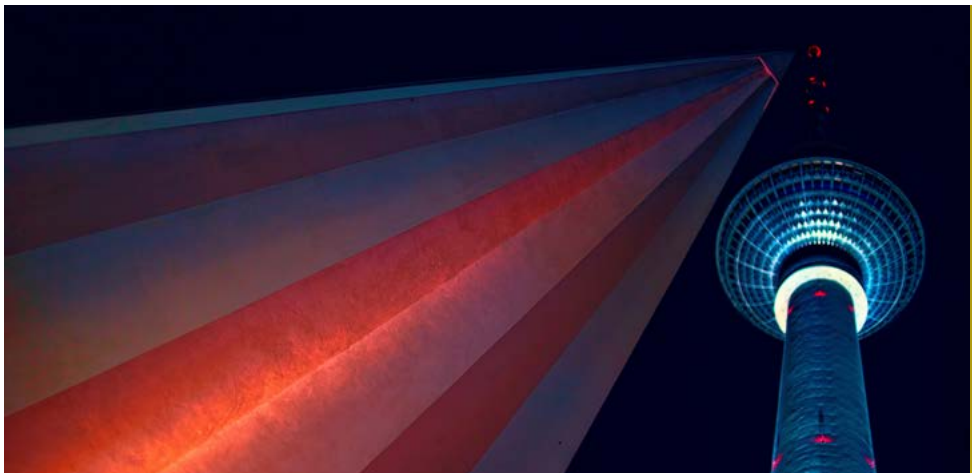


Stephan Völker, Heike Schumacher (Hrsg.)

Jahresbericht 2018/2019

Annual Report 2018/2019



Stephan Völker | Heike Schumacher (Hrsg.)
Jahresbericht 2018/2019
Annual Report 2018/2019

Die **Schriftenreihe des Fachgebietes Lichttechnik** wird herausgegeben von | is edited by:
Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker und | and Heike Schumacher

Die Schriftenreihe des Fachgebietes Lichttechnik wurde mit dem Jahresbericht 2012 begonnen. Hierüber werden auch Dissertationen, herausragende Abschlussarbeiten, Monografien, Tagungsbände sowie Forschungsberichte des Fachgebietes Lichttechnik veröffentlicht.

Die Jahresberichte des Fachgebietes Lichttechnik lassen sich zurückverfolgen bis in das Jahr 1971. Sie informieren über Lehrveranstaltungen und aktuelle Forschungsvorhaben am Fachgebiet und geben einen Überblick über Mitarbeiter, Publikationen und Gremientätigkeiten. Übersichten zu Veröffentlichungen, Dissertationen und Studienarbeiten reichen sogar noch länger zurück.

The series of publications of the Chair of Lighting Technology began with the Annual Report 2012. Dissertations, excellent final theses, monographs, abstract books and research reports of the chair are also published here.

The first annual report of the Chair of Lighting was published in 1971. The reports inform about courses and current research projects and give an overview of the colleagues, their publications and committee work. Compilations of publications, dissertations and seminar papers go back longer.

Jahresbericht 2018/2019
Annual Report 2018/2019

Herausgeber*in | Editors:
Stephan Völker
Heike Schumacher

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available on the internet at <http://dnb.dnb.de>.

Universitätsverlag der TU Berlin, 2019

<http://verlag.tu-berlin.de>

Fasanenstr. 88, 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76131 / Fax: -76133

E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de

Diese Veröffentlichung – ausgenommen Zitate und anderweitig gekennzeichnete Teile – ist unter der CC-Lizenz CC BY lizenziert.

Lizenzvertrag | License agreement: Creative Commons Namensnennung 4.0

This work – except for quotes and where otherwise noted –

is licensed under the Creative Commons License CC BY 4.0.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Umschlagfoto | Cover image:

jplenio | <https://pixabay.com/de/photos/berlin-fernsehturm-3196856/> |

Pixabay Lizenz: Freie kommerzielle Nutzung. Kein Bildnachweis nötig. | Free commercial use.

No photo credits required.

Druck | Print: docupoint GmbH

Satz/Layout | Typesetting/layout: Heike Schumacher

Übersetzung | Translation: Autoren | Authors und | and www.DeepL.com/Translator

ISBN 978-3-7983-3113-6 (print)

ISBN 978-3-7983-3114-3 (online)

ISSN 2196-338X (print)

ISSN 2198-5103 (online)

Zugleich online veröffentlicht auf dem institutionellen Repositorium der Technischen Universität Berlin:

Additionally published online on the institutional repository of the

Technische Universität Berlin:

DOI 10.14279/depositonce-8882

<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8882>

Vorwort

Foreword

Liebe Freunde und Förderer unseres Fachgebietes,

Sie halten den neuen Jahresbericht in den Händen. Auch wenn er nun etwas kompakter gestaltet ist, bietet er Ihnen weiterhin einen guten Überblick über alle laufenden Arbeiten. Möchten Sie mehr zu einem Thema wissen, sprechen Sie mich bitte gerne persönlich an.

Im zurückliegenden Jahr wurden die beiden großen BMBF-Verbundprojekte UNILED II und NiviL abgeschlossen. Mit ersterem wurden wesentliche Vorarbeiten für Leuchten geschaffen, welche durch multivariable Lichtverteilungen in der Lage sind, sich an unterschiedliche Straßengeometrien, Verkehrsdichten und Witterungsverhältnisse anzupassen. Im Rahmen des NiviL-Projektes ist die sehr lesenswerte Dissertation von Frau Rothert entstanden, welche bald in unserer Schriftenreihe erscheinen wird.

Mit dem Artenschutz durch umweltgerechte Beleuchtung kommen neue Themen in den Fokus der Lichttechnik. Hier durften wir gerade mit einem neuen Projekt an den Start gehen. Ziel wird es sein, nur so viel Licht wie erforderlich auf die Straße zu bringen, wofür uns heute noch geeignete Kennzahlen fehlen. Gerade beim Absenken des Beleuchtungsniveaus wird eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ophthalmologen, Biologen, Wissenschaftlern des Vision Science und Psychologen zwingend notwendig, wofür ich mit meinem Forschungsaufenthalt an der QUT in Brisbane einen wichtigen Baustein legen durfte.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und bedanke mich herzlich bei allen, die das Fachgebiet zu dem machen, was es ist – den Studierenden, Mitarbeitern und natürlich Ihnen.

Dear friends and sponsors of the chair,

You are holding the new annual report in your hands. Although it is now a little more compact, it still gives you a good overview of all the work in progress. If you would like to know more about a topic, please contact me personally.

Last year, the two major BMBF joint projects UNILED II and NiviL were completed. With the first, essential preliminary work was done for luminaires that are able to adapt to different road geometries, weather conditions and traffic densities thanks to multivariable light distributions. As part of the NiviL joint project, Mrs. Rothert wrote a dissertation that is well worth reading and will soon be published in our series.

With the protection of species through environmentally friendly lighting, new topics are coming into the focus of lighting technology. Here we have just started a new project. The aim will be to bring only as much light as necessary onto the road, for which we still lack suitable indicators today. Particularly when lowering the lighting level, interdisciplinary cooperation with ophthalmologists, biologists, scientists from Vision Science and psychologists is absolutely essential, for which I was able to lay an important foundation stone with my research stay at QUT in Brisbane.

I wish you lots of fun reading and would like to thank everyone who has made this chair what it is – the students, staff and, of course, you.

Herzliche Grüße | Best wishes

Ihr Stephan Völker

Inhalt

Contents

1	Überblick über das Fachgebiet About the chair	9
1.1	Mitarbeiter Staff	9
1.2	LEDLaufsteg LEDwalkway	12
1.3	Tageslichtmessplatz Daylight measuring site	14
1.4	Versuchsräume und Hörsäle Laboratories and lecture rooms	16
1.5	Messlabore – Lichttechnische Prüfstelle Testing laboratory	17
2	Lehre Teaching	19
2.1	Lichttechnische Lehrveranstaltungen Courses in lighting technology	19
2.2	Praktikum Messgenauigkeit Laboratory experiment measuring accuracy	20
2.3	Projekt Beleuchtungstechnik Project lighting engineering	21
2.4	Schwerpunktprojekt Lichttechnik Focus project lighting technology	21
2.5	Grundlagen der Elektrotechnik Principles of electrical engineering	22
2.6	Teilnehmerzahlen Number of participants	23

3	Forschung Research	24
3.1	AuBe AuBe	25
3.2	StEffi StEffi	26
3.3	Ortsfestes Markierungslicht Fixed marker light	27
3.4	Licht-LAB-Laufsteg Light LAB walkway	28
3.5	DIGINET-PS DIGINET-PS	29
3.6	Spektrale Himmelsmodelle Spectral sky models	30
3.7	Vereinfachter Tageslichtsensor Simplified daylight sensor	31
3.8	Tragbares Lichtdosimeter Wearable light dosimeter	32
3.9	Richtungsabhängigkeit von NIF-Effekten Directional dependence of NIF effects	33
4	Arbeiten Activities	34
4.1	Abschlussarbeiten Final theses	34
4.2	Dissertationen Dissertations	36
4.3	Veröffentlichungen und Vorträge Publications and presentations	40
4.4	Mitgliedschaften in Gremien und Fachausschüssen Board and committee memberships	44

1 Überblick über das Fachgebiet

About the chair

Das Fachgebiet Lichttechnik der TU Berlin ist weltweit der älteste universitäre lichttechnische Lehrstuhl. Im Wintersemester 1882/83 hielt Prof. Vogel an der damaligen Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg die erste lichttechnische Vorlesung mit dem Titel „Über elektrisches Licht und Beleuchtungswesen“.

Innerhalb der TU gehört das Fachgebiet zur Fakultät Elektrotechnik und Informatik.

The Chair of Lighting Technology of the TU Berlin is the oldest university chair of lighting engineering in the world. In winter semester 1882/83, Prof Vogel held the first photometrical lecture “About electric light and lighting” at the Technische Hochschule Berlin-Charlottenburg, the predecessor of the TU Berlin.

Within the TU, the chair belongs to the faculty Electrical Engineering and Computer Science.

1.1 Mitarbeiter Staff

Vom 01.10.2018–30.09.2019 beschäftigte das Fachgebiet neben seinem Fachgebietsleiter fünf ständige sowie 11 wissenschaftliche Mitarbeiter. Unterstützung erhielt das Fachgebiet auch durch seine Ruheständler. Alle Mitarbeiter sind auf den folgenden Seiten abgebildet. Der Fotonachweis der Bilder von Stephan Völker, Martine Knoop, Sandy Buschmann und Nils Weber lautet TU Berlin/PR/Felix Noak. Alle weiteren Bilder wurden vom Fachgebiet selbst angefertigt.

During the period from October 1st, 2018 to September 30th, 2019, five permanent employees and 11 researchers were working at the chair. Also retired employees gave support. All those people are shown on the following pages. The photo proof of the pictures of Stephan Völker, Martine Knoop, Sandy Buschmann and Nils Weber is TU Berlin/PR/Felix Noak. All other pictures were made by the department itself.

Weiterhin arbeiteten am Fachgebiet folgende 13 studentische Hilfskräfte:

In addition the following 13 student assistants were working at the chair:

Dimitri Belostotski, Samuel Fiedelak, André Fröhlich, Behzad Ghatreh Samani, Carolin Lambeck, Marcel Mand, Jennifer Netes, Stanislav Nowak, Nikolaos-Valter Perimenis, Max Winkelmann, Henri Wolf, Tim Zander, Jan Erik Oliver Zöllner

Folgende externe Referenten und Dozenten bereicherten unsere Vorlesungen:

The following external speakers and lecturers made contributions:

Dr. Gerrit Dumstorff, Anselm von Held, Dr. Thomas Knoop, Dr. Holger Laabs, Dr. Frank Lerch, Dr. Adrian Mahlkow, Monika Menz, Dr. Mathias Niedling, Dr. Andreas Olmes, Dr. Andreas Umbach, Prof. Dr. Peter Flesch, Jochen Riepe, Prof. Dr. Walter Rust, Dr. Christian Sandweeg, Martin Wähler

Fachgebietsleiter und feste Mitarbeiter
Head of chair and permanent employees



Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker
Fachgebietsleiter
Head of Chair



Christine Kluge
Teamassistentin
Assistance



Dr. Martine Knoop
Stellvertretende Leitung &
Lehrkoordination
Deputy head &
coordination of teaching



Heike Schumacher
Projektkoordination &
Öffentlichkeitsarbeit
Project management &
Public relations



Jörg Oertwig
Werkstatt & Technik
Workshop & Technology



Ingbert Zimmermann
Lichttechnische Prüfstelle &
Laborleiter
Testing laboratory &
Laboratory manager

Aktive Ehemalige | Active alumni



Dr.-Ing. Sirri Aydınli



Dr.-Ing. Felix Serick



Prof. Dr. Heinrich Kaase
Universitätsprofessor a. D.
Emeritierter Fachgebietsleiter
Emeritus Head of Chair

Wissenschaftliche Mitarbeiter – Team Außenbeleuchtung
Researchers – team outdoor lighting



Birte Saathoff



Sandy Buschmann



Dr. rer. nat. Andreas Krensel



Juri Steblau



Farid Rahbar

Wissenschaftliche Mitarbeiter – Team Innenbeleuchtung und Tageslicht
Researchers – team indoor lighting and daylighting



Kai Broszio



Marina Leontopoulos



Silke Müller



Frederic Rudawski



Aicha Diakite



Nils Weber

1.2 LEDLaufsteg LEDwalkway



Mit dem im März 2015 eröffneten LEDLaufsteg verfügt das Fachgebiet über eine einzigartige Forschungs- und Demonstrationsstrecke für Außenbeleuchtung. Der Laufsteg befindet sich auf dem Gelände des Technikmuseums und wurde in Kooperation mit der Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin (SDTB) und der Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM) errichtet.

Mit Hilfe spezieller Masten und einer gezielten Ansteuerung von über 50 LED-Leuchten kann die Bedeutung von Lichtqualität, Verkehrssicherheit und Energieeffizienz sowie deren Abhängigkeiten von Masthöhe, Mastabstand, Bebauung, Lichtverteilung und Lichtfarbe vermittelt werden. Dazu finden regelmäßige Führungen statt, für die sich jeder Interessierte auf der Website www.led-laufsteg.de anmelden kann.

Eine spezielle Forschungsstrecke mit von 1–9 m Höhe stufenlos verfahrbaren Masten dient der Entwicklung neuer Beleuchtungskonzepte.

Im Frühsommer 2019 wurde auf dem Laufsteg erfolgreich eine neue interoperable Steuerung installiert. Die Technologie der Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH arbeitet kabelbasiert und ist mit 240 MB für IP-Signale sowie 2,5 MB für Steuerungssignale und einem neuen Server in der Lage, die Daten wesentlich schneller als bisher zu übertragen. Die Steuerung ist der nächste Schritt in Richtung einer Smart City ausgerichteten Technologieplattform, in der eine offene standardisierte Basis für alle Arten von Sensoren und Aktoren geschaffen wird.

Im Zuge der Umbauarbeiten wurden zusätzlich einige Leuchten mit neuen Vorschaltgeräten des niederländischen Unternehmens ELDOLED B.V. ausgestattet, um Dimmzustände auch im unter zweistelligen Bereich realisieren zu können.

With the LEDwalkway, which was opened in March 2015, the chair has a unique research and demonstration facility for outdoor-lighting. The walkway is located in the grounds of the German Museum of Technology and was constructed in cooperation with the Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin (SDTB) and Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM).

With the aid of special masts and adjustments to over 50 LED lights, the importance of light quality, traffic safety and energy efficiency is demonstrated, as well as the various interdependencies between mast height, mast spacing, density of development, light distribution, and light colour. For this purpose, regular guided tours have taken place. Anyone interested in these guided tours can apply on the website www.led-laufsteg.de.

A special area for research purposes with extendable masts (1–9 m height) can be used for the development of new lighting concepts.

In early summer 2019, a new interoperable control system was successfully installed on the LEDwalkway. The technology from Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH is cable-based and, with 240 MB for IP signals, 2.5 MB for control signals and a new server, is capable of transmitting data much faster than before. The control system is the next step towards a Smart City oriented technology platform where an open standardized basis for all types of sensors and actuators is created.

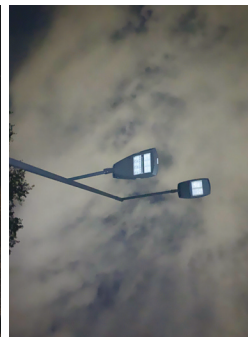
In the course of the conversion work, some additional luminaires were fitted with new ballasts of the Dutch company ELDOLED B.V. in order to be able to realise dimming states even in the lower double-digit range.

Neu installiert wurden weiterhin Leuchten der Fa. AEC ILLUMINAZIONE GmbH, mit denen Hausfassaden über ein spezielles Modul in einem niedrigeren Niveau beleuchtet werden können. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Lichtfarben durch die Installation von fünf amber LED-Leuchten der Firma Signify N.V. erweitert. Deren verringerter Blauanteil soll negative Auswirkungen nächtlicher Beleuchtung auf Flora und Fauna reduzieren. Diese Leuchten wurden zusätzlich mit Bewegungsmeldern ausgestattet, mit deren Hilfe das niedrig eingestellte Dimmniveau bei Fußgänger- oder Radfahrerverkehr mitlaufend angehoben wird.

Der LED Laufsteg wurde im Rahmen des Umweltentlastungsprogramms II vom Land Berlin gefördert und durch die Europäische Union kofinanziert (Projekt-Nr.: 11437UEPII/2). Leuchten und Lichtsteuerungssysteme wurden und werden von verschiedenen Industriepartnern zur Verfügung gestellt.

Furthermore, luminaires from AEC ILLUMINAZIONE GmbH were newly installed, with which house facades can be illuminated at a lower level via a special module. In addition, the possibility of displaying different light colours was extended by the installation of five amber LED luminaires from Signify N.V. The luminaires were also equipped with a special module for the lighting of the house facades. Their reduced blue component is intended to reduce the negative effects of night lighting on flora and fauna. These luminaires have also been fitted with motion detectors which help to raise the low dimming level in pedestrian or cyclist traffic.

The LED walkway was funded by Berlin as part of the Umweltentlastungsprogramm II and co-financed by the European Union (project code: 11437UEPII/2). Luminaires and lighting control systems were and are provided by various industrial partners.



Die Forschungs- und Demonstrationsstrecke LED Laufsteg | The research and demonstration track LED walkway. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

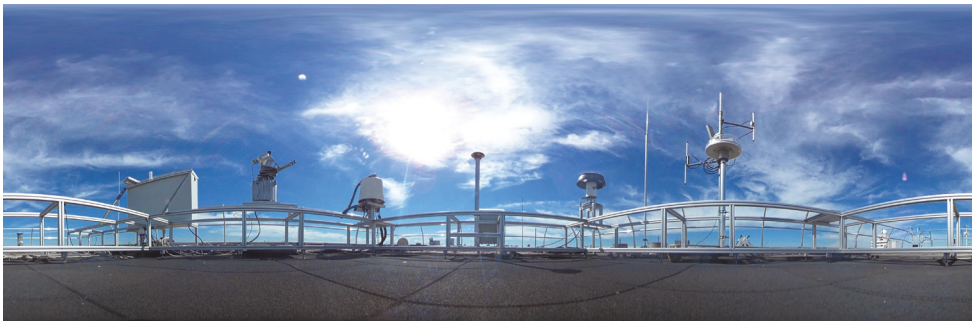
1.3 Tageslichtmessplatz Daylight measuring site

Seit Anfang der 90er Jahre verfügt das Fachgebiet über einen Tageslichtmessplatz, der in den letzten Jahren ständig erweitert wurde und jetzt zu den umfassendsten weltweit gehört. Alle Messgeräte wurden im Zuge geänderter Sicherheitsvorschriften auf ein gemeinsames Grundgerüst montiert. Neben einer neuen Leitungsführung zur Messwarte – einem Innenraum mit Auswertelektronik – erfolgten weitere Anpassungen in Auswertung und Ausstattung. Zu jeder Messung wird nun ein Fish-Eye Foto des Himmels gespeichert, welches als Livestream des Messplatzes aufgerufen werden kann (<http://bit.ly/dms-TUB-live>).

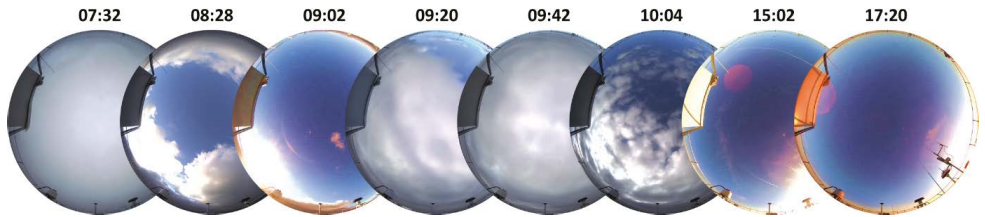
Die größte Neuerung stellt jedoch die Neukalibrierung des 2014 angeschafften, spektralen Sky-Scanners dar, welcher spektral- und richtungsaufgelöste Messungen ermöglicht. Da die Fülle an Messdatensätzen ohne ein Datenbanksystem nicht zu bewältigen ist, wurden ein solches aufgesetzt und verschiedene Software-Tools für die Auswertung entwickelt. Beispieldatensätze für einen vollständig bewölkten sowie einen klaren Tag können über die Website des Fachgebietes angefragt werden.

Since the early 90s, the chair has had a daylight measuring site, which has been continuously expanded in recent years and is now one of the most comprehensive in the world. All measuring instruments were built on a common basic framework in the course of changed safety regulations. In addition to a new cable routing to the control room – an interior with evaluation electronics – further adjustments were made to the evaluation and equipment. For each measurement, a fish eye photo of the sky is now stored, which can be called up as a livestream of the measuring station (<http://bit.ly/dms-TUB-live>).

The biggest innovation, however, is the recalibration of the spectral sky scanner purchased in 2014, which enables spectrally and spatially resolved measurements. Since the abundance of measurement data records cannot be handled without a database system, a database system was set up and various software tools developed for evaluation. Sample data sets for a fully cloudy and a clear day can be requested via the website of the chair.







Tageslichtmessplatz | Daylight measuring site. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik



Himmelsfotos vom 22.02.2019. | Photo of the sky on February 22th 2019. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

Nachfolgende Übersicht gibt einen Überblick über die auf dem Tageslichtmessplatz verwendeten Geräte und gemessenen Kenngrößen:

The following table gives an overview of the devices used on the daylight measuring site and the measured parameters:

Messgerät Instrument	Hersteller Manufacturer	Abbildung Figure	Messgröße(n) Measured value(s)	Beschreibung Description
Pyranometer Pyranometer	Kipp & Zonen		$E_{e,g}$	Globalbestrahlungsstärke Global irradiance
Pyrheliometer Pyrheliometer	Kipp & Zonen		$E_{e,\perp}$	Direkte Bestrahlungsstärke durch die Sonne auf einer Normalfläche Direct solar irradiance
Tageslichtmesskopf Daylight photometer head	PRC Krochmann		E_h $E_{v, \text{Nord}}$ north $E_{v, \text{Ost}}$ east $E_{v, \text{Süd}}$ south $E_{v, \text{West}}$ west	Horizontale und vertikale Beleuchtungsstärken in alle Haupthimmelsrichtungen Horizontal and vertical illuminances in all major directions
Spektraler Sky-Scanner Spectral sky scanner	Czibula & Grundmann		$L_{e,\lambda,1..145}$	Spektrale Strahldichte in 145 verschiedene Richtungen, spektrale Bandbreite von 360 nm bis 970 nm Spektral radiance in 145 different directions, spectral bandwidth from 360 nm to 970 nm

Messgeräte des Tageslichtmessplatzes | Instruments of the daylight measuring site. Quelle | Source: TU Berlin/PR/Felix Noak

1.4 Versuchsräume und Hörsäle Laboratories and lecture halls

Das Fachgebiet verfügt über besondere Räumlichkeiten für Untersuchungen und Probandenstudien, speziell zu nicht-visuellen Wirkungen.

Ein 20 m²-großer Spezialversuchsraum aus textil-bespannten, halbtransparenten Wänden wird flächendeckend durch 1.470, jeweils zur Hälfte warm- und kaltweiß strahlende LED-Kacheln hinterleuchtet. Durch Mischung bzw. verschiedene Dimm-Level sind Farbtemperaturen zwischen 3.000 K und 6.500 K einstellbar. In die höhenverstellbare Rasterdecke wurden zwölf Spezialleuchten mit warmweißen, kaltweißen und blauen LEDs eingebaut, welche einen Farbtemperaturbereich von 2.000 K bis 15.000 K abdecken und deren Blauanteil separat einstellbar ist.

Auch die Hörsäle des Fachgebietes haben eine spezielle lichttechnische Ausstattung. Die Beleuchtung im großen Hörsaal HE 101 erlaubt die Einstellung unterschiedlicher Lichtfarben und Beleuchtungsstärken. Der kleinere Hörsaal E 20 erhielt von der Firma Trilux eine Beleuchtung mit frei programmierbaren Settings für Beleuchtungsstärken zwischen 200 lx und 600 lx in Augenhöhe sowie Farbtemperaturen zwischen 3.000 K und 6.000 K. Außerdem verfügt er über eine Lampen-Demonstrationsanlage mit 85 Leuchten.

Schließlich bieten verschiedene schwarze Räume Platz für weitere Versuchsstände.

The chair has special rooms for experimental work and studies on test participants, especially for such on non-visual effects.

One 20 m² special experimental space with semi-transparent textile walls is backlit over their entire surface with 1,470 LED tiles, radiating warm white and cool white in a 50/50 ratio. By mixing or varying the dimming levels, colour temperatures can be produced between 3,000 K and 6,500 K. In the adjustable grid ceiling, 12 special luminaires have been installed. These consist of warm white, cool white and blue LEDs covering a colour temperature range of 2,000 K to 15,000 K; in addition, the blue component can be set separately.

The lecture halls of the chair are also specially equipped. In the main lecture hall HE 101 the lighting can be adjusted to different colours and intensities. The small lecture hall E 20 was fitted out by the company Trilux with freely-programmable lighting for illuminances between 200 lx and 600 lx at eye level and colour temperatures between 3,000 K and 6,000 K. In addition, there is a demonstration wall with 85 different luminaires.

A number of blackout rooms offer space for further test stands.



Spezialversuchsraum und Hörsaalbeleuchtung | Special experimental space and lecture hall lighting. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

1.5 Messlabore – Lichttechnische Prüfstelle

Testing laboratory

Das Fachgebiet führt lichttechnische Messungen für Forschung, staatliche Institutionen und Industrie durch. Hierzu gehören sowohl das normgerechte Messen und Bewerten von Allgemeinbeleuchtung (DIN, IEC, EN und ISO) als auch die Charakterisierung licht- oder strahlungstechnischer Sonderlösungen. Darüber hinaus ist das Fachgebiet entwicklungsbegleitend und schulend tätig. Als universitäre Einrichtung bietet die Prüfstelle den Vorteil einer unabhängigen Institution.

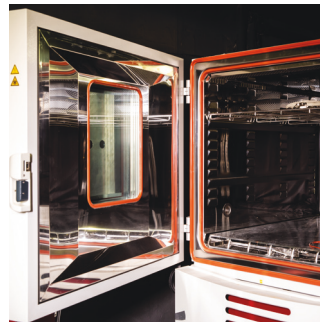
Die moderne umfangreiche Messtechnik des Fachgebietes bietet folgende Möglichkeiten:

- Integrale Messtechnik von 200 bis 4.500 nm
- Spektrale Messtechnik von 250 bis 2.000 nm
- Goniometersysteme für Lampen, Leuchten und Tageslichtsysteme mit winkelabhängiger farbmetrischer Auswertung
- Optische Bank bis zu 100 m Länge
- Spezialmesseinrichtungen für LED
- Bidirektionale Anlage
- Kalibriereinrichtungen für Beleuchtungsstärke, Lichtstrom, Lichtstärke und Leuchtdichte
- Messeinrichtungen für lichttechnische Materialkennzahlen

The chair carries out technical light measurements for research purposes and to meet industrial and state requirements. This includes the standard measurement and evaluation of general lighting (DIN, IEC, EN and ISO), as well as the characterization of special technical solutions for light or radiation. Furthermore the chair offers support in research and teaching. As a university facility, the test centre offers the advantage of being an independent institution.

For technical measurements, the following devices are available:

- Integral measurement technology from 250 to 4,500 nm
- Spectral measurement technology from 250 to 2,000 nm
- Goniometer systems for integral and spectral measurements, including examination of angle dependent colour variation
- Optical bench up to 100 m in length
- LED measurement technology
- Bidirectional measurement device
- Calibration devices for illuminance, luminous flux, luminous intensity and luminance density
- Measurement devices for material coefficients



Optische Bank/Ulbrichtkugel/Klimakammer | Optical bench/integrating sphere/climatic chamber. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

Folgende Messungen werden angeboten:

Untersuchungen von Selbstleuchtern hinsichtlich

- Lichtstrom
- Leuchtdichte –
integral und ortsaufgelöst
- räumliche Lichtstärkeverteilung (LVK)
- Leuchtenbetriebwirkungsgrad
- Energieeffizienz/Lichtausbeute
- Blendung
- Farbmaßzahlen
- Zeitverhalten
- spektrale Verteilung
- photobiologische Wirksamkeit
- Schädigungspotenzial

Messung und Bewertung von Materialien

- spektraler und integraler Transmissions-,
Reflexions- und Absorptionsgrad
- spektrales und integrales Streuverhalten
- weitere Stoffkennzahlen –
spektral aufgelöst und integral
- Farbmaßzahlen

Messungen an Monitoren

- zeitliches Verhalten
- Leuchtdichte
- Farbe
- Spektren von 250 bis 2.000 nm

The following measurements are on offer:

Investigations of primary light sources as regards

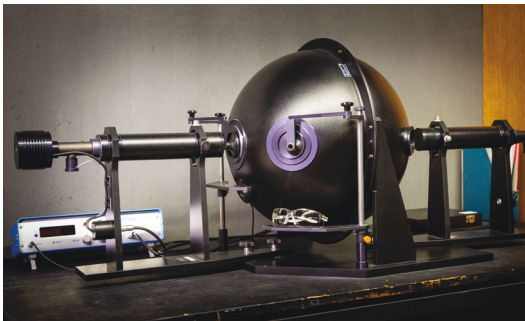
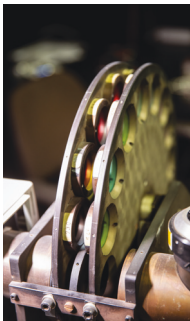
- Luminous flux
- Luminance density –
integral and and spatially resolved
- Spatial luminous intensity distribution
- Light output ratio
- Energy efficiency
- Glare
- Colorimetric values
- Temporal behaviour
- Spectral distribution
- Photobiological effectivity
- Damage potential

Measurement and evaluation of materials

- Spectral and integral transmission, reflection
and absorption
- Spectral and integral scattering
- Further material coefficients –
spectrally resolved and intregally
- Colorimetric values

Measurement on monitors

- Temporal behaviour
- Luminance density
- Colour
- Spectra from 250 to 2000 nm



Farbmesser/kleine Ulbrichtkugel/Drehspiegel | Colorimeter/small Integrating sphere/goniometer. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

2 Lehre Teaching

Den Studierenden des Fachgebietes werden neben soliden theoretischen Grundlagen auch viele praktische Aspekte vermittelt. Das Ausbildungsangebot umfasst den Bachelor of Science, den anschließenden Master sowie die Promotion zum Dr.-Ing.

Students of the chair not only gain a sound theoretical knowledge, but also learn about practical aspects of the field. They can study for a Bachelor of Science degree, go on to take a Master's degree, and if successful may then complete a doctoral degree.

2.1 Lichttechnische Lehrveranstaltungen Courses in lighting technology

Innerhalb von dreizehn Modulen lernen Teilnehmer verschiedener Studiengänge (z. B. Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Physik, Physikalische Ingenieurwissenschaften, Gebäudeenergiesysteme) unter anderem die Grundgrößen der Lichttechnik kennen, lichttechnische Berechnungen und Planungen durchzuführen, Beleuchtungsanlagen zu charakterisieren sowie Messgeräte zu bedienen.

Within thirteen modules, students of various courses of study (e.g. electrical engineering, industrial engineering, physics, physical engineering, building energy systems) get to know the basic parameters of lighting technology, perform lighting calculations and planning, characterise lighting systems and operate measuring instruments.

Folgende Module werden angeboten:

The following modules are offered:

Bachelor-Module

- Einführung in die Lichttechnik
- Wahlmodul Beleuchtungstechnik
- Schwerpunktprojekt Lichttechnik

Bachelor Module

- Introduction to lighting technology
- Elective module: lighting engineering
- Focus project lighting technology

Master-Module

- Grundzüge der Technischen Optik
- Lichttechnik
- Angewandte Lichttechnik
- Lichtmesstechnik
- Solarstrahlung
- Lichttechnik: Grundlagen und Anwendungen
- Lichtquellen
- Lichttechnische Forschung
- Licht- und Farbwahrnehmung
- Unternehmensgründung im Bereich Licht und Elektronik

Master Modules

- Fundamentals of technical optics
- Lighting technology
- Applied lighting technology
- Light measurement technology
- Solar radiation
- Lighting technology: basics and applications
- Light sources
- Lighting research
- Light and colour perception
- Business start-up in the field of light and electronics

Praktische Versuche

Die praktische Anwendung bildet einen wichtigen Bestandteil der lichttechnischen Lehre. Innerhalb der Module finden Versuche zu unterschiedlichen Themen statt: Glühlampe, Ulbricht'sche Kugel, IR-Strahlungsthermometrie, LED-Thermomanagement sowie Messgenauigkeit.

Practical trials

Practical application is an important part of lighting training. Within the framework of the modules, experiments on different topics will take place: incandescent lamp, integrating sphere, IR radiation thermometry, thermal management of LEDs and measuring accuracy.

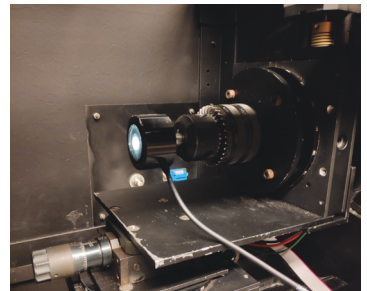
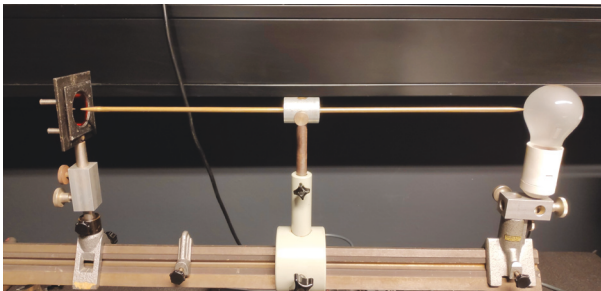
2.2 Praktikum Messgenauigkeit Laboratory experiment measuring accuracy

Neu in das Praktikumsprogramm aufgenommen wurde das Thema „Messgenauigkeit von Luxmetern“. Hierbei werden die f_1 - und f_2 -Fehler für ein Präzisionshandmessgerät sowie ein low cost Luxmeter ermittelt. Während das Präzisionsgerät bezüglich des f_2 -Fehlers kaum besser abschneidet als das low cost Luxmeter, ergeben sich mit $< 3\%$ gegenüber $> 50\%$ für den f_1 -Fehler erhebliche Unterschiede.

Der Vergleich gemessener Beleuchtungsstärken bei Variation der spektralen Verteilung mit einer Referenz zeigt im Großen und Ganzen gute Ergebnisse. Die zusätzlich mit einer Smartphone-App gemessenen Werte weisen dagegen erhebliche Abweichungen auf und deren Handhabung ist deutlich schwieriger.

The topic „Measuring accuracy of lux meters“ was newly included in the practical training program. The f_1 and f_2 errors for a precision hand-held measuring device and a low-cost luxmeter are determined here. While the precision instrument scarcely performs better than the low-cost luxmeter with regard to the f_2 error, there were considerable differences of $< 3\%$ compared to $> 50\%$ for the f_1 error.

The comparison of measured illuminances with variation of the spectral distribution with a reference shows generally good results. The additional values measured with a smartphone app, on the other hand, show considerable deviations and their handling proves to be much more difficult.



Messaufbau und Messkopf | Measuring setup and measuring head. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

2.3 Projekt Beleuchtungstechnik Project lighting engineering

Das Beleuchtungstechnik-Projekt steht sowohl Bachelor- als auch Master-Studierenden offen und kann in den Modulen Beleuchtungstechnik und Angewandte Lichttechnik belegt werden.

Diesjährig fand das Projekt im Rahmen der Campusenerweiterung statt, welche das Campusgelände für Besucher stärker öffnen sollte (www.tu-berlin.de/pavillon-wissenspfade).

Die Studierenden analysierten den Campus im Hinblick auf Beleuchtung/Nutzung und suchten sich beispielhafte Bereiche aus, für die sie neue Beleuchtungskonzepte entwarfen. Nach Konzeptbildung wurden geeignete Leuchten ausgewählt und lichttechnische Berechnungen mit Softwaretools durchgeführt.

The lighting engineering project is open to both Bachelor and Master students and can be attended in the modules lighting technology and applied lighting technology.

This year the project took place as part of the campus expansion, which aims to open up the campus area more to visitors (www.tu-berlin.de/pavillon-wissenspfade).

The students analysed the campus area in terms of lighting/use and selected exemplary areas for which they designed a new lighting concept. Once the concept had been drawn up, suitable luminaires were selected and lighting calculations carried out using software tools.

2.4 Schwerpunktprojekt Lichttechnik Focus project lighting technology

Mit dem Schwerpunktprojekt Lichttechnik wurde in diesem Jahr ein neues Bachelor-Pflichtmodul entwickelt. Ziel dieses praxisorientierten Projektes ist die Verknüpfung von lichttechnischem Wissen mit aktuellen Technologien, wie Virtual Reality.

This year, a new mandatory bachelor module was developed with the main focus on lighting technology. The aim of this practice-oriented project is to combine lighting knowledge with current technologies such as virtual reality.



Projektkonzept Campus | Project concept campus.
Quelle | Source: Jan Wichmann, Jonas Rauch



VR-Lab | VR-Lab.
Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

Der Themenschwerpunkt wird für jedes Semester neu gewählt. Im ersten Durchgang werden Projekte der Straßenbeleuchtung umgesetzt. Hierbei beschäftigen sich die Studenten hauptsächlich mit der Fragestellung, wie Lichtszenen möglichst korrekt in der Virtual Reality umsetzbar sind. So könnten nachfolgend Probandenversuche mit wesentlich weniger Aufwand durchgeführt werden.

Vorbereitend wurde ein VR-Lab errichtet, in dem die Studenten an ihren Projekten arbeiten können.

The thematic focus is chosen anew for each semester. In the first round, street lighting projects are implemented. Here the students mainly deal with the question of how light scenes can be implemented as correctly as possible in virtual reality. In this way, subsequent experiments could be carried out with considerably less effort.

In preparation, a VR lab was set up in which the students can work on their projects.

2.5 Grundlagen der Elektrotechnik Principles of electrical engineering

Seit Herbst 2009 ist das Fachgebiet für die „Grundlagen der Elektrotechnik“ verantwortlich. Diese umfangreiche Basisveranstaltung ist obligatorisch für mehrere Studiengänge. Im Wintersemester 2018/2019 nahmen 695 Studierende daran teil.

Neben der organisatorischen Herausforderung einer solchen Großveranstaltung bietet sich hier die Chance, den Nachwuchs zu einem sehr frühen Zeitpunkt des Studiums auf die Lichttechnik aufmerksam zu machen.

Der Großveranstaltung liegt ein ganzheitliches didaktisches Konzept zu Grunde. Hierzu zählen ansprechende, aufeinander aufbauende Folien, Hörsalaufgaben sowie die Veranschaulichung von Phänomenen mit Hilfe von Live-Experimenten. Eine von den Studierenden sehr geschätzte Tradition ist die „Weihnachtsvorlesung“, bei der spannende lichttechnische Experimente vorgeführt werden.

Since Autumn 2009, our chair has been responsible for teaching the “principles of electrical engineering”. This introductory course is obligatory for students from a number of courses. In winter semester 2018/2019, 695 students took part.

Despite the considerable organisational demands presented by teaching so many students, it does offer the opportunity to interest students at an early stage in lighting technology as a future option.

The carefully thought out didactical concept makes use of inspiring sequences of slides, lecture hall exercises, and live experiments designed to illustrate specific phenomena. A firm favourite with students every year is the traditional “Christmas lecture”, which is accompanied by exciting light experiments.

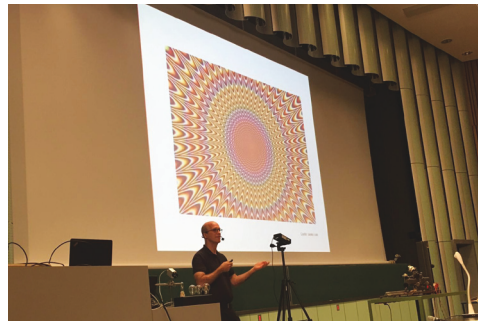
2.6 Teilnehmerzahlen Number of participants

Wintersemester | Winter semester 2018/2019

Grundlagen der Elektrotechnik Principles of electrical engineering	695
Einführung in die Lichttechnik Introduction to lighting technology	49
UE Einführung in die Lichttechnik Exercise – Introduction to lighting technology	42
Lampen und Leuchten Lamps and luminaires	12
Höhere Farbmeterik und Farberscheinung Advanced colorimetry and colour phenomena	15
Beleuchtungstechnik II Lighting engineering II	9
Grundzüge der Technischen Optik Principles of technological optics	5
Praktikum Lichttechnik I Practical lighting technology I	9

Sommersemester | Summer semester 2019

Grundlagen der Lichttechnik Principles of lighting technology	57
UE Grundlagen der Lichttechnik Exercise – principles of lighting technology	32
Physiologische Optik Physiological optics	11
Beleuchtungstechnik I Lighting engineering I	24
Projekt Beleuchtungstechnik Project in lighting engineering	12
Tageslichttechnik und Solarstrahlung Daylight technology and solar radiation	14
Licht- und Strahlungsmesstechnik Light and radiation metrology	7
Projektwerkstatt Indoor Grow Lab Indoor grow lab project workshop	26
Seminar Unternehmensgründung Business start-up seminar	11



Weihnachtsvorlesung | Christmas lectures. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

3 Forschung Research

Forschung spielt eine wichtige Rolle am Fachgebiet. Der Großteil der eingeworbenen Drittmittel stammt aus öffentlichen Förderprogrammen. Ergänzend werden Projekte mit Industriepartnern durchgeführt sowie fachgebietseigene und Mittel des Vereins zur Förderung des Fachgebiets Lichttechnik eingesetzt.

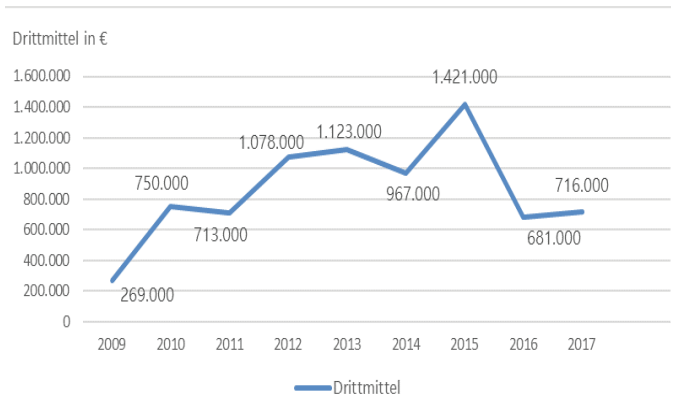
Die Forschungsschwerpunkte des Fachgebietes liegen in den Bereichen Außenbeleuchtung sowie Tageslicht und Innenraumbeleuchtung. Innerhalb der Forschungsprojekte werden Modelle und Beleuchtungskonzepte erarbeitet, Qualitätskriterien definiert sowie neue Messtechnik entwickelt. Neben der Erforschung grundlegender Zusammenhänge sollen die Forschungsergebnisse dazu beitragen, Effizienz, Sicherheit sowie visuellen und nicht-visuellen Komfort zu steigern.

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Forschungsarbeiten der letzten 12 Monate kurz vorgestellt.

Research is a very important activity at the chair. A large part of third-party funding derives from public funding programmes. In addition, projects are also carried out in cooperation with industrial partners, and the chair also funds research using its own resources and contributions from the Friends of the Chair.

The research at the chair focuses on outdoor lighting, and daylight and indoor lighting. The research projects formulate models and lighting concepts, define quality criteria, and develop new measuring technologies. In addition to basic research, work is also carried out to improve efficiency, safety, and visual and non-visual comfort.

On the following pages the research work of the last 12 months is briefly presented.



Drittmittelentwicklung | Development of funding. Quelle | Source: TU Berlin/FG Lichttechnik

3.1 AuBe AuBe

B. Saathoff, S. Völker

Artenschutz durch umweltverträgliche Beleuchtung

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BFN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Laufzeit: 06/2019–05/2022

Im Fokus des vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei IGB koordinierten Verbundvorhabens steht der Artenschutz durch Umsetzung eines Straßenbeleuchtungsdesigns, welches den Anziehungsradius von Fluginsekten an Straßenleuchten weitestgehend minimiert. Eingebunden in das Vorhaben sind weiterhin folgende vier Umsetzungsgebiete:

- Gemeinde Stechlin, OT Neuglobsow im Naturpark Stechlin-Ruppiner Land
- Gemeinde Havelaue, OT Gülpe im Naturpark und Sternepark Westhavelland
- Stadt Fulda, Umweltzentrum Fulda
- Stadt Krakow am See im Naturpark Nossentiner/Schwinzer Heide e.V.

Im ersten Schritt werden die lichttechnisch relevanten Geometrien aller Projektgebiete erfasst, um mit der TU eigenen Software LiDot optimierte Lichtstärkeverteilungskurven zu entwickeln. Mit diesen sollen die Anlock- wie auch die Barrierewirkung auf aquatische und andere Fluginsekten unter Berücksichtigung der notwendigen Beleuchtungsstandards für die Verkehrssicherheit signifikant reduziert werden. Anschließend werden entsprechende Leuchten gefertigt. Optimierungen und Feinjustierungen der neuen Leuchten werden auf dem Experimentalfeld des IGB im Westhavelland über einen Zeitraum von zwei Jahren lichttechnisch begleitet, bevor sie schließlich in den vier Projektgebieten installiert werden.

B. Saathoff, S. Völker

Species protection through environmentally friendly lighting

Funded by the Federal Agency for Nature Conservation with resources from the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

Duration: 06/2019–05/2022

The joint project, coordinated by the Leibniz Institute for Freshwater Ecology (IGB), focuses on species protection by implementing a street lighting design that minimizes the radius of attraction of flying insects at street lights. The following four implementation areas are also integrated into the project:

- Gemeinde Stechlin, OT Neuglobsow in the nature park Stechlin-Ruppiner Land
- Gemeinde Havelaue, OT Gülpe in the nature and star park Westhavelland
- Stadt Fulda, environmental centre Fulda
- Stadt Krakow am See in the nature park Nossentiner/Schwinzer Heide e.V.

In the first step, the photometrically relevant geometries of all project areas are recorded in order to develop optimized luminous intensity distribution curves with the TU's own software LiDot. The aim is to significantly reduce both the attracting and the barrier effect on aquatic and other flying insects, taking into account the necessary lighting standards for traffic safety. The corresponding luminaires will then be manufactured. Optimisation and fine adjustment of the new luminaires will be accompanied by lighting technology in the IGB's experimental field in Westhavelland over a period of two years before they are finally installed in the four project areas.

3.2 StEffi StEffi

S. Buschmann, S. Völker

Steigerung der Energieeffizienz in der Straßenbeleuchtung durch Entwicklung und Evaluierung einer nutzflächenbezogenen Beleuchtung

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW)

Laufzeit: 05/2016–02/2020

Mit dem Forschungsvorhaben werden Maßzahlen und Konzepte für eine maßgeschneiderte Beleuchtung der unterschiedlichen Nutzflächen im Außenbereich entwickelt.

Zunächst wurden die hierfür wichtigsten Kennzahlen sowie deren Grenzwerte und Abhängigkeiten untersucht. Da zur Festlegung entsprechender Maßzahlen die Reflexionseigenschaften der Deckschichten der Nutzflächen eine große Rolle spielen, wurde im Rahmen des Projektes ein vereinfachtes Messverfahren für deren Ermittlung entwickelt.

Anhand verschiedener komplexer Referenzsituationen mit mehreren Nutzflächen wie Straße, Gehweg, Radweg und Hausfassaden und damit entsprechend unterschiedlichen Nutzungsarten und Anforderungen wurden Lichtstärkeverteilungskurven optimiert und deren Energiebedarfe berechnet. Mit Hilfe dieser Beispiele und aktueller Forschungsergebnisse wird schlussendlich ein Kriterienkatalog erstellt, der als Planungshilfe für Kommunen und Betreiber dienen soll.

S. Buschmann, S. Völker

Increasing energy efficiency in street lighting through the development and evaluation of a usable area-based lighting system

Supported by the Federal Ministry of Economics and Technology (BMW)

Duration: 05/2016–02/2020

The research project will develop measurements and concepts for tailor-made lighting of the various outdoor areas.

First of all, the most important key figures as well as their limit values and dependencies were clarified. Since the reflection properties of the surface layers of the usable surfaces play an important role in determining the corresponding dimensional figures, a simplified measuring procedure was developed within the framework of the project to determine these.

Using various complex reference situations with several usable areas such as roads, footpaths, cycle paths and house facades and thus different types of use and requirements, luminous intensity distribution curves were optimised and their energy requirements calculated. With the help of these examples and current research results, a catalogue of criteria will finally be drawn up to serve as a planning aid for local authorities and operators.

3.3 Ortsfestes Markierungslicht Fixed marker light



F. Rahbar, S. Völker

Entwicklung neuer Straßenbeleuchtungskonzepte mit Markierungslicht

Gefördert im Rahmen des Berliner Programms für Nachhaltige Entwicklung (BENE) aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (ERDF) und des Landes Berlin (Förderkennzeichen 1053-B5-O)

Laufzeit: 04/2017–06/2020

Das Konzept des ortsfesten Markierungslichts soll gefährdete Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger und Radfahrer in Kreuzungsbereichen durch bildaufgelöste Sensorik erfassen und gezielt mit Hilfe von Spotlights markieren. Durch gleichzeitige Senkung des Beleuchtungsniveaus kann hiermit sowohl die Sicherheit erhöht als auch der Energiebedarf gesenkt werden.

Für die Ermittlung der für ein Markierungslicht optimalen Kontraste wurden zunächst umfangreiche Probandenstudien durchgeführt. Ein Prototyp des ortsfesten Markierungslichtes wurde entwickelt und erfolgreich getestet.

In den folgenden Monaten sollen weitere Prototypen entwickelt und ein funktionsfähiger Aufbau an einer realen Kreuzung erfolgen. Hierfür werden zahlreiche Daten von unterschiedlichen Verkehrssituationen gesammelt und mithilfe von KI-Methoden ein Modell trainiert, welches die robuste Erfassung von Fußgängern und Radfahrern ermöglicht.

Im Rahmen des Projektes wurde weiterhin ein GPS-gestütztes Messfahrrad entwickelt, mit dem mobil Unfallschwerpunkte lichttechnisch untersucht werden können.

F. Rahbar, S. Völker

Development of new street lighting concepts with marker light

Supported within the framework of the Berlin Programme for Sustainable Development (BENE) with funds from the European Regional Development Fund (ERDF) and the State of Berlin (Promotional reference 1053-B5-O)

Duration: 04/2017–06/2020

The concept of fixed marker light is intended to detect vulnerable road users by means of image-resolved sensors and to mark them specifically with the aid of spotlights. By lowering the lighting level at the same time, both safety and energy requirements can be increased.

In order to determine the optimum contrast for the marking light, extensive studies have been conducted. A prototype of a fixed marker light has been developed and successfully tested.

In the following months, further prototypes will be developed and a functional assembly at a real intersection will take place. For this purpose, numerous data from different traffic situations will be collected and a model will be trained with the help of AI methods, which enables the robust recording of pedestrians and cyclists.

Within the framework of the project, a GPS-supported measuring bicycle was also developed, which can be used to investigate accident black spots using mobile lighting technology.

3.4 Licht-LAB-Laufsteg Light LAB walkway



A. Krensel, B. Saathoff, S. Völker

Ausbau des LEDLaufstegs als Bildungs- und Kompetenzzentrum für ressourcenschonende Energienutzung in der Beleuchtung

Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)

Laufzeit: 01/2017–02/2020

Ziel des Projektes ist es, die Bedeutung LED-basierter Beleuchtung für den Klimaschutz mit Hilfe pädagogischer Konzepte sowohl für kommunale Vertreter als auch für Schüler*innen anschaulich zu vermitteln, um so deren weite Verbreitung zu fördern.

Hierfür dienen zum einen begleitete Führungen auf dem LEDLaufsteg (Kapitel 1.2). Im Rahmen dieser lässt sich energieeffiziente Beleuchtungstechnik im Livebetrieb anschauen, erleben und diskutieren. Ein Echtzeit-Energiemonitoring veranschaulicht die Effizienz der LED; eine App für mobile Endgeräte ermöglicht die Anzeige aller relevanten Eigenschaften der Masten und Leuchten anhand lokaler GPS Daten.

Zum anderen werden am Fachgebiet regelmäßig Schüler*innen-Workshops durchgeführt. Angeboten werden Konzepte für unterschiedliche Altersgruppen. Zusätzlich finden Angebote im Rahmen von Sonderveranstaltungen statt. Die Workshops werden mit Unterstützung der Fakultät IV und des DEIN Labors (www.dein-labor.tu-berlin.de) auch nach Projektende weiter durchgeführt werden können.

Um den LEDLaufsteg auch ortsungebunden präsentieren zu können, wurde er in einer VR-Umgebung abgebildet sowie in einem Tunnelmodell nachgebaut.

A. Krensel, B. Saathoff, S. Völker

Expansion of the LEDwalkway as an education and competence centre for resource-conserving energy use in lighting

Supported by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) as part of the National Climate Initiative (NKI)

Duration: 01/2017–02/2020

The aim of the project is to illustrate the importance of LED-based lighting for climate protection with the help of pedagogical concepts for both local representatives and students in order to promote its widespread use.

The LEDwalkway (section 1.2) will be used for this purpose. Here, energy-efficient lighting technology can be viewed, experienced and discussed live. Real-time energy monitoring will be used to illustrate the energy efficiency of LEDs; an app for mobile terminals enables the display of all relevant properties of the masts and luminaires on the basis of local GPS data.

On the other hand, student workshops will be held at the department. Different concepts for different age groups are offered. In addition, special events take place. With the support of the Faculty IV and the DEIN Laboratory (www.dein-labor.tu-berlin.de), the student workshops can be continued after the end of the project.

Furthermore, the LEDwalkway was mapped in a VR environment and reproduced in a tunnel model, so that it can now also be experienced from any location.



A. Krensel, S. Völker

Die digital vernetzte Protokollstrecke – urbanes Testfeld automatisiertes und vernetztes Fahren

*Gefördert durch das Bundesministerium für
Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)*

Laufzeit: 04/2017–12/2019

Das Projekt des DAI Labors und des Fachgebietes Lichttechnik der TU Berlin, der Cisco Systems GmbH, dem Daimler Center for Automotive Information Technology Innovations, der Deutsche Telekom AG, der Berliner Agentur für Elektromobilität sowie dem Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme hat zum Ziel, ein neues, offenes und deutschlandweit anwendbares Framework sowie zugehörige Referenz-Anwendungen zu entwickeln und zu validieren. Hierfür wird der Bereich zwischen Ernst-Reuter-Platz und Brandenburger Tor als urbanes Testfeld genutzt.

Das Beleuchtungskonzept soll dabei folgende Funktionalitäten aufweisen:

- Zeitlich und räumlich angepasstes Absenken der Beleuchtungsstärke
- Optimierte Beleuchtung trockener bzw. nasser Straßen durch multivariable Lichtstärkeverteilungskurven
- Objekterkennung

Nach Entwicklung der Anforderungen an die Beleuchtungssteuerung sowie die Sensorik der Leuchten wurden verschiedene Systeme auf dem LEDLaufsteg (Kapitel 1.2) getestet.

A. Krensel, S. Völker

The digitally networked protocol path – Urban test field automated and networked driving

*Supported by the Federal Ministry of Transport
and Digital Infrastructure (BMVI)*

Duration: 04/2017–12/2019

The project of the DAI Laboratory of the TU Berlin, the Chair of Lighting Technology, Cisco Systems GmbH, the Daimler Center for Automotive Information Technology Innovations, Deutsche Telekom AG, the Berlin Agency for Electromobility and the Fraunhofer Institute for Open Communication Systems aims to develop and validate a new, open and Germany-wide applicable framework as well as associated reference applications for autonomous driving. For this purpose, the area between Ernst-Reuter-Platz and Brandenburger Tor will be used as an urban test field.

The lighting concept should have the following functionalities:

- lowering of illuminance at different times and places
- optimised illumination of dry or wet roads through multivariable luminous intensity distribution curves
- object recognition

After developing the requirements for the lighting control and the sensor technology of the luminaires, various systems were tested on the LEDwalkway (section 1.2).

A. Diakite, M. Knoop

Entwicklung und Anwendung spektraler Himmelsmodelle in der urbanen Planung

Gefördert durch die Velux Stiftung

Laufzeit: 07/2017–06/2020

Ziel dieses Projektes ist die bessere Berücksichtigung von Tageslicht in der Stadtplanung, um das menschliche Wohlbefinden insbesondere in dicht bebauten städtischen Gebieten zu verbessern. Das Projekt stellt hierfür Datensätze mit spektralen Informationen des Tageslichtes in Form spektraler Himmelsmodelle zur Verfügung.

Das zweite Jahr des Projektes wurde genutzt, um eine parametrische Studie vorzubereiten und durchzuführen, die einen Einblick in die relevanten Parameter der Tageslichtplanung mit Spektraldaten erlaubt. Die Studie umfasste folgende Teilprojekte:

- Überprüfung bestehender datengestützter Spektralhimmelsmodelle
- Entwicklung eines Tools zur Darstellung des spektralen Potenzials des Tageslichtes an Fassaden
- holistische farbmétrische Analyse des Tageslichtes
- Bewertung des Einflusses von Orientierung, Bebauung und vorherrschender Tageslicht-Bedingungen auf das spektrale Potenzial auf der Fassade

Um die Validität der lokal definierten spektralen Himmelsmodelle für andere Regionen prüfen zu können, wurde zusätzlich eine mobile Vorrichtung für farbmétrische Messungen und eine Vorlage zur Durchführung einer weltweiten Messkampagne entwickelt.

A. Diakite, M. Knoop

Development and application of spectral sky models in urban planning

Supported by the Velux Foundation

Duration: 07/2017–06/2020

The aim of this project is to improve the consideration of daylight in urban planning in order to improve human well-being, especially in densely built-up urban areas. The project provides data sets with spectral information of daylight in the form of spectral sky models.

The second year of the project was used to prepare and conduct a parametric study to give insight into the relevant parameters for daylight planning with spectral data, including the following subprojects:

- review of existing data-driven spectral sky models
- development of a tool to represent the spectral potential of daylight on facades
- holistic colorimetric analysis of daylight
- evaluation of the impact of orientation, obstruction and predominant daylight conditions on the spectral potential on facades

Additionally, a mobile device for colorimetric measurements and a template to set up a worldwide measurement campaign were developed, to investigate the validity of locally defined spectral sky models to other regions.

3.7 Vereinfachter Tageslichtsensor Simplified daylight sensor

N. Weber, M. Knoop

Entwicklung eines vereinfachten, spektral- und richtungsauflösenden Tageslichtsensors

Gefördert durch die Zumtobel Group

Um die mit Hilfe des Sky-Scanners des Fachgebietes (Kapitel 1.3) erhobenen spektral- und richtungsaufgelösten Daten auch andernorts aufnehmen und z. B. für tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerungen verwenden zu können, soll ein vereinfachter Tageslichtsensor aufgebaut werden. Dabei ist zunächst die Reichweite der Sensordaten zu prüfen, um so den für ein lückenloses Tageslichtmessraster notwendigen Abstand zwischen benachbarten Messköpfen bestimmen zu können. Hierfür werden zum einen die Daten installierter Messköpfe für tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerungen abgegriffen und mit einem am Fachgebiet aufgestellten System verglichen. Zum anderen werden Daten mit einem mobilen Messsystem aufgenommen und mit den Referenzwerten des Messplatzes verglichen.

Mit Hilfe der gesammelten Messdaten werden verschiedene Vereinfachungen simuliert, indem die Messwerte unterschiedlicher Richtungen zusammengefasst werden. Anschließend werden mit den so gruppierten Werten die horizontale Beleuchtungsstärke sowie die spektral aufgelöste, vertikale Bestrahlungsstärke für ein tageslichtversorgtes Büro im Modellmaßstab berechnet und mit den Messwerten verglichen.

Nach Entwicklung eines Prototyps sowie einer geeigneten Kalibriermethode sollen die Messdaten des vereinfachten Sensors über einen längeren Zeitraum mit denen des spektralen Sky-Scanners verglichen werden.

N. Weber, M. Knoop

Development of a simplified daylight sensor with spectral and directional resolution

Supported by the Zumtobel Group

In order to be able to record and use the spectral and spatial resolved data of the sky scanner (section 1.3) elsewhere, for example for daylight-dependent lighting controls, a simplified daylight sensor is to be set up. For this the range of the sensor data shall be checked to determine the necessary distance between adjacent measuring heads for a spread-out daylight measure grid. Therefor firstly the data of installed measuring heads for daylight-dependent lighting control are tapped and compared with a system set up at the chair. Secondly, additional data is recorded with a mobile measuring system and compared with the reference measurement at our measuring site.

With the help of the collected measurement data, various simplifications are simulated by combining the measurement values of different directions. The values grouped in this way are then used to calculate and compare horizontal illuminance and spectrally resolved vertical irradiance for an office supplied with daylight on a model scale.

After the development of a prototype and a suitable calibration method, the measurement data of the simplified sensor will be compared with those of the spectral sky scanner over a longer period of time.

3.8 Tragbarer Lichtdosimeter Wearable light dosimeter

F. Rudawski, M. Knoop

Individuell automatisierte Lichtlösungen mittels eines tragbaren Lichtdosimeters

Nichtvisuelle Lichtwirkungen werden in der Regel durch die Reduzierung oder Erhöhung des blauen Spektralanteils realisiert. Die spektrale Änderung wird dabei üblicherweise durch die Tageszeit reguliert und vernachlässigt persönliche Parameter wie Lichthistorie oder Blickrichtung.

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, ein tragbares Lichtdosimeter zu entwickeln, mit dem die Berücksichtigung solcher relevanten personenbezogenen Parameter möglich wäre. Hierfür wird in Anlehnung an den CIE Standard S026/E:2018 ein kamerabasiertes Messsystem konzipiert, welches die spektralen Sensitivitäten der verschiedenen Sinneszellen der Netzhaut sowie den Einfluss des Blickfeldes berücksichtigt. Ein solches Dosimeter kann die richtungsabhängige und spektrale Lichthistorie einer Person erheben und als Steuerelement in eine Beleuchtungslösung integriert werden, um eine individuell optimierte Beleuchtung anbieten zu können.

Für die Umsetzung der so optimierten Werte muss die Abstrahlung der Leuchte bezüglich Spektrum, Lichtstärke und Abstrahlrichtung angepasst werden. Um die für bestimmte nichtvisuelle Lichtwirkungen optimale spektrale Lichteinfallverteilung für gegebene Raumgeometrien und spektrale Reflexionswerte berechnen zu können, wird ein spektraler Simulationsalgorithmus entwickelt. Mit einer Rückkopplungsschleife zwischen Leuchte und Dosimeter können die Leuchtenparameter kontinuierlich den individuellen Anforderungen angepasst werden.

F. Rudawski, M. Knoop

Individual automated lighting condition by means of a wearable light dosimeter

Non-image-forming effects are usually realized by reducing or enhancing the intensity of the blue part of the luminaire's spectral power distribution. Usually, this parameter is merely regulated by the time of day, neglecting personal parameters such as light history or viewing direction.

The aim of this research is to develop a wearable light dosimeter to gather these relevant personal parameters. Therefore a camera-based measurement system shall be designed, orientated towards the standard CIE S026/E:2018 and considering spectral sensitivities of the different retinal receptors and the impact of the field of view. Such a dosimeter enables the measurement of the spectral and spatial dependent light history of a person and can be implemented in a lighting solution, to offer individual optimized lighting conditions.

To realize these optimized lighting conditions, the luminaire's emission must be adaptable in direction, spectral power distribution and intensity. To calculate the required incidence distribution for NIF purposes for certain room geometries and room surface reflection values, a spectral radiosity algorithm is in development. With a feedback loop between luminaire and dosimeter the light distribution can be continuously adapted as required in everyday applications.

3.9 Richtungsabhängigkeit von NIF-Effekten

Directional dependence of NIF effects

K. Broszio, M. Knoop

Richtungsabhängigkeit von non-image forming Effekten von Licht

Bisher wird in Studien zu nichtvisuellen Wirkungen von Licht üblicherweise die vertikale Beleuchtungsstärke am Auge als eine der unabhängigen Variablen gewählt. Als räumlich integrale Größe enthält diese jedoch keine Information über die Lichteinfallrichtung. Dabei zeigen einzelne Forschungsergebnisse, dass eine Beleuchtung der unteren Hälfte der Netzhaut während der Nacht Melatonin stärker unterdrückt. Für eine gezielte Stimulierung nicht-visueller Wirkungen ist es wichtig, zu wissen, ob diese Richtungsabhängigkeit auch am Tag besteht.

Mit Hilfe eines Probandenversuchs im Cross-Over-Design mit beleuchteten Halbkugeln wurden in einem Laboraufbau zunächst der Nachweis der nächtlichen Richtungsabhängigkeit und anschließend die Übertragbarkeit der Ergebnisse von der Nacht auf den Tag untersucht. Insgesamt hatten 40 Probanden vier Termine zu absolvieren, zwei in der Nacht und zwei am Morgen. Erste Ergebnisse zeigen, dass die nächtliche Richtungsabhängigkeit mittels Fragebögen und Audioreaktionstests bestätigt werden konnte. Der Effekt am Tage ist möglicherweise weniger stark ausgeprägt.

In einem weiteren Probandenversuch wurden verschiedene Lichtszenen mit unterschiedlichen Lichteinfallswinkeln während des Tages in einer Bürosituation überprüft. Eine am Fachgebiet entwickelte leuchtdichtekamerabasierte Methode ermöglicht dabei die schnelle räumliche Bestimmung des einfallenden Lichts und die auf nicht-visuelle Effekte ausgerichtete Auswertung beliebiger Regionen des Halbraumes.

K. Broszio, M. Knoop

Directional dependence of non-image forming effects of light

So far, in studies on nonvisual effects of light, vertical illuminance at the eye is usually chosen as one of the independent variables. Being a spatially integral variable, it does not contain any information about the incidence of light. Results of some studies show that illumination of the lower half of the retina during the night suppresses melatonin more efficiently if compared to illumination of the upper half. For a targeted stimulation of non-visual effects, it is important to know whether this directional dependence also exists during the day.

Using a cross-over design with illuminated hemispheres in a laboratory set-up, the test subjects first examined the proof of the nightly directional dependence and then the transferability of the results from night to day. A total of 40 test persons had to complete four appointments, two at night and two in the morning. First results show that the nocturnal direction dependence could be confirmed by questionnaires and audio reaction tests. The effect during the day may be less pronounced.

In a further test, different light scenes with different angles of incidence were tested during the day in an office situation. A luminance camera-based method developed at the department enables the rapid spatial determination of the incident light and the evaluation of any region of the half-space with a focus on non-visual effects.

4 Arbeiten Activities

4.1 Abschlussarbeiten | Final Theses

Konrad Albrecht, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Umsetzung einer Ziel-Lichtstärkeverteilungskurve der Straßenbeleuchtung in einer Simulationsumgebung

Betreuer | Supervisors: Völker, Krensel

Frithjof Barkholdt, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Aufbau eines Versuchsstandes zur Untersuchung nicht-visueller Wirkungen von Licht und dessen lichttechnische Charakterisierung

Betreuer | Supervisors: Knoop, Broszio

Khaled El Hage, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Schwellenkontrastuntersuchungen zu inhomogenen Leuchtdichten mit äquivalenten lokalen homogenen Leuchtdichten

Betreuer | Supervisors: Völker, Rahbar

Behzad Ghatreh Samani, Masterarbeit | Master Thesis

Entwicklung eines wärmebildebasierten Markierungslichts

Betreuer | Supervisors: Völker, Rahbar

Fabian Hirschmiller, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Vergleich der Aussagefähigkeit kognitiver Leistungstests zur Untersuchung des Einflusses von Licht auf die akute Aufmerksamkeit

Betreuer | Supervisors: Knoop, Broszio

David Kaczmarek, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Bau und Kalibrierung eines vereinfachten mobilen Messsystems zur Validierung der spektralen Modelle an verschiedenen Standorten

Betreuer | Supervisor: Knoop

Sylwana Kalmutzki, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Entwicklung eines Frameworks für ein Preprocessing zur Objekterkennung für ein Markierungslicht

Betreuer | Supervisors: Völker, Krensel

Hamid Khodabakhshandeh, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Einfluss der Größen des Markierungslichtspots auf die periphere Kontrastschwelle mit inhomogenen Leuchtdichteverhältnissen im mesopischen Bereich

Betreuer | Supervisors: Völker, Rahbar

Gregor Kubis, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Erweiterung des Workshopkonzeptes des LED Labors durch Einsatz von zusätzlichem Lehrmaterial

Betreuer | Supervisors: Völker, Saathoff

Lukas Liegener, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Dynamische Messung von Straßenbeleuchtungsanlagen: Kalibrierung und Ermittlung von Messunsicherheitsbilanzen für dynamische Messungen von Leuchtdichtebildern und Beleuchtungsstärken

Betreuer | Supervisors: Völker, Steblau

Mehdi Mejri, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Analytischer Vergleich von orts aufgelöst gemessenen und q-optimiert simulierten Leuchtdichteverteilungen von Straßendeckschichten verschiedener Nässegrade

Betreuer | Supervisors: Völker, Buschmann

Nikolaos-Valter Perimenis & Tim Zander, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Entwicklung einer smarten Pflanzenleuchte für die wirtschaftliche Basilikumanzucht

Betreuer | Supervisors: Völker, Krensel

Laura Thelen, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Evaluierung der Auswirkungen von klein- und großflächigen Leuchten auf die Melatoninunterdrückung als Maß für nicht-visuelle Wirkungen von Licht

Betreuer | Supervisors: Knoop, Broszio

Hoang Viet Lai, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Kalibrierung eines kamerabasierten Messsystems zur Messung von Reflexionseigenschaften in einem bidirektionalen Goniophotometer

Betreuer | Supervisors: Völker, Buschmann

Daniel Zorloul, Bachelorarbeit | Bachelor Thesis

Einfluss der Sichtverhältnisse / Beleuchtung auf die Mängelerkennung an der Fahrzeugunterseite

Betreuer | Supervisor: Völker

4.2 Dissertationen Dissertations

Falk Wieland

Spektral einstellbare Lichterzeugung und Vorgehensweisen zur objektiven Quantifizierung nichtvisueller Wirkungen dieser Lichtspektren auf den Menschen

Defensio: 30.10.2018

In Kooperation mit dem Universitätsklinikum Dresden wurden in zwei medizinischen Studien der Einfluss unterschiedlicher Lichtspektren auf jeweils gesunde Kontrollprobanden sowie Probanden mit einer Bipolar-I-Störung untersucht. Hierfür wurden flexibel konfigurierbare, flimmerfreie Beleuchtungseinheiten entworfen, welche die Retina gleichmäßig und vollständig ausleuchten.

Die Hypothese der ersten Studie ging von einer verstärkten Melatoninsuppression sowie einer verminderten Müdigkeit der bipolaren Probanden während einer Exposition mit blauem Licht im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden aus. In der zweiten Studie wurde die Hypothese einer verstärkten Phasenverschiebung der „inneren Uhr“ der Probanden mit Bipolar-I-Störung gegenüber der Kontrollgruppe überprüft. Während der Untersuchungen wurden folgende Parameter gemessen: Melatoninspiegel im Blut, Gehirnaktivitäten per EEG, Herzfrequenz und Herzratenvariabilität, Pupillenunruhe sowie der Karolinska-Schlafrigkeitswert (KSS).

Die aufgestellten Hypothesen hinsichtlich der Gruppenunterschiede konnten experimentell nicht bestätigt werden. Im Ergebnis können die Nutzung der KSS durch die einfache Anwendung für große Probandenzahlen und die Messung des Pupillengrößenindex als „interner“ Müdigkeitsmarker empfohlen werden. Die in dieser Arbeit vorgeschlagene und erfolgreich genutzte Systematik für EEG-Messungen kann für die Vergleichbarkeit ähnlicher Studien genutzt werden.

Falk Wieland

Spectrally ajustable light generation and procedures for objective quantification of nonvisible effects such spectra on humans

Defense: October 30th, 2018

In cooperation with the University Hospital of Dresden two studies were conducted to test the hypothesis that patients with bipolar I disorder react differently to blue enriched light exposure than healthy control patients. Therefore flexibly configurable, flicker-free lighting units were designed which illuminate the retina evenly and completely.

The hypotheses postulate increased melatonin suppression and reduced fatigue of bipolar subjects during exposure to blue light compared to healthy control subjects. The second study examined the hypothesis of an increased phase shift of the internal clock of the subjects with bipolar I disorder compared to the control group. The following parameters were measured during the trials: blood melatonin levels, brain activity by EEG, heart rate and heart rate variability, Pupillenunruheindex and the Karolinska sleepiness scale (KSS).

The hypotheses regarding group differences could not be corroborated experimentally. As a result the KSS, due to its ease of use for large numbers of subjects, and the Pupillenunruheindex, an „internal“ fatigue marker, can be recommended. The classification of EEG measurements used for the study design has been very successful and can be used for similar studies.

Armin Pertiller

***Markierungslicht in der Straßenbeleuchtung –
Dynamische Kontrastoptimierung zur Lenkung
der Aufmerksamkeit auf gefährdete Verkehrs-
teilnehmer***

Defensio: 16.01.2019

Ziel dieser Arbeit war die Bewertung der Wirksamkeit eines Markierungslichts in der Straßenbeleuchtung mit besonderem Augenmerk auf das periphere Sehobjekt.

Nach umfassenden Recherchen zu Personenfällen im Stadtverkehr sowie Studienergebnissen zu visueller Wahrnehmung und menschlicher Reizverarbeitung wurde eine Serie von Probandenstudien konzipiert, durchgeführt und ausgewertet. Hierfür entstand ein Laborversuchsstand mit vollumfänglicher Funktionalität eines Markierungslichtsystems.

Zwei Laborstudien bestätigten, dass sowohl die foveale Adaptationsleuchtdichte als auch die Blendung einen signifikanten Einfluss auf die Detektionsleistung peripherer Sehreize bei niedrigen Umfeldleuchtdichten haben. Eine dritte Probandenstudie zeigte, dass weder die Pulsation noch die Nutzung von Balkenmustern des dynamischen Markierungslichtflecks eine Reduktion der Reaktionszeit bewirken. Vielmehr wird deutlich, dass die stufenweise Erhöhung der Spotleuchtdichte eines homogenen, kreisrunden Markierungslichtflecks eine signifikante Reduktion der Reaktionszeit peripher wahrgenommener Sehreize bewirkt.

Im Rahmen dieser Arbeit entstanden Modelle zur Vorhersage der Erkennbarkeitsentfernung im Pkw. Darüberhinaus werden Empfehlungen zur Wirksamkeit eines Markierungslichts in der Straßenbeleuchtung, im Hinblick auf demografische und ökologische Gesichtspunkte gegeben.

Armin Pertiller

*Marking light in street illumination – dynamic
contrast optimization to draw attention on vulnerable
road users*

Defense: January 16th, 2019

The goal of this dissertation was to evaluate the efficacy of a marking light in street illumination with special focus on peripheral visual objects.

Based on extensive research on street accidents involving people as well as on results of studies on visual perception and human cognitive ability a series of subject experiments was developed, organised and evaluated. Therefore a laboratory test bench was set up which captures the entire functionality of the marking light system.

Two studies proved that both foveal adaptation luminance and glare have a significant impact on the ability to detect peripheral visual stimuli in the surrounding lower luminance. A third study showed, that neither pulsation nor grating pattern of the dynamic marking light spot reduce the reaction time. Furthermore, it became clear that gradual increase of spot luminance of a homogeneous, circular marking light significantly reduces the reaction time needed to perceive peripheral visual stimuli.

Within this dissertation models based on insights from literature, which predict the recognition distance in the car were developed. Furthermore recommendations on effectiveness of marking light in street illumination with focus on demographic and ecological constraints are derived.

Andreas Krensel
Simulation der Kontrasterkennung des Menschen für mesopische Bedingungen

Defensio: 05.03.2019

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, ein Modell zu entwickeln, welches mit Hilfe von Trainingsdaten die menschliche Kontrastwahrnehmung nachbildet. Hierzu wurde ein, aus biologisch adäquaten Neuronen bestehendes, neuronales Netz geschaffen, welches den Verbund aus Retina und visuellem Cortex abbildet. Das neuronale Netz wurde über einen genetischen Algorithmus als Optimierungs- und Lernfunktion mit einem virtuellen Probanden verknüpft und durch Testbilder innerhalb einer virtuellen Umgebung trainiert.

Das Modell wurde auf seine generelle Lernfähigkeit hin untersucht und die evolutionären Operatoren Mutationsrate und Invertierung als Randparameter überprüft. Unter allen gesetzten Bedingungen zeigte es eine Verbesserung der Fitness über die evolutionäre Laufzeit. So performte es am besten bei einer kleinen Mutationsrate und lernte ohne besser als mit Invertierung. Eine längere Präsentationszeit des Trainingsbildes dem Modell gegenüber ergab hingegen keine verbesserte Lernfähigkeit.

Aus den Untersuchungen wurde geschlossen, dass mit dem Modell die menschliche Kontrastwahrnehmung anhand von Trainingsdaten simuliert werden kann. Damit dient es als Basis, weitere Modelle und Algorithmen menschlicher Kontrastwahrnehmung zur Implementierung in Leuchtdichtekameras zu entwickeln, um z. B. für unbekannte Straßenszenarien anhand von Leuchtdichtebildern eine Vorhersage über Objekterkennbarkeit machen zu können.

Andreas Krensel
Simulation of Human Contrast Recognition for Mesopic Conditions

Defense: March 5th, 2019

The target of this thesis was to develop a model which is able to simulate the human contrast recognition based on training data. For this purpose a neural network consisting of biologically adequate neurons was built to map the union of the retina and the visual cortex. Within a genetic algorithm which served as an optimization and learning function the neural network was connected to a virtual test person and trained by test pictures within a virtual environment.

The learning ability of the model was investigated and the evolutionary operators mutation rate and inversion have been analysed as supporting parameters. Under all set conditions it showed an improvement of fitness over evolution runtime: it was performing best at a small mutation rate and it was learning better without inversion rather than with inversion. A longer presenting time of the training picture for the model did not improve learning ability.

The conclusion is that the model is able to simulate the human contrast recognition based on training data. Thereby it could be a basis for the development of further models and algorithms of human contrast recognition, which can e. g. be implemented into luminance cameras in order to forecast object detection for unknown street scenarios based on luminance pictures.

Julien Hansen

Remote-Laser-Lichtquelle für ein hochauflöses Scheinwerfersystem

Defensio: 18.03.2019

Ziel der Arbeit war es, die Eigenschaften von Laserstrahlung zu nutzen, um eine effiziente Entkoppelung der Lichtquelle vom hochauflösten Scheinwerfersystem mit Hilfe von Glasfasertechnologie zu realisieren.

Für die Umsetzung dieser Remote-Laser-Lichtquelle wurden zwei Ansätze geprüft. Zunächst wurde ein Pr:YLF Festkörperlaser entwickelt, welcher aus einem einzigen Resonatoraufbau simultan die drei spektralen Komponenten Rot, Grün und Blau emittiert, um ein im automobilen Scheinwerfer zulässiges ECE-Weiß additiv mischen zu können. Bei einem weiteren Ansatz wurden rote, grüne und blaue Laserdioden in einen Nx1 Faserkoppler eingespeist. Hierbei werden N Eingangsfasern zu einer einzelnen Ausgangsfaser kombiniert, an welcher am Faserende bereits durch additive Farbmischung mit einem entsprechenden Mischungsverhältnis ein weißer Farbeindruck entsteht.

Zusammenfassend zeigte sich eine Umsetzbarkeit des polychromatischen Festkörperlasers. Der emittierte Strahlungsfluss im ersten Ansatz reicht für eine Beleuchtungsanwendung jedoch nicht aus. Für den zweiten Ansatz hingegen zeigt sich eine Eignung zur Verwendung in einem hochauflösten Scheinwerfer. Durch den hohen zur Verfügung stehenden Lichtstrom ergibt sich die Möglichkeit einer Vergrößerung des Ausleuchtungsbereiches auf der Straße im Vergleich zu heutigen DMD-Scheinwerfersystemen. Somit bietet diese Lichtquelle im Automobil das Potenzial, alle Lichtfunktionen adaptiv an die Fahrsituation aus einem einzelnen Modul zu realisieren.

Julien Hansen

Remote-Laser-Light source for high resolution headlamp systems

Defense: March 18th, 2019

The aim of this work was to use the advantages of laser radiation, in order to realize an efficient separation of the light source from the high resolution head lamp system using glass fibers. There are two approaches to realize the Remote-Laser-Light Source, which has been considered.

In the first approach a Pr:YLF solid state laser was developed, which emits the three primary colors red, green and blue out of one resonator setup, in order to generate a permitted white light for automotive headlamps by additive color mixing. Another approach dealt with red, green and blue laser diodes that were coupled into a Nx1 fiber coupling element. The N input fibers are combined to a single output fiber, where a white light impression arises for an appropriate ratio of these spectral components due to additive color mixing.

A proof of principle of the polychromatic solid state laser was demonstrated, with future work required for increasing the emitted radiant flux for lighting applications. The second approach shows a good suitability for an application in a high resolution head-lamp system. Due to the high luminous flux there is the possibility to increase the field of view on the street in comparison to current DMD-headlamp systems. Therefore this light source offers the potential to realize all light functions adaptive for any situation out of one headlamp module.

4.3 Veröffentlichungen und Vorträge

Publications and presentations

Barkholdt, F.; Broszio, K.; Völker, S.

Aufbau eines Versuchsraumes für Probandenversuche im Bereich NIF und dessen lichttechnische Charakterisierung

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Broszio, K.

Impact of light incidence on acute alertness

4th Summer School for Human Factors 2018, 12.10.2018, TU Berlin &

Jahressitzung des Vereins zur Förderung des Fachgebietes Lichttechnik, 25.02.2019, TU Berlin

Broszio, K.; Knoop, M.; Völker, S.

Impact of light incidence on acute alertness

MMI-Interaktiv Nr. 15, 12/2018, pp. 17-19; ISSN 1439-7854, OpenAccess http://www.mmi-interaktiv.de/de/fileadmin/mmi-interaktiv.de/Ausgabe_15/BSSHF_Proceedings_2018.pdf

Broszio, K.; Knoop, M.; Völker, S.

Einfluss der Lichteinfallrichtung auf die akute Aufmerksamkeit

10. Symposium Licht und Gesundheit 2019, Dortmund, 03.04.2019, baua: Bericht Tagungsdokumentation 10. Symposium Licht und Gesundheit, OpenAccess <https://doi.org/10.21934/baua:bericht20190201>, oder www.baua.de/dok/8813398

Broszio, K.; Knoop, M.; Völker, S.

Impacto del ángulo de incidencia de la luz en la vigilancia

XLV Simposium Nacional de Alumbrado 2019, 09.05.2019, Tagungsband ISBN 978-84-09-10067-5, Pamplona (Iruña), Spanien

Broszio, K.

Non-Image-Forming Effects of Light

Day of Light @UniSa - Unusual generation and perception of light in everyday life, 30.05.2019, Universität Salerno, Italien

Broszio, K.; Knoop, M.; Völker, S.

Kann eine Richtungsabhängigkeit nicht-visueller Wirkungen von Licht während des Tags mittels psychologischer Tests gezeigt werden?

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Buschmann, S.

Neue Messmethode zur Berechnung von Reflexionseigenschaften von Straßendeckschichten

Expertenforum für Außenbeleuchtung der LiTG, 15.10.2018, Berlin

Buschmann, S.

Vorteile adaptiver Beleuchtung mit multivariablen LVK-Leuchten – im Kontext autonomen Fahrens

TRILUX Außenbeleuchtungsforum.nrw 2019, 04.04.2019, Bochum

Diakite, A. K.; Knoop M.

Importance of Prevailing Sky Conditions and Building Orientation for the Assessment of Spectral Daylight Characteristics on Façades

PLEA 2018, 10.12.2018, Hong Kong, China

Giuliani, F.; Sokol, N.; Lo Verso, V.; Caffaro, F.; Diakite, A. K.; Viula, R.; Paule, B.

Daylighting Education In Practice Verification of a New Goal Within a European Knowledge Investigation

PLEA 2018, 11.12.2018, Hong Kong, China

Diakite, A. K.; Knoop, M.

Data-driven spectral sky models: A review

Journal of the International Colour Association, 2019, 23, S. 55–61, ISSN 2227-1309, https://www.aic-color.org/resources/Documents/jaic_v23_06.pdf

Diakite, A. K.

Integrated Solutions for Daylight and Electric Lighting

Presenting IEA SHC Task 61 / EBC Annex 77, Invited talk at the 4th task experts meeting of the IEA PVPS task 16 / SolarPACES Task V, 03.04.2019, Utrecht, The Netherlands

Diakite, A. K.

Light Up! Measuring and modeling daylight for design applications

Invited talk at the King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), 26.06.2019, Bangkok, Thailand

Diakite, A. K.; Knoop, M.

A Data-Driven Colorimetric Analysis of the CIE Standard General Skies

In: Proceedings of CIE 2019, Quadrennial Meeting, June 2019, Washington, USA, p 353–362, doi: 10.25039/x46.2019.OP49

Diakite, A. K.

Spectral sky models for advanced simulations

Invited talk at the industry workshop of the IEA SHC Task 61/ EBC Annex 33 on Integrated Solutions for Daylighting and Electric Lighting, 16.09.2019, Gdańsk, Poland

Eichbrett, N.; Broszio, K.; Völker, S.

Finde den NIF-Supersitzplatz

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Krause, R.; Stange, R.; Roth, H. J.; Kaase, H.; Michalsen, A.; Holick, M. F.

Partial Body UV Exposure in Chronic Kidney Disease and Extrarenal Vitamin D Metabolism

In: Anticancer Research 38 (2018); P 1217 –1219, doi: 21873/anticancerres.12342

Knoop, M.; Broszio, K.; Diakite, A. K.; Liedtke, C.; Niedling, M.; Rothert, I.; Rudawski, F.; Weber, N.
Methods to describe and measure lighting conditions in experiments on non-image-forming aspects

LEUKOS, 2019, doi: 10.1080/15502724.2018.1518716

Knoop, M.; Stefani, O.; Bueno, B.; Matusiak, B.; Hobday, R.; Wirz-Justice, A.; Martiny, K.; Kantermann, T.; Aarts, M. P. J.; Zemmouri, N.; Appelt, S.; Norton, B.

Daylight: What makes the difference?

In: Lighting Research and Technology. 2019, doi: 10.1177/1477153519869758

Knoop, M.

Dynamic of Daylight

Perspectives on Daylight, ETH Sustainability Winter School, 15.01.2019, Zürich, Switzerland

Knoop, M.; Weber, N.; Diakite, A. K.

Approach to Analyse Seasonal and Geographical Variations in Daylight Illuminants

In: Proceedings of CIE 2019, Quadrennial Meeting, June 2019, Washington, USA, p 195–204, doi: 10.25039/x46.2019.OP31

Krensel, K.

Diginet-PS: Adaptive Beleuchtung und Sensorik im Kontext autonomen Fahrens

Stadt Licht+Verkehr, 27.11.2018, Leipzig

Leontopoulos, M.; Knoop, M.

Analyse von Digitalkameras im Infrarotbereich für die 3D-Rekonstruktion von Personen

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Müller, S.; Knoop, M.

Entwicklung eines Farbkalibrierungssystems für ein Mehrkamerasystem zur 3D Rekonstruktion von Personen

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Rudawski, F.; Knoop, M.

Enhanced Human Centric Lighting – Individuell automatisierte Lichtlösungen mittels eines tragbaren Lichtdosimeters

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Saathoff, B.

Das LEDLabor des Licht-LAB-Laufstegs

Vermittlungstagung des Berliner Zentrums für Industriekultur BZI, 16.11.2018, Berlin & TU Infotage, Lehrkräftefortbildung – vor dem Abi an die Uni, 21.05.2019, Berlin

Schumacher, H.

Results of the NivIL project – interdisciplinary research about non-visual effects of light

Web Conference FOresight-automotive, 20.02.2019

Schumacher, H.

Ortsfestes Markierungslicht

Berliner Unfallkommission, 03.05.2019

Schumacher, H.

Demonstration und Forschung auf dem LED Laufsteg

BASt AK 3.02.02 , 03.06.2019, Köln

Thelen, L.; Broszio, K.; Novotny, P.; Plischke, H.; Völker, S.

Evaluierung der Auswirkungen von klein- und großflächigen Leuchten auf die Melatonin-suppression als Maß für nicht-visuelle Wirkungen von Licht

Lux junior, 14. Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, 07.09.2019, Dörnfeld bei Ilmenau

Völker, S.

Lichteinwirkungen in Form der Raumaufhellung und Blendung

Workshop zum Thema Lichtimmissionen im Straßenraum, Bundesanstalt für Straßenwesen, 20.11.2018, Bergisch Gladbach

Völker, S.

Warum Anwohner nicht über Verkehrssicherheit in der Straßenbeleuchtung urteilen können

Stadt Licht + Verkehr, 27.11.2018, Leipzig &

OCA Anwenderkreis Straßenbeleuchtung, 13.03.2019, Berlin

Völker, S.

Road Safety

Interreg Central Europe Dynamic Light, 26.03.2019, Wismar

Völker, S.

Licht und Gesundheit – was wir darüber wissen und was nicht

In: Tagungsdokumentation, 10. Symposium Licht und Gesundheit, 03.–04.04.2019, Dortmund, S. 12–15, doi: 10.21934/baua:bericht20190201 (online)

Völker, S.

Better road safety through better road lighting

Queensland University of Technology, 16.05.2019, Brisbane, Australia

Völker, S.

New ways to achieve climate aim in roadway lighting

In: Proceedings of CIE 2019, Quadrennial Meeting, June 2019, Washington, USA, p 56–61, doi: 10.25039/x46.2019.OP10

4.4 Mitgliedschaften in Gremien und Fachausschüssen Board and committee memberships

Aydinli, S.

DIN NA 005-56-20 GA Normenausschuss Lichttechnik,
Arbeitsausschuss Energetische Bewertung von Gebäuden

Broszio, K.

LiTG FA EFI LiTG Expertenforum Innenbeleuchtung
DIN NA 058-00-27 AA Normenausschuss Lichttechnik,
Arbeitsausschuss Wirkung des Lichts auf den Menschen
CIE JTC 14 Joint TC 14 Integrative Lighting

Buschmann, S.

LiTG FA EFA LiTG Expertenforum Außenbeleuchtung

Diakite, A.

IEA SHC Task 61 IEA SHC Task 61/EBC Annex 33 on
Integrated Solutions for Daylighting and Electric Lighting

Knoop, M.

CIE Div. 3 Vorstand | Executive board & Associate Director Daylight
CIE Division 3, Interior Environment and Lighting Design
CIE JTC 4 Joint TC 4, Benefits of daylight
CIE JTC 7 Joint TC 7, Discomfort caused by glare from luminaires
with a non-uniform source luminance
CEN WG 11 Arbeitsgruppe 11 der CEN/TC 169, Daylighting
DIN NA 058-00-06 Normenausschuss Lichttechnik,
Arbeitsausschuss Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht
DIN NA 041-01-08 Normenausschuss Lichttechnik,
Arbeitsausschuss Meteorologische Daten
Daylight Academy Mitglied | Founding member

Völker, S.

LiTG Vorsitzender | Executive board LiTG-BG Berlin-Brandenburg,
Vorstandsmitglied | Board member
LiTG FA EFA LiTG Expertenforum Außenbeleuchtung
LiTG TWA Technisch-Wissenschaftlicher-Ausschuss der LiTG
FNL DIN Sprecher | Speaker der Hochschulen im
Fachnormenausschuss Lichttechnik des DIN
CIE DNK Lenkungsausschuss des Deutschen Nationalen Komitees der CIE
CIE TC 4-33 Vorsitzender | TC Chair Technisches Komitee TC 4-33 der CIE,
Discomfort Glare in Road Lighting

CIE JTC 1	CIE, Joint TC 1, Anwendungsfelder Mesopisches Sehen
CIE TC 4-50	Vorsitzender TC Chair Technisches Komitee TC 4-50 der CIE, Road Surface Characterization for Lighting Applications
CIE TC 4-52	Technisches Komitee TC 4-52 der CIE, Lighting for Pedestrians: New Empirical Data
CIE TC 4-53	Technisches Komitee TC 4-53 der CIE, Tunnel Lighting Evolution
CIE TC 4-54	Technisches Komitee TC 4-53 der CIE, Road Lighting for Ageing Drivers

Weber, N.

DIN NA 058-00-06	Normenausschuss Lichttechnik, Arbeitsausschuss Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht
LiTG FA EFTa	LiTG Expertenforum Tageslicht

Zimmermann, I.

DIN NA 058-00-03	stellvertretender Obmann Vice chairman Normenausschuss Lichttechnik, Arbeitsausschuss Photometrie
LiTG TWA	Technisch-Wissenschaftlicher-Ausschuss der LiTG

Schriftenreihe des Fachgebietes Lichttechnik

Hrsg.: Prof. Dr. Stephan Völker, Heike Schumacher

ISSN 2196-338X (print)

ISSN 2198-5103 (online)

- 1: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2012. - 2013. - 61 S.
ISBN 978-3-7983-2517-3 (print) EUR 5,80
ISBN 978-3-7983-2518-0 (online)
- 2: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2013. - 2014. - 67 S.
ISBN 978-3-7983-2667-5 (print) EUR 8,00
ISBN 978-3-7983-2668-2 (online)
- 3: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
8. Symposium Licht und Gesundheit. Eine
Sondertagung der TU Berlin gemeinsam mit
DAfP und LiTG; 19. und 20. März 2014,
Messegelände Berlin. - 2014. - 201 S.
ISBN 978-3-7983-2671-2 (print) EUR 12,50
ISBN 978-3-7983-2672-9 (online)
- 4: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2014. - 2015. - 64 S.
ISBN 978-3-7983-2747-4 (print) EUR 8,00
ISBN 978-3-7983-2748-1 (online)
- 5: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
**UNILED – Erfassung und Beseitigung von
Innovationshemmnissen beim Solid State
Lighting.** Ausgewählte Ergebnisse des
Forschungsvorhabens. - 2015. - 272 S.
ISBN 978-3-7983-2707-8 (print) EUR 15,00
ISBN 978-3-7983-2708-5 (online)
- 6:** noch nicht erschienen
- 7: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2015/2016. - 2016. - 62 S.
ISBN 978-3-7983-2834-1 (print) EUR 9,00
ISBN 978-3-7983-2835-8 (online)
- 8: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
9. Symposium Licht und Gesundheit.
Abstracts. - 2016. - 75 S.
ISBN 978-3-7983-2866-2 (print) EUR 8,00
ISBN 978-3-7983-2867-9 (online)
- 9: Bense, Silvia: Messtechnische Bewertung
weißer LED-Leuchten.** Gonio-spektralradio-
metrische Untersuchung räumlicher Farb-
unterschiede. - 2017. - 118 S.
ISBN 978-3-7983-2910-2 (print) EUR 13,00
ISBN 978-3-7983-2911-9 (online)
- 10: Völker, Stephan: Blendung durch Kfz- Schein-
werfer im nächtlichen Straßenverkehr.** Ein
Review bis 2006 – Beschreibung, Maßzahlen,
Bewertungsmethoden. - 2017. - 172 S.
ISBN 978-3-7983-2956-0 (print) EUR 15,00
ISBN 978-3-7983-2957-7 (online)
- 11: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2016/2017. - 2017. - 52 S.
ISBN 978-3-7983-2930-0 (print) EUR 8,00
ISBN 978-3-7983-2931-7 (online)
- 12: Völker, Stephan; Schumacher, Heike (Hrsg.):**
Jahresbericht 2017/2018. - 2018. - 68 S.
ISBN 978-3-7983-2997-3 (print) EUR 9,00
ISBN 978-3-7983-2998-0 (online)
- 13: Niedling, Mathias: Zum Einfluss des Spektrums
auf die Blendung.** Untersuchungen zur Wirkung
des kurzwelligen Strahlungsanteils auf die physi-
ologische und psychologische Blendung. -
2019. - 173 S.
ISBN 978-3-7983-3032-0 (print) EUR 14,00
ISBN 978-3-7983-3033-7 (online)
- 14: Hansen, Julien: Remote-Laser-Lichtquelle für ein
hochauflöstes Scheinwerfersystem.** -
2019. - XIV, 301 S.
ISBN 978-3-7983-3082-5 (print) EUR 19,50
ISBN 978-3-7983-3083-2 (online)

Jahresbericht 2018/2019
Annual Report 2018/2019

Der Jahresbericht informiert über Lehrveranstaltungen, aktuelle Forschungsvorhaben und Projekte am Fachgebiet und gibt einen Überblick über Mitarbeiter, Publikationen und Gremientätigkeiten.

The annual report informs about lectures and current research projects at the chair and gives an overview of the colleagues, their publications and committee work.

ISBN 978-3-7983-3113-6 (print)

ISBN 978-3-7983-3114-3 (online)



ISBN 978-3-7983-3113-6



<http://verlag.tu-berlin.de>