



**DAfP**

Deutsche Akademie  
für Photobiologie und  
Phototechnologie e.V.

Gesellschaft für technische und medizinische Anwendungen  
optischer Strahlung

## VORTRAGSMAPPE

**DAfP**

**Deutsche Akademie für Photobiologie  
und Phototechnologie e. V.**

Gesellschaft für technische und medizinische  
Anwendung  
optischer Strahlung

**13. Symposiums der DAfP**

**„Licht für den Arbeitsplatz“**

**am 10. und 11.04.2008**

Residenzschloss Darmstadt  
64287 Darmstadt



## **Inhalt**

Priv. Doz. Dr. Peter Flesch, Osram GmbH <b>Plasmastrahlungsquellen</b>	<b>4</b>
Dr. habil. Roland Heinz, Philips Licht Hamburg <b>Lichtquellen für den Arbeitsplatz der Zukunft</b>	<b>5</b>
Dr. Cornelia Vandahl, Technische Universität Ilmenau <b>Effiziente Beleuchtungssysteme am Arbeitsplatz</b>	<b>6</b>
Dr. Helmut Piazena, Klinik für Psychiatrie <b>Biologische Wirkung des Lichtes - circadiane Rhythmik, Winterdepressionen und Jetlag</b>	<b>7</b>
Dipl.-Psych. Myriam Juda, Ludwig-Maximilians - Universität München <b>Gesundheit der Schichtarbeit unter Berücksichtigung verschiedener Chronotypen</b>	<b>9</b>
Prof. Irtel, Universität Mannheim <b>Farbe und Emotionen</b>	<b>10</b>
Prof. Ch. Schierz, Technische Universität Ilmenau <b>Licht für ältere Menschen</b>	<b>11</b>
Christian Heinze, Fachhochschule Schmalkalden <b>Simulation des Einflusses monochromatischen blauen LED-Lichts auf den menschlichen Schlaf-Wach-Rhythmus und der Adaption von Schichtarbeit</b>	<b>12</b>
Dr. Frank Schmid, Diehl Aerospace <b>Lichtdesign in modernen Flugzeugkabinen</b>	<b>13</b>
Dr. Herbert Wambsganß, Hella Innenleuchten Systeme GmbH, Wembach <b>Licht im Fahrzeuginnenraum</b>	<b>14</b>
Dr. Alf Burau, Siemens VDO Automotive AG, Babenhausen <b>Beleuchtung von Displays in Kfz-Instrumenten mit LED's</b>	<b>15</b>
Prof. Dr.-Ing. habil. Tran Quoc Khanh, Technische Universität Darmstadt <b>Europäische und Deutsche Straßenbeleuchtung – neue Entwicklungstendenzen unter Berücksichtigung der energetischen Effizienz Aspekte</b>	<b>16</b>
Prof. Dr. Karl Hönle, Fa. Dr. Hönle AG <b>Beleuchtung und Detail-Erkennbarkeit</b>	<b>17</b>
PD Dr. Michael Lebert, Universität Erlangen <b>Beleuchtung und automatische Bildverarbeitung</b>	<b>18</b>
Prof. Dr. Stephan Naser, Hochschule Darmstadt <b>Moderne Bildverarbeitungssysteme und optoelektronische Lösungen für industrielle Inspektion und Qualitätskontrolle</b>	<b>19</b>
<b>Postervortrag 1</b> Drozdov L.A., Kostouchenko S.S., Startsev A.A, Sokolov D. V., LIT Technology <b>THE FEATURES OF ELECTRODE UNITS OF LOW PRESURE POWER DISCHARGE LAMPS.</b>	<b>20</b>
<b>Postervortrag 2</b> Dieter Kockott, Helmut Piazena, Rüdiger Goldau <b>MEASUREMENT AND ASSESSMENT OF RADIATION RESPONSIBLE FOR MELATONIN SUPPRESSION</b>	<b>25</b>
<b>Postervortrag 3</b> Zeynep Özver-Krochmann, PRC Krochmann <b>ÜBERPRÜFUNG VON LICHT UND STRAHLUNG AM ARBEITSPLATZ</b>	<b>28</b>
Anschriften der Autoren	<b>30</b>

# Plasmastrahlungsquellen

Priv. Doz. Dr. Peter Flesch  
OSRAM GmbH

Plasmastrahlungsquellen sind allgegenwärtig, auch wenn uns das nicht immer bewusst ist. Plasmastrahlungsquellen zur Lichterzeugung werden in zwei Hauptklassen unterteilt: Niederdruck- und Hochdruckentladungslampen.

Zu den Niederdruckentladungslampen zählen die Leuchtstofflampen und Natriumniederdrucklampen. Leuchtstofflampen, entweder in der stabförmigen Ausführung oder als kompakte Energiesparlampen, basieren auf einer Quecksilberniederdruckentladung. Durch sie wird sehr effizient UV-Strahlung erzeugt. Die UV-Strahlung wird mit Hilfe von Leuchtstoffen in sichtbares Licht umgewandelt. Diese Umwandlung stellt einerseits einen wesentlichen Verlustmechanismus dar, andererseits ermöglicht diese Transformation der UV-Strahlung eine große Flexibilität zur Optimierung des Lichts, zum Beispiel in Bezug auf Effizienz oder auf Farbwiedergabe. Der zweite große Vertreter von Niederdruckentladungslampen ist die Natriumniederdruckentladung. Hier wird Natrium zum Leuchten angeregt. Die Strahlung von Natrium liegt bereits im sichtbaren Bereich, und zwar mit 589nm nahe am Maximum der  $V(\lambda)$ -Kurve. Die Strahlung ist monochromatisch im gelb-orangen Bereich, daher können unter diesem Licht keine Farben unterschieden werden. Dafür ist die Natriumniederdruckentladung die effizienteste Lichtquelle mit großem Marktanteil. Allgemein zeichnen sich alle Niederdruckentladungslampen durch ihre relativ große Bauform aus, d.h. Niederdruckentladungslampen sind keine Punktlichtquellen.

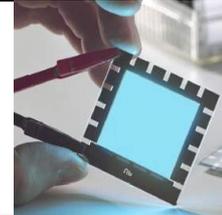
Genau das ist einer der Vorteile von Hochdruckgasentladungslampen. Mit Hochdruckgasentladungslampen lassen sich Lichtquellen hoher Leuchtdichte realisieren, d.h. es wird viel Licht in einem kleinen Volumen erzeugt. Typische Vertreter von Hochdruckgasentladungslampen sind Quecksilberhochdruck-, Metallhalogenid- und Natriumhochdrucklampen. Quecksilberhochdrucklampen strahlen im sichtbaren Spektrum, allerdings fehlen die langen Wellenlängen, d.h. der Rotanteil. Um diesen Rotanteil zu erzeugen, kann die ebenfalls erzeugte UV-Strahlung mit Hilfe eines Leuchtstoffs in rotes Licht umgewandelt werden. Eine weitere Möglichkeit ist das Zusammenschalten mit einer Glühlampe, die gleichzeitig als strombegrenzendes Element dieser Schaltung fungieren. Da die Glühlampe vor allen Dingen im roten Spektralbereich strahlt, ergänzen sich diese beiden Lichtquellen sehr gut. Die dritte Methode ist die Erhöhung des Drucks auf 100 bar und mehr. Bei einem derart hohen Druck kommen auch bei Quecksilber rote Strahlungsanteile hinzu. Schließlich kann durch Zugabe von Metallen in Form von Metallhalogeniden das Spektrum im sichtbaren Bereich optimiert werden. Dies sind die so genannten Metallhalogenidlampen. Durch die geeignete Auswahl von zugesetzten Metallen kann das Spektrum nach Wunsch angepasst werden. Die Lampen haben eine hohe Effizienz bei gleichzeitig guter bis sehr guter Farbwiedergabe. Als letzte Hochdruckgasentladungslampe sei hier noch die Natriumhochdruckentladung erwähnt. Auch hier wird das Spektrum durch Druckerhöhung verändert. Die Farbwiedergabe verbessert sich mit steigendem Druck, die Effizienz geht dafür aber zurück.

Zu allen hier aufgeführten Plasmastrahlungsquellen werden physikalische Hintergründe und technische Ausführungen besprochen.



## LEDs und OLEDs Lichtquellen für den Arbeitsplatz der Zukunft ?

Dr. habil. Roland Heinz  
Philips Lighting & TU Graz



Anorganische und organische LEDs in den letzten 10 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Während farbige und weiße anorganische LEDs bereits in der Innenbeleuchtung einen festen Stellenwert erobert haben, befindet sich die Fertigung organischer Lichtemittierender Dioden (OLEDs) noch in der industriellen Wachstumsphase. Dominant sind dabei in 2008 noch immer die Displayanwendungen – vor allem in hand-held-Applikationen - mit einem weltweiten Volumen von etwa 2 Mrd. Euro.

Im Vortrag werden die wichtigsten technologischen Neuerungen bei LEDs und OLEDs im Hinblick auf ihren Einsatz in der Innenbeleuchtung vorgestellt. In einer kritischen Diskussion wird ihr Potenzial für die Arbeitsplatzbeleuchtung in den nächsten Jahren abgeschätzt.



### Referenzen

- (1) Grundlagen der optoelektronischen Halbleiterbauelemente, H.-G. Wagemann/A. Schmidt  
Teubner Verlag, 1998, S. 166 ff.
- (2) Inorganic light emitting diodes: a technological overview, R. Heinz, K. Wachtmann, *light & engineering* 11(2), 2003, S. 13-21.
- (3) Grundlagen der Lichterzeugung, Von der Glühlampe bis zum Laser, R. Heinz, *Highlight-Verlag*, 2004, S. 67ff.
- (4) Organic light emitting diodes, J. Kalonowski, ISBN 0824759478, 2004.
- (5) LED-Technik: Lichterzeugung mit organischen Werkstoffen - OLEDs für Displays und Allgemeinbeleuchtung, R. Heinz, *Licht* 1-2, 2007.
- (6) The evolution of organometallic complexes in light-emitting devices, M. Thompson, *MRS Bulletin*, 23, 09-2007, S. 694-701.
- (7) Highly Efficient OLEDs with Phosphorescent Materials, H. Yersin, Wiley-VCH, ISBN 9783527405947, 2007.

# Effiziente Beleuchtungssysteme am Arbeitsplatz

Dr. Cornelia Vandahl  
TU Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

Die Ansprüche an heutige Beleuchtungssysteme sind sehr hoch. Zum einen möchte der Nutzer optimale Bedingungen für das Sehen und das Wohlbefinden, zum anderen rückt auch der Gedanke der Energieeffizienz immer mehr in den Vordergrund. In der letzten Zeit entstand der Eindruck, dass sich alle anderen Ansprüche dem Energiesparen unterordnen müssen. Das liegt auch daran, dass sich Lichtqualität nicht einfach beschreiben lässt, der Energiebedarf dagegen immer sofort augenscheinlich wird.

Neue Erkenntnisse zu biologischen Lichtwirkungen und auch die rasante Entwicklung der technischen Möglichkeiten führen zu immer mehr Gestaltungsmöglichkeiten bei den Leuchtsystemen. Ziel sollte natürlich immer eine qualitativ hochwertige und energieeffiziente Beleuchtung sein. So ist es mit modernen Lichtsteuerungen möglich, das künstliche Licht dem vorhandenen Tageslicht anzupassen, was zu einem hohen Sparpotenzial führen kann.

Vorgelegt werden Untersuchungen zur differenzierten Beleuchtung verschiedener Arbeitsbereiche und zu dynamischen Beleuchtungssystemen. Darin wurden die Ansprüche der Nutzer bezüglich Helligkeitsverteilung, Lichtfarbenpräferenzen und zeitlichen Verläufen ermittelt. Die Ergebnisse werden hinsichtlich ihrer Energieeffizienz diskutiert. Weiterhin wird ein von der TU Ilmenau entwickeltes Bewertungsverfahren vorgestellt, mit dem die Lichtqualität quantitativ beschreibbar ist.

# **BIOLOGISCHE WIRKUNGEN DES LICHTES – CIRCADIANE RHYTHMIK, WINTERDEPRESSION UND JETLAG**

Dr. Helmut Piazena  
Charité – Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Psychiatrie

Die Lebensfunktionen des Menschen wie auch der Tiere und Pflanzen sind komplex und verlaufen in Rhythmen mit unterschiedlichen Perioden, für die interne Zeitgeber zur Ordnung, Optimierung und Aufrechterhaltung der Stoffwechsel- und Austauschprozesse auf zellulärer Ebene und zwischen den Organen existieren wie auch Schrittmacher („Uhren“), die durch externe Zeitgeber zur Anpassung des Organismus an zeitliche Strukturen der Umweltbedingungen gesteuert werden. Während Rhythmen mit Perioden im Bereich von Millisekunden bis Stunden keinen oder nur mittelbar äußeren Einflüssen unterliegen, werden circadiane Rhythmen mit Perioden im Bereich von 24 Stunden und circannuale Rhythmen durch zyklische Änderungen wesentlicher Umweltparameter bestimmt, die dabei als Zeitgeber wirken. Für den Menschen und für zahlreiche Tiere sind der zeitliche Eintritt und die tägliche Dauer der Überschreitung relevanter Schwellenwerte der Solarstrahlung („Schwellenzeit“ und „Hellphasendauer“) die wichtigsten natürlichen Zeitgeber, die den zentralen Schrittmacher im *Nucleus suprachiasmaticus* (SCN) über die Augen zur Synchronisation der circadian rhythmisch verlaufender Prozesse erreichen. Beispiele sind u. a. die täglichen periodischen Änderungen der Körperkerntemperatur und des Blutdrucks, die Sekretion verschiedener Hormone, Stoffwechselprozesse, Wach- und Ermüdungszustände und die Leistungsfähigkeit.

Die Schwellenzeit wie auch die Hellphasendauer der solaren Einstrahlung an der Erdoberfläche sind astronomisch bedingten, systematischen interdiurnen Änderungen unterworfen, die von der geographischen Breite und von der Jahreszeit abhängen, und zusätzlich durch Schwankungen mit unterschiedlichen Zeitskalen infolge wechselnder Wetterlagen und Bewölkungsszenarien moduliert werden. Zum Schutz vor Desynchronisationen der circadianen Rhythmik reagiert der zentrale Schrittmacher daher träge auf kurzfristige Schwankungen des Zeitgebers. Jedoch erfolgt im Frühjahr tendenziell ein „Vorstellen“ der inneren Uhr durch täglich früher erreichte Schwellenwerte und Verlängerungen der Hellphasendauer. Im Herbst hinkt der Zeitgeber dem Schrittmacher tendenziell nach, während sich die Hellphasendauer verkürzt und insbesondere im Winter im Fall der häufig auftretenden Wetterlagen mit Starkbewölkung bei steigender geographischer Breite immer kleiner ausfällt. So verbleiben in diesen Situationen selbst bei uneingeschränktem Einfallswinkel der Sonneneinstrahlung in die Augen im Dezember/Januar auf 48 °N (z.B. München) nur noch etwa vier Stunden (10 – 14 Uhr), auf 52 °N (z.B. Berlin) noch etwa zwei Stunden (11 – 13 Uhr) für Außenaufenthalte zur Stimulation des Schrittmachers eines jungen Erwachsenen, während die Einstrahlung auf 54 °N (z.B. Rügen) und polwärts nicht mehr ausreicht, um die Schwellenwerte zu überschreiten. Auf Grund der mit dem Alter abnehmenden Transparenz der Augenmedien sind die corneale Bestrahlungsstärke wie auch die mit ihr bei gegebenem Raumwinkel der einfallenden Strahlung korrelierte corneale Strahldichte altersabhängig zu erhöhen, um die effektive retinale Schwellenbestrahlungsstärke zur Stimulation des Schrittmachers zu erreichen. Für Senioren sind die Möglichkeiten zur Synchronisation der circadianen Rhythmik (Entrainment) durch Außenaufenthalte daher zusätzlich begrenzt. Zu berücksichtigen sind ferner Einschränkungen der Zeitgeberwirkung des Tageslichtes bei Aufhalten in Innenräumen, in denen u. a. geometrische Begrenzungen des Strahlungsfeldes vorliegen und nur ein Teil der im Freien gegebenen Bestrahlungsstärke und Strahldichte ankommt.

Synchronisationsstörungen der circadianen Rhythmik bedingt durch zu große interdiurne Änderungen wie auch durch unterschwellige Beträge können bei gegebener Prädisposition zu Störungen vegetativer Funktionen, von Stoffwechsel- und regenerativen Prozessen, der Leistungsfähigkeit, des Schlaf-Wach-Rhythmus (*Jetlag*) wie auch zu depressiven Zuständen (*Winterdepression/Saisonal Affected Disorder (SAD)*) führen. Hiermit im Zusammenhang stehen erhöhte Fehlerquoten und Unfallzahlen, saisonal abhängige Häufungen von Alkoholmissbrauch und von Suiziden sowie im Fall häufig auftretender Störungen der circadianen Rhythmik nachfolgende Erkrankungen. Beobachtet wurden u. a. erhöhte Inzidenzen von Brustkrebs bei Frauen und Prostatakrebs bei Männern in Berufsgruppen mit Schichtarbeit, die möglicherweise mit der Suppression des Hormons Melatonin durch Licht zur falschen Tageszeit in Verbindung steht. Melatonin ist einer der effektivsten Radikalfänger und besitzt onkostatistische Eigenschaften. Darüber hinaus bildet die Melatoninsuppression durch Licht eine der wesentlichsten Komponenten der Steuerung der circadianen Rhythmik des Menschen. Hierfür wurden im Jahre 2001 Photorezeptoren mit großflächiger Verteilung auf der Retina identifiziert, deren spektrale Absorptionseigenschaften von denen der für die Sehfunktionen verantwortlichen Stäbchen und Zapfen abweichen und die Einführung einer „circadianen Metrik“ zur Bewertung von Lichtquellen und -expositionen begründen. Als Zeitgeber treten „circadiane“ retinale Bestrahlungsstärken oberhalb eines Schwellenwertes zur Unterdrückung der Melatoninsynthese und oberhalb einer erforderlichen Expositionsdauer zum Abbau des vorhandenen Melatonins durch den Stoffwechsel auf.

Da die Melatoninsuppression aufgrund ihrer Zeitgeberwirkung je nach Tageszeit erwünscht oder auch unerwünscht ist, und die Sonneneinstrahlung jahreszeitlich, geographisch, wetterbedingt ungeeignet oder bei Aufenthalt in Innenräumen unzureichend ausfallen kann, besteht die Notwendigkeit, Lichtquellen und Beleuchtungskonzepte zu entwickeln, die einerseits den Erfordernissen der visuellen Wahrnehmung genügen, andererseits aber geeignet sind, die Melatoninsuppression zu stimulieren oder unbeeinflusst zu lassen.

Die Steuerung der Melatoninsuppression kann abhängig vom Alter und vom Gesundheitszustand der Personen durch Auswahl der Spektralverteilung, des Raumwinkels, der Strahldichte und der Bestrahlungsstärke des in die Augen eintretenden („cornealen“) Lichtes wie auch durch die Anwendungsdauer erfolgen. Allerdings sind die Möglichkeiten, Verkleinerungen des Raumwinkels durch Vergrößerungen der Strahldichte zu kompensieren, aufgrund von Sättigungseffekten der Rezeptoren begrenzt.

# **Gesundheit von Schichtarbeitern unter Berücksichtigung verschiedener Chronotypen**

Myriam Juda<sup>1</sup> und Till Roenneberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Ludwig-Maximilian-University, Munich, Germany;*

Die Frage, ob Schichtarbeit gesundheitlich Folgen hat, wird immer aktueller. Mittlerweile sind bis zu 20% der arbeitenden Bevölkerung von Schichtarbeit betroffen und die oft vorausgesagten, gesundheitlichen Gefahren durch Schichtarbeit werden zunehmend durch wissenschaftliche Studien erhärtet. Ein Hauptgrund für die gesundheitlichen Folgen der Schichtarbeit ist die Tatsache, dass sich die innere Uhr nicht auf die künstlichen Arbeitszeiten umstellt. In Feldstudien untersuchen wir wie die innere Uhr individueller Chronotypen einer Belegschaft durch Schichtwechsel beeinflusst wird und in wie weit diese für Gesundheitsbeschwerden verantwortlich sind. Hierzu erheben wir Daten über Schlaf-/Wachverhalten (getrennt für Arbeits- und freie Tage), über den momentanen Gesundheitszustand, sowie der sozialen und häuslichen Situation von Schichtarbeitern unter Berücksichtigung verschiedener Chronotypen. Ziel dieser Studie ist die Ausarbeitung von Empfehlungen die eine optimale individuelle Schichteinteilung ermöglichen und damit die gesundheitliche Verträglichkeit von Schichtarbeit erhöhen. Dies gilt insbesondere für die Nachtarbeit.

# Farbe und Emotionen

Prof. Dr. Hans Irtel  
Universität Mannheim - Fakultät für Sozialwissenschaften

Farbe ist eine Empfindung. Die visuellen Aspekte dieser Empfindung sind Gegenstand der Farbmeterik. Eine umfassende Untersuchung von Farben darf nicht-visuelle Aspekte nicht außer Acht lassen. Dazu gehören die emotionalen Aspekte der Farbempfindungen. Die Verbindung von Farbe und Emotionen wurde häufig in einer eher qualitativen Weise untersucht. Dabei wird versucht, eine Verknüpfung von bestimmten Emotionen mit bestimmten Farben herzustellen, so als könnte eine bestimmte Farbe eine bestimmte Emotion auslösen. Unser Zugang ist dagegen eher quantitativer Natur. Voraussetzung dafür ist ein quantitatives Konzept von Emotionen wie es die so genannte Dimensionale Theorie der Emotionen darstellt. Danach lassen sich Emotionen durch die Dimensionen Valenz, Erregung und Dominanz beschreiben. ‚Valenz‘ beschreibt den Lust-Unlust-Aspekt von Emotionen, ‚Erregung‘ die Intensität und ‚Dominanz‘ das Gefühl der Unterordnung bzw. der Dominanz in einem emotionalen Zustand.

In unseren experimentellen Untersuchungen wird versucht, Zusammenhänge zwischen Attributen von Farben, wie sie aus der Farbmeterik bekannt sind, und diesen Dimensionen des emotionalen Erlebens zu identifizieren. Zur Messung der emotionalen Zustände wird ein sprachfreies und gut validiertes Instrument der Selbstbeobachtung benutzt.

Wir finden, dass die emotionale Wirkung von Farben sehr viel stärker vom Chromawert als vom Farbton abhängt. Diese Zusammenhänge treten noch deutlicher hervor, wenn man statt einer farbmeterischen Chromaskala kategoriale Chromawerte benutzt, wie sie etwa im ISCC-NBS-System verwendet werden. Je höher das Chroma einer Farbe, umso höher die Valenz und die Erregung der von ihr erzeugten emotionalen Zustände. Im Gegensatz zu photographischen Bildern mit semantischem Inhalt können einzelne Farben keine Emotionen auslösen, die negativ bewertet sind und gleichzeitig eine hohe Erregung erzeugen. Die Effekte auf der Dimension der Dominanz sind zu vernachlässigen.

Beobachter sind nicht immer in der Lage, visuelle von anderen Wirkungen von Farben zu unterscheiden. So finden wir etwa beim Vergleich von kleinen und sehr großen Farbfeldern, dass die Unterschiede im Farbabgleich überraschend gering, in der emotionalen Wirkung aber signifikant sind: Ein Farbreiz wird in einem kleinen Feld positiver bewertet als in einem sehr großen Feld, wirkt aber in einem großen Feld erregender als im kleinen Feld. Die unterschiedliche Wirkung von Farben in verschieden großen Flächen ist also vermutlich eher auf die emotionale als die farbmeterische Wirkung zurückzuführen. Weitere Ergebnisse experimenteller Untersuchungen werden auf der Tagung berichtet.

# Licht für ältere Menschen

Univ.-Prof. Dr. Christoph Schierz

TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Lichttechnik

In den letzten Jahren nimmt in allen westlichen Ländern der Anteil der älteren Personen an der Bevölkerung ständig zu. Viele der Altersbeschwerden haben sich dank dem medizinischen Fortschritt in spätere Lebensjahre verschoben und die beschwerdefrei nutzbare Lebenszeit hat sich verlängert. Für das Sehen gilt dies jedoch nur bedingt. Ab einem Alter von 45 wird das Lesen schwieriger und der Bedarf nach mehr Licht nimmt zu. Licht dient aber nicht nur dem Sehen, sondern es kann via das Auge auch biologische Prozesse günstig zu beeinflussen. Im Alter werden diese Prozesse durch eine reduzierte Transmission des Auges behindert.

## Altersbedingte Verluste der Sehleistung

Mit zunehmendem Alter verringert sich die Funktionalität des Mechanismus im Auge, der das Scharfsehen in unterschiedlichen Distanzen ermöglicht (Alterssichtigkeit). Daher wird das Lesen in der Nähe immer schwieriger. Die Fähigkeit, einzelne kleine Details zu unterscheiden, das heißt die Sehschärfe, wird in der Nähe besonders ab dem 45. Lebensjahr geringer. Dieser Verlust kann teilweise mit einer Lesebrille behoben werden; im hohen Alter kommen aber unwiederbringliche Verluste in der Struktur der Netzhaut hinzu. Hinzu kommt eine ständige Herabsetzung der Lichtdurchlässigkeit des Auges. So benötigen über 60-Jährige bis zu doppelt so hohe Intensitäten wie in jungen Jahren, damit auf der Netzhaut gleich viel Licht ankommt. Zusätzliches Licht hilft aber auch gegen die Alterssichtigkeit, da es die Pupille verkleinert und damit die Schärfentiefe vergrößert.

Eine weitere Veränderung des Auges mit dem Alter ist die Zunahme der Anzahl Trübungen in den Augenmedien. Diese bewirken, dass ein Teil des einfallenden Lichtes im Auge gestreut wird und damit die Abbildung auf der Netzhaut störend überlagert. Man spricht von physiologischer Blendung, welche die Sehleistung weiter vermindert. Generell sind ältere Menschen blendempfindlicher und fühlen sich durch intensive Lichtquellen im Gesichtsfeld gestört.

## Altersbedingte Behinderung biologischer Lichtwirkungen

Licht steuert über das Auge die innere Uhr des Menschen und aktiviert. Dafür ist der blaue, kurzwellige Bereich des Lichtspektrums besonders wirksam. Der Verlust an Durchlässigkeit des Auges, insbesondere der Augenlinse mit zunehmendem Alter, betrifft gerade diesen Spektralbereich besonders stark. Die spektral abhängige Veränderung der Lichttransmission äußert sich in einer Gelbfärbung der Augenlinse mit zunehmendem Alter. Abgesehen von den Veränderungen des Auges ist es aber auch das veränderte tägliche Verhalten, welches im Alter zusätzlich zum Lichtmangel beiträgt. Wegen ihrer eingeschränkten Mobilität gelangen ältere Menschen oft weniger ans Tageslicht. Dadurch schlummern sie tagsüber mehrmals ein, mit der Folge einer unruhigen Nachtruhe. In Alten- und Pflegeheimen helfen neue blendfreie Beleuchtungskonzepte großer Lichtintensität dem Organismus wieder eine ausgeprägtere Tag-Nacht-Struktur zu geben.

## Schlussfolgerung

Generell stellen die Veränderungen des Sehorgans für ältere Personen eine zunehmende Behinderung beim Sehen von Objekten, der Wahrnehmung von Farben und der Steuerung des Wach-Schlaf-Rhythmus' dar. Durch geeignete Maßnahmen bei der Beleuchtung können viele dieser Veränderungen teilweise oder ganz kompensiert werden. Einige der derzeitigen Vorgaben zur Planung von energieeffizienten Beleuchtungsanlagen laufen aber genau in die umgekehrte Richtung. Ältere Personen werden dadurch daran gehindert, in angemessener Weise am Arbeitsleben und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. Die Bedürfnisse älterer Menschen dürfen nicht einer unbedachten Energie- oder Kosteneffizienz untergeordnet werden.

# **Simulation des Einflusses monochromatischen blauen LED-Lichts auf den menschlichen Schlaf-Wach-Rhythmus und der Adaption von Schichtarbeit**

Dipl.-Inform. (FH) Christian Heinze, Dipl.-Inform. (FH) Sven Schirmer, Prof. Dr. rer. nat. Martin Golz  
Fachbereich Informatik, Fachhochschule Schmalkalden

Die Fähigkeit des Menschen, seinen Schlaf-Wach-Rhythmus (SWR) an stark veränderliche Zeitvorgaben anzupassen, ist eine wichtige Voraussetzung, um die heutige 24-Stunden-Arbeitsgesellschaft aufrechtzuerhalten. Jedoch ereignen sich durch den Verlust von Aufmerksamkeit viele Unfälle, wenn während regulärer Schlafenszeiten gearbeitet wird und dabei eine geeignete Anpassung des SWR nicht stattfindet. Die Autoren stellen ein kombiniertes bio-mathematisches Modell vor, um die Selbstorganisation des SWR zu simulieren. Diese Selbstorganisation basiert zum einen auf dem Einfluss von Licht, der eine zeitliche Verschiebung des SWR bewirkt, wobei mit monochromatischem blauem LED-Licht eine wesentlich stärkere Wirkung erzielt werden kann als mit hellem „weißen“ Licht. Zum anderen wird die bekannte Schlaf-Homöostase einbezogen, die zu lange bzw. zu kurze Schlafzeiten ausgleicht. Eine Reihe von Modellparametern wird durch Genetische Algorithmen (GA) berechnet, um der individuell unterschiedlichen Fähigkeit zur Anpassung des SWR Rechnung zu tragen. Simulationen der Anpassung solcher Chronotypen an existierende Schichtarbeitspläne werden gezeigt und mit bekannten Ergebnissen verglichen. Eine solche Modellierung kann das Verständnis der Ursachen von Müdigkeit erweitern und dadurch gefährliche und kostenintensive Unfälle vermeiden helfen.

# Lichtdesign in modernen Flugzeugkabinen

Dr. Frank Schmid  
Diehl Aerospace GmbH

Wir machen Urlaub in Asien oder Südamerika, haben Besprechungen auf der anderen Seite der Erde. Fliegen ist für viele von uns zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Aber nicht für jeden ist Fliegen die angenehmste Art zu reisen. Die meisten Passagiere empfinden Langstreckenflüge, bedingt durch den engen Raum und die unnatürlichen Umgebungsbedingungen, als große Belastung. Licht kann in erheblichem Umfang dazu beitragen, das Wohlbefinden durch eine helle, freundliche Atmosphäre zu steigern. Die Diehl Aerospace GmbH entwickelt innovative Systeme zur Kabinenbeleuchtung.

Die Art der Beleuchtung in der Kabine hat sich in den letzten 15 Jahren dramatisch verändert. Auf Leuchtstoffröhrengeräte, welche nur wenige Dimmstufen erlaubten, folgten Duo-Systeme, bestehend aus zwei Leuchtstoffröhren. Dabei wird eine dieser Röhren von einem Farbfilter ummantelt. Durch stufenloses Dimmen dieser Duo-Einheit kann der Sättigungsgrad der farbigen Röhre beeinflusst werden. Anfang dieses Jahrzehnts wurden für Kabinenanwendungen so genannte Hybrid-Leuchten entwickelt. Das weiße Licht wird dabei weiterhin von einer Leuchtstoffröhre erzeugt, farbiges Licht (RGB) jedoch nun mittels Leuchtdioden (LEDs). Hier war es zum ersten mal möglich dynamische Szenarien wie Sonnenauf- und untergänge zu erzeugen. In der bisher letzten Evolutionsstufe von Beleuchtungseinheiten für die Kabine, wird die Leuchtstoffröhre durch eine weiße LED ersetzt. Die nun glasfreie Kabine wird nun erstmalig durch Festkörperlichtquellen ausgeleuchtet.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Bauphysik in Holzkirchen durchgeführte Untersuchungen mit Probanden zeigten, dass Licht durchaus Einfluss auf das Wohlbefinden der Passagiere hat. So kann mit gezieltem Einsatz von Licht der Tagesrhythmus (Wach- bzw. Schlafphasen) beeinflusst werden. Ziel ist es bei Langstreckenflügen den Jetlag zu reduzieren und den Körper an die jeweilige Ortszeit zu adaptieren.

# Licht im Fahrzeuginnenraum

Dr.-Ing. Herbert Wambsganß,  
Hella Innenleuchten Systeme GmbH, Wembach

Ein Wandel in der Bedeutung des Automobils hat in den letzten Jahren zu einer Steigerung der Mobilität und einer deutlich Verweildauer im Fahrzeug geführt. Dies und nicht zuletzt der immer wieder artikulierte Wunsch nach Individualität hat zur Folge, dass der Fahrzeuginnenraum und dessen Funktionalität immer mehr in den Fokus der Endverbraucher und der Automobilindustrie gerückt ist. Dabei kommen den vom Endkunden erlebbaren Funktionen eine besondere Bedeutung zu.

Eine der am deutlichsten erlebbaren Funktionen im automobilen Innenraum ist mit Sicherheit die Beleuchtung. Die zentrale Frage, die sich bei der Entwicklung von Innenleuchten immer wieder stellt ist: „Was macht eine gute Innenbeleuchtung aus?“ Da es keine gesetzliche Regelung für die Qualität und die Ausführung von automobiler Innenbeleuchtung gibt, bestimmt dies jeder OEM mit seinen Vorgaben. Im allgemeinen lässt sich die Innenbeleuchtung sehr gut in einem Spannungsfeld verschiedener Ansprüche darstellen. Je nach gewünschter Lichtwirkung orientiert sich die Entwicklung mehr in die eine oder die andere Richtung. Dabei werden auch die physiologischen Besonderheiten des menschlichen Auges berücksichtigt. Die Innenbeleuchtung hat im Zuge des veränderten Stellenwertes des Automobils in der Gesellschaft eine große Entwicklung durchgemacht. Während sich in den ersten Fahrzeugen nach dem Krieg die Beleuchtung hauptsächlich aus einem Innenlicht und je nach Fahrzeugklasse gegebenenfalls noch aus einer Kofferraumleuchte zusammensetzte, kommen in heutigen Premium Fahrzeugen nicht selten bis zu 100 Lichtenwendungen zum Einsatz. Das reicht von der Armaturenbeleuchtung über beleuchtete Schalter bis hin zu differenzierten Lichtfunktionen wie Leselichter oder ambienanter Beleuchtung.

Ein wesentlicher Bestandteil der Entwicklung von automobiler Innenbeleuchtung kommt der Auswahl geeigneter Leuchtmittel zu. Die LED setzt sich derzeit als Lichtquelle für den Innenraum in der automobilen Oberklasse durch.

Die zunehmende Komplexität der Funktionen hat zur Folge, dass bei der Entwicklung eines Fahrzeuges das Bedienkonzept entscheidend ist. Dies trifft ebenfalls auf die Bedienung der Lichtfunktionen zu. Neben der klassischen Lösung mit Schalter und Tastern sind derzeit berührungslose Bedienkonzepte im Serieneinsatz.

Eine dritte Möglichkeit Lichtapplikationen zu schalten, ist die automatische Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung, also ohne das direkte Zutun des Nutzers. Das reicht von der einfachen Türkontaktschaltung bis hin zu umfangreichen Lichtszenarien.

Bei dem Türkontakt handelt es sich im Grunde um einen mechanischen Schalter, der durch das Öffnen und/oder Schließen der Tür betätigt wird. Insofern passt er nur insoweit zum Thema „berührungsloses Schalten“, als dass der Schalter nicht unmittelbar vom Fahrzeugnutzer bedient werden muss. Im Gegensatz dazu lassen sich mittels Lichtszenarien vielfältige Applikationen umsetzen. Hier stehen Stichwörter wie Individualisierung, Personifizierung und Pre-Settings im Vordergrund.

# **Beleuchtung von Displays in Kfz-Instrumenten mit LED**

Dr. Alf Burau  
Fa. VDO Automotiv AG, Babenhausen

Abstract lag bis zur Veröffentlichung der Vortragsmappe nicht vor.

# **Europäische und Deutsche Strassenbeleuchtung- neue Entwicklungstendenzen unter Berücksichtigung der energetischen Effizienzaspekte**

Prof. Dr.-Ing. Tran Quoc Khanh  
Technische Universität Darmstadt

Der Vortrag gliedert sich in 5 Abschnitte:

1. Aufgabenstellungen der Stadt- und Strassenbeleuchtung aus der modernen Sicht.
2. Die Notwendigkeit und der Beitrag der Straßenbeleuchtung im Kontext der Anstrengung zur Energieeffizienzsteigerung und CO<sub>2</sub>-Reduktion
3. Heutiger Stand der Straßenbeleuchtung und Konsequenz zur baldigen Anwendung der LED-Lichtquellen
4. Eigenschaften der LED-Bauelemente und deren Eignung in der Straßenbeleuchtung
5. Stand der heutigen LED-Straßenbeleuchtung

# Beleuchtung und Detail-Erkennbarkeit

Prof. Dr. Karl Hönle  
Dr. Hönle AG

## Problemstellung:

Die Technologie der produzierbaren Erzeugungen feiner technischer Strukturen, die Erforschung von Schadensursachen an hochbelasteten Maschinenteilen, die Weiterentwicklung der Mikrobiologie, das sind nur einige Bereiche, für welche die Erkennbarkeit möglichst kleiner Details von Objekten die wesentliche Sehaufgabe darstellen.

Es sollte dargelegt werden, welche Grenzen das menschliche Auge hat, welche Hilfen die Aufgabenstellung erleichtern bzw. erweitern können und wie Sehhilfen an das Auge anzupassen sind. Da das menschliche Auge nur für einen kleinen Spektralbereich der optischen Strahlung empfindlich ist und auch bei besten Bedingungen ermüdet, ist der Einsatz optoelektronischer Empfänger bei höchsten Anforderungen unerlässlich. Doch auch für sie gibt's es physikalische Grenzen des Auflösungsvermögens.

## Lösungsmöglichkeiten:

Ansätze zur Lösung der Sehaufgaben gibt es in drei Bereichen:

- am Objekt: Beleuchtungsvariation
- bei der vergrößerten Abbildung des Objekts: Wahl der optischen Komponenten
- bei Empfänger: Unterstützung oder Ersatz des Auges

## Physikalische Effekte und Grenzen:

Zwei Effekte kennzeichnen die Aufgabenstellung und begrenzen die Möglichkeiten:

- Sowohl das Auge als auch elektrooptische Empfänger können nur Hell-Dunkel- bzw. Farbeunterschiede, also Amplitudenunterschied bei **grau** bzw. **monochromatisch** „leuchtenden“ Objekten. Es zeigt sich, dass jeder Empfänger einen gewissen Mindest-**Kontrast** braucht, um Strukturen zu erkennen, der von einer Reihe von Parametern abhängt.
- Was die geometrische Optik vortäuscht, die Möglichkeit der Punkt-Abbildung, macht die Wellennatur der Optischen Strahlung zunichte durch die **Beugung**, die jede Welle bei jeder Wechselwirkung mit einem Objekt erfährt. Die Auswirkungen der Beugung auf die Bildentstehung in optischen Instrumenten verstehen wir auf der Basis der Untersuchungen von **E. Abbé**. Die wesentlichen Größen, die wir in Grenzen beeinflussen können, sind die Wellenlänge der Beleuchtungsstrahlung und der Öffnungswinkel des vom Objekt zum Empfänger gelangenden Strahlenbündels.

Daraus lassen sich die verschiedenen Beleuchtungs- Mikrokopiertechniken ableiten.

# Beleuchtung und automatische Bildverarbeitung

PD Dr. Michael Lebert und Prof. Dr. D.-P. Häder

Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen, Universität Erlangen/Nürnberg

Die Beleuchtung von Bildern ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität der automatischen Auswertung von Bildern. In diesem Vortrag liegt der Fokus auf der Analyse von Einzelbildern und Bildfolgen und nicht auf der Analyse von Bildstapeln, wie sie typischerweise bei medizinischen, bildgebenden Verfahren ausgewertet werden müssen.

Während unser Auge Bildhelligkeiten logarithmisch umsetzt, erfolgt die Umsetzung in normalen Kameras linear. Damit kann unser Auge selbst geringe Helligkeitsunterschiede in einem ungleich ausgeleuchteten Bild zur Objekterkennung nutzen. Dies kann mit elektronischen Kameras nicht direkt imitiert werden.

Um von einer computergestützten, automatischen Bildverarbeitung analysiert zu werden, müssen die von einer Kamera aufgenommenen Bilder in digitaler Form in den Arbeitsspeicher des Computers übertragen werden. Dies kann direkt durch die Verwendung von Firewire- oder USB-Kameras erfolgen. Alternativ gibt es auch die Möglichkeit, die Bilder einer analogen Kamera durch einen Analog-Digital-Wandler zu digitalisieren. Abhängig davon, ob es sich um eine Farb- oder Grauwert-Kamera handelt, liegen die Bilder anschließend als ein- oder mehrdimensionale Matrix vor, die aus Zahlenwerten bestehen. Je nach der Auflösung der Kamera oder des A/D-Wandlers liegen diese Zahlenwerte im Bereich zwischen Null (Dunkel) und dem Maximalwert (hellster Wert). Die Objekterkennung beruht typischerweise auf einem Helligkeitsunterschied zwischen Objekt und Hintergrund. Im Idealfall ist dieser Helligkeitsunterschied im gesamten Bild konstant, in der Realität nie. Hinzu kommt, dass je nach Beleuchtungsverfahren, die Objekte heller (Dunkelfeld), dunkler (Hellfeld) oder heller und dunkler (Phasenkontrast) als der Hintergrund sind. Gerade der letztere Fall stellt die Bildverarbeitung vor extreme Herausforderungen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Phasenkontrast ein in der Medizin und Mikrobiologie standardmäßig eingesetztes Beleuchtungsverfahren ist. Im Vortrag werden Strategien vorgestellt, die ausgehend vom einfachsten Fall der idealen Beleuchtung bis zu punktförmig überstrahlten Phasenkontrastaufnahmen, eine verlässliche Auswertung der Bilder in Echtzeit ermöglichen.

# **Moderne Bildverarbeitungssysteme und optoelektronische Lösungen für industrielle Inspektion und Qualitätskontrolle**

Prof. Dr. Stephan Neser  
Hochschule Darmstadt

Ständig steigende Anforderungen an das Qualitätsmanagement in der industriellen Produktion erfordern zuverlässige Methoden der Inspektion, direkt im Produktionsprozess. Die von den Kunden geforderten minimalen Ausschussraten können nur mit einer durchgängigen 100%- Kontrolle der produzierten Teile sichergestellt werden.

Moderne Bildverarbeitungssysteme sind prädestiniert zur Lösung der sich dabei ergebenden Aufgabenstellungen: Während einfache Kontroll- und Überwachungsaufgaben mehr und mehr von kleinen, intelligenten Vision-Sensoren übernommen werden, ermöglichen die Steigerung der verfügbaren Rechenleistung und neue Sensortechnologien die Bewältigung von Aufgaben, die vor einigen Jahren noch nicht realisierbar gewesen wären. Der Vortrag gibt einen Überblick über den Stand der Technik und zeigt aktuelle Entwicklungen von Bildverarbeitungssystemen, Beleuchtungs- und Sensortechnologien mit zahlreichen Anwendungsbeispielen.

## Postervortrag1

# THE FEATURES OF ELECTRODE UNITS OF LOW PRESURE POWER DISCHARGE LAMPS.

Drozдов L.A., Kostouchenko S.S., Startsev A.A, Sokolov D. V.  
LIT Technology

**This paper is devoted to the determination and comparison various types of electrode units of low pressure amalgam lamp. The construction of filaments operating with lamp current more 3 A were described. As result of life time and switching tests the optimal design of electrode unit is showed.**

**Introduction.** At the present time mercury or amalgam low pressure gas discharge lamps is widely used in a different areas of humans activity. Separative areas of the application of such light sources require the high intensity of lamp UV irradiation. It achieves by means of increasing of lamp electric power. Several types of low pressure discharge lamps are able to operate with the power supply up to 700 W. The one way of such power reach without the serious losses of lamp efficiency is the application of the amalgam – the alloy of mercury with different metals. This way with the using of the bound state of mercury allows optimizing the mercury vapor pressure in gas discharge tubes at high temperature of lamp bulbs. This high temperature is independent at great electric power input in the discharge tube.

Together with questions of gas feeling of the tube or the question of geometric dimensions the task of electrode unit construction is appeared at the design of such lamps. The electrical unit must submit the transferring of electrical power from the electronic ballast to discharge plasma in steady-state mode of lamp operation and also to supply the plasma formation during the start period together with electronic ballast.

**Electrode design.** It is possible to separate conditionally the electrode unit design by some parts. The electrode connected with lamps wires by the current leads supplying at first side the low resistance between the lamp wires and the electrodes and at second side this current leads not allowing the leakiness of lamp bulb. The lamp wires are connected with ballast wires.

Depending on lamp bulb material there are standard and basic solutions for the design of current leads and lead-outs. For example, in case of quartz bulb the lamp lead-out is the couple of molybdenum wire with diameter from 0.3 mm to 0.9 mm. In such case the current leads is made of the thin molybdenum foils with thickness approximately 0.03 mm. The current leads are connected to these plates with the help of contact welding at one side and at another side to the electrode. This operation executes the good orientation of these components in the lamp bulb. Prepared unit is pinched into the quartz bulb.

Lamp electrode may change in dependence on the lamp operation conditions, the ballast type, the lamp bulb feeling, the bulb design and many other factors. Depending on such factors it is possible to use the quite different construction of the electrode.

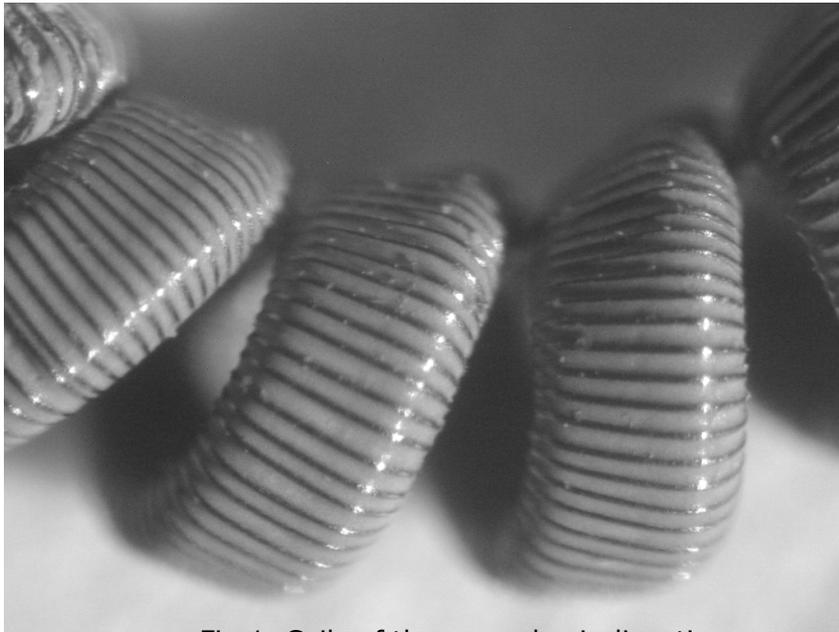


Fig 1. Coils of the second spiralization.

Electrode has directly influences to the lamp operating time. That's why the detailed electrode design has the main importance in lamp development process. Electrode must provide the necessary electronic emission density to the discharge plasma during the lamp operating period and in the period of discharge forming. From the other side the electrode should receive on his surface the ion and electron current during lamp operation time. The electrode must keep all of his properties during long time though the destroying influences of plasma particles. The electrode should have the stable low work function and have to be inconvertible to aggressive influence of discharge plasma to provide these basic functions.

The one of the most popular electrode construction is the triple-coil filament. In such construction the spirals winds thrice. The filament core diameter and the spiral step of the following spiralization consecutively increases. At this design the first spiral is winding on two round bases – one from tungsten, other from molybdenum. Afterward the molybdenum core material is etching, and in this places the space for introducing of the oxides composition of alkali-earth metal. It allows decreasing the work function from the electrode in comparison with pure tungsten. The main difficulty is to keep up the functionality of oxide composition during the lamp operating time. For this purpose it is necessary to keep the optimal electrode temperature that is achieved by modification of the electrode geometrical parameters or the heating current regulation. Besides the oxide composition can getting to inactive state by means of the different pollutions which are forming during the lamp operating time. That's why is very important to have a sufficient supply of active oxide composite on electrode and to design the lamp of materials as to provide the minimal velocity of dash forming process. Few coils of the second spiralization represented in figure 1.

We have designed the electrode unit with triple-coil spiral electrode using in DB350 quartz amalgam lamp. These lamps are producing by LIT Technology Company. The main application of this lamp is the big installations of water disinfection. The lamp is operating on discharge current 3.2 A, the electric lamp power is depending on the external condition and it is in the range from 320 up to 335 W. The design of the electrode unit is showed in figure 2. In table 1 the basic parameters of this spiral electrode are represented.

**Table 1. The basic parameters of the triple-coil electrode.**

1-spiralization					2-spiralization			3-spiralization			Resistance of the coil with dash, Om
Wire diameter, mm	Diameter of 1 and 2 bases, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Resistance, mOm	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	
0.032	1-0.35 2-0.30	0.06 Mo	3500	563	0.60	0.90	99.7	3.15	2.3	4.95	0.215

We have selected the tungsten core with diameter 0.35 mm and the molybdenum core with diameter 0.3 mm for forming the first spiralization. It is allowed to make the volume for putting about 100 mg of active carbonate suspension. This spiral electrode has five coils of the third spiral. The electrode is placed in the lamp tube perpendicularly to the discharge tube axe. Such orientation of the electrode allows making special thermal conditions. In this case the minimal heating electrode current can be used. This electrode construction allows providing the necessary weight of oxide material on the spiral without the losses of catching properties with tungsten core by simplest method.

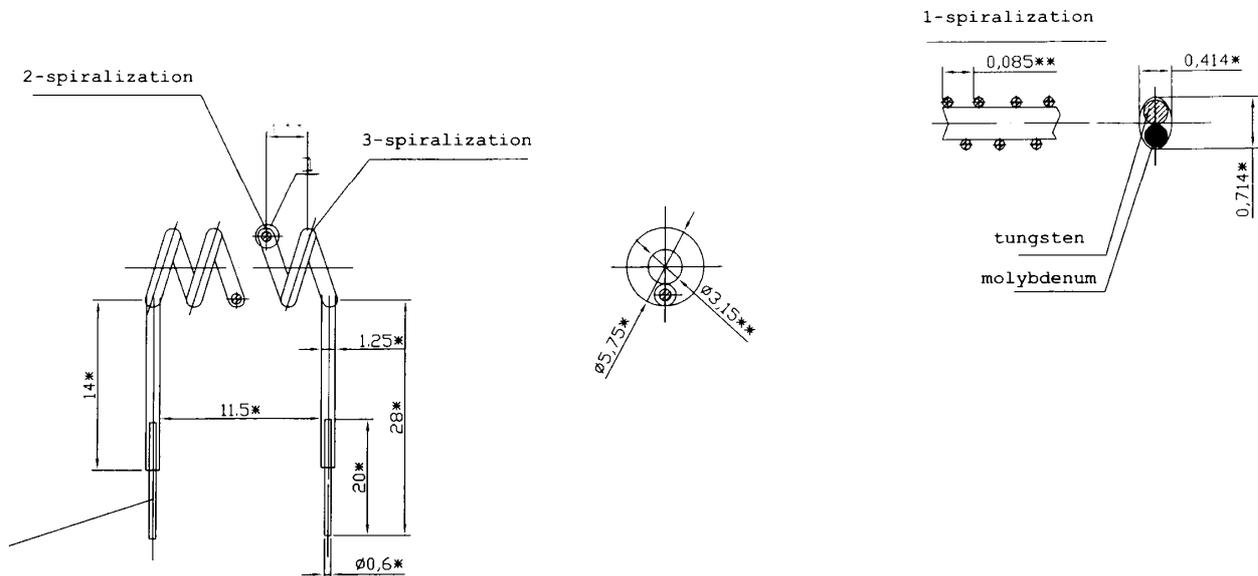


Figure 2. The design of the electrode unit.

The electrode unit successfully executed the tests in the lamp DB350 and one guarantees the lamp operating during 14 thousand hours. In addition designed electrode unit provide about 50 000 cycles of switching without serious losses of the consumer properties at application the special algorithm of discharge start of DB350 lamp by help of electronic ballast.

To estimate the adaptability of an announced electrode unit we made a number of comparing tests. It is evidently that the main criteria allowing to estimate the optimality of the electrode's construction is the life time test. But the realization of this test takes a lot of time – in our case about 1-2 years. We applied accelerated test founded on numerous on and off switching, and using the electrode's spiral with decreased additional weight.

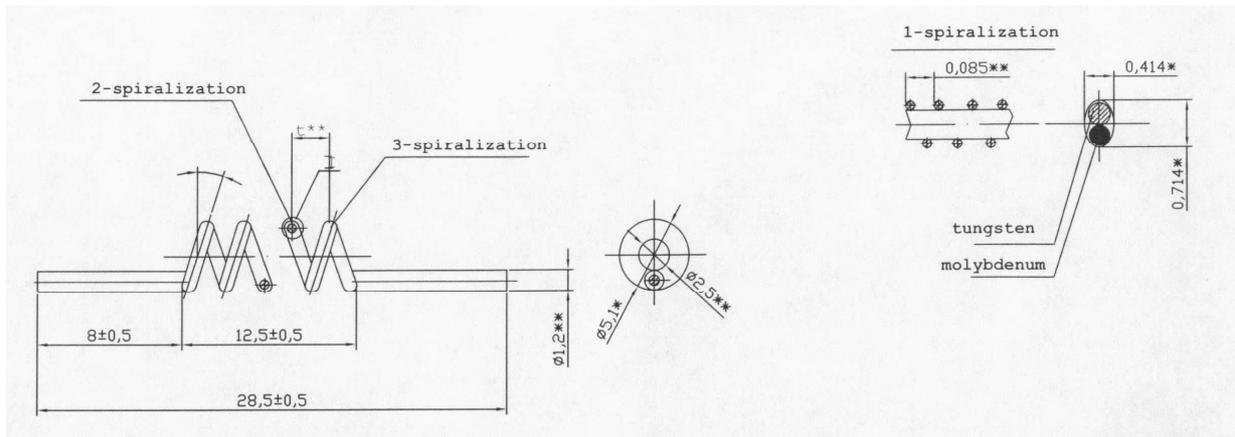


Fig.2 Alternative (oriented by lamp axis) filament.

Table 2. The basic parameters of alternative (oriented by lamp axis) triple-coil electrode.

1-spiralization					2-spiralization			3-spiralization			Resistance of the coil with dash, Ohm
Wire diameter, mm	Diameter of 1 and 2 bases, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Resistance, mOhm	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	
0.032	1-0.35 2-0.30	0.06 Mo	3500	563	0.60	0.90	99.7	3.15	2.2	6.95	0.215

To compare with represented electrode unit we have taken following units. First the electrode unit with similar parameters but it oriented vertically it means that the spiral is parallel to the lamp axis. (See fig.2 and table 2.) Also we used quite different spiral – unit with the same spiral orientation like the represented unit have but with different spiral geometry parameters.

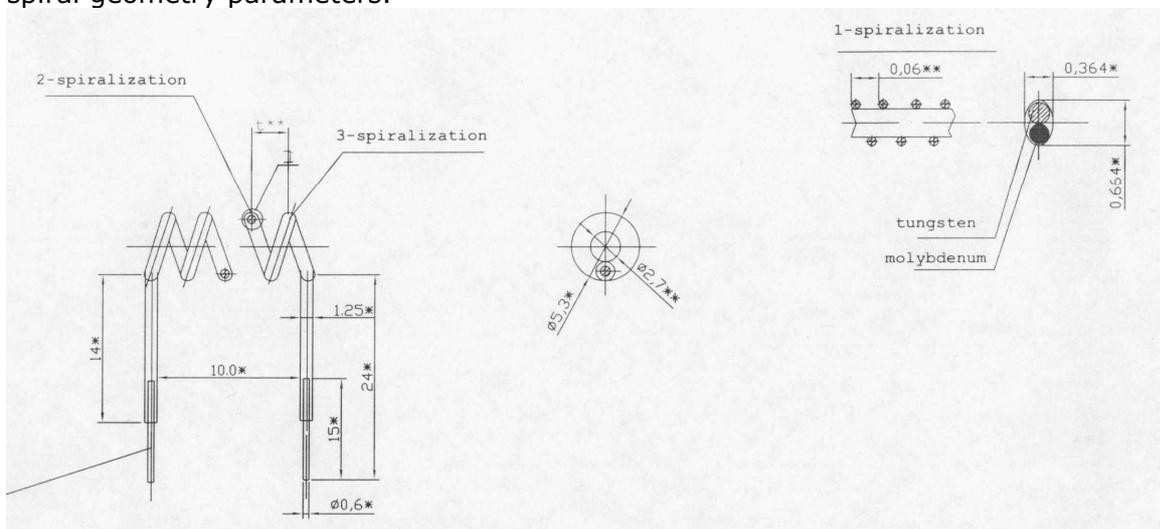


Fig.3 Alternative filament.

Table 3. The basic parameters of alternative triple-coil electrode.

1-spiralization					2-spiralization			3-spiralization			Resistance of the coil with dash, Om
Wire diameter, mm	Diameter of 1 and 2 bases, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Resistance, mOm	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	Base diameter, mm	Winding pitch, mm	Number of coils	
0.026	1-0.30 2-0.30	0.06 Mo	2160	320	0.50	0.85	87.5	2.7	2.0	6.95	0.308

**Result of the tests.** As results of lamp on off switching tests with using the special electronic ballast algorithm that call "soft start" we get following. The represented electrode unit provide more than 50 000 cycles of switching until the sputtering process will start. Unit with vertical spiral provides 43000 cycles of switching. And unit with different spiral parameters can stand only 37000 cycles of switching.

Other test allowing to evaluate the reliability of electrode unit construction is the unit testing with lower weight of emitting suspension. We used 10 mg weight on all testing units. The lamp group with different electrode units was put in the special device where the burning time measured. We obtained that represented electrode unit with low emitting suspension weight worked on average 2600 hours, vertical unit worked in this conditions only 2150 hours and the unit with different spiral parameters worked 1730 hours. Thus we can conclude that during operating of the lamp DB350 the represented electrode unit has the most optimal properties and the consumption velocity of the emitting substance is minimal when we use the represented construction of electrode unit.

And finally we can take a look on lamp life time testing results with electrodes units discussed above. We fix that the lamps with different spiral unit burned usually 9500 hours, the lamps with vertical spiral burned 11500 hours and the lamp with represented electrode unit burned more than 14000 hours and the life time tests is not complete at this moment. In all testing lamps we use emitting coating weight 70 mg.

**Conclusions.** So we implement three different types of testing that showed optimality of represented construction of electrode unit for lamp DB350 and this unit provides the stable work of lamp DB350 during more than 14000 hours with more than 10000 on off switching cycles.

#### References.

- [1] John F. Waymouth Electric discharge lamps. The M.I.T. press, Cambridge, Massachusetts and London, England, 1971
- [2] A.K. Bhattacharya. Measurement of barium loss from a fluorescent lamp electrode by laser -induced fluorescence. J.Appl. Phys. 65 (12), 15 June 1989, 4595 - 4602.
- [3] M Haverlag, A Kraus, J Sormani, J Heuvelmans, A Geven, L Kaldenhoven<sup>1</sup> and G Heijne. [4] High-frequency cold ignition of fluorescent lamps. J. Phys. D: Appl. Phys. 35 (2002) 1695–1701
- [5] W J van den Hoek, T L G Thijssen, A J H van der Heijden<sup>1</sup>, B Buijsse and M Haverlag. Emitter depletion studies on electrodes of 50 Hz mercury/noble gas discharge lamps during ignition. J. Phys. D: Appl. Phys. 35 (2002) 1716–1726
- [6] Patent RU 2319323 C1 (2008)

## Postervortrag 2

# MEASUREMENT AND ASSESSMENT OF RADIATION RESPONSIBLE FOR MELATONIN SUPPRESSION

Dieter Kockott<sup>1</sup>, Helmut Piazena<sup>2</sup>, Rüdiger Goldau<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Dr. Dieter Kockott UV-Technik Hanau/Germany (kockott@t-online.de)

<sup>2</sup>Charite Berlin/Germany (helmut.piazena@charite.de)

<sup>3</sup>MSS Elektronik GmbH Fröndenberg/Germany ([info@mss-elektronik.com](mailto:info@mss-elektronik.com))

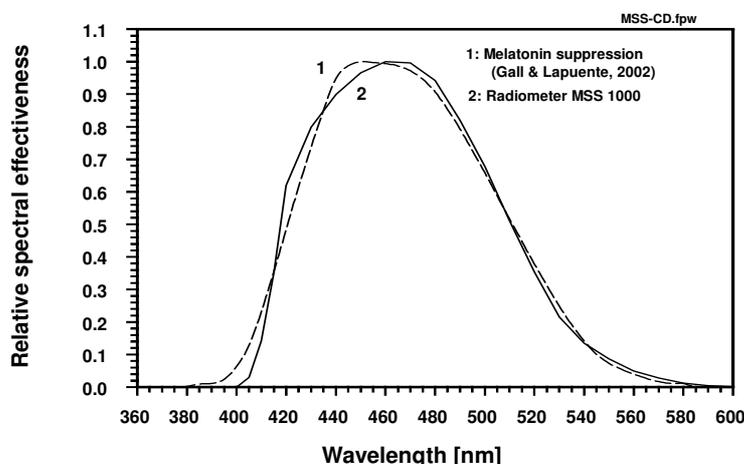
### 1 Introduction

Many circadian rhythms of humans are controlled by light transmitting the eye and are linked to the concentration of melatonin in blood. As described by Thapan et al. /2/ and by Brainard et al. /3/ the responsible photo receptors of melatonin suppression are located in the retina and show a spectral sensitivity which differs significantly from the spectral sensitivity of the receptors for vision for the adaptation of the eye to both darkness and brightness. By using these experimental data, Gall and Lapuente /1/ defined the action spectrum of light for circadian effects due to melatonin suppression. The poster describes the properties of a broadband radiometer for measuring both the circadian effective irradiance and the circadian effective radiance responsible for melatonin suppression of natural and artificial light sources.

### 2 Properties of the radiometer MSS 1000 "Circadian Check"

#### 2.1 Spectral response

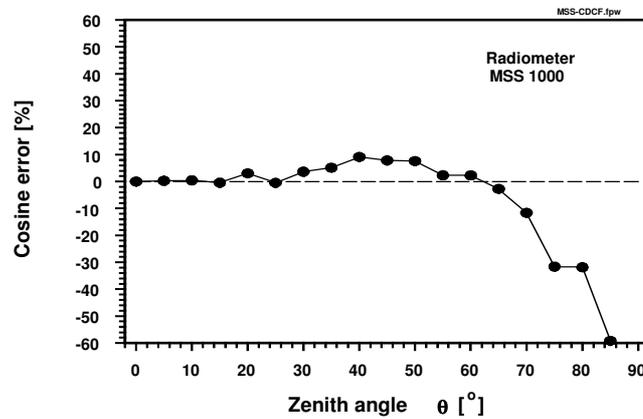
The spectral response of the radiometer is adapted to the action spectrum of circadian effects due to melatonin suppression (Fig. 1). It is very useful for performing direct measurements of the circadian effective irradiance of light sources with different emission spectra such as solar radiation under different solar elevation angles and under different conditions of atmospheric transmittance as well as of different types of lamps.



**Fig. 1:** The action spectrum of light for circadian effects due to melatonin suppression (1) as defined by Gall and Lapuente /1/ in comparison with the spectral response of the radiometer MSS 1000 "Circadian Check" (2).

## 2.2 Dependence on the incident angle (cosine response)

In order to approximate the geometric conditions of receiving light by the eyes the radiometer was equipped with an optical head showing a proper cosine response for zenith angles between 0° and about 70°. Figure 2 shows the data of the cosine error at different zenith angles which were calculated according to  $\{[(E(\theta)/E(\theta = 0^\circ)) \cdot \cos \theta] - 1\} \cdot 100\}$ . The cosine errors are less than 10 % for zenith angles between 0° and about 70°.

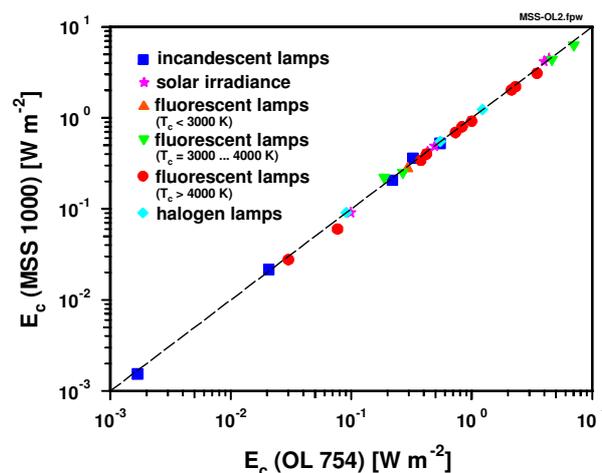


**Fig. 2:** The cosine error of the radiometer *MSS 1000 "Circadian Check"* as a function of the zenith angle  $\theta$ .

## 2.3 Linearity and measurement range

The radiometer was tested by using incandescent and halogen lamps as well as different fluorescence tube lamps with different emission spectra. The circadian effective irradiance data of the lamps were determined under identical geometric conditions by measuring the spectral irradiance with a temperature stabilised double monochromator spectroradiometer (type 754, Optronic Lab., Orlando, Florida, USA), by weighting the spectral data with the action spectrum of circadian effects due to melatonin suppression according to Gall and Lapuente /1/.

Figure 3 shows the comparison between MSS 1000 and OL 754 for 4 orders of magnitude



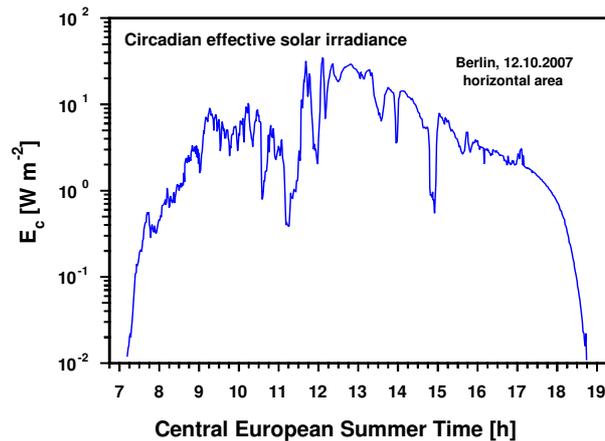
**Fig. 3:** The circadian effective irradiance  $E_c$  of different (incandescent, halogen and fluorescence tube) lamps determined by using the radiometer *MSS 1000 "Circadian Check"* in comparison with the data derived from measurements with the double-monochromator spectroradiometer *OL 754* (Optronic Inc., Orlando, FL, USA) performed under identical geometric conditions.

## 2.4 Adaptation to the sensitivity of persons of different age

The action spectrum of melatonin suppression was defined for persons of a mean age of about 25 years. The radiometer considers the changes of the transmittance of the eye-lenses for persons of an age between about 10 and 90 years.

## 2.5 Example for measuring $E_c$

Fig. 4 shows  $E_c$  depending on time of a cloudy day in Berlin.



**Fig. 4:** Circadian effective irradiance  $E_c$  for a cloudy day October 12, 2007 in Berlin.

## 3 Conclusion

The radiometer MSS 1000 allows the determination of both the circadian effective irradiance  $E_c$  and the circadian effective radiance  $L_c$  responsible for melatonin suppression with sufficient accuracy. Compared to a spectroradiometer it is easier to handle and also inexpensive. Thus, the radiometer MSS 1000 is suitable for both scientific use and basic research as well as for practical application like monitoring of people e.g. at working places.

## References

- /1/ Gall, D. und V. Lapuente: Beleuchtungsrelevante Aspekte bei der Auswahl eines förderlichen Lampenspektrums.- *Licht* (Heft 7/8), Mai 2002
- /2/ Thapan, K., Arendt, J. and D.J. Skene: An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans.- *J. Physiol.* 535.1 (2001) 261-267.
- /3/ Brainard, G.C., Hanifin, J.P., Greeson, J.M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E. and M.D. Rollag: Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor.- *J. Neurosci.* August 15, 2001, 21(16) 6405-6412.

## Postervortrag 3

# PRC Krochmann

Am Sandwerder 47 · 14109 Berlin · Tel: + 49-30-751 7007 · Fax: 751 0127



## ÜBERPRÜFUNG VON LICHT UND STRAHLUNG AM ARBEITSPLATZ

Neue wissenschaftliche Untersuchungen der positiven und negativen Wirkungen der Strahlung im UV-VIS-IR Bereich für den menschlichen Organismus zwingen uns zu präziser Messung und Dosierung photometrischer und radiometrischer Größen. Entsprechend werden die Forderungen der gesetzlichen und normativen Regelwerke national und international erweitert, neue Begriffsbestimmungen wie circadiane Licht- und Strahlungsgrößen eingeführt. Diese gilt es mit universellen Hand- und Labormessgeräten mit PC Schnittstelle und umfangreichem Zubehör weitestgehend zu erfassen.

Einige relevante Mess- und Rechengrößen:

### photometrisch:

- Beleuchtungsstärke  $E$  [lx]
- vertikale Beleuchtungsstärke  $E_v$  [lx]
- zylindrische Beleuchtungsstärke  $E_z$  [lx]
- Raumbeleuchtungsstärke  $E_o$  [lx]
- Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken  $g$
- circadiane Beleuchtungsstärke  $E_c$
- Expositionsdauer [sec]
- Leuchtdichte  $L$  [ $\text{cd cm}^{-2}$ ]
- Farbtemperatur  $T_c$  und Farbort  $x, y$
- Farbwiedergabeindex  $R_a$
- Tageslichtquotient  $D$

### radiometrisch:

- Bestrahlungsstärke  $E$  [ $\text{W m}^{-2}$ ]
- spektrale Bestrahlungsstärke  $E_\lambda$  ( $\lambda, t$ ),  $E_\lambda$  [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ]
- effektive Bestrahlungsstärke  $E_{\text{eff}}$  [ $\text{W m}^{-2}$ ]
- Bestrahlung  $H$  [ $\text{J m}^{-2}$ ]
- Expositionsdauer [sec]
- effektive Bestrahlung  $H_{\text{eff}}$  [ $\text{J m}^{-2}$ ]
- $S(\lambda)$  spektrale Gewichtung, 180 bis 400 nm
- $R(\lambda)$  spektrale Gewichtung, 380 bis 1.400 nm
- circadianer Wirkungsfaktor  $a_{cv}$



**RadioLux 111:**

- Handluxmeter der Klasse A nach DIN 5032-7
- Einzigartige Temperaturanzeige und -kompensation
- Messwertspeicher und Mittelwertbildung

**Photometer / Radiometer 211:**

- bis zu 15 gespeicherte Kalibrierungen
- bis zu 4 parallele Eingänge für Sensoren
- Einsatz als Tageslichtquotientenmessgerät
- hohe Empfindlichkeit, Auflösung und Messrate

Einsatzbeispiele für Messgeräte für Licht und Strahlung

**als Luxmeter:**

- Beleuchtungsmessungen am Arbeitsplatz, in Krankenhäusern, Sportstätten, Straßen und Tunneln und in der Botanik
- Bestimmung der zulässigen Expositionsdauer in Museen und Galerien
- Messung von Sicherheits- und Notbeleuchtung
- Tageslichtmessungen:
  - bei Modellmessungen mit Hilfe von Mini-Photometerköpfen
  - Tageslichtquotient D
  - Leuchtdichte, Leuchtdichte der Verbauung, Himmelsleuchtdichte, Fensterfaktor, Verschmutzungsgrad  $k_2$
  - winkelabhängiger Transmissionsgrad der Fenster

**als Radiometer:**

- Messung der Bestrahlungsstärke im Labor, im Außenbereich und am Arbeitsplatz
- Überprüfung der zulässigen Expositionsdauer von Bestrahlungsgeräten wie Solarien, UV- und Infrarotstrahlern
- in medizinischen Bereichen zur Bestimmung von UVA, UVB, UVC, IRA, ACGIH, Bilirubin, Blue-Light-Hazard, direkte Pigmentierung, Vitamin-D-Bildung, UV-253,7 bei Entkeimungsanlagen

### **Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter I. und II. Block**

<b>Name</b>	<b>Anschrift</b>	<b>Telefon Fax E-Mail</b>
<b>Prof. Dr. –Ing. Wolfgang Heering</b>	<b>Universität Karlsruhe Lichttechnisches Institut Kaiserstr.12 76131 Karlsruhe</b>	<b>0721 6082538 0721 6082590 <u>Wolfgang.heering@lti.uni- karlsruhe.de</u></b>
Priv. Doz. Dr. - Ing. Peter Flesch	Osram GmbH Nonnendammallee 44 13629 Berlin	30338602120 0 30 3386-2124 <u>p.flesch@osram.de</u>
Prof. Dr. Roland Heinz	Philips Light Hamburg Lübeckertordamm 5 20099 Hamburg	040 2899 2793  <u>roland.heinz@philips.com</u>
Dr.-Ing. Cornelia Vandahl	Technische Universität Ilmenau Fakultät für Maschinenbau Unterer Berggraben 10 98693 Ilmenau	03677 846925 (03677) 842463 <u>cornelia.vandahl@tu- ilmenau.de</u>
<b>Univ.- Prof. Dr. sc. nat. Christoph Schierz</b>	<b>Technische Universität Ilmenau Clausinsstr. 25 8092 Zürich</b>	<b>0041 44 6323980 0041 44 6323980 <u>cschierz@ethz.ch</u></b>
Dr. Helmut Piazena	Charité Campus Mitte, Klinik für Psychatrie Bonnhöferweg 3, Charitéplatz1 10117 Berlin	+49 30-450517216 +49 30-450517909 <u>helmut.piazena@charite.de</u>
M. Sc. Psych. Myriam Juda	Institut für Medizinische Psychologie Ludwig-Maximilians-Universität 80336 München	089 2180 75638  <u>myriam.juda@med.uni- muenchen.de</u>
Prof. Dr. Hans Irtel	Universität Mannheim Schloss EO 265 68131 Mannheim	0621 181 2101 0621 181 3135 <u>irtel@physiologie.uni- mannheim.de</u>
Dipl. Inform. Christian Heinze	FH Schmalkalden Schmiedhof 14 98574 Schmalkalden	03683/4073473  <u>c.heinze@fh-sm.de</u>

### **Anschriften der Autoren und Sitzungsleiter III. und IV. Block**

<b>Name</b>	<b>Anschrift</b>	<b>Telefon Fax E-Mail</b>
<b>Prof. Dr.-Ing. Tran Quoc Khanh</b>	<b>Technische Universität Darmstadt Hochschulstraße 4a 64289 Darmstadt</b>	<b>06151/16-2742 06151/16-5468 <a href="mailto:khanh@lichttechnik.tu-darmstadt.de">khanh@lichttechnik.tu-darmstadt.de</a></b>
Dr. Frank Schmid	Diehl Aerospace GmbH Donaustr. 120 90451 Nürnberg	0911-9494-438 0911-9494-319 <a href="mailto:frank.schmid@diehl-aerospace.de">frank.schmid@diehl-aerospace.de</a>
Dr. Herbert Wambsganß	Hella Innenleuchten Systeme GmbH Maienbühlerstr. 7 79677 Wembach/Schwarzwald	07673-8207-9110 07673-8207-9135 <a href="mailto:Herbert.Wambsganss@hella.com">Herbert.Wambsganss@hella.com</a>
Dr. Alf Burau	Continental VDO Automotiv AG VDO-Straße 1 64832 Babenhausen	06073-124944 06073-124296 <a href="mailto:alf.burau@siemens.com">alf.burau@siemens.com</a>
<b>Prof. Dr. Donat-P. Häder</b>	<b>Friedrich-Alexander- Universität Ökophysiologie Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen</b>	<b>+49 9131 852 8216 +49 9131 852 8215 <a href="mailto:dphaeder@biologie.uni-erlangen.de">dphaeder@biologie.uni-erlangen.de</a></b>
Prof. Dr. Karl Hönle	Hönle AG Trautenauer Str.8 85221 Dachau	<a href="mailto:Prof.Karl-Hoenle@t-online.de">Prof.Karl-Hoenle@t-online.de</a>
PD Dr. Michael Lebert	Friedrich-Alexander Universität Erlangen Institut für Biologie Staudtstr. 5 91058 Erlangen	0 9131 852 8217 0 9131 852 8215 <a href="mailto:mlebert@biologie.uni-erlangen.de">mlebert@biologie.uni-erlangen.de</a>
Prof. Dr. Stephan Nesper	Hochschule Darmstadt, Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften Schöffnerstr. 3 64295 Darmstadt	+49-6151-16-8686 49-6151-16-86976 <a href="mailto:stephan.nesper@h-da.de">stephan.nesper@h-da.de</a>

### **Anschriften der Autoren**

<b>Name</b>	<b>Anschrift</b>	<b>Telefon Fax E-Mail</b>
Leonid Drozdov	NPO LIT Krasnobogatyrskaya St. 44 107076 Moscow	+7 495 7429767 <a href="mailto:Drozdov@npo.lit.ru">Drozdov@npo.lit.ru</a>
Dr. Helmut Piazena	Klinik für Psychiatrie Bonnhöferweg 3, Charitéplatz1 10117 Berlin	+49 30-450517216 +49 30-450517909 <a href="mailto:helmut.piazena@charite.de">helmut.piazena@charite.de</a>
Zeynep Özver-Krochmann	PRC Krochmann Am Sandwerder 47 14109 Berlin	+49 30 751 70 07 +49 30 751 01 27 <a href="mailto:prc@prc-krochmann.de">prc@prc-krochmann.de</a>



Geschäftsstelle der DAfP  
c/o TU Ilmenau-FG Lichttechnik  
Matthias Menz  
Schatzmeister  
PF 100565  
98684 Ilmenau

Telefon: 03677 846922  
Telefax: 03677 842463  
E-Mail: [matthias.menz@tu-ilmenau.de](mailto:matthias.menz@tu-ilmenau.de)