

Lux junior 2013

11. Internationales Forum für den lichttechnischen Nachwuchs 27. bis 29.9.2013 Dörnfeld/Ilm

Abstracts



Lux junior 2013

Abstracts

11. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs

27. bis 29. September 2013
Dörfeld 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

ISBN: 978-3-927787-46-9

11:30	Mittagessen (Lunch)	
13:00	Eröffnung (Opening)	
13:15	Völker, S. (Berlin): Messung physio-psychologischer Größen (Measurement of physio-psychological variables)	8 9
14:00	Schierz, Ch. (Ilmenau): Die Psychophysik der Wahrnehmungsschwelle: Von Weber und Fechner zur Signalde- tektionstheorie (The psychophysics of perception threshold: from Weber and Fechner to signal detection theory)	10 11
14:45	Khanh, T. Q. (Darmstadt): Farbqualitätskriterien für die Optimierung von weißen leuchtstoff-konvertierten LEDs – Theorie und praktische Optimierung (Color quality criteria for the optimization of phos- phor-converted white LEDs - theory and practical optimization)	13
15:30	Kaffeepause (Coffee Break)	
16:15	Fernkorn, N. (Goslar): Möglichkeiten der Lichtlenkung bei LED-Lichtquellen (Possibilities of light control with LED light sources)	14 15
16:45	Bielawny, A. (Paderborn): Flashlights in lighting simulation - A technical perspective on the potential of tailored optics (Taschenlampen in der lichttechnischen Simulation - warum einfach, wenn's auch kompliziert geht?)	17
17:05	Bauer, Ch.; Junghans, B. (Dornbirn, A): HILITE - Interaktive Echtzeit-3D-Visualisierung zur Unterstützung von Lichtplanungs- prozessen (Interactive realtime 3D visualisation to support lighting design processes)	18 19
17:30	Liedtke, C.; Rothert, I. (Berlin): Empfängerbezogene Konzepte zur Beschreibung der Lichtrichtung in Innenräumen (Receiver related approaches for the description of the light direction and directional light in interiors)	20 21
17:50	Petrinska, I.; Georgiev, V.; Petkova, P. (Sofia, BG): Methods for Daylight Estimation in Buildings	23
18:10	Müller, N.; Khanh, T. Q.; Bodrogi, P. (Darmstadt): Blendung als Funktion der Beleuchtungsgeometrie und Strahldichte - neue lichttechni- sche Versuche mit physiologischer Stressmessung (Discomfort glare as a question of lighting geometry and radiance – test series measu- ring physiological stress signals)	24 25
19:00	Abendbuffet (Dinner)	

7:30	Frühstück (Breakfast)	
8:45	Stapel, J.; Heimpold, T.; Reifegerste, F. (Dresden): Welches Licht soll es sein? - Eine Studie zur subjektiven Lichtbewertung (Which light are you looking for? A study on subjective light evaluation)	26 27
9:00	Polin, D.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Untersuchung stroboskopartiger Effekte von PWM-gesteuerten LED-Leuchten	29
9:15	Krüger, J. (Dresden): Untersuchungsansatz zur Feststellung der Auswirkungen von Mehrfachschatten auf die Formwahrnehmung (Approach to determine the impact of multi-shadows on shape perception)	30 31
9:30	Kirsch, R. (Berlin): A Holistic Approach to Energy Efficiency and Lighting Quality in Office Spaces	32 33
9:45	Präsentation aller Poster (Poster Presentations)	
9:45	Helmer, M. (Karlsruhe): Altersbedingter Einfluss einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf das Kontrastsehvermögen bei Nacht (Age-related influence of ambient interior lighting on contrast sensitivity by night)	34 35
9:50	Jungnitsch, K. (Ilmenau) Rate the Rating: Stufe2 - Erweiterung der Farbewiedergabeuntersuchungen vom Lichtsimulator zum Testraum (Rate the Rating: Step2 - Expansion of the research of colour rendering from lightbooth to testroom)	36 37
9:55	Kuřka, B.; Smola, A. (Bratislava, SK): Rating of energy performance in residential buildings	39
10:00	Maass, R.; Lindemann, M.; Sauter, G. (Braunschweig): A Short History of Traceable Goniophotometry at PTB	41
10:05	Skrzypczak, P.; Stankowiak, T. (Poznan, PL): High pressure sodium lamp with twin arc tube – variation parameters of road lighting.	43
10:10	Velinov, K.; Velinova, P. (Sofia, BG): Goniophotometer with large number of digital photo sensors	45
10:15	Stefanov, S.; Petrinska, I.; Draganova, I.; Vasilev, H. (Sofia, BG): Determination of the Optimal Spectral Curve of Emission of LEDs	47

10:20	Marutzky, M.; Kleinert, B.; Seer, M.; Bogdanow, S. (Gifhorn): Anwendbarkeit von Kontrast-basierten Erkennbarkeitskriterien auf die Methode der geometrischen Verkürzung (Applicability of contrast-based perceptibility criteria on the method of geometrical reduction)	48 49
10:25	Pachamanov, A.; Pavlov, D.; Kassev, K. (Sofia, BG): A Method of Street Luminance Measurement and Analysis	51
10:30	Wagner, M.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Einbrennverlauf und Brennlageverhalten von LED-Leuchten und deren Konsequenzen für die Leuchten-Goniophotometrie (Burning in process and behaviour of burning position of LED luminaires and the consequences for goniophotometry)	52 53
10:35	Janiga, P.; Gašparovský, D. (Bratislava, SK): Electric parameters in street lighting networks	55
10:40	Schuster, M.; Lindner, D.; Nevas, S.; Sperling, A. (Braunschweig): Validation of absolute spectral irradiance responsivity measurements using mode-locked lasers	57
10:45	Kaffeepause und Posterbesichtigung (Coffee Break)	
11:15	Kleinert, B. (Gifhorn); Schierz, Ch. (Ilmenau); Seer, M.; Marutzky, M.; Bogdanow, S. (Gifhorn): Blendungsbewertung von Kfz-Scheinwerfern – Was wird messtechnisch erfasst und was nicht? (Glare evaluation of automotive headlamps – What is measured and what's not?)	58 59
11:30	Michenfelder, S.; Neumeyer, M.; Neumann, C. (Karlsruhe) : Konvertierungsalgorithmus für automobilen Forschungsscheinwerfer (Conversion Algorithm for Automotive Lighting Research Head Lamp)	60 61
11:45	Kosmas, K.; Zydek, B.; Zydek, S.; Khanh, T. Q. (Darmstadt): Einstellung der Lage der Lichtstärkenverteilung von Kfz-Scheinwerfern unter erschwerten Bedingungen (Device for Aiming of Automotive Headlamps under Adverse Conditions)	62 63
12:00	Schäfer, S. (Lippstadt): Konzepte für eine selbstjustierende Scheinwerfertechnologie (Concepts for a selfadjusting headlamp technology)	64 65
12:15	Hupe, Ch. (Ilmenau); Schäfer, S. (Lippstadt); Schierz, Ch. (Ilmenau): Homogenitätsbewertungen flächiger Lichtquellen und Leuchten (Homogeneity assessments of two-dimensional illuminants and lamps)	66 67
12:30	Foltin, J. L. (Leonberg); Schierz, Ch. (Ilmenau): Bewertung klassischer Kfz-Fernlichtassistenten im Fahrversuch (Evaluation of an Automotive High Beam Assistant System)	68 69
12:45	Mittagspause (Lunch Break)	

14:00	Barthel, M.; Schäfer, S., Kley, F. (Lippstadt): Intuitive Bedien- und Steuerungskonzepte für die Innenraumbeleuchtung in Fahrzeugen (Intuitive operating and control concepts for lighting applications within cars)	70 71
14:15	Stroop, P.; Locher, J. (Lippstadt): Akzeptanz verschiedener Markierungsstrategien (Acceptance of different marking strategies)	72 73
14:30	Mroczkowska, S.; Stankowiak, T (Poznan; PL): Parameters of popular, commercially available, red lamps for darkroom use	75
14:45	Polster, S., Bieske, K. (Ilmenau): Neue spektrale Empfindlichkeitsfunktionen zur Erfassung visueller Farbgleichheit bei LED-Spektren (New Colour Matching Functions for the Evaluation of LED-Spectra)	76 77
15:00	Kramer, G. (Ilmenau): Experimente zur Wahrnehmung von Farbunterschieden. (Color-Differences-Experiments)	78 79
15:15	Börner, F. (Ilmenau): Altes Problem, neuer Lösungsansatz. Beschreibung der Adaptationsleuchtdichte inhomogener Szenen über die Kugelprojektion (Old problem, new approach. Describing the luminance adaptation of the human eye for inhomogeneous scenes via spherical mirror projection)	80 81
15:30	Winter, J.; Völker, S. (Berlin): Influence of Inhomogeneous Fields and Glare Sources on Visual Performance	83
15:45	Kaffeepause (Coffee Break)	
16:30	Taranka, A.; Etzkorn, M.; von Hoffmann, A. (Nürnberg): LED Street Lighting – Optimization and Design	84 85
16:45	Stefanov, S.; Georgiev, V.; Draganova, I.; Vasilev, H. (Sofia, BG): Optimization of Road Lighting Distribution of Road Luminaires for Dry and Wet Road Surface	87
17:00	Barčík, M.; Janiga, P. (Bratislava, SK): Results of luminance measurements of roads at dry, wet and snowy surface	89
17:15	Dubnicka, R. (Bratislava, SK): Mesopic Photometry Using Spectroradiometric Means	91
17:30	Schade, S.; Völker, S. (Berlin): Neue Planungs- und Entwicklungsverfahren zur Bestimmung adaptiver Lichtverteilungen in der LED-Straßenbeleuchtung (New planning and development guidelines for light distributions of adaptive LED-street lighting)	92 93

8:00	Frühstück (Breakfast)	
9:00	Tarbeyevskaya, A. (Esslingen); Herbold, C. (Karlsruhe); Hornberg, A. (Esslingen); Neumann, C. (Karlsruhe); Schierz, Ch. (Ilmenau): Systematischer Ansatz für effizientes Thermomanagement in LED- Beleuchtungssysteme (A systematic approach for efficient thermal management of LED lighting systems)	94 95
9:15	Kern, Y.; Hennig, R. (Leipzig): Auslegung eines Thermomanagements für die Ausleuchtung von Firmenlogos mit ex- trem lichtstarken LEDs (Dimensioning of a thermal management for company logos illuminated by extremely bright LEDs)	96 97
9:30	Sischka, I. (Aachen): OLED Technology – Progress towards Lighting Applications	98 99
9:45	Schreier, P. (München): Bewertung von Scheinwerferlichtverteilungen bei Nebel (Evaluation of headlamp light distributions in fog)	100 101
10:00	Nikolova, K.; Petrinska, I.; Ivanova, T. (Sofia, BG): LED Artistic Architectural Lighting in the City of Sofia	103
10:15	Kaffeepause (Coffee Break)	
11:00	Barton, B. (Braunschweig): Entwicklung eines Kalibrierstands für die UV-Wasserentkeimung (Developing a calibration facility for the UV disinfection of water)	104 105
11:15	Hussels, M.-T., Gründer, K.-P., Pötschke, S., Chruscicki, S. (Berlin): 2-Monochromatoren-Methode zur Bewertung der Signalwirkung verschiedener Fluo- reszenzfarbstoffe unter variierenden Beleuchtungsspektren (2-Monochromator method to evaluate signal effects of various fluorescent pigments upon changing illumination spectra)	106 107
11:30	Ruggaber, B.; Krüger, U.; Schmidt, F. (Ilmenau): Ortsaufgelöste Bestimmung von spektralen Strahlungsfunktionen mit einer Hyper- spektralkamera (Spatial Resolved Spectra Reconstruction with a Hyperspectral Camera)	108 109
11:45	Dubnicka, R.; Barcik, M.; Rusnak, A. (Bratislava, SK): Measurement of Photometric Parameters on the Surfaces According to the Require- ments of EN 12464-1:2011	111
12:00	Bensel, S.; Völker, S. (Berlin): Lichtstärkeverteilungen getrennt emittierender Bereiche (Luminous intensity distributions of light emitting areas with significant separation)	112 113
12:15	Verabschiedung und Mittagessen (Closure and Lunch)	

Messung physio-psychologischer Größen

Stephan Völker, TU Berlin, FG Lichttechnik (E6), Einsteinufer 19, 10587 Berlin
stephan.voelker@tu-berlin.de

Um die Güte einer Beleuchtungsanlage beurteilen zu können oder Beleuchtungsanlagen mit hoher Güte auslegen zu können, werden Maßzahlen benötigt. Bekanntermaßen verwendet die Lichttechnik das Beleuchtungsniveau, die Lichtverteilung, Gleichmäßigkeit, Blendfreiheit, Erkennbarkeit, Lichtrichtung und Schattigkeit, Pulsationsfreiheit, Lichtfarbe und Farbwiedergabe. All diese Größen basieren auf der Wahrnehmung von Licht und seiner spektralen Verteilung. Da es bei der Wahrnehmung nicht nur um die reine Absorption der Strahlung in den Empfängern geht, sondern Wahrnehmung auch immer eine aktive Leistung des Gehirns darstellt, verstehen wir alle visuellen Größen auch als physio-psychologische Größen.

Welche Besonderheiten ergeben sich bei der Messung physio-psychologischer Größen? Der Mensch ist Messgerät und Messobjekt zugleich. Nach Haubner [Haubner77] besteht das Messen in der Zuordnung von Zahlen zu den Ausprägungen eines Merkmals, eines empirischen Phänomens (eines Objektes, Vorganges, Zustandes), sodass bestimmte Relationen zwischen den Ausprägungen des Merkmals korrespondieren. Diese Zuordnung von Zahlen zu den Ausprägungen eines Merkmals nennen wir Skalierung. Auf die Frage in Abbildung 1 angewendet, bedeutet die Messung (Skalierung) der Lichtverteilung (Merkmal) die Zuordnung der Zahlen zwischen 1 (=gar nicht zufrieden) und 19 (=sehr zufrieden).

Lichtverteilung:		
gar nicht zufrieden	oooooooooooooooooooo	sehr zufrieden

Abbildung 1: Fragenbogen zur Beurteilung einer Kfz-Lichtverteilung

Der vorliegende Beitrag zeigt die Kriterien und Verfahren, welche für die Messung physio-psychologischer Größen anzusetzen sind. Er geht auf die Besonderheiten, die Definition der Messung, das Skalenniveau und die damit möglichen Rechenoperation ein. Es werden die Methodenklassen besprochen und die Aufgaben der statistischen Auswertung erläutert. Der letzte Teil beschreibt das experimentelle Design, die Varianzanalyse und die Korrelationsanalyse. Der Beitrag schließt mit Fragen der Versuchspersonenwahl und gibt Hinweise für ein gelungenes Versuchsdesign.

[Haubner77] Haubner, P.: Zur Helligkeitsbewertung quasi-achromatischer Reize. Dissertation Universität Karlsruhe 1977

Measurement of physio-psychological variables

Stephan Völker, TU Berlin, FG Lichttechnik (E6), Einsteinufer 19, 10587 Berlin
stephan.voelker@tu-berlin.de

In order to assess the quality of a lighting system or to design lighting systems with high quality, metrics are needed. For that light technology uses the illumination level, light distribution, uniformity, glare, visibility, light direction and shadiness, pulsation, light color and color rendering. All of these variables are based on the perception of light and its spectral distribution. Because perception is not only the pure absorption of radiation in the receptors but always an active power of the brain, we understand all the visual metrics as physio-psychological variables.

What special features arising in the measurement of physio-psychological variables? Human is measuring instrument and object at the same time. After Haubner [Haubner77] the measurement is the assignment of numbers to the characteristics of a feature of an empirical phenomenon (an object, process, state), so that certain relationships between the characteristics correspond. This assignment of numbers to the characteristics of a feature are called scaling. Applied to the question in Figure 1, means the measurement (scaling) of the light distribution (characteristic) the assignment of the numbers between 1 (not satisfied) to 19 (very satisfied).

Light Distribution:		
not satisfied	oooooooooooooooooooo	very satisfied

Figure 1: Questionnaire to assess a vehicle light distribution

This paper shows the criteria and procedures, which are to be measured for the physio-psychological variables. It discusses the characteristics that define the measurement, the scale level and therefore the possible arithmetic operation. There are the method classes discussed and explained the duties of the statistical analysis. The last part describes the experimental design, analysis of variance and correlation analysis. The paper concludes with questions and choice of subjects is evidence of a successful experimental design.

[Haubner77] Haubner, P.: Zur Helligkeitsbewertung quasi-achromatischer Reize. Dissertation Universität Karlsruhe 1977

Die Psychophysik der Wahrnehmungsschwelle: Von Weber und Fechner zur Signaldetektionstheorie

Schierz, Ch. (Ilmenau)

TU Ilmenau, FG Lichttechnik, Prof.-Schmidt-Str. 26, 98693 Ilmenau / Deutschland

christoph.schierz@tu-ilmenau.de

Die Wahrnehmungsschwelle als absolute Detektionsschwelle oder als relative Differenzschwelle ist in der Beleuchtungstechnik eine wichtige Größe zur Beurteilung von Lichtsituationen und als theoretische Grundlage. So ist etwa bei der Straßenbeleuchtung die Kontrastschwelle der Indikator für die Wahrnehmungsgrenze. In Laborstudien kann die Wahrnehmungsschwelle als abhängige Größe dazu dienen, den Einfluss von anderen Parametern, d. h. erklärenden bzw. unabhängigen Größen zu untersuchen. Man ermittelt z. B. die Detektionsschwelle in Abhängigkeit der Wellenlänge oder des Spektrums, der Präsentationsdauer, der Testzeichenform oder Testzeichengröße, des Adaptationszustands, der Position im Gesichtsfeld oder abhängig von Störfaktoren wie die Blendung. Die Methoden werden seit vielen Jahrzehnten angewandt, allerdings selten in der aktuellsten Form der Signaldetektionstheorie.

Dieser Artikel beschreibt die Grundkonzepte, angefangen bei den Überlegungen von Weber und Fechner, über die psychometrische Funktion bis zu den Grundlagen der Signaldetektionstheorie.

The Psychophysics of Perception Threshold: From Weber and Fechner to Signal Detection Theory

Schierz, Ch. (Ilmenau)

Ilmenau University of Technology, Department of Lighting Engineering

Prof.-Schmidt-Str. 26, 98693 Ilmenau / Germany

christoph.schierz@tu-ilmenau.de

In lighting engineering perception thresholds in the form of absolute detection thresholds or of relative difference thresholds are an important parameter for the assessment of lighting situations and as a theoretical basis. In street lighting for example, the contrast threshold acts as an indicator for the limit of visibility. In laboratory studies, perception thresholds serve as the dependent variable to investigate the influence of other explanatory / independent parameters. For instance, detection thresholds can be determined as a function of wavelength or spectrum, of stimulus' exposure duration, shape or size, of adaptation state, of position in the visual field or as a function of disturbances such as glare. Methods have been applied for many decades, but rarely in the latest form of signal detection theory.

This article describes the basic concepts, from the considerations of Weber and Fechner, to the psychometric function up to the basics of signal detection theory.

Farbqualitätskriterien für die Optimierung von weißen leuchtstoff-konvertierten LEDs- Theorie und praktische Optimierung

Prof. Tran Quoc Khanh, TU Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik
khanh@lichttechnik.tu-darmstadt.de

Die Aufgaben der Lichtwissenschaft bis zu den letzten Jahren des 20. Jahrhunderts waren es, die Kriterien für eine unfall- und ermüdungsfreie Beleuchtung zu entwickeln. Man konzentrierte sich auf die Bestimmung der Beleuchtungsniveaus und verwendete dabei physiologisch-optische Verfahren, arbeitsphysiologische Verfahren, die die Arbeitsleistung, die Ermüdung, die Fehlerhäufigkeit und die Unfallrate erfassen, sowie die psychologischen Verfahren. Die Bewertung der Beleuchtungssituationen kann schematisch in der Abb.1 dargestellt werden.

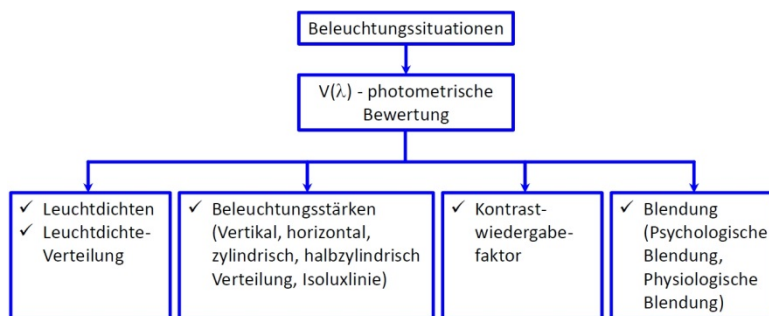


Abb. 1 - Das Schema der heutigen Bewertung der Beleuchtungssituation

Seit einigen Jahren werden die Farbqualitätsmerkmale durch Forschungsarbeiten der Vision- und Farbwissenschaftler untersucht und quantitativ formuliert. Die neu entstandenen umfassenden lichttechnischen Kenngrößen sind in der Abb. 2 veranschaulicht.

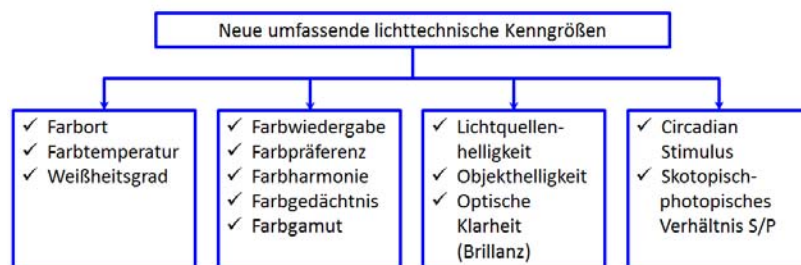


Abb. 2 – Lichttechnische Kenngrößen für eine umfassende Beleuchtungsbewertung

Der Unterschied zu den oben genannten $V(\lambda)$ -photometrischen Kenngrößen liegt in der Hinzunahme der chromatischen, spektralen und gesundheitstechnischen Komponenten der optischen Strahlung in die Bewertung der Beleuchtungssituation.

Parallel zu der Untersuchung der Farbqualitätsparameter entwickelt sich die LED-Technologie dynamisch mit immer neuen und verbesserten Leuchtstoffsystemen. Wenn man die Erkenntnisse der Farbwissenschaft mit den chemischen und strahlungsphysikalischen Eigenschaften der Leuchtstoffe sowie mit der technologischen LED-System-Integration verbindet und optimiert, sind neue und hochqualitative weiße LEDs möglich, über deren Grundlage die vorliegende Arbeit berichten wird.

Möglichkeiten der Lichtlenkung bei LED-Lichtquellen

Norbert Fernkorn
SPITTLER Lichttechnik GmbH
Stapelner Straße 1-3, 38644 Goslar
Kontakt: n.fernkorn@spittler.de

Mit dem Aufkommen der LED als Lichtquelle zur Beleuchtung haben neue Möglichkeiten der Lichtlenkung Eingang in die Beleuchtung gefunden. In vielen Bereichen haben diese die klassischen Methoden zur Lichtlenkung verdrängt – teilweise zu Unrecht. Für die Auswahl der optimalen Technik sollte man sich dabei an der Charakteristik der Lichtquelle und der Anforderung an die Beleuchtungsaufgabe orientieren.

Ausgehend von den grundlegenden physikalischen Möglichkeiten der Lichtlenkung, Reflexion, Refraktion, Transmission und Absorption, haben sich in der Lichttechnik verschiedene technische Lösungen zur Lichtlenkung etabliert. Insbesondere Reflektoren und diffuse Scheiben fanden in der Leuchtenbranche Anwendung. Seit den 1990er Jahren kamen dann zusätzlich auch vermehrt Mikroprismen zum Einsatz, welche unter anderem durch Totalreflektion an der Prismenstruktur der Oberfläche eine Reduktion der Blendung ermöglichen.

Mit Aufkommen der LED als Lichtquelle ergaben sich zusätzliche technische Lösungen, welche geeignet sind, das Licht in der gewünschten Weise für Beleuchtungszwecke zu lenken. Hier sind insbesondere Linsen zu nennen oder auch Lichtleiter mit Seitenlichteinkopplung.

Damit stehen der heutigen Leuchtenindustrie folgende Techniken zur Verfügung:

- Reflexion: Reflektoren
- Refraktion: Linsen
- Diffusion: Opale Abdeckungen
- Totalreflektion: Mikroprismen
- Transmission: Seitenlichteinkopplung

(Selbstverständlich vereinen die technischen Lösungen immer mehrere physikalische Vorgänge, zur einfacheren Systematisierung erfolgt hier die Zuordnung auf Basis der hauptsächlich angewendeten Technologie)

In dem Vortrag werden die verschiedenen technischen Möglichkeiten gegenübergestellt und ihre Eigenschaften bewertet. Es soll gezeigt werden, dass neben neuen Technologien auch die klassischen Methoden der Lichtlenkung mit modernen LED-Lichtquellen sinnvoll kombiniert werden können und je nach Anwendungsgebiet sogar vorteilhafter sind.

Possibilities of light control with LED light sources

Norbert Fernkorn
SPITTLER Lichttechnik GmbH
Stapelner Straße 1-3, 38644 Goslar
Kontakt: n.fernkorn@spittler.de

With the appearance of the LED as a light source for illumination new possibilities for light control got access into the lighting. In many sectors they have displaced the classical methods for light control – partially wrongly. To select the optimal technique you should look about the characteristics of the light source and the requirements on the illumination task.

Based on the basically physical possibilities for light control, reflection, refraction, transmission and absorption, miscellaneous technical solutions of light control get in place in the lighting technology. Particular reflectors and diffusors got to be suitable in the lighting industry. Since the 1990th, additional mikroprism optics came into application, which allowed the reduction of glare, amongst others due to total reflection at the prismatic structure.

With the appearance of the LED as a light source, there are additional technical solutions which are suitable to control the light properly for illumination purposes. Especially lenses and light guides with sidelight have to be named.

Hence the following techniques are available in the contemporary lighting industry:

- Reflection: Reflectors
- Refraction: Lenses
- Diffusion: Opal covers
- Total reflection: Micro prisms
- Transmission: Sidelight

(Of course the different technical solutions always combine multiple physical processes, for simplified systematization the classification is on basis of the primary used technology)

In the presentation the different technical possibilities are compared and their characteristics are evaluated. It will be shown that the classical methods of light control, beside the new technologies, could be wisely combined with modern LED light sources, and, according to the application area, they could be advantageous.

Flashlights in lighting simulation - A technical perspective on the potential of tailored optics

Taschenlampen in der lichttechnischen Simulation - warum einfach, wenn's auch kompliziert geht?"

*Dr. Andreas Bielawny, Brandenburg GmbH, 33100 Paderborn
bielawny@brandenburg-gmbh.de*

This talk briefly sketches the world of flashlights and focuses on the optical elements used to create their light distributions from a technical point of view. Classic devices and state of the art products are discussed as well as possible high-end optical setups.

Portable lighting devices, especially flashlights did rarely see the full benefits of technical progress in lighting in the past. This seemed to change with the LED entering the stage. Essentially, flashlights combine all elements of an electric lighting system: lightsource, optical elements, housing, maybe electronics, and the power supply! Thus, they make formidable objects for technological high-end devices, testing of new technologies, and teaching.

Artificial light is mostly needed in the dark, portable lights used mostly off-grid: far away from electrical power or in times of emergency, or maybe in hazardous environment. Thus, the quality of the light output is often considered of lower importance than the power supply and the robustness. So it is not very surprising that the optical element is often the part that is of lowest technical development level, while the rest of a flashlight may combine a high end microprocessor with some serious styling and almost insane material quality.

The optical setup of flashlights can be tailored to the desired application field with minimum effort: everyday carry (EDC), high range search light (thrower), close range light (flooder), tent or desk light (lantern), police or military flashlight (tactical), or simply the aim of an all purpose light, just to mention some.

In contrast to this situation, most flashlights simply are build around parabolic reflectors without advanced optical functionality (e.g. freeform surfaces), but instead use smooth or rough surfaces (e.g. sanded or "orange peel" surface type). Thus, their light distribution is solely created by the geomtry of the system and the quality of fabrication with all consequences.

In lighting simulation, the effect of tailored optics on the light pattern is shown in specific examples. This is backed by selected light samples, if possible during presentation.

A concept study for a high end optical setup is compared with stadard off-the-shelf setups.

HILITE - Interaktive Echtzeit-3D-Visualisierung zur Unterstützung von Lichtplanungsprozessen

Bauer, Ch., Junghans, B. Zumtobel Lighting GmbH Dornbirn (A)
Bert.Junghans@zumbel.com

Hilite ist eine Simulationstechnologie, welche sich die optimierten Berechnungsmethoden für Shadowmaps mittels GPU Hardware zu Nutze macht. Dafür werden für die Lichtquelle die photometrischen Daten (LDT, IES) in Intensitymaps (EXR) konvertiert und diese in der Simulation für den Direktlichtanteil per Shadowmapping in den Raum projiziert.

Durch die hohe Dynamik der Leuchtdichte dieser Maps können hoch komplexe Lichtverteilungen in relativ kleinen Dateien (64px * 64px) gespeichert werden.



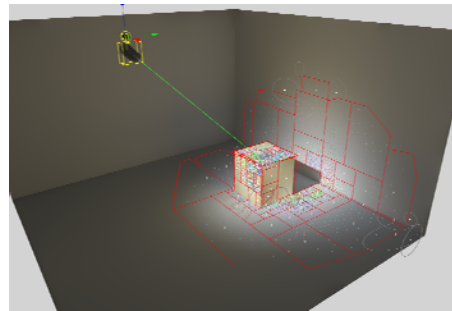
Bei komplexen Leuchten werden Cube-maps erzeugt, die von der GPU ebenfalls optimiert verarbeitet werden können.

Eine weitere Besonderheit dieser Methode über die vielen Cores einer GPU ist eine detaillierte und feine Definition der Leuchten. Innerhalb einer Leuchte kann jede einzelne LED getrennt voneinander mit einer eigenen Lichtverteilung versehen werden. Gerade bei RGB Leuchten kann damit sehr genau simuliert werden:

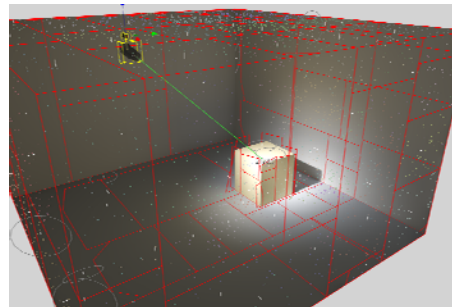


Für den indirekten Lichtanteil der Simulation werden derzeit im ersten Schritt mittels CPU Photonen verschossen. Dieses Photonmapping dient dabei ausschließlich dazu um neue Shadowmaps / Intensitymaps für die vom Direktanteil beleuchteten Flächen

zu erzeugen. Die Photonen werden dazu energiemäßig gleichmäßig gruppiert. Aus diesen Gruppen werden dann die Flächen für den nächsten "diffuse Bounce" abgeleitet, welche dann wieder per Shadowmapping in den Raum projiziert werden.



Dieser Vorgang kann für so viele diffusen Bounces wie benötigt wiederholt werden.



Hilite speichert das Ergebnis in jeweils eine Lightmap pro Leuchtengruppe ab. Mit dieser Methodik kann dann ohne erneute Simulation die Intensität oder Lichtfarbe einer Leuchten-gruppe genauso wie in Vivaldi verändert werden.

Durch die sehr schnelle Simulation und die optimierte Benutzerführung bei den Leuchten-gruppen können Räume bzw. Architektur-szenen schnell und interaktiv mit Licht konzept-ionell gestaltet werden. Dies beinhaltet ebenso die interaktive Anpassung bzw. Optimierung von Materialeigenschaften, die Positionierung von Objekten bzw. auch den Austausch von Komponenten (Leuchten oder Möbelobjekte). Mit Hilite wird somit zukünftig lichtplanenden Instanzen ein effizientes und leistungsstarkes neues Werkzeug zur Verfügung gestellt.

HILITE - Interactive realtime-3D-Visualisation for supporting lighting design processes

*Bauer, Ch., Junghans, B. Zumtobel Lighting GmbH Dornbirn (A)
Bert.Junghans@zumbobel.com*

Hilite is a simulation technology using optimized calculation methods for shadowmaps with GPU hardware. For this reason the photometric data files of the light source (LDT, IES) are converted into intensity maps (EXR). For the simulation of the direct fraction of the lighting these intensity maps are projected into the room using shadow mapping.

Due to the high dynamic range of this file format it is possible to save highly complex lighting distributions in small files (64px*64px).



For complex luminaires emitting light in various directions cube maps will be generated which are also optimized to be processed by the GPU.

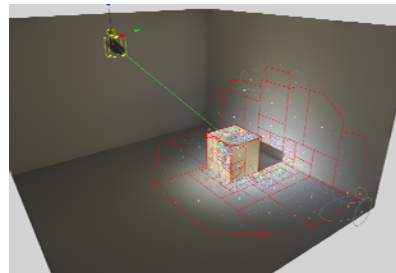
Using the multi cores of the GPU enables Hilite to handle very detailed and complex luminaire definitions. Every single LED within a luminaire can be defined with a separate light distribution characteristic. Therefore especially RGB-luminaires can be simulated in a very accurate way.:



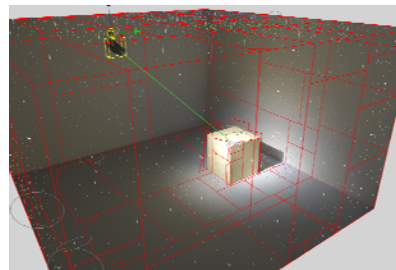
The simulation of the indirect light part is done in several steps. The process starts with "shooting" photons from the light emitting surfaces which are calculated by the CPU. This way photon maps are created for the surfaces illuminated by the direct light. By grouping areas receiving identical

amounts of energy new shadowmaps / intensitymaps are calculated.

The next step is the calculation of the first diffuse bounce. Each area defined in the photon mapping process in the first step is represented by a virtual light emitting surface and is projected into the room using shadowmapping.



This process can be repeated for as many diffuse bounces as required.



Hilite is saving separate Lightmaps for each luminaire group so that it is possible to change intensity or color temperature of a light group without restarting the simulation process. In this way it is similar to the VI-VALDI functionality for interactive lighting design. It is possible to adapt and optimize textures as well as to position and replace objects and luminaires.

Using the fast simulation and the optimized handling for luminaire groups lighting concepts for rooms or architectural scenes can be designed in very fast and interactive way. (coming very close to real time visualization). In future Hilite will support lighting designer as an efficient and interactive tool on a new quality level. .

Empfängerbezogene Konzepte zur Beschreibung der Lichtrichtung in Innenräumen

*Carolin Liedtke, Inga Rothert (D), Technische Universität Berlin
Fachgebiet Lichttechnik, Einsteinufer 19, D-10587 Berlin
carolin.liedtke@tu-berlin.de*

Der Einsatz moderner Lichtquellen wie LED und OLED in der Innenbeleuchtung muss vor allem ein Ausschöpfen eines neuen Mehrwerts mit sich bringen. Etablierte Gütemerkmale zum Erreichen einer guten Lichtqualität müssen dazu hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf die LED- und OLED-Beleuchtung untersucht und möglicherweise neu definiert werden.

Die Lichtrichtung – die Richtung des Lichteinfalls und das Verhältnis von gerichtetem und diffusem Licht – spielt dabei als eines der etablierten Gütekriterien vor allem in Hinblick auf LED und OLED eine besondere Rolle. Mit der LED wird eine stark gerichtete Lichtquelle eingesetzt, wie es in der Innenbeleuchtung bisher nicht der Fall war. Im Gegensatz dazu emittiert die OLED völlig diffuses Licht aufgrund der großen Ausdehnung dieser neuen Lichtquelle.

Ob eine Beleuchtungssituation eher diffus oder eher gerichtet ist, lässt sich mit heutigen Mitteln kaum gezielt beschreiben. Diese Einschätzung beruht häufig auf der Klassifizierung der Lichtquelle, die gerichtetes oder diffuses Licht abstrahlt. Für eine Quantifizierung des Anteils an gerichtetem und diffusem Licht an der Beleuchtung ist jedoch ein empfängerbezogenes Modell anzusetzen.

Der Beitrag stellt zwei empfängerbezogene Konzepte für die Analyse und Charakterisierung von Beleuchtungssituationen hinsichtlich der Lichtrichtung vor. Ein Vergleich beider Systeme zeigt Stärken und Schwächen der Modelle auf und zeigt deren Anwendung bei der Beschreibung des Lichts im Raum.

Receiver related approaches for the description of the light direction and directional light in interiors

*Carolin Liedtke, Inga Rothert (D), Technische Universität Berlin
Fachgebiet Lichttechnik, Einsteinufer 19, D-10587 Berlin
carolin.liedtke@tu-berlin.de*

Facing the introduction of modern light technologies such as LED and OLED, there is a new challenge to tap the full potential offered by lighting concepts in interiors. There is a need to rethink the use of present and well-established quality criteria, which have to be carefully examined, refined, and possibly redefined towards their applicability regarding LED and OLED.

The light direction and directional lighting, being part of present quality criteria for interior lighting, and their relevance regarding LED and OLED lighting is of particular importance. With LED lighting one has to face the problem of using a light source emitting strongly directional light, not comparable to any light source before. In contrast to LEDs, lighting with OLED will provide completely diffused light caused by the extended size of this new light source.

The classification of a lighting scene to be either more diffuse or more directional is currently indefinite and furthermore based on the categorisation of the light sources. However, the characterisation of the constitution of lighting needs to be related to a receiver point and not to a light source.

This contribution deals with two receiver related approaches to analyse and characterise lighting scenes regarding the light direction and the proportion of directional and diffused light. Both strengths and uncertainties of the concepts are discussed and examined on several basic lighting concepts for interiors.

Methods for Daylight Estimation in Buildings

Iva Petrinska, Valchan Georgiev, Polina Petkova
Technical University of Sofia
ipetrinska@tu-sofia.bg

The current paper discusses the problem of daylight penetration in buildings and the different methods for its estimation. The results, obtained by experimental studies of the daylight factor for different geographical exposures are compared to calculation results, obtained by means of several methods for estimation of the average daylight factor. The results are analyzed and show that the experimental data follows more closely the tendencies of change of the Daylight factor on daily and yearly basis.

Keywords: daylight factor, calculation methods for daylight availability estimation

Blendung als Funktion der Beleuchtungsgeometrie und Strahldichte - neue lichttechnische Versuche mit physiologischer Stressmessung

*Nina Müller, Tran Quoc Khanh, Peter Bodrogi
Fachgebiet Lichttechnik, TU Darmstadt
mueller@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

Die Lichtwahrnehmung im nächtlichen Straßenverkehr ist ein komplexes Forschungsgebiet. Die Eigenschaften der vielen verschiedenen Lichtquellen, z.B. Farbe, Strahldichte, Position, Dynamik, üben einen starken Einfluss darauf aus, wie der Fahrer die Umgebung im Straßenumfeld wahrnimmt. Dabei können diese Reize einzeln oder in Kombination auf den Fahrer einwirken. In einer Reihe von Feldtests, durchgeführt im Winter 2011/2012 wurden Situationen signifikant komplexer beurteilt, wenn das Aufkommen des Gegenverkehrs anstieg.

Deshalb werden die Auswirkungen von Blendung durch entgegenkommenden Verkehr eingehender untersucht, und zwar in einem kontrollierten Versuchsumfeld. Da sowohl die Komplexitätsbewertung als auch die Bewertung der psychologischen Blendung auf der deBoer-Skala subjektiv sind, werden zusätzlich physiologische Signale zur Stressmessung hinzugezogen.

Die Geometrie des Versuchsaufbaus ist analog zu der von Schmidt-Clausen 1974 benutzten Konfiguration zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Leuchtdichte, Position der Blendquelle und Bewertung der psychologischen Blendung:

Die Versuchsperson sitzt vor einer Leinwand mit einer definierten Hintergrundleuchtdichte, während sich eine Lichtquelle mit dem Raumwinkel $8'$, entsprechend einem Scheinwerfer mit einem Durchmesser von 25 cm in einer Entfernung von 100 m, und einer variablen Strahldichte im Zentrum ihres Sichtfeldes befindet. Die Position der Lichtquelle wird ausschließlich in horizontaler Richtung und nach links variiert. Einerseits soll die Trajektorie des Scheinwerfers eines entgegenkommenden Fahrzeuges nachgeahmt werden, andererseits soll das Experiment gleichzeitig einfach gehalten werden, um die Menge der Eingangsparameter zu begrenzen. Die Fixationsentfernung von 100 m wurde gewählt, da sowohl Schmidt-Clausen (1974) als auch Diem (2004) diese Distanz als durchschnittliche Fixationsentfernung auf Landstraßen ermittelten.

Die Blendungsbewertung (inverse deBoer-Skala) und die Biodaten, speziell Herzfrequenz und Hautleitwerte als Stressindikatoren, werden synchronisiert gespeichert und zur Strahldichte der Blendquelle sowie zueinander in Beziehung gesetzt.

Zur Verifikation dieser Daten wird eine zweite Testreihe auf eine Teststrecke durchgeführt. Dabei sitzt die Versuchsperson hinter dem Lenkrad eines PKWs und wird durch ein entgegenkommendes Fahrzeug geblendet. Es werden verschiedene Testkonfigurationen untersucht, wobei die Blendentfernung sowie die Bewegungen der Fahrzeuge variiert werden.

Die Tests finden im März und April 2013 statt.

Die Ergebnisse werden zur besseren Kenntnis des durch Blendung verursachten Stresses beitragen und werden auf der Tagung vorgestellt.

Discomfort glare as a question of lighting geometry and radiance – test series measuring physiological stress signals

*Nina Müller, Tran Quoc Khanh, Peter Bodrogi
Fachgebiet Lichttechnik, TU Darmstadt
mueller@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

Light perception in night time traffic is a complex topic to research. The properties of the many different light sources, e.g. color, radiance, position, dynamics, exert a strong impact on a car driver's perception of the scenery, single as well as combined. In a field tests series carried out in winter 2012, the complexity rating for a scenario increased significantly with the volume of opposing traffic.

Therefore the consequences of glare caused by opposing traffic in the night are to be further examined in a controlled environment, minimizing all disturbing factors. Also the complexity rating as well as the rating of discomfort glare by means of the deBoer scale is subjective, which is why physiological signals are recorded to physically measure the amount of stress.

The geometry of the laboratory test setup (figure 1) equates the setup Schmidt-Clausen used in 1974 to examine the relations between discomfort glare rating and the luminance and position of a light source:

The subject is seated in front a screen with a predefined background luminance (figure 2) while a light source with the solid angle (8°) according to a headlight of a diameter of 25 cm in a distance of 100 m and a varying radiance is placed in the center of his field of vision. The position is exclusively varied in horizontal direction and to the left, firstly in order to simulate the trajectory of a headlamp of an oncoming car, and secondly to keep the amount of input parameters small. The virtual distance of 100 m is chosen, because Schmidt-Clausen (1974) as well as Diem (2004) found that to be the average fixation distance on rural roads.

The glare rating and the biodata, especially heart rate and skin conductance, are stored synchronized and related to the radiance of the light source and to each other.

To verify the data, a second test series is carried out on a test track. In this experiment, the subjects are seated in a car, behind the wheel, and are experiencing glare from an opposing car. Three tests are conducted, varying the driving dynamics from both vehicles static to both moving.

The tests are taking place in March and April 2013.

The results are going to provide a better understanding of glare triggered stress in night time driving and will be presented in the conference.

Welches Licht soll es sein?

*Josephine Stapel, Tobias Heimpold, Frank Reifegerste
Technische Universität Dresden, Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design
josephine.stapel ifte.de, tobias.heimpold ifte.de, frank.reifegerste ifte.de*

Beleuchtung im privaten Bereich wurde bisher von Glühlampen dominiert, an deren Licht die Nutzer gewöhnt sind. Auf Grund ihres physikalischen Wirkprinzips liegen die Farborte des Lichtes dieser Leuchtmittel und ihre spektrale Verteilung firmenübergreifend eng zusammen. Hierdurch wurde der visuell stimmige Betrieb mehrerer Leuchten im direkten Vergleich ermöglicht sowie der Austausch vereinfacht.

Die Verordnung EG244/2009 stellt Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Leuchtmitteln für die Allgemeinbeleuchtung. LEDs erfüllen durch ihre Effizienz diese Anforderung, haben jedoch ein spektrales Verhalten, das sich von anderen Leuchtmitteln unterscheidet. Aufgrund der Vielfalt an LED-Typen sieht sich der Anwender mit einer großen Anzahl von unterschiedlichen technischen Lösungen konfrontiert, die sich in mehr als nur ihrem Sockel, ihrer Grundform und ihrer Leistung unterscheiden.

Das international standardisierte photometrische System zur Messung und Berechnung der Eigenschaften von Licht erlaubt die Vergleichbarkeit verschiedener technischer Kriterien von Leuchten wie Beleuchtungsstärke, Effizienz, Farbwiedergabe, Metamerie-indizes oder circadianer Wirksamkeit. Die Erfüllung der genannten Kriterien ist mit unterschiedlichen LED-Lösungen möglich. Doch welche davon ist wirklich gut? Für viele Nutzer ist es oft schwer ersichtlich, was die Angaben für ihn bedeuten. Gefällt dem Anwender LED-Licht, das hinsichtlich seiner Farbwiedergabe optimiert wurde? Ist eine Beleuchtungsstärke nach Norm ausreichend? Muss das LED-Mischspektrum gleichmäßig und ähnlich einem thermischen Strahler sein, damit der Nutzer es als visuell angenehm empfindet?

Die photometrische Bewertung des LED-Lichtes kann diese Fragen nicht beantworten. Aus diesem Grund hat das IFTE eine Studie zum subjektiven Lichteindruck von LED-Lichtquellen mit dem Thema „Was ist schönes Licht?“ begonnen. Mit dieser unscharfen Frage sollen die teilnehmenden Personen unvoreingenommen ihr persönliches Vorzugslicht einstellen. Dazu steht ein Laboraufbau einer LED-Leuchte mit mehreren unabhängigen Farbkanälen zur Verfügung. Jeder einzelne Farbkanal kann durch den Anwender in seiner Intensität über eine Bedienoberfläche beliebig variiert werden. Für die Beurteilung des Lichtes dienen verschiedene Objekte des täglichen Lebens, die in einer gegen Umgebungslicht abgeschirmten Testkammer angeordnet sind.

Unter Verwendung statistischer Methoden sollen aus den gewonnenen Daten Rückschlüsse gezogen werden, welches Licht von Personen als angenehm empfunden wird und durch welche technischen Parameter sich dieses Licht beschreiben lässt. Ziel ist das Ableiten von Gestaltungsrichtlinien für LED-Mischspektren.

Which light are you looking for?

Josephine Stapel, Tobias Heimpold, Frank Reifegerste
Technische Universität Dresden, Institute of Electromechanical and Electronic Design
josephine.stapel ifte.de, tobias.heimpold ifte.de, frank.reifegerste ifte.de

Lighting in the domestic area was dominated by incandescent light, which is familiar for users. Due to their physical principle, color coordinates and the spectral behavior of the lamps of different companies are very similar. Therefore, it was easier to replace and to operate several lamps without a visual difference.

For general illumination, the Regulation No EG244/2009 sets a common standard for energy efficiency of lighting equipment. LEDs meet the requirements because of their efficiency, but their spectral distributions differ from other lighting elements. Owing to the huge variety of LEDs, the user faces a large number of possible solutions that vary in more than their socket, their basic shape and their power.

The international standardized photometrical system for measurement and calculation of light characteristics allows the comparability of different technical parameters of lighting systems such as illumination, efficiency, color rendering, metamerism or circadian effectiveness. Several LED approaches meet these criteria, but which of them is really good? For many users it often is difficult to know, what these specifications mean. Does the user like a LED light, which was optimized regarding to its color rendering? Is the standardized illuminance sufficient for the user? Has the mixed LED spectrum to be regular and similar to a thermal radiator to be considered as pleasant by the user?

The photometrical valuation of LED light cannot answer these questions. Thus, the IFTE has begun a study on “What is considered good light?” in order to evaluate the subjective light impression of LED light sources. This imprecise research question is used, because the participants should set their personally favored light in an unbiased manner. In a laboratory setup, the participant can vary the intensity of several independent LED light color channels of a LED fixture by using a graphical user interface. For rating the mixed LED spectra, different objects of everyday life are arranged in a test chamber, isolated from ambient light.

With statistical methods, conclusions shall be derived from the gained data, in order to find out which light people perceive to be pleasant, and which technical parameters can describe this light. The aim of this research is to derive design guidelines for mixed LED spectra.

Untersuchung stroboskopartiger Effekte von PWM-gesteuerten LED-Leuchten

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

Zur Dimmung von LED-Leuchten werden am häufigsten zwei Verfahren verwendet: Die Konstantstromregelung und die Pulsweitenmodulation (PWM). Bei vielen LED-Typen und LED-Anwendungen wie Film- und TV-Beleuchtung, Shop-Beleuchtung, Museum- und Hotelbeleuchtung führt die Stromänderung zur visuell wahrnehmbaren Veränderung des emittierten Spektrums, was aufgrund hoher Anforderungen für Anwendungen wie beispielsweise Kinematografie bzw. Videotechnik sowie Shop-, Museum- oder Hotelbeleuchtung nicht akzeptabel ist. PWM ist außerdem preiswerter und wird in Bereichen wie KFZ- oder Bürobeleuchtung der teuren Konstantstromregelung vorgezogen.

Bei PWM wird der Strom durch die LED mit einer festgelegten Frequenz an- und ausgeschaltet. Aufgrund der Trägheit der lichtempfindlichen Rezeptoren im Auge wird eine mittlere Helligkeit der LED nach dem Talbot-Gesetz wahrgenommen. Diese kann über das Verhältnis von An- zu Auszeit stufenlos eingestellt werden.

Um das Flimmern zu vermeiden muss die PWM-Frequenz über der Flimmerverschmelzungsfrequenz also über 100 Hz liegen. Das hochfrequente An- und Ausschalten hoher Ströme führt allerdings zu Bildung starker elektromagnetischer Felder und damit zur potentiellen Störung von Elektrogeräten in der Nähe der Leuchte. Die notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung der Störung sind mit zusätzlichen Kosten verbunden. Um die Kosten zu sparen wählen viele Leuchtenhersteller eine möglichst geringe PWM-Frequenz.

Bei schnellen Augenbewegungen oder bei schnellen Bewegungen von Gegenständen, wie beispielsweise bei Ventilatoren, sowie bei schnellen Handbewegungen beim Schreiben oder Malen kommt es jedoch zu stroboskopartigen Effekten, welche umso auffälliger sind, je geringer die PWM-Frequenz. Zur Untersuchung dieser Effekte wurde in einem typischen Büroraum (als Testraum) eine Büroleuchte mit unterschiedlichen PWM-Signalen angesteuert. Die PWM-Frequenz lag im Bereich von 100 Hz bis 1000 Hz mit Tastverhältnissen von 20 % bzw. 50 %. Die Beleuchtung erzeugte für jedes PWM-Signal auf einem Arbeitstisch eine Beleuchtungsstärke von etwa 250 lx. Die Probanden hatten beim Ausführen vorgegebener Aufgaben am Arbeitstisch die Beleuchtungseinstellungen nach der Auffälligkeit stroboskopartiger Effekte sowie derer Störfaktor bewertet. In diesem Beitrag werden die gewonnenen Ergebnisse vorgestellt.

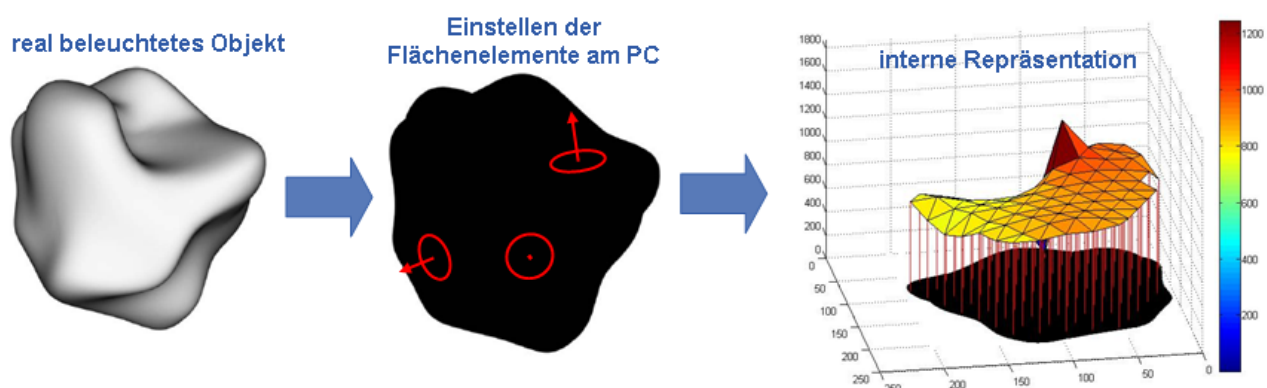
Untersuchungsansatz zur Feststellung der Auswirkungen von Mehrfachschatten auf die Formwahrnehmung

Dipl.-Ing. Jan Krüger, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Fabricestraße 8, 01099 Dresden, krueger.jan@bua.bund.de

Für die Formwahrnehmung von Objekten wertet das visuelle System 6 Informationsquellen aus. Dazu gehören Textur, Außenkontur, Schattierung, Schlagschatten sowie die Informationen, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven bei Objektbewegung und Disparität bei Stereosehen ergeben (Todd, 2004).

Veränderungen von Beleuchtungsbedingungen wirken sich auf zwei dieser Informationsquellen (Schattierung und Schlagschatten) in besonderer Weise aus und beeinflussen damit die Formwahrnehmung. Beim Einsatz von gerichtetem Licht von mehreren LED-Lichtquellen verändern sich Schatten in einer unnatürlichen Weise. Castiello (Castiello, 2001) konnte zeigen, dass unnatürliche Schlag- und Eigenschatten die Erkennungsgeschwindigkeit von Objekten herabsetzen. Durch die örtlich getrennte Anordnung von LEDs in einem Array können stufenförmige Mehrfachschatten auftreten (Yagmur and Öztürk, 2011; Kuo et al., 2011; Wu et al., 2011).

Zur Untersuchung des Einflusses von Mehrfachschatten wurde eine Methode aus dem Bereich „Computer Vision“ zur Erfassung der wahrgenommenen Objektform (Todd et al., 1996) für den Einsatz in realen Beleuchtungsszenen adaptiert. Dazu beobachtet eine Versuchsperson das zu bewertende Objekt bei gerichteter LED-Beleuchtung. Zusätzlich zum realen Testobjekt wird dem Probanden auf einem Bildschirm eine schwarze Silhouette dieses Objekts dargeboten. An verschiedenen Punkten auf der Silhouette soll der Proband eine Messfigur (Flächenelement mit Normalenvektor) in ihrer Neigung derart einstellen, dass sie am Bewertungspunkt ungefähr der Flächenneigung in der realen Beleuchtungssituation entspricht. Der Proband muss die Formbewertung mittels Blickwechseln zwischen Objekt und Bildschirm durchführen. Aus den eingestellten „Neigungen“ kann anschließend für unterschiedliche Beleuchtungssituationen eine „interne Repräsentation der Objektform“ berechnet werden (Wijntjes, 2012). Im Beitrag werden erste Versuchsergebnisse vorgestellt.



Castiello U (2001) Implicit processing of shadows. Vision Research 41:2305-2309

Kuo C-H, Wu W-H, Hsiao W-T, Huang K-C (2011) The Multi-shadow Analysis of LED Secondary Optics. Physics Procedia 19:233-238

Todd JT (2004) The visual perception of 3D shape. Trends in Cognitive Sciences 8:115-121

Todd JT, Koenderink JJ, van Doorn AJ, Kappers AML (1996) Effects of Changing Viewing Conditions on the Perceived Structure of Smoothly Curved Surfaces. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 22:695-706

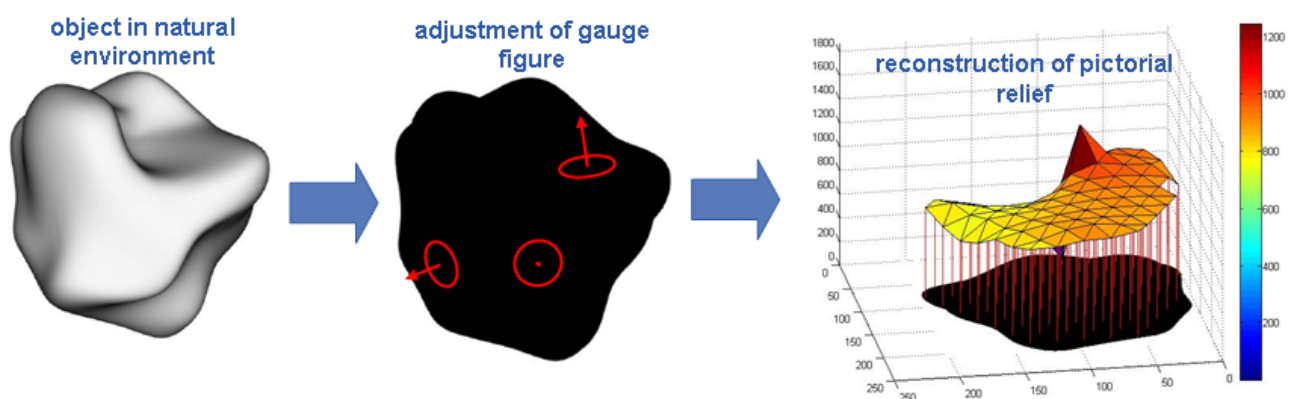
Approach to determine the impact of multi-shadows on shape perception

*Dipl.-Ing. Jan Krüger, Federal Institute for Occupational Safety and Health
Fabricestraße 8, 01099 Dresden, krueger.jan@bua.bund.de*

For shape perception our visual system analyzes six sources of information. These include texture, surface contours, shading, cast shadows and information defined by systematic transformations among multiple images, including motion of objects and disparity in binocular vision (Todd, 2004).

Changing the lighting conditions influences two of these sources (shading and cast shadow) which in turn influence shape perception. Especially the application of direct light from several LED point sources changes the appearance of shadows in an unnatural way. Castiello (Castiello, 2001) was able to show that unnatural shading and cast shadows reduce the recognition speed of objects. LED arrays composed of several separated point sources lead to the phenomenon of multi-shadow (Yagmur and Öztürk, 2011; Kuo et al., 2011; Wu et al., 2011).

For the investigation of the impact of multi-shadows on shape perception a method from the field of “Computer Vision” (Todd et al., 1996) was adapted for the application in natural environment under full cue conditions. The task of each trial is to look at an object illuminated with direct LED light. In the peripheral field of vision a display is located which shows a black contour of this object. The subject has to adjust the slant and tilt of a circular gauge figure centered at a given point on the black contour so that it appears to be within the tangent plane of the objects surface at that point. The measurements are used to estimate the perceived surface orientation at each probe point. Afterwards for different lighting conditions a pictorial relief of a surface can be reconstructed from the set of local attitude measurements (Wijntjes, 2012).



Wijntjes MWA (2012) Probing pictorial relief: from experimental design to surface reconstruction. Behavior Research Methods 44:135-143

Wu W-H, Kuo C-H, Hung M-W, Huang K-C (2011) Evaluating method for the double image phenomenon of LED lighting. Physics Procedia 19:96-103

Yagmur, S. A. and Öztürk, L. D. Investigation of Shadow Quality Occurred in Interiors under Artificial Lighting. CIE. Proceedings of CIE 27th Session(197:2011), 1029-1038. 2011. Wien, CIE Central Bureau. 10-7-2011. Ref Type: Conference Proceeding

A Holistic Approach to Energy Efficiency and Lighting Quality in Office Spaces

Dipl.-Ing. Raphael Kirsch, MSc
raphael.kirsch @ tu-berlin.de

In dieser Studie wird aktuelle Normung für die Lichtplanung hinsichtlich ihrer Relevanz für die besonderen Eigenschaften moderner Beleuchtungstechnologien evaluiert. Ziel ist es, gängige Design-Konzepte auf ihrer Übertragbarkeit auf „Solid State Lighting“ zu prüfen, um eine moderne Interpretation von "qualitativ hochwertiger, energieeffizienter Beleuchtung" für heutige Arbeitsplätze zu erarbeiten.

Hypothesen:

Die Studie behandelt die Optimierung der Beleuchtung Qualität und Effizienz von der Suche nach einer optimalen Lichtverteilung in Büroräume. Abhängige Variablen sind architektonische Integration, Nutzerakzeptanz und subjektive Qualität der Beleuchtung, die als subjektive Bewertung der Raumatmosphäre zusammengefasst werden können. Diese Variablen sind integraler Bestandteil der Hypothesen dieses Experiments:

- Änderungen der Beleuchtungsstärke Umgebungsbereichen haben nur geringen Einfluss auf die wahrgenommene Beleuchtungsqualität.
- Verschiedene Leuchtdichteverteilungen auf Wand und Decke (bei gleicher mittlerer Leuchtdichte in einem 40 ° breiten horizontalen Band) werden unterschiedlich bewertet.
- Das Verhältnis von Schreibtisch- zu Hintergrundleuchtdichte hat einen Einfluss auf das subjektive Erscheinungsbildes einer beleuchteten Szene.
- Optimierung der Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld und Absenken des Beleuchtungsstärkeniveaus in Umgebungsbereichen kann bei geringerem Energieverbrauch die Beleuchtungsqualität erhöhen.

Versuchsaufbau:

Die Studie erfolgt im Lichtsimulatorraum an der Technischen Universität Berlin mit dem Ziel der exakten Trennung der unabhängigen Variablen. Unabhängige Variablen sind Lichtverteilungen, darunter Schreibtisch-Leuchtdichte, Hintergrundhelligkeit, Wandleuchtdichten und Leuchtdichteverhältnisse im Gesichtsfeld. Verschiedene Lichtszenen werden mithilfe einer Kurzversion des „room appearance“ Fragebogen bewertet, der zuerst von Veitch und Newsham im Jahr 1998 eingeführt wurde.

Ergebnisse:

Die subjektive Bewertung der Lichtqualität verändert sich kaum, wenn die horizontale Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich abnimmt. So kann ein verringerter Energieverbrauchs ermöglicht werden. Die subjektive Bewertung der Lichtqualität erhöht sich mit höheren Leuchtdichten im Gesichtsfeld. Lichtlösungen mit optimierten Lichtverteilungen können den Energieverbrauch verringern und die Qualität der Beleuchtungssituation erhöhen.

Die Ergebnisse ermöglichen bessere Definitionen für die Beschreibung von Beleuchtungsqualität und der Rolle der Beleuchtung bei der Raumwahrnehmung. Die Ermittlung der erforderlichen Leuchtdichteverteilungen im Gesichtsfeld kann einen Beitrag für einen ganzheitlichen Lichtplanungsansatz leisten, der zu verbesserter Beleuchtungsqualität bei geringerem Energieverbrauch führt.

A Holistic Approach to Energy Efficiency and Lighting Quality in Office Spaces

Dipl.-Ing. Raphael Kirsch, MSc
raphael.kirsch @ tu-berlin.de

In order to embrace new lighting technologies and reevaluate fundamental design concepts in the commercial lighting industry, this work seeks to appraise the effectiveness of current lighting standards, and to propose a novel interpretation of “high quality, energy efficiency light” for the modern technological environment.

Hypotheses:

This research focuses on optimizing lighting quality and efficiency by seeking for an optimal luminous distribution in office spaces. Dependent measures include architectural integration, acceptance and perceived lighting quality that can be summarized as subjective evaluation of room appearance. These measures are integral to the hypotheses of this experiment:

- Changing the illuminance level in surrounding areas has a low effect on perceived lighting quality.
- Different wall/ceiling luminous distributions (with a fixed average luminance in a 40° wide horizontal band) lead to different subjective levels of acceptance.
- The desktop to background luminance ratio has an effect on the subjective rating of the appearance of a lit scene.
- Optimizing the luminance distribution in the field of view and decreasing the illuminance in surrounding areas will save energy and increase lighting quality.

Experimental set-up:

The research takes place in a lighting simulator mockup office at the Technical University of Berlin aiming to an exact isolation of independent variables. Different lighting scenes are rated by subjects using a short version of a room appearance questionnaire first introduced by Veitch and Newsham in 1998. Independent variables are luminous distributions including desktop luminance, background luminance, wall luminance and luminance ratios in the field of view.

Outcomes:

Subjective evaluation of lighting quality hardly changes as the horizontal surrounding area illuminance decreases, allowing a decreased level of energy consumption.

Subjective evaluation of lighting quality increases using higher luminances in the visual field.

Lighting solutions using the right luminous distribution will decrease energy consumption and increase the quality of the lit environment.

The results support improved definitions of lighting quality, including required luminance distributions within the field of view to address the quality of a lighting solution holistically. This experiment shows that newer technologies need newer standards to maintain optimality and thus pave the road for future improvement.

Altersbedingter Einfluss einer ambienten Innenraumbeleuchtung auf das Kontrastsehvermögen bei Nacht

Helmer, Melanie; Neumann, Cornelius

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

Engesserstraße 13, Geb. 30.34, 76131 Karlsruhe

Tel. 0721-608 46735, M.Helmer@kit.edu, www.lti.kit.edu

Durch den zunehmenden Einsatz von LEDs konnten neue Möglichkeiten geschaffen werden, den Fahrzeuginnenraum individuell und unverwechselbar zu gestalten. Eine ambiente Beleuchtung gewährleistet auch während der Fahrt eine verbesserte Orientierung und angenehme Atmosphäre im Fahrzeuginnenraum. Zudem wird das Adaptationsniveau des Fahrzeugführers erhöht, was sich mutmaßlich positiv auf Adaptationszeiten und die Erkennung von Objekten auswirkt, die Blendempfindung reduziert und somit letztlich einen Sicherheitsgewinn darstellt.

Zur Überprüfung dieser Hypothesen wurde am Lichttechnischen Institut des KIT ein Versuchsfahrzeug aufgebaut. Eine homogene Ausleuchtung sowie die Variation von Farbe, Leuchtdichte, Form und Größe der leuchtenden Flächen bildeten die grundlegenden Anforderungen an das zu integrierende Beleuchtungssystem. Die ambiente Innenraumbeleuchtung erstreckt über die vorderen Seitentüren, den Dachhimmel und das Armaturenbrett. Das Armaturenbrett wird durch Aufprojektion eines Taschenbeamers direkt beleuchtet, die anderen Flächen bedienen sich je einer hinterleuchteten Streuscheibe.

Mithilfe dieses Versuchsträgers konnten anhand von Probandenversuchen verschiedene Fragestellungen untersucht und geeignete Parameter der Innenraumbeleuchtung evaluiert werden. Die Grundidee einer ersten Studie mit diesem Versuchsträger war die Annahme, dass mit zunehmendem Alter von einer Veränderung der Wahrnehmungsbedingungen auszugehen ist. Inwiefern diese Bedingungen einen Einfluss auf das Kontrastsehvermögen bei Fahrten in der Dunkelheit haben, wurde in einer Probandenstudie erprobt. Als Untersuchungsparameter diente der Schwellenkontrast eines Landoltringes, welcher personenspezifisch für jede Lichtsituation bestimmt wurde. Die Ergebnisse wurden hinsichtlich der variierten Helligkeit und Farbe der Seitentüren zwischen den verschiedenen Altersgruppen verglichen.

Age-related influence of ambient interior lighting on contrast sensitivity at night

Helmer, Melanie; Neumann, Cornelius

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

Engesserstraße 13, Bldg. 30.34, 76131 Karlsruhe

Phone. 0721-608 46735, M.Helmer@kit.edu, www.lti.kit.edu

The increasing use of LEDs provides new opportunities to design an individual and unique vehicle interior. An ambient interior lighting ensures an improved orientation and a pleasant atmosphere inside the vehicle even while driving. In addition, the drivers adaptation level is increased, which is said to have a positive effect on many factors, such as the adaption time to higher levels, object detection and sensitivity to glare. Therefore interior lighting may provide a higher safety level.

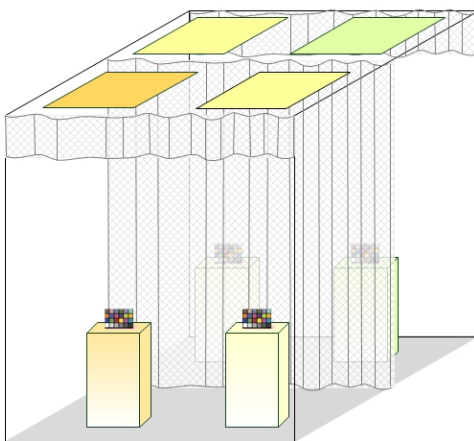
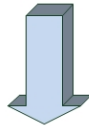
To verify these hypotheses, a test vehicle was set up at the Light Technology Institute of the KIT. Homogeneous illumination and the possibility to modify the colour, luminance, size and shape of the illuminating and illuminated surfaces defined the basic requirements for the test system. The ambient interior lighting extends across the front side doors, the headliner and the instrument panel. The dashboard is directly illuminated by front projection of a pocket projector, while a backlit-diffusing panel is used for the other areas.

Using this test vehicle in experimental studies, different questions regarding the effects of interior lighting were investigated and suitable parameters could be evaluated. The basic idea of a first study with the configured test vehicle was question if there was an age-related influence of ambient lighting on human perception. Contrast sensitivity was measured as an indicator for visual perception in different levels of brightness and colour. The results were then compared below the different age groups and with those of the original factory set interior lighting.

Rate the Rating: Stufe2 – Erweiterung der Farbwiedergabeuntersuchungen vom Lichtsimulator zum Testraum

Katharina Jungnitsch, TU Ilmenau, FG Lichttechnik
katharina.jungnitsch@tu-ilmenau.de

Auf der Grundlage von vorangegangenen Farbwiedergabeuntersuchungen, welche mit Hilfe von Lichtsimulationsboxen durchgeführt wurden, wird die Umsetzung der Farbwiedergabeuntersuchung auf die nächste Stufe gestellt. Die Bewertung der Farbwiedergabe soll nun nicht mehr nur in der Ebene anhand von verschiedenen Farbpatches erfolgen, sondern in einem Raum mittels Gegenständen mit unterschiedlichen Reflektionsspektren durchgeführt werden.



Ziel dieser Weiterentwicklung ist die Verifizierung der Untersuchungsergebnisse der Lichtboxen und die Untersuchung des Einflusses der Raumwirkung auf die Bewertung der Farbwiedergabe. In diesem Zusammenhang sollen weitere Qualitätsmerkmale von Licht bezüglich Farben betrachtet werden. Dazu zählt beispielsweise die Harmonie oder die Farbpräferenz.

Ein wichtiger Unterschied zu den Lichtboxen besteht darin, daß der Proband sich in der zu bewertenden Lichtszene befindet, also ein Teil der Szenerie ist. Allerdings unterscheidet sich diese Laboruntersuchung insofern von realen Räumen, als daß auf eine möglichst homogene Ausleuchtung und weitestgehend unbunte, diffus reflektierende Raumbegrenzungen geachtet wurde. Somit können die Einflußfaktoren auf die Farbbewertung im wesentlichen auf die unterschiedlichen Beleuchtungsspektren reduziert werden.

Durch die Auswahl der Untersuchungsgegenstände kann dann die Szenerie für verschiedene Anwendungsfälle gestaltet werden. So können Farbverteilungen gezeigt werden, die typisch sind für beispielsweise Büroumfelder, Bekleidungs- oder Lebensmittelgeschäfte oder Wohnräume.

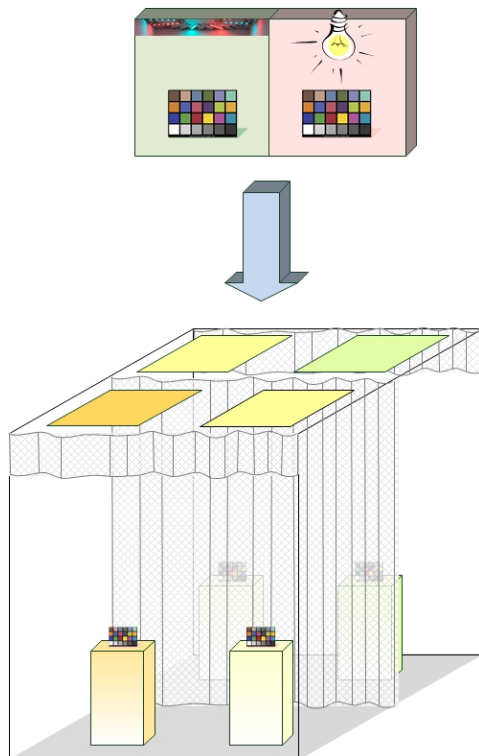
Die Auswahl der Lichtquellen beschränkt sich im ersten Durchgang auf den Vergleich zweier unterschiedlicher LED-Leuchten und einer Leuchtstofflampenflächenleuchte. Diese Untersuchungen finden statt bei 500lx auf ca. 1,00m Höhe und bei Farbwiedergaben zwischen $R_a = 78$ und $R_a = 92$ – also in einem für den Innenraum typischen Bereich.

In the picture the figure of the 'GretagMachbeth ColorChecker® Color Rendition Chart' was used

Rate the Rating: Step2 – Expansion of the research of colour rendering from lightbooth to testroom

Katharina Jungnitsch, TU Ilmenau, FG Lichttechnik
katharina.jungnitsch@tu-ilmenau.de

Based on previous investigations of colour rendering, which were carried out with the aid of lightboxes, the implementation of colour rendering research is set to the next level. The evaluation of colour rendering should not only be in the plane using different colour patches, but are carried out in a room using objects with different reflectance spectra now.



The aim of this development is, to verify the findings of the light boxes and the investigation of the influence of spatial effects on the assessment of colour rendering. In this context, further quality characteristics of light related to colours are to be considered. These include for instance the harmony or the colour preference.

An important difference to the light boxes is that the test person is standing in the assessing light scene, so the subject is a part of the scenery. However, this laboratory investigation differs of real spaces, because attention was paid to homogeneous illumination and largely achromatic, diffuse reflective walls and ceiling. Thus, the influence factors to the colour evaluation can be reduced mainly to the different light spectra.

By selecting the objects of investigation the scene for different applications can then be designed. So colour distributions can be shown, which are typical for office environments, clothing store, groceries or living rooms.

The choice of light sources is limited in the first round to the comparison of two different LED lights and a fluorescent light panel. These examinations are held at 500lx in approximately 1.00m in height and with a colour rendering index between $R_a = 78$ and $R_a = 92$ – a typical range for the interior.

In the picture the figure of the 'GretagMacbeth ColorChecker® Color Rendition Chart' was used

Rating of energy performance in residential buildings

Ing. Branislav Kulka, prof. Ing. Alfonz Smola PhD
branislav.kulka@gmail.com

One of the tools of EU energy policy is to reduce the energy consumption of buildings. Built-in lighting is one of the four areas with significant potential for energy savings, therefore he received increased attention.

Currently, at ever increasing cost of electricity, it is necessary to make arrangements with the lowest power consumption, yet while maintaining light - technical conditions. There is currently no proposed methodology to deal with the evaluation of the energy performance of lighting of residential buildings.

The category of residential buildings includes buildings, such as houses and apartment buildings. For these buildings it is awarded the obligation of energy certification only to the energy needs for heating, preparation hot water, ventilation and cooling.

The reason for this proposal, to rate the energy efficiency of lighting in residential buildings is to minimize and rationalize energy consumption for lighting, and that have been complied the prescriptive requirements of lighting. For design of such a methodology is necessary to know the facts in lighting of residential buildings. General principle is that, a well-designed lighting and lighting systems know to ensure, in good harmony use of interior space of buildings and regulation of lighting systems, large energy savings. The theme of an article will be processing review of the facts of lighting residential buildings as a contribution to the processing of design methodology and overview of the possibilities for energy savings in these buildings.

A Short History of Traceable Goniophotometry at PTB

Maass, R., Lindemann, M., Sauter, G.

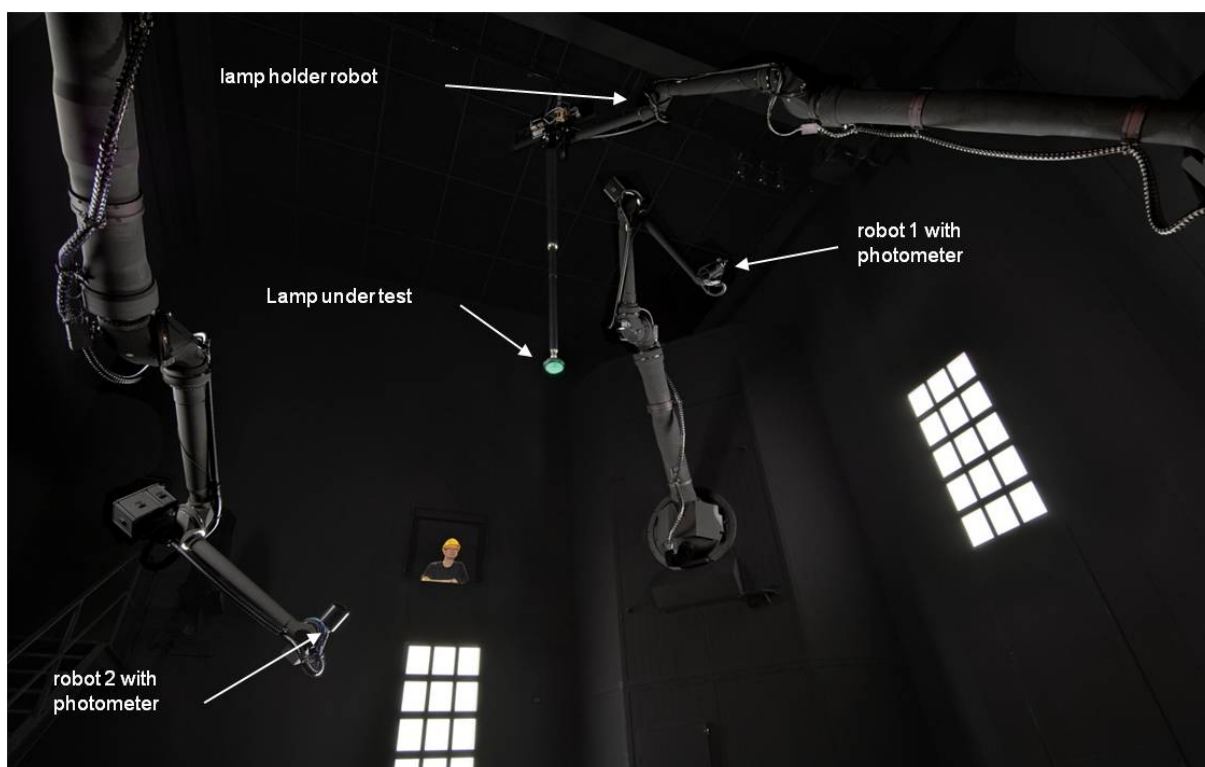
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany

Robert.Maass@ptb.de

The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) is the national metrology institute (NMI) of Germany and it focuses on the realization, maintenance and distribution of the SI units. Therefore, the determination of the luminous flux unit by goniophotometry has a long tradition.

This paper gives an overview about the measurement systems developed, used and improved over more than 50 years in PTB. In the fifties and sixties of the past century a “single-lever-goniophotometer” was used to realize the unit lumen (lm) of luminous flux derived directly from the SI unit candela (cd) by luminous intensity transfer standard lamps. Later on, a large three frame gimbal mounted goniophotometer (radius 2500 mm) which allowed an automated movement of a photometer and simultaneously an additional tri-stimulus head around the measured lamp was used.

For the measurement of small lamps and LEDs, a similar small three frame gimbal mounted goniophotometer (the so-called mini- goniophotometer) with a radius of only 300 mm was designed in the early 1980s. Compact goniophotometers especially for LED-measurements were also developed. In 2006, the first robot goniophotometer was installed in the new Albert Einstein Building of PTB.



PTB Robot goniophotometer, Picture by PTB/Stork

High pressure sodium lamp with twin arc tube – variation parameters of road lighting.

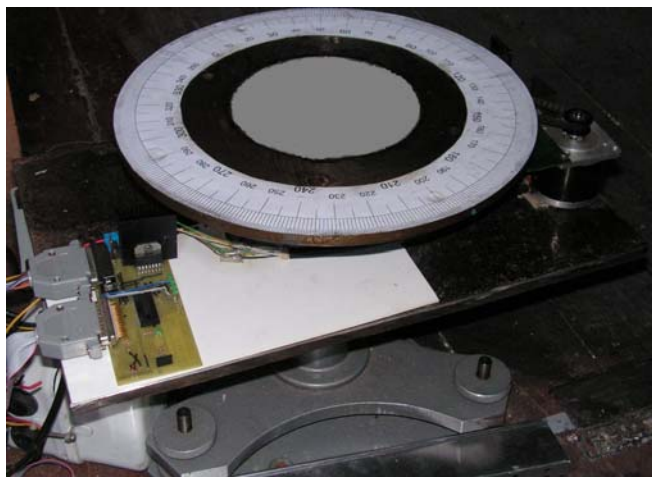
*Przemysław Skrzypczak, Tomasz Stankowiak
Poznań University of Technology, Institute of Industrial Electrical Engineering
PL 60 - 965 Poznań, Poland ul. Piotrowo 3A
przemyslaw.s.skrzypczak@put.poznan.pl, tostanko@gmail.com*

Article presents change of luminance intensity distribution of road lighting luminaire with twin arc tube high pressure sodium lamp. Slight shift of active arc tube's center causes significant variations of luminance intensity distributions. Tested road luminaire has polished reflector with many small surfaces directing light precisely on the road. How changeable arc tubes influence calculation parameters of road lighting.

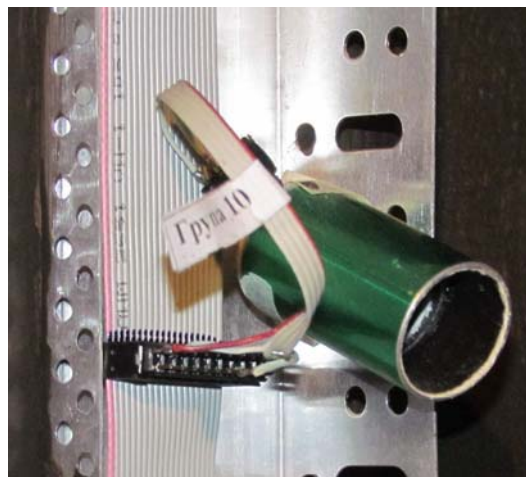
Goniophotometer With Large Number of Digital Photosensors

Assoc. Prof. Dr. Krasimir Velinov - <http://lighting-bg.eu>, candela@mail.bg
Poly Velinova – polyv@abv.bg, Technical University – Sofia – Student

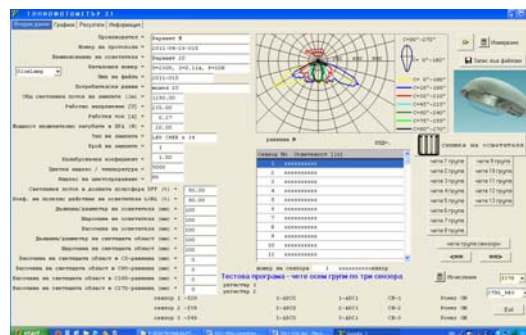
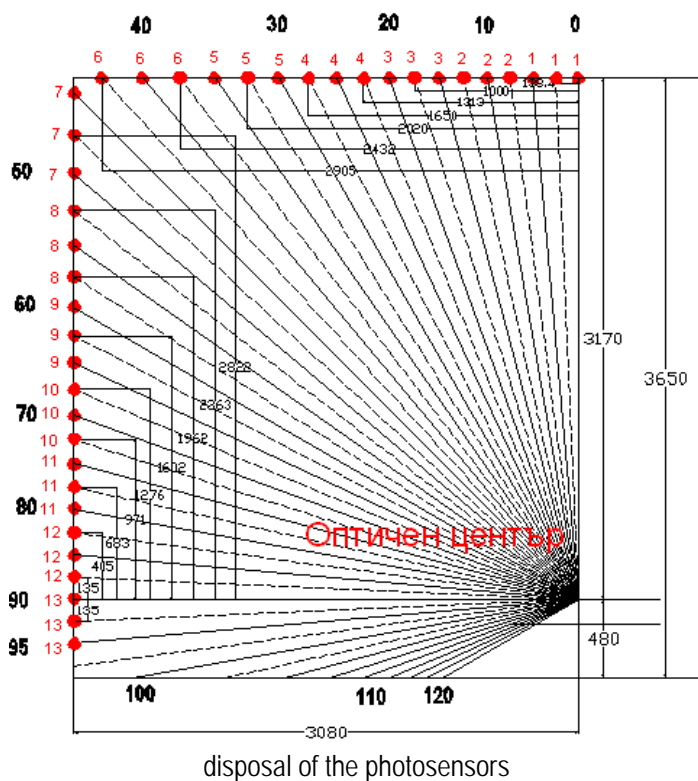
The report describes goniophotometer measurement of light distribution which is constructed in UMG "St. Ivan Rilski. There are used many photo sensors installed on the wall and ceiling on the photometric laboratory in MGU. The sensors are Microprocessor devices with embedded 16-bit ADC discharge. Each of the photosensors is individually calibrated. The design allows the measurement of the light distribution to be done in less than 30 minutes in step of measuring the angles of respectively 2.5 and 5 degree. The kit includes a system for measuring the temperature of the luminaire.



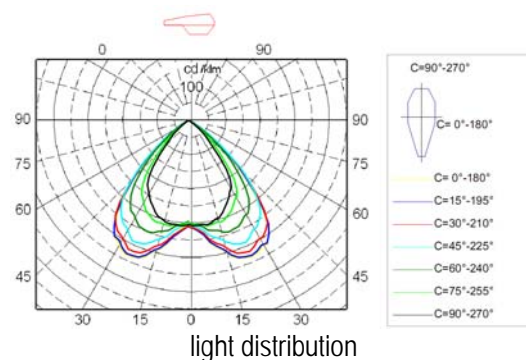
Goniophotometer



photosensor



Software



Determination of the Optimal Spectral Curve of Emission of LEDs

Stanimir Stefanov, Iva Petrinska, Iva Draganova, Hristo Vasilev
Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria
ipetrinska@tu-sofia.bg

For illumination of open areas and streets with low requirements of the color rendering, LED based luminaires with high light output can be created. The aim of these luminaires is the decrease of energy consumption and the corresponding expenses of the municipalities. As it is known, the maximum light output depends on the form of the spectral curve and the color rendering index R_a .

When the R_a increases, the maximum possible light output decreases and vice versa. So the luminaires, meant to have high light output will be with prevailing emission in one or two parts of the spectrum, low R_a and correlated color temperature in the range 3000 K to 4000 K. Based on these conditions, through optimization, spectral curves, for which the maximal light output is aimed have been created. As an additional condition, it is assumed that the electrical power, consumed by the LEDs is emitted as luminous flux in the visible part of the spectrum.

Keywords: luminous efficacy LEDs, lumens per watt, color rendering, correlated color temperature

Anwendbarkeit von Kontrast-basierten Erkennbarkeitskriterien auf die Methode der geometrischen Verkürzung

*M. Marutzky; B. Kleinert, M. Seer, S. Bogdanow
IAV GmbH, Rockwellstr. 3, 38518 Gifhorn
michael.marutzky@iav.de*

Auf der Licht 2012 und in der ATZ 06/12 stellten wir eine Machbarkeitsstudie über das Verfahren der „geometrischen Verkürzung“ und seine Potentiale, Genauigkeiten und Grenzen vor. Das Verfahren dient dazu, in einem geschlossenen, begrenzten Raum mit wiederholbaren Umfeldbedingungen. räumlich weit ausgedehnte Lichtverteilungen von Scheinwerfern auf dem Untergrund zu messen. Vorteilhaft an dem Verfahren ist, dass eine Erfassung der Lichtverteilung schnell möglich ist und am Fahrzeug erfolgen kann.

In diesem Beitrag wird behandelt, wie mit Hilfe des Verfahrens Scheinwerfer bewertet werden können.

Zunächst liefert das Verfahren Isoluxlinien und Lichtströme in bestimmte Regionen. Diese Größen dienen bei vielen Bewertungsverfahren als Basis, so auch bei TC4-45. Für die Erkennbarkeit von Objekten spielt ihr Kontrast zum Umfeld eine entscheidende Rolle. Werden diese Kontraste auf realen Straßen im Freifeld gemessen, sind die Umfeldbedingungen nicht wiederholbar.

Wir zeigen, wie unter Annahme realer Straßen Kontraste mit dem „Verfahren der geometrischen Verkürzung“ transformiert werden und so physiologisch relevante Kriterien wie in [1] beschrieben unter wiederholbaren Bedingungen Anwendung finden können.

[1] S. Völker, Habilitationsschrift, Universität Paderborn, 2006

Applicability of contrast-based perceptibility criteria on the method of geometrical reduction

*M. Marutzky; B. Kleinert, M. Seer, S. Bogdanow
IAV GmbH, Rockwellstr. 3, 38518 Gifhorn
michael.marutzky@iav.de*

We presented the “method of geometrical reduction“ and its feasibility, potentials, accuracy, and limits on Licht 2012 and in ATZ 06/12. The method was developed in order to measure the widely expanded light distributions of head lamps in a spatial limited closed room on the ground under repeatable environmental conditions. Advantages of this procedure are that it is a very fast and can be applied on the whole vehicle.

In this contribution, we show how this method can be used to evaluate significantly head lamps.

At first, lux-isolines and the luminous flux into certain regions result from this method. This data is the basis for usual evaluation methods, e.g. the proposed one from TC4-45. However, the contrast of an object to its surroundings is essential for recognisability. In free field, the environmental conditions can not be repeated but in a closed room this is possible.

We depict in this contribution how under assumption of a real read contrasts can be transformed with the „method of geometrical reduction“, and so physiological relevant criteria like stated in [1] can be applied under repeatable conditions.

[1] S. Völker, Habilitationsschrift, Universität Paderborn, 2006

A Method of Street Luminance Measurement and Analysis

A. Pachamanov¹, D. Pavlov¹, K. Kassev²

¹ *Department of Electrical Supply, Electrical Equipment and Electrical Transport
Technical University of Sofia, 1756 Sofia, Bulgaria
{pach, dpavlov}@tu-sofia.bg*

² *Department of Communication Networks
Technical University of Sofia
1756 Sofia, Bulgaria
kmk@tu-sofia.bg*

The dynamic light changes along with the eye's spectral sensitivity plays a key role in dimensioning of street lighting systems. A special attention shall be paid to the mesopic luminance region, which covers small luminance values and thus is of great importance in practical applications. This is especially true in night-time conditions when the street luminance environment is complex. Since neither $V(\lambda)$ nor $V'(\lambda)$ alone is capable of representing the eye's spectral sensitivity in the mesopic region, all lighting dimensioning shall consider this feature.

Modern street lighting systems strongly rely on luminance measurement in order to perform adaptive control of luminance distribution on different types of roads. Such sensors are involved in data exchange with the control and monitoring software. Widely deployed technical solutions include luminance cameras as well as spot photometers. Despite specific-purpose cameras are preferred, their application could be limited due to their high cost. In this paper, we propose a method of street luminance measurement by means of a B/W CCD camera (due to its high sensitivity) and a luminance meter. This approach could serve as an alternative to the expensive luminance cameras. It is appropriate for measurement of average mesopic luminance within the range of 0,3 to 2 cd/m² (depending on the type of street). This is possible by a suitable selection of both $V(\lambda)$ and $V'(\lambda)$ optical filters. The quantitative values of interest are derived by customized software packages, developed into the MATLAB environment.

The future enhancements of proposed method may include an automatic selection of a spectral correction filter, such that the luminance meter meets the natural processes within the human's visual system.

Keywords: CCD camera, mesopic photometry, illumination at low light levels, optical filters, digital luminance analysis

Einbrennverlauf und Brennlageverhalten von LED-Leuchten und deren Konsequenzen für die Leuchten-Goniophotometrie

*Dipl.-Phys. Max Wagner, Prof. Tran Quoc Khanh, TU Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik,
Hochschulstraße 4a, 64289 Darmstadt
wagner@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

Hochleistungsleuchtdioden für Beleuchtungszwecke lösen mittlerweile immer mehr die bisherigen Leuchtmittel ab. Eine genaue Bestimmung des Lichtstroms von LED-Leuchten ist somit notwendig, um das jeweilige Produkt zu charakterisieren. Am Fachgebiet Lichttechnik wurden teilweise erhebliche Unterschiede zwischen eigenen Messungen und Herstellerangaben festgestellt.

Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, werden Leuchten bereits einige Zeit vor der Messung eingeschaltet. Dabei besitzt jede Leuchte ein anderes Zeitintervall bis zum Erreichen ihrer Stabilität. Dieses Einbrennverhalten ist bei LED-Leuchten hauptsächlich auf den Einfluss des Kühlkörpers zurückzuführen, da dessen Wärmekapazität um ein Vielfaches größer ist als die des LED-Packages selbst. Der Verlauf von Abkühlungs- bzw. Aufheizprozessen lässt sich meist mit einer exponentiellen Funktion beschreiben. Im Rahmen dieser Untersuchung sollen die Zeit bis zur Stabilität, sowie die Abweichung des Lichtstroms nach dem Einschalten bestimmt werden.

Besonders bei Leuchtstofflampen ist der Lichtstrom aufgrund innerer Temperaturverteilungen stark lageabhängig. Aus diesem Grund entstehen hier bei einer Messung mit einem Leuchtenwender große Abweichungen zum eigentlichen Lichtstrom in normaler Brennlage. Die vorliegende Untersuchung soll die Größenordnung dieser entstehenden Abweichungen bei LED-Leuchten bestimmen. Dafür werden Beleuchtungsstärken gemessen, die unterschiedliche Leuchtentypen (Straßen- und Innenraumleuchten) bei verschiedenen Brennlagen in einem bestimmten Abstand hervorrufen. Dabei entstehen die zeitlichen Verläufe ebenfalls durch eine Temperaturänderung des Kühlkörpers, der je nach eigener Lage im Raum ein anderes Gleichgewicht mit der Umgebung eingeht.

Das Ziel der Untersuchung ist eine Betrachtung des Brennlageverhaltens von LED-Leuchten. Für möglichst exakte Messwerte bei Verwendung eines Leuchtenwenders ist wichtig, dass sich die Abhängigkeit des Lichtstroms von der Brennlage in einem Rahmen von wenigen Prozent bewegt. Außerdem kann mit Hilfe einer mathematischen Beschreibung des Einbrennverhaltens die Zeit bis zur Stabilität schon während der Messung vorausgesagt werden.

Burning in process and behaviour of burning position of LED luminaires and the consequences for goniophotometry

*Dipl.-Phys. Max Wagner, Prof. Tran Quoc Khanh, TU Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik, Hochschulstraße 4a, 64289 Darmstadt
wagner@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

High-power light emitting diodes are used in lighting more and more today. An accurate measurement of the luminous flux of luminaires is necessary to characterize the products. At the TU Darmstadt values of the luminous flux differ in some cases to these of manufacturers' instructions.

For the measurement of larger luminaires, for example street lighting, different types of goniophotometers are available. A so called luminaire turning device with a fix horizontal axis moves the object around two axes. A goniometer with mirror arrangement turns the luminaire only around one vertical axis. So the normal burning position can be guaranteed.

In order to increase the accuracy luminaires are switched on a certain time before the measurement starts. The time interval until stability is different for every object. The main influence for this burn-in time can be reduced to the heat sink, because its heat capacity is a lot bigger than the one of the LED-package itself. The course of cooling and heating processes can be described by exponential functions. In this investigation the time until stability and the difference of the luminous flux should be determined.

Particularly the luminous flux of fluorescent lamps is dependent on their position because of interior temperature distributions. That is why measurements with a luminaire turning device provide differences to the real luminous flux at normal burning position. In this study diverse types of luminaires for interior and street lighting are measured. The metered illuminance at a certain distance is changing with the lamp's position.

The aim of the investigation is to find out the amount of the dependency of burning position of LED luminaires. For exact values while using a luminaire turning device it is important, that the dependency is moving in a frame of few percentages. Furthermore it is possible to predict the time until stability during the burn-in period of the luminaire.

Electric parameters in street lighting networks

*Peter Janiga, Dionýz Gašparovský, Slovak University of Technology in Bratislava
Slovak Republic
peter.janiga@stuba.sk*

Public lighting networks are lighting installations that are in every town and most of villages. Design of lighting is based on the normative requirements. Light parameters are defined in the standard EN 13201. Designers of public lighting endeavour to do best project of light but they forget to take into account the electrical parameters in network such voltage drops, voltage distortion etc. Because the networks of public lighting are large appliance, wrong project can increase energy cost and operating expenses noticeably. This may cause unstable operation and downgrade of lighting parameters.

Lighting parameters are defining in standards for public lighting sufficiently but designers and operators do not have knowledge about electric parameters in networks. Lighting parameters are measured and checked without connection to electrical parameters. Voltage is measured during luminance measuring but other parameters are not checked. For example distortion of voltage significantly affects the behaviour of the lamp, the voltage drop increases heating electronics of LED lamps and many other specific characteristics of the light-installations.

Aim of this paper is to publish results of in-situ measurements in public lighting networks during miscellaneous working condition. The paper provides information about powers, voltages and currents. It is based on measurements in more than 100 switchboards. It gives a good knowledge base for an objective appraisal of the situation. Results of measurements may be a background for using smart grid technology in the lighting installations.

Validation of absolute spectral irradiance responsivity measurements using mode-locked lasers

Michaela Schuster, Detlef Lindner, Saulius Nevas and Armin Sperling
Bundesallee 100, 38114 Braunschweig
Michaela.Schuster@ptb.de

Mode-locked lasers show great promise for characterization of detectors. Therefore, PTB has upgraded its validated spectral calibration setup TULIP (Tunable Lasers in Photometry) with a new mode-locked (ML) laser setup (Fig. 1). The application of this new system enables research for the new realization of the SI-Unit Candela as well as detector characterization in the wavelength range from 230 nm to 3000 nm. Depending on the wavelength the spectral bandwidth may be set between 0,1 nm to 15 nm. High power is necessary to perform the spectral and spatial radiation conditions to achieve a highly uniform radiation field at the detectors reference plane.

To prove the applicability and performance of the ML laser system for absolute spectral irradiance responsivity, a validation procedure has been developed using the substitution method against a trap reference detector in the visible wavelength range. The validation in the red wavelength range from 690 nm to 780 nm of the ML-TULIP setup has been carried out with a diffuserless filtered radiometer against the CW-TULIP setup and against a monochromator based setup. For the validation in the visible wavelength range from 360 nm to 830 nm the spectral responsivity of different photometers with diffusers determined with the ML-laser setup have been compared with monochromator-based measurements.

The calculated values of their luminous responsivities have been additionally compared with measurements at the photometric bench (Fig. 2) against reference photometers. In terms of validation, all results are in good agreement according to their uncertainties in the spectral range from 360 nm to 830 nm. The validation process for the infrared and ultraviolet wavelength range is still in progress. Preliminary results suggest also in this case a good agreement between the applied measurement procedures.

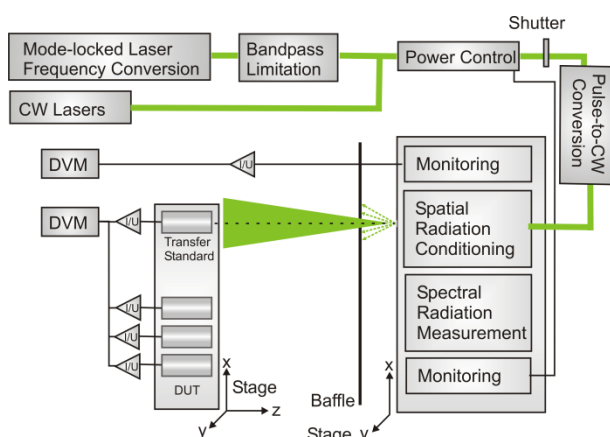


Figure 1: TULIP - Tunable laser based measurement setup for the spectral irradiance and radiance responsivity calibration of large-area detectors



Figure 2: Photometric bench setup for the determination of the luminous responsivity of photometer heads

Blendungsbewertung von Kfz-Scheinwerfern – Was wird messtechnisch erfasst und was nicht?

Kleinert, B. (Gifhorn); Schierz, Ch. (Ilmenau); Seer, M.; Marutzky, M.; Bogdanow, S. (Gifhorn)

*IAV GmbH, Rockwellstr. 3, 38518 Gifhorn
benedikt.kleinert@iav.de*

Die Blendungsbewertung von Kfz-Scheinwerfern birgt mehr zu berücksichtigende Variablen, als zunächst angenommen. Werden diese auch bei der Blendungsbewertung zur Verifizierung des Scheinwerfersystems nach ECE berücksichtigt?

Der nachfolgende Beitrag soll daher den Status Quo der Blendungsbewertung aufzeigen und anhand weiterer Studien [1], [2] veranschaulichen, welche Variablen in Betracht zu ziehen sind. Zusätzlich ist es Ziel des Beitrages, zu zeigen, mit Hilfe welcher Bewertungsmethoden, beispielsweise der nach TC4-45 [3], die tatsächlich vorherrschende Blendung aussagekräftiger bewertet werden kann.

Ferner werden die relevanten Blendungsarten angeführt und mit Verweis auf ein unveröffentlichtes Manuskript von Manz [2] gezeigt, welche Einflussgrößen außerdem zu berücksichtigen wären.

Neben Erkenntnissen aus [1] sollen bei IAV durchgeführte Untersuchungen auf die Tatsache aufmerksam machen, dass die im Straßenverkehr vorherrschende Blendung nicht nur durch die direkte, sondern besonders durch die indirekte Blendung beeinflusst wird. Besonders wirkt sich dieser Anteil bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen aus, welche Einfluss auf den Sekundärstrahler, die Straßendeckschicht, bzw. auf dessen Reflexionsverhalten nehmen.

Abschließend sollen sowohl Erkenntnisse aus der Literatur [1], [4] als auch aus einer durchgeführten Umfrage und weiteren, bei IAV durchgeführten Untersuchungen zum Thema Blendung im nächtlichen Straßenverkehr bei regennasser Fahrbahn einen Anstoß geben, dass Blendung umfangreicher bewertet werden muss, als es nach dem Status Quo der Fall ist.

[1] Matschke, J.; Nächtliche Blendungssituationen auf der Landstraße; Bachelorarbeit 2010 (KIT)

[2] Manz, K.; Der Einfluss der Größe eines Scheinwerfers auf die psychologische Blendung; (unveröffentlichtes Manuskript) 2000

[3] TC4 -45; Performance assessment method for vehicle headlighting systems, 2009

[4] Rosenhahn, E. O.; Entwicklung von lichttechnischen Anforderungen an Kraftfahrzeugscheinwerfer für Schlechtwetterbedingungen; Dissertation 1999

Glare evaluation of automotive headlamps – What is measured and what's not?

Kleinert, B. (Gifhorn); Schierz, Ch. (Ilmenau); Seer, M.; Marutzky, M.; Bogdanow, S. (Gifhorn)

*IAV GmbH, Rockwellstr. 3, 38518 Gifhorn
benedikt.kleinert@iav.de*

Glare evaluation of automotive head lamps has more variables which have to be taken into account than one could expect. Are all those variables considered when verifying automotive headlamps according to ECE-Regulation?

The following contribution will reveal the status quo of glare evaluation and by referring to further studies [1], [2], it will be demonstrated which variables have to be taken into account. An additional aim of the contribution is to show helpful assessment methods, like TC4-45 [3], for evaluating the resulting glare more detailed.

Furthermore relevant glaring types and with an unpublished manuscript of Manz [2] in mind, determining factors will be mentioned which should be considered.

Next to results of [1], measurements carried out at IAV will give evidence that the resulting glare isn't just affected by direct glare, but by indirect glare. Especially different weather conditions affect the ratio of glare, respectively the glare illuminance. These conditions have an impact on the secondary radiator, the paving material respectively the behavior of reflection.

As a conclusion scientific findings of [1] and [4], as well as results of a realized survey concerning glare while driving through a night scene with wet road surfaces shall give an impulse evaluating glare more significant as it is done currently.

- [1] Matschke, J.; Nachtliche Blendungssituationen auf der Landstrae; Bachelorarbeit 2010 (KIT)
- [2] Manz, K.; Der Einfluss der Groe eines Scheinwerfers auf die psychologische Blendung; (unveroffentlichtes Manuskript) 2000
- [3] TC4 -45; Performance assessment method for vehicle headlighting systems, 2009
- [4] Rosenhahn, E.O.; Entwicklung von lichttechnischen Anforderungen an Kraftfahrzeugscheinwerfer fur Schlechtwetterbedingungen; Dissertation 1999

Konvertierungsalgorithmus für automobilen Forschungsscheinwerfer

*Dipl.-Ing. Steffen Michenfelder
Marvin Neumeyer (B.Sc.)
Prof. Dr. Cornelius Neumann
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Lichttechnisches Institut (LTI)
Engesserstraße 13, Bldg. 30.34
76131 Karlsruhe
Phone: 0721/608-46735, Fax: 0721/608-42590
Email: Steffen.Michenfelder@kit.edu Web: www.lti.kit.edu*

Die Innovationsgeschwindigkeit in der automobilen Lichttechnik hat sich innerhalb der letzten Dekade drastisch erhöht. Die Zeit zwischen der Entwicklung neuer Technologien und deren Einführung in den Markt ist so gering wie nie zuvor. Durch diesen Zeitmangel können die Auswirkungen dieser neuen Technologien auf den Fahrer nur unzureichend untersucht werden. Eine neue lichttechnische Funktion mit wissenschaftlichen Methoden zu überprüfen, bedeutet einen enormen Aufwand an Zeit und, wegen der Anfertigung von Prototypen, Geld. Speziell hinsichtlich der Schnittstelle zwischen dem Fahrer und den Lichttechnologien ist es unablässlich, umfassende Studien durchzuführen bevor die Innovationen im Fahrzeug eingesetzt werden.

Am Lichttechnischen Institut in Karlsruhe ist ein Forschungsscheinwerfer (genannt „Propix“ für Projektor-Pixellicht) entwickelt worden, um eine Lösung für die eingangs erwähnten Problemstellung zu finden. Mithilfe einer Anordnung von sechs Projektoren, die mit Höchstdruckgasentladungslampen betrieben werden, ist eine matrixförmige Ausleuchtung des Straßenraums realisiert worden. Mithilfe des hohen Lichtstroms von 30.000 lm soll es möglich sein, jede beliebige Lichtverteilung realitätsgetreu auf der Straße darzustellen.

Hierfür sind in einem ersten Schritt Basislichtfunktionen in einer Trial-and-Error Methode nachgebaut und an die Spezifikationen des Propix Systems angepasst worden. Hierbei hat sich eine unzureichende Genauigkeit und vor allem eine zu lange Entwurfszeit ergeben. Der nächste logische Schritt besteht darin, einen Algorithmus zu entwickeln, der am Computer entworfene Lichtverteilungen direkt auf das Propixsystem umrechnet.

Conversion Algorithm for Automotive Lighting Research Head Lamp

Dipl.-Ing. Steffen Michenfelder

Marvin Neumeyer (B.Sc.)

Prof. Dr. Cornelius Neumann

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Lichttechnisches Institut (LTI)

Engesserstraße 13, Bldg. 30.34

76131 Karlsruhe

Phone: 0721/608-46735, Fax: 0721/608-42590

Email: Steffen.Michenfelder@kit.edu Web: www.lti.kit.edu

Innovation speed in automotive lighting has been increased considerably within the last decade. The time between developing and publishing new significant technologies and introducing them into the market is less than ever. Due to that lack of time the possibilities to analyze the effects of the new technologies on the human driver are diminished. Proving a recently developed additional automotive headlamp function according to common scientific methods is a process that costs a lot of time and, due to the need of building a prototype, a lot of money. But especially in consideration of the interface between the lighting technologies and the human driver comprehensive examinations have to be done before using the innovations in the car environment.

At the Light Technology Institute in Karlsruhe a research headlamp (called “Propix” for projection pixel light) has been developed to find a solution for the problems mentioned initially. Using an array of six projectors, running with HID lamps, a matrix based illumination of the traffic space has been realized. Using the high luminous flux of above 30.000 lm every possible light distribution should be able to be visualized realistically on the street.

Therefore, in a first step, basic light distributions have been redesigned and fitted to Propix’ characteristics manually in a trial and error process. Thereby only an insufficient accuracy was achieved and design time was too high. The logical following step was to develop an algorithm that converts CAL designed light distributions as the input directly into the Propix system as the output.

Device for Aiming of Automotive Headlamps under Adverse Conditions

Kyriakos Kosmas, Dipl.-Ing. Bastian Zydek, Dipl.-Ing. Simon Zydek, Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh
Laboratory of Lighting Technology, Technische Universität Darmstadt
kosmas@lichttechnik.tu-darmstadt.de

During my bachelor thesis a device has been created for aiming automotive headlamps in adverse conditions. The motivation for the development was to provide a device to adjust headlamps under typical night-drive test conditions at the Laboratory of Lighting Technology.

Three coordinate systems have been used: One global coordinate system aligned with the ground and two local coordinate systems to describe the position of the car and the headlamps.

These coordinate systems are superposed by taking the pitch of the headlamp (1%) under consideration. Now a virtual intersection point can be calculated: between the intersection of the perfectly aimed headlamp and a virtual wall in front of the car. By pointing a laser to that intersection, headlamps can be aimed accordingly.

The performance of the device will be tested during a survey that checks the ability of car repair shops to aim headlamps.

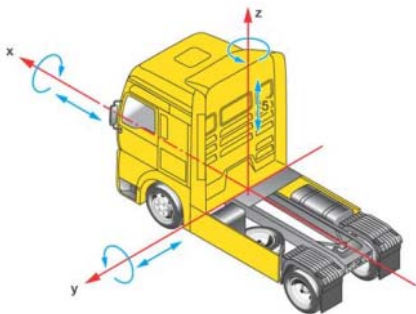


Fig. 1 Coordinate System



Fig. 2 Aiming with help of laser pointing to intersection (drawing)

Einstellung der Lage der Lichtstärkenverteilung von Kfz-Scheinwerfern unter erschwerten Bedingungen

Kyriakos Kosmas, Dipl.-Ing. Bastian Zydek, Dipl.-Ing. Simon Zydek, Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh
Laboratory of Lighting Technology, Technische Universität Darmstadt
kosmas@lichttechnik.tu-darmstadt.de

In einer Bachelor-Arbeit ist ein Gerät entstanden, mit dessen Hilfe Kfz-Scheinwerfer unter erschwerten Bedingungen eingestellt werden können.

Das Gerät basiert auf der Verwendung von drei Koordinatensystemen: Ein globales Bodenkoordinatensystem und zwei lokale Koordinatensysteme, welche zum einen die Lage des Fahrzeuges und zum anderen die Lage des Scheinwerfers beschreiben. Unter Berücksichtigung des Nickwinkels (1%) werden die Koordinatensysteme überlagert. Anschließend kann ein virtueller Schnittpunkt zwischen einem ideal eingestellten Scheinwerfer und einer virtuellen Wand vor dem Fahrzeug berechnet werden. Durch Ausrichten eines Lasers auf diesen Schnittpunkt können die Scheinwerfer eingestellt werden.

Das Gerät wird eingesetzt und verifiziert bei einem Test von Kfz-Werkstätten und Prüfstellen. Hierbei soll quantifiziert werden inwieweit diese in der Lage sind Scheinwerfer korrekt einzustellen.

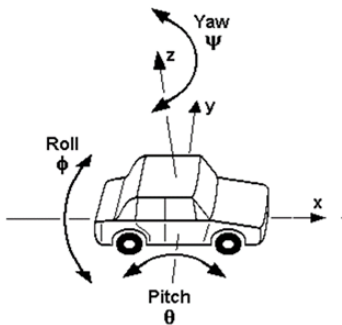


Abbildung 1 Koordinatensystem (Quelle: Wikipedia)



Abbildung 2 Scheinwerfereinstellung mit Hilfe eines Lasers (Skizze)

Konzepte für eine selbstjustierende Scheinwerfertechnologie

Dr. Sören Schäfer – HELLA KGaA Hueck & Co.
Soeren.Schaefer@l-lab.de

Für die Zulassung von Kraftfahrzeugscheinwerfern bestehen verschiedene Voraussetzungen, die in einzelnen ECE-Vorschriften (insb. R112, R98, R123, R48) beschrieben sind. Neben Beleuchtungsstärken, Lichtverteilungen und Funktionsparametern besteht eine weitere Anforderung in der Vorneigung von Kraftfahrzeugscheinwerfern von -1%, bei einer Anbauhöhe von unter 0,75 m.

Eine korrekte Justage der Scheinwerfer kann außer beim Ersteinbau in das Fahrzeug (am Bandende des Fahrzeugherstellers) kaum garantiert werden, da zum einen die exakten Möglichkeiten in den Werkstätten fehlen, beispielsweise beim Lichtquellen- oder Modulwechsel, und zum anderen die Komplexität des Scheinwerfers aufgrund dessen steigender Zahl an Bauteilen (LED-Module erzeugen gemeinsam eine Lichtverteilung) zunimmt. Weiterhin bestehen derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen zur Überprüfung der von der Zulassungsnorm geforderten Einstellung.

Eine Dejustage des Scheinwerfersystems kann sowohl vertikal als auch horizontal eintreten und zu einer Verkehrsgefährdung führen sowie in einer Abnahme der Ausleuchtungsqualität resultieren, wenn beispielsweise zu hoch eingestellte Scheinwerfer eine Blendung anderer Verkehrsteilnehmer über das zu vertretende Maß hinaus verursachen (B50L). Im entgegengesetzten Fall, also bei einem zu niedrig eingestellten Scheinwerfer, wird die Leuchtweite des Scheinwerfers reduziert, was zu einem verspäteten Erkennen potentieller Gefahrenstellen führen kann. Im Extremfall wird durch eine zusätzliche horizontale Dejustage der Scheinwerfer zueinander die Fahrbahn- und Umfeldausleuchtung stark eingeschränkt, wovon nicht nur ein allgemeines Sicherheitsrisiko resultiert, sondern auch der eigentliche Mehrwert speziell bei adaptiven Systemen verloren geht. Unterschiedliche Quellen gehen davon aus, dass zwischen 36% [LICHT, ZDK] und 70% [HELLA] der getesteten Scheinwerfer falsch eingestellt sind. Hinsichtlich der demografischen Entwicklung kommt einem korrekt justierten Scheinwerfersystem eine gesteigerte Bedeutung zu.

Aus dem o.g. Gefährdungspotential resultiert der Anspruch, zukünftig bei der Entwicklung und Realisierung neuer Lichtsysteme eine dauerhafte und präzise Justage der Scheinwerfer sicherzustellen.

Mögliche Lösungsansätze bieten selbstjustierende Scheinwerfersysteme entweder mit kontinuierlichem oder zyklisch-determiniertem Regelungsverhalten. Für eine Realisierung ist das Zusammenspiel zwischen Sensorik und Aktuatorik zu betrachten und in verschiedenen Mechatronikkonzepten hinsichtlich des Anwendungsfalls zu bewerten. Während bei einer kontinuierlichen Regelung die Erfassung der Umwelt und der Justagemerkmale zu jeder Zeit des Fahrzeugführens möglich sein soll, bedingt die zyklisch-deterministische Regelung einzelne oder verkettete Kriterien, wie zum Beispiel den Kilometerstand, etwaige Temperatureinflüsse, einen Werkstattbesuch, den Fahrerwunsch und vieles mehr. Hierzu sind Justagemerkmale, Sensorik, Anwendungsfälle, die Aktuatorik und die Scheinwerfertechnologie unter einem gesamtheitlichen Systemansatz zu betrachten und in eine prototypische Realisierung zu überführen.

ECE-R 48 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich des Anbaus der Beleuchtungs- und Lichtsignaleinrichtungen.
ECE-R 98 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeug-Scheinwerfern mit Gasentladungslichtquellen.

Concepts for a selfadjusting headlamp technology

*Dr. Sören Schäfer – HELLA KGaA Hueck & Co.
Soeren.Schaefer@l-lab.de*

Existing different preliminary terms have been fulfilled for an approval of automotive headlamps (e.g. R112, R98, R123, R48). In addition to illuminances, light distributions and function parameters there exists one more requirement in form of a defined vertical position by minus 1% down aiming for cars with a headlamp mounting height lower than 0.75m.

A correct alignment can be guaranteed by the process of the first installation (final production process by vehicle manufacturer) only. The possibility to realign the headlamp position in workshops is limited because of the lack of qualitative measurement equipment. But it is necessary to modify and verify the headlamp down aiming with regard in changing light modules, light sources and other parts of headlamps which become more and more complex. Currently there don't exist any lawfully determinations for an inspection in relation of the required form by the ECE.

A misalignment of the headlamp system could happen in vertical and horizontal positions causing traffic imperilment as a decrease of the illuminance quality. In that case a headlamp with an alignment that is above -1% could produce glare (B50L) and at the opposite the illuminance range could be intensely reduced. With that, a detection of dangerous objects could be extremely late. In addition to the named effects, a misalignment of an additional horizontal error leads to an extremely high security risk by highly restricted illuminance of the environment and the road. Both effects reduce the originally benefit of adaptive frontlighting systems because they could not compensate the offset of the misalignment. Studies of different companies and institutions assume that the number of defect and misaligned headlamps is between 36% [LICHT, ZDK] and 70% [HELLA]. In regard of the demographical change the need of correctly adjusted headlamp systems becomes more and more important.

With the named risk potential the plea for permanent and correct alignment of headlamps has to be fulfilled by new developments and product realizations.

Possible solutions are offered by selfadjusting headlamp systems with continuous or cyclic deterministic regulation behaviors. For a realization it is important that the cooperation between sensors and actuators is defined in different mechatronic concepts, whereas the best is still addressed for a special range of applications. While the continuous regulation includes the constant detection of the environment and the alignment characteristics and therefor the continuous adjustment of the headlamp at any time, the cyclic determined regulation describes the link between different criterions e.g. mileage, temperature influence, workshop meeting, maintenance intervals or the wish of the driver and much more. The development of such a system requires the consideration of alignment characteristics, sensor systems, actuators, applications and headlamp technology as a holistic system and the transfer into a prototype.

ECE-R 112 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Kraftfahrzeugscheinwerfer für asymmetrisches Abblendlicht und /oder Fernlicht, die mit Glühlampen ausgerüstet sind.

ECE-R 123 Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von adaptiven Frontbeleuchtungssystemen (AFS) für Kraftfahrzeuge.

Licht-Test (2010). www.Licht-test.de.

ZDK. Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (2009). Lichttest bei Fahrzeugscheinwerfern.

HELLA – Befragung: Ralf Igel, Igel & Slaby GbR, Kfz-Meisterbetrieb, Lippstadt.

Homogenitätsbewertungen flächiger Lichtquellen und Leuchten

*Christoph Hupe, Sören Schäfer, Christoph Schierz
Technische Universität Ilmenau, FG Lichttechnik
christoph.hupe@tu-ilmenau.de soeren.schaefer@hella.com*

In der vorliegenden Untersuchung sollen neue Erkenntnisse zur Bewertung der Homogenität von Leuchtdichteverteilungen gewonnen werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der automobilen Anwendung in Form von PKW-Schlussleuchten. Es werden verschiedene Modelle zur Berechnung von Homogenität sowie daraus abgeleitete Größen recherchiert und diskutiert.

Ausgangspunkt bilden simulierte flächige Leuchtdichteverteilungen, welche auf einem Monitor abgebildet und einem Probandenkollektiv vorgeführt werden. Dabei handelt es sich meist um zwei Leuchtdichteniveaus innerhalb der Testfläche zwischen denen der Leuchtdichtegradient variiert wird. Dargestellt werden eine strukturlose Rechteckfläche und die Kontur der Schlussleuchte des BMWs F10. Aufgabe der Probanden ist es, diese Leuchtdichteverteilungen als homogen oder inhomogen zu klassifizieren. Bewertet eine gewisse Anzahl der Probanden die Testfläche als homogen, wird diese Fläche als homogen angesehen. Außerdem wird zwischen der wahrnehmbaren und der akzeptablen Homogenitätsschwelle unterschieden. Weiterhin werden die Leuchtdichteverteilungen auf dem Monitor orts aufgelöst vermessen und nach bestehenden Standards aus der Leuchten- und Displayindustrie ausgewertet. Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden mit den Probandenurteilen verglichen und Unterschiede diskutiert.

Es stellt sich heraus, dass kein bestehendes Modell in der Lage ist, akzeptable Übereinstimmungen mit der Praxis herzustellen. Ausschließlich der Ansatz aus dem OLED100.eu-Projekt ist bedingt nutzbar. Bei den anderen Modellen wird der Gradient selbst nicht berücksichtigt, sondern nur nach Minima und Maxima bewertet. Weiterhin kann gezeigt werden, dass sich Inhomogenitäten in der „realen“ Schlussleuchte weitaus weniger negativ auf das Probandenurteil auswirken, als das bei der Rechteckleuchte der Fall ist. Zudem wird eine Inhomogenität bei einer PKW-Schlussleuchte durchaus als akzeptabel eingestuft, obwohl sie bereits wahrgenommen wird.

Homogeneity assessments of two-dimensional illuminants and lamps

*Christoph Hupe, Sören Schäfer, Christoph Schierz
Technische Universität Ilmenau, FG Lichttechnik
christoph.hupe@tu-ilmenau.de soeren.schaefer@hella.com*

This study should accumulate new scientific findings to valuate homogeneity of luminance. The focus is on automotive applications in the form of rear position lights. Therefore models for the calculation of homogeneity and derived values were researched and discussed.

The starting points of the investigation are two-dimensional simulated allocations of luminance, which were displayed on a computer monitor and showed to a pool of test persons. Mostly there are two luminance levels on the test area. The gradient of luminance between these two levels varies during the test. Two kinds of test luminaries are shown on the monitor. The monitor switches between a rectangle area without texture and a mockup of the rear position light of the BMW F10. The test persons have to decide whether the luminance on the area is homogeneous or not. If a certain number of test persons choose homogeneous, this area could be regarded as homogeneous then. Furthermore a distinction is made between the apperception and acceptance threshold of homogeneity. Moreover the allocation of luminance at the monitor is measured locally resolved. These measurements will be evaluated by standard methods of luminary and display industry. Results of calculation models were compared to decisions of the test persons and differences between both were discussed.

The final result is, that nary existent calculation model is able to create acceptably conformity between theory and practice. Solely the approach of the OLED100.eu-project is promising. The other calculation models are not considering the gradient of luminance. Here the homogeneity is only rated by maximum and minimum. Furthermore it can be shown that the test persons valuate an inhomogeneity of a “real” rear light less critically then of the rectangular area. Also an inhomogeneity can be sensed clearly but is accepted for the use in a rear position light.

Bewertung klassischer Kfz-Fernlichtassistenten im Fahrversuch

*J. L. Foltin, Robert Bosch GmbH, Daimlerstr. 6, 71226 Leonberg, Germany
johannes.foltin@de.bosch.com*

*Ch. Schierz, Technische Universität Ilmenau, Postfach 100565, 98684 Ilmenau, Germany
christoph.schierz@tu-ilmenau.de*

Die Gefahr eines schweren Auto-Unfalls steigt bei Nacht an, was unter anderem auf die Sichtverhältnisse bei Dunkelheit zurückzuführen ist. Der Fahrzeugführer nutzt Fernlicht relativ selten, weshalb der (klassische) Fernlichtassistent entwickelt wurde, der automatisch zwischen Abblendlicht und Fernlicht umschaltet.

Eine Kamera überwacht den Verkehrsraum vor dem Fahrzeug und erkennt andere Verkehrsteilnehmer. Sobald ein anderer Verkehrsteilnehmer sichtbar ist, blendet der Fernlichtassistent ab, um die Blendung anderer Verkehrsteilnehmer zu verhindern. Wenn kein Verkehrsteilnehmer mehr sichtbar ist, kann prinzipiell sofort in Fernlicht umgeschaltet werden. Taucht jedoch unmittelbar nach dem Aufblenden ein Verkehrsteilnehmer auf (z.B. durch eine kurzzeitige Verdeckung), wird sofort wieder in Abblendlicht umgeschaltet.

Schnelle Wechsel zwischen den Lichtverteilungen können den Fahrer stören, weshalb vom Zeitpunkt des Verschwindens der Verkehrsteilnehmer bis zum Aufblenden eine bestimmte Zeit gewartet wird. Bei der Wahl der Dauer muss ein Kompromiss zwischen ruhigem Verhalten (lange Dauer) und hoher Sichtweite (kurze Dauer) gefunden werden, um eine hohe Kundenakzeptanz zu erreichen und dadurch die Unfallgefahr bei Nacht zu verringern.

Es wurde ein Feldversuch im realen Straßenverkehr durchgeführt, bei dem die Versuchspersonen das Aufblendverhalten von Fernlichtassistenten bewerteten. In dieser Veröffentlichung wird der Zusammenhang zwischen der Dynamik von klassischen Fernlichtassistenten und deren Bewertung vorgestellt.

Evaluation of an Automotive High Beam Assistant System

*J. L. Foltin, Robert Bosch GmbH, Daimlerstr. 6, 71226 Leonberg, Germany
johannes.foltin@de.bosch.com*

*Ch. Schierz, Technische Universität Ilmenau, Postfach 100565, 98684 Ilmenau, Germany
christoph.schierz@tu-ilmenau.de*

The probability of a fatal traffic accident increases at night, which is also caused by the worse visibility conditions in darkness. The driver uses high beam not very often, therefore the high beam assistant was developed, which automatically switches between high and low beam.

An automotive camera observes the environment in front of the vehicle and detects other traffic participants. To avoid glaring the other drivers, the high beam assistant switches to low beam as soon as a traffic participant is detected. The assistant system could in principle instantaneously switch to high beam as soon as no other traffic participant is visible anymore. But if a traffic participant appears directly after turning up the headlights (e.g. vehicle was temporarily covered), the high beam assistant would immediately switch back to low beam.

Fast changes between high and low beam can disturb the driver, therefore the high beam assist always waits for some time before switching from low to high beam. The duration is a compromise between calm behavior (long duration) and a long sight distance (short duration). The aim is to reach a high customer satisfaction and therefore to reduce the risk of accidents at night.

A field study was performed where participants of the study evaluated the timing of different characteristics of high beam assistant systems. In this publication the relationship between the dynamics of conventional high beam assistant systems and their evaluation is presented.

Intuitive Bedien- und Steuerungskonzepte für die Innenraumbeleuchtung in Fahrzeugen

*Maximilian Barthel, Dr. Sören Schäfer, Franziska Kley – HELLA KGaA Hueck & Co.
maximilian.barthel@me.com*

Die Innenraumbeleuchtung ist in den letzten Jahren verstärkt in den Focus der Automobilhersteller gerückt. Zu Beginn der Automobilentwicklung übernahmen die Leuchten im Fahrzeuginnenraum lediglich die Aufgaben Warnungen bzw. Fehler zu signalisieren (Kontrollleuchten im Tacho, Leuchte bei offener Tür). Eine Weiterentwicklung dieser Systeme stellt die sog. Funktionsbeleuchtung dar, wie beispielsweise das Leselicht.

In den letzten Jahren ist die Anzahl der Leuchten im Innenraum rapide angestiegen. Die Aufgaben an eine „neue Innenraumbeleuchtung“ im Automobil haben sich gleichermaßen verändert. So gibt es heute nicht mehr nur eine Innenraum- und Leseleuchte, sondern u.a. auch verschiedenfarbige Ambientebeleuchtungen an Tür, Dach und Mittelkonsole, Orientierungslichter, Konturbeleuchtung sowie Displays um nur einige zu nennen. Durch die Vielzahl der leuchtenden Flächen und deren Anordnung und Bedienung kann es jedoch leicht zur Überforderung des Nutzers kommen.

In diesem Vortrag soll kurz ein Überblick über die aktuell integrierten Innenraumbeleuchtungen geben werden, anschließend werden Ideen & Anregungen für zukünftige Szenarien aufgezeigt. Dabei ist es wichtig zu unterscheiden, welche Leuchten sollen und müssen überhaupt vom Nutzer selbst regelbar sein. Es werden unterschiedliche Ansätze zum Steuern des Innenraumlichtes im Automobil verglichen und untersucht, sowie ggf. neue Funktionen erstellt, welche im Kontext einer guten Bedienbarkeit stehen. Hierbei besteht die Diskrepanz im Entwicklungsfortschritt und Implementierung der Beleuchtungstechnologie und der Bedienung bezüglich der angedachten Funktionalitäten. Umzeichnend hierfür ist u.a. der Wandel der Bedienstruktur in der Unterhaltung und Kommunikationsindustrie (Druckelemente vs. komplexe Gesten). Denkbare Lösungsansätze zum Bedienen solcher Lichtquellen sind moderne haptische oder gestengesteuerte Systeme. Solche Bedieneinheiten können sich an unterschiedliche Situationen anpassen, den Anspruch an Design und die Funktionsbedienbarkeiten erfüllen. Auch ist es so möglich eine Fläche im Auto unterschiedlich nutzen zu können. Darüber hinaus kann eine Innenraumbeleuchtung im Fahrzeug nur dann gut funktionieren, wenn sich Gedanken über deren Beleuchtungsstärke, die Materialien und somit über die erzeugten Leuchtdichten gemacht wurden.

Intuitive operating and control concepts for lighting applications within cars

*Maximilian Barthel, Dr. Sören Schäfer, Franziska Kley – HELLA KGaA Hueck & Co.
maximilian.barthel@me.com*

In the recent years interior lighting comes in mind for the automobile manufacturer. At the beginning of the automotive development the interior luminaire had merely a signal function e.g. compared with effects of warnings or errors (indicator luminaire in the speedometer, luminaire for open doors). Next steps in the development were the improvement to a kind of function lighting, for example the reading light.

In addition the number of interior luminaires raised in the last decades. The tasks of the “new interior lighting” equally changed. So there is no longer just an interior lighting or a reading lighting. Furthermore the interior lighting takes a major place in the design and comfort impression of cars as the possibility to support the driver with different smart applications. By the way exists more and more functions like the colour change in ambient lighting in the car and at the door, roof and centre console, a kind of orientation light or contour lighting and displays to name a few. In consequence of these multiplicity of luminous areas and their assembly and operating can easily lead to excessive demand but also to assist in different situations. An intuitive and balanced design could be the best solution.

To develop intuitive and future oriented operating and control concepts for interior lighting the analysis of present concepts and design rules are necessary, followed by a comparison of current integrated interior lighting, afterwards ideas & suggestion for future scenarios. Thereby it is important to distinguish, which luminaires should and must be user-selectable. Although many different concepts to control the interior lighting were compared and analysed, together with new functions and level in context to a good operability. There is a discrepancy between the advance in the development and implementation of the lighting technology as the control of different features. With a look to the entertainment and the communication industry, the man can come to the conclusion, that the control mechanisms in cars are outdated of years. An example is the function interaction with new gestures at smart phones. Possible solutions for control such illuminant in the named context were modern haptic or gesture-controlled systems. Such control module will be able to adapt to different situations. It fulfils also the requirement to design or the functional operability. It is possible to use a wide range of combinations in regard of lighting technology, application, control aspects to realize various functions. In context with the field of lighting technology not only applications and design are important, furthermore some lighting values as the illuminance, adaptation level and luminance.

Akzeptanz verschiedener Markierungsstrategien

*Philip Stroop ;
L-LAB
Rixbecker Str. 75
59552 Lippstadt
02941 38 31335
Philip.Stroop@l-lab.de*

*Jürgen Locher
L-LAB
Rixbecker Str. 75
59552 Lippstadt
02941 38 31370
Juergen.Locher@l-lab.de*

Die Entwicklung eines Systems zum Anleuchten gefährdeter Objekte – sogenanntes Markierungslicht – ermöglicht eine frühzeitige Erkennbarkeit der Objekte für den Fahrer. Nachgewiesen wurde dieser Vorteil bereits für das Fahren mit Abblendlicht [1]. Für das Fahren mit Fernlicht werden zur Zeit Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse werden vom Autor im Rahmen der Tagung „ISAL 2013“ publiziert.

Es wurde allerdings bisher nicht untersucht, wie ein Fußgänger diesen Markierungsvorgang empfindet. Grundsätzlich sind verschiedene Strategien einer Markierung denkbar. Mögliche Varianten könnten unterschieden werden anhand der beleuchteten Fläche des Fußgängers und der Anleuchtdauer. Einen weiteren Einflussfaktor könnte die etwaige Blinkfrequenz beziehungsweise die grundsätzliche Unterscheidung zwischen konstantem Anleuchten und Blinken darstellen.

Versuche mit verschiedenen Markierungsstrategien werden derzeit durchgeführt. Auf diese Weise kann der subjektive Nutzen für den Fahrer mit der Beeinflussung von Passanten in Bezug gesetzt und für beide Verkehrsteilnehmer eine geeignete Strategie ermittelt werden.

[1] Stroop, P., Koslowski, A., Kubitza, B. und Roslak, J. (2011) Safety Benefit of Mark-ing Light – an empirical study. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Automotive Lighting (ISAL). München: Herbert Utz Verlag

Acceptance of different marking strategies

*Philip Stroop ;
L-LAB
Rixbecker Str. 75
59552 Lippstadt
02941 38 31335
Philip.Stroop@l-lab.de*

*Jürgen Locher
L-LAB
Rixbecker Str. 75
59552 Lippstadt
02941 38 31370
Juergen.Locher@l-lab.de*

The development of a system to highlight endangered objects – so called marking light – enhances the drivers detection of this objects. For the situation of driving with low beam this advantage has already been shown [1]. For high beam situations surveys are carried out at the moment. The author will publish the results on the ISAL 2013 symposium.

Until now no surveys has been carried out on the acceptance of these systems from the view of pedestrians. Different strategies for marking pedestrians are possible.

The strategies can be distinguished by means of the highlighted surface or the duration of highlighting. Further parameters are the possible blinking frequencies respectively the differentiation between blinking or constant highlighting.

Tests with different strategies are in progress (right) now. Thus the benefit for the driver can be interconnected with the effect on pedestrians and the best strategy for all participants can be identified.

[1] Stroop, P., Koslowski, A., Kubitz, B. und Roslak, J. (2011) Safety Benefit of Mark-ing Light – an empirical study. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Automotive Lighting (ISAL). München: Herbert Utz Verlag

Parameters of popular, commercially available, red lamps for darkroom use

*Sandra MROCZKOWSKA, Tomasz STANKOWIAK
Institute of Electrical Engineering and Electronics
Poznan University of Technology
Piotrowo 3a St.
60-965 Poznań
sandra.mroczkowska@put.poznan.pl*

Nowadays the most popular is digital photography. However there are still some people keen on traditional photo printing. According to that situation the problem of availability darkroom lamps occurs. The article contains information and comparison of spectrum and electrical parameters popular commercially available red lamps. In addition results of paper fogging of most popular brands will be presented.

Neue spektrale Empfindlichkeitsfunktionen zur Erfassung visueller Farbgleichheit bei LED-Spektren

Saskia Polster, Karin Bieske, TU Ilmenau, Prof.-Schmidt-Str. 26, 98693 Ilmenau
saskia.polster@tu-ilmenau.de

Mit der LED (Light Emitting Diode) hat sich eine neue Lichtquelle in der Innenraumbeleuchtung etabliert. Besonders bei LED-Lichtquellen wird jedoch beobachtet, dass für subjektiv gleich wahrgenommene Spektren objektiv unterschiedliche Farbörter gemessen werden und dass Spektren mit demselben Farbort visuell unterschiedlich wahrgenommen werden. Damit ergeben sich massive Probleme bei der Ansteuerung von LED-Beleuchtungssystemen, die für homogene Flächenbeleuchtung verwendet werden. Es werden Fehler in den standardisierten Normspektralwertfunktionen der CIE von 1931 und 1964 vermutet. Vorgeschlagen werden neue Spektralwertfunktionen für einen 2°- und einen 10°-Standardbeobachter, mit denen die messtechnisch ermittelte Farbdifferenz zwischen subjektiv gleich wahrgenommenen Spektralverteilungen deutlich verringert werden kann.

In Untersuchungen wurden verschiedene LED-Lichtquellen betrachtet und eine Datenbasis visuell gleich wahrgenommener Spektren erstellt. Für sieben verschiedene Versuchsszenarien mit unterschiedlichen Spektralzusammensetzungen der verglichenen Lichtquellen fanden für drei unterschiedliche Lichtfarben Abgleichversuche statt. Alle Abgleichuntersuchungen wurden jeweils in einem 2°, 5°- und 10°-Beobachterfeld durchgeführt. Auf Grundlage dieser Datenbasis wurden alle anerkannten Spektralwertfunktionen auf ihre Fähigkeit untersucht, visuell gleich wahrgenommene Spektren auf denselben Farbort abzubilden. Dabei wurden für die jeweiligen Spektralwertfunktionen immer die Abgleichergebnisse aus den entsprechenden Beobachterfeldgrößen verwendet. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass sich unter Verwendung der Normspektralwertfunktionen der CIE von 1931 für den Großteil der untersuchten Versuchsszenarien deutliche Farbdifferenzen zwischen den visuell gleich wahrgenommenen Spektren ergeben. Die Farbdifferenzen zwischen visuell gleich wahrgenommenen Spektren erreichen Farbabstände bis zu $\Delta u'v' = 0,0165$. Des Weiteren wurden die Normspektralwertfunktionen von 1964 und die Spektralwertfunktionen basierend auf den Sehzapfen-Grundfunktionen der CIE-Empfehlung CIE170-1:2006 für ein 2°- und ein 10°-Beobachterfeld getestet. Für alle diese Spektralwertfunktionen ergeben sich Farbdifferenzen zwischen den visuell gleich wahrgenommenen Spektren, die über der Wahrnehmungsschwelle liegen. Daher werden zwei neue Sätze Spektralwertfunktionen vorgeschlagen. Diese wurden empirisch mit Hilfe der zuvor erstellten Datenbasis ermittelt und basieren auf den Sehzapfen-Grundfunktionen der CIE-Empfehlung von 2006. Mit den Spektralwertfunktionen 2006-TUIL-2° und den Spektralwertfunktionen 2006-TUIL-10° können die Farbdifferenzen zwischen visuell gleich wahrgenommenen Spektren auf Werte unter $\Delta u'v' = 0,004$ reduziert werden.

Für die Validierung der vorgeschlagenen Spektralwertfunktionen wurden Farbdifferenzbewertungen durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen beurteilten Probanden die Farbdifferenzen zwischen Referenz- und Testfeld, die mit Hilfe eines Satzes der oben erwähnten Spektralwertfunktionen abgeglichen wurden. Diese Untersuchungen wurden mit neun unterschiedlichen Versuchsszenarien an acht verschiedenen Farbörtern durchgeführt. Die neu vorgeschlagenen Spektralwertfunktionen führen zu einer signifikanten Verringerung der wahrgenommenen Farbdifferenz. Dies zeigt sich auch bei Anwendung auf Daten frühere Untersuchungen an der TU Ilmenau. Zudem waren alle Farbdifferenzen unter Verwendung der vorgeschlagenen Spektralwertfunktionen nicht bis gerade wahrnehmbar.

New Colour Matching Functions for the Evaluation of LED-Spectra

*Saskia Polster, Karin Bieske, TU Ilmenau, Prof.-Schmidt-Str. 26, 98693 Ilmenau
saskia.polster@tu-ilmenau.de*

The LED (light emitting diode) has found its way onto the indoor lighting market and has been established as a standard light source. Unfortunately certain LED spectra bring out insufficiencies of the standardized colour-matching-functions of the CIE from 1931 and 1964. On the one hand visually matching LED-spectra are mapped to different colour coordinates. On the other hand spectra with the same colour coordinates are perceived very differently by the observer. This raises huge problems for the correct control of lighting systems for homogeneous surface illuminations such as media-facades, backlit wall panels and the interior lighting of airplane cabins.

In the here presented research activities the visual appearance of many different LED light sources were investigated. Firstly, a database of visually matching spectra was established. 20 subjects completed side-by-side colour matching experiments with seven different reference and test light sources at three different colour temperatures (3500 K, 5000 K, 6500 K). All experiments were performed in a 2°, 5° and 10° observer field size. Based on this database all existing colour-matching-functions were tested for their ability to map visually matching spectra to the same colour coordinates. The colour difference between visually matching spectra being called matching error. For the test of a certain set of colour-matching-functions the results of the corresponding observer field size were used. The results of the tests showed that by using the colour-matching-functions for a 2°-standard observer of the CIE from 1931 the main part of the results showed large colour differences between the visually matching spectra. The colour differences between visually matching spectra reached values up to $\Delta u'v' = 0.0165$. Neither of the tested colour-matching-functions, including the CIE 10° standard observer from 1964 and the cone-fundamentals both for a 2° and a 10° observer gave satisfying results. Therefore two new sets of colour-matching-functions were developed based on the cone fundamentals from 2006 and on the established database. The colour-matching-functions 2006-TUIL-2° represent the colour perception of a 2° observer, whereas the colour-matching-functions 2006-TUIL-10° represent the colour perception of a 10° observer. With the new sets of colour-matching-functions the matching errors could be reduced to values below $\Delta u'v' = 0.004$.

In order to validate the improvement of the new colour-matching-functions 2006-TUIL colour difference evaluations were performed. 20 subjects evaluated the colour differences between nine different reference and test light sources at eight different colour coordinates. The test spectra were adjusted to have the same colour coordinates as the reference light according to the different sets of colour-matching-functions. It was proven that by the use of the new colour-matching-functions the perceived colour differences were reduced significantly. These results could also be observed with data of former investigations at the Ilmenau University of Technology. Moreover the colour differences between reference and test light source were reduced to be either not noticeable at all or just noticeable with the use of the 2006-TUIL colour matching functions.

Experimente zur Wahrnehmung von Farbunterschieden

*Guido Kramer, Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik
guido.kramer@tu-ilmenau.de*

In Hinblick auf den Entwurf eines modifizierten Farbortgruppierungsverfahrens für weiße LED-Selbstleuchter fanden am Fachgebiet Lichttechnik der TECHNISCHEN UNIVERSITÄT ILMENAU, im Frühjahr 2013, umfangreiche Experimente zur Wahrnehmung von Farbunterschieden statt.

In diesem Rahmen wurden durch 22 Versuchspersonen, 15972 Farbdifferenzen, physio- / psychologisch bewertet.

Gegenstand der Untersuchungen stellte ein eigens entwickelter Lichtfarbensimulator dar: Ein kreisförmiges, in zwei Farbvalenzen horizontal geteiltes Testzeichen simulierte in einem weitestgehend applikationsnahen Versuchsaufbau, randomisiert, über- und unterschwellige Farbdifferenzen.

Die Probanden hatten im physiologischen Teil die beiden Testzeichenhälften hinsichtlich ihrer farbigen Übereinstimmung, mit „gleich“ bzw. „nicht gleich“ zu bewerten, im psychologischen Teil erfolgte die Bewertung der Farbdifferenzen mittels einer frei wählbaren Zahl.

Über das Antwortverhalten der Probanden konnten über Log-Likelihood-Maximierungen entsprechende Farbortdiskriminationsschwelle inkl. Orientierung in der CIE (u' , v') Farbtabelle 1976 gefunden werden.

Im Rahmen des Vortrages werden Versuchsaufbau, Methodik sowie erste Ergebnisse der psychologischen Bewertung vorgestellt. Eine ausführliche Veröffentlichung der vollständigen Ergebnisse wird, in geeigneter Weise, in Kürze erfolgen.

Color-Differences-Experiments

*Guido Kramer, Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik
guido.kramer@tu-ilmenau.de*

In respect of a modified binning method for white LED light sources, extensive experiments of color discrimination took place at the department of lighting engineering of the ILMENAU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY in spring 2013.

In this scope, 15972 color differences were physiologically and psychologically weighted by 22 test persons.

Visible and not visible color differences were randomized simulated in the form of a horizontal divided round test field by a specifically developed light color simulator in an application nearly test construction.

At the physiological part, the probands had to answer with “equal” or “not equal”, if the test sign is uniformly colored or not. At the psychological part, the test persons had to validate the color differences by a free selectable number.

By the optimization of a log-likelihood-function, the color threshold where calculated even with there orientation in the CIE (u' , v') color space 1976.

In the context of the lecture, test construction, method and first results of the psychological assessment will be shown. A detailed publication of the complete results will soon be follow in a suitable way.

Altes Problem, neuer Lösungsansatz. Beschreibung der Adaptationsleuchtdichte inhomogener Szenen über die Kugelprojektion

*Dipl.-Ing. Felix Börner
TU Ilmenau, FG Lichttechnik
felix.boerner@tu-ilmenau.de*

Grundlagenuntersuchungen zur Beschreibung der Adaptation, Farbwahrnehmung oder Blendung gab es und gibt es viele.

Zahlreiche Bestrebungen sind unternommen wurden die visuelle Adaptation beschreiben und berechnen zu können. Dennoch fehlt es bis heute an einem exakten und allgemeingültigen Modell um die Adaptationsleuchtdichte aus einer Leuchtdichteaufnahme berechnen zu können.

Erste Ansätze haben Lowry, Haubner oder Rehder bei homogenen Umfeldern unternommen indem sie jeweils für eine gegebene Umfeldleuchtdichte die Schwarzschwelle bestimmen ließen. Um eine Versuchsperson vollständig auf ein Umfeld adaptiert zu wissen, wurde eine Halbkugel über einen Glühlampenkranz beleuchtet. Im Zentrum der Kugel befand sich eine dimmbare Lichtquelle von $1\frac{1}{2}^\circ$ Größe über die die Schwarzschwelle jeweils bestimmt wurde.

Bei der Beschreibung inhomogener Szenen über die Leuchtdichte der Schwarzschwelle sind ihre Aufbauten allerdings an Grenzen gestoßen. Diese Lücke soll nun mit Hilfe der Halbkugelprojektion geschlossen werden.

Über einen Digitalprojektor und einen Kugelspiegel werden sowohl homogene als auch definierte strukturierte Szenen in eine Halbkugel projiziert und deren Wirkung auf die Leuchtdichte der Schwarzschwelle aufgezeichnet.

Ziel ist es die Wirkungsweise des gesamten visuellen Apparates im Zusammenhang zu sich ständig ändernden Lichtverteilungen, Situationen und Lampentypen möglichst genau beschreiben zu können.

Old problem, new approach. Describing the luminance adaptation of the human eye for inhomogeneous scenes via spherical mirror projection

*Dipl.-Ing. Felix Börner
TU Ilmenau, FG Lichttechnik
felix.boerner@tu-ilmenau.de*

Baseline investigations describing luminance adaptation, color perception or glare rating were made a lot.

Many attempts have been made to describe and calculate luminance adaptation of the human eye. Nevertheless until now there is no exact and common model to calculate e.g. luminance adaptation for a given scene.

Lowry, Haubner or Rehder made the first steps in homogeneous surroundings with measuring the luminance of subjective black for a given luminance.

To know a person totally adapted to a surrounding they illuminated a hemisphere with a filament lamp rim. In the center of this hemisphere there was a circular dimmable light source with which the luminance of subjective black could be measured.

Their experimental setup had some limitations in describing luminance of subjective black in inhomogeneous surroundings..To fill this gap spherical mirror projection might be useful.

Using a digital projector and a spherical mirror, it is possible to generate homogenous as well as inhomogeneous scenes within a hemisphere. Furthermore, the impact of structured scenes of the luminance of subjective black can be observed.

Influence of Inhomogeneous Fields and Glare Sources on Visual Performance

Jan Winter, Sandy Buschmann, Robert Franke, Stephahn Völker

Technische Universität Berlin

Fachgebiet Lichttechnik, Einsteinufer 19, D-10587 Berlin; j.winter@tu-berlin.de

For the calculation of mesopic luminances according to CIE:191 it is of interest what the current adaptation state of the human visual system is. The experimental basis for those mesopic luminances is a series of laboratory experiments, where the visual performance of human observers were measured under homogeneous conditions.

Real world environments, such as inner city streets at night, can be very inhomogeneous when lights of other vehicles, traffic signals or illuminated shops are taken into account.

In order to find out what the influence of inhomogeneous fields and glare sources on visual performance is, and therefore on the corresponding adaptation state, the following research design has been created: a homogeneous sphere, illuminated with a spectrally programmable light source, was used to provide an adaptation luminance of 1 cd/m^2 with a white LED spectrum with a S/P ratio of 1.71. A 1° square is projected as a sweep with the same spectrum programmed to provide increasing luminances until detected by a human observer, with and without a glare source. The glare source is located at 2.88° and 4.87° left of the line of sight, causing a vertical illuminance of 1 lx at the eye of the observer. The contrast threshold is measured at 0° and at 10° eccentricity at the right hand side for foveal and peripheral performance. A 5° circle with the same spectrum was projected at 10° eccentricity on the left / right, and at 0° eccentricity in order to influence the visual performance.

Glare has a significant impact on foveal visual performance when applied to a homogeneous background. Increasing the luminance locally in the 5° circle improves the foveal visual performance significantly. Glare has no influence on foveal visual performance when the luminance has been increased locally and its impact is reduced if a brighter area is present in the visual field.

The data of this investigation seems to indicate that the visual performance is even better than with the here presented modifications to the homogeneous laboratory environment. Therefore the mean luminance of the road surface seems to be a good predictor for the adaptation state of the visual system to use for calculation of CIE:191.

Keywords: Visual Performance, Inhomogeneous Field, Contrast Threshold, Glare

Design und Optimierung der LED-Straßenbeleuchtung

Taranka, Alena; Etzkorn, Michael; von Hoffmann, Alexander

Die rasante Entwicklung in der Halbleiterindustrie und der Fortschritt in der Materialtechnologie ermöglichen eine Vielzahl von neuen Anwendungen für optische Systeme, bestehend aus Lichtleitern und LED Lichtquellen. Hierbei ist die LED-Straßenbeleuchtung für uns von besonderem Interesse. Aufgrund der Vorteile energieeffizienter LEDs ist diese Technologie in der modernen, wartungsfreien Beleuchtungstechnik weit verbreitet. Normalerweise wird die gleichmäßige Lichtverteilung mittels einer sekundären optischen Komponente (Reflektor, Spiegel) oder eine Kollimatoroptik mit integrierten TIR Linsen erreicht. Diese Systeme generieren durch die kleine Lichtaustrittsfläche hohe Leuchtdichten und können infolgedessen stark blenden. Dies kann bei dem Betrachter zu einer störenden und unangenehmen Wahrnehmung der Beleuchtung führen. Im Gegensatz dazu bieten wir eine Alternative aus Lichtleitergeometrie und LEDs, die wegen großer Lichtaustrittsfläche erheblich geringere Leuchtdichten erzeugt und dadurch weniger blendet. Berechnungsverfahren für diese Technologie wurde schon in der KFZ-Beleuchtung erfolgreich eingesetzt.

Darüber hinaus erlaubt diese Methode ungeahnte Gestaltungs- und Designfreiheit bei gleichzeitiger Erfüllung der gesetzlichen Normen für Straßenbeleuchtung. CAL (Computer Aided Lighting) Programme und die optische Simulation (OS) sind auf dem Weg zu einer fortschrittlichen und modernen Beleuchtung unverzichtbar.

Bei unserer Forschung setzen wir erfolgreich die kommerziell erhältliche Software LucidShape, Brandenburg GmbH ein..

Разработка и оптимизация уличного светодиодного освещения

Бурное развитие электронной промышленности и технологический прогресс в области производства оптических материалов делает возможным внедрение множества новых оптических систем на основе волноводов и светоизлучающих диодов (СИД). В настоящей работе изучаются системы уличного светодиодного освещения. Благодаря своим преимуществам, энергоэффективные СИД технологии широко используются в современной не требующей технического обслуживания осветительной технике. Направленное гомогенное излучение, как правило, осуществляется при помощи вторичной оптики (отражатель, зеркало) или коллиматоров с оптическими элементами полного внутреннего отражения. Подобные системы, с высокой излучательной способностью, могут отрицательно влиять на восприятие наблюдателя, т.е. ослеплять.

Напротив, нами предложено альтернативное геометрического решение использования систем световодов и СИД для которых характерна меньшая светоотдача, обеспечивающая более комфортное световосприятие. Увеличение поверхности световода влечет уменьшение яркости излучения осветительной системы. В настоящее время аналогичная технология успешно применяется в автомобильной осветительной технике. Эта технология позволяет создавать новые дизайнерские решения уличных светильников, при этом соблюдая стандарты и нормы уличного освещения. Системы автоматизированного проектирования оптических систем (CAL-Computer Aided Lighting) и компьютерное моделирование – незаменимы для разработки современной светотехники.

LED Street Lighting – Optimization and Design

Taranka, Alena; Etzkorn, Michael; von Hoffmann, Alexander

Contact: Dipl.-Phys. Alena Taranka

Technische Hochschule Georg Simon Ohm Nürnberg

Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik (EFI)

Postanschrift Wassertorstr. 10, D-90489 Nürnberg, Büro: 223

Tel.: 0911/5880-1410, alena.taranka@ohm-hochschule.de

A rapid development of semiconductor industry and the progress in optical materials production grows a number of new applications of optical systems combining light guides (LG) and LED light sources. Here, the street lighting is in the scope of our interest. Due to the advantages of the energy-efficient LED techniques the maintenance-free street lamps are widely exploited, nowadays. The LED lighting systems are usually operated via secondary optic components (reflectors, mirrors) or through the collimator optics - the integrated TIR lenses. The secondary optic configurations generates high light density output due to the small light output surface and therefore are not glare-free that could get extremely dazzle in urban illumination systems.

Herewith, we introduce an alternative LG geometry employing LED light sources. Increasing the light outcoupling surface of the LG allows reducing the light density of the lighting system. Following technic has been already successfully applied in automotive lighting. The system generates less luminous density and therefore more comfortable for the observer light. The function also offers a potential for the street lighting systems in terms of design freedom and fulfillment of the street lighting standard regulations. CAL (Computer Aided Lighting) programs are essential for the development process of a new Optical system.

In our research the optical simulations (OS) and the analysis was enabled via commercially available software LucidShape, Brandenburg GmbH.

В ходе исследования было задействовано коммерческое программное обеспечение LucidShape, Brandenburg GmbH.

Optimization of Road Lighting Distribution of Road Luminaires for Dry and Wet Road Surface

Stanimir Stefanov, Valchan Georgiev, Iva Draganova, Hristo Vasilev
Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria
vulchy@tu-sofia.bg

The typical street lighting calculations are done for dry road surface. The reflection characteristics of the road surface change dramatically when it is wet – the mirror component of the surface reflection curve rises significantly. The desired luminance can be achieved with reduced lighting flux in such conditions and lighting distribution of luminaires can be transformed for better lighting quality. The lighting distribution curve of classical luminaires equipped with discharge lamps is a constant and if the lamp is dimmed the intensity of light is changed but its space distribution is kept. Introduction of LEDs in road lighting makes possible not only the light flux but also the lighting distribution of luminaires to be changed in real time during the exploitation of lighting system. A luminaire with two different lighting distribution curves – suitable for dry and for wet conditions is introduced in the paper. An optimal space distribution of lighting flux is searched in both cases.

Keywords: road lighting, light distribution, wet surface, dry surface, LED, LED dimming

Results of luminance measurements of roads at dry, wet and snowy surface

Ing. Michal Barčík; Ing. Peter Janiga, PhD.

Slovak University of Technology in Bratislava, Ilkovicova 3, 812 19 Bratislava

Slovak Republic, tel.: +421 2 60291165, fax: +421 2 65425826, michal.barcik@stuba.sk

Public lighting is an extraordinary case of lighting instalation, to which they are required different conditions. This lighting instalation is affected from many influences. Some effects are changing very quickly, but lighting instalation is proposed for one specific case. Such effects are traffic density, conflict situations, weather and much more other. Comprehensive regulation taking into account weather conditions and road conditions, it doesn't currently exist.

Mesopic Photometry Using Spectroradiometric Means

Dubnicka Roman

Faculty of Electrical Engineering at Slovak University of Technology in Bratislava

Institute of Power and Applied Electrical Engineering

roman.dubnicka@stuba.sk

Spectroradiometry is the process of making traceable radiometric measurements on a wavelength-by-wavelength of the source emitting radiation basis using an instrument called a spectroradiometer. It is very important because by means of spectroradiometer user can have complex information about source under investigation. Therefore spectroradiometers are broadly used for spectral investigation of the sources. Such investigation is very important also in the photometric measurements especially when from spectral radiometric quantities user wants to compute photometric quantities.

Spectroradiometers are more precise than filter photometers which have spectral mismatch error which significantly can influence results of measurements. On the other hand spectroradiometers are more expensive than filter photometers therefore they are not used so frequently. Recently at the CIE level (Commission Internationale de l'Eclairage) was started work about mesopic photometry. It is region between photopic and scotopic vision where sensitivity of human eye changes dynamically depending on luminance level. Direct measurement of radiometric quantities can be advantage for use of spectroradiometers in the mesopic region. Because when it once has been measured spectrum then according to philosophy of mesopic photometry where measurement instrumentation needs to measure scotopic and photopic luminance L_p and L_s .

The basic requirement is to have instrumentation calibrated to radiance. This provides spectroradiometer which can provide results of measurement in spectral radiometric values that can be integrated over the visible wavelength region weighted by $V(\lambda)$ and $V'(\lambda)$ functions in order to determine the relevant values and be applicable to CIE system for mesopic photometry described in the document CIE 191:2010 Recommended System for Photometry Based on Visual Performance. Paper concerns recently started work and preliminary results for investigation of possibility to use spectroradiometers to use for photometric measurements under mesopic conditions.

Neue Planungs- und Entwicklungsverfahren zur Bestimmung adaptiver Lichtverteilungen in der LED-Straßenbeleuchtung

*Dipl.-Ing. S. Schade, Prof. Dr.-Ing. S. Völker, TU Berlin, Fachgebiet Lichttechnik (E6)
Einsteinufer 19, 10587 Berlin, sebastian.schade@tu-berlin.de*

Die Europäischen Standards zur Straßenbeleuchtung geben Vorgaben zu Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten auf der Fahrbahn, den Gehwegen und der Umgebung vor. Hinzu kommen Mindestvorgaben für Gesamt- und Längsgleichmäßigkeiten. Diese Werte orientieren sich an Bewertungsklassen, die auf den jeweiligen Charakteristika der Straße beruhen.

Abbildung 1 zeigt, wie wichtig eine optimale Dimensionierung der Beleuchtung an jeder Stelle der Fahrbahn ist. Beide Straßen erfüllen die Ansprüche aktueller Normen der Straßenbeleuchtung [vgl. EN 13201]. Jedoch wird deutlich, wie unterschiedlich die Erkennbarkeit eines Testobjektes auf der Fahrbahn ausfallen kann. Das im Beispiel dargebotene Sehobjekt hat eine Größe von 0,3 m x 0,3 m und sollte aufgrund seines niedrigen Reflexionsgrade von $\rho = 0,07$ (wie im rechten Beispiel aufgezeigt) relativ gut zu erkennen sein. Dies stellt sich im linken Beispiel jedoch als schwierig heraus.

Eine mögliche Verbesserung stellen erkennbarkeitsorientierte Ansätze zur Optimierung von Lichtstärkeverteilungskurven (LVK) dar. Sie galten in der Vergangenheit als zu aufwendig und schwierig zu realisieren. Heute bieten LEDs in der Straßenbeleuchtung die nötige Flexibilität zeitlicher und räumlicher Anpassung der LVK, so dass hier neue Ansätze verfolgt werden können.

Mit der Berechnung von LVKs aus vorgegebenen Situationen, bietet eine neue Herangehensweise der TU Berlin die Möglichkeit, Beleuchtungssysteme auf Leuchtdichte, Beleuchtungsstärke und Erkennbarkeit hin zu optimieren und zu vergleichen. So wird eine Grundlage der Dimensionierung adaptiver LED-Leuchten ebenso geboten, wie die Möglichkeit der Prüfung gegebener LVKs für eine bestimmte Beleuchtungssituation. Dabei wird für eine vorgegebene Straßengeometrie und Beleuchtungsanordnung nach dem Backward-Raytracing-Prinzip auf die Lichtstärkeverteilung der Leuchte zurückgerechnet. Hierbei beschränkt sich die Simulation aufgrund der in der Straßenbeleuchtung vorkommenden Periodizität der Leuchteninstallation auf die das nach EN 13201 vorgegebene Bewertungsfeld einrahmenden Lichtpunkte (2 Lichtpunkte bei einseitiger Beleuchtung, 4 bei beidseitiger, etc.). Lichtverteilungen, die größere Spannweiten als eine Bewertungsfeldlänge besitzen werden aufgrund ihrer negativen Blendwirkung nicht angestrebt.

Die Optimierung kann auf Basis einer maximalen, oder definierten Gesamt- oder Längsgleichmäßigkeit der vertikalen oder horizontalen Beleuchtungsstärke, der Leuchtdichte oder der Erkennbarkeit in Form des Visibility Levels an definierbaren Messrastern des Bewertungsfeldes orientiert an ANSI IESNA RP-8-00 und EN 13201 erfolgen. Die Optimierungen auf Gleichmäßigkeiten werden bei den Untersuchungen auf ihre Wirkung bezüglich der Erkennbarkeit hin untersucht um Erkenntnisse über die Interaktion der Optimierungsmöglichkeiten untereinander zu erhalten.

Darüber hinaus wird untersucht, wie durch diese Optimierungen ein Absenken des Gesamtbeleuchtungsniveaus in einer Straße kompensiert werden kann, ohne die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer zu gefährden. Eine im Rahmen des AiF ZIM Förderprojektes „Intelligente LED Beleuchtung“ entwickelte Leuchte lässt sich mit der Software individuell konfigurieren und für Laboruntersuchungen zur Erkennbarkeit heranziehen.

Messergebnisse zum Vergleich der Optimierungsziele und weiterer Einflussparameter, wie die Wahl des Sehobjektes oder der Mastabstände werden in Langfassung und Vortrag ebenso diskutiert, wie der Einfluss der Fahrbahndecksicht.

New planning and development guidelines for light distributions of adaptive LED-street lighting

Dipl.-Ing. S. Schade, Prof. Dr.-Ing. S. Völker, TU Berlin, Fachgebiet Lichttechnik (E6)
Einsteinufer 19, 10587 Berlin, sebastian.schade@tu-berlin.de

European standards on street lighting provide guidelines for luminance and illuminance values on streets, pedestrian zones, and their surroundings. Additionally, they provide minimal requirements for total and longitudinal uniformities. These requirements form a rating system that takes into consideration the characteristics of the respective street.

Figure 1 shows the importance of an optimal lighting distribution on every part of a street. As it stands, both streets fulfill the requirements of current standards on street lighting (e.g., DIN EN 13201). The vast difference in visibility of the test objects on the ground is immediately obvious. The size of the test objects given here is 0.3m x 0.3m. Due to its low reflectivity of $\rho = 0.07$ it should be clearly visible. This is true for the example given in figure 1 (right), but not for figure 1 (left).

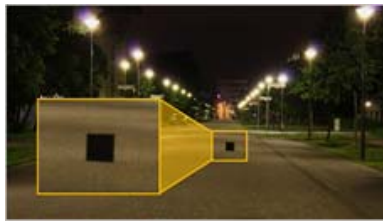
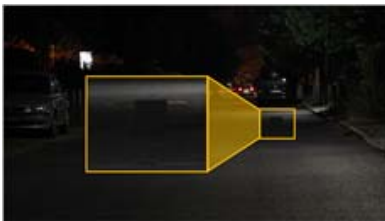


Figure 1: Secondary roads that both fulfill the requirements of DIN EN 13201, but provide vastly different object visibility.

One improvement to the current situation are visibility-oriented approaches striving to optimize luminous intensity distributions. In the past such approaches were considered to be too costly and difficult to realize. Today's LED technology, on the other hand, is able to provide flexible spatial and temporal adaptation of luminous intensity distributions, allowing the pursuit of new approaches for street lighting solutions.

With the calculation of luminous intensity distributions based on real-life situations, a new approach developed at TU Berlin, comparison and optimization of lighting solutions with respect to luminance, illuminance, and visibility is made possible. Providing not only methods for the planning of LED-lighting solutions, the approach further allows examination of existing luminous intensity distributions for a given lighting scenario. The approach uses the backward-raytracing-principle to deduce a luminaire's luminous intensity distribution for specific street geometries and arrangements of luminaires.

As the assessment field specified in DIN EN 13201 is limited to a few points of light (e.g., two for one-sided lighting, four for two-sided lighting), the simulation is restricted to these points of light, too. Light distributions larger than the specified assessment field are not taken into consideration due to their negative effect on glare perception.

The optimization can be achieved based on a variety of physical properties: a maximal or specified total or longitudinal uniformity of either the horizontal or vertical illuminance, the luminance, or the visibility in form of the visibility level on a definable grid according to ANSI IESNA RP-8-00 and DIN EN 13201. The influence on visibility through optimizing uniformities is examined in order to gain insights into the interaction between different optimization approaches.

Another focus of research is whether the optimization methods allow for lower total street lighting levels without compromising road-users' security. A luminaire developed in the AiF ZIM research project "Intelligent LED Lighting" is capable of software-based individual configuration, making it suitable for laboratory experiments on visibility. This paper will discuss and compare factual measurements with simulation results, as well as other influencing parameters, i.e., choice of test objects, pole distances, and road surfaces.

Systematischer Ansatz für effizientes Thermomanagement in LED-Beleuchtungssysteme

Alena Tarbeyevskaya^{1, 2}, Christian Herbold³, Alexander Hornberg¹, Cornelius Neumann³, Christoph Schierz²

¹ Hochschule Esslingen, ZAFH LED-OASYS

² Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)
alena.tarbeyevskaya@hs-esslingen.de

Im Gegensatz zu konventionellen Leuchtmitteln muss das thermische Verhalten von Hochleistungs-LEDs genau kontrolliert werden, um eine lange Lebensdauer der Bauteile zu erreichen. Nicht nur die Lebensdauer, sondern auch optische Eigenschaften, wie der Lichtstrom und die -farbe, hängen von der Sperrschichttemperatur der LED ab. Dabei ist ein effizientes Thermomanagement aus technischer Sicht und Kostengründen immer eine maßgeschneiderte Lösung, die auf die speziellen Anforderungen und Ziele des jeweiligen LED-Systems ausgerichtet ist.

Die systematische Vorgehensweise zur Entwicklung eines optimalen Entwärmungskonzeptes von LED-Beleuchtungssystemen wurde in [1] vorgestellt. Das vorgeschlagene Modell beschreibt den kompletten Entwicklungsprozess von der Anforderungsdefinition bis hin zur Verifikation und Validierung des Funktionsmusters.

In diesem Beitrag wird eine praktische Anwendung dieses Modells am konkreten Beispiel einer LED- Spotleuchte dargestellt. Basierend auf einer systematischen Analyse der an das System gestellten Randbedingungen und Zielparameter wird ein Lösungsansatz für ein effizientes Thermomanagement erarbeitet. Eine Vorhersage der thermischen Vorgänge im entwickelten System wird mit Hilfe von CFD („Computational Fluid Dynamics“) Simulationen getroffen. Basierend auf der Analyse der thermischen Transienten wird anschließend das Funktionsmuster charakterisiert, wobei sich eine gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Realität gezeigt hat.

[1] Tarbeyevskaya, A., Herbold, C., Hornberg, A., Neumann, C., Schierz, C. 2013. Optimal thermal management of LED lighting systems regarding efficiency and cost. Proc. of CIE Session 2013, France.

A systematic approach for efficient thermal management of LED lighting systems

Alena Tarbeyevskaya^{1, 2}, Christian Herbold³, Alexander Hornberg¹, Cornelius Neumann³, Christoph Schierz²

¹ Hochschule Esslingen, ZAFH LED-OASYS

² Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lichttechnisches Institut (LTI)

alena.tarbeyevskaya@hs-esslingen.de

Thermal impact in packaged high-power LEDs is critical to the reliability and performance of the luminaire. Most significantly, the LED's lifetime at given photometric and colorimetric characteristics can be improved by lowering the junction temperature. The optimal cooling solution depends on the strongly application specific boundary conditions and requirements concerning design, functionality, financial budget and many other aspects.

A systematic approach to achieve an optimal cooling solution for LED lighting systems was presented in [1]. The proposed model demonstrates the relationships between each phase of the development life cycle and its associated phase of system integration. It is simple and easy to use and avoids the downward flow of the defects, since requirements are clearly defined and fixed.

In this contribution, we show a practical application of this model to attain an optimal cooling solution on a concrete example of an LED spotlight. Based on entity requirements and target parameters, the thermal design has been performed. It was predicated on the numerical simulation of temperature distribution and heat transfer through the lighting system. After the thermal design was completed successfully, actual implementation and performance qualification of the device were taken. The experimental approach to derive the LED junction temperature was determined by transient thermal analysis. A good correlation was obtained between numerical and experimental results.

[1] Tarbeyevskaya, A., Herbold, C., Hornberg, A., Neumann, C., Schierz, C. 2013. Optimal thermal management of LED lighting systems regarding efficiency and cost. Proc. of CIE Session 2013, France.

Auslegung eines Thermomanagements für die Ausleuchtung von Firmenlogos mit extrem lichtstarken LEDs

Dipl.-Ing. Yvonne Kern, Dr. Rüdiger Hennig

*NEL Neontechnik Elektroanlagen Leipzig GmbH, Debyestr. 6, 04329 Leipzig, www.nel.de
y.kern@nel.de*

Auf eine Kundenanfrage hin sollte das bekannte Firmensignet der gekreuzten Schwerter für die Meißeener Porzellanmanufaktur in einer stark leuchtenden Variante für Shops in einer Mall mit sehr hoher Tageslichteinstrahlung in funkelndem Erscheinungsbild konzipiert werden. Es folgte der Aufbau eines Musters mit geringer Bautiefe und leistungsstarker LED-Lichtquelle, vor die eine dekupierte Al-Dibondplatte mit einer durchgesteckten Acrylglaskombination gesetzt wurde. Die flächige warmweiße Hinterleuchtung und das pyramidenförmig strukturierte Acryl empfinden das sanfte Schillern der Glasur des Meißeener Porzellans gut nach.

Messungen der Oberflächenleuchtdichte an 15 Punkten erbrachten einen Mittelwert von ca. 30 000 cd/m². Nachdem der ursprünglich gewählte LED-Typ in kompakterer Bauform verfügbar wurde, war es möglich, auf gleichbleibender Grundfläche eine noch höhere Packungsdichte der Streifen zu realisieren und dadurch die mittlere Leuchtdichte weiter auf ca. 50 000 cd/m² zu steigern.

Da bei der LED nicht die gesamte elektrische Energie in Lichtleistung, sondern auch in Wärme umgewandelt wird, stellte sich die Frage nach einem Thermomanagement insbesondere dann, wenn die verfügbare Bautiefe für das Lichtwerbeelement wie in unserem Fall weniger als 100 mm betrug. Eine probate Methode unter dem Blickwinkel der Wartung ist die passive Kühlung, die die Wärme auf eine größere Fläche verteilt und rückseitig von der LED wegleitet. Durch die kompakte Bauform von Aluminium-Kühlsegmenten kann so auch eine geringe Bautiefe des Leuchtkastens von 40 mm gewährleistet werden.

Als Versuchsaufbau wurde ein System aus Stativmaterial aufgebaut, wodurch ein konstanter Abstand der Lichtquelle vom Diffusor und dem sich dahinter befindlichen Leuchtdichtemessgerät erreicht wurde. Somit wurde ebenfalls eine gute Reproduzierbarkeit erreicht. Mittels Thermomessfühler wurden gleichzeitig sowohl die T_c-Temperatur als auch die Umgebungstemperatur gemessen und die Temperaturdifferenz gebildet. Der Messvorgang wurde zeitabhängig bis zur Einstellung des thermischen Gleichgewichtes aufgezeichnet.

Die Untersuchung galt LED-Streifen unterschiedlicher Hersteller mit und ohne Kühlung. Im Zuge der Arbeit wurde der Versuchsaufbau weiter optimiert.

Eine Senkung der Temperaturdifferenz war bei beiden Kühlkörpertypen ersichtlich. Das Auftragen von Wärmeleitpaste trug zu einer weiteren Verbesserung des Wärmeübergangs bei. Je nach LED-Typ ist die Eigenkühlung ggf. bereits durch den Grundaufbau gesichert. In der effektivsten Kombination aus einem Kühlkörper in einer entsprechenden Bautiefe und Kühlpaste konnte für LED-Leisten mit stärkerer Wärmeentwicklung eine Verringerung der Temperaturdifferenz um bis zu 14K verzeichnet werden.

Dimensioning of a thermal management for company logos illuminated by extremely bright LEDs

Dipl.-Ing. Yvonne Kern, Dr. Rüdiger Hennig

*NEL Neontechnik Elektroanlagen Leipzig GmbH, Debyestr. 6, 04329 Leipzig, www.nel.de
y.kern@nel.de*

Due to a customer request the well-known company logo of two crossed swords for the Meissen porcelain factory was supposed to be converted into a highly luminous version with a sparkling appearance for stores in a shopping mall with very high daylight irradiation. Subsequently, a prototype with a low mounting depth was built. A combination of acrylic sheets was pushed through a cut Dibond plate and set in front of a powerful LED light source. The flat warm white backlighting in combination with the pyramidal textured PMMA thoroughly depicts the soft iridescence of the Meissen porcelain glaze.

Measurements of the surface luminance at 15 points provided a mean of approximately 30 000 cd/m². As soon as the originally selected LED type was available in a more compact configuration, it was possible to implement an even higher packing density of the LED-strips and thereby increase the mean luminance to about 50 000 cd/m².

Since not all the electrical energy of LEDs is converted into light output, but also into heat, the question of a thermal management came up. A special difficulty concerning this back lit sign is the demand on the case to have a depth of less than 100 mm. A proven method from the perspective of maintenance is a passive cooling, which distributes the heat over a larger area and draws it off the back of the LED. Thanks to the compact design of aluminum cooling segments, a small overall depth of the light box of 40 mm can be guaranteed.

The experimental setup consisted of a system of stand material, whereby a constant distance from the light source to the diffuser and the luminance meter was established. Thus, a good reproducibility was achieved. Thermal sensors were being used to simultaneously measure both the temperature at the TC point as well as the ambient temperature. Finally, the differential temperature could be calculated. The measurement procedure was recorded in dependence of time up to the point where thermal equilibrium was reached.

The examination incorporated LED strips originating from different manufacturers and happened with as well as without cooling. Parallel to the working process, the experimental setup has been further optimized.

A diminishment of the temperature difference was evident whenever one of the two types of heat sinks was used. The application of thermally conductive paste contributed to a further improvement in heat transfer. Depending on the type of LED, in some cases self-cooling may already be assured due to the basic structure. In the most effective combination of a heat sink in a corresponding depth and cooling paste, a decline of the temperature difference of up to 14 K could be recorded for LEDs with greater heat development.

OLED Technology – Progress towards Lighting Applications

Ingolf Sischka

Business Creation Manager, Product Manager OEM Lighting

Philips Business Center OLED Lighting, Aachen, Germany

ingolf.sischka@philips.com

Tel. +49 241 539 2418, +49 162 260 4096

Organische LEDs sind Flächenstrahler, die nicht nur ein sehr angenehmes und komfortables Licht emittieren, sondern auch sehr energieeffizient sein können. Wir glauben, wir kennen eine ganze Reihe weiterer Merkmale – aber wo stehen wir eigentlich heute? Welche Erwartungen werden schon jetzt erfüllt, und wo wird die OLED Leistungsfähigkeit in ein paar Jahren sein?

Diese Präsentation wird den aktuellen Stand der Technik bei OLEDs beleuchten und wird erklären in welche Richtung diese Technologie weiter wachsen wird. Die Helligkeit, der Wegbereiter für funktionelle Anwendungen, hat sich in den letzten Jahren vervielfacht, ebenso die Lebensdauer und die Energieeffizienz. Neue Features werden hinzukommen. Die Herstellkosten haben sich verbessert. OLED Licht wird immer erschwinglicher und damit rentabel für viele weitere Applikationen. Die Märkte werden bestimmen, wie schnell OLEDs in nahezu allen Anwendungsfällen eingesetzt werden, und welches Potential der Differenzierung durch die Lichtindustrie geerntet werden wird.

Zusammenfassung: Dieser Vortrag wird das Publikum in die Lage versetzen, einen umfassenden Überblick über die neuesten OLED Entwicklungen zu sammeln. Er wird einen Ausblick auf die nahe Zukunft bieten, von den grundlegenden Eigenschaften bis zu endgültigen Beleuchtungsanwendungen. Viele Projekte und OLED-Produkte werden gezeigt werden und können am Ende der Präsentation diskutiert werden.

OLED Technology – Progress towards Lighting Applications

Ingolf Sischka

Business Creation Manager, Product Manager OEM Lighting

Philips Business Center OLED Lighting, Aachen, Germany

ingolf.sischka@philips.com

Tel. +49 241 539 2418, +49 162 260 4096

Target of this presentation is to provide an update of the development in OLED Lighting technology.

Organic LEDs are surface emitters, which not only do emit a very pleasant and comfortable light, but also can be very energy efficient. There are lots of additional characteristics in people's mind – but where are we really today? Which expectations are met already now, and where will OLED performance be in a few years from now?

This presentation will expose the current state of the art in OLED Lighting and will explain in which direction this technology is going to grow. Brightness, the key enabler of functional applications, has multiplied over the past few years, just like the lifetime and energy efficiency. New features will be added. Costs to manufacture are improving. OLED light is becoming more and more affordable and thus commercially viable for many more applications. Markets will determine how quickly OLEDs will be used in virtually all use cases, and which potential of differentiation will be harvested by the lighting industry.

Summary: Listening to this presentation will enable the audience to gather a comprehensive overview on the latest OLED developments. It will provide an outlook towards the near future, from basic characteristics, to final lighting applications. Many projects and OLED products will be shown and can be discussed at the end of the presentation.

Bewertung von Scheinwerferlichtverteilungen bei Nebel

*M. Sc. Peter Schreier, BMW AG, Knorrstraße 147, 80788 München
Peter.Schreier@bmw.de*

Mehr als 60% der Unfälle bei Nebel ereignen sich in der Nacht [1]. Die Entwicklung von leistungsstarken Lichtquellen und adaptiven Scheinwerfersystemen soll diesen hohen Anteil reduzieren. Dabei entsteht jedoch ein Zielkonflikt zwischen der Leistung der Scheinwerfer und der Eigenblendung durch Streulicht. Für eine zielgerichtete Weiterentwicklung von Scheinwerfersystemen ist es daher erforderlich objektive Bewertungssysteme zu schaffen, die diese beiden Aspekte berücksichtigen. Ausgehend von der geschilderten Problemstellung wird im Folgenden eine Methode zur Bewertung von Scheinwerfersystemen beschrieben und Untersuchungen zur Eigenblendung des Fahrzeugführers bei Nebel aufgrund von Streulicht vorgestellt.

Bei Nebel werden andere Anforderungen an Scheinwerfersysteme gestellt als bei klarer Sicht. Aktuell angewendete Bewertungsmethoden berücksichtigen diese Unterschiede jedoch nicht. Im Rahmen dieses Artikels werden die speziellen Anforderungen bei Nebel definiert und daraus Bewertungskriterien abgeleitet.

Die negativen Auswirkungen der streuenden Eigenschaften der bei Nebel vorhandenen Wasserpartikel in der Luft werden anhand von Leuchtdichtemessungen aus Fahrerperspektive diskutiert. Damit werden auf Messdaten basierende qualitative Aussagen über die Auswirkungen von Streulicht, nämlich die Kontrastminderung und daraus resultierend eine erschwerte Objekterkennung, gewonnen.

Eine Messreihe am Goniofotometer zeigt, wie hoch der Streulichtanteil bei aktuellen Scheinwerfermodellen ist und welche Unterschiede in der Verteilung festgestellt werden. Untersucht wurde ein Winkelbereich von -80° bis $+80^\circ$ (Horizontalwinkel) und -20° bis $+100^\circ$ (Vertikalwinkel) aktueller Fahrzeugmodelle mit Halogenglühlampen, Xenon- und LED-Modulen. Diese werden mit den aktuell gültigen Vorschriften der European Commission of Europe (ECE) verglichen.

Die visuelle Streulicht-Bewertung wird anhand simulierter oder gemessener Daten im Fahrsimulator erreicht. Durch eine Visualisierungsmethode ist in einer frühen Phase der Entwicklung eine wetterunabhängige und reproduzierbare Methode zur Bewertung von Streulicht gegeben. Besondere Vorteile ergeben sich aus dem direkten Vergleich verschiedener Fahrzeugmodelle. Die Einbindung von validen Grenzwerten soll eine objektive und repräsentative Bewertung für die Entwickler von Scheinwerfern liefern.

[1] Hermann Winner, Stephan Hakuli, Gabriele Wolf (Hrsg.), Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme Für Aktive Sicherheit und Komfort, Springer, 2011

Evaluation of headlamp light distributions in fog

*M. Sc. Peter Schreier, BMW AG, Knorrstraße 147, 80788 München
Peter.Schreier@bmw.de*

More than 60% of car accidents in fog conditions occur in the night. [1] By developing high-performance light sources and adaptive headlamp systems this high percentage is to be reduced. But this creates a conflict of targets between the power of headlamps and the danger of self glare by stray light. For a further target-oriented development objective evaluation methods considering both of these aspects have to be created. Starting from the problem described a method for the evaluation of headlamp systems is introduced and studies on the glare of the driver in fog due to stray light are presented.

In fog, different requirements of headlamp systems exist to a clear view. However currently applied evaluation methods are not considering these differences. In the context of this article, the specific requirements in fog are defined and evaluation criteria derived from it.

The negative effects of scattering properties of the existing water particles in the air in fog are discussed in terms of luminance measurements from driver's perspective. Based on measured data, qualitative statements gained about the effects of stray light, namely the reduction of contrast and difficult object recognition.

A series of measurements on the goniofotometer shows the amount of stray light from headlights of current models and the differences found in the distribution. The survey covered a range of angles from -80° to $+80^{\circ}$ (horizontal angle) and -20° to $+100^{\circ}$ (vertical angle) of current vehicle models with halogen lamps, xenon and LED modules. These are compared with the current regulations of the European Commission of Europe (ECE).

The visual stray light evaluation is achieved by using simulated or measured data in the driving simulator. Enabled by the visualization method a weather independent and reproducible method to evaluate stray light is given in an early stage of development. Particular advantages result from the direct comparison of different vehicle models. The integration of valid limits provides an objective and representative evaluation for headlamp developers.

[1] Hermann Winner, Stephan Hakuli, Gabriele Wolf (Hrsg.), Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme Für Aktive Sicherheit und Komfort, Springer, 2011

LED Artistic Architectural Lighting in the City of Sofia

Kamelia Nikolova, Iva Petrinska, Tsvetelina Ivanova
Technical University of Sofia
knikolova@tu-sofia.bg

The light-emitting diodes (LED) offer new possibilities of realization of:

- lighting accentuating of architectural projects;
- lighting architecture;
- decorative lighting effects.

They are represented with pictures of practical implementation of lighting systems in the capital of Bulgaria – Sofia.

The paper represents a study of the energy and the economical effect in replacement of the existing lighting systems, realized with traditional light sources luminaires, with LED luminaires.

Keywords: artistic-architectural lighting; luminaires with traditional and LED light sources; energy and economical effect.

Entwicklung eines Kalibrierstands für die UV-Wasserentkeimung

Barton, B., PTB Braunschweig, Fachbereich 4.1 Photometrie und angewandte Radiometrie

Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany

bettina.barton@ptb.de

Der Bedarf an rückführbaren Kalibrierungen besteht in allen Einsatzgebieten hoher Bestrahlungsstärke wie z.B. UV-Entkeimung, -Härtung, -Trocknung und – Oberflächenbehandlung. In vielen Bereichen wird die Rückführbarkeit der Messungen gefordert, sie konnte bisher aber technisch nur eingeschränkt gewährleistet werden. Es ist bis dato nicht möglich, spektral integrierende UV-Radiometer zur Messung hoher UV-Strahlung rückführbar mit geringer Messunsicherheit zu kalibrieren. Bei Vergleichen von UV-Messgeräten verschiedener Hersteller stellt man daher oft gravierende Abweichungen der Messergebnisse fest.

An der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) wurden speziell für die UV-Entkeimung auf dem Markt erhältliche UV-Strahler charakterisiert und auf ihre Eignung als Kalibriernormal untersucht. Um sowohl Sensoren für UV-Wasserentkeimungsanlagen basierend auf Hg-Mitteldruckstrahlern als auch auf Hg-Niederdruckstrahlern kalibrieren zu können, wurden ein 1000 W Mitteldruckstrahler und ein 40 W Niederdruckstrahler als Kalibrierstrahler ausgewählt. Für die Prüfung und Kalibrierung der UVC-Sensoren wurde ein geeigneter Strahleraufbau entwickelt, der den Bedingungen in einer Entkeimungsanlage ähnlich ist und die hohen Anforderungen an ein Arbeitsnormal bzgl. Stabilität, Reproduzierbarkeit und Homogenität erfüllt.

Mit diesem Kalibrierstand können also in Zukunft UVC-Referenzsensoren für den Einsatz in Hg-Mitteldruckanlagen und Hg-Niederdruckanlagen kalibriert und somit auf das in der PTB vorhandene nationale Normal für spektrale Bestrahlungsstärke zurückgeführt werden.

Developing a calibration facility for the UV disinfection of water

*Barton, B., PTB Braunschweig, Department 4.1 Photometry and Applied Radiometry
Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany
bettina.barton@ptb.de*

In all fields of application of high irradiance levels such as, e.g., disinfection, tempering, drying and surface treatment processes based on UV radiation, there is a demand for traceable calibrations. In many areas, measurements have to be traceable; for technical reasons, traceability could, however, be guaranteed to a limited extent only. To date, it has not been possible to calibrate spectrally integrating UV radiometers for the measurement of high UV radiation in a traceable way with a small measurement uncertainty. Comparing UV measuring instruments of different manufacturers thus often reveals serious deviations of the measurement results from each other.

At the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), commercially available UV radiators designed specifically for UV disinfection have been characterized, and their suitability for use as a calibration standard has been investigated. To be able to calibrate both sensors for UV water disinfection based on Hg medium-pressure radiators and such based on Hg low-pressure emitters, a 1000 W medium-pressure lamp and a 40 W low-pressure radiator were selected as calibration sources. For testing and calibrating the UVC sensors, an appropriate radiator set-up was developed which is similar to the conditions prevailing in a disinfection facility and meets the demanding requirements placed on a working standard with regard to stability, reproducibility and homogeneity.

This calibration facility will allow UVC reference sensors to be calibrated for use in Hg medium-pressure facilities and Hg low-pressure facilities and, thus, to be traceable to the national standard for spectral irradiance available at PTB.

2-Monochromatoren-Methode zur Bewertung der Signalwirkung verschiedener Fluoreszenzfarbstoffe unter variierenden Beleuchtungsspektren

*Hussels, M.-T., Gründer, K.-P., Pötschke, S., Chruscicki, S.
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Berlin
maria-teresa.hussels@bam.de*

Die verbesserte Signal- und Warnwirkung fluoreszierender Materialien gewinnt in vielen Bereichen zunehmend an Bedeutung, so z.B. für Warn- und Schutzkleidung, Schulranzen und Verkehrsschilder. Gleichzeitig führt der Trend zu LED-Beleuchtung in Innenräumen und auch im Straßenverkehr zu einer Diversifikation der spektralen Verteilung, welche die Fluoreszenz anregt.

Ein weiteres Beispiel hierfür ist die Verwendung fluoreszierender Farbstoffe in der zerstörungsfreien Prüfung von Werkstoffen. Sowohl bei der fluoreszierenden Eindringprüfung als auch der Magnetpulverprüfung werden Risse durch fluoreszierende Farbstoffe optisch angezeigt. Beide Verfahren beruhen entsprechend der Stokesschen Regel auf der Energieverschiebung im Spektrum fluoreszierender Materialien gegenüber dem Anregungsspektrum hin zu größeren Wellenlängen, so dass das fluoreszierte Licht vom reflektierten Anregungslicht unterschieden werden kann. Auch hier kommt zunehmend LED-Technik zum Einsatz, wobei die Anregung im UV-, in letzter Zeit auch im blauen Spektralbereich erfolgt.

Um die Erfüllung sicherheitstechnischer Normen zu gewährleisten, muss die Charakterisierung der spektralen und integraloptischen Eigenschaften fluoreszierender Substanzen unter Berücksichtigung verschiedenster anregender Lichtarten erfolgen. Nur die bispektrale 2-Monochromatoren-Methode (2MM) [1] liefert eine bestrahlungsunabhängige materialcharakteristische Größe, die sogenannte Donaldson-Matrix [2], aus welcher die Reflexions- und Fluoreszenzstrahldichtefaktoren sowie Anregungsspektren und Farbmaßzahlen für beliebige spektrale Verteilungen der Bestrahlung bzw. Normlichtarten und unterschiedliche Normalbeobachter hervorgehen.

Bei der 2MM wird die Probe mit monochromatischer Strahlung beleuchtet und das erzeugte Emissionsspektrum für jede Anregungswellenlänge gemessen. Der modernisierte bispektrale Messplatz in der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) [3] erlaubt u.a. den Einsatz eines Arrayspektrometers anstelle des Detektionsmonochromators, so dass die Messzeit erheblich reduziert wird.

Zusätzlich steht in der BAM ein Spektroradiometer (OL 750, Optronic Laboratories, Inc.) zur Verfügung, mit dem die spektrale Bestrahlungsstärke verschiedener Leuchtmittel erfasst werden kann. Zusammen mit der durch die 2MM bestimmten Donaldson-Matrix kann so die Signalwirkung z.B. eines Fluoreszenzfarbstoffes für die Rissdetektion in Materialien unter diesen bestimmten Beleuchtungsbedingungen bewertet werden.

Im Beitrag wird dieses Zusammenspiel beispielhaft für verschiedene fluoreszierende Rissprüfmittel und Anregungslichtquellen diskutiert.

[1] CIE 182:2007

[2] Donaldson, R., Br. J. Appl. Phys. 5 210, 1954

[3] Günther, A., Gründer, K.-P., DGaO-Jahrestagung 2011

2-Monochromator method to evaluate signal effects of various fluorescent pigments upon changing illumination spectra

*Hussels, M.-T., Gründer, K.-P., Pötschke, S., Chruscicki, S.
Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin, Germany
maria-teresa.hussels@bam.de*

Improved signal and warning effect of fluorescing material is becoming increasingly important in a wide range of application areas, such as safety and high-visibility clothing, school bags and traffic signs. At the same time, the trend towards using LED illumination in interior spaces as well as in traffic entails diversification of spectral distributions, which excite fluorescence.

Another example is the application of fluorescent pigments in nondestructive testing. Both, fluorescent dye penetrant inspection and magnetic particle inspection use fluorescence for visualization of cracks. These techniques rely on the energy shift towards longer wavelengths between absorption and emission spectra of fluorescing material (Stokes shift), so that light originating from fluorescence can be distinguished from reflected excitation light. Here, too, LEDs are employed more and more often with excitation in the UV, lately also in the blue spectral region.

To ensure compliance with safety-related standards, characterization of spectral and integral-optic properties of fluorescing substances has to consider various types of exciting illumination. The bispectral 2-monochromator method (2MM) [1] is the only technique that yields a quantity, so-called Donaldson matrix [2], which is solely characteristic of the material and independent of irradiation. From this, reflected and fluorescent radiance factors are deduced as well as excitation spectra and colorimetric data for arbitrary spectral distributions of irradiation or standard illuminants and varying standard observers.

When applying the 2MM, the sample is illuminated by monochromatic light and the generated emission spectrum is measured for each excitation wavelength. The modernized bispectral setup at the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) [3] is equipped with an array spectrometer as an additional option to the detection monochromator, so that measurement time can be dramatically reduced.

Furthermore, a spectroradiometer (OL 750, Optronic Laboratories, Inc.) is available at BAM to detect the spectral irradiance of different illuminants. Together with the Donaldson matrix determined with the 2MM, the signal effect, e.g. of a fluorescent pigment for crack detection, can be evaluated for certain illumination conditions.

The contribution exemplarily discusses this interplay in light of fluorescing penetrants and excitation light sources used in nondestructive testing.

[1] CIE 182:2007

[2] Donaldson, R., Br. J. Appl. Phys. 5 210, 1954

[3] Günther, A., Gründer, K.-P., Annual Meeting of DGaO 2011

Ortsaufgelöste Bestimmung von spektralen Strahlungsfunktionen mit einer Hyperspektralkamera

Ruggaber, B.², Krüger, U.¹ und Schmidt, F.²

¹ *TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH, Ilmenau*

² *Graduiertenschule für Bildverarbeitung und Bildinterpretation, Technische Universität Ilmenau*

Kontakt: benjamin.ruggaber@tu-ilmenau.de

Hyperspektralkameras bestehen im Allgemeinen aus einem abbildenden optischen System, einem elektrisch durchstimmbaren Filter zur spektralen Zerlegung des Lichts sowie einem Matrixdetektor. Aufgrund dieses Aufbaus kann, bei entsprechender Kalibrierung, das Spektrum einer Lichtquelle ortsaufgelöst ermittelt werden. Die ortsaufgelöste Messung des Spektrums einer Lichtquelle erfolgt bei einer Hyperspektralkamera nach dem Monochromatorprinzip, das heißt das Spektrum der Lichtquelle wird sequenziell abgetastet, man spricht hierbei von der Zerlegung des Spektrums in sogenannte Kanäle. Die Kanäle einer Hyperspektralkamera besitzen in der Regel Bandpasscharakter und sind quasi kontinuierlich (große Kanalanzahl) über den spektralen Arbeitsbereich des Systems verteilt.

Zur Verwendung als Messmittel muss eine Hyperspektralkamera kalibriert werden. Eine Grundvoraussetzung, dass ein Messmittel kalibriert werden kann ist die Stabilität des Messprozesses und die Reproduzierbarkeit von Messergebnissen, diese Grundvoraussetzung kann jedoch nur erfüllt werden, wenn die das Hyperspektralkamerasystem beschreibenden Größen stabil und weitestgehend unabhängig von Umgebungsbedingungen sind.

Um welche Größen es sich hierbei handelt kann in der Regel einem Modell entnommen werden, welches dem Messprinzip zu Grunde gelegt wird. Dieses Modell lässt Schlüsse darauf zu, welche Parameter in einer Kalibrierung ermittelt werden müssen und welche Faktoren das Messergebnis beeinflussen.

Das Modell, welches in der vorliegenden Arbeit dem Messprinzip zu Grunde gelegt wird, basiert auf der klassischen Radiometrie. Wie in der klassischen Radiometrie üblich erfolgen alle Betrachtungen aus Sicht der geometrischen Optik. Die Messung mit einer Hyperspektralkamera kann, aus radiometrischer Sicht, als eine Umwandlung der Strahldichte des Messobjekts in eine Bestrahlungsstärke auf einem jeweiligen Pixel des Detektorarrays betrachtet werden. Die Strahldichte des Messobjekts wird aufgrund der winkelabhängigen Transmission der optischen Komponenten in Abhängigkeit des Einfallswinkels abgeschwächt. Der Strahlungsfluss welcher auf ein jeweiliges Pixel trifft erzeugt in Abhängigkeit der Wellenlänge Elektronen. Diese Elektronen werden über eine bestimmte Zeit gesammelt und schließlich in einen Grauwert umgesetzt. Die Umsetzung einer Strahldichte in einen Grauwert, kann durch die absolute spektrale Empfindlichkeit der Hyperspektralkamera beschrieben werden.

Da es sich bei einer Hyperspektralkamera um ein abbildendes optisches System handelt wird sich die spektrale Empfindlichkeit von Pixel zu Pixel unterscheiden. Die spektrale Empfindlichkeit wird maßgeblich durch die Transmission des verwendeten durchstimmbaren Flüssigkristallfilters bestimmt. Aufgrund dessen, dass sich die bandpassförmige Transmission des durchstimmbaren Flüssigkristallfilters mit steigendem Einfallswinkel verändert, zeigen sich von Pixel zu Pixel unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten, welche dazu führen, dass jedes Pixel ein unterschiedliches spektrales Abtastraster realisiert. Dieser Effekt wird in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Neben der Kalibrierung werden die mit der Hyperspektralkamera an unterschiedlichen Lichtquellen erzielten Messergebnisse vorgestellt.

Spatial Resolved Spectra Reconstruction with a Hyperspectral Camera

Ruggaber, B.², Krüger, U.¹ und Schmidt, F.²

¹ TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH, Ilmenau

² Graduate School on Image Processing and Image Interpretation, Ilmenau Technical University, Ilmenau, Germany

Contact: benjamin.ruggaber@tu-ilmenau.de

Hyperspectral cameras generally consist of an optical imaging system, some variation of an electrically tunable filter in addition to a detector array. The tunable bandpass shaped transmission of the electrically tunable filter in conjunction with the imaging system, enables the spatially resolved reconstruction of spectra. The spectra is sequentially sampled by varying what is referred to as nominal wavelength, which characterizes the position of the bandpass of the tunable filter.

There is a need for calibration if a tunable filter based hyperspectral camera is used for reliable measurements. A calibration assumes that the measurements are stable, reproducible and mostly independent on ambient conditions. However, stable and reproducible measurements are only possible if the parameters which characterize the hyperspectral camera system are stable and independent on ambient conditions.

These parameters are usually given by a model on which the hyperspectral camera system is based. The goal of the calibration is to determine these parameters.

The Model proposed in our investigation is based on classical radiometry. As usual in classical radiometry, light is treated as geometrical rays. The measurement with a hyperspectral camera can be modelled as a transformation of object radiance into pixel irradiance. The object radiance is attenuated by the angular dependent transmission of the imaging system and the tunable bandpass shaped transmission of the filter. The remaining radiation impinging on a pixel generates electrons which are collected over a period of time and finally are converted into grey-scale values. The conversion of object radiance into a grey-scale value is described by the absolute spectral responsivity of the hyperspectral camera.

Due to the fact that a hyperspectral camera is an imaging system, the spectral responsivity is usually dependent on pixel position; therefore the spectral sampling referred to each pixel would be different as well. The effect of a pixel dependent spectral sampling is mostly caused by the angular dependent transmission of the liquid-crystal tunable filter. The pixel dependent differences in spectral sampling are addressed in our investigation. Besides the calibration procedure measurement results are presented.

Measurement of Photometric Parameters on the Surfaces According to the Requirements of EN 12464-1:2011

Dubnicka Roman, Michal Barcik, Anton Rusnak

Faculty of Electrical Engineering at Slovak University of Technology in Bratislava

Institute of Power and Applied Electrical Engineering

roman.dubnicka@stuba.sk

In preparing of the lighting project is necessary to respect some normative requirements regarding with qualitative and quantitative parameters of light. According to these standards is necessary to design project properly to create appropriate lighting conditions for people who are staying in the workplaces.

Due to unexpected errors in the project to remove them may be too costly. After realisation of the lighting project appears another problem how to verify it whether project was carried out properly. In 2011 was released by CEN 169 Workgroup 2 new version of standard EN 12646-1:2011 for indoor workplaces which replaced older version. There are implemented new requirements for photometric parameters in the workplaces which were not before. One of this new requirement is that people who are doing lighting projects should also consider properly photometric parameters of surfaces other than on workplaces i.e. illumination of walls and ceiling.

In Slovakia after realisation of lighting project is necessary to verify real photometric parameters by field measurement. It is necessary for allowance of owner of the building for permit of usage of the building from Public Health Authority in Slovakia. Therefore verification also for illuminance of the walls and ceiling should be measured at field measurement.

Practically it is sometimes difficult to measure illuminances of these surfaces due to accessibility. Even more for people who are doing lighting projects is difficult to achieve these illuminances in their lighting projects because for example for corridors it is necessary to have maintained illuminance level above 75 lx on the ceiling while normative condition for task area in the corridors is 100 lx.

This paper describes work has done about measurement of these surfaces and presents preliminary results have performed measurements in the field. Also paper concerns quantification of the differences between computed parameters in the lighting project proposal and the reality i.e. measured parameters by the stated procedure to respect requirements of the standard EN 12464-1:2011. Also work has been done for comparison of the lighting project performed by means of lighting simulation software before measurement what is necessary information for people who are doing lighting project.

Paper brings results of first measurements performed on the carried out indoor lighting projects and investigation of accuracy of the measurement with the vision what should be done in the future. At the end of paper analysis of the possible errors and expression of the expanded uncertainty (for 95% confidence interval) of the measurement has been done for quantification how reliable measurement was.

Lichtstärkeverteilungen getrennt emittierender Bereiche

Silvia Bensel, Stephan Völker

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Lichttechnik Einsteinufer 19

10587 Berlin

silvia.bensel@tu-berlin.de

Zur Bestückung von modernen technischen Leuchten werden immer häufiger Hochleistungsleuchtdioden verwendet. Der Einsatz von LEDs ermöglicht eine neue Designfreiheit, die dazu führt, dass nicht in allen Fällen eine homogen leuchtende Fläche innerhalb der Leuchte realisiert wird. Diese getrennt emittierenden Bereiche korrekt zu photometrieren, stellt jedoch eine besondere Herausforderung dar.

Die Messung einer Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) im Fernfeld erfolgt unter der Annahme einer punktförmigen Lichtquelle. Bei LED-Leuchten kann es jedoch zu einem hohen Gradienten zwischen leuchtenden und nicht leuchtenden Flächen kommen, der durch eine visuelle Prüfung im Fernfeld bereits erkennbar ist. Würde man eine Gesamt-LVK der Leuchte messen, könnte es passieren, dass der Lichtschwerpunkt in einem nicht emittierenden Bereich innerhalb der Leuchte angesetzt wird. Dies könnte wiederum zu einer Fehlbewertung lichttechnischer Größen in der Beleuchtungsplanung führen. Daher empfiehlt die aktuelle Normung [1] bei Leuchten mit getrennt emittierenden Bereichen die jeweils leuchtenden Bereiche einzeln zu messen, und den Lichtschwerpunkt entsprechend anzupassen.

Um eine Aussage über den Einfluss getrennt emittierender Bereiche auf die Gesamt-LVK und die daraus abgeleiteten Größen treffen zu können, wird im Rahmen eines Forschungsprojektes an der TU Berlin eine Musterleuchte mit einzeln steuerbaren LED-Modulen aufgebaut. Anhand dieser Musterleuchte wird die Fläche zwischen zwei emittierenden Bereichen variiert und die Abweichung der Gesamt-LVK zu den jeweils einzeln gemessenen Verteilungen untersucht. Zudem werden nahfeldgonio-photometrisch sowie fernfeldgoniophotometrisch gemessene LVKs verglichen. Die Ergebnisse werden in einer Handlungsempfehlung für Anwender zusammengefasst.

[1] prEN 13032-4:2013. Light and Lighting - Measurement and presentation of photometric data - Part 4: LED lamps, modules and luminaires

Luminous intensity distributions of light emitting areas with significant separation

Silvia Bensele, Stephan Völker

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Lichttechnik Einsteinufer 19

10587 Berlin

silvia.bensele@tu-berlin.de

For mounting of modern technical luminaires high-power light emitting diodes are used more and more. The application of LEDs allows a greater design freedom, which led to inhomogenously emitting areas within a device. The correct measurement of these separately emitting areas presents a particular challenge.

With far-field measurements of luminous intensity distributions (LID) a point light source is assumed. LED luminaires can contain multiple light emitting areas as well as zones of no emission which can be visually observed in far-field. While measuring the LID of such a luminaire it could happen that the photometric centre is positioned in between areas of emission. Therefore the LID as well as the derived variables could be incorrect. Current standardization [1] recommends a measurement of multiple light emitting areas with significant separation in several steps. The photometric centre should be defined accordingly.

In order to make a statement on the impact of separately emitting areas on the total LID a sample fixture with individually controllable LED-modules will be developed. With this luminaire model the non-luminous zones between two light emitting areas can be adjusted. The deviation of the total LID compared to the separately measured LIDs can be analyzed. Further distributions measured with near-field as well as far-field goniophotometry will be compared. The results will be summarized and provided in the form of a user recommendation.

[1] prEN 13032-4:2013. Light and Lighting - Measurement and presentation of photometric data - Part 4: LED lamps, modules and luminaires