness of artificial lighting	59
14.10 Uhr	Michenfelder, S.; Neumann, C. (Karlsruhe): Einfluss einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf die Erkennbarkeit von Sehobjekten im nächtlichen Straßenverkehr (Influence of ambient interior lighting on the visibility of visual objects in the night traffic)	60 61
14.30 Uhr	Kern, Y.; Hennig, R. (Leipzig): Kundenorientierte Nutzung von Licht und Farbe zur Verbesserung von Werbewirkung und Rezeption in der Lichtwerbung (Customer-oriented application of light and color for the improvement of advertising impact and reception of luminous advertising)	62 63
14.50 Uhr	Vassilev, N.; Petrinska, I.; Pavlov, D; Zgurev, A. (Sofia, BG): Perspectives and problems of the architectural lighting of Sofia	65
15.10 Uhr	Liedtke, C. (Berlin): Gütekriterien zur Bewertung der Lichtqualität in Innenräumen (Criteria for lighting quality in interiors)	66 67
15:30 Uhr	Nikolova, K.; Pachamanov, A.; Trifonov, N.; Gadjeva, E. (Sofia, BG): Group LED supply with a real three-phase converter of “Boucherot” type	69
15.50 Uhr	Kaffeepause	

16.30 Uhr	Prasse, M. (Leipzig): Die optischen Eigenschaften der Wirbeltiernetzhaut (The optical properties of the vertebrate retina)	70 71
16.50 Uhr	Velinov, K.; Pipev, R.; Velinova, P. (Sofia, BG): LED Beleuchtungsanlagen. Ziele, Problematik und Ausführung (LED lighting fixtures. Objectives, issues and implementation)	72 73
17.10 Uhr	Herbold, C.; Scholdt, M.; Schneider, M.; Neumann, C. (Karlsruhe): Entwurf und Aufbau eines UV-LED Moduls mit hoher Leistungsdichte (Design of a high power density UV-LED module)	74 75
17:30 Uhr	Georgiev, V.; Petrinska, I. (Sofia;BG): Inverse Problems in LED secondary optics design	77
17:50 Uhr	Scholdt, M.; Perner, M.; Beyer, C.; Bühler, C.; Neumann, C. (Karlsruhe) Aufbau einer Langzeitmessung von LED-Systemen (Construction of a long-term measurement of LED systems)	78 79
18:30 Uhr	Abendessen (Dinner)	

8:30 Uhr	Schreck, J. (Hildesheim): Beleuchtete und hinterleuchtete Bildflächen im Vergleich (Comparing wallwashed and back-lit image areas)	80 81
8:50 Uhr	Balaš, Z. Smola, A. (Bratislava, SK): Influence of intelligent control systems on parameters of public lighting	83
9:10 Uhr	Kraft, V. (Lippstadt); Hemsel, T. (Paderborn): Einfluss elektrischer Ansteuerungsparameter auf den Degradationsprozess organischer Leuchtdioden (Influence of electrical control parameters on the degradation behaviour of organic light emitting diodes)	84 85
9:30 Uhr	Übler, R. (Pfaffenhofen) Night Distance Light	86 87
9:50 Uhr	Stroop, P.; Locher, J. (Lippstadt): Operationalisierung von Sicherheit und Akzeptanz am Beispiel Markierungslicht (Operationalization of safety and acceptance using the example of marking light)	88 89
10:10 Uhr	Kaup, M. (Lippstadt): Einsatz von hochtransparenten Flüssigsilikonem in Kraftfahrzeugscheinwerfern (Application of highly transparent liquid silicone rubber in automotive headlamps)	90 91
10:30 Uhr	Kaffeepause (Coffee Break)	

10.50 Uhr	Kettwich, C. (Karlsruhe): Fernlichtnutzung bei Fahrt mit Nachtsichtsystem (High-beam usage while driving with an active night vision enhancement system)	92 93
11.10 Uhr	Jebas, C. (Karlsruhe): Einfluss von Warnsichtsystemen im Automobil auf die visuelle Wahrnehmung von Fahrzeugführern (Influence of warning-light-systems on the visual perception of car drivers)	94 95
11.30 Uhr	Foltin, J. L.; Ehlgren, T. (Leonberg); Schierz, Ch. (Ilmenau): Untersuchungsmethode zur Bewertung von Flicker bei geteiltem Beleuchtungsfeld (Method for Flicker Evaluation under Divided Illumination Condition)	96 97
11.50 Uhr	Grunert, C.; Gonter, M.; Köther, G. (Wolfsburg); Vollrath, M. (Braunschweig): Die Nutzung von Licht als alternatives Warnkonzept in kritischen Verkehrssituationen (The use of light as alternative warning strategy in hazardous traffic situations)	98 99
12.10 Uhr	Willeke, B. (Lippstadt): Optimierte Lichtverteilung für ein LED-basiertes Landescheinwerfersystem einer Boing 787 – Erhöhung der Flugsicherheit im Landeanflug durch verbesserte Umweltwahrnehmung (Light distribution optimization of an LED-based landing light system for a Boeing 787 – Safety increase upon landing by improved surrounding cognition)	100 101
12:30 Uhr	Verabschiedung (Closure)	
12:40 Uhr	Mittagessen (Lunch)	

Das Sehen im mesopischen Bereich - Physiologische und lichttechnische Aspekte

*PD Dr.-Ing. habil. Peter Bodrogi, Technische Universität Darmstadt
bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

In der Kfz- und Straßenbeleuchtung finden die Sehaufgaben der Verkehrsteilnehmer im mesopischen Bereich zwischen $0,05 \text{ cd/m}^2$ und $5\text{-}10 \text{ cd/m}^2$ statt. Die wichtigsten Sehaufgaben schließen die visuelle Bewertung der Helligkeitsempfindung, den visuellen Suchvorgang, die Detektion der Sehobjekte, die Reaktion auf diese Sehobjekte sowie die Erkennung dieser Sehobjekte ein. Dabei erweist sich die Sehaufgabe der Objektdetektion als Grundlage für eine schnelle Reaktion besonders verkehrsrelevant.

Die Bewertung der wahrgenommenen Helligkeit der gesamten Straßenszene ist ein längerer Vorgang. Die insgesamt vorhandene, von den Objekten reflektierte Lichtmenge wird dabei visuell erfasst. Das Erkennen eines Sehobjektes geschieht auf Grund dessen Detailausprägungen, die auf der Netzhaut des Beobachters örtlich fein aufgelöst werden. Im mesopischen Bereich ändert sich der Wahrnehmungsmechanismus des menschlichen Sehsystems sehr stark. Entscheidende Einflussparameter sind die Sehaufgabe, das Leuchtdichteniveau, die Lichtfarbe der Beleuchtung und die Position des Sehobjektes.

Die deutliche Abhängigkeit der mesopischen Wahrnehmung von den o. g. Parametern hängt damit zusammen, dass die Wechselwirkungen der beiden Rezeptortypen der Netzhaut (L-, M- und S-Zapfen sowie Stäbchen) den Sehvorgang im Dämmerungsbereich bestimmen. So werden die verschiedenen Rezeptorsignale in Abhängigkeit der Einflussparameter im Verlauf der Verarbeitung im Sehsystem unterschiedlich kombiniert.

Die herkömmliche Photometrie - das heißt die auf der $V(\lambda)$ -Funktion basierenden Größen der photopischen Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke - beschreibt nur die Sehaufgabe der zentralen Objekterkennung. Daran sind aber nur die L- und M-Zapfen beteiligt. Somit ist die Anwendbarkeit der photopischen Leuchtdichte auf das Erkennen von kleineren fovealen Sehobjekten bis zu einer Größe von 2° begrenzt. Diese Bedingung hat, wie oben erläutert, jedoch lediglich eine untergeordnete Bedeutung im alltäglichen Verkehrsgeschehen. Zur Beschreibung der verkehrsrelevanten mesopischen Sehaufgaben müssen mesopische Sehmodelle eingesetzt werden.

Literatur

P. Bodrogi, T.Q. Khanh, Kapitel III-1.1.1 (Sehen: mesopische Sehleistung) in der 51. Ergänzungslieferung (03/11) des Handbuchs für Beleuchtung (Lange), www.hjr-verlag.de, 2011.

Vision in the mesopic range - Physiological and lighting engineering aspects

*PD Dr.-Ing. habil. Peter Bodrogi, Technische Universität Darmstadt
bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

In automotive and street lighting, visual tasks are carried out in the mesopic range between 0.05 cd/m^2 and $5\text{-}10 \text{ cd/m}^2$. The most important visual tasks include brightness perception, visual search, object detection, and the reaction to and recognition of these objects. The visual task of detection is the basis of a quick reaction hence it is especially relevant to night-time traffic.

The assessment of the perceived brightness of the entire street is a long procedure where the entire amount of light reflected from all objects in the scene is evaluated visually. Object recognition is based on the visual details of the object to be resolved spatially on the retinal mosaic of the observer. In the mesopic range, the state of adaptation of all mechanisms of the human visual systems changes rapidly with illuminance level influenced by several parameters including visual task, luminance level, light source chromaticity and object position.

These changes of mesopic visual performance are caused by the varying interactions among the different light receptors of the retina, L-, M- and S-cones as well as the rods. It is the interacting signals of these receptors that determine the properties of the visual pathways contributing to mesopic visual perception and performance. Depending on the above mentioned parameters, receptor signals are combined in a different way.

In the mesopic range, conventional photometry - the concepts of luminance and illuminance based on the $V(\lambda)$ function – can account for only one specific visual task i.e. central (foveal) object recognition including a weighted sum of L- and M-cone signals only. Hence, photopic luminance and photopic luminance contrast can be applied only to predict the performance of the visual task of recognizing small ($\leq 2^\circ$) foveal objects. But latter visual task is not relevant for the human observer involved in night-time traffic, as seen above. To predict the visual performance of relevant mesopic visual tasks especially object (visual target or obstacle) detection, models of mesopic visual performance shall be used.

Literature

P. Bodrogi, T.Q. Khanh, Kapitel III-1.1.1 (Sehen: mesopische Sehleistung) in der 51. Ergänzungslieferung (03/11) des Handbuchs für Beleuchtung (Lange), www.hjr-verlag.de, 2011.

Datenbrillen, eine optisch-lichttechnisch-optronische Herausforderung

*Dipl.-Ing. Karsten Lindig, Carl Zeiss AG Jena, Corporate Research and Technology
lindig@zeiss.de*

Die aktuellen Trends der mobilen Kommunikation zeigen, dass der Informationsfluss (SMS, Newsticker, Navigation, soziale Netzwerke, Biometriedaten...) stetig zunimmt und diese Informationen entsprechend visualisiert werden müssen.

Die Darstellung auf Handydisplays ist aber in vielen Fällen sehr nachteilig, da man nur sehr eingeschränkt "hands free" agieren kann. Daher liegt es nahe, diese Informationen in anderen Medien wie z.B. Sonnenbrillen, Sportbrillen, Korrekturbrillen, Visieren einzuspiegeln. Hierbei ergeben sich viele Randbedingungen, was die Themen Ergonomie/Design, Gewicht/Bauraum, Performance des virtuellen Bildes/Brillenglasdurchsicht, Workflow/Bedienung, Betriebszeit und Herstellkosten betrifft. Diese Randbedingungen hängen sehr stark miteinander zusammen, wirken aber zumeist gegenläufig. Der Erfolg eines zukünftigen "Datenbrillen" Produktes hängt also sehr stark von der Erreichung dieser Parameter ab.

In dem Vortrag "Data Glasses" werden die lichttechnisch-optischen-optronischen Zusammenhänge erläutert sowie Untersuchungsergebnisse und Lösungsansätze gezeigt, die in verschiedenen Zeiss-BMBF-Forschungsprojekten generiert und evaluiert wurden.

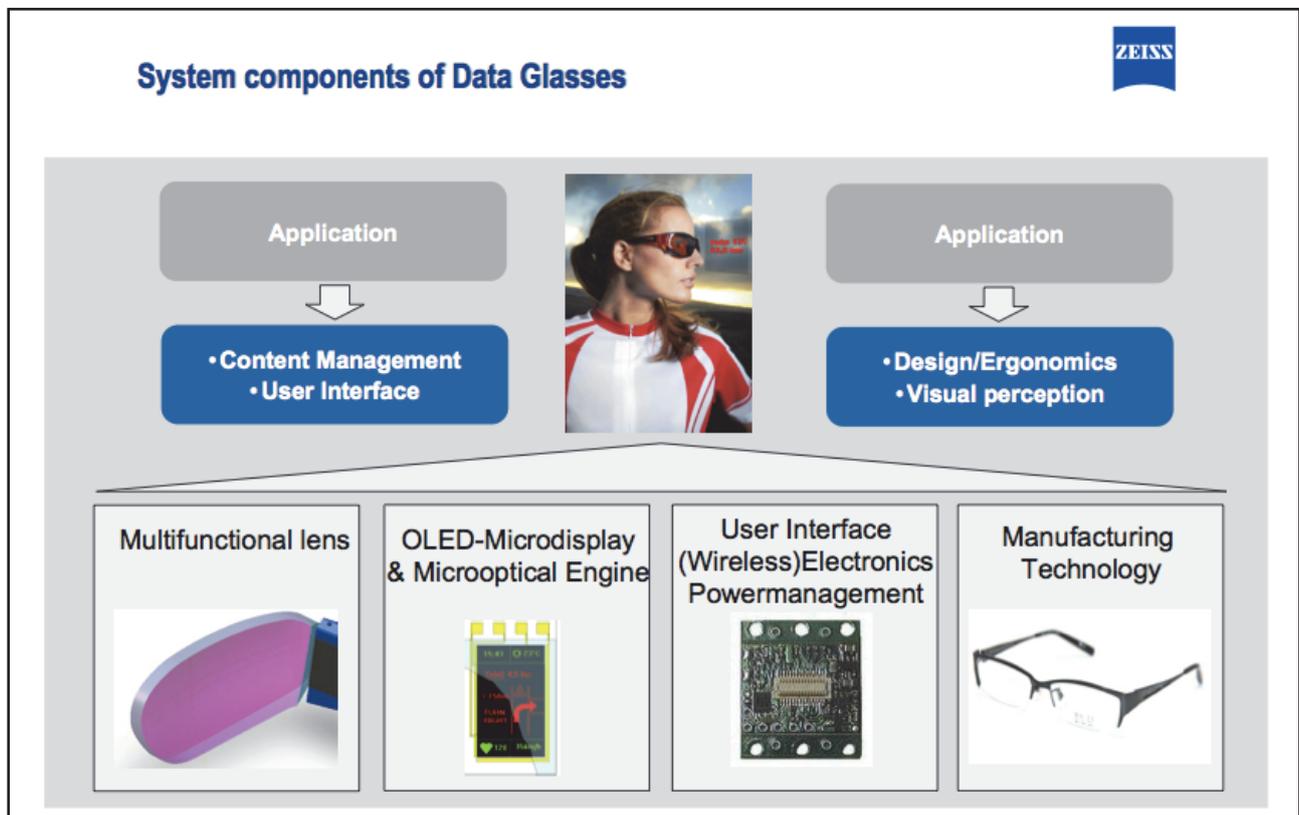
Data Glasses, photometrical & optical aspects

Dipl.-Ing. Karsten Lindig, Carl Zeiss AG Jena, Corporate Research and Technology
lindig@zeiss.de

Actually trends in mobile Communications show, that the information flow (New-sticker, Navigation, Social Network, Biometry data...) is rising continuously. These information have to be visualized.

Visualization on handy display has in many cases the disadvantage of not "hands free". That's why there is a need for alternative data visualization in eye glasses (prescription lenses, sports eye ware, sun glasses, ...) and visors (ski-goggles, diving masks, motor head). This application offers a lot of technical limitations for ergonomic/design, weight/size, image performance and see-through performance, workflow/user interface, operation time and manufacturing costs. There are a relationship between these technical conditions. For the successfully new business product "data glasses" there have to be a very good compromise

In the presentation there will be shown the photometric-optic and optronic relationships and results of data glass research at Carl Zeiss in the last 4 years.



Systeme der Lichtsteuerung und ihre Anwendung

Dipl.-Ing. Dirk Seifert, Kontakt: dirk.seifert@philips.com
Philips GmbH Professional Lighting Solutions
Lübeckertordamm 5 D-20099 Hamburg
LiAS Lighting Application Support



Die Technik ermöglicht heute auf unterschiedlichste Weise eine Realisierung von Lichtsteuerungen. Eine Auswahl der passenden Steuerung für die gewünschten Lichtinszenierung muss unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte erfolgen. Wie wäre es – die KISS Strategie (keep it simple, stupid and short) dabei zu verfolgen? Also so einfach und minimalisiert wie möglich die Steuerung zu einem Lichtkonzept entwickeln. Einfach bedienbar entsprechend dem Bedarf.

Gründe Licht zu steuern gibt es viele – zwei der wichtigsten sind:

1. Energie sparen – Licht flexibel in der benötigten Qualität nur im benötigten Zeitraum verfügbar haben
2. Ambiente, Physiologie und Psychologie – ergonomische Effekte, Einfluss auf Wohlbefinden und Gefühl



Ansätze und Entwicklungsschritte in einem Projekt aus Steuerungstechnischer Sicht:

Design Phase – Konzept der Lichtlösung - warum welches Licht wo - gewünschte Funktionalitäten
Technisches Design – Details der Leuchten , Schnittstellen und Komponenten
Planung und Vorbereitung – Konzept zur Einrichtung und Verbindung der Systeme
Stückliste und Festlegungen zur Programmierung – Szenen, Abläufe usw.

Mögliche Funktionalitäten einer Lichtsteuerung können sein:

- Manuell Schalten und Dimmen
- Sensorgesteuert Schalten oder Regeln (Tageslicht, Präsenz von Personen, Temperatur, Wind usw.)
- Zeitgesteuert Schalten oder Regeln
- Abruf von statischen oder dynamischen Lichtszenen (z.B. Intensitäts- oder Farbtemperaturänderung, RGB usw.)
- Bedienung (Schnittstelle „Mensch“) über Taster, IR, Funk, interaktiv usw.
- Überwachung zur Verbrauchserfassung / Monitoring / Sicherheit
- Integration in andere Gebäudesysteme



Bild: Philips Lighting
Zürich (CH) Restaurant
L'heure bleue

Verfügbare Lichttechnik und Schnittstellen

Leuchten können mit unterschiedlichsten Schnittstellen geschaltet und geregelt werden. Das ist abhängig von den eingesetzten Lichtquellen und den Vorschaltgeräten.

- Nur Schaltbar
- dimmbar über Phasenabschnitt- oder Phasenanschnittdimmer
- Schnittstelle Touch & Dim
- Schnittstelle 1-10V
- Schnittstelle DALI / DSI (Tridonic)
- Schnittstelle DMX
- Schnittstelle Ethernet (IP Adresse) oder auch über Funk

Zu gebäudetechnischen Systemen wie EIB/KNX, LON, Ethernet, W-LAN oder anderen Netzwerken gibt es in der Regel entsprechende Bausteine zur Konvertierung von Steuersignalen. Bei größerer Komplexität wird eine Steuerung bei Investition in Technik und Programmierung einen höheren Aufwand erfordern. Wichtig ist, sich schon bei Beginn des Projektes über den Inhalt (Content) einer Lichtinszenierung Gedanken zu machen.

(Bilder Philips Lighting)

Lighting Control Systems and her usage

Dipl.-Ing. Dirk Seifert, Kontakt: dirk.seifert@philips.com
Philips GmbH Professional Lighting Solutions
Lübeckertordamm 5 D-20099 Hamburg
LiAS Lighting Application Support



Today's technology allows different realization ways of lighting controls. To choose the right light control system for the wished lighting design follows different aspects. What about the KISS strategy (keep it simple, stupid and short) ? To develop a lighting and controls concept as simple and mineralized as possible. Easy usable according to demand.



Reasons to control lighting systems are different – two of the most important are:

1. Save energy (harvesting) – having the light flexible in the needed quality only during the right time
2. Ambience atmosphere, Physiology and Psychology – ergonomic effects, influence to well being and emotions

Basic approaches and steps of development in one project out of the view of lighting controls:

Design Phase – concept of the light solution – why which light were – wished functionalities

Technical design – details of luminaires , interfaces and components

Engineering and preparation – set up arrangement and connection of the systems

Bill of material and predefinition to programming – scenes, timelines, sequences etc.

Possible functionalities of a lighting control system could be:

- Manually switching and dimming
- Sensor controlled switching and regulating (Daylight, presence of persons, temperature, wind etc.)
- Time controlled switching and dimming
- Call of static or dynamic lighting scenes (for example change of intensity or color temperature, RGB etc.)
- Handling (interface „man“) by switches, IR, on air, interactive etc.
- Monitoring of consumption / logging / supervision / security
- Integration in other building control systems



Pic.: Philips Lighting
Zürich (CH) Restaurant
L'heure bleue

Available lighting technology and interfaces

Luminaires could be controlled (switch and dimm) by different interfaces. This depends on the light sources and the ballasts.

- Only switchable
- Dimmable by phase angle control as phase cut or phase section principle
- Interface Touch & Dim
- Interface 1-10V
- Interface DALI / DSI (Tridonic)
- Interface DMX
- Interface Ethernet (IP Adresse) or radion controlled (on air)

To building control systems like EIB/KNX, LON, Ethernet, W-LAN or other network connections are different converters on the market to convert control signals between the systems. As bigger the complexity of a control system developed, as much more is given in investition to technology and programming. Important is think about and to develop the „content“ of the light staging, the scenes and all in the beginning of a project.

(Pic Philips Lighting)

Spektrales Reflexionsverhalten und Farborte von natürlichen und künstlichen Oberflächenfarben – Konsequenzen für die Farbauswahl für den neuen Farbwiedergabeindex

Dipl.-Ing. (FH) Nathalie Krause, Dipl.-Ing. S. Brückner, Dr. P. Bodrogi, Prof. T. Q. Khanh,
TU Darmstadt
krause@lichttechnik.tu-darmstadt.de

Bis Anfang dieses Jahres wurde an einer neuen Definition des Farbwiedergabeindex gearbeitet. Auslöser dafür war die Feststellung, dass die bereits bestehenden Indizes (z.B. CRI von CIE oder CQS von Y. Ohno) für LEDs zu schlechte Ergebnisse lieferten.

An der TU Darmstadt wurde ein neuer Farbwiedergabeindex (RCRI) entwickelt, der insbesondere für eine Beleuchtung mit LEDs korrektere Werte liefern soll. Dabei ist es wichtig zu wissen, für welche Oberflächenfarben dieser neue Formelsatz gültig sein soll. Daher beschäftigt sich dieser Beitrag mit dem spektralen Reflexionsverhalten natürlicher und künstlicher, gesättigter und ungesättigter farbiger Objekte. Es soll geklärt werden, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede die Spektren dieser verschiedenen Objektfarben aufweisen.

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, alle ermittelten Spektren auf etwa 30 Oberflächenfarben zu reduzieren, die möglichst gleichverteilt im CIECAM02-UCS-Farbraum sollen. Der von der TU Darmstadt neu entwickelte Index basiert auf den Farbabständen, die in diesem CIECAM02-UCS-Farbraum berechnet werden. Diese Farbdifferenzmetrik wurde gewählt, da sie am besten mit den visuell wahrgenommenen Farbdifferenzen übereinstimmt.



Abbildung 1: Auswahl an vermessenen Objekten

Spectral reflectance and chromaticity of natural and artificial surface colors – consequences for the color selection for the new color rendering index

Dipl.-Ing. (FH) Nathalie Krause, Dipl.-Ing. S. Brückner, Dr. P. Bodrogi, Prof. T. Q. Khanh,
TU Darmstadt
krause@lichttechnik.tu-darmstadt.de

By the beginning of 2011, it was worked on a new definition for the color rendering index as the already existing indices (e.g. CRI from CIE or CQS from Davis and Ohno) provide too bad results.

At the TU Darmstadt, a new index (RCRI) was developed which shall provide better values for illumination with LEDs. To do that, it is important to know for which surface colors this index shall be valid. So this article deals with the spectral reflectivity of natural and artificial, saturated and unsaturated objects. The aim is to find out, which similarities and differences the spectra of those object colors have.

At the end of this research, all spectra shall be reduced to approximately 30 colors which are positioned uniformly distributed at the CIECAM02-UCS color space. The new RCR-index is based on the color differences which are computed in this color space. The CIE-CAM02-UCS color appearance model was chosen as it matches best with the visual perceived color differences.



Figure 1: Some used test objects

Stand der heutigen LED Innenraumleuchten aus lichttechnischer und planerischer Sicht

*Dipl.-Ing. Marvin Böll, Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh, Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik, Hochschulstr. 4a, 64289 Darmstadt
boell@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

Grundsätzlich sind die Gütekriterien von Beleuchtungsanlagen, welche in der DIN 12464 aufgeführt sind, auch für LED Applikationen gültig, dass z.B. Tageslichtes mitberücksichtigt wird und eine gute Licht- und Farbqualität geachtet werden muss. Einige Kriterien sind, abhängig von der Tätigkeit mit einem Zahlenwert belegt (z.B. Beleuchtungsstärke, UGR) während anderen (z.B. angenehmes Lichtklima) nur verbal beschrieben werden und so dem Planer einen gewissen Freiraum lassen.

In der Innenraumbeleuchtung finden Hochleistungs-LEDs vermehrt Einsatz als Alternative zu den bereits etablierten Leuchtstofflampen. Bisherige LED Leuchten für den Innenraum unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Bauweise von konventionellen Leuchten dahingehend, dass für die Lichtlenkung eher Linsen anstelle von Reflektoren benötigt werden. Des Weiteren spielt das thermische Management eine weitausgrößere Rolle da die Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf die Performance und die Lebensdauer der Leuchte hat.

Aus lichttechnischer Sicht bieten LEDs diverse Vorteile wie eine kürzere Einbrennzeit, mehr Flexibilität bei der Generierung eines gewünschten Spektrums und bessere Licht- und Farbqualität. Erste Messungen am FGLT haben ergeben, dass die aktuellen LED-Lösungen für den Innenraumbereich, was Lichtausbeute und Lichtstrom betrifft, nur vereinzelt den gängigen Technologien gleichkommen.

Der beabsichtigte Beitrag/Vortrag zeigt Ergebnisse aus einer Reihe von Untersuchungen und Simulationen, die am Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt durchgeführt wurden. Die ermittelten Ergebnisse verdeutlichen in einem Vergleich die Eigenschaften von LED-Leuchten im Vergleich zu anderen konventionellen Leuchten.

Current status of the LED-interiorlumières from a photometric and planning point of view

*Dipl.-Ing. Marvin Böll, Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh, Technische Universität Darmstadt, Laboratory of Lighting Technology, Hochschulstr. 4a, 64289 Darmstadt
boell@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

The quality criteria for lighting systems, specified in standard DIN 12464, are also valid for LED-applications. Daylight as well as light and color quality have to be considered. Some criteria in the standard are specified with numeric values (e.g. illuminance, UGR), others are just verbally described and are more guidelines than actual rules allowing more flexibility for the planning.

The use of high power LEDs for interior lighting has increased as an alternative to the established CFL. LED-luminaires casing differ from conventional light sources in that the light is steered by lenses instead of reflectors. Furthermore the thermal management is of more importance since performance and durability of LEDs strongly depend on the temperature.

The LED has certain advantages over conventional sources, like a shorter burning in time, greater flexibility when generating a spectrum and better light- and color quality. Early tests at the Laboratory of lighting at the University of Darmstadt indicate that current interior LED- luminaire tend to be inferior to the established CFL- luminaires.

The purposed lecture will show the results of research and simulations, carried out by Laboratory of lighting at the University of Darmstadt. The results will show the traits of current LED- luminaires compared to established CFL- luminaires.

Messungen vom Augenpupillen-Durchmesser - Notwendigkeit, Experimentaufbau, erste Ergebnisse

*Dipl.-Ing. Dmitrij Polin, Dipl.-Ing. Nils Haferkemper, Prof. Tran Quoc Khanh, TU Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik
polin@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

In der heutigen Lichttechnik und in der Lichtforschung werden sehr oft fälschlicherweise die Beleuchtungsstärke in lux auf dem gesehenen Objekten (z.B. auf einem Arbeitstisch) oder die Beleuchtungsstärke direkt vor dem Auge oder auf dem Stirn als die photometrische Größe verwendet, die für eine bestimmte Applikation oder für eine bestimmte Wahrnehmungsaufgabe zuständig sein sollte (siehe die DIN/EN-Normen der Beleuchtungstechnik). Eine etwas bessere lichttechnische Betrachtung verwendet die Leuchtdichte als die für die Wahrnehmung zuständige photometrische Größe, wobei die Leuchtdichte nach vielen heute verwendeten mathematischen Formeln den Pupillendurchmesser bestimmt.

Diese zweite Betrachtungsweise besagt somit inklusiv, dass die Spektren der betrachteten Objekte (Lichtquellen, Sekundärstrahler) nicht den Pupillendurchmesser bestimmen, sondern nur die Höhe der Leuchtdichte. Das ist eine Denkweise, die in den letzten Jahren ins Schwanken gebracht worden ist. Man muss den Pupillendurchmesser genauer sowie dessen Einflussparameter besser bestimmen, um eine bessere gesamte Lichttechnik zu gestalten.

Obwohl die Pupille für die Adaptation an verschiedene Lichtverhältnisse eine signifikante Größe ist, werden die meisten modernen Untersuchungen der Lichtwirkung auf den Menschen ohne Messung der Pupillengröße durchgeführt.

Auf dem Markt existieren bereits zahlreiche Pupillen-Messgeräte, welche sich nach der Genauigkeit und den Anwendungsfall unterscheiden. Pupillometer mit der höchsten Genauigkeit werden zum Messen direkt vor dem Auge gehalten oder auf dem Kopf der Testperson befestigt. Die entstehende Veränderung eines gewöhnlichen Ablaufes kann die probandenseitige emotionale Befindlichkeit und dadurch die Ergebnisse beeinflussen. Besonders für Untersuchungen in dynamischen Situationen, wie zum Beispiel beim Autofahren, sind solche Messgeräte bedingt geeignet.

Zur kontaktlosen Messung der Pupillengröße wurde ein Messsystem auf Stereokamera-basis entwickelt. In diesem Beitrag wird dieses Messsystem beschrieben und die ersten Ergebnisse sowie die Weiterentwicklung vorgestellt.

Determination of the human eye pupil diameter- needs, experimental set-up, first results

*Dipl.-Ing. Dmitrij Polin, Dipl.-Ing. Nils Haferkemper, Prof. Tran Quoc Khanh, TU Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik
polin@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

Today's lighting technology and light research often use erroneously illumination in lux on the viewed object (e.g. on a work table) or illumination in front of the eyes or on the forehead as the photometric quantity, which should be responsible for a particular application or a certain perception task (see the DIN/EN standards of lighting). A somewhat better analysis uses the luminance as the photometric quantity. Therefore many mathematical models describe the pupil size depending on the luminance.

The second approach says, that the spectra of the observed objects (light sources, secondary source) can not determine the pupil size, but only the amount of luminance. In recent years, this approach has become questionable. In order to create enhanced lighting the pupil size and influencing parameters should be determined precisely.

Although the pupil is a significant variable for adaptation to different light conditions, most modern studies of the effect of light on humans are designed without measurement of pupil size.

There are already numerous pupil measuring devices on the market differing in accuracy and application. Pupillometer with the highest level of accuracy is placed close to the eye or fixed on the head of the subject. Resulting change in a regular process can influence the emotional state of the subject and thus the results. Such pupillometer are only suitable in limited dynamical circumstances, such as driving a car.

To achieve contactless measurement of the pupil size, a system has been developed based on stereo camera. This paper describes this system and presents the first results in addition to further development.

Bestimmen multipler Lichtschwerpunkte aus Rayfiles

Dipl.-Phys. Simon Wendel

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)

Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe

simon.wendel@kit.edu

Viele Methoden des nicht-abbildenden Optikdesigns basieren auf einem einfachen punktierten Lichtquellenmodell. Wenn die Lichtquelle des Systems aber bereits eine strahlformende Primäroptik enthält, ist die Positionierung dieser virtuellen Punktquelle schwierig, insbesondere wenn die Primäroptik keine einfache Standardform hat und aus mehreren Flächen besteht. Zudem stellt eine einfache Punktquelle im Nahfeld für viele Zwecke eine zu grobe Näherung dar.

In diesem Beitrag wird eine in einer flexiblen Software umgesetzte Methode beschrieben, mit der mithilfe von Rayfiles automatisiert multiple Lichtschwerpunkte berechnet werden können. Diese Lichtschwerpunkte mit jeweils individuellen Positionen und Strahlungsverhalten stellen dann ein Punkt-basiertes Lichtquellenmodell dar, das für Analyse und Simulation oder für das Design weiterer optischer Komponenten benutzt werden kann. Dieses Vorgehen wird anhand einiger LEDs mit Primäroptiken vorgestellt und die Ergebnisse u. a. in Form simulierter Lichtverteilungen präsentiert.

Schlagworte: Optikdesign, LED, Rayfiles, Lichtquellenmodellierung, Lichtschwerpunkte

Constructing multiple focal points using rayfiles

Dipl.-Phys. Simon Wendel

Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Light Technology Institute (LTI)

Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe

simon.wendel@kit.edu

Many methods for non-imaging optical design and analysis use a simple point model with an assigned light intensity distribution as the source of an optical system. Finding the best position in space to place this virtual source is difficult, especially if the system includes beam shaping primary optical elements. Furthermore, using one point source is simply not accurate enough for some applications.

This contribution proposes a new method that creates optimized point source based models utilizing rayfiles and the concept of multiple Ray Focal Points. These models can then be used to analyze optical systems or to perform optical design of secondary elements by methods like 2D-Tailoring. Several applications for this approach are shown, the results are presented as simulated light distributions.

Keywords: Optical Design, Rayfiles, Light Source Modeling, Ray Focal Points

Philips Lumiblade – Creating the future with OLED Lighting

Ingolf Sischka

Business Creation Manager

Philips Business Center OLED Lighting, Aachen, Germany

Telefon +49 241/539-2418

ingolf.sischka@philips.com

Dieser Vortrag handelt über die OLED Lighting Technologie. Die Funktionsweise einer OLED wird erklärt, auch im Vergleich zu anderen Solid State Lichtquellen. Grundlegende Eigenschaften werden erklärt und deren Bedeutung für OLED Lichtanwendungen. Nicht nur derzeitige Charakteristika, sondern auch zukünftige Funktionen und Vorteile werden erläutert, wie zum Beispiel Energieeffizienz, Farbsteuerbarkeit, Transparenz und mechanische Flexibilität. Alle diese Eigenschaften werden sich auf kommerziell verfügbares OLED Material beziehen und können daher für eine belastbare Planung für OLED Anwendungsentwicklung genutzt werden. Basierend auf den gezeigten Kriterien wird ein weiter Über- und Ausblick in die Zukunft gegeben werden, in Form einer Roadmap zu Funktionen und Leistungsfähigkeit der OLED Technologie.

Weiterhin wird diese Präsentation die Rolle des Philips Lumiblade Creative Labs erklären. Die Schlüsselfunktion des Creative Labs hinsichtlich offener Innovation, Markt- und Anwendungsentwicklung wird erläutert werden. Zum Abschluss dieses Vortrages werden verschiedene OLED Beleuchtungsanwendungen visuell gezeigt und diskutiert werden.

Zusammenfassung: Dieser Vortrag wird das Publikum in die Lage versetzen, einen praktischen Einblick in die OLED Technologie zu erhalten, von grundlegenden Eigenschaften bis hin zu endgültigen lichttechnischen Anwendungen. Zuhörern wird es möglich sein zu schlussfolgern wann die Zeit für eigene technisch und kommerziell fähige OLED Lichtanwendungen gekommen ist.

Philips Lumiblade – Creating the future with OLED Lighting

Ingolf Sischka

Business Creation Manager

Philips Business Center OLED Lighting, Aachen, Germany

Telefon +49 241/539-2418

ingolf.sischka@philips.com

This presentation will address the subject of OLED Lighting technology. First, it will explain on how an OLED is working, also in comparison to other solid state light sources. Basic characteristics will be explained and the relevance for lighting applications will be shown. The lecture will elaborate not only on today's characteristics, but also on future features and benefits, like energy efficiency, color tunability, transparency and mechanical flexibility. All information provided will relate to commercially available material and therefore can be used as a reliable planning tool for OLED application development. Based on these criteria, a broad overview and outlook to the future will be provided through a feature and performance roadmap.

This presentation will also explain the role of the Philips Lumiblade Creative Lab, as seen as the key driver for open innovation, market and application development.

At the end of this presentation, several OLED applications will be shown (visuals only) and discussed.

Summary: This lecture will enable the audience to gain a practical insight into OLED technology, from basic characteristics to final lighting applications. Audience will be able to conclude on when time will be ready for own technically and commercially viable OLED lighting solutions.

Spectrum of daylight and sky type

Ing. Anton Rusnák, prof. Ing. Alfonz Smola, PhD.

Slovak University of Technology, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Bratislava, Slovakia

Telephone: +421903189158, E-mail: anton.rusnak@stuba.sk

Spectral characteristics of daylight is an important feature, which are expressed by parameters of incident light on the Earth surface. Variation of daylight - the direct and diffuse is too high. CIE IDMP was created set of sky types from the long-term measurements. They represent the luminance distribution on the hemisphere and cover types occurring in the sky. Measurements are able to express mathematical models but not fully cover the full range of sky types. Of experimental measurements can resolve this issue and add them.

Currently, daylight measurement stations are not measure spectral characteristics, although their importance is considerable. The contribution will present the selected real measurements of spectral characteristics for global, direct and diffuse light sky types. Will present the system for measuring and assessing the obtained values. The paper will indicate the importance of the following characteristics measured.

Keywords: daylight, spectral characteristics, sky type, diffuse light, global light, direct light

Energycfficiency Street Lighting with LED Lighting Fixtures

*eng. Orlin Lyubomirov Petrov, PhD; University of Ruse, Bulgaria
opetrov@uni-ruse.bg*

With increasing requirements for street lighting (better quality lighting, complicating the transport task, energycfficiency) there are require the use of modern lighting fixtures with energycfficient light sources. The use of LED light sources reveal new moments in the construction of street lighting.

The report represents the results from the calculations for typical street lighting in various tasks and the use of LED lighting. Data obtained from the calculations can be used in the implementation of street lighting for typical situations encountered in practice.

A comparative analysis of different solutions was made.

The study was supported by contract № BG051PO001-3.3.04/28, "Support for the Scientific Staff Development in the Field of Engineering Research and Innovation". The project is funded with support from the Operational Programme "Human Resources Development" 2007-2013, financed by the European Social Fund of the European Union.

Unterschiedswahrnehmung bei inhomogenen Leuchtdichtefeldern und Bewertung des spektralen Einflusses auf die Akzeptanz in der Straßenbeleuchtung

*Dipl.-Ing. Andreas Ueberschaer, Dipl.-Ing. Andreas Walkling
TU Ilmenau, FG Lichttechnik
andreas.ueberschaer@tu-ilmenau.de
andreas.walkling@tu-ilmenau.de*

Zum einen soll die Unterschiedswahrnehmung bei inhomogenen Leuchtdichtefeldern unter Straßenbeleuchtungsbedingungen untersucht werden. Um die Einflüsse der fovealen Adaptationsleuchtdichte, der Umfeldleuchtdichte des Sehobjektes und der equivalenten Schleierleuchtdichte zu bestimmen, wird ein Versuchsaufbau im Labor verwendet. Das Ziel ist, die Ergebnisse von Narisada zu reproduzieren und die Methode durch Anpassung an praktische Sehbedingungen und Schlechtwetterbedingungen weiterzuentwickeln.

Zum anderen soll der spektrale Einfluss auf die Akzeptanz in der Straßenbeleuchtung bewertet werden. Für die Untersuchung der Detektionsschwellen in Abhängigkeit ausgewählter Lichtspektren und Adaptationsleuchtdichten unter Berücksichtigung verschiedener Wetterbedingungen und Blendsituationen wird ein Laboraufbau entwickelt und umgesetzt. Um die Akzeptanzbewertung vollständig abrunden zu können, werden ergänzend subjektive Eindrücke verschiedener Lichtstimmungen erhoben.

Zur Validierung wird in beiden Untersuchungsschwerpunkten neben dem Laboraufbau auch eine Teststraße verwendet.

Perception of luminance difference threshold in complex fields and the effect of lamp spectrum on acceptance under road lighting conditions

Dipl.-Ing. Andreas Ueberschaer, Dipl.-Ing. Andreas Walkling
TU Ilmenau, FG Lichttechnik
andreas.ueberschaer@tu-ilmenau.de
andreas.walkling@tu-ilmenau.de

The scientific investigation consists of two substudies.

The first one is to investigate the contrast perception for non-uniform luminance fields under road lighting conditions. An experimental setup will be established in the laboratory to investigate the luminance difference threshold. Different series of experiments will be carried out in order to investigate the influence coming from the foveal adaptation luminance, the background luminance and the equivalent veiling luminance. The aim is to reproduce Narisada's experimental results and to further develop the method for luminance difference threshold in terms of practical viewing and severe weather conditions under road lighting.

The second substudy will focus on the assessment of spectral effects on the acceptance in road lighting. For this purpose, a laboratory setup will be used to investigate detection thresholds as a function of selected light spectra and luminance levels under varying weather conditions and glare situations. Additionally, a subjective assessment of typical road lighting scenarios under particular lighting moods is conducted to complete the acceptance survey of a colour adaptive lighting system.

In addition to the lab experiments, a field test using a test road will be performed to validate the lab results.

Study of glare evaluation methods for application in traffic

*Authors: Ing. Matej Janík; doc. Ing. Dionýz Gašparovský, PhD.
Slovak University of Technology
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Bratislava, Slovakia
Telephone: +421904905356, E-mail: matej.janik@stuba.sk*

Topic of disability and discomfort glare on the roads have long been a topic of research. The first problem was the precise definition of terms. Disability glare concept is well defined at present but discomfort glare is problematic term. Discomfort glare is dependent on many factors such as mood or fatigue, and does not depend directly from the lamp. The aim of this article is a comparison of methods for assessment of glare in outdoor (mainly caused by road lighting and vehicle headlight), rating systems and assessment of suitability for use in various situations. Emphasis is placed primarily on Threshold Increment Evaluation, Glare Mark Evaluation, CBE Calculation Method and de Boer Evaluation systems. For the evaluation of glare, there is a relatively large number of systems, but not everyone is suitable for every application.

Keywords: disability glare, discomfort glare, traffic, TI, GME glare, CBE glare

Intelligent Lighting Control System for Education Buildings

Assistant Professor Dr. Iva C. Petrinska¹, Eng. Filip F. Filipov², PhD student Eng. Tsvetomir Z. Dimov², Associated Professor Dr. Krasimira W. Filipova²

*¹Department of Electrical Engineering; ²Department of Automation
Technical University of Sofia, "Kl. Ohridski" 8 blvd., Sofia, Bulgaria
ipetrinska@tu-sofia.bg*

The current paper presents investigations for the development of daylight dependent lighting control system for educational buildings. The system proposed consists of control modules for the lighting systems and shutters for every room in the building and a base station for data storage. Each lighting control module operates autonomously and consists of embedded system with programmable electronic elements of the type FPGA and FPAAs. Aiming decrease of the investments for developing the presented system the power line is used as a communication medium.

Buildings sector is a main consumer of electrical energy for artificial lighting – it is responsible for around 40% of the electrical energy, consumed for lighting in the European Union. From these 40%, the share of the educational buildings is about 10 - 15%. The quality of lighting is a basic criterion in these buildings. It depends on several factors most of which are subjective like raise of the productivity, visual comfort and generation of different perceptions.

A lot of research projects about the role of the daylight exist, proving its positive influence on people's perceptions and productivity [1, 2]. Most of them show increase of the overall performance of the individuals when daylight is present, which corresponds to the natural circadian rhythms in the human body. Employing lighting control system, which operates according to the natural light levels, has positive influence both on pupils' focus and perceptions and on the efficiency of the lighting systems. The problem with the employment of daylight is glare. It is avoided through of an effective control algorithm which manages both lighting and shutters, thus leading to economy of electrical energy for lighting and visual comfort by means of cheap technical devices.

Achieving quality of the lighting system does not necessarily mean using more energy. On the contrary, close analysis of the visual task and the employment of appropriate control algorithm lead to decrease of the electrical energy consumption and simultaneously increase the quality of lighting.

Spectral characteristics of daylight is an important feature, which are expressed by parameters of incident light on the Earth surface. Variation of daylight - the direct and diffuse is too high. CIE IDMP was created set of sky types from the long-term measurements. They represent the luminance distribution on the hemisphere and cover types occurring in the sky. Measurements are able to express mathematical models but not fully cover the full range of sky types. Of experimental measurements can resolve this issue and add them. Currently, daylight measurement stations are not measure spectral characteristics, although their importance is considerable. The contribution will present the selected real measurements of spectral characteristics for global, direct and diffuse light sky types. Will present the system for measuring and assessing the obtained values. The paper will indicate the importance of the following characteristics measured.

A Real Converter of “Boucherot” Type with Ferromagnetic Core Reactor for Applications in Lighting Technology

Kamelia Nikolova, Nikola Trifonov, Angel Pachamanov, Elisaveta Gadjeva
Technical University of Sofia
knikolova@tu-sofia.bg

It is represented a real converter of “Boucherot” type for applications in the lighting technology with non-variant alternating current supply of a group of light sources connected in series to the output terminal of the converter. It is preset a regime of the light sources, for work with similar current, independent of their number, with non-variant alternating voltage supply. The required inductance and capacitance of the converter are chosen under ideal conditions. A laboratory constructed model is researched and the received output properties are defined with registering of the resistance of the circuits and the non-linearity of the reactors, realized with ferromagnetic core. The external errors of constant current source are read with the real model.

Keywords:

“Boucherot” converter; non-variant alternating current; series circuit; light sources.

In the laboratory, a test work place was installed. Test persons carried out installation work for 10 minutes while wearing the sensor-equipped eyeglasses' frame. Various illumination systems have been measured (general lighting, vertical luminaries with various sizes and positions). The measured values have been averaged. The vertical illuminance varied between 60 % (general illumination) and 160% (large scaled luminaire in front of the test person) of horizontal illuminance. The measured illuminance at the actual eye position showed to be only 30 to 40% of the vertical illuminance near the eye.

2. Field study in factory buildings

Based on the results of the laboratory tests, 40 workstations in factory buildings have been set up with vertical large-scale luminaires. The rooms have dark walls and little daylight. The vertical luminaries have a luminance of 1500 cd/m² and are installed in front of the user. So we have much more vertical bright areas. The color temperature of the luminaries can be varied between 3000 K and 8000 K.

The following lighting situations will be tested during the next months:

- Current situation (mostly general lighting, 3000-4000K)
- Current situation with 8000K lamps
- Current situation with additional vertical luminaries 8000 K
- Current situation with additional vertical luminaries, which change the color temperature from 8000 K to 3000 K during a working day.

Every situation was tested for 4 weeks. The test person will rate well-being, activity, sleep quality and light quality. Correlations between light situations and peoples' ratings are expected. Therefore, illumination parameters as well as circadian values for each light situation was be evaluated.

3. Results

The test person accepted the changed situations. In S2 und S3 glare was a little bit higher.

Activation and parameters of sleep quality were higher in S2, S3 and S4 compared to S1, but often not significant.

Significant effects of age, chronotype and daylight were found. They mask the light effects.

Light and Health in Factory Work Places

*Karin Bieske, Cornelia Vandahl, Christoph Schierz, TU Ilmenau, FG Lichttechnik
TU Ilmenau, FG Lichttechnik
karin.bieske@tu-ilmenau.de
cornelia.vandahl@tu-ilmenau.de*

Current standards and guidelines are directed mainly towards visual performance and visual comfort. Biological non-visual effects are not included, although they are well-known for many years. We know that a good illumination increases not only the performance, but also well-being and activity of people.

Light influences important biological functions in men, namely melatonin suppression at night, delay or advance of the circadian rhythm, stabilisation of the circadian rhythm and increase of alertness. New findings show these effects for illuminance levels above 90...180 lx (vertical illuminance at the eye). Higher levels result in more effects. In dark factory buildings, where illuminance levels in this range are likely to be found, more illuminance at the eye could increase activity, alertness and well-being.

The biological effect increases with the use of light that is enriched with blue wavelengths to which the circadian system is most sensitive. The effect also depends on spatial distribution and size of the light sources. Inferior retinal light exposure is more effective than superior retinal exposure. Large area luminaires are also more effective than point sources. Probably dynamic light can cause even more effects.

In activation lies a high potential for illumination practice. Unfortunately this effect is hardly investigated for daytime use. There are many studies for shift work use. Also the stabilisation of the circadian rhythm can be important. It is not known, however, how to implement these findings at workstations reasonably.

Nevertheless, it has not been investigated yet which quantity of light reaches the eye during work. This quantity depends on the lighting system as well as on the movement of the head.

At the moment at the TU Ilmenau a study is in progress dealing with biological light effects at workplaces in factory buildings. In a laboratory pre-test the illuminance level at the eye has been measured.

1. Measurement of the illuminance level at the eye

The biological effect of illumination depends on light quantity, spectral distribution and spatial distribution. For quantification of effects, all these parameters have to be measured. Because this is a very complex task, usually only the vertical illuminance near the eye is being measured, while the line of sight and the motion of the head are ignored.

For this reason, in Ilmenau a system has been developed which measures the illuminance at the actual eye position. A sensor fixed at an eyeglasses' frame records illuminance level every second. A second sensor measures a circadian weighted irradiance. The data are stored in the mobile, battery-supplied device. The measurable illuminance level is between 10 and 40000 lx.

Continued on page 38

Historie der Lichtstärkeeinheit (Zusammenfassung)

D. Lindner, A. Sperling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Detlef.Lindner@ptb.de

Für die Festlegung von Einheiten, deren Namen und Abkürzungen ist die Meterkonvention mit ihrer Generalkonferenz (CGPM) bzw. der „Commission International des Poids et Mesures“ (CIPM) zuständig.

Bis 1941 gab es als Einheit der Lichtstärke

- in Deutschland und einigen europäischen Staaten die „Hefner Kerze“ (entwickelt 1884 von Hefner-Alteneck), realisiert durch eine Flamme und meist abgekürzt durch „HK“

- gleichzeitig in den USA und weiteren Staaten die „Internationale Kerze“, bewahrt durch Kohlefaden-Glühlampen und meist abgekürzt durch „IK“

Allerdings waren die Realisierungen der Einheiten nicht deckungsgleich, daher ist das Verhältnis IK/HK der beiden Einheiten von der Lichtfarbe abhängig.

U.a. deshalb wurde vom CIPM 1933 eine neue Definition der Lichtstärkeeinheit vorgeschlagen: ein Hohlraumstrahler bei der Temperatur des erstarrenden Platins (hier verkürzt angegeben).

1941

Nur in Deutschland wird trotz Krieg die verabredete, aber von der CGPM noch nicht verabschiedete Realisierung eingeführt und „Neue Kerze“ genannt.

1948

Die 8. Tagung des CGPM beschließt die 1946 vom CIPM erneut empfohlene Definition aus 1933 (die jetzt von allen Ländern angenommen wird), sie legt den Namen „Candela“ und die Abkürzung „cd“ fest. Sie lässt aber weiterhin für die Einheit den Namen „Neue Kerze“ zu.

1967

Die 13. Tagung des CGPM beschließt einen modifizierten Text für die 1948 gegebene Definition da diese „... den Betrag der Einheit der Lichtstärke ausreichend festlegt, jedoch hinsichtlich der Formulierung Kritiken zulässt, ...“ und zieht den bis dahin zugelassen Namen „Neue Kerze“ zurück.

1979

Die 16. Tagung des CGPM beschließt eine „Neue Definition“ der Einheit „Candela“ und zwar so, dass der Betrag der Einheit nicht verändert wird, aber mehr Möglichkeiten für eine fundamentale Realisierung eröffnet werden.

Wie verhalten sich die Einheiten in ihren Beträgen zueinander?

- Offensichtlich ist „Neue Kerze“ nur der deutsche Name für die international mit „Candela“ bezeichnete Einheit mit der Abkürzung „cd“.

- Die unterschiedlichen Definitionen der Einheiten mit den Abkürzungen „cd“ und „IK“ sind fast deckungsgleich und es gilt (nahezu) $cd/IK = 1$

- Die unterschiedlichen Definitionen der Einheiten „HK“ und „cd“ sind jedoch nicht deckungsgleich, das Verhältnis cd/HK ist von der Lichtfarbe abhängig und variiert zwischen $cd/HK = 1,11$ bis $1,17$.

History of the unit of luminous intensity (Summary)

D. Lindner, A. Sperling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Detlef.Lindner@ptb.de

Responsible for the definition of units, their names and abbreviations is the Metre Convention with the General Conference (CGPM) and/or the „Commission International des Poids et Mesure“ (CIPM).

Until 1941 the unit of luminous intensity was defined

- in Germany and some European states using the „Hefner Kerze“ (1884 developed by Hefner Alteneck), realized by a flame and usually described as „HK “

- at the same time in the USA and other states the „International Candle“, maintained by carbon-filament lamps and usually described as „IC“

However, the realisation of the units were not congruent, therefore the relationship IC/HK of the two units depends on the colour of light.

Therefore, a new definition of the luminous intensity unit was suggested by the CIPM 1933: a cavity emitter (black-body radiometer) at the temperature of solidification of platinum (here shortens indicated).

1941

Only in German, during the war, the agreed but still not adopted definition was realised and called „New Candle“.

1948

The 8th General Conference adopted the definition of the CIPM from 1933 which was again recommended in 1946 unanimous. The name „Candela“ and the abbreviation „cd“ was chosen. However, the name „New Candle“ was allowed for further use.

1967

The 13. General Conference decides a modified text for the 1948 given definition and cancelled the name „New Candle“.

1979

The 16. General Conference decided a „new definition“ of the unit „Candela“ in such a way that the quantity of the unit was not changed, but more possibilities for a fundamental realisation arised.

What about the relation between of the quantities expressed by the different units?

- Obvious is: „New Candle“ is only the German name for the international established unit „Candela“ with the abbreviation „cd“.

- The different definitions of the units with the abbreviations „cd“ and „IK “are nearly congruent and $cd/IC = 1$ is (almost) valid.

- However, the different definitions of the units „HK“ and „cd“ are not congruent, the relationship cd/HK depends on the colour of the used source and thus cd/HK varies between 1,11 and 1,17.

Efficient Raytracing Methods for Light Simulation

*Dr. Andreas Bielawny, Ulrich Linnemann, Brandenburg GmbH, Technologiepark 19,
D-33100 Paderborn
bielawny@brandenburg-gmbh.de*

Für die lichttechnische Simulation in der Entwicklung von Leuchten und Scheinwerfern sind verschiedene Rechenmethoden verfügbar. Im Bereich der Darstellung optischer Oberflächen kann grundsätzlich zwischen exakten und approximativen Methoden unterschieden werden. Dieser Artikel soll einen Überblick verschaffen über drei verschiedene Verfahren zur Strahlverfolgung (genauer: non-sequential raytracing), die gegenwärtig u.a. in der Software LucidShape Verwendung finden.

Spezielles Augenmerk liegt hierbei auf der leistungsfähigsten Methode, dem „GPUtrace“. Hierbei wird die Computerhardware eines Grafikbeschleunigers verwendet, um die Rechengeschwindigkeit - vor allem für hohe Strahlzahlen - um ein Vielfaches zu steigern. Anhand exemplarischer und anschaulicher Lichtmodelle werden Verfahren verglichen.

Efficient Raytracing Methods for Light Simulation

*Dr. Andreas Bielawny, Ulrich Linnemann, Brandenburg GmbH, Technologiepark 19,
D-33100 Paderborn
bielawny@brandenburg-gmbh.de*

For optical simulations in lighting development there are different mathematical methods available. Among procedures for the representation of optical surfaces for non-sequential raytracing we can distinguish between exact and approximative methods. In this paper, we will give a short summary on three methods which are currently applied in the LucidShape software package, with emphasis in the GPU trace feature.

This powerful method allows the use of graphics hardware to speed up the simulation process drastically, especially for large numbers of rays to be traced. We discuss three examples of lighting solutions to demonstrate the improvements in simulation time.

Light Efficiency of LED Road Luminaires with Flat Protective Glass

*Hristo Vasilev, Vultchan Gueorgiev, Iva Draganova
iva_draganova1986@abv.bg*

Abstract: The application of LEDs in the street lighting offers many opportunities but requires development of new optical systems. The designers are tempted to achieve as wide light distribution curves as possible increasing that way the efficiency of luminaires being developed. This is achieved by spatial distribution of LEDs and /or by adding secondary optics – reflective or refractive. Often the expected benefits are estimated only based on analysis of secondary optics, disregarding additional components comprising the entire luminaire. The influence of internal reflection of the luminaire protective glass on the light distribution curve and lighting efficiency are discussed here. The internal reflection acts in a way that eliminates the benefits of very wide light distribution. The impacts of that phenomenon on the light distribution curve of the entire luminaire and on the quantitative indices of the road lighting are studied.

Analyses of Thermal Regime of LEDs During the Design of Luminaires

Vultchan Gueorgiev, Iva Draganova, Gancho Ganchev
iva_draganova1986@abv.bg

The junction temperature of LEDs determines their life and has influence on their luminous flux. That why the thermal regime of the assembly determines the reliability and the efficiency of LED luminaires. The ability to calculate precisely the temperature distribution of the luminaire at different stages of its design is extremely precious for the designer team. Theoretically the problem for analysis of thermal field is considered completely solved but there are many issues that constrict the practical application of theoretical formulations. Those issues are connected with the complexity of the model and the need of “tune up” in order to achieve trustworthy results. The available engineering approaches for the analysis of the thermal regime of LED luminaires at design time are discussed in the paper. The special attention is paid to their precision and the parameters that influence it. Some considerations about the tuning of the numerical thermal models, based on the authors experience are presented and supported with experimental results. The reliability of the results is estimated especially when real measurements are not possible that is the typical situation during the design.

Untersuchung des Lichtstromverhaltens von LED-Leuchten in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur

Silvia Bense, Karsten Köth, Stephan Völker Technische Universität Berlin, Fachgebiet
Lichttechnik Einsteinufer 19, 10587 Berlin
silvia.marx@tu-berlin.de

Hochleistungsleuchtdioden werden immer häufiger im Bereich der Straßen- und Außenbeleuchtung eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Lichtausbeute sowie der langen Lebensdauer stellen sie eine attraktive Alternative zur bestehenden Technologie dar. Bei tiefen Außentemperaturen, die im Bereich nördlicher Breitengrade häufig auftreten, weisen Niederdruckentladungslampen mitunter einen starken Rückgang des Nennlichtstroms auf. Für LED-Leuchten gilt ein negativer Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem emittierten Lichtstrom, so dass sich eine niedrige Umgebungstemperatur unter Umständen positiv auswirkt.

Die DIN EN 13032-1 definiert zur Messung photometrischer Daten von Leuchten eine Umgebungstemperatur von 25°C. Laut Statistischem Landesamt liegt die durchschnittliche Jahrestemperatur in Berlin bei 8,8°C [1]. Aufgrund dieser starken Temperaturdifferenz sind die Testbedingungen als praxisfremd zu bewerten. Für eine exakte Bestimmung des Lichtstroms unter realen Betriebsbedingungen sind zusätzliche Messungen bei tiefen Temperaturen notwendig. Hierzu werden diverse Musterleuchten mit Niederdruck-Gasentladungslampen und LED im Klimaprüfschrank bei den folgenden Temperaturwerten gemessen: -10°C, -5°C, 0°C, +5°C, +10°C, +15°C, +20°C und +25°C. Aus dem im Drehspiegel-Goniophotometer gemessenen Lichtstrom Φ der Leuchte bei einer Umgebungstemperatur von 25°C und der gemessenen Beleuchtungsstärke E im Klimaprüfschrank bei gleicher Temperatur wird ein Proportionalitätsfaktor c bestimmt. Dadurch kann aus den gemessenen Beleuchtungsstärken der Lichtstrom berechnet werden. Als Vergleichswert der verschiedenen Technologien wird ein Temperatur-Dependenz-Faktor (TDF) als Quotient aus dem ermittelten Lichtstrom bei einer Temperatur von +10°C (Φ_{10}) und dem ermittelten Lichtstrom bei einer Temperatur von +25°C (Φ_{25}) eingeführt:

$$\text{TDF} = \frac{\Phi_{10}}{\Phi_{25}}$$

Die Ergebnisse stellen beispielhaft das Lichtstromverhalten moderner Außenleuchten unter realen Betriebsbedingungen dar und sollen dazu dienen, Entscheidungsträgern die Auswahl geeigneter Lampen und Leuchten zu erleichtern.

[1] Statistisches Landesamt Berlin, Berliner Umweltstatistik: durchschnittliche Lufttemperatur von 1961 bis 1990, <http://www.statistik-berlin.de>, Zugriff am 17.02.2011.

Influence of variations in ambient temperature on the luminous flux performance of LED luminaires

*Silvia Bensele, Karsten Köth, Stephan Völker Technische Universität Berlin, Fachgebiet Lichttechnik Einsteinufer 19, 10587 Berlin
silvia.marx@tu-berlin.de*

The application of high-power LEDs is constantly increasing in the areas of street and outdoor lighting. Due to their high efficacy and long lifetime LEDs are a promising alternative to common technology. In northern latitudes, where temperatures can be very low, the nominal luminous flux of low-pressure discharge lamps tends to decrease. For LED luminaires a negative correlation between temperature and luminous flux applies. Therefore low ambient temperatures may have a positive effect on the light output of LEDs.

DIN EN 13032-1 defines a temperature of 25°C for the measurement of photometric data of lamps and luminaires. According to the Federal Statistical Office the average annual temperature in Berlin amounts to 8.8°C [1]. Due to the significant difference in temperature the test conditions are lacking in practical relevance. A precise determination of the luminous flux under real-life conditions requires additional measurements at low ambient temperatures. Therefore, various types of compact fluorescent lamps and LEDs will be tested in a climate chamber at the following temperature values: -10°C, -5°C, 0°C, +5°C, +10°C, +15°C, +20°C and +25°C. The luminous flux Φ measured at 25°C in a mirror goniophotometer and the illuminance E measured at the same temperature in the climate chamber compose a proportionality factor c , which allows a calculation of the luminous flux using the illuminance. As a comparative value of the different technologies a temperature dependence factor (TDF) is introduced. TDF describes the quotient of the light output at +10°C divided by the light output at +25°C.

$$\text{TDF} = \frac{\Phi_{10}}{\Phi_{25}}$$

The results represent the performance of the luminous flux of modern outdoor luminaires under actual operating conditions. They may facilitate the decision making process concerning the assortment of suitable lighting products.

[1] Statistical Office Berlin (2011, February 17), Average Air Temperature in Berlin from 1961 to 1990, Retrieved from <http://www.statistik-berlin.de>

Strahlergestützte Spektroradiometrie

S. Pape, P. Sperfeld, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig
sven.pape@ptb.de

Die Darstellung, Bewahrung und Weitergabe der radiometrischen Einheit spektrale Bestrahlungsstärke im optischen Spektralbereich zwischen 200 nm und 2400 nm auf der Basis eines Hochtemperatur-Hohlraumstrahlers als primäres Strahlernormal ist die Hauptaufgabe der Arbeitsgruppe "Strahlergestützte Spektroradiometrie" der PTB.

Für Wissenschaft, Wirtschaft und Handel, werden geeignete Strahler als Transferstandards im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 2400 nm bezüglich spektraler Bestrahlungsstärke kalibriert. Basis sind Hochtemperatur-Hohlraumstrahler als primäre Strahlernormale.

Als Strahler-Transfernormale werden üblicherweise 1000 Watt Quarz-Halogen-Lampen (250 nm bis 2400 nm), bzw. 30 Watt Deuteriumlampen (200 nm bis 400 nm) verwendet.

Die radiometrisch gemessene spektrale Bestrahlungsstärke eines Transferstrahlers wird für die Bestimmung, bzw. Realisierung von verschiedenen photometrischen Größen benötigt.

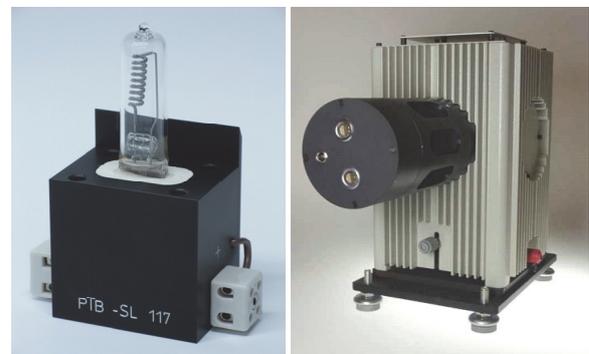


Abb.2: Transfernormale für die spektrale Bestrahlungsstärke. Links: 1000 Watt Quarz-Halogen-Lampe, Rechts: 30 Watt Deuteriumlampe mit aufgesetztem Monitor-Detektor.

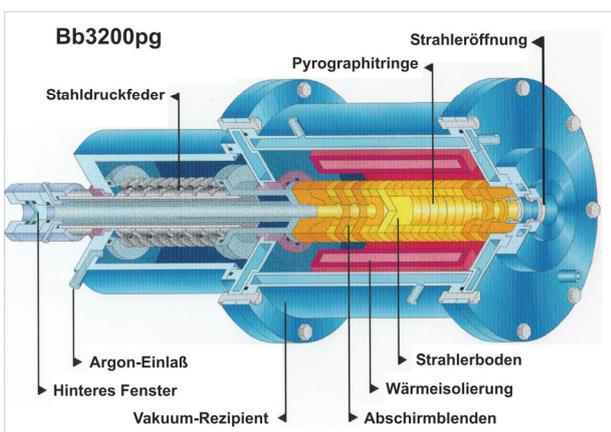


Abb.1: Primärstandard für spektrale Bestrahlungsstärke: Hochtemperatur-Hohlraumstrahler BB3200pg

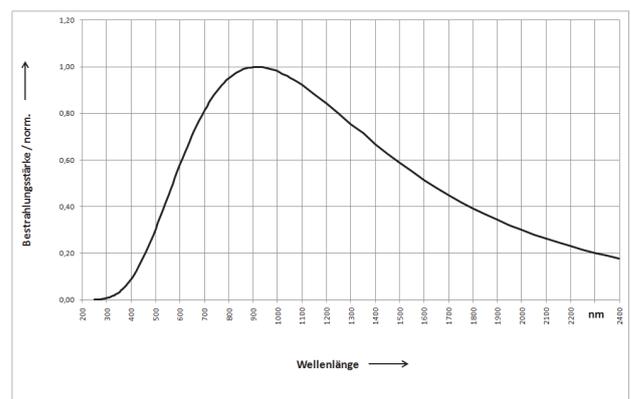


Abb.3: Typische Spektrale Bestrahlungsstärke einer 1000 Watt Quarz-Halogen-Lampe

Source-Based Radiometry

S. Pape, P. Sperfeld, *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig*
sven.pape@ptb.de

The main task of the working group „Source-Based Spectroradiometry“ of PTB is realization, maintenance and dissemination of spectral irradiance unit within the optical spectral range between 200 nm and 2400 nm. A high-temperature blackbody radiator is used as the primary standard. The dissemination is based on transfer standard lamps.

Customers from science, industry and commerce are provided with the calibration of standard lamps in the wavelength range between 200 nm and 2400 nm in terms of spectral irradiance on the basis of blackbody radiation.

Typical transfer standards are 1000 W quartz–tungsten-halogen lamps for use in the spectral range from 250 nm to 2400 nm and 30 W deuterium lamps for the spectral range from 200 nm to 400 nm.

The transfer standard lamps with traceable spectral irradiance calibrations are used also in photometry for the determination of various photometric quantities.

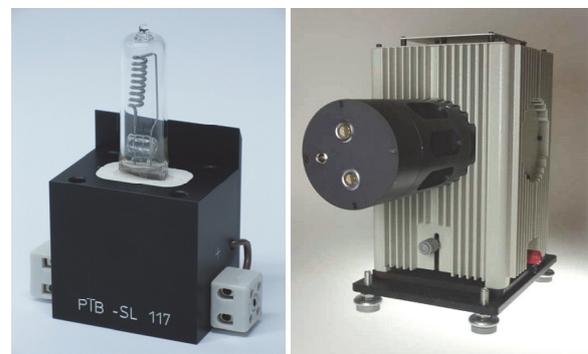


Abb.2: Transfer standards for spectral irradiance. Left: 1000 W quartz-halogen lamp. Right: 30 W deuterium lamp with mounted monitor-detector.

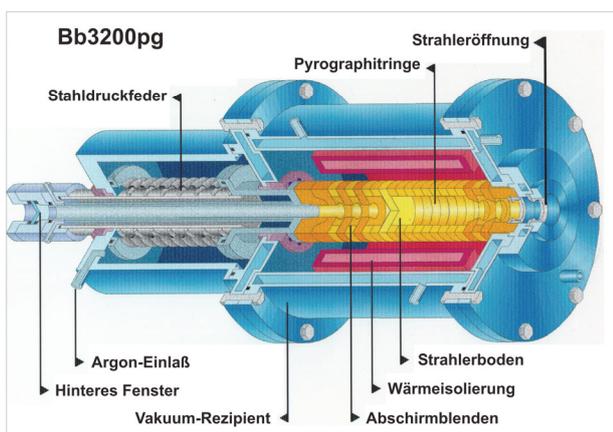


Fig.1: Primary Standard for spectral irradiance: blackbody radiator 3200pg.

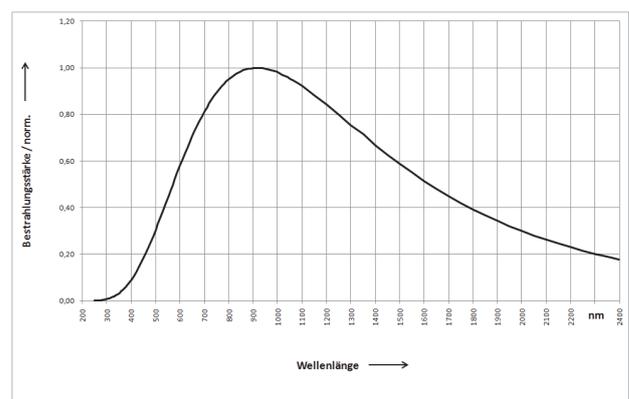


Fig.3: Spectral irradiance of a 1000 W quartz-tungsten-halogen lamp used as a transfer standard.

Charakterisierung von skotopischen Leuchtdichtemessgeräten

M. Schuster¹⁾, D. Lindner¹⁾, M. Eltmann¹⁾, H.-G. Ulrich²⁾, A. Sperling¹⁾

¹⁾Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

²⁾LMT Lichtmesstechnik GmbH Berlin, Helmholtzstr. 9, 10587 Berlin

Michaela.Schuster@ptb.de

Dimmbare LED-Lichtquellen werden bereits heute vermehrt von Kommunen in der Straßenbeleuchtung mit dem Ziel eingesetzt Energie zu sparen. Unter dem Namen "Metrology for Solid State Lighting" fördert die EU derzeit ein "European Metrology Research Programme" Projekt, um die Akzeptanz moderner LED Lichtquellen durch Aufbau von Vertrauen über rückführbare Messtechnik für LED-Lampen und LED Beleuchtungsanlagen zu erreichen. Die PTB leitet im EMRP-Projekt die Arbeitsgruppe "Traceability for SSL measurements".

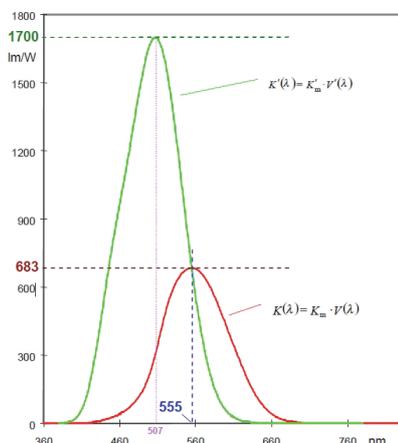


Abb. 1: Photopischer und skotopischer Hellempfindlichkeitsgrad des menschlichen Auges

Die Rückführungskette startet mit der Kalibrierung von Photometern bei kleinsten Lichtstärken, die dann die Einheit auf Leuchtdichtenormale transferieren.

LMT entwickelte hierzu als Projektpartner skotopisch angepasste Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräte. Die Aufgabe der PTB als nationales Metrologieinstitut ist es, in Zukunft rückführbare Kalibrierungen von mesopischen Leuchtdichten auch unter Verwendung mesopischer Leuchtdichtemessgeräte zu ermöglichen.

Im Vortrag werden die nötigen metrologischen Schritte und Rahmenbedingungen für eine mögliche Kalibrierkette erläutert.

Ein erstes Ziel dieser Arbeitsgruppe ist die Entwicklung eines Referenzphotometers für rückführbare optische Messungen im mesopischen, also in dem Beleuchtungsstärkebereich in dem nicht mehr der Hellempfindlichkeitsgrad $V(\lambda)$ für Tagsehen angewendet werden kann. Ausgangspunkt für Charakterisierungen im mesopischen Bereich ist das - in 2010 von der CIE empfohlene - iterative Berechnungsverfahren für mesopische Leuchtdichten (siehe auch CIE 191:2010) unter Nutzung der photopischen ($V(\lambda)$) und skotopischen ($V'(\lambda)$) Bewertungsfunktionen.



Abb. 2: Photopisch und skotopisch angepasste Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräte der Firma LMT

The research leading to these results has received funding from the European Union on the basis of Decision No 912/2009/EC.

Characterisation of scotopic luminance meters

M. Schuster¹⁾, D. Lindner¹⁾, M. Eltmann¹⁾, H.-G. Ulrich²⁾, A. Sperling¹⁾

¹⁾Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

²⁾LMT Lichtmesstechnik GmbH Berlin, Helmholtzstr. 9, 10587 Berlin

Michaela.Schuster@ptb.de

Dimmable LED lamps are getting more and more in use for outdoor lighting like e.g. road lighting. Under the name “Metrology for Solid State Lighting” the EU currently supports a “European Metrology Research Programme” project to promote consumer acceptance of LED products for general lighting by establishing traceable metrology for LED sources. PTB chairs the work package “Traceability for SSL measurements” of this EMRP-Project.

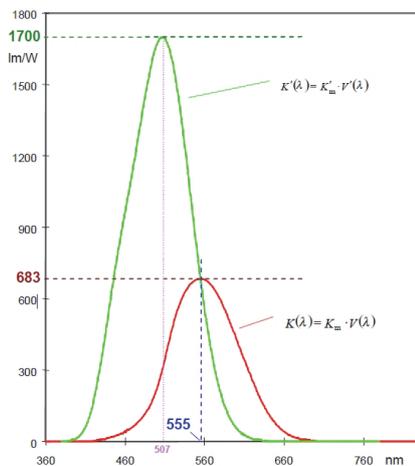


Abb. 1: Photopic and scotopic luminous efficiency function of the human eye

One aim of this work package is the development of reference photometers for traceable photometric measurements in the mesopic range, where the luminous efficiency function $V(\lambda)$ for photopic vision can not be applied. Starting point for the characterisation in the mesopic range is the recommendation of CIE to use an iterative procedure (see also CIE 191:2010) to calculate mesopic luminance values using the photopic ($V(\lambda)$) and scotopic ($V'(\lambda)$) luminous efficiency functions.

The traceability chain starts with the calibration of photometers at lowest luminous intensity values to transfer the unit to luminance standards.

For this purpose our project partner LMT developed scotopic illuminance and luminance meters. The aim of PTB as a national metrology institute is to enable traceable calibrations at mesopic luminance levels using also mesopic luminance meters among others.



Abb. 2: Photopic and scotopic luminance and illuminance meters from LMT

In the presentation the required metrological steps and the limiting factors for a possible calibration chain will be explained.

The research leading to these results has received funding from the European Union on the basis of Decision No 912/2009/EC.

Nichtlinearitätsmessungen an Leuchtdichtemesskameras

*A. Zschenker, D. Lindner, M. Schuster, M. Eltmann, A. Sperling
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig
Andre.Zschenker@ptb.de*

Für (hoch)dynamische Leuchtdichtemesskameras (ILMD) muss Linearität innerhalb jedes einzelnen Messbereiches sowie zwischen den Messbereichen gewährleistet sein. Linearität wird in der Regel als konstantes Verhältnis von der Änderung der Ausgangsgröße (Anzeigewert) zur Änderung der Eingangsgröße (Bezugsgröße) beschrieben. [CIE 69, 1987]

Abweichend von dieser Definition werden in der Praxis weitere Charakteristiken beschrieben. Je nachdem, ob man die Eingangsgröße verändert oder die Größe des Ausgangssignals des Sensors, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten. Entweder kann man die Lichtempfindlichkeit des ILMD oder die Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke auf dem Sensor verändern.

Ein ILMD misst in jedem Fall ein Signal proportional zur Beleuchtungsstärke auf dem Sensor. Mit Objektiv ist dieses, bei festgelegter Geometrie, proportional der zu messenden Leuchtdichte. Ohne Objektiv ist die Beleuchtungsstärke auf dem Sensor umgekehrt proportional zum Abstand und direkt proportional zur Lichtstärke. Durch kamerainterne Einflüsse, wie zum Beispiel Dunkelsignalgeneration, Analog-Digital-Wandlung oder Signalverstärkung, ist die Proportionalität zwischen Eingangsgröße und Anzeigewert nicht mehr gewährleistet, was zu einer Nichtlinearität in der Signalwandlung führt.

Oft wird davon ausgegangen, dass Nichtlinearitäten nicht durch das Objektiv eingeführt werden. Somit beschränken sich einige Methoden darauf, die Beleuchtungsstärke auf dem Sensor direkt zu ändern. Dies geschieht durch Variation der Lichtstärke durch Blenden und Filter oder durch Änderung der Beleuchtungsstärke durch Abstandsvariation.

Eine andere „straight-forward“-Methode ist es, die Eingangsgröße Leuchtdichte direkt zu ändern, sodass auch mit Objektiv gemessen werden kann.

Das ILMD misst, indem es über eine bestimmte Zeit Ladungen akkumuliert. Betrachtet man nur die Höhe des Ausgangssignals, so lässt sich dieses auch verändern indem die Zeit zur Akkumulierung variiert wird. Daher kommt zu den möglichen veränderbaren geometrischen und photometrischen Bezugsgrößen eine weitere, die Zeit hinzu. Eine Methode, die die Zeit als Bezugsgröße hat, geht von konstanter Beleuchtungsstärke auf dem Sensor aus, da die Änderung des Ausgangssignals durch eine Änderung der Integrationszeit (Akkumulationsdauer) der Kamera erreicht wird.

Alle Varianten haben Vor- und Nachteile. Sie gehen von unterschiedlichen Voraussetzungen aus, welche dadurch zu unterschiedlichen Betrachtungen des ILMD hinsichtlich der Einflussgrößen führen und immer nur einen Teilaspekt der Nichtlinearität behandeln. Der Vortrag soll einen grundsätzlichen Überblick über diese Methoden bieten und deren Eigenschaften gegenüberstellen. Ob es eine richtige Methode gibt und welche Aussagen die unterschiedlichen Betrachtungen liefern soll im Vortrag erläutert werden.

Non-linearity measurements on imaging luminance measurement devices (ILMDs)

*A. Zschenker, D. Lindner, M. Schuster, M. Eltmann, A. Sperling
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig
Andre.Zschenker@ptb.de*

High dynamic imaging luminance measurement devices (ILMD or luminance camera) need to be linear within each measurement range and also between the measurement ranges. "Linearity of a detector is the property whereby the output quantity is proportional to the input quantity. The responsivity is constant over a specific range of inputs." [CIE 69, 1987]

Differing from this definition in practice further characteristics are described. If the input quantity is changed or the value of the output signal multiple possibilities exist to determine non-linearity. Either the sensitivity of the ILMD, the input quantity luminance or illuminance on the sensor array can be changed.

Anyway ILMDs measure a signal proportional to illuminance on the sensor array. With optical lenses and constant geometry the signal is direct proportional to the measured luminance. Without optical lenses the illuminance and therefore the signal is inverse proportional to the distance (of source and sensor) and direct proportional to the luminous intensity. Non-linearity in the signal conversion of ILMDs is influenced by various effects and components like for example dark current generation, analogue-digital conversion and signal amplification.

Often it is assumed that non-linearity of the signal amplitude is not introduced by optical lenses. Therefore some methods restrict their efforts to only change the illuminance on the sensor directly without optical lens. This is done by changing the luminous intensity by using apertures, filters or changing the illuminance by varying the distance.

Another "straight-forward"-method is to change the input quantity luminance directly. So it is possible to determine non-linearity with an optical lens.

An ILMD measures by accumulating charges (which are generated by incident photons) over a time period-so called exposure time. If only the amplitude of the output signal is regarded so the output signal can be changed by varying the time of exposure. Now this is an additional reference quantity beside the geometric and photometric ones. A method using the exposure time as reference quantity uses a constant illumination of the sensor array. The change of the output quantity is realised by changing the time of exposure.

All methods have advantages and disadvantages and different preconditions which lead to different views concerning the influence quantities to non-linearity and only cover a part of non-linearity. This talk shall give an basic overview of methods and their properties. It is pointed out whether there is a right method.

Messung von Reflexions- und Emissionseigenschaften fluoreszierender Materialien mit der Zwei-Monochromatoren Methode

Günther, A.¹, Gründer, K.-P.¹

¹ BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany

alexander.guenther@bam.de

Die Anwendung fluoreszierender Materialien erhöht die Sichtbarkeit für Warnzwecke. Zur Messung spektraler und farbmetricer Eigenschaften fluoreszierender Materialien existieren zwei Verfahren.

Bei der Ein-Monochromatoren-Methode wird die Probe mit polychromatischer Strahlung beleuchtet. Hierzu wird oft die Normlichtart D65 [3] verwendet. Diese Methode erlaubt nur die Messung des spektralen Gesamtstrahldichtefaktors. Die mit diesem Verfahren gemessenen Gesamtstrahldichtefaktoren sind nicht auf andere spektrale Bestrahlungsstärkeverteilung übertragbar [1] da die Fluoreszenz der Probe eine Energieverschiebung innerhalb des Spektrums bewirkt. Der Gesamtstrahldichtefaktor ermöglicht die Berechnung von Farbmaßzahlen nur für die bei der Messung verwendete Normlichtart. Die Qualität der Messergebnisse hängt stark von Güte der Anpassung der Bestrahlungsstärkeverteilung an die Normlichtart ab.

Bei der Zwei-Monochromatoren-Methode [4] wird die Probe mit monochromatischer Strahlung beleuchtet. Das durch die Anregung erzeugte Emissionsspektrum wird für jede Anregungswellenlänge gemessen. Die so erzeugten Messwerte werden in der Donaldson Matrix zusammengeführt [2]. Diese stellt eine beleuchtungsunabhängige Eigenschaft von fluoreszierenden Materialien dar. Aus der Donaldson Matrix lassen sich der Gesamtstrahldichtefaktor, der reflektierte Strahldichtefaktor sowie der fluoreszierte Strahldichtefaktor für verschiedene spektrale Bestrahlungsstärkeverteilungen berechnen. Dies ermöglicht die exakte Berechnung von Farbmaßzahlen für unterschiedliche Bestrahlungsstärkeverteilungen.

Die instrumentelle Umsetzung der Zwei-Monochromatoren-Methode ist für zwei unterschiedliche Rückführmethoden im Beitrag dargestellt. Ein Vergleich zwischen beiden Rückführmethoden sowie eine Betrachtung zu Messunsicherheit werden ebenfalls dargestellt.

- [1] Gundlach, D., Terstiege, H. 1994. Problems in Measurement of Fluorescent Materials. *Color Research and Application* 19.
- [2] Donaldson, R. 1954. Spectrophotometry of Fluorescent pigments. *British Journal of Applied Physics* 5.
- [3] CIE 1990. CIE S 005/E-1998 / ISO 10526:1999 CIE Standard Illuminants for Colorimetry. Vienna: CIE.
- [4] CIE 2007. CIE 182:2007. Calibration Methods and Photoluminescent Standards for Total Radiance Factor Measurements Vienna: CIE.

Measurement of Reflectance and Emission Characteristics of Fluorescent Materials using the Two-Monochromator Method

Günther, A.¹, Gründer, K.-P.¹

¹ BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany

alexander.guenther@bam.de

The application of fluorescent materials improves the visibility for of warning symbols. Two methods are available for the evaluation of spectral and colorimetric characteristics of fluorescent materials.

Using the one-monochromator method the specimen is illuminated with a polychromatic radiation. The standard illuminant D65 [3] is often used in this case. This method offers the possibility to measure only the total spectral radiance factor. The total spectral radiance factors, which are evaluated by this method, are non-transferable to other spectral irradiance distributions [1] because fluorescence shifts energy in the spectrum. The total radiance factor makes possible to calculate the chromaticity. The quality of measurement results depends on the achieved quality of implementing the spectral distribution of the standard illuminant.

Using the two-monochromator method [4] the specimen is illuminated with a monochromatic light. The emitted spectrum is individually measured for every excitation wavelength. The obtained values are collected in the Donaldson matrix [2]. This matrix is an illuminant-independent characteristic of fluorescent materials. It offers the opportunity to calculate exactly the total radiance factor, the reflected radiance factor and the fluorescent radiance factor. The Donaldson matrix offers the possibility to calculate the chromaticity for every spectral irradiation distribution.

Two measurement devices using the two-monochromator method which use a different measurement principle are explained in the paper. Measurement results and a comparison between the two devices are also described. A closing consideration of the measurement uncertainty of one device completes the contribution.

- [1] Gundlach, D., Terstiege, H. 1994. Problems in Measurement of Fluorescent Materials. *Color Research and Application* 19.
- [2] Donaldson, R. 1954. Spectrophotometry of Fluorescent pigments. *British Journal of Applied Physics* 5.
- [3] CIE 1990. CIE S 005/E-1998 / ISO 10526:1999 *CIE Standard Illuminants for Colorimetry*. Vienna: CIE.
- [4] CIE 2007. CIE 182:2007. Calibration Methods and Photoluminescent Standards for Total Radiance Factor Measurements Vienna: CIE.

The study of light and biological effectiveness of artificial lighting

Porokhnya S.V.

Moscow Power Engineering Institute (Technical University)

PorokhniaSV@mpei.ru

The history of mankind counts about 500 thousand years, natural light was managed by us. There was the only light source was the sun. Imagine the world in which people did not know ways of getting light. When the sun was setting, all life would stopped, and people hurried to get home before dark. Now everything has changed. Sometimes people work and stay awake at night or often stay up late. It turns out that light allows us to see not everything all around us, but also is the chief regulator of our biological rhythms. The interest in the biological effects of light increases every year. The beginning was the discovery in 2002 of a new photoreceptor (not rod, not cone). Under a definite influence of light on these cells a person feels more cheerful and concentrated.

Energy is the foundation everything. Ability to use it correctly and efficiently more and more often becomes a necessity for a modern man in light of recent financial crisis and the approaching energy crisis.

25% of generated electricity worldwide is spent on lighting. There are state energy consumption projects in this sphere in many countries. We must tackle this problem comprehensively: it can be both the usage of more energy-efficient light sources (e.g. LEDs), and introduction of control systems, and not to forget about the comfort of people.

The aim of our project is to develop intelligent energy-efficient lighting, taking into account biological rhythms of man. Choice of light sources was performed on several criteria. The main of them was the impact on the recently discovered photoreceptor (ipRGC - intrinsically photosensitive Retinal Ganglion Cell). The estimation was made in a preliminary standard DIN V 5031-100. The most suitable were the three light source company "Osram" LUMILUX LL 865, LL LUMILUX Skywhite 880, the LEDs with 4 crystals $T_c = 7000$ K. (T_c - color temperature)

We need to create multiple lighting scenes with a different T_c to obtain an optimal light environment. Therefore it is better to choose LEDs because control of lights and color index light will not affect their service life. On the market management systems are widely distributed two interfaces DALI and 1 ... 10 V. Protocol 1 ... 10 V is realized by a linear law and DALI by a logarithmic. The human eye perceives light by the psycho-physiological Weber-Fechner law (the intensity of sensation is proportional to the logarithm of stimulus intensity). Thus the is most suitable interface DALI.

At this stage of project development is necessary to consider various options for lighting in terms of energy efficiency and comfort of people. Optimal solution as always is not easy, but interesting and important task for the future.

Einfluss einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf die Erkennbarkeit von Sehobjekten im nächtlichen Straßenverkehr

*Michenfelder, Steffen, Neumann, Cornelius
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)
Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe
Telefon: 0721/608-46735, Telefax: 0721/608-42590
Email: Steffen.Michenfelder@kit.edu Internet: www.lti.kit.edu*

Im nächtlichen Straßenverkehr kommt es zu rasch ablaufenden Leuchtdichtewechseln, die auch quantitativ mehrere Größenordnungen betragen können. Das Auge muss sich dabei möglichst schnell an die Helligkeit des Umfeldes anpassen, um einem Verlust der visuellen Leistungsfähigkeit, der sogenannten Blendung, entgegenzuwirken. Dieser wirkt sich gegebenenfalls in einer Reduktion der Kontrasterkennung oder einer verminderten Entfernung aus, aus der Objekte wahrgenommen und identifiziert werden können. Häufigste Ursache für eine Blendung im nächtlichen Straßenverkehr sind entgegenkommende Fahrzeuge.

Die Firma uwe braun GmbH verfolgt mit dem Antiblendlicht ABL[®] den Ansatz, das Auge mittels einer zusätzlichen Lichtquelle gezielt auf das bevorstehende Blendereignis vorzubereiten. An der Sonnenschutzblende angebracht, erfasst das System die Beleuchtungsstärke, die durch die lichttechnischen Einrichtungen der entgegenkommenden und nachfolgenden Verkehrsteilnehmer am Ort des Fahrerauges erzeugt wird. Entsprechend einer internen Logik steuert das ABL[®] seine Helligkeit, um das Auge frühzeitig an das höhere Beleuchtungsniveau zu adaptieren.

Vorangegangene Studien [1] haben gezeigt, dass mit der Verwendung des ABL[®] keine Nachteile hinsichtlich der Kontrasterkennung verbunden sind, die man intuitiv bei der Verwendung einer zusätzlichen Lichtquelle im Fahrzeuginneren vermuten könnte. Die hier vorgestellte Studie quantifiziert mögliche qualitativen Veränderungen der visuellen Leistungsfähigkeit, insbesondere der Erkennbarkeitsentfernung, im nächtlichen Straßenverkehr bei Verwendung des Antiblendlichtes ABL[®] der Firma uwe braun GmbH.

In Feldversuchen mit 30 Probanden auf dem Hockenheimer Ring in der Nähe von Heidelberg wurde ein Paarvergleich „mit und ohne Antiblendlicht“ durchgeführt. Im Rahmen dessen wurden Blendquellen in geeigneter Weise so positioniert, dass eine Blendung durch den Gegenverkehr simuliert werden konnte. Durch eine Modulation der Helligkeit derselben konnte eine hohe effektive und damit realitätsgetreue Begegnungsgeschwindigkeit erreicht werden, während die Fahrgeschwindigkeit des durch die Probanden gesteuerten Fahrzeuges gleichzeitig relativ niedrig gewählt werden konnte. Als zusätzlicher Parameter wurde die Pupillenweite des Fahrers mittels eines Eye-Tracking Systems protokolliert und mit der Verwendung des ABL[®] in Kontext gesetzt. Die psychologischen Auswirkungen wurden über Fragebögen eruiert.

[1] Michenfelder, Steffen: „Ermittlung des Einflusses einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf das Kontrastsehen des Fahrzeugführers“; Diplomarbeit, Karlsruhe 2010

Influence of ambient interior lighting on the visibility of visual objects in the night traffic

*Michenfelder, Steffen, Neumann, Cornelius
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Light Technology Institute (LTI)
Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe
Telefon: 0721/608-46735, Telefax: 0721/608-42590
Email: Steffen.Michenfelder@kit.edu Internet: www.lti.kit.edu*

In the night traffic there are rapid changes in luminance that can be several dimensions. Thereby, the eye has to adapt itself as soon as possible to the brightness of the surrounding field in order to counter a loss of visual ability, so called physical glare. A decrease of visual ability can affect the recognition of contrast or can lead to a reduced distance at which objects can be detected and identified. Oncoming vehicles are the most common reason for glare in the night traffic. Car producers reacted and installed advanced front lighting systems to ensure that as few as possible glaring light gets into eye of the driver.

The company uwe braun GmbH offers the so called Antiblendlicht ABL® (antiglare light) which is an approach to prepare the eye to the upcoming glare by using a separate light source. The system is attached to the antiglare shield at the top of the car, above the seat of the driver, and measures the illuminance at the eye of the driver caused by the light installations of the oncoming and following traffic. According to an internal logic the ABL controls its brightness in order to adapt the eye prematurely to the higher illumination level.

Former studies [1] showed that there is no disadvantage regarding contrast recognition if using the ABL. The study that is presented at this conference quantifies possible qualitative changes of the visual ability, especially of the detection distance, in the night traffic if using the antiglare light ABL® made by the company uwe braun GmbH.

Field studies with 30 testing persons were performed at the Hockenheimring near Heidelberg. As part of these examinations a pair comparison „with and without antiglare light ABL®“ was made. Glaring light sources were installed so that a glare by the oncoming traffic could be simulated. The brightness of the light sources was modulated to achieve a high effective driving speed while the speed of the car driven by the testing person is relatively low. As an additional parameter the size of the pupil was logged by an eye tracking system. The results were put in context with the use of the ABL®. The Psychological effects were investigated in a questionnaire.

[1] Michenfelder, Steffen: „Ermittlung des Einflusses einer ambienten Innenraumbelichtung auf das Kontrastsehen des Fahrzeugführers“; Diplomarbeit, Karlsruhe 2010

Kundenorientierte Nutzung von Licht und Farbe zur Verbesserung von Werbewirkung und Rezeption in der Lichtwerbung

*Dipl.-Ing. Y. Kern, Dr. R. Hennig, (NEL Neontechnik Elektroanlagen Leipzig GmbH)
info@nel.de*

Die Beurteilung von Produkten in der Lichtwerbung findet bisher subjektiv oder vornehmlich anhand funktionaler Kriterien statt. Neben lichttechnischen oder elektrischen Parametern stellt jedoch ebenfalls die Werbewirkung einen entscheidenden Qualitätsfaktor dar.

Der Einfluss psychographischer und demographischer Unterschiede der Rezipienten und ihrer Bedürfnisse erfordert eine zielgruppenspezifische Ansprache, damit sich das Werbeangebot möglichst positiv abheben kann.

Die Kompensation von Defiziten in der Aufnahme und Verwertung des Werbeinhalts oder die Erhöhung der Lesbarkeit für visuell beeinträchtigte Menschen wie z.B. die ältere Bevölkerung oder Farbfehlsichtige bilden eine Grundlage für die Formulierung von ergonomischen Anforderungen.

Zudem geht es im Bereich der Lichtwerbung um die Gewinnung und Haltung von Aufmerksamkeit sowie das Memorieren der Aussage. Die dargebotene Farb- und Formenwelt kann Bedeutung tragen oder das Image des Anbieters formen. Das Ziel liegt also in der Schaffung von Beziehungsbotschaften als Signal an den Nutzer. Dabei liefern Erkenntnisse aus so unterschiedlichen Disziplinen wie bspw. dem Marketing, der Usability, der (Wahrnehmungs-)Psychologie, sowie der Architektur und dem Design Anhaltspunkte für die Verbesserung der Ausgestaltung von Lichtwerbeanlagen.

In diesem Beitrag wird das besondere Potenzial von optischen Täuschungen, Kontrastwirkungen oder Effekten wie bspw. der Fluoreszenz oder der Lichtleitung zur Markeninszenierung dargestellt. Auch Methoden der visuellen Kommunikation zur Unterstützung der Informationsvermittlung und Schaffung von Orientierung in Leitsystemen sind von großer Bedeutung in diesem sonst eher werblich ausgerichteten Gebiet der Lichttechnik.

Ratschläge zur Ausnutzung von Licht- und Farbgebung, begünstigt durch die eingesetzten Lampen und deren vorgesezte Acrylgläser oder Folienapplikationen werden gegeben. Weitere Faktoren, wie z.B. eine dem Standort und Blickwinkel angepasste Anbringung, die eine Steigerung von Erkennbarkeit und Wirkungsentfaltung der Anlage hervorbringen können, werden angeführt.

Zukünftige Leuchtreklamen sollten sich so von ihrer bisher eher statischen Auslegung wegbewegen können und exakter an den Werbetreibenden und seine Kunden anpassbar sein. So ist ein zunehmend modularerer Charakter mit Motiv- und Farbwechseln oder diverser Ansteuerungsmöglichkeiten in greifbarer Nähe.

Customer-oriented application of light and color for the improvement of advertising impact and reception of luminous advertising

*Dipl.-Ing. Y. Kern, Dr. R. Hennig, (NEL Neotechnik Elektroanlagen Leipzig GmbH)
info@nel.de*

Evaluation of products in the field of luminous advertising primarily occurs in a subjective way or according to functional criteria. Apart from photometric and electrical parameters, advertising appeal appears to be a determining quality factor. The influence of psychographic and demographic differences between recipients and their needs demands a target group specific form of approach, enabling the advertising offer to leave an impression as positive as possible.

Compensation of shortcomings in the reception and conversion of advertising content and enhancement of legibility for visually impaired people e.g. the older population or color blind persons, form a basis for the formulation of ergonomic requirements. Besides, the area of luminous advertising deals with obtaining and maintaining attention as well as memorizing the message. The displayed world of colors and shapes can transport meaning or form the vendor's image.

The objective is the creation of indirect 'relationship messages' as a signal to the user. Scientific findings deriving from such differing domains as marketing, usability, psychology of perception as well as architecture and design serve indications for improving the embodiment of luminous advertising installations.

This contribution depicts the particular potential of optical illusions, contrast or other effects, such as fluorescence or light conduction to showcase a brand. Methods of visual communication supporting information transfer and orientation in guidance systems are rather important in this otherwise more promotional business.

Suggestions for taking advantage of light or coloring, promoted by the built-in lamps and their acrylic covers or sheet applications are given. Additional factors, such as matching the mounting according to location and angle of vision aiming at the enhancement of recognisability and impact are mentioned.

Future luminous advertising is supposed to be less static but more customizable. Growing modularity as well as variability in pictures and colors or controlling possibilities is within reach.

Perspectives and problems of the architectural lighting of Sofia

N. Vassilev; I. Petrinska, D. Pavlov; A. Zgurev

*Technical University of Sofia, Department of Scientific Research "Lighting Technique", Kl. Ohridski 8 blvd., bl. 3, lab. 3101a, Sofia 1000, Bulgaria
ipetrinska@tu-sofia.bg*

Sofia is one of the oldest European cities, historically documented as "Roman Serdika" in 7th century BC on the land of an ancient Thracian village. The 28 centuries history of Sofia is accompanied with dynamic and often dramatic development. The look of contemporary Sofia is characterized by extremely rich and diversified kaleidoscope of historical landmarks, old and contemporary cultural monuments and architectural masterpieces ancient Thracians and Hellenes, Roman Empire, Byzantium, Slavs, ancient Bulgarians, Ottoman Empire and the new Bulgarian state from 19, 20 and 21 century.

These landmarks are unique wealth and define the identity of the capital. Their architectural lighting is a mandatory prerequisite for the formation of esthetical, attractive and representative night picture of a contemporary European capital - Sofia.

In the current paper, a richly illustrated review of the architectural lighting in Sofia is presented. The problems and the future development of the architectural lighting are analyzed as well. These are:

- the need of a Master for coordinated and planned realization of the architectural lighting in Sofia;
- integration of the architectural, advertising, street and informational lighting;
- improvement of the energy efficiency of the architectural lighting;
- increase of quality and efficiency of the exploitation of architectural lighting;
- artistic and technical control of the quality of the designs for architectural lighting;
- perspectives of LEDs architectural lighting;
- RGB architectural lighting;
- contemporary tendencies in architectural lighting.

Gütekriterien zur Bewertung der Lichtqualität in Innenräumen

*Dipl.-Ing. Carolin Liedtke, TU Berlin, Fachgebiet Lichttechnik,
Einsteinufer 19, D-10587 Berlin; carolin.liedtke@tu-berlin.de (D)*

Die Lichtqualität in Innenräumen ist derzeit und zukünftig ein Schwerpunktthema in Forschung und Praxis auf dem Gebiet der Beleuchtungstechnik. Neben dem Technologiewechsel im Bereich der Lichtquellen trägt auch die Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeit und Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen dazu bei. Zusätzlich wächst das Bewusstsein von Anwendern über die Bedeutung und den Mehrwert von Lichtqualität.

Die Umsetzung von Lichtqualität ist nach aktuellem Wissenstand nur möglich, wenn Gütemerkmale der Beleuchtung ganzheitlich für den spezifischen Beleuchtungszweck beachtet werden. Die europäische Normung gibt dafür in der Deutschen Fassung der prEN 12464-1:2009¹ einen Überblick über die Kriterien guter Innenbeleuchtung. Die Berücksichtigung der Empfehlungen zu den Kennzahlen, die die quantifizierbaren Kriterien, wie z.B. Beleuchtungsniveau und Blendungsbegrenzung, abbilden, suggeriert jedoch die Sicherheit, Lichtqualität berechnen bzw. messen zu können. Ob hingegen nicht quantifizierbare Merkmale, wie z.B. die Lichtrichtung, hinreichend berücksichtigt werden, ist deutlich schwieriger einzuschätzen, da Kennzahlen dazu bisher noch fehlen oder eine Abbildung des Kriteriums in Kennzahlen nicht zweckmäßig ist. In Folge daraus können in Bezug auf die Lichtqualität sowohl gute, als auch als weniger gut zu bewertende Beleuchtungslösungen entstehen, die gleichermaßen die Empfehlungen in den aktuellen Normen der Innenbeleuchtung erfüllen.

Auf Basis dieser Überlegungen entsteht die Anforderung, einerseits an den Grundlagen der Kennzahlen für die eindeutige Beschreibung zu forschen, und andererseits weitere, bewährte Gütemerkmale aus guten Beispielen der Praxis in Leitfäden und Schriften aufzunehmen, um sie anwendbar im Kontext darzustellen.

Ziel des Forschungsvorhabens am Fachgebiet Lichttechnik in Berlin ist es, eine Beschreibung und Bewertung für das Gütemerkmal Lichtrichtung bezogen auf die den Lichteinfall und die Balance zwischen gerichteter und diffuser Beleuchtung im Raum zu erarbeiten. Das Untersuchungskonzept beinhaltet dazu sowohl Teiluntersuchungen auf Basis qualitativer Evaluierungsmethoden, als auch umfangreiche experimentelle Studien mit Probanden in einem 1:1 Modellraum zur Erhebung des Einflusses und der Bewertung dieses Kriteriums. Eine Implementierung der Ergebnisse in eine Simulationssoftware zur praxisnahen Anwendung bildet den dritten Schwerpunkt der Arbeit.

¹ prEN 12464-1:2009 Deutsche Fassung: *Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

Criteria for lighting quality in interiors

*Dipl.-Ing. Carolin Liedtke, TU Berlin, Fachgebiet Lichttechnik,
Einsteinufer 19, D-10587 Berlin; carolin.liedtke@tu-berlin.de (D)*

The topic of lighting quality in interiors is and will be an integral subject of research in lighting engineering and design application. New technologies such as solid state lighting and the current focus on sustainability and energy efficiency show the relevance of discussing this subject. Thus, an increasing number of professionals and users start to develop awareness for the value lighting quality adds to interiors.

According to current scientific knowledge lighting quality can only be achieved by a comprehensive approach taking into consideration various quality criteria for a specific lighting purpose. European Standards (for example prEN 12464-1:2009¹) provide several demands on interior lighting. But meeting the recommended levels of indicators representing quantifiable criteria (i.e. lighting level, glare control etc.), leads to the illusion of lighting quality being easily computable and measurable. Due to inappropriate or not yet developed indicators the successful implementation of non-quantifiable qualities in the lighting design process, like the direction of light, is significantly more difficult to assess. As a consequence both low and high quality lighting solutions regarding match with the recommendations and comply with the current Standards for interior lighting.

Based on these considerations, further research is evidently required to identify the parameters affecting lighting quality and improve their validity. This, as well as taking into account supplementary criteria from good lighting practice, leads to the next step in understanding and implementing lighting quality.

Focus of the Berlin Institute's research in lighting quality is the evaluation of the direction of incident light and the balance of direct and diffuse lighting in the entire space. An expedient concept to assess these objectives includes several qualitative studies as well as extensive experiments with subjects in a mock-up room. The final implementation of the evaluation results in lighting simulation software then enables a comfortable application within the lighting design process.

¹ prEN 12464-1:2009 German version: Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places

Group Led Supply with A Real Three - Phase Converter of “Boucherot” Type

Kamelia Nikolova, Nikola Trifonov, Angel Pachamanov, Elisaveta Gadjeva
Technical University of Sofia
knikolova@tu-sofia.bg

It is represented a real three-phase converter of “Boucherot” type for applications in indoor lighting installation with non-variant constant current supply of a group of luminaries connected in series to the output terminal of the converter. It is preset a regime of the light sources in the luminaries for work with similar current, independent of their number, with non-variant alternating voltage supply. The required inductance and capacitance of the converter for achieving the required steady-state values of the phase current and the light sources' current are chosen under ideal conditions. The researched model is with specified LED luminaries and the received output properties are defined with registering of the resistance of the circuits and the non-linearity of the reactors, realized with ferromagnetic core. The received results for the real three-phase converter of “Boucherot” type for group supply of LED light sources are analyzed.

Keywords: three-phase “Boucherot” converter; stable constant current; series circuit; LED.

Die optischen Eigenschaften der Wirbeltiernetzhaut

Dipl.-Ing. Martina Prasse

*Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung, Pathophysiologie der Neuroglia,
Jahnallee 59, D-04109 Leipzig, martina.prasse@medizin.uni-leipzig.de*

Die Wirbeltiernetzhaut ist ein dünnes Nervengewebe an der hinteren Innenseite des Augapfels. Sie verarbeitet die in das Auge eindringenden Lichtreize und gibt die visuelle Information in Form von Nervenimpulsen an das Gehirn weiter. Dabei handelt es sich um ein komplexes, mehrschichtiges System aus verschiedenen Zellen und ihren Kompartimenten. Ein Lichtreiz muss nahezu all diese Schichten durchdringen, bevor er die photosensitiven Rezeptoren erreicht. Dieser inverse Aufbau ist bei allen Wirbeltieren zu finden und wirkt bezüglich der optischen Parameter wie eine „Fehlkonstruktion“. Obwohl biologische Zellen sehr transparent sind, unterscheiden sie sich in ihrer Größe und ihrem Brechungsindex. Folglich müsste das transmittierte Licht in spürbarer Weise reflektiert, gebrochen und gestreut werden.

Wie ist es also möglich, dass wir unsere Umwelt nicht als eine verschwommene Mischung aus Licht, Schatten und Farbe wahrnehmen, sondern selbst feine Strukturen auflösen können? Untersuchungen der Netzhautoptik haben ergeben, dass dieses Gewebe außerordentliche Eigenschaften besitzt, welche den Lichttransport unterstützen. Zudem werfen andere Gewebemerkmale noch immer Fragen auf. Bei näherer Betrachtung dieser spezifischen Merkmale sind Parallelen zu angewandten optischen Technologien, wie Lichtwellenleitern, faseroptischen Platten und Linsensystemen erkennbar. Dies lässt vermuten, dass die scheinbar fehlkonstruierte Wirbeltiernetzhaut ein hochspezialisiertes, optisches System ist.

Unter Berücksichtigung der optischen Parameter wurden entsprechende Teilsysteme repliziert, getestet und mit dem Original verglichen. Die Resultate gewähren einen interessanten Blick auf Details des Lichtweges und erlauben, das Gesamtsystem besser zu verstehen. Ein solches Verständnis kommt nicht nur der ophthalmologischen Diagnostik zu Gute, sondern könnte auch die Entwicklung mikrooptischer Anwendungen beeinflussen.

The optical properties of the vertebrate retina

Dipl.-Ing. Martina Prasse

*Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung, Pathophysiologie der Neuroglia,
Jahnallee 59, D-04109 Leipzig, martina.prasse@medizin.uni-leipzig.de*

The vertebrate retina is a thin nerve tissue at the posterior inner surface of the eye ball. It processes the light stimuli captured by the eye and transmits the information (as nerve impulses) to the brain. Since it is a complex multilayered system which consists of several cell types and their processes the light stimulus has to pass all these layers before it is received by the photosensitive receptor cells. This inverse configuration is shared by all vertebrates. It might appear like a kind of 'faulty design'. Although biological cells are very transparent they differ in their size and their refractive index. Thus the transmitted light must be reflected, refracted and dispersed considerably.

Then, how is it possible that we do not perceive our environment as a blurry mixture of shadow, light and colour, but are able to resolve fine structures? Studies of the retinal optics revealed remarkable properties of this tissue, which support light transmission. Furthermore some specific tissue characteristics still raise new questions. A consideration of these properties reveals analogies to applied optical technologies like optical fibers, fiber optic plates, and lens systems. This suggests that the apparently misarranged tissue configuration actually is a sophisticated optical system.

To mimic the optical parameters of the tissue appropriate models were generated, tested, and compared with the original. The results deliver an interesting insight into details of the optical path, and therefore enhance the comprehension of the complete system. Such a comprehension will serve not only the ophthalmological diagnostics but also the development of microoptical applications.

LED Beleuchtungsanlagen. Ziele, Problematik und Ausführung

Doz. Dr. Krasimir Velinov – <http://lighting-bg.eu>, candela@mail.bg;

Dipl. Ing. Radi Pipev, Sofia-proekt MC – radi.pipev@gmx.net,

Doktorand an der Hl. Ivan Rilski – Universität für Bergbau und Geologie;

Poly Velinova – <http://polyv.hit.bg>, polyv@abv.bg Studentin an der TU Sofia

Zur Zeit werden im Bereich der Straßenbeleuchtung überwiegend Hochdrucknatriumlampen genutzt. Ein typisches Beispiel davon ist die Stadt Sofia, wo die elektrische Leistung von 90 % der Lampen 70 W beträgt (Fig. 1). Bei dieser elektrischen Leistung beträgt die äquivalente Lichtausbeute in Bezug auf den von der Beleuchtungsanlage ausgestrahlten Lichtstrom ungefähr 45 lm/W. In den letzten Jahren hat der technische Fortschritt es ermöglicht Weißlicht-LEDs mit hoher Lichtausbeute herzustellen.

Im vorliegenden Referat sind die technischen Anforderungen für die LED Beleuchtungsanlagen beschrieben. Es ist eine Optimierungsaufgabe zur Erzielung einer optimalen Lichtverteilung gemäß den geometrischen Parametern angegeben, was in Fig. 2. dargestellt ist. Die Möglichkeiten zur Erzielung einer solchen optimalen Lichtverteilung sind behandelt und bereits realisierte Lichtverteilungen von bestehenden Beleuchtungsanlagen sind bildlich dargestellt worden (Fig. 3).

Im Referat ist ein ökonomischer Vergleich zwischen den LED Beleuchtungsanlagen und derjenigen mit Hochdrucknatriumlampen gezogen (Fig.4). Es wurde festgestellt, dass die LED Beleuchtungsanlagen trotz der höheren Anfangskosten niedrigere Instandhaltungsausgaben aufweisen, wobei die Gesamtkosten im Rahmen von deren ganzen Lebensdauer bestehend aus Anschaffungskosten und Instandhaltungsausgaben beträchtlich niedriger als diesen für die Hochdrucknatriumlampen-Beleuchtungsanlagen.

Es wurde untersucht unter welchen Marktbedingungen und durch welchen Betriebseinrichtungen und Technologien die Aufnahme von LED Beleuchtungsanlagen wirksam sein wird.

[1] Vassilev Hr., Velinov K., Wirkung der geometrischen Parameter und einschränkenden Bedingungen auf die optimale Lichtverteilung der Straßenbeleuchtungsanlagen, Conferinta internationala Iluminat 2007, 06.2007, Clush-Napoka, Rumänien.

[2] Cree® XLamp® Long-Term Lumen Maintenance, Juli 2009.

[3] Velinov K., Ist LED Beleuchtung teuer? XIV Nationale Lichtkonferenz mit internationaler Beteiligung Bul-Light 2010, 10 – 12 Juni 2010, Varna, Bulgarien



Fig. 1

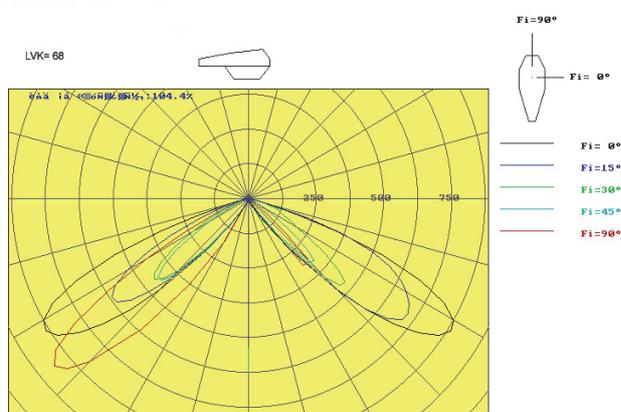


Fig. 2

LED lighting fixtures. Objectives, issues and implementation

Assoc. Prof. Dr. Krasimir Velinov - <http://lighting-bg.eu>, candela@mail.bg;
 Dipl. Eng. Radi Pipev, Sofia-proekt MC – radi.pipev@gmx.net,
 PhD Student at St. Ivan Rilski – University of Mining and Geology;
 Poly Velinova – <http://polyv.hit.bg>, polyv@abv.bg, Student at the TU Sofia

At present the high pressure sodium lamps are mostly used for the purposes of street lighting. A typical example thereof represents the city of Sofia, where the power of 90 % of the lamps used is 70 W (fig. 1). With this power the equivalent energy efficiency in relation to the luminous flux emitted by the lighting fixture is 45 lm/W.

During the past years the technological progress offered the possibility to produce high energy efficiency white LEDs. The technical requirements for LED lighting fixtures have been described in the present paper. An optimization problem for achieving an optimum light distribution according to the geometrical parameters has been presented, as illustrated in fig. 2. The possibilities for achieving such optimum light distribution have been outlined and the light distribution of existing lighting fixtures measured in the photometric lab of the Ivan Rilski University of Mining and Geology have been illustrated (fig. 3).

An economic comparison of LED lighting fixtures and HPS lamp lighting fixtures has been made in the paper (fig.4). It has been concluded that despite the higher initial cost, the LED lighting fixtures have lower operation costs, and the total cost for the entire useful life thereof, consisting of acquisition costs plus maintenance cost, being considerably lower than the expenditures for HPS lamp lighting fixtures.

An analysis was made as to determine the market conditions, production facilities and technologies, which should be present in order that the initiation of LED lighting fixtures production would be efficient.

[1] Vassilev Hr., Velinov K., Influence of geometrical parameters and restrictive conditions on the optimum light distribution of the street luminaires, Conferinta internationala Iluminat 2007, 06.2007, Clush-Napoka, Romania.

[2] Cree® XLamp® Long-Term Lumen Maintenance, July 2009.

[3] Velinov K., Is LED lighting expensive?, XIV National Conference on lighting with international participation BulLight 2010, June 10 – 12, 2010, Varna, Bulgaria.

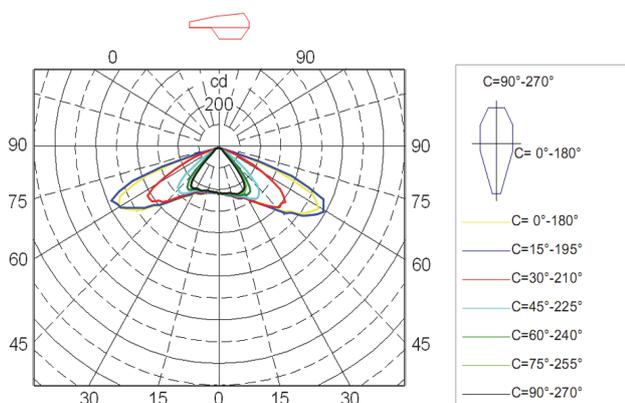


Fig. 3

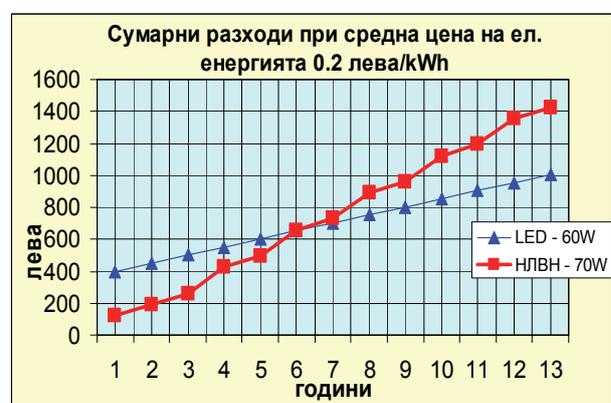


Fig. 4

Entwurf und Aufbau eines UV-LED Moduls mit hoher Leistungsdichte

Christian Herbold¹, Marc Schneider², Manfred Scholdt¹, Cornelius Neumann¹

¹*Lichttechnisches Institut*

²*Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik*

Karlsruher Institut für Technologie, Kaiserstrasse 12, 76131 Karlsruhe

christian.herbold@kit.edu

Die LED-Technologie hält vor allem aufgrund ihrer Vorteile in Effizienz und Lebensdauer Einzug in die Allgemeinbeleuchtung. Um diese Vorteile auch in anderen Anwendungsbereichen nutzbar zu machen und die Einsatzmöglichkeiten der LED zu erweitern, wurde ein UV-LED-Modul mit hoher Leistungsdichte entworfen und aufgebaut. Speziell die Anwendung zur Trocknung und Aushärtung von Lacken und Klebstoffen kann zum Ersatz von Quecksilberdampf-Mitteldruck-, -Hochdruck- und -Höchstdrucklampen durch die LED-Technik führen.

Die Auswahl geeigneter Leuchtdioden erfolgte auf Grundlage einer Gegenüberstellung der Leistungsdaten von verfügbaren LEDs mit Peak-Wellenlängen unterhalb von 400 nm. Verglichen wurde neben der optischen Leistungsfähigkeit der einzelnen LED auch die durch die Baugröße erzielbare Packungsdichte auf dem Schaltungsträger des Moduls. Diese ist bei gehäusten LEDs deutlich geringer als bei LED-Chips ohne Gehäuse. Die größte zu erwartende optische Flächenleistungsdichte des LED-Moduls ergab sich mit einem LED-Chip des Herstellers Semileds, der eine typische Strahlungsleistung von 275 mW bei Wellenlängen zwischen 390 nm und 395 nm aufweist. Für das Modul wurden 98 LED-Chips in Abständen von 300 µm beziehungsweise 580 µm auf einer Fläche von 2,11 mm² verbaut.

Die hohe Leistung des LED-Moduls von bis zu 100 W cm⁻² machte es zwingend notwendig beim Entwurf die Wärmeabfuhr von den LEDs an die Umgebung zu berücksichtigen. Deshalb wurde ein Schaltungsträger aus Aluminiumoxid eingesetzt, auf den das Schaltungslayout in Dickschichttechnik aufgebracht wurde. Die Anbindung der LED-Chips erfolgte in einem ersten Prototyp mittels silbergefüllten Klebstoffs mit einer Wärmeleitfähigkeit von 5 W m⁻¹K⁻¹. Zur Verbesserung dieses thermischen Übergangs zwischen LED und Schaltungsträger wurde ein weiteres Modul mit gelöteten LEDs aufgebaut. Das SnAgCu-Lot besitzt eine um mehr als den Faktor 10 höhere Wärmeleitfähigkeit als der Klebstoff. Die weitere Wärmeabfuhr an die Umgebung wurde durch einen aktiven Kühlkörper realisiert. Zur thermischen Anbindung des Keramik-Schaltungsträgers an die polierte Montageplatte des Kühlkörpers wurden eine silbergefüllte Wärmeleitpaste sowie eine bei Raumtemperatur flüssige Metalllegierung verglichen. Letztere zeigte einen deutlich geringeren thermischen Widerstand als die Paste und ermöglichte den Betrieb des LED-Moduls mit Stromstärken von bis zu 750 mA bei Chiptemperaturen von maximal 124 °C. Die erreichte optische Flächenleistungsdichte des LED-Moduls betrug 27,3 W cm⁻² und damit mehr als das Dreifache der Leistung typischer kommerziell erhältlicher LED-Module im Wellenlängenbereich unter 400 nm.

Eine Steigerung der optischen Flächenleistungsdichte wird zukünftig durch weitere thermische und optische Verbesserungen, beispielsweise den Einsatz eines Flüssigkeitskühlkörpers, eines Aluminium-Schaltungsträgers oder Materialien zur Brechungsindexanpassung, ermöglicht werden.

Design of a high power density UV-LED module

Christian Herbold¹, Marc Schneider², Manfred Scholdt¹, Cornelius Neumann¹

¹ *Light Technology Institute*

² *Institute for Data Processing and Electronics*

Karlsruhe Institute for Technology, Kaiserstrasse 12, 76131 Karlsruhe

christian.herbold@kit.edu

Advantages in efficiency and lifetime favour the entry of LED technology in more and more general lighting applications. A high power density UV-LED module was designed and built to use these advantages in further applications and thus extend the scope of LEDs. Especially the use for curing and drying of paints, coatings and adhesives can result in a replacement of medium pressure, high pressure and very high pressure mercury arc lamps by the LED technology.

The selection of appropriate LEDs was based on a comparison of the performance of available LEDs with peak wavelengths below 400 nm. In addition to the optical performance of each LED the achievable packing density on the circuit board, straitened by the overall size of the LED, was compared. The density is much lower on packaged LEDs than on chips without package. The largest optical power density of the LED module was expected with LED chips manufactured by Semileds Corporation each emitting a typical radiated power of 275 mW at peak wavelengths between 390 nm and 395 nm. 98 LEDs were assembled on an area of 2.11 mm² with spaces of 300 μm and 580 μm between the individual chips.

The module's high power of up to 100 W cm⁻² absolutely necessitates considering the heat dissipation from the LEDs to the environment. Therefore an interconnect device of aluminium oxide was used onto which the circuit layout has been applied by thick film technology. The LED chips were adhesively bonded by a silver filled conductive epoxy that has a thermal conductivity of 5 W m⁻¹K⁻¹. To improve this thermal connection between the LED and circuit board another module was built with soldered LEDs. The SnAgCu solder has a thermal conductivity that is more than ten times higher than that of the adhesive. The further heat dissipation to the environment has been performed by an active heat sink. For the thermal connection of the ceramic circuit board assembly with the polished plate of the heat sink a silver-filled thermal compound was compared to a metal alloy liquid at room temperature. The latter led to a considerably lower thermal resistance than the compound and allowed the operation of the LED module with currents of up to 750 mA at chip temperatures not exceeding 124 °C. The achieved optical power density of 27.3 W cm⁻² is more than three times the output power of typical commercially available LED modules at wavelengths below 400 nm.

A future increase in the optical output power could be achieved by further thermal and optical improvements, for instance the application of a liquid cooling system, a circuit board of aluminium or materials to adapt the index of refraction.

Inverse Problems in LED secondary optics design

Dr. Valchan Georgiev

Dr. Iva Petrinska

Technical University of Sofia, Department of Electrical Power Supply, Electrical Equipment and Electrical Transport, Kl. Ohridski 8 blvd., Sofia, Bulgaria

ipetrinska@tu-sofia.bg

The LEDs stepped in the lighting technique and started shifting the conventional light sources – incandescent and discharge lamps from their traditional applications. The specifics of the LEDs make the conventional optical systems inefficient, because these solid state light sources do not emit luminous flux in the upper hemisphere and with reflective optical system the needed light distribution of the luminaires cannot be achieved. For modeling of the light distribution of the LED luminaires, secondary lenses are used.

The task for design of the lenses' geometry, in a way that the needed light distribution can be reached can be classified as an inverse problem.

The current paper represents an attempt for solving of such a problem through bringing the inverse problem to an optimization task.

Aufbau einer Langzeitmessung von LEDSystemen

*Manfred Scholdt, Christoph Beyer, Martin Perner, Cornelius Neumann
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut
Engesserstr. 13, D-76131 Karlsruhe*

In diesem Beitrag wird ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Einbrennzeit von LED Systemen vorgestellt, welches in Rahmen des Projektes UNILED entwickelt wurde. Ein Teilziel des BMBF Projektes UNILED ist die Abschätzung der Lebensdauer von LED Systemen aus Kurzzeitmessungen. Um dafür valide überprüfbare Daten zu erhalten, wird am Lichttechnischen Institut ein Langzeitmessplatz mit ca. 200 Brennplätzen aufgebaut, mit dem die Systeme gealtert werden können.

Hierfür werden vorbereitend die verschiedenen Messnormen zur Lebensdauerbestimmung von LED Systemen untersucht und der Lebensdauerbegriff für LED Systeme definiert. Des Weiteren ist eine Eingangscharakterisierung der LED Systeme notwendig, um einerseits eine thermische Stabilisierung der Systeme gewährleisten zu können und andererseits die Messzeit der einzelnen Module möglichst gering zu halten. Die Optimierung dieser gegenläufigen Parameter wird als Bewertungsmaßstab für das Verfahren zur Bestimmung der Einbrennzeit herangezogen.

Construction of a long-term measurement of LED systems

*Manfred Scholdt, Christoph Beyer, Martin Perner, Cornelius Neumann
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Light Technology Institute
Engesserstr. 13, D-76131 Karlsruhe*

In this article, we introduce an improved method to determine the stabilization time of LED systems. This method was developed as part of the project UNILED. One main goal of the BMBF project UNILED is a method to estimate life times of LED systems based on short-term measurements.

To verify the results, we are constructing at the Light Technology Institute a long-term measurement setup which consists of about 200 lighting units in order to age the LED systems. We investigate different standards concerning LED lifetime to prepare the measurement and specify the definition of lifetime for LED systems. In addition, we did an initial characterization to ensure a thermal stabilization of the systems and to minimize the measuring time of the several units. The optimization of these opposite parameters is the standard of evaluation for our method to determine the stabilization time.

Beleuchtete und hinterleuchtete Bildflächen im Vergleich

*Jacob Schreck, Kopernikusstraße 17, 10245 Berlin;
Prof. Dr.-Ing. P.W. Schmits, HAWK Hildesheim
schreck@see-light.de*

Die grundlegenden Beleuchtungsarten Beleuchtung und Hinterleuchtung sind in Verbindung mit Bildflächen bestimmt den meisten von Ihnen in ganz alltäglichen Situationen begegnet: Die Anwendung reicht von informativem, zweckmäßigem Einsatz der beiden Beleuchtungsarten über einen Schwerpunkt in der Lichtwerbung bis hin zur Kunst. Be- und hinterleuchtete Bildflächen sind eine gern verwendete und bekannte Erscheinung unserer alltäglichen Umgebung. Aber im direkten Vergleich?

Im Rahmen meiner Abschlussarbeit an der HAWK Hildesheim wurde 40 Probanden im Laborversuch dieser Paarvergleich vorgeführt. Zentrale Elemente des Versuchsaufbaus waren zwei Bildflächen, die das gleiche Bildmotiv zeigten. Die vertikal auf Augenhöhe der Versuchspersonen nebeneinander angeordneten Bildflächen wurden mittels Leuchtstofflampen hinterleuchtet, beziehungsweise beleuchtet. Nach Verifizierung des Versuchsaufbaus durch Leuchtdichte- und Farbortmessungen bewerteten drei Probandengruppen mit unterschiedlichen Vorinformationen die Bildflächen unter drei verschiedenen Leuchtdichteverhältnissen, in welchen die Leuchtdichte der Hinterleuchtung unter der beleuchteten Fläche lag, messbar gleich war und darüber lag. In einem standardisierten Versuchsablauf wurden anhand von Fragebögen sowohl Wahrnehmungskriterien als auch qualitativ-assoziative Eindrücke bewertet.

Die mithilfe der Varianzanalyse statistisch ausgewerteten Antworthäufigkeiten zeigten, dass die Attraktivität der hinterleuchteten Bildfläche in vielen Fällen als größer empfunden wurde. Das wahrgenommene Helligkeitsverhältnis wich dabei interessanterweise von der messbaren Leuchtdichte ab. Die Vorbildung der Probanden hatte einen leichten Einfluss auf die Antworthäufigkeit, folgte jedoch dem Gesamttrend.

Comparing wallwashed and back-lit image areas

*Jacob Schreck, Kopernikusstraße 17, 10245 Berlin;
Prof. Dr.-Ing. P.W. Schmits, HAWK Hildesheim
schreck@see-light.de*

The most of you will know wallwashing and backlighting in association with image areas as an ordinary part of daily life. Whether advertising in outer space, guideposts or even art, wallwashed and backlit image areas are in varied use every day. But simultaneously compared to one and another?

Within the scope of my bachelor thesis this paired comparison was presented to 40 test persons with different preparatory training in a laboratory experiment. The experimental setup showed two image areas, presenting the same motive. These were vertical mounted on eye level, one was backlit, the other wallwashed by fluorescent lamps. The experimental setup was verified by measured luminance and chromaticity coordinates. In a standardised test procedure, using questionnaires, the test persons reviewed criteria concerning perception as well as qualitative, associative impressions for three different luminance ratios.

The frequency of answers, evaluated by ANOVA, showed that in most cases the backlit image area was rated more attractive. Interestingly perceived luminance ratios aberrated from measured figures. Preparatory training had a slight effect on the frequency of answers, but correlated in the main with common trends.

Influence of intelligent control systems on parameters of public lighting

*Author: Ing. Zlatko Balaš, e-mail: zlatko.balas@stuba.sk
prof. Ing. Alfonz Smola, PhD. alfonz.smola@stuba.sk
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak university of technology
Ilkovičova 3, 81219 Bratislava*

The paper will describe the existing intelligent control systems for systems of public lighting and their effects on the parameters of certain types of communications. There will be simulated cases of dimming and lighting control in light-technical software Dialux, evaluation of real change and communication classes compared with the standard set values. Will take account in particular the higher classes of communication for which reduce light intensity can have a major impact on safety.

Einfluss elektrischer Ansteuerungsparameter auf den Degradationsprozess organischer Leuchtdioden

*Dipl.-Ing. (FH) Verena Kraft, L-LAB, 59552 Lippstadt, Rixbecker Straße 75
Dr.-Ing. Tobias Hemsel, Universität Paderborn, 33102 Paderborn, Fürstenallee 11
verena.kraft@l-lab.de*

Organische Leuchtdioden (OLEDs) werden derzeit als Displays in MP3-Playern, Handys oder Kameras genutzt. Als erste flächenhafte Lichtquelle besitzen OLEDs aber auch im Beleuchtungs- und Signagebereich ein hohes Zukunftspotential. Neben ihrem extrem dünnen Aufbau überzeugen OLEDs mit einer hohen Energieeffizienz und ihrer annähernd lambert'schen Abstrahlcharakteristik, wodurch sich völlig neue Anwendungs- und Designmöglichkeiten ergeben.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt innerhalb der Förderinitiative „Organische Leuchtdioden Phase 2“ das Verbundprojekt So-Light (Forschung und Demonstratoren hinsichtlich Spezialbeleuchtungs- und Signage-Anwendungen basierend auf OLED-Lichttechnologie). Die elf beteiligten Unternehmen und Forschungsinstitute verfolgen das Ziel, neue Emittermaterialien zu erforschen, Demonstratoren aufzubauen und organische Leuchtdioden umfassend lichttechnisch zu charakterisieren. Innerhalb des Projektes liegt der Schwerpunkt auf der Verbesserung flächiger, weißer OLEDs.

Im Forschungsinstitut für Lichttechnik und Mechatronik der Universität Paderborn und der Hella KGaA Hueck & Co., dem L-LAB, werden die lichttechnischen Eigenschaften von OLEDs hinsichtlich der Betriebsdauer analysiert. In Langzeitstudien werden Leuchtdichte, Spektrum und Farbort in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter untersucht. Aus den erhobenen Daten soll ein Modell zum Degradationsverhalten erstellt werden, denn hier besteht noch ein Defizit der neuen Technologie. Werden weiße OLEDs mit einem konstanten Strom betrieben, liegt die maximale Lebensdauer zurzeit im Bereich von 5000 bis 15.000 Stunden. Laut Herstellerempfehlung sollte von einer gepulsten Ansteuerung abgesehen werden, da diese die Lebensdauer der OLEDs drastisch senken würde.

Im L-LAB wurde ein Langzeitforschungsstand realisiert, in dem organische Leuchtdioden mit unterschiedlichen Ansteuerungskonzepten betrieben wurden. Innerhalb des mehrmonatigen Versuchs wurden in regelmäßigen Abständen die orts aufgelöste Leuchtdichte und der Farbort bestimmt. So konnten auftretende Inhomogenitäten oder Änderungen dieser beiden Parameter bewertet werden und der Einfluss der realisierten Ansteuerungsvarianten auf die Lebensdauer der OLEDs (Betriebszeit bis zum Erreichen von 50% der Anfangsleuchtdichte) dargestellt werden. Auf diesen Daten aufbauend soll eine optimierte Ansteuerung zur Minimierung des Degradationsprozesses ermittelt werden.

Schlagwörter: Organische Leuchtdioden, Degradationsverhalten, Lebensdauer, elektrische Ansteuerung, Pulsweitenmodulation, Konstantstromquellen

Influence of electrical control parameters on the degradation behaviour of organic light emitting diodes

Dipl.-Ing. (FH) Verena Kraft, L-LAB, 59552 Lippstadt, Rixbecker Straße 75

Dr.-Ing. Tobias Hemsel, Universität Paderborn, 33102 Paderborn, Fürstenallee 11

verena.kraft@l-lab.de

At present, organic light emitting diodes (OLEDs) are used as displays in MP3-player, mobile phones or cameras. As first surface light sources, OLEDs also have a high future potential in the field of lighting and signage applications. In addition to their extremely thin structure, OLEDs convince with high energy efficiency and with their approximately lambertian light distribution, whereby completely new application and design possibilities result.

The Federal Ministry of Education and Research supports within their funding initiative "Organic Light Emitting Diodes phase 2" the joint project "So-Light" (research and demonstrators in the sector of lighting and signage applications based on OLED technology). The eleven companies and research institutes pursue the aim of investigating new emitter materials, constructing demonstrators and characterizing the photometric parameters of organic light emitting diodes. Within the project, the main area of emphasis lies on the improvement of white OLEDs.

The L-Lab, a research institute concerned with lighting technology and mechatronics which is supported by the University of Paderborn and the Hella KGaA Hueck & Co., analyses the photometric characteristics of OLEDs regarding the operating duration. In long-term studies luminance, spectrum and chromaticity coordinates will be examined in dependency of different parameters. From the registered data, a model of the degradation behaviour should be derived, because this is still a deficit of the new technology. If white OLEDs are powered with constant current, the maximum lifetime lies within the range of 5000 to 15,000 hours. According to manufacturer recommendation pulse width modulation shouldn't be used, since this would lower the lifetime of the OLEDs drastically.

A test bench for long-term studies was realised in the L-LAB, in which organic light emitting diodes were operated with different control concepts. Within the test, lasting a few months, in regular intervals the space-resolved luminance and the chromaticity coordinates were determined. Arising inhomogeneities or alterations of these two parameters could be evaluated. Furthermore, the influence of the different realised control concepts on lifetime of OLEDs (operating duration until reaching 50% of the initial luminance) could be described. On this data basis an optimised control concept is to be determined for minimisation of the degradation behaviour.

Keywords: organic light emitting diode, degradation behaviour, durability, electrical control, Pulse width modulation, constant current sources

Night Distance Light

*Dipl.-Ing. (FH) René Übler
LurexX optical GmbH
rene.uebler@lurexx.de*

Das Night Distance Light (NDL) soll ein rotes Lichtband hinter dem Fahrzeug erzeugen. Dieses Lichtband dient als Distanzmarkierung und signalisiert dadurch dem nachfolgenden Verkehr Abstand zu halten.

Bisherige Konzepte verwendeten als Lichtquelle stets einen starken Laser, der helle Spots auf der Straße erzeugte, ohne eine weitere Optik zu benötigen.

Der Ansatz des NDL ist es, das Lichtband mit einer LED als Lichtquelle und entsprechenden Zusatzoptiken zu realisieren und dadurch Kosten und Bauraum einzusparen.

Die Systemauslegung wurde virtuell, mit CAL-Tools, durchgeführt und umfasst drei Lösungsansätze.

Anhand dieses Projektes sollen die Vorteile und die Qualitäten der virtuellen Optikauslegung, sprich der Lichtsimulation aufgezeigt werden.

Night Distance Light

*Dipl.-Ing. (FH) René Übler
LurexX optical GmbH
rene.uebler@lurexx.de*

The Night Distance Light (NDL) should create a lightband behind the vehicle. This Marking Line on the street signals the following traffic to keep distance to the car.

Previous attempts based on strong lasers as light source which creates bright spots on the street without using any optical components except the laser itself.

The Approach of the Night Distance Light is to realize the lightband with regular LED packages and optical components to decrease costs and construction space.

The whole optical system design was made with CAL-Tools to demonstrate the power, speed and flexibility of virtual product development and Lighting Simulation.

There were three methods of resolutions which will be addressed in the lecture.

Operationalisierung von Sicherheit und Akzeptanz am Beispiel Markierungslicht

*Philip Stroop, Tel. (02941) 38 31335, Philip.Stroop@l-lab.de
Jürgen Locher Tel. (02941) 38 31370, Juergen.Locher@l-lab.de
L-LAB, Rixbecker Str. 75, 59552 Lippstadt*

Eine neue Scheinwerfertechnologie für Kraftfahrzeuge ist das Markierungslicht. Dies soll die Verkehrssicherheit erhöhen, indem Fußgänger in gefährlichen Situationen von einem Sensor erfasst und vom Scheinwerfer gezielt angeleuchtet werden. Die Leistungsfähigkeit des Sensors ist hierbei eine das System limitierende Größe. Sie lässt sich an der maximalen Entfernung, in der ein Fußgänger detektiert werden kann, messen. Hierbei ist ungewiss, ab welcher Entfernung ein Sicherheitsgewinn gegenüber Abblendlicht erzielt wird. Darüber hinaus ist es unklar wie die Sicherheit mit zunehmender Entfernung, in der das neue Lichtsystem Objekte markiert, ansteigt.

Der Sicherheitsgewinn durch das System wird lichttechnisch anhand von Leuchtdichtekontrasten an Fußgängerattrappen gegenüber dem Hintergrund gemessen und anhand des Vergleichs mit den Kontrasten, die ein Abblendlicht erzeugt, bewertet.

Empirisch soll die Sicherheit anhand einer Probandenstudie ermittelt werden. Die Probanden müssen mit einem mit Markierungslicht ausgestatteten Fahrzeug eine Versuchsstrecke durchfahren. Sie sollen einen Taster betätigen, wenn sie eine Fußgängerattrappe erkennen. Durch die Verwendung eines differentiellen GPS-Systems ist hierbei jederzeit die exakte Position des Fahrzeugs bekannt. Gleichzeitig sind die Positionen der Attrappen bekannt, wodurch Sensoren mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten perfekt simuliert werden können. Die Erkennbarkeitsentfernung der Fahrer kann für unterschiedliche Sensorentfernungen (80, 120 und 150m) erfasst und mit denen für Abblendlicht verglichen werden. Mit Hilfe der Erkennbarkeitsentfernung soll der Gewinn an Verkehrssicherheit in Abhängigkeit von der Sensorentfernung quantifiziert werden. Die Probanden können sich zudem anhand eines Fragebogens zu dem System äußern, wodurch Rückschlüsse auf die Akzeptanz möglich sind.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Studie wurde im Februar 2011 mit 25 Probanden durchgeführt. Sie stellt ein Beispiel für eine kombinierte Betrachtung der lichttechnischen Leistung und empirisch erhobener Daten zu Sicherheit und Akzeptanz von aktuellen Lichtsystemen dar. Durch die Operationalisierung der hypothetischen Konstrukte Sicherheit und Akzeptanz ist es möglich weitere Systeme zu untersuchen und zu bewerten.

In zukünftigen Untersuchungen soll auch der Aspekt der Energieeffizienz betrachtet werden. Dies bedeutet in diesem Zusammenhang den möglichen Verzicht auf eine Ausleuchtung des Verkehrsraumes durch Kfz Scheinwerfer auf Strecken mit einer ausreichend dimensionierten ortsfesten Beleuchtung.

Operationalization of safety and acceptance using the example of marking light

*Philip Stroop, Tel. (02941) 38 31335, Philip.Stroop@l-lab.de
Jürgen Locher Tel. (02941) 38 31370, Juergen.Locher@l-lab.de
L-LAB, Rixbecker Str. 75, 59552 Lippstadt*

A new technology for headlamps is marking light. Marking light can increase traffic safety by detecting pedestrians in dangerous situations and highlighting them. The sensor limits this system. The performance of the sensor can be measured by the distance in which pedestrians are recognized by the sensor. It is uncertain in which distance pedestrians must be recognized, to get a safety advantage in comparison to low beam. It is not clear, how safety increases by additional sensor sensitivity.

The resulting safety increase is photometrically measured by the luminance contrast generated on pedestrian shaped mock-ups against the background. These contrasts are evaluated in comparison to contrasts generated by a low beam system.

Safety shall be assessed empirically in a test case with subjects. These have to drive a test track with a car equipped with a marking light. Test persons have to press a button immediately if they recognize a pedestrian mock-up. The exact position of the car is always known using a differential GPS. Sensors with different capture distances can be simulated perfectly by knowing the positions of the mock-ups. The recognition distances of the drivers can be assessed for different sensors (capture distances 80, 120 and 150 m) and can be compared to low beam distances. Thus the increase of safety can be quantified depending on this sensor property. Furthermore the subjects have to answer questions on the system. From these answers conclusions on acceptance can be drawn.

The presented test series (25 subjects) took place in February 2011. It is an example for a combined treatment of the photometric capacity and empirical data describing safety and acceptance of known light systems. By operationalising the hypothetic constructs safety and acceptance other light systems can also be analyzed and rated.

In further tests aspects of energy efficiency shall be covered. In this context it means the possibility to dim or shut off the headlamps of a car in areas with adequate road lighting.

Einsatz von hochtransparenten Flüssigsilikonem in Kraftfahrzeugscheinwerfern

*Marc Kaup, L-LAB, Rixbecker Str. 75, 59552 Lippstadt
marc.kaup@l-lab.de*

Dynamische Lichtverteilungen, die sich adaptiv und vollautomatisch auf unterschiedliche Fahrsituationen und Lichtverhältnisse einstellen, sind heute bereits Stand der Technik. Einen Weg zur Realisierung variabler Scheinwerferlichtverteilungen stellt beispielhaft ein Projektionsmodul mit Frei-Form-Walze dar. Diese um die Längsachse drehbare Walze besitzt auf ihrer Mantelfläche unterschiedliche Konturen. Sie befindet sich im Strahlengang zwischen Reflektor und Linse des Moduls und bedient sich so des Prinzips der subtraktiven Lichtverteilungserzeugung. Im Gegensatz zur subtraktiven Lichtverteilungserzeugung bieten die in der Entwicklung befindlichen LED-Matrix-Scheinwerfer die Möglichkeit aktive Lichtfunktionen additiv zu verwirklichen.

Um den Lichtstrom jedes einzelnen LED-Chips nicht nur dazu zu nutzen, das Vorfeld eines Kraftfahrzeugs statisch auszuleuchten, sondern Scheinwerferlichtfunktionen, wie blendfreies Fern-, Markierungs- oder Kurvenlicht zu realisieren, muss das Licht in diskrete Raumwinkel abgestrahlt werden. Sogenannte Primäroptiken in der unmittelbaren Umgebung der leuchtenden Flächen sind somit unverzichtbar, um in einer engen Matrixstruktur die Lambert-Charakteristik der einzelnen Leuchtdioden außer Kraft zu setzen und diese Struktur auch innerhalb der Lichtverteilung zu nutzen.

Wie dieser Beitrag belegen soll, eröffnet die LED als Lichtquelle in diesem Zusammenhang nicht nur Freiheiten hinsichtlich der Lichtfunktionen und des neuartigen Erscheinungsbildes eines Scheinwerfers. Sie verlangt ebenfalls nach dem Einsatz „neuer“ Materialien und Konzepte. Als beständig gegen hohe Temperaturen, energiereiche sichtbare oder ultraviolette Strahlung, bei gleichzeitig hervorragenden Transmissionseigenschaften, erweisen sich hochtransparente Flüssigsilikone. In Form von Lichtleitelementen können sie in direktem Kontakt mit einer „weißen“ LED stehen. Gegenüber dem Werkstoff Glas bieten transparente Silikone zudem fertigungstechnische Vorteile, insbesondere im Hinblick auf eine industrielle Massenfertigung.

Über eine Materialsubstitution von Glas und thermoplastischen Polymeren hinaus kann die Flexibilität des Elastomers genutzt werden, um optische Eigenschaften einer Sekundäroptik im Scheinwerfer mechanisch zu beeinflussen. Durch flexible Linsensysteme könnten Lichtverteilungen gesteuert werden. Als natürliches Vorbild dient die Linse innerhalb des menschlichen Auges, die aufgehängt an Fasern, über einen Ringmuskel ihre Brennweite verändert. Ein vergleichbares Aktorsystem könnte in diesem Zusammenhang zur Realisierung eines akkommodierenden Scheinwerfers beitragen.

Schlagwörter: Kraftfahrzeugscheinwerfer, Scheinwerferlichtfunktionen, adaptive Lichtverteilungen, LED, Primäroptik, Sekundäroptik, hochtransparentes Flüssigsilikon, Lichtleiter, flexible Linsen.

Application of highly transparent liquid silicone rubber in automotive headlamps

*Marc Kaup, L-LAB, Rixbecker Str. 75, 59552 Lippstadt
marc.kaup@l-lab.de*

Dynamic light distributions, adjusting adaptively and automatically to different driving and lighting conditions, are already state of the art. One way to implement variable light distributions in one system is a projection module with a shaped cylinder. This cylinder, rotating around its longitudinal axis, has different outlines on its lateral surface. The cylinder is located in the pathway of rays between the module's reflector and its lens. Thus, it uses a subtractive way to implement different light distributions. In contrast, future cars will feature adaptive and active light functions realized by activating additional light sources in LED matrix headlamps.

To implement variable light functions such as glare-free high beam, marking light or bending light, in LED matrix headlamps the luminous flux emitted is being split up into discrete solid angles. This way, the illumination of the motor vehicle's foreground is not forced into fixed patterns but can be adjusted freely to fit the demands of the particular driving situation. So-called primary optics, put directly in front of the luminous surfaces, are being used to prevent the Lambert characteristic of the light emitting diodes in a close matrix structure.

This paper should proof, LED matrix systems do not only enhance the possibilities with regards to light distribution and appearance of headlamps. They also demand the application of "new" materials and concepts. Among those, liquid silicone rubber (LSR) stands out for being resistant against high temperatures, violet and ultraviolet radiation while at the same time providing excellent transmission characteristics. When used as light guidance elements LSRs can be directly exposed to white LEDs. Compared to glass, transparent LSRs offer further technical advantages, especially for industrial mass production.

On top of the afore mentioned advantages of LSRs over glass and thermoplastic polymers, the flexibility of the elastomer can be used to mechanically control optical characteristics of secondary optics in a headlamp. Light distributions could be controlled by flexible lens systems. The lens in the human eye serves as a natural modal here, changing its focal length by contracting a circular muscle. An actuator system similar to the human eye could therefore contribute to the realization of an accommodating headlamp.

Key words: headlamp, light functions, adaptive light distributions, LED, primary optics, secondary optics, highly transparent liquid silicone rubber (LSR), light guide, flexible lenses.

Fernlichtnutzung bei Fahrt mit Nachtsichtsystem

Carmen Kettwich

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)

Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe

Telefon: 0721/608-46735, Telefax: 0721/608-42590

Email: Carmen.Kettwich@kit.edu Internet: www.lti.kit.edu

Heutzutage werden Kraftfahrzeugführer mit einer immer komplexer werdenden Umgebung konfrontiert. Trotz oder gerade wegen des Informationsüberflusses muss der Fahrer relevante von irrelevanten Informationen trennen, um das Fahrzeug sicher zu führen. Eine gute Orientierung im Straßenverkehr ist nur möglich, wenn die Aufmerksamkeit gezielt auf wichtige Objekte und Ereignisse gelenkt wird.

Besonders bei Nacht ist die Sicht eingeschränkt, hier ist das Risiko in einen Unfall verwickelt zu werden zwei- bis dreimal mal höher als am Tag. Um die Sichtverhältnisse bei Dunkelheit zu verbessern sollten Fahrerassistenzsysteme, wie etwa Nachtsichtsysteme, genutzt werden, welche unter anderem die Erkennbarkeitsentfernung bei Fahrt mit Abblendlicht signifikant erhöhen.

Dabei ergibt sich die folgende Fragestellung: Haben Nachtsichtsysteme einen Einfluss auf die Nutzung von Fern- und Abblendlicht?

Zur Untersuchung dieser Thematik fuhr jeder Proband zwei Runden einer Teststrecke. Dies geschah nachts und größtenteils auf unbeleuchteten Landstraßen. Die erste Runde wurde ohne Nachtsichtsystem gefahren, sie diente als Vergleich zur zweiten, in welcher es genutzt werden konnte. Das Auf- und Abblenden sowie das Blickverhalten wurden während des Versuchs aufgezeichnet. An der Untersuchung nahmen 42 Personen im Alter von 21 bis 63 Jahren teil, davon waren 21 männlichen und 21 weiblichen Geschlechts.

In diesem Paper wird die Fernnutzung bei ein- und ausgeschaltetem Nachtsichtsystem untersucht und anschließend mit dem Blickverhalten der Probanden verglichen.

High-beam usage while driving with an active night vision enhancement system

Carmen Kettwich

Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Light Technology Institute (LTI)

Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe

Telefon: 0721/608-46735, Telefax: 0721/608-42590

Email: Carmen.Kettwich@kit.edu Internet: www.lti.kit.edu

Nowadays the car driver has to cope with an increasing complex environment. In spite of an information overflow the vehicle driver has to separate relevant from less relevant information in order to navigate his car safely on the road. A good orientation in road traffic is only possible if the attention of the vehicle driver is used for the perception of significant objects and events.

Especially at night visibility is severely restricted. Besides the risk to be involved in an accident at night is between two till three times higher compared to daytime. Thus visibility should be enhanced through driver assistance systems, like night vision enhancement systems (NVES). These systems help to increase the detection distance while driving with low beam.

Thus the following question arises: Do NVES have an impact on the use of headlamps? This will be discussed in the paper.

Every subject in this study had to perform two runs on a closed test-track in a mainly rural environment at night. The first round acts as referee whereas the NVES was activated in the second round. Headlamp usage as well as gaze behaviour were logged during the whole test. 42 subjects (21 male and 21 female) between 21 and 63 years of age took part in this investigation.

This paper analyses the high-beam usage while driving with and without NVES and additionally compares these results with the gaze behaviour.

Einfluss von Warnsichtsystemen im Automobil auf die visuelle Wahrnehmung von Fahrzeugführern

Christian Jebas, Cornelius Neumann

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)

christian.jebas@kit.edu

Im nächtlichen Verkehrsraum wird die Erkennung von Fußgängern bedingt durch die kleine Silhouette, der fehlenden Markierungspflicht und den geringen Reflexionsgrad erschwert. Studien belegen das kritisch erhöhte Unfallrisiko für Fußgänger in der Dunkelheit. Konventionelle Scheinwerfer können bei höheren Geschwindigkeiten in der Regel keine ausreichend frühe Erkennung dieser ungeschützten Verkehrsteilnehmer sicherstellen.

Bei der Auslegung neuer Scheinwerfersysteme nimmt der Fußgängerschutz eine essentielle Rolle ein. Dabei besitzen aktive Systeme das größte Effektmaß. Eine Möglichkeit zur Erhöhung des Fußgängerschutzes stellt der Einsatz von Warnsichtsystemen dar, welche im Verkehrsraum befindliche Fußgänger detektieren und additiv zur Grundlichtverteilung ausleuchten.

In einer in Kooperation mit *Bosch* im Rahmen einer Doktorarbeit durchgeführten Studie wurden zwei Warnsichtsysteme mit unterschiedlichen Ausleuchtungskonzepten innerhalb einer dynamischen Probandenstudie erprobt und deren Wirkpotential quantifiziert. Als Bewertungskriterium diente die Erkennbarkeitsentfernung von Fußgängerattrappen mit realistischem Reflexionsgrad auf einer abgesperrten Versuchsstrecke. Das Probandenkollektiv setzte sich aus 30 fahrerfahrenen Personen mit optometrisch vergleichbaren Voraussetzungen im Alter von 40 bis 60 Jahren zusammen.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen eine signifikante Verbesserung der Erkennbarkeitsentfernung von Fußgängern im nächtlichen Verkehrsraum. So kann abhängig vom verwendeten System eine Erhöhung von bis zu 58 % erzielt werden. Des Weiteren wird die Aufmerksamkeit des Fahrers erhöht, wodurch kritische Situationen reduziert werden. Neben den objektiv messbaren Effekten zeigt die Evaluation der subjektiven Eindrücke ebenfalls sehr gute Ergebnisse.

Das Paper wie auch der Vortrag beschreiben neben der Relevanz des Fußgängerschutzes die Durchführung sowie die Ergebnisse der durchgeführten Versuche.

Influence of warning-light-systems on the visual perception of car drivers

Christian Jebas, Cornelius Neumann

Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Light Technology Institute (LTI)

christian.jebas@kit.edu

Due to the small silhouette, the lack of marking requirements and the low reflectivity it is difficult to detect pedestrians in nighttime traffic. Studies show the critical increased accident risk for pedestrians in the dark. At higher speeds conventional headlamps are usually not able to ensure an early detection of these road users.

In the design of new headlamp technologies the pedestrian protection takes an essential role. Active headlamps have the highest potential to increase the traffic safety. A possibility to improve the pedestrian visibility is the implementation of warning-light-systems using the headlamp as the actuator. These systems detect pedestrians and illuminate them additive to a basic light distribution.

As a part of a PhD study the influence of two warning light systems with different lighting concepts were tested and evaluated in a dynamic study in cooperation with *Bosch*. As evaluation criterion the detection distance of pedestrian dummies with a realistic reflectivity was measured on a closed test track. The subject group consisted of 30 people with similar visual abilities at the age of 40 to 60 years.

The study shows a significant improvement of the detection distance of pedestrians in the nighttime traffic. Depending on the used system an increase of up to 58 % can be achieved. Furthermore the attention of the driver increased which reduces critical situation. Similar to the objective measurable effects the evaluation of the subjective impressions shows also good results.

The paper and the presentation describe the relevance of the pedestrian protection, the realization of the study as well as the results.

Untersuchungsmethode zur Bewertung von Flicker bei geteiltem Beleuchtungsfeld

Johannes L. Foltin, Dr. Tobias Ehlgen

Robert Bosch GmbH, Postfach 1661, D-71226 Leonberg, Germany

johannes.foltin@de.bosch.com, tobias.ehlgen@de.bosch.com

Prof. Dr. sc. nat. Christoph Schierz

Technische Universität Ilmenau, Postfach 100565, D-98693 Ilmenau, Germany

christoph.schierz@tu-ilmenau.de

Bei Nacht ist der Anteil an schweren Unfällen höher als bei Tage. Gründe hierfür sind häufig eine nicht angepasste Geschwindigkeit und eine geringe Fernlichtnutzung. Durch neuartige Scheinwerfersysteme und Fernlichtassistenten soll die durchschnittliche Sichtweite erhöht werden, so dass der Fahrer früher auf Gefahren reagieren kann. Exemplarisch seien hier neben dem klassischen Fernlichtassistenten die adaptive Hell-Dunkel-Grenze und das blendfreie Fernlicht genannt ([1]).

Häufiges Umschalten zwischen Abblendlicht und Fernlicht, sowie eine schnelle Anpassung der Hell-Dunkel-Grenze, kann hektisch und störend wirken. Um die Akzeptanz des Assistenzsystems und den erlebten Komfort des Fahrers zu erhöhen, muss man den Diskomfort minimieren. Visueller Diskomfort kann durch eine geringe Sichtweite und durch Bewegung und Blinken von Objekten hervorgerufen werden ([2]). Spannungsschwankungen im Stromversorgungsnetz können eine flackernde Beleuchtung (Flicker) verursachen, die meist als störend empfunden wird ([3]). Kfz-Scheinwerfer beleuchten bei Nacht vorwiegend die Straße, was zusammen mit dem unbeleuchteten Hintergrund zu einer geteilten Beleuchtungssituation führt. Aufbauend auf der in [3] vorgestellten Flickermessung, wird der durch die dynamische Veränderung von Lichtverteilungen hervorgerufene Diskomfort gemessen.

In der empirischen Studie wird die Störschwelle bei geteilter Beleuchtungssituation abhängig von Schaltfrequenz und Geschwindigkeit der Helligkeitsänderungen für die Bewertung von Fernlichtassistenzsystemen ermittelt. Der Einfluss der Sichtweite auf den Diskomfort soll mit der Durchführung einer Laboruntersuchung beseitigt werden. Während der Untersuchung wird die Beleuchtungssituation mit einem Projektor dynamisch variiert. Die Versuchspersonen bearbeiten eine Sehaufgabe, damit sie sich nicht auf die sich ändernden Beleuchtungsverhältnisse konzentrieren. Die subjektive Bewertung des Diskomforts der Versuchspersonen wird durch Befragung ermittelt.

[1] Kalze, F.-J., Schmidt, Ch., Dynamic Cut-Off-Line geometry as the next Step in forward lighting beyond AFS, 7th International Symposium on Automotive Lighting, 2007

[2] Salvendy, G. (Hrsg.), Boyce, P. R., Handbook of Human Factors and Ergonomics, Kapitel Illumination, Wiley & Sons, 1997

[3] Cai, R., Flicker Interaction Studies and Flickermeter Improvement, PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, 2009

Method for Flicker Evaluation under Divided Illumination Condition

*Johannes L. Foltin, Dr. Tobias Ehlgen
Robert Bosch GmbH, Postfach 1661, D-71226 Leonberg, Germany
johannes.foltin@de.bosch.com, tobias.ehlgen@de.bosch.com*

*Prof. Dr. sc. nat. Christoph Schierz
Technische Universität Ilmenau, Postfach 100565, D-98693 Ilmenau, Germany
christoph.schierz@tu-ilmenau.de*

At night the relative amount of serious accidents is higher than in daytime. Two common reasons for the higher risk are an inadequate velocity and little usage of high beam. New headlight technologies and headlight assistants systems increase the average sight distance, so that the driver is able to react earlier to dangerous situations. For instance, the regular high beam assistant as well as the Adaptive Cut-Off-Line and the glare free high beam systems ([1]) are already available on the market.

Switching between low and high beam as well as fast adaptation of the cut-off-line can appear hectic and annoying to the driver. To increase acceptance and convenience of automatic headlight systems, the discomfort has to be minimized. This visual discomfort is known to be caused by adverse sight conditions or by moving or flickering objects, which distract the driver's attention ([2]). This is similar to voltage fluctuations in power networks that also cause disturbing flicker in illumination ([3]). In case of the headlight systems, the road is mainly illuminated whereas the background scene stays unlighted which results in a divided illumination. Based upon results presented in [3], the discomfort caused by the switching in headlight systems is analyzed.

In an experimental study the threshold of irritation, depending on switching frequency and rate of brightness change, is determined under divided illumination conditions for evaluation of headlight assistant systems. The influence of sight condition on discomfort is eliminated by performing the study in the laboratory. The illumination scene is varied dynamically during the study using a projector. The test persons perform a visual task in order to not concentrate on the changing illumination. Personal judgement of discomfort is determined using a questionnaire.

- [1] Kalze, F.-J., Schmidt, Ch., Dynamic Cut-Off-Line geometry as the next Step in forward lighting beyond AFS, 7th International Symposium on Automotive Lighting, 2007
- [2] Salvendy, G. (Hrsg.), Boyce, P. R., Handbook of Human Factors and Ergonomics, Kapitel Illumination, Wiley & Sons, 1997
- [3] Cai, R., Flicker Interaction Studies and Flickermeter Improvement, PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, 2009

Die Nutzung von Licht als alternatives Warnkonzept in kritischen Verkehrssituationen

Clemens Grunert^{}, Mark Gonter[†], Gunnar Köther^{*} und Mark Vollrath[‡]*

** Volkswagen AG, Forschung und Entwicklung, Licht und Sicht, Brieffach 011/15820, 38436 Wolfsburg, clemens.grunert@volkswagen.de*

† Volkswagen AG, Konzernforschung/Integrierte Sicherheit und Licht, Brieffach 011/17770,, 38436 Wolfsburg

‡ Institut für Psychologie, Abteilung für Kognitions- und Ingenieurpsychologie, TU Braunschweig, Gaußstraße23, 38106 Braunschweig

Die Komplexität des Straßenverkehrs nimmt stetig zu. Daher wird es für den Fahrer schwieriger, alle relevanten Informationen aus der Umgebung zu extrahieren, um sich sicher durch das Verkehrsumfeld zu bewegen. Fahrerassistenzsysteme unterstützen den Fahrer in der komplexen Umwelt, indem sie vor möglichen Gefahren warnen und den Fahrer bei unfallvermeidenden Handlungen unterstützen. Die Warnung erfolgt häufig über ein Display, das eine Aufmerksamkeitsverlagerung in das Fahrzeuginnere erfordert. Alternativ werden Warntöne zur Handlungsauslösung genutzt. Diese müssen jedoch mit einer Gefahrenquelle im Sichtfeld in Verbindung gebracht werden. Dies könnte bei Dunkelheit ein Problem darstellen, da möglicherweise Gefahrenquellen für eine angemessene Risikoabschätzung nicht hinreichend ausgeleuchtet werden. Daraus ergibt sich unter Umständen eine Fehleinschätzung der Situation. Neue lichtbasierte Fahrerassistenzsysteme, wie der Dynamic Light Assist, verbessern die Ausleuchtung und helfen dem Fahrer, die Situation adäquat zu bewerten.

Durch die Verwendung neuer Scheinwerfertechnologien bietet sich die Möglichkeit, bei Dunkelheit das Licht der Frontscheinwerfer zu nutzen, um gezielt vor potentiellen Gefahrenquellen zu warnen. Da der Warnreiz direkt im Blickfeld dargeboten werden kann, ist theoretisch keine Blickabwendung auf ein Display nötig. Zudem ist zu erwarten, dass Lichtreize im Blickfeld zu einer Blickzuwendung führen. Hierdurch könnte eine gerichtete Warnung erfolgen, ohne Verringerung des Situationsbewusstseins durch eine Blickverlagerung in das Fahrzeuginnere. Außerdem könnte der Fahrer dabei unterstützt werden, eine Entscheidung über eine angemessene Handlung zu treffen.

Im Rahmen einer Laborstudie gaben 30 Probanden eine subjektive Bewertung der Idee eines lichtbasierten Warnkonzeptes ab. Die Ergebnisse zeigen eine positive Einschätzung des Warnkonzeptes.

Zukünftig könnte sich durch einen gezielten Einsatz von Licht die Möglichkeit bieten, dem Fahrer bei Dunkelheitsfahrten das Verhalten des Fahrzeugs noch verständlicher als bisher zu machen und gerichtet vor Gefahren zu warnen. Zusätzlich ist eine höhere Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen bei Dunkelheit zu erwarten, da eine lichtbasierte Warnung vom Fahrer wahrscheinlich schneller plausibilisiert werden kann. Insbesondere bei steigendem Automatisierungsgrad ist es wichtig, dass der Fahrer das Fahrzeugverhalten auch bei Nacht versteht, damit das nötige Vertrauen in die Funktion entstehen kann.

The use of light as alternative warning strategy in hazardous traffic situations

Clemens Grunert^{}, Mark Gonter[†], Gunnar Köther^{*} und Mark Vollrath[‡]*

^{} Volkswagen AG, Research and Development, Lighting and Vision, Letterbox 011/15820, 38436 Wolfsburg, Germany, clemens.grunert@volkswagen.de*

[†] Volkswagen AG, Group Research, Integrated Safety and Light, Letterbox 011/17770, 38436 Wolfsburg, Germany

[‡]Department of Engineering and Traffic Psychology, Technische Universität Braunschweig, Gaußstraße 23, 38106 Braunschweig, Germany

The complexity of traffic increases continuously. Therefore, for the driver it is difficult to extract all relevant information from the environment in order to maneuver safely in the traffic scenario. Advanced driver assistance systems inform about possible hazards and support the driver to avoid an accident. Frequently, the warning is presented via a display to the driver, which requires shifting attention into the interior of the vehicle. Alternatively, an acoustic warning signal is used to provoke an appropriate action. However, the driver must be able to connect the sound with the source of danger. During the night, this might be a problem. For perceiving a critical object, it is necessary to illuminate it adequately. Otherwise a misjudgment of the situation might occur. Novel light-based advanced driver assistance systems, for example the Dynamic Light Assist, improve the illumination and help the driver to appreciate the situation in an appropriate way.

Moreover, by using the light of headlights based on new technologies, the driver could be warned purposefully of possible hazardous objects at night. Since the stimulus is presented directly in the field of view, no shift of attention to a display is necessary anymore. Furthermore, it might be possible to direct the fixation by using light. Thus, the warning is not global but focused on the critical object. The driver can select an adequate action and retain the necessary situation awareness.

In a user study, a total of 30 subjects rated the idea of a light-based warning strategy in a subjective way. The results showed a positive rating by the subjects.

In future, the use of light as new warning strategy needs to be examined for driving at night. In addition, for advanced driver assistance systems a higher acceptance is expected in the case of darkness, because of the possibility to check the plausibility of a light-based warning immediately. Especially on the way to autonomous vehicles it is important to ensure that the driver understands why the vehicle behaves in a certain way at night so that the necessary confidence in the autonomous functions can arise.

Optimierte Lichtverteilung für ein LED-basiertes Landescheinwerfersystem einer Boeing 787 – Erhöhung der Flugsicherheit im Landeanflug durch verbesserte Umweltwahrnehmung

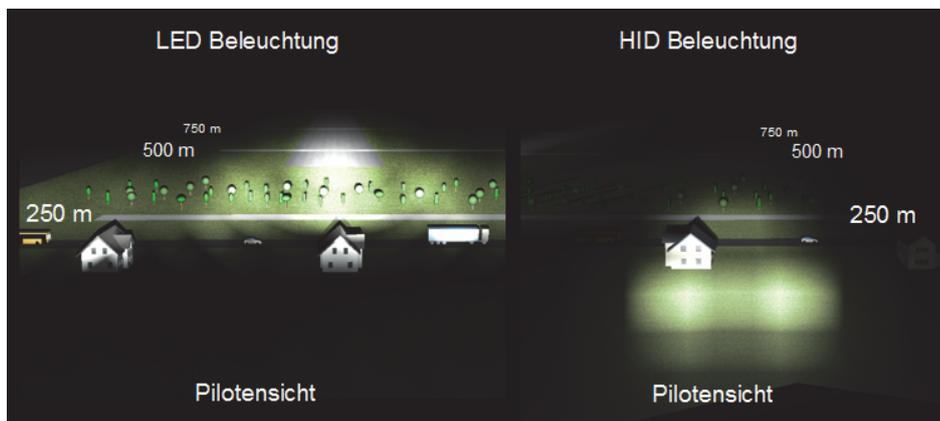
B. Eng. Benjamin Willeke

Goodrich Lighting Systems, Bertramstr. 8, 59557 Lippstadt

Benny-15@gmx.de

Die Arbeit befasst sich mit der Definition einer optimierten Lichtverteilung für die Landebeleuchtung eines Flugzeuges. Dazu wurden visuelle Wahrnehmungsaspekte des Piloten, Randbedingungen durch das Flugzeug und Forderungen aus Normen, diskutiert, sowie deren Relevanz für die Definition einer optimierten Lichtverteilung eingeschätzt. Um die Realisierbarkeit der optimierten Lichtverteilung zu überprüfen, wurden einfache LED-basierte, optische Ansätze, welche eine Fläche definiert beleuchten sollen, evaluiert.

Durch das Einbeziehen von Pilotenmeinungen konnten im Vorfeld Fehler der aktuellen Landescheinwerfertechnologien bei der Konstruktion der optimierten Lichtverteilung vermieden werden. Es wurde eine optimierte Lichtverteilung definiert, welche besser an die Gegebenheiten einer Landung bei Nacht angepasst ist, als die Lichtverteilung bereits existierender Technologien. In verschiedenen Ansätzen wurden Möglichkeiten gefunden, die optimierte Lichtverteilung, durch einzelnes Ausrichten von LED-Modulen, in einer LED-basierten Landebeleuchtung zu realisieren. Der Vergleich (vgl. Abbildung) der LED Lösung mit dem Stand der derzeitigen Technik zeigt, dass die LED Lichtverteilung dem Piloten eine weitere Sicht auf der Landebahn ermöglicht sowie eine breitere, seitliche Lichtverteilung erzeugt.



Vergleich der LED Lichtverteilung mit dem Stand der Technik in DIALux

Diese Arbeit zeigt, dass die Lichtverteilung der Landebeleuchtung eines Flugzeuges im Vergleich zum Stand der derzeitigen Technik mit einfachen optischen Ansätzen verbessert werden kann. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Landebeleuchtung für ein Flugzeug mit LEDs realisierbar ist. Zudem bietet die LED-Landebeleuchtung den Vorteil einer sehr flexiblen Gestaltung der Ausrichtung sowie der Homogenität der Lichtverteilung.

Light distribution optimization of an LED-based landing light system for a Boeing 787 – Safety increase upon landing by improved surrounding cognition

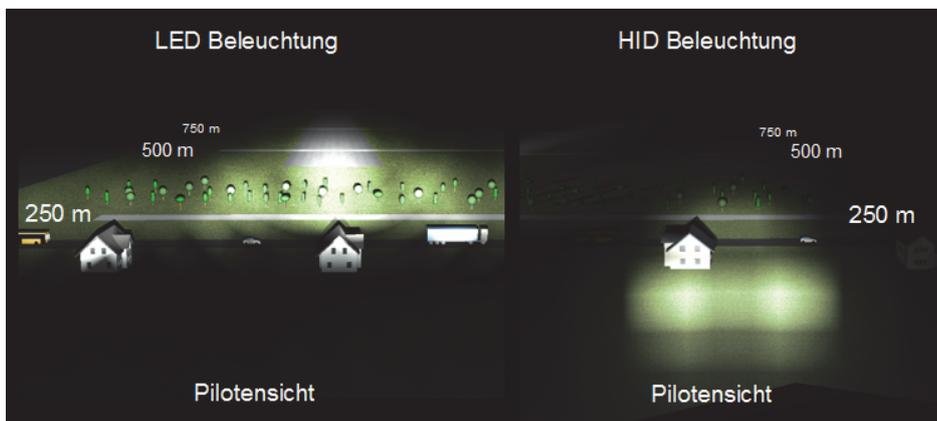
B. Eng. Benjamin Willeke

Goodrich Lighting Systems, Bertramstr. 8, 59557 Lippstadt

Benny-15@gmx.de

This work focuses on the definition of an optimized light distribution for the landing lighting of an airplane. Therefore the pilot's visual cognition aspects, airplane boundary conditions and requirements due to mandatory standards were discussed and their relevance for defining an optimized light distribution was evaluated. To examine the feasibility of such an optimized light distribution, simple LED-based optical approaches, which are to illuminate a defined surface, were evaluated.

By including pilots' opinions, previous flaws of the current landing light technologies could be avoided in the constructing of an optimized light distribution. An optimized light distribution was defined which includes an improved adaptation to night landing conditions opposed to the currently existing light distribution technologies. In various approaches, options were considered, to achieve an optimized light distribution by aligning individual LED modules in an LED-based landing lighting system. The comparison (see illustration), including state-of-the-art and the LED solution, shows that the LED light distribution produces a lengthier view onto the runway as well as a broader, lateral light distribution for the pilot.



Comparison of the LED-based landing light and the state-of-the-art in DIALux

This work demonstrates that light distribution of the landing light of an airplane can currently be improved by simple optical approaches as opposed to presently utilized state-of-the-art lighting systems. The results clearly indicate that the landing light for an airplane utilizing LEDs is realizable. In addition, the LED landing lighting offers the advantage of a very flexible configuration regarding the adjustment as well as the homogeneity of the light distribution.