



**Deutsche Akademie für Photobiologie und Phototechnologie e.V.
(DAfP)**

Gesellschaft für technische und medizinische
Anwendungen optischer Strahlung



29. Symposium

Licht- und Strahlungsschutz für Mensch und Umwelt

5.6. und 6.6.2025
Mülheim an der Mosel

PROGRAMMÜBERSICHT

Donnerstag 5.06.2025:

- 12:00 Uhr** **Mittagessen**
- 13:00 Uhr** **Begrüßung**
Prof. Dr.
Christoph Schierz
- 13:15 Uhr** **Beginn der Vorträge**
- 17:15 Uhr** **Weinverkostung**
Weingut Dr. Leimbrock
Bergfried 2
54486 Mülheim/Mosel
Treffpunkt Hotel-Lobby
- 19:00 Uhr** **Abendveranstaltung**
Hotel Weisser Bär
Moselstraße 7
54486 Mülheim/Mosel

Freitag 6.06.2025:

- 9:00 Uhr** **Beginn der Vorträge**
- 15:30 Uhr** **Abschlussdiskussion**
Prof. Dr.
Christoph Schierz
- anschließend** **Kaffeepause /**
Veranstaltungsende

VORWORT

Liebe Mitglieder,
sehr geehrte Leser/innen,

vom **5. bis 6. Juni 2025** lädt die DAfP nach **Mülheim an der Mosel** ein. Die malerische Moselregion veranschaulicht die natürliche Vielfalt und verdeutlicht zugleich die Notwendigkeit ihres Schutzes. Passend dazu widmet sich das 29. Symposium dem Thema „**Licht- und Strahlungsschutz für Mensch und Umwelt**“.

Am Donnerstag begrüßen wir alle Teilnehmer zum Mittagessen und beginnen anschließend mit inter fakultären Vorträgen.

Den Tag schließen wir mit einer Weinverkostung und gemeinsamen Abendessen bei einem sommerlichen Blick auf die Mosel ab.

Am Freitag setzen wir das Symposium ganztägig mit Vorträgen fort.

Wir freuen uns Ihnen mit dem 29. Symposium ein umfassendes Weiterbildungsangebot anbieten zu können, bei welchem der gemeinsame Austausch mit zum Programm gehört und verbleiben

mit kollegialen Grüßen

Das Präsidium der DAfP

SYMPOSIUM

I. Block

Solar- und künstliche Strahlung: Energiequelle und Stressfaktor für photosynthetische Organismen

Prof. Dr. Dr. h.c. Donat-P. Häder

Uni Erlangen

Alle photosynthetischen Mikroorganismen, Algen, Moose, Farne und Höhere Pflanzen benötigen Lichtstrahlung als Energiequelle, um CO₂ zu reduzieren und organische Substanzen zu synthetisieren. Bei zu wenig Strahlung ist die Energie zu gering, bei sehr intensiver Strahlung wird der Photosyntheseapparat überlastet. Zusätzlich induziert kurzwellige UV Strahlung Schäden in der Zelle und an den beteiligten Strukturen. Im Zuge der Evolution haben photosynthetische Organismen Mechanismen entwickelt, um die Schäden zu minimieren oder zu reparieren. Alternativ lassen sich Pflanzen mit künstlichen Lichtquellen bestrahlen. Daraus ergeben sich wichtige Grundlagen für die Optimierung von künstlichen Lichtquellen, die z.B. in Gewächshäusern benutzt werden.

13:00 - 13:15

Begrüßung

Prof. Dr. Christoph Schierz
TU Ilmenau

13:15 - 13:45

Schutzmechanismen bei Cyanobakterien

Prof. Dr. Dr. h.c. Donat-P. Häder
Uni Erlangen

13:45 - 14:15

Photoinhibition, ein Prozess, um den Photosyntheseapparat vor Schäden durch exzessive Strahlung zu schützen

Prof. Dr. Dieter Hanelt
Uni Hamburg

14:15 - 14:45

Rekonstruktion spektraler Reflektionsgrade mittels moderner Deep-Learning-Methoden im Kontext von Blattpigmenten

Felix Wirth
Technische Universität Darmstadt

14:45-15:15 Kaffeepause

II. Block

Sehbeschwerden durch LED-Beleuchtung

Prof. Dr. Christoph Schierz
TU Ilmenau

Asthenopische Beschwerden sind Augenbeschwerden, die nach Erbringen hoher Sehleistungen auftreten. Gehen sie einher mit einer Störung des Sehvorgangs, spricht man auch von visueller Ermüdung. Als Ursache kommen neben Schwierigkeit und Dauer der Sehaufgabe und individuellen Faktoren wie z. B. Sehfehlern auch Aspekte der Beleuchtung in Frage. Diskutiert werden das Beleuchtungsniveau, Blendung bzw. hohe Kontraste im Gesichtsfeld, Kontrastminderung bei der Sehaufgabe sowie Flimmern und die spektrale Verteilung des Lichts. Asthenopische Beschwerden werden seit den 1950er Jahren mit der Verbreitung der Leuchtstofflampen diskutiert und mit Aufkommen der Bildschirme in den 1980er Jahren häuften sich die Klagen über Augenbeschwerden. Inzwischen basieren sowohl Beleuchtungsanlagen als auch Bildschirme auf LED-Technologie. Wie weit deren Eigenschaften Anlass für Sehbeschwerden sein könnten ist Thema dieses Moduls.

15:15 - 15:45

Blendung des visuellen Systems – eine Einführung

Prof. Dr. Christoph Schierz
TU Ilmenau

15:45 - 16:15

Lichttechnische Bewertung der Störwirkung größerer leuchtender Werbeflächen

Dr. Christoph Schulze
TU Dresden

16:15 - 16:45

Untersuchung des Stoboskopeffektes durch pulsweitenmodulierte Beleuchtung in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke

Dr. Cornelia Vandahl
TU Ilmenau

SYMPOSIUM

III. Block

NIR-Strahlungsquellen

Prof. Dr. Thomas Jüstel, FH Münster

NIR-Strahlungsquellen auf Basis von Schwarzkörperstrahlern wurden und werden noch für die NIR-Spektroskopie, Biosensorik oder Bioimaging, aktive Nachtsichtsysteme, hyperspektrale Bildgebung sowie für biometrische Sicherheitssysteme eingesetzt. Durch die Entwicklung der LED-Technologie werden Halogenlampen und andere NIR-Quellen immer mehr aus dem Markt gedrängt. Obgleich GaAs, (Al,Ga)As oder andere NIR emittierende LED die meisten anwendungsbezogenen Anforderungen erfüllen, haben sie gegenüber Schwarzkörperstrahlern mehrere Nachteile. Diese sind ein schmales Emissionsspektrum, relativ schlechte thermische Stabilität, Empfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit und die spektrale Verschiebung des Elektrolumineszenzspektrums mit steigender Stromdichte, Lebensdauer und Temperatur. Da blau- und violett-emittierende (In,Ga)N Halbleiterchips sehr effizient, stabil und spektral konsistent sind, konzentrieren sich die FuE-Aktivitäten in Academia und Industrie auf die Suche nach NIR-emittierenden Materialien, die von blauen oder violetten, ggf. auch von roten, LED gepumpt werden können. Die Entwicklung von breitbandig emittierenden NIR Leuchtstoffen für NIR-

Strahler auf Basis von LED ist daher ein sehr aktuelles Forschungsfeld. Die Entwicklung der NIR Strahlungsquellen, geeigneter NIR Leuchtstoffe für LED sowie deren Anwendung in der NIR-Spektroskopie wird in diesem Block diskutiert. Wie bedeutend die NIR-Spektroskopie ist und noch werden kann, wird durch den Titel „Near-Infrared Spectroscopy – The Giant is Running strong“ einer Publikation aus dem Jahr 1994 deutlich.

9:00 - 9:30

Von VIS bis NIR - Konzepte und Umsetzung leuchtstoffkonvertierender lichtemittierender Dioden auf Basis anorganischer Keramik-Konverter

Prof. Dr. Jan Werner

FGK Hör-Grenzhausen

9:30 - 10:00

Herstellung und Anwendungsfelder für effiziente IR-Emitter

Dr. Dominik Uhlich

Leuchtstoffwerk Breitenungen

10:00 - 10:30

Optimierung des NIR-Emitters LiScO₂:Cr³⁺ zur Behandlung des Sjögren-Syndroms sowie der rheumatischen Arthritis

Tim Pier

FH Münster

10:30-11:15 Kaffeepause

IV. Block

UV-Strahlung - heute, gestern und morgen

Dipl.-Ing. Anne Schuster
Ilmenau

Dr. Mark Paravia

Opsytec Dr. Gröbel GmbH

Die Beiträge beleuchten UV-Strahlung im Zeichen der Zeit - vom aktuellen Klimawandel und den gesetzlichen Vorgaben bis hin zu historischen Erkenntnissen.

Zunächst rücken veränderte Strahlungsintensitäten in Folge von Treibhausgasemissionen und Ozonabbau in den Fokus, da dies gesundheitliche und ökologische Auswirkungen haben kann. Anschließend werden aktuelle Vorschriften, darunter RoHS und PFAS, betrachtet und deren Relevanz für den Strahlenschutz aufgezeigt. Dies umfasst Richtlinien zum sicheren Umgang mit Anlagen und Produkten, die UV-Strahlung und vorallem die kurzwellige Far-UV-Strahlung emittieren. Abschließend erfolgt ein Blick auf die Entwicklung der UV-Nutzung im Laufe der Zeit, mit Einblick in bahnbrechende Entdeckungen und Anwendungen.

11:15 - 11:45

UV-Messnetz: Ergebnisse der Langzeitmessreihe in Dortmund und Uccle (Belgien)(online)

Dr. Sebastian Lorenz

Bundesamt für Strahlenschutz

11:45 - 12:15

Wie schnell erreichen künstliche (und natürliche) UV-Quellen die gesetzlichen Grenzwerte

Dr. Jan Winderlich

Excelitas Noblelight GmbH

12:15 - 12:45

UV Technologie vom Anfang bis zur Gegenwart

Dipl. Ing. Karl-Heinz Meyer

12:45-14:00 Mittagspause

SYMPOSIUM

V. Block

Biologische Wirkung der UV-Strahlung und UV-Schutz

Prof. Dr. med. Jörg Reichrath
Universitätsklinikum des Saarlandes

Die UV-Strahlung hat sowohl negative als auch positive Auswirkungen auf unsere Gesundheit. Daraus resultiert ein Dilemma, wie wir uns gegenüber der Sonnenstrahlung verhalten sollten: maßvolle Exposition oder konsequenter Schutz. Die einzelnen Vorträge geben einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zu diesem Thema. Es werden Empfehlungen für einen gesundheitsbewussten UV-Schutz diskutiert.

14:00 - 14:30

UV-Schutz: ist es Zeit für einen Paradigmenwechsel?

Dr. Manfred Matzel
Reamin GmbH

14:30 - 15:00

Vitamin D Status und Krebs: wie ist die Evidenz?

Dr. Matthias Schömann-Finck
DHfPG GmbH & BSA Akademie

15:00 - 15:30

Diagnostik bei Photodermatosen

Dr. Nobert J. Neumann
Klinik f. Dermatologie, Uniklinik Düsseldorf

15:30 Uhr

**Abschlussdiskussion
Prof. Dr.
Christoph Schierz**

anschließend Kaffeepause

Inhalt

Vorträge

Prof. Dr.Dr. h.c. Donat- P. Häder, Uni Erlangen Schutzmechanismen bei Cyanobakterien	3
Prof. Dr. Dieter Hanelt Photoinhibition, ein Prozess, um den Photosyntheseapparat vor Schäden durch exzessive Strahlung zu schützen	4
M. Sc. Felix Wirth, Uni Darmstadt Rekonstruktion spektraler Reflektionsgrade mittels moderner Deep-Learning-Methoden im Kontext von Blattpigment	5
Prof. Dr. Christoph Schierz, TU Ilmenau Blendung des visuellen Systems – eine Einführung	6
Prof. Dr. Christoph Schulze, TU Dresden Lichttechnische Bewertung der Störwirkung größerer leuchtender Werbeflächen	7
Dr.-Ing. Cornelia Vandahl, TU Ilmenau Untersuchung des Stoboskopeffektes durch pulsweitenmodulierte Beleuchtung in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke	8
Prof. Dr. Jan Werner, FGK Hör-Grenzhausen Von VIS bis NIR - Konzepte und Umsetzung leuchtstoffkonvertierender lichtemittierender Dioden (VIS-/NIR-pc-LED) auf Basis anorganischer Keramik-Konverter	9
Dr. Dominik Uhlich, Leuchtstoffwerk Breitung Effiziente IR-Emitter auf anorganischer Basis	10
M. Sc. Tim Pier, FH Münster Optimierung des NIR-Emitters LiScO₂:Cr³⁺ zur Behandlung des Sjögren-Syndroms sowie der rheumatischen Arthritis	11
(online) Dr. Sebastian Lorenz, Bundesamt für Strahlenschutz, FG Optische Strahlung UV-Messnetz: Ergebnisse der Langzeitmessreihe in Dortmund und Uccle (Belgien)	12
Dr. Jan Winderlich, Excelitas Noblelight GmbH Wie schnell erreichen künstliche (und natürliche) UV-Quellen die gesetzlichen Grenzwerte	13
Karl Heinz Meyer, Linsengericht Historie der UV Technologie	14
Dr. Manfred Matzel, Reamin GmbH UV-Schutz: ist es Zeit für einen Paradigmenwechsel?	15
Matthias Schömann Finck, DHfPG GmbH & BSA Akademie Vitamin D Status und Krebs: wie ist die Evidenz?	16
Dr. Norbert J. Neumann, Klinik f. Dermatologie, Uniklinik Düsseldorf Diagnostik bei Photodermatosen	17

Schutzmechanismen bei Cyanobakterien

Prof. Dr. Dr. h.c. Donat-P. Häder,
Emeritus der Friedrich-Alexander Universität, Erlangen Nürnberg

Das wichtigste zuerst: Cyanobakterien sind morphologisch unscheinbar, aber ohne sie gäbe es keine aquatische und terrestrische Ökosysteme, wie wir sie kennen, und auch keine Menschen.

Cyanobakterien, früher als Blaualgen bekannt, haben sich seit etwa 3,5 Milliarden Jahren in den Urmeeren entwickelt. Zu der Zeit bestand die Erdatmosphäre aus Ammoniak, Methan, Schwefelverbindungen und Kohlenstoffdioxid. Es gab nur Spuren von Sauerstoff. Diese Organismen waren die ersten, die zwei Photosysteme hintereinander schalteten, so dass die dabei fixierte Sonnenenergie ausreicht, um Wasser zu spalten. Als Nebenprodukt wird Sauerstoff freigesetzt. Jedoch wurde dieser Sauerstoff während der folgenden Milliarde Jahren an Eisen gebunden; die Erde rostete. Erst danach begann die "große Sauerstoffkatastrophe". Für die meisten Organismen ist Sauerstoff in höheren Konzentrationen toxisch.

Cyanobakterien besiedeln alle aquatischen (Süßwasser und marin) sowie terrestrischen Ökosysteme. In den Ozeanen repräsentieren sie bis zu 50 % der Biomasse. Diese prokaryotischen (bakteriellen) Organismen wurden von eukaryotischen Organismen (die einen echten Zellkern besitzen) als primäre oder sekundäre Symbionten einverleibt und betreiben heute als Chloroplasten die Photosynthese in Algen, Moosen, Farnen und höheren Pflanzen.

Da photosynthetischen Organismen Licht für ihre Photosynthese benötigen, sind sie der Sonnenstrahlung ausgesetzt. Zum einen können hohe Bestrahlungsstärken im sichtbaren Spektrum Strukturen und physiologische Prozesse schädigen und zum anderen schädigt das UV der Solarstrahlung viele Funktionen und biologisch wichtige Makromoleküle. Noch schädlicher war in der Anfangsphase der Evolution die UV-C Strahlung, die bis auf die Erdoberfläche fiel, da kein Sauerstoff in der Erdatmosphäre und damit auch kein Ozon in der Stratosphäre vorhanden war.

Cyanobakterien, wie viele andere Organismen, haben eine Vielzahl von Mechanismen entwickelt, um sich vor exzessiver sichtbarer und UV Strahlung zu schützen. Zum einen verfügen sie über eine Motilität (deren Mechanik wir bis heute noch nicht verstehen) und können sich je nach Strahlungsintensität in flachere oder tiefere Gewässer, bzw. Schatten bewegen. Weiterhin besitzen sie eine hohe Zellteilungsaktivität, so dass abgestorbene Zellen schnell ersetzt werden können. Sie haben auch effiziente Reparaturmechanismen entwickelt, die lebenswichtige Strukturen und Funktionen, wie den Photosyntheseapparat und die DNS zu reparieren.

Darüber hinaus synthetisieren Cyanobakterien ein ganzes Arsenal von UV-absorbierenden Farbstoffen, wie Scytonemine und mykosporinartige Aminosäuren (MAAs), mit denen ein Großteil der kurzwelligeren Solarstrahlung abgefangen wird, bevor sie biologisch wichtige Targets erreicht. Diese Substanzen sind inzwischen in das Interesse der Pharmakonzerne gerückt, um chemische oder mineralische UV-Filter zu ersetzen.

Photoinhibition, ein Prozess, um den Photosyntheseapparat vor Schäden durch exzessive Strahlung zu schützen

Prof. Dr. Hanelt, Dieter

Abteilung Aquatische Ökophysiologie/Phykologie, Institut für Pflanzenwissenschaften und Mikrobiologie (IPM), Universität Hamburg

Der Kautsky-Effekt der lichtinduzierten Chlorophyllfluoreszenz wird in verschiedenen Anwendungen zur Messung photosynthetischer Parameter genutzt. Die Puls-Amplituden-Modulationstechnik der Fluoreszenz (PAM-Methode) wurde dafür 1986 von Schreiber und Mitarbeitenden (1) eingeführt. Diese wird heute weitläufig zur Messung der Quantenausbeute und der photosynthetischen Effizienz des Photosystem II eingesetzt. Prinzipiell konkurriert das Fluoreszenzsignal von PSII bei der Energieumwandlung mit der chemischen Verwertung und der Wärmeabgabe des Systems. Während eines starken weißen Lichtpulses werden alle Elektronenakzeptoren von PSII für weniger als eine Sekunde vollständig reduziert, sodass die Anregungsenergie dann nur durch Wärme oder Fluoreszenz abgegeben werden kann. Ein niedrigeres Fluoreszenzsignal weist danach auf eine erhöhte Wärmeabgabe hin, was in Konkurrenz zur möglichen physikochemischen Energieumwandlung eine Verringerung der Quantenausbeute des Photosystems bedeutet. Bei höheren Lichtintensitäten führt diese dynamische Photoinhibition zu einer verstärkten Wärmedissipation, wodurch eine übermäßige Energieeinspeisung in das molekular/chemische System verringert wird. Dies optimiert die Photosyntheseeffizienz und reduziert die Rate eines möglichen Photosystemschadens durch Radikalbildung. Die Zunahme dieser nicht-radiative Energiedissipation wird auf eine Zunahme des Zeaxanthin-Gehalt im Antennensystem von PSII, einer Aggregation von Lichtsammelkomplexen oder einer Zunahme von inaktivierten PSII-Zentren (z.B. PSII β -Zentren) bewirkt, die damit auch aktive photosynthetische Zentren schützen können.

Eine verringerte photosynthetische Kapazität (P_{max}) wurde bei Pflanzen beobachtet, die hohen Bestrahlungen ausgesetzt sind, sobald die Energiebelastung die Anforderungen der Photosyntheseprozesse übersteigt. Ursprünglich wurde dieser Effekt als Photoinhibition bezeichnet (2). Die Exposition gegenüber hohen PAR-Intensitäten kann die assimilatorische Kapazität des Calvin-Zyklus übersteigen, was beispielsweise bei Makroalgen in der Gezeitenzone während sonniger Tage bei Ebbe auftreten kann. Dann kann überschüssige absorbierte Energie zu Schäden an der photosynthetischen Apparatur führen. Allerdings ermöglicht die dynamische Photoinhibition den Pflanzen, sich schnell (innerhalb weniger Minuten) nach Wegfall der stressigen Bedingungen zu erholen, z.B. am Nachmittag oder bei steigendem Wasserstand. Im Gegensatz dazu ist bei der chronischer Photoinhibition die photosynthetische Kapazität hauptsächlich durch die Beschädigung des zentralen D1-Proteins betroffen. Aufgrund der erforderlichen Neubildung und des Austauschs von D1 in der Thylakoidmembran ist dieser Effekt nur auf längere Zeit (mehrere Stunden) reversibel, erkennbar an einer unvollständigen Erholung der Photosynthese vor Sonnenuntergang. Chronische Photoinhibition tritt vor allem bei Meeresalgen in der unteren Gezeitenzone auf, die hohen Lichtintensitäten ausgesetzt werden. Diese Pflanzen besitzen eine geringere Fähigkeit, die Photosynthese durch dynamischen Photoinhibition zu schützen.

[1] Schreiber U, Schliwa U, Bilger W. (1986) Continuous recording of photochemical and nonphotochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. *Photosynth Res*;10:51-62.

[2] Hanelt, D., 2018 *Photosynthesis assessed by chlorophyll fluorescence*, In: *Bioassays: Advanced Methods and Applications*. Häder, D.-P. & Erzinger, G. S. (Hrsg.). Elsevier, S. 169-198.

Rekonstruktion spektraler Reflexionsgrade mittels moderner Deep-Learning-Methoden im Kontext von Blattpigmenten

Wirth, Felix

TU Darmstadt, FG ALSVV, Prof. Dr.-Ing. Tran Quoc Khanh

Chlorophyll, Carotinoide und Anthocyane sind Blattpigmente welche Photosynthese-Leistung, Photoprotektion und den allgemeinen Pflanzenzustand beschreiben. Neben der Bestimmung der Gehalte aus chemischer Extraktion wird an der Bestimmung aus spektralen Reflexionsspektren geforscht. Die Messung durch spektrale Sensoren wie Spektroradiometer und Hyperspektralkameras ist allerdings teuer und aufwendig.

Im Rahm dieser Arbeit wird deswegen dargestellt, wie sich dieselben Informationen mithilfe von RGB-Kameras gewinnen lassen. Hierfür wird die Technik der spektralen Reflexionsrekonstruktion unter Verwendung mehrerer LED-Emissionsspektren verwendet. Datensätze wie CAVE, KAIST und ICVL liefern zwar bereits umfangreiche Spektraldaten, enthalten jedoch keine bis kaum Daten für die generalisierte Rekonstruktion von Blattreflexionsspektren. [1] [2] [3] Spezialisierte Pflanzendatensätze wie Ginkgo HSI und HyperLeaf2024 enthalten zwar die benötigten annotierte Aufnahmen, konzentrieren sich jedoch auf einzelne Arten oder spezielle Versuchsszenarien und lassen sich daher nur eingeschränkt verallgemeinern. [4] [5]

Mit einer entwickelten Multi Spectral Sensor Box wird ein Datensatz aus 33 Pflanzenarten aufgenommen. Jede Messung umfasst die spektralen Reflexionsgrade eines Spektroradiometers von drei Punktmessungen pro Blatt, hyperspektrale Kameraaufnahmen sowie 10 RGB-Bilder welche unter 10 unabhängigen Beleuchtungsspektren aufgenommen wurden. Das SRR-MAXL Netzwerks von Huo et al. [6] dient als Basis für die Rekonstruktionsaufgabe und wird um die Verarbeitung von 10 Emissionsspektren erweitert sowie um die Verarbeitung der expliziten spektralen Kamerasensitivitäten ergänzt. Mit dieser Variation lassen sich aus den RGB-Aufnahmen unter verschiedenen Emissionsspektren sowohl Hyperspektralkamera-Aufnahmen als aus spektrale Reflexionsgrade rekonstruieren.

Der erstellte Datensatz erweitert die Forschungsgemeinschaft der spektralen Reflexionsrekonstruktion um Pflanzendiversität. Das erweiterte CNN demonstriert das Potenzial, spektrale Reflexionsgrade und damit langfristig Blattpigmentgehalte aus RGB-Bildern zu bestimmen. Künftige Arbeiten sollen Netzwerkarchitektur, Beleuchtungskonfiguration und Datendiversität optimieren, um die Rekonstruktionsgenauigkeit weiter zu steigern und somit remote sensing Technologien für precision vertical farming bereitzustellen.

[1] Fumihito Yasuma u. a. „Generalized Assorted Pixel Camera: Postcapture Control of Resolution, Dynamic Range, and Spectrum“. In: IEEE Transactions on Image Processing 19.9 (2010), S. 2241–2253. doi: 10.1109/TIP.2010.2046811.

[2] Inchang Choi u. a. „High-Quality Hyperspectral Reconstruction Using a Spectral Prior“. In: ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia 2017) 36.6 (2017), 218:1–13. doi:10.1145

[3] Boaz Arad und Ohad Ben-Shahar, „Sparse Recovery of Hyperspectral Signal from Natural RGB Images“. In: European Conference on Computer Vision. 2016. url: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:31133416>.

[4] Lianxiang Gong u. a. „Spectral Reflectance Reconstruction from Red-Green-Blue (RGB) Images for Chlorophyll Content Detection“. In: Applied Spectroscopy 77.2 (2023). PMID: 36323648, S. 200–209. doi: 10.1177/00037028221139871.

[5] William Michael Laprade u. a. „HyperLeaf2024 - A Hyperspectral Imaging Dataset for Classification and Regression of Wheat Leaves“. In: Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops. Juni 2024, S. 1234–1243.

[6] Dong Huo u. a. „Learning to Recover Spectral Reflectance from RGB Images“. In: IEEE Transactions on Image Processing (2024).

Blendung des visuellen Systems – eine Einführung

Schierz, Christoph

TU Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

Der Schutz vor Blendung durch Lichtquellen ist eines der wichtigsten Gütemerkmale künstlicher Beleuchtung, sowohl im Innenraum als auch im Freien. In Wissenschaft und Praxis werden zur Blendung üblicherweise folgende Begriffsbestimmungen verwendet:

- **Physiologische und psychologische Blendung**

Blendung, welche die Sehfunktion beeinträchtigt (physiologisch) und Blendung, die sich auf ein Unbehagen bezieht (psychologisch). Beide können unabhängig voneinander auftreten.

- **Absolutblendung und Relativblendung**

Bei sehr hohen Leuchtdichten stets und unabhängig von der Adaptation vorhandene Blendung (absolut) oder Blendung durch zu hohe Leuchtdichtekontraste im Gesichtsfeld (relativ).

- **Infeldblendung und Umfeldblendung**

Die Blendquelle befindet sich nahe zur Blickrichtung (Infeld) oder peripher im Gesichtsfeld (Umfeld).

- **Direktblendung und Reflexblendung**

Blendung durch unmittelbare Einwirkung der Blendquelle (direkt) oder durch spiegelnde Reflexion, die sich in der Nähe des Sehobjekts befindet oder dieses überlagert (Reflex).

- **Simultanblendung und Sukzessivblendung**

Blendung, die gleichzeitig (simultan) mit dem Sehvorgang auftritt oder erst als Nachwirkung einer Blendung (sukzessiv, zum Beispiel als Nachbild).

Während sich Infeld- und Umfeldblendung auf die Position des Blendlichts im Gesichtsfeld, Direkt- und Reflexblendung auf dessen Entstehungsart, sowie Simultan- und Sukzessivblendung auf den Zeitpunkt der Störung beziehen, adressieren physiologische, psychologische sowie absolute und relative Blendung die Wirkung der Blendung auf den Menschen. Die Störung bei physiologischer Blendung entsteht durch Streulicht im Auge, diejenige der Absolutblendung durch Sättigung der Signalantwort der Sehzellen (Zapfen) und diejenige der Relativblendung durch Überschreiten des Dynamikumfangs der Sehzellen. Bei der Simultan- und Sukzessivblendung erfolgen die Helligkeitsanpassungen durch Adaptation der Netzhaut zu langsam. Von der psychologischen Blendung ist die Ursache derzeit nicht bekannt. Sie könnte aber darin begründet sein, dass das unbehagliche Gefühl ein Bedürfnis erweckt, möglichst nicht zur Blendquelle zu blicken, was einer gefühlten Einschränkung des Blickfeldes gleich kommt.

Als Haupteinflussparameter für die Stärke der Blendung gelten die Leuchtdichte der Blendquelle und deren Größe (Raumwinkel), deren seitliche und vertikale Position relativ zur Blickrichtung, sowie die Hintergrundleuchtdichte, auf die das Auge adaptiert ist. Je dunkler der Raum ist, desto stärker ist die Blendung. Weitere, sekundäre Einflussparameter sind beispielsweise das Alter der geblendeten Person, die Leuchtdichtestruktur und gegebenenfalls das Lichtflimmern innerhalb der Leuchte. Wirkungen der Lichtfarbe auf die Blendung sind eher von untergeordneter Bedeutung.

Für physiologische und psychologische Blendung wurden Formeln zur Berechnung von Blendungswerten entwickelt, welche die Haupteinflussparameter berücksichtigen. Sie finden in der Praxis der Beleuchtungsplanung unter anderem bei der Innenraumbeleuchtung, der Sportstättenbeleuchtung, der Straßenbeleuchtung, der Kfz-Beleuchtung und beim Schutz vor störenden nächtlichen Lichtimmissionen Anwendung.

LICHTTECHNISCHE BEWERTUNG DER STÖRWIRKUNG GRÖßERER LEUCHTENDER WERBEFLÄCHEN

Schulze, Christoph, Dr.-Ing, Dipl.-Ing, Dipl.-Psych.

*Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“,
Wahrnehmungslabor/Lichttechnik*

Der öffentliche Raum ist einer der zentralen Orte in denen Werbung dargeboten wird, um damit Personen in größerer Anzahl erreichen zu können. Neben außenwirksamer (Eigen-) Werbung an Unternehmenssitzen und (gewerblichen) Fahrzeugen gehören seit langem kommerziell betriebene Werbeflächen im öffentlichen Raum oder zumindest mit Sichtbarkeit aus dem öffentlichen Raum bzw. Verkehrsraum dazu. Damit diese auch in den Nachtstunden gesehen werden können kommen hierfür, ebenfalls seit geraumer Zeit, hinterleuchtete oder von außen beleuchtete Werbeflächen zum Einsatz.

Die technischen Entwicklungen der zurückliegenden Jahre ermöglichten insbesondere für die kommerziell betriebenen Werbeanlagen einen tiefgreifenden Wandel weg von mehr oder weniger permanent gleichartig (ggf. wechselnd-wiederkehrend) darbietenden, hin zu inhaltlich völlig variablen Werbeflächen. Diese Flächen nutzen Darstellungstechnologien wie andere elektronische Anzeigemedien (z.B. hinterleuchtete Matrizen) oder bestehen aus Matrizen aus RGB-LED. Unabhängig von der Technologie stehen diese Medien vor der diesbezüglich neuen Herausforderung, auch bei Tageslicht aktiv leuchtend eine ausreichende Sicht- und Lesbarkeit realisieren zu müssen.

Die zunächst naheliegende Motivation zur lichttechnischen Bewertung solcher Flächen ist daher die Reduzierung der für nächtliche Verhältnisse völlig ungeeigneten Tagesleuchtdichten auf erkennbare und verträgliche Niveaus. Hierfür ist einerseits die physiologische Blendungsbewertung und andererseits die psychologische Blendungsbewertung (Störwirkung durch Blendung im Kontext Lichtimmissionsbewertung) relevant [1, 2, 3].

Dabei werfen die modernen Werbeflächen durch die gegebenen technischen Möglichkeiten wissenschaftliche und praktische Fragen zu Aspekten auf, die bislang von untergeordneter Bedeutung waren oder aus anderen Gründen nicht im Fokus der Beschäftigung lagen. Dies betrifft die Aspekte Farbigkeit und Veränderlichkeit (als Wechsel „statischer“ Inhalte und/oder „bewegte“ Inhalte). Die wissenschaftliche Auseinandersetzung eröffnet zudem weiterführende Fragen von eher konzeptionell-theoretischem Charakter. Hierzu gehört die Beschäftigung mit der Schutzzielsetzung und deren Operationalisierung. So ist etwa zu diskutieren, inwiefern eine Unterscheidung von „Störwirkung“ beispielsweise in die Aspekte „Stören im Sinne Blendung“ und „Ablenkung“ sinnvoll oder sogar geboten sein könnte.

Schließlich ist im Kontext aktueller gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Diskussionen auch die Umweltwirkung von modernen Werbeanlagen lichttechnisch zu bewerten. Hieraus eröffnen sich unter anderem Fragen zur räumlich-geometrischen Unterscheidung von Nutz- versus Störlicht und deren angemessene Beschreibung mit lichttechnischen Mitteln bis hin zu Aussichten auf technische Gestaltungen.

[1] „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ (Ausarbeitung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz [<https://www.lai-immissionsschutz.de/Veroeffentlichungen-67.html>]).

[2] LiTG 12.3: „Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen 12.3“ der Deutschen Gesellschaft für LichtTechnik und LichtGestaltung e.V. (2011).

[3] CIE 150:2017: *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2nd Edition (2017)*. Vienna: CIE.

UNTERSUCHUNG DES STROBOSKOEFFEKTES DURCH PULSWEITENMODULIERTE BELEUCHTUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Vandahl, Cornelia

TU Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

Lichtflimmern ist eine sich periodisch wiederholende Veränderung des Lichtstroms von Lichtquellen. Es entsteht, wenn die Lichtquellen nicht mit konstantem Strom betrieben werden. Man spricht dann von einem gepulsten Betrieb, bei dem die Lichtquelle in kurzen Abständen an- und ausgeschaltet wird. Der Pulsbetrieb wird auch zum Dimmen von Leuchtdioden benutzt. Bei der Pulsweitenmodulation (PWM) wird die Länge der Lichtpulse umso kürzer, je weiter gedimmt wird.

Nicht jedes Lichtflimmern ist durch den Menschen wahrnehmbar. Je mehr Lichtpulse pro Sekunde dargeboten werden, desto höher ist die Frequenz des Lichtstromes und desto schwieriger sind die Lichtpulse vom Auge noch auseinanderzuhalten. Ab einer bestimmten Frequenz (Flimmerverschmelzungsfrequenz) sind sie nicht mehr getrennt zu sehen, sie verschmelzen zu einer konstanten Lichtwahrnehmung.

Für statische Situationen, in denen sich weder die beleuchteten Gegenstände noch das Beobachteraue bewegen, liegt die Flimmerverschmelzungsfrequenz unter 90 Hz: In nicht statischen Situationen, bei denen sich beleuchtete Gegenstände bewegen, kann auch ein Lichtflimmern bei Frequenzen größer als 90 Hz als Flimmern gesehen werden. Es tritt dann der Stroboskopeffekt auf. Es wird davon ausgegangen, dass ein relativ großer Teil der Beschwerden über Flimmern in Beleuchtungsanlagen auf den Stroboskopeffekt und nicht auf ein direkt wahrgenommenes Flimmern zurückzuführen ist.

Zur Bewertung der Wahrnehmung des Stroboskopeffekts zwischen 80 und 2000 Hz dient der SVM-Wert (Stroboscopic Visibility Measure). Ein Wert bei 1,0 bedeutet, dass ein durchschnittlicher Beobachter den Effekt mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % erkennt. Die Ökodesignrichtlinie der EU fordert seit 2024 für LED und OLED-Netzspannungslichtquellen unter Vollastbetrieb einen $SVM \leq 0,4$. Die genannten Grenzwerte gelten allerdings nicht für den gedimmten Betrieb der Leuchte. Bei Dimmung mit Pulsweitenmodulation (PWM) kann sich das Flimmern allerdings verstärken. Bei der Bewertung wird das nicht berücksichtigt, es sind keinerlei Grenzwerte vorgegeben, die eingehalten werden müssen.

Beim Dimmen mit Pulsweitenmodulation ändert sich der Tastgrad (Duty Cycle). Das ist der Zeitanteil währenddessen die Lichtquelle eingeschaltet ist und die Beleuchtungsstärke sinkt. In der Literatur ist beschrieben, dass die Stärke des wahrgenommenen Stroboskopeffektes von der Umgebungshelligkeit (Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke) abhängt. Diese Abhängigkeit wird im derzeit zur Bewertung verwendeten SVM-Wert nicht berücksichtigt.

In der vorgestellten Studie wurde untersucht, welche Auswirkungen eine PWM-Dimmung und damit eine Beleuchtungsstärkevariation auf die Wahrnehmung des Stroboskopeffektes hat und inwieweit die Bewertungsgröße SVM auch für diesen in der Praxis häufig vorkommenden Anwendungsfall gültig ist.

Von VIS bis NIR - Konzepte und Umsetzung leuchtstoff-konvertierender lichtemittierender Dioden auf Basis anorganischer Keramik-Konverter

Jan Werner

Forschungsinstitut für Glas – Keramik GmbH, Höhr-Grenzhausen

Hochschule Koblenz, Werkstofftechnik Glas und Keramik, Höhr-Grenzhausen

Leuchtstoffkonvertierte Licht emittierende Dioden (engl. phosphor-converted LEDs, pc-LEDs) sind heute der Standard für die allgemeine Beleuchtung und basieren auf dem Prinzip der Lumineszenzkonversion: Ein blauer LED-Chip (InGaN) wird mit einer Leuchtstoffschicht (Konverter) kombiniert, die einen Teil des blauen Lichts absorbiert und in Licht anderer Wellenlängen umwandelt, typischerweise in Gelb, Grün und Rot. Die Mischung des verbleibenden blauen Lichts mit dem breitbandig emittierten Licht des Leuchtstoffs (z. B. Cer-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat, YAG:Ce) ergibt für das menschliche Auge weißes Licht. Gegebenenfalls kann unter Verwendung geeigneter Konverter das Licht besonders kurzwellig emittierender violetter oder ultravioletter LEDs in blaues, gelbes, grünes und rotes Licht und somit in den gesamten Spektralbereich des sichtbaren Lichts (VIS) konvertiert werden.

Diese Technologie ermöglicht eine hohe Lichtqualität, flexible Farbtemperaturen und eine effiziente sowie langlebige Lichtquelle. Für Hochleistungs-LEDs kommen in lichtdurchlässige Polymere eingebettete Leuchtstoffe wegen der hohen thermischen Belastungen, die zur Degradation der Kunststoffmatrix führen würden, nicht in Frage. Aus diesem Grund wurden in den vergangenen Jahren erfolgreich mechanisch, chemisch und thermisch stabile keramische Leuchtstoffkonverter entwickelt und zur Anwendung gebracht.

Auf vergleichbare Weise bieten breitbandig emittierende NIR-Leuchtstoffe Potenzial und eine Grundlage für die Entwicklung effizienter und langlebiger NIR-Konverter auf Keramikbasis. Ziel ist hier die Kombination eines kurzwellig emittierenden LED-Chips mit langwellig emittierenden Leuchtstoffen im NIR-Spektralbereich zwischen ca. 800 und 2.500 nm. In Form hoch lichtdurchlässiger Keramiken bieten diese NIR-Konverter große Vorteile hinsichtlich ihrer thermischen, chemischen und mechanischen Stabilität in Kombination mit geringer spektraler Verschiebung bei hohen Betriebstemperaturen. Diese Aspekte machen Keramik-NIR-Konverter interessant für anspruchsvolle Anwendungen in der Industrie, Analytik, Lebensmittel- und Medizintechnik.

Zur Erzielung hoher Effizienzen ist neben der gezielten Materialauswahl in Bezug auf Dotierungselemente und Wirtsmaterialien die Beherrschung der gesamten keramischen Prozesskette erforderlich. Dies ermöglicht sowohl die präzise Einstellung der chemisch-mineralogischen Zusammensetzung als auch eines möglichst homogenen und defektfreien Gefüges der Leuchtstoffkeramiken.

Im Rahmen des Vortrags werden die wesentlichen Verfahrensschritte sowie die zu beachtenden technischen Herausforderungen auf dem Weg zu funktionalen, lichtdurchlässigen, optokeramischen Bauteilen beschrieben.

Effiziente IR-Emitter auf anorganischer Basis

Dr. Dominik Uhlich

Leuchtstoffwerk Breitungen GmbH

Die Leuchtstoffwerk Breitungen GmbH (LWB) ist einer der letzten industriellen Hersteller von anorganischen Lumineszenzpigmenten innerhalb Europas. Starke technologische Veränderungen des Lichtmarktes erfordern ein hohes Maß an Innovationskraft verbunden mit der Entwicklung neuer Materialien und Anwendungsfelder. Im Bereich der anorganischen Leuchtstoffe geschieht dieses mittlerweile abseits des visuellen Spektrums, d. h. im Bereich der UV- und IR-Emitter.

Typische NIR-Strahlungsquellen, wie Glüh- und Halogenlampen emittieren ein sehr breites und daher unspezifisches NIR-Spektrum, dessen spektraler Verlauf zudem stark temperaturabhängig ist. GaAs-LEDs sind zwar sehr effizient aber mit Halbwertsbreiten von 20-50 nm zu schmalbandig, um ein homogenes IR-Spektrum abzustrahlen. Hier könnten IR-Emitter auf Pigmentbasis eine echte Alternative zu bestehenden Technologien darstellen.

LWB hat in den letzten Jahren an der Entwicklung von neuen IR-Emittern gearbeitet. Diese lassen sich häufig im blauen und roten Spektralbereich anregen und zeigen intensive Emissionen im nahen Infrarotbereich zwischen 800-2000 nm. Solche IR-Emitter lassen sich im Bereich der Sicherheitsmarkierungen, der Sensorik sowie der Medizintechnik einsetzen.

Der Vortrag gibt einen Einblick in die generelle Fertigung von anorganischen Leuchtstoffen sowie die spektralen Eigenschaften von IR-Emittern. Anschauliche Beispiele zeigen die Möglichkeiten auf, in welchen potentiellen Anwendungsfeldern sich anorganische Infrarotleuchtstoffe einsetzen lassen.

Optimierung des NIR-Emitters $\text{LiScO}_2:\text{Cr}^{3+}$ zur Behandlung des Sjögren-Syndroms sowie der rheumatischen Arthritis

Tim Pier, Leoni Frehmeyer und Thomas Jüstel

FH Münster University of Applied Sciences, Fachbereich Chemieingenieurwesen,
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

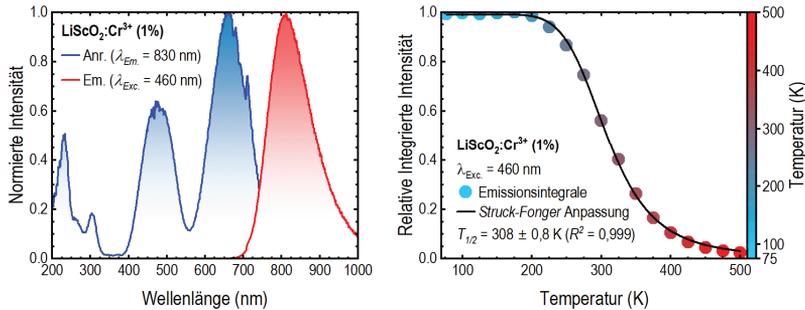


Abbildung 1: Normiertes Anregungs- und Emissionsspektrum von Cr^{3+} dotiertem LiScO_2 (links). Thermische Löschkurve der gleichen Proben, die Anpassung mit dem Struck-Fonger Modell ergab eine Löschkurve von 308 K (rechts).

Festkörperlichtquellen auf Basis von Leuchtstoff konvertierten $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ - oder $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ -LED haben sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten als Lichtquelle der Moderne etabliert und ineffizientere Glüh- und Leuchtstofflampen weitestgehend vom Markt verdrängt. LED überzeugen nicht nur durch ihre hohe Energieeffizienz, sondern auch durch ihre flexibel anpassbare spektrale Zusammensetzung und damit spektrale Wirksamkeit. Diese wird durch die jeweilige Leuchtstoffmischung bestimmt und eröffnet LED zunehmend neue Anwendungsfelder über die klassische Allgemeinbeleuchtung hinaus.

Ein besonders wachsendes Interesse gilt dem nahinfraroten (NIR) Spektralbereich, der aufgrund seines breiten Anwendungspotenzials – etwa in der Pflanzenbeleuchtung, medizinischen Therapie und Diagnostik sowie in der Sensorik – an Bedeutung gewinnt. In diesem Zusammenhang sind Cr^{3+} -aktivierte Leuchtstoffe als Konversionsmaterialien vielversprechend, da sie wichtige optische Eigenschaften wie eine gute Anregbarkeit im Bereich von 440-480 nm und eine breitbandige Emission im NIR-Bereich aufweisen.

Entscheidend ist hierbei die Identifikation geeigneter Wirtsstrukturen für Cr^{3+} -dotierte Leuchtstoffe. In der vorliegenden Arbeit wurde die gezielte Modifikation der kürzlich vorgestellten Leuchtstoffs $\text{LiScO}_2:\text{Cr}^{3+}$ mittels Kationenaustausch untersucht ¹. Dieser Leuchtstoff wird als potenzieller Kandidat für Therapielampen zur Behandlung des Sjögren-Syndroms betrachtet. Die optischen Eigenschaften wurden in Abhängigkeit von der Konzentration des Cr^{3+} -Aktivators sowie dem Austausch von Li^+ durch Na^+ und Sc^{3+} durch Al^{3+} analysiert ².

Literatur

- (1) L. Chen, Q. Liu, S. Wei, Y. Guo, P. Chen, H. Ni, S. Wei, X. Huo, *Adv. Therap.* **2024**, 7(9), 2400125.
- (2) L. Frehmeyer, T. Pier, T. Jüstel, *Chemjia*, **2025**, 36(5), 45-55.

UV-Messnetz: Ergebnisse der Langzeitmessreihe in Dortmund und Uccle (Belgien)

Dr. Lorenz, Sebastian

Bundesamt für Strahlenschutz

Übermäßige UV-Bestrahlung erhöht das Risiko für akute und spätere Erkrankungen an Haut und Augen. Daher ist es wichtig, die auftretende UV-Strahlung möglichst genau zu kennen. Präzise Messungen der solaren UV-Strahlung am Erdboden, wie sie zum Beispiel das deutschlandweite solare UV-Messnetz durchführt, liefern wichtige Erkenntnisse über Intensität und Zusammensetzung der UV-Strahlung, sowie deren kurz- und langfristige Veränderungen.

In einer umfangreichen Studie wurden über eine Million UV-Datensätze aus 26 Jahren in Dortmund und Uccle (Belgien) aufbereitet, analysiert und zeitliche Trends berechnet [1]. Für die Trendanalyse kam ein neuartiges Modell zum Einsatz, das sowohl Autokorrelation als auch Varianzheterogenität berücksichtigt. Eine validierte Imputationsmethode [2] verhindert zudem, dass Datenlücken die Trendergebnisse verfälschen. Neben den UV-Spektren wurden für denselben Zeitraum auch bodennahe Messdaten zur Globalstrahlung und Sonnenscheindauer sowie Satellitendaten des täglichen atmosphärischen Ozongehalts betrachtet, um Korrelationen mit der UV-Strahlung sowie mögliche Ursachen für Trends der UV-Strahlung zu identifizieren.

Die Ergebnisse der deskriptiven Datenanalyse verdeutlichen den Einfluss des saisonalen Verlaufs von Ozon und von Niedrigozon-Ereignissen auf die UV-Strahlung am Erdboden. Außerdem wurde festgestellt, dass die Korrelation zwischen dem UV-Index und den erythemwirksamen UV-Tagesdosiswerten maßgeblich durch die Bewölkung beeinflusst wird. Der Vergleich der Daten aus Dortmund und Uccle liefert zudem wichtige Erkenntnisse zur regionalen Übertragbarkeit der vor Ort erhobenen Daten.

Die Ergebnisse der Trendanalyse zeigen einen signifikanten Anstieg der monatlichen UV-Strahlung von 1997 bis 2022 [1]. Der Anstieg lässt sich in der Gesamtschau aller Trendergebnisse und Einflussparameter auf eine veränderte Bewölkung zurückführen. Diese Erkenntnis wird durch satellitengestützte Daten bestätigt, die eine deutliche Abnahme des Bewölkungsgrades in Mitteleuropa belegen [3].

Die Erkenntnisse aus der Studie sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung von Strahlenschutzkonzepten und präventiven Strategien [4] zur Minimierung der Gesundheitsrisiken durch UV-Strahlung im Kontext des Klimawandels.

1. Lorenz, S., Heinzl, F., Bauer, S., Janssen, M., De Bock, V., Mangold, A., Scholz-Kreisel, P. and Weiskopf, D. (2024). Increasing solar UV radiation in Dortmund, Germany: data and trend analyses and comparison to Uccle, Belgium. *Photochem Photobiol Sci*, 23(12), 2173-2199. <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00658-8>
2. Heinzl, F., Lorenz, S., Scholz-Kreisel, P. and Weiskopf, D. (2024). Filling data gaps in long-term solar UV monitoring by statistical imputation methods. *Photochem Photobiol Sci*, 23(7), 1265-1278. <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00593-8>
3. Goessling, H. F., Rackow, T. and Jung, T. (2024). Recent global temperature surge intensified by record-low planetary albedo. *Science*, eadq7280. <https://doi.org/10.1126/science.adq7280>
4. Baldermann, C. and Lorenz, S. (2019). UV radiation in Germany: influences of ozone depletion and climate change and measures to protect the population. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 62(5), 639-645. <https://doi.org/10.1007/s00103-019-02934-w>

Wie schnell erreichen künstliche (und natürliche) UV-Quellen die gesetzlichen Grenzwerte?

Vortragender: Winderlich, Jan

Excelitas Noblelight GmbH

Um den sicheren Umgang mit künstlicher UV-Strahlung zu gewährleisten, befasst sich die Richtlinie 2006/25/EG mit dem Schutz der Arbeitnehmer vor Gefahren durch optische Strahlung am Arbeitsplatz [1]. Ergänzend regelt die DIN EN 62471 als europäische Norm die Bewertung der photobiologischen Sicherheit von Lampen und Beleuchtungssystemen [2].

In diesem Vortrag werden die verschiedenen Arten von UV-Strahlungsquellen detailliert vorgestellt und vor dem normativen Hintergrund bewertet. Dies umfasst quecksilberhaltige Niederdruck- und Mitteldrucklampen, Deuterium-Analyse-Lampen, Excimer-Strahler unterschiedlicher Wellenlängen, UVA-LEDs sowie die neuesten Entwicklungen bei UVC-LEDs. Ein zentraler Bestandteil der Analyse ist der Vergleich der Emissionen dieser künstlichen UV-Quellen mit der natürlichen Sonnenstrahlung.

Es wird aufgezeigt, wie schnell diese Quellen die festgelegten gesetzlichen Grenzwerte überschreiten können und welche Gefahren daraus resultieren. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Risiken des aktinischen UVs, den spezifischen Gefährdungen des UV-A für das menschliche Auge sowie den Auswirkungen von Blaulicht, insbesondere bei kleinen Strahlungsquellen mit hoher Strahldichte. Zudem erfolgt eine kurze Einordnung der Neubewertung der Gefährlichkeit der Far-UVC-Strahlung um 222 nm, wie von der ACGIH vorgeschlagen (TLVs) [3].

Durch die Zusammenstellung werden die unterschiedlichen Spektren und stark variierenden Strahlungsintensitäten bewertet, um ein umfassendes Verständnis der potenziellen Gesundheitsrisiken zu fördern. Letztlich zielt dieser Vortrag darauf ab, das Bewusstsein für die Bedeutung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben im Bereich der UV-Strahlung zu schärfen und die Erfordernisse für einen sicheren Umgang mit UV-emittierenden Technologien zu erörtern.

[1] eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TEXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0025

[2] <https://www.dinmedia.de/de/norm/din-en-62471/115316882>

[3] <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8252557/>

Historie der UV Technologie

Dipl. Ing. Karl-Heinz Meyer

Die UV-Strahlung wurde bereits im 19. Jahrhundert entdeckt aber ohne Anwendung.

Die Anwendungen begannen 1899 als der Techniker Herr Küch in Hanau mit Knallgas bei 2000 Celsius Quarz aus Bergkristall herstellte. Damit war man in der Lage, UV - Strahler mit Quecksilber und Argon zu bauen, was kurze Zeit danach auch geschah.

Als erstes wurde der Bereich in den Bahnhof beleuchtet. Durch UVC bekamen die Leute Sonnenbrand und die Augen brannten auch. Man erkannte aber die therapeutische Wirkung z.B. Vitamin D Bildung und entwickelte Höhensonne und andere medizinische Lampen z.B. für Bergleute und es entstand die Original Hanau Quarzlampen Gesellschaft.

Anwendungen waren noch die Photochemie + Photometer Lampen für die Messtechnik. Lampen für die Desinfektionen speziell für Wasser. Es folgt weitere Anwendungen speziell ab den 70er Jahren....

UV-Schutz: Zeit für einen Paradigmenwechsel?

Vortragender Matzel, Manfred,

Reamin GmbH, Köln

Das Paradigma „Sonnenexposition ist gesundheitsschädlich“ prägt seit Ende der 1980er-Jahre sowohl Medien als auch die wissenschaftliche Diskussion. Während gebräunte Haut bis dahin als Symbol für Gesundheit galt, führte der Anstieg der Hautkrebsfälle bei den anglo-keltischen Einwanderern in Australien zu einem globalen Umdenken. Fortan lautete die Botschaft: „Sonne verursacht Hautkrebs – daher ist Sonnenexposition zu vermeiden.“ Dieses Narrativ wurde von der WHO, dermatologischen Fachgesellschaften, Gesundheits-behörden und der Kosmetikindustrie übernommen und bestimmt bis heute die Wahrnehmung. Mit der Einstufung von UV-Strahlung als Karzinogen der Gruppe 1 durch die International Agency for Research on Cancer (IARC, WHO) wurde es 2009 formal bestätigt.

Obwohl die positiven Effekte der Sonne seit über 100 Jahren bekannt und bereits 1903 mit dem Medizin-Nobelpreis für die Phototherapie gewürdigt wurden, fanden Befürworter eines ausgewogenen Umgangs lange wenig Gehör. Die Entstehung von hellem Hautkrebs bietet ein einfaches Ursache-Wirkungs-Modell, während die positiven Effekte komplexer und weniger sichtbar sind. Aufsehen erregte 2016 die MISS-Studie von Lindqvist et al., die zeigte, dass Sonnenvermeidung nicht mit längerer, sondern mit kürzerer Lebenserwartung verbunden ist – in einem Ausmaß wie der Unterschied zwischen Rauchern und Nichtrauchern. Diese Ergebnisse werden durch zahlreiche Studien gestützt, die präventive Effekte maßvoller Sonnenexposition bei Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen, Autoimmunstörungen psychischen Leiden und vielen weiteren Erkrankungen belegen.

Eine vom Autor durchgeführte Analyse der Burden-of-Disease-Daten des RKI bestätigt die Ergebnisse der MISS-Studie: Krankheiten, die durch Sonnenexposition positiv beeinflusst werden können, kosten statistisch über 100-mal mehr Lebenszeit als Hautkrebs. Dies spricht klar für eine ausgewogene Sonnenexposition und gegen das eindimensionale Paradigma „Sonnenexposition ist gesundheitsschädlich.“

Parallel mit der Entwicklung des Paradigmas kam es zu einer regelrechten „Inflation“ der Lichtschutzfaktoren – von Tiroler Nussöl mit SPF 2 in den 1970er-Jahren bis SPF 100 heute. Eine physikalische Analyse der UV-Dosis-Schutz-Beziehung legt nahe, dass diese Entwicklung angesichts der Umwelt- und Gesundheitsbelastung durch chemische Filter kritisch zu bewerten ist. Auch hier ist ein Umdenken erforderlich.

Zusammengefasst zeigt die Evidenz, dass ein Paradigmenwechsel dringend nötig ist: Künftige Empfehlungen sollten die positiven Effekte außengewogener Sonnenexposition berücksichtigen und zugleich Schutz vor exzessiver UV-Belastung bieten.

Literatur

International Agency for Research on Cancer (IARC). Radiation, Volume 100 D: A Review of Human Carcinogens. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012.

Lindqvist PG et al. Avoidance of sun exposure is a risk factor for all-cause mortality: results from the MISS cohort. *J Intern Med*. 2016;280(4):375–387.

Reichrath J, editor. Sunlight, Vitamin D and Skin Cancer. 3rd ed. Cham: Springer; 2020

Robert Koch-Institut (RKI). Burden of Disease durch UV-Strahlung in Deutschland. RKI Bericht, 2020

Vitamin D Status und Krebs: wie ist die Evidenz?

Schömann-Finck, Matthias

Deutsche Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement

Krebs ist ein bedeutendes Public-Health-Problem in den sog. westlichen Gesellschaften. Krebs steht über mehrere Mechanismen mit Vitamin D in Verbindung und Vitamin-D-Mangel wiederum ist ebenfalls in den westlichen Gesellschaften weit verbreitet. Ein positiver Einfluss von Vitamin D auf Krebs wird diskutiert, aber jüngere Umbrella Reviews über die extraskeletalen Wirkungen von Vitamin D haben Krebs nicht thematisiert. Dementsprechend ist eine Übersicht über den Forschungsstand vonnöten.

Präsentiert werden die Befunde eines Umbrella Reviews (PROSPERO Registrierung: CRD42021244758), der einen Überblick über systematische Übersichtsarbeiten zum Zusammenhang zwischen Vitamin D und Inzidenz beziehungsweise Mortalität von fünf der wichtigsten Krebsarten (Brust-, Darm-, Lungen-, Prostatakrebs und Pankreaskarzinom) lieferte [1, 2]. 41 systematische Übersichtsarbeiten mit 281 Einzelstudien wurden in den Review eingeschlossen.

Zwischen dem Vitamin-D-Spiegel und der Sterblichkeit ergeben sich für die fünf betrachteten Krebsarten inverse Zusammenhänge. Für Brustkrebs, Darmkrebs, Lungenkrebs, Pankreaskarzinom zeigt sich zudem die Möglichkeit einer geringeren Inzidenz durch höhere Vitamin-D-Spiegel. Ausnahme ist die Inzidenz von Prostatakrebs, hier gibt es Anzeichen für einen negativen Einfluss. Weniger deutlich sind die Zusammenhänge zwischen der Vitamin-D-Zufuhr und der Inzidenz der betrachteten Krebsarten. Nur einzelne Metaanalysen bei Brust-, Darm- und Lungenkrebs zeigen Hinweise auf protektiven Einfluss einer Vitamin-D-Zufuhr. Zu Prostata- und Pankreaskarzinom werden keine Zusammenhänge berichtet. Gleiches gilt für den Zusammenhang zwischen Sterblichkeit und Vitamin-D-Zufuhr. Einzig für Darmkrebs berichtet die einzige inkludierte Metaanalyse eine mögliche Mortalitätsreduktion durch Vitamin-D-Aufnahme.

Für die untersuchten Krebsarten zeigen sich inverse Korrelationen zwischen Vitamin-D-Status und Sterblichkeit und für die Inzidenz von Brust-, Darm- und Lungenkrebs. Für die Inzidenz des Pankreaskarzinoms zeigt sich kein Zusammenhang und für das Prostatakarzinom die Möglichkeit eines negativen Einflusses von höheren Vitamin-D-Levels. Die Daten zur Vitamin-D-Zufuhr sind durchweg weniger eindeutig. Da die meisten Übersichten Beobachtungsstudien umfassen, kann meist keine Kausalität abgeleitet werden. Ebenso zeigt sich eine Vielzahl methodischer Unterschiede zwischen den inkludierten Übersichtsarbeiten, etwa beim Umgang mit Confoundern wie z.B. Sonnenbestrahlung der Probanden. Die verschiedenen Designs der Einzelstudien in den Reviews erschweren nicht nur den Vergleich der Einzelstudien, sondern auch den Vergleich der Reviews untereinander. Besonders herausfordernd ist der Einfluss der solaren UV-Strahlung auf den Vitamin-D-Spiegel, wodurch die Aussagekraft von Supplementationstudien beeinflusst werden kann. Deshalb erscheint es wichtig, weitere Studien zum Thema Vitamin D und Krebs durchzuführen und insbesondere die Methodik weiterzuentwickeln. Trotz der methodischen Probleme verdichten sich mit dem dargestellten Review Hinweise, dass ausreichende Vitamin-D-Spiegel protektive Effekte auf Krebserkrankungen haben können.

[1] Schömann-Finck, M. & Reichrath, J. (2024). *Umbrella Review on the Relationship between Vitamin D Levels and Cancer. Nutrients*, 16 (16), 2720. <https://doi.org/10.3390/nu16162720>

[2] Schömann-Finck, M., Vogt, T. & Reichrath, J. (2025). *Umbrella Review on the Relationship Between Vitamin D Intake and Cancer. Anticancer research*, 45, 855–864. <https://doi.org/10.21873/anticancer.17474>

Diagnostik von Photodermatosen

Neumann, Norbert J.

Ehem. Stv. Direktor Universitätshautklinik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Photodermatosen sind durch pathologische Hautveränderungen gekennzeichnet, die durch optische Strahlung, insbesondere aus dem Ultraviolett-Wellenlängenbereich, induziert werden können. Sie werden unterteilt in:

Primäre Photodermatosen:

- *Verursacht durch eine übermäßige UV-Licht-Exposition*
- *Idiopathische Photodermatosen (Ursache bisher nicht bekannt)*
- *Verursacht zusätzlich durch einen Photosensibilisator*

Sowie in sekundäre Photodermatosen:

- *Bei Stoffwechselstörungen*
- *Bei Autoimmunerkrankungen*
- *Bei DNA-Reparaturdefekten*

Die Ätiopathogenese der idiopathischen Photodermatosen ist bisher noch nicht ausreichend erforscht. Aufgrund ihrer Symptomatik gehen Photodermatosen oft mit einer deutlichen Beeinträchtigung der Lebensqualität der betroffenen Patienten einher. Nach einer ausführlichen Anamnese erfolgt in der Regel eine klinische Untersuchung, mit dem Ziel, charakteristische Läsionen zu erfassen. Diese manifestieren sich vorwiegend in den Bereichen der Haut, die vorher der UV-Strahlung ausgesetzt waren. Da sich aber die Patienten häufig in Krankheitsfreien, symptomlosen Intervallen präsentieren, kommt einer ausführlichen Anamnese im Rahmen der Diagnostik von Photodermatosen sowie den nachfolgenden Photoprovokations-Testungen (Lichttreppe, Einmal- oder Mehrfachphotoprovokationen) und evtl. einem Photopatch-Test eine besondere Bedeutung zu.

[1] *[Photodiagnostic test methods. 1: Stepwise light exposure and the photopatch test].*

Neumann NJ, Fritsch C, Lehmann P.

Hautarzt. 2000 Feb;51(2):113-25

2] *[Photodiagnostic tests. 2: Photoprovocation tests]*

P Lehmann¹, C Fritsch, N J Neumann

Hautarzt. 2000 Jun;51(6):449-59; quiz 457-9.

NOTIZEN

NOTIZEN

www.dafp.de

Deutsche Akademie für Photobiologie und Phototechnologie e.V. (DAfP)

Matthias Menz

c/o TU Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik

Professor Schmidt Straße 26

98693 Ilmenau

Geschäftsführer der DAfP e.V.

Dr. Mark Paravia

c/o Opsytec Dr. Gröbel GmbH

Am Hardtwald 6-8

76275 Ettlingen

Tel.: +49 7243 94 783 54

mark.paravia@opsytec.de