

HEILIG, P.: Energiesparlampen und Gesundheit

Arzneimittel-, Therapie-Kritik & Medizin und Umwelt (2010/Folge 1)
Hans Marseille Verlag GmbH München

Energiesparlampen und Gesundheit

P. HEILIG

Universitätsklinik für Augenheilkunde und Optometrie,
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien

Energiesparlampe – Spektrum – Ultraviolett – Wärmestrahlung – Quecksilber – Gesundheit

Das Wunschdenken

Energiesparlampen haben eine messbar bessere Energieeffizienz als Glühlampen. Verbrennungslichtquellen oder Temperaturstrahler erzeugen in erster Linie Wärme. Die Lichtausbeute einer »Haushaltsglühlampe« ist mit etwa 2–5% des Gesamtenergieaufwandes dementsprechend gering.

Klimawandel, Ressourcenknappheit und ökonomische Zwänge hoben die »Sparlampe« aus der Taufe. Ihre Befürworter erhofften sich relevante Einsparungen, eine höhere »Nennlebensdauer« und keinerlei unerwünschte Nebenwirkungen.

Die Produkte der »Bionik-Ingenieure« sind noch nicht so weit, dass sie mit der Biolumineszenz – Beispiel: *Noctiluca scintillans* (Abb. 1 und 2) – konkurrieren könnten.

»Die Biolumineszenz eines Glühwürmchens hat eine wesentlich höhere Effizienz als jede technische Lichtquelle, ein Mehrfaches jeder Leuchtstoffröhre. Lange Zeit war die Technik zu primitiv, um Konstruktionen des Lebendigen aufzugreifen: Erst die heutige Polymerchemie, Mikroelektronik und komplexe Computerberechnungen könnten sie dazu befähigen« (BERND LÖTSCH 2001. Vortrag im Naturhistorischen Museum Wien).

Das lichtgebende Substrat heißt Luciferin. Es reagiert mit dem Enzym Luciferase. Dabei nimmt es Sauerstoff auf (es entsteht Oxyluciferin) und wird in einen energiereicheren Zustand versetzt. Die zusätzlich gewonnene Energie wird in Licht umgewandelt. Lediglich ~2% der gewonnenen Energie werden als Wärme abgegeben.

Beim Berechnen oder Abschätzen einer Gesamtenergiebilanz wäre auch der Energieaufwand zu berücksichtigen, welcher für die Herstellung der Ausgangskemikalie und weiterer biochemischer Prozesse sowie deren Produkte benötigt wird.

Energiesparlampen oder »Kompakt-Leuchtstofflampen«

Diese Lichtquellen verbrauchen wesentlich weniger Energie als herkömmliche Glühlampen und versprechen formal eine

höhere »mittlere Nennlebensdauer«. Damit entsprechen die sog. »CFL-Lampen« (compact fluorescent light) manchen Forderungen und Wünschen von Verbrauchern.

Leider dämpfen das »magere« Spektrum, der Quecksilbergehalt, die UV-Emissionen,

elektromagnetische Felder und die mangelnde »Dimmbarkeit« die Euphorie ein wenig. Auch zähe »Vorheizphasen«, verlängerte Startzeiten, Flackern, langsames Erreichen der maximalen Helligkeit und frühe Alterungsprozesse (manche CFL-Lampen verlieren allzu rasch an Helligkeit) gehören zu den Kinderkrankheiten

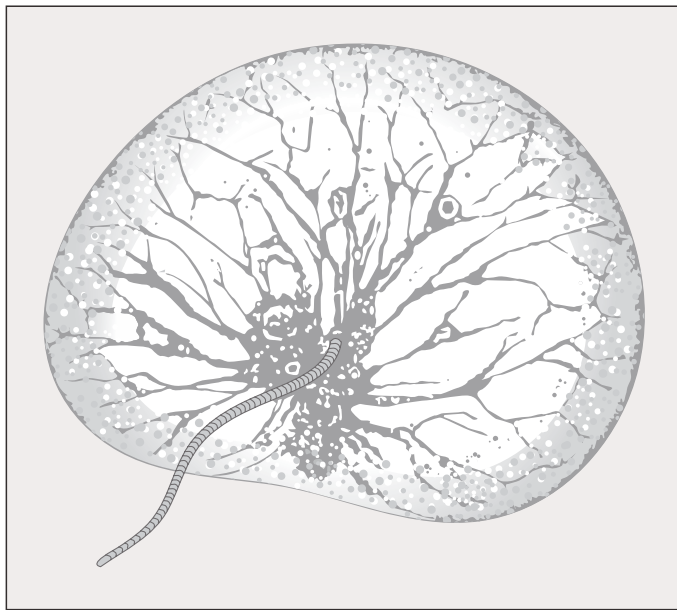


Abb. 1
Leuchtthierchen (*Noctiluca scintillans*) 150-mal vergrößert. Quelle: Brehms Thierleben. Allgemeine Kunde des Thierreichs, Neunter Band, Vierte Abtheilung: Wirbellose Thiere, Zweiter Band: Die Niederen Thiere. Leipzig: Verlag des Bibliographischen Instituts; 1887. S. 572–573



Abb. 2
Noctiluca scintillans – »Panzergeißel«-Alge (Nationalpark Wattenmeer 2007)



Abb. 3
 Sonnenlichtspektrum mit FRAUNHOFER-Linien
 (August 2008)

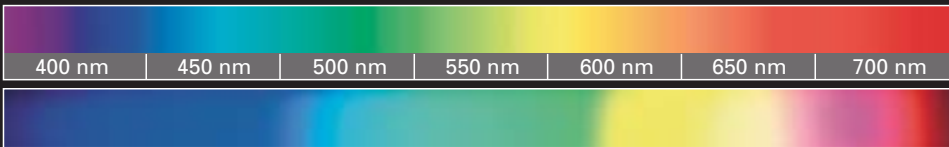


Abb. 4
 Halogenröhrenlampe, oben
 Referenzspektrum mit Nanometerskala



Abb. 5
 Kontinuierliches Spektrum einer Glühlampe
 (Haushaltsglühlampe, 40 Watt)



Abb. 6
 Diskretes Spektrum einer Energiesparlampe
 (CFL)



Abb. 7
 Spektrum einer Vollfarben- bzw. Vollspektrum-
 Energiesparlampe



Abb. 8
 Spektrum einer Leuchtstoffröhre



Abb. 9
 Spektrum einer Straßenneonröhre

und Schwächen dieses scheinbar vielversprechenden Produkts.

Machen Energiesparlampen krank?

»Phototoxizität« durch kurzwelliges sichtbares Licht (»Blue Hazard«), Ultraviolett-(UV-)Schäden, epileptische Anfälle durch Flackerlicht, Störungen der Chronobiologie bis hin zu Störungen des Immunsystems und dem angeblich durch CFL-Licht vermehrten Auftreten von Malignomen (Brust-, Prostata-, Darmkrebs) etc. wurden der CFL als »unerwünschte Nebenwirkungen« angelastet. Beweise für die Richtigkeit derartiger Aussagen (evidencebased Medicine [EbM]) fehlen.

Akute Lichtschäden

Schäden der Netzhaut sind zu befürchten, wenn die Dosierung retinaler Lichtbelastungen (Intensität/Gesamtdauer) kritische Grenzen überschreitet (1).

Das Betrachten einer Sonnenfinsternis ohne suffizienten Lichtschutz ist ein besonders einleuchtendes Beispiel. Geeignete Schutzbrillen, -helme und -schirme verhindern sogar bei Schweißern (die ungeschützt wiederholt extremen akuten Überbelichtungen ausgesetzt wären) das Berufsrisiko bleibender Netzhautschädigungen (2).

Das Experiment

NOELL (3) dokumentierte in seinem klassischen Experiment, auf welche Weise sich »phototoxische« Veränderungen der Netzhaut elektrophysiologisch und histologisch manifestieren können. Derartig hohe Lichtintensitäten und lange retinale Expositionszeiten werden im täglichen Leben so gut wie nie erreicht (4).

Das normalerweise sofort einsetzende Warnsignal »Blendung« löst eine Reihe von Abwehr- und Schutzmechanismen aus. Überdosierte Lichtreize werden mit

einer Verengung der Lidspalte, manchmal sogar bis zum Lidschluss, mit Pupillenkonstriktion, Abwenden der Augen oder des Kopfes etc. quittiert.

Chronische retinale Lichtschäden

Unser Auge fängt Licht ein und bündelt es wie mit einem Brennglas im Zentrum der Netzhaut. Retinale Überbelichtungen können (zunächst reversible) Veränderungen dieses besonders vulnerablen Areals verursachen (5). Immer wiederkehrende »Sonnenbrände« der Netzhaut durch überdosiertes natürliches oder künstliches Licht hinterlassen jedoch u. U. bleibende Spuren und Schäden sowohl in der Netzhaut als auch im retinalen Pigmentepithel.

Die CFL-Lampe wird allerdings von Verbrauchern u. a. deswegen häufig kritisiert, weil ihre Helligkeit »nicht ausreichend« sei. Bläulich wirkt das Licht der Energiesparlampe (vor allem das von Billigprodukten) deswegen, weil die gewohnten »kontinuierlichen« Anteile des Gesamtsonnenlichtspektrums (Abb. 3) oder der Halogenröhrenlampe (Abb. 4) sowie der Glühlampe (Abb. 5) fehlen. »Die CFL (Abb. 6) emittiert nicht mehr blaues Licht als eine Glühlampe« (6).

Ein Beispiel

Der Augenhintergrund einer 30-jährigen Biologin bot das klinische Bild einer zunächst »ungeklärten monokulären Makuladegeneration« (Netzhaut des führenden Auges).

Sie wurde gefragt, ob sie oft mit ihrem führenden Auge mikroskopiert hätte. Sie verneinte, da sie ausschließlich am Elektronenmikroskop (binokulär) arbeitet; es hätte nie monokuläre Lichtbelastungen gegeben. Später fiel ihr ein, dass sie beim Unterricht in Studentenpraktika häufig und lange monokular mikroskopiert hatte.

Das relativ schwache Licht der Glühlämpchen in den Übungsmikroskopen hatte durch zeitliche Summation einen irreversiblen Lichtschaden ihres (führenden) »Mikroskopierauges« verursacht.

»Vollspektrum-«, »Tageslicht-Sparlampe«

Sog. »Vollspektrum-CFL« sind teurer, ihre Herstellung ist aufwändiger und ihre Energieeffizienz ist geringer als die der »normalen« CFL.

Im Spektrum dieser »Tageslicht-CFL« finden sich – je nach Fabrikat – mehr Lichtfrequenzen als in denen der »typischen« CFL, sodass der Gesamteindruck (Abb. 7, zum Vergleich Abb. 8 und 9) etwas mehr an das »kontinuierliche« Spektrum der Glühbirne (Abb. 5) erinnert.

Auch von dieser CFL-Variante droht dem Auge unter den üblichen Nutzungsbedingungen keine Gefahr (4).

Quecksilber (Hg)

Für das Hg-Management der CFL wurde – zu Recht – ein »Closed Loop«-System gefordert. Die Realität ist allerdings ernüchternd: CFL landen nicht selten im Restmüll.

Bei Billigprodukten ergaben Messungen Überschreitungen der maximal zulässigen Hg-Werte.

Vielleicht ist die CFL nur eine Übergangslösung. Die Zukunft wird möglicherweise von Hg-freien Leuchten erhellt werden und von solchen, die weder UV emittieren noch elektromagnetische Felder aufbauen (7).

Eine Bemerkung am Rande: Wenn Sparlampen oder Leuchtstoffröhren eingeschaltet sind, ist kein Quecksilberaustritt zu befürchten. Gehen Leuchtstoffröhren oder CFL zu Bruch, verbleibt der Großteil des Quecksilbers in der Schlammung der Glaskolben.

»The mercury content of the glass from spent lamps was highly variable depending on the lamp type and manufacture. Over 94% of total mercury in lamps remained either as a component of phosphor powders attached inside the lamp or in glass matrices« (8).

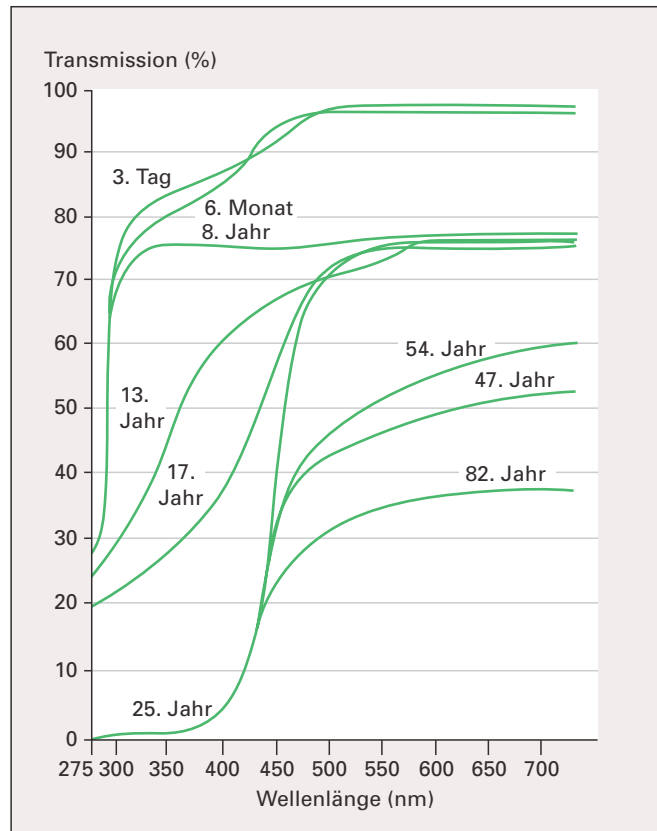


Abb. 10
Transmissionskurven der alternden Linse (20)

Empfehlungen verschiedener Konsumentenberater (z. B. stundenlanges Lüften der Räume nach CFL-Bruch) bedürfen einer wissenschaftlich fundierten Überprüfung.

Ultraviolett (UV)

Beschichtungen und Gläser der CFL-Kolben filtern nur einen Teil des Gesamt-UV-Spektrums. Von sämtlichen Energiesparlampen wird UV in unterschiedlichem Ausmaß emittiert (cave: Billigprodukte). Die Erzeugung einer »UV-freien« CFL wäre theoretisch möglich. Einbußen an Lichtemission, eine geringere Energieeffizienz

und höhere Herstellungskosten wären die Folge.

Schon mehrere Fotomodels verließen das strahlend hell erleuchtete Aufnahmestudio mit einem Sonnenbrand (UV-Emissionen durch herkömmliche Scheinwerfer). Eine Wiener »Beauty-Queen« erlitt in jungen Jahren Linsentrübungen (Katarakt, höchstwahrscheinlich durch UV-Schädigung) – ohne je dem Licht oder der UV-Strahlung einer CFL ausgesetzt gewesen zu sein.

Ultraviolette Strahlung wird von der Linse des Erwachsenen gefiltert. Im Säuglings- und Kleinkindalter gelangen Anteile des energiereichen UV-Spektrums sogar bis zur Netzhaut (Abb. 10). Ein Sicherheitsabstand zwischen einer Sparlampe und den Augen von Säuglingen bzw. Kleinkindern ist daher zu empfehlen. Exakte Angaben über dieses Maß (abhängig von Dauer der Lichteinwirkung) müssten durch verlässliche lichttechnische Messungen ermittelt werden (von Konsumentenberatern wurde vor kurzem ein Sicherheitsabstand zwischen CFL und Auge von etwa 1 m vorgeschlagen).

Chronobiologie

Unvollständige Literaturrecherchen und die daraus resultierenden irreführenden

Schlussfolgerungen lösten einen »Industrie-Blaulicht-Trend« aus.

Um »die Vigilanz zu erhöhen«, wurden Kinder bläulichem Kunstlicht ausgesetzt, auch in Altersheimen, Fabriken und Tunnels wird in zunehmendem Maß »blautichiges« Licht installiert. Autoscheinwerfer und Tagfahrleuchten (High-Intensity-LED) überbieten und überstrahlen einander mit grellem bläulich-weißen Licht. Auch Autobahnmautstellen blenden mit blau-weißem Licht. So genannte »Blaulicht-Wecker« überschwemmen bereits den Markt.

Die Sinneszellen der Netzhaut (Stäbchen und Zapfen) sind über komplexe neuronale Verschaltungen mit Ganglienzellen verbunden, die Melanopsin enthalten.

»In mammals, non image functions (NIF) are mediated by rods, cones and the melanopsin-containing intrinsically photosensitive retinal ganglion cells (ipRGC)« (9).

Diese »ipRGC-Zellen« senden Impulse an die suprachiasmatischen Nuclei (SCN). Zentrale Zirkadianoszillatoren steuern den Gang chronobiologischer Abläufe – das »Ticken unserer inneren Uhr«.

Im Rahmen früherer Untersuchungen der »ipRGC-Funktionen« wurde blaues Licht – später vergleichsweise auch polychroma-

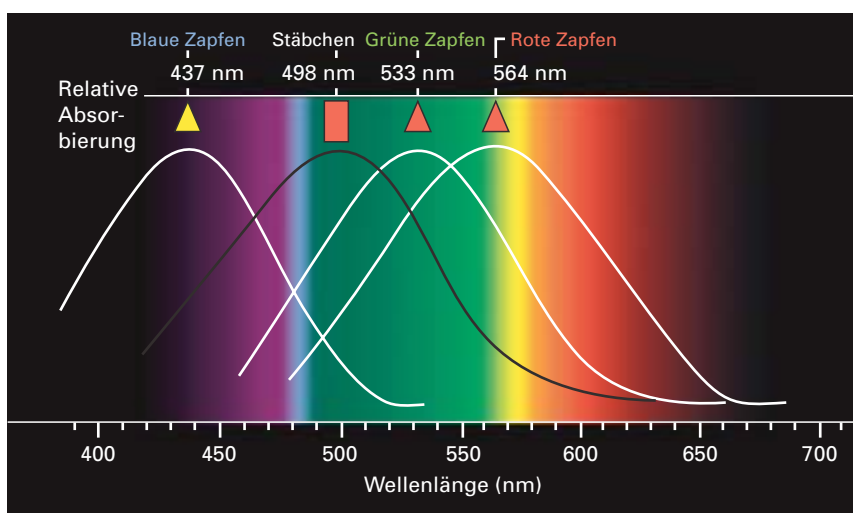


Abb. 11
Spektrale Empfindlichkeit der Netzhautrezeptoren. Die »ipRGC« sind nicht nur mit blauen Zapfen verbunden. Sie sprechen stärker auf polychromatisches Licht (z. B. Tageslicht) an als auf Stimulation mit blauem Licht (nach POWLING, 1987)



Abb. 12
Verbrennungslichtquelle
oder Temperaturstrahler



Abb. 13
»Lucerna Vis Recondens«
(lat.: Energie Spar Lampe),
Aurora Borealis

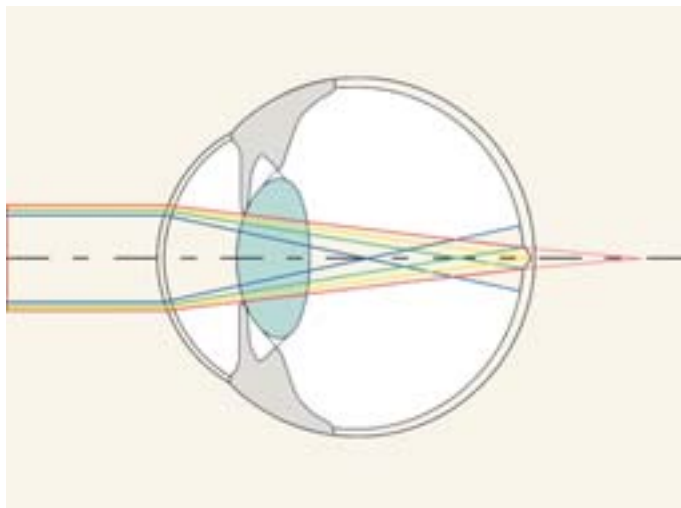


Abb. 14
Chromatische Aberration:
Blau wird besonders
unscharf gesehen

tisches Licht – als Stimulus verwendet. Die ersten Berichte erweckten (fälschlich) den Eindruck, dass »ipRGC-Elemente« besonders stark (oder ausschließlich) auf blaues Licht reagieren.

Spätere Untersuchungen mit anderen Stimulusparametern ergaben jedoch, dass polychromatisches Licht (Abb. 11) »chronobiologisch« mehr Effekt hat als eine Stimulation mit blauem Licht. »*Polychromatic light was more effective at suppressing nocturnal melatonin than monochromatic blue light*« (10).

Nachtdienste – Energiesparlicht und Krebs

Für kaum ein anderes Gebiet gibt es so viele Hypothesen und Spekulationen wie für die Ätiologie und Prophylaxe des Malignoms. So lösten »seriöse« Informationen wie »Brustkrebs oder Prostatakarzinom durch Energiesparlampen« verständlicherweise Ängste aus und schürten Karzinophobien.

Nachtschichtteams sind einer Reihe potenziell gesundheitsschädlicher Faktoren ausgesetzt. Das Licht während des Nachtdienstes (und vor allem jenes von Sparlampen) wurde jedoch wiederholt als einzige Ursache mit höherer Malignomrate, PARKINSON-Inzidenz etc. in kausale Zusammenhänge gebracht.

Diese sensible Thematik bedarf einer besonders kritischen und umsichtigen Recherche. Berechtigte Forderungen der Biostatistik, z. B. die nach plazebokontrollierten Studien, lassen sich auf diesem Gebiet leider nur schwer oder gar nicht erfüllen.

Darunter leiden Wahrheitsfindung und Signifikanz. Allzu leichtfertig wurden in jüngster Zeit voreilige Schlussfolgerungen gezogen. »*Der Fehler liegt in unerlaubter Extrapolation. Verifikation dagegen ist nur im Sinne eines Beweises in axiomatisch deduktivem Zusammenhang, etwa in der Mathematik, möglich*« (11).

Der naturwissenschaftlich-experimentelle Zugang samt Falsifikation bleibt den Forschern auf diesem Gebiet verwehrt. Die Resultate tierexperimenteller Forschungen liefern bestenfalls Hinweise – jedoch nicht »Beweise«.

Nachtschichtarbeit stört per se den Ablauf der »inneren Uhr«. Zum ungeklärten und bislang unerklärlichen »Chronic-fatigue-Syndrom«, der »Tagesmüdigkeit«, welche sich epidemisch in allen Kontinenten ausbreitet, kommt für die Schichtarbeiter ein chronobiologischer »Systemfehler«.

Müdigkeit summiert und potenziert sich. Das »Ausschlafen« und suffizientes Ausruhen nach dem jeweiligen Nachtdienst wurden in unserer von Lärm und Hektik geprägten Industrielwelt so gut wie unmöglich. Zeitliche Summationseffekte, »Tagesmüdigkeit«, zunehmende Reizbarkeit etc. addieren sich zur »Restmüdigkeit« und schwächen das Immunsystem (richtiger: die Immunsysteme oder die Immunantworten) (12).

Infekt- und Malignomabwehr chronisch Ermüdeten (besonders ungünstig sind unregelmäßige Dienstzeitschemata) versagen eher als die ausgeruhten Personen. Sogar psychische Faktoren (Burn-Out etc.) können zum Auslöser von Störungen werden.

Stress (13), die häufig ungesunde Ernährung (14) der Nachtdienstteams (»Fast-food« etc.), Übergewicht (15) bis hin zum nicht so seltenen (aktiven oder passiven) Schichtdienst-Nikotinkonsum, den weitgehend unterschätzten Einflüssen von Klimaanlagen mit zu trockener, feinstaubbelasteter, kontaminierter Luft (sick building syndrome), Reizungen der Atemwege, Allergien, Infekte (broncho-pulmonale Komplikationen) etc. ergänzen eine lange Liste unphysiologischer bis krankmachender Faktoren.

Berichte über Sparlampenlicht und die damit verbundene (angeblich) erhöhte Malignominzidenz lösten vor allem bei Nachtschichttätigen Ängste aus. »Monokausal-

konstrukte« wie – »Krebs durch Sparlam-
penlicht« gossen »Öl ins Feuer«.

Verunsicherung durch unkritische (Des-)
Information, journalistisch grell gefärbte
Berichte und Panikmache sollten künftig
aus psychohygienischen und prophylakti-
schen Gründen vermieden werden. An-
dernfalls wären »selbsterfüllende Prophe-
zeiungen« nicht ganz auszuschließen (16).

Sog. »Lightpollution« oder »Lichtsmog«,
etwas holprig als »Lichtverschmutzung«
übersetzt (17), stört zwar Astronomen,
nachtaktive Insekten, Fledermäuse und
Zugvögel, verursacht jedoch keine Brust-,
Prostata-, oder Kolorektalmalignome. Der-
artige Aussagen halten einer kritischen
Prüfung nicht stand.

*»Es gibt keinen Grund, der CFL eine gesundheits-
schädigende Wirkung zu unterstellen. »Gesünder
sind Glühlampen jedenfalls nicht« (6).*

»Elektro-Smog«, elektrostatische Felder

*»Health endpoints reported include childhood
leukaemia, brain tumours, genotoxic effects,
neurological effects and neurodegenerative dis-
eases, immune system deregulation, allergic and
inflammatory responses, breast cancer, miscar-
riage and some cardiovascular effects, sleep dis-
turbances, pseudo-stenocardia« (diese Aufzäh-
lung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit).*

Mit wissenschaftlichen Methoden (EbM)
ließ sich bisher nicht nachweisen, dass
eine der eben genannten Erkrankungen,
Leiden oder Zustände durch den Einfluss
von Energiesparlampenlicht oder durch
elektromagnetische Felder der CFL verur-
sacht wurde.

Licht und Farbe

*»Diesen erwärmenden Effekt kann man
am lebhaftesten bemerken, wenn man
durch ein gelbes Glas, besonders in grau-
en Wintertagen, eine Landschaft ansieht.
Das Auge wird erfreut, das Herz ausge-
dehnt, das Gemüt erheitert; eine unmit-
telbare Wärme scheint uns anzuwehen«*

(Abb. 12). *»Das Blaue gibt uns ein Gefühl
von Kälte, so wie es uns auch an Schatten
erinnert. Wie es vom Schwarzen abgelei-
tet sei, ist uns bekannt« (Abb. 13) – JOHANN
WOLFGANG GOETHE, »Farbenlehre«.*

Blaues Licht wird vor der Netzhaut gebro-
chen (chromatische Aberration), es macht
daher das Auge scheinbar »kurzsichtig«
(Abb. 14), wird stärker gestreut und löst
sowohl intensivere als auch besonders
störende Blendungsempfindungen aus.
Im innersten Zentrum der Netzhaut fehlen
blaue Zapfen.

Besonders wichtige Mitteilungen und
Hinweise (Straßenverkehr, Schrift auf Mo-
nitoren etc.) werden leider oft in blauer
Schrift ausgeführt. Bläuliches Licht (z. B.
Autoscheinwerfer, Tunnels, Industriehal-
len, Schulen, Verkaufsräume) verbessert
weder das Kontrastsehen noch die Ver-
kehrsicherheit oder die Vigilanz. Blaue
oder grüne Sonnenbrillen verfälschen
Farbnuancen (sie sind nicht »straßenver-
kehrstauglich«), drücken bei empfindli-
chen Personen auf die Stimmung (»wie
Regenwetter«); gelblich-bräunliche Filter
suggerieren eher »Sonniges«.

Gelbliches Licht reduziert die chromati-
sche Aberration (Farbsäume oder -höfe
[»blue blur«]) und verbessert somit das
Kontrastsehen. Beispiele: Schieß- und
Nebelbrillen, Intraokularlinsen (nach Ka-
taraktoperation), Brillen und Farbfilter für
Sehbehinderte etc. (18).

Der »Blautrend« der Lichtindustrie sowie
blaue Beleuchtung sowohl für Innenräu-
me als auch bei diversen Außenbeleuch-
tungen (z. B. in Tunneln) ist kontraproduk-
tiv. Die »Verbesserung der Vigilanz« stützt
sich auf die irriige Annahme, retinale
»ipRGC-Systeme« (die »innere Uhr«) wür-
den besonders stark auf blaues Licht rea-
gieren.

Ästhetik

Die Farbqualität des Lichts mancher Billig-
CFL-Produkte erinnert – analog – an min-
derwertige Akustikgeräte. Ähnlich wie im

CFL-Spektrum vermisst man in digitalen und komprimierten (MP3-)Wiedergaben die »Fülle« – die höheren harmonischen Klänge fehlen.

Ein Vergleich solcher Höreindrücke mit visuellen Wahrnehmungen möge hier erlaubt sein – das magere, geradezu »löchrige« Spektrum mancher CFL »schluckt« oder löscht Anteile des sichtbaren Lichts. Farbnuancen sowie feinere Farbtonunterschiede und -schattierungen können nicht entsprechend erkannt und wahrgenommen werden. Farben von Bildern oder Stoffen werden »verfälscht«. Viele Käuferinnen betrachten daher seit Einführung der Leuchtstoffröhren (und neuerdings der CFL) ihre ausgewählten Kleider und Stoffe gerne vor der Tür des Ladens – bei Tageslicht.

Die Bedeutung der Lichtquelle für die Diagnostik

Sparlampen sind als Lichtquellen für die verlässliche dermatologische Diagnostik bzw. Differenzialdiagnostik höchst ungeeignet; hier könnte das »magere« Spektrum der CFL Probleme schaffen.

Völlig unbrauchbar ist diese Art von Lichtquelle in der Ophthalmologie – z. B. bei der Untersuchung des Farbensinnes (FARNSWELL-HUE-Test, Pseudo-Isochromatische Tafeln etc. – eine »standardisierte Beleuchtung« wäre dafür unerlässlich) (19).

Auch in der Elektro- und Elektronikindustrie spielt die Farbkodierung von Bauteilen und Drähten etc. eine entscheidende Rolle. Eine »falsche« Beleuchtung kann Fehlbeurteilungen und Fehlentscheidungen verursachen – als litte der jeweilige Techniker an einer Farbsinnstörung (Dyschromatopsie, besser eine quasi »Pseudo-Dyschromatopsia ab externo«) und wäre dadurch in der Ausübung seines Berufes behindert.

Auch Mineralogen, Botaniker, Lepidopterologen, Zahntechniker und Angehörige der Modebranche etc. werden durch mangelhafte oder ungeeignete Arbeitsplatz-

beleuchtung in störender Weise beeinträchtigt.

Experten der EU haben sich offenbar mit dieser Problematik zu wenig oder gar nicht auseinandergesetzt; Fehleinschätzungen oder technische Pannen etc. sind sicher nicht »im Sinne des Entscheidungsträgers«.

Principia

Oktroyierte undifferenzierte EU-Maßnahmen, welche keine Ausnahmen zulassen, bergen zwangsläufig »Fehler im Ansatz« (»inborn error«), ähnlich wie die geplante, durch Strafsanktionen erzwungene EU-»Tagfahrlicht-Regelung« im Straßenverkehr. Diese schwört z. B. kognitive Störungen (»Inattentional Blindness« etc.) mit fatalen Folgen für »schwächere« Verkehrsteilnehmer – besonders für Kinder – durch eine »Licht-Nebenwirkung« herauf (20).

»Der Ökodesign-Regelungsausschuss der EU hat lediglich vorgeschlagen, Allgebrauchs-Glühlampen wegen ihrer schlechten Energiebilanz zu verbieten. Halogen-Glühlampen werden weiter im Handel erhältlich sein. Die Kritik, es gäbe bald keine Glühlampen mehr, ist also falsch und nur aufgeregtes Gerede« (6).

Alternativen zur CFL

Gasentladungslampen

Hierunter versteht man Nieder-, Mittel-, Hoch- und Höchstdrucklampen (Natrium-, Quecksilber-, Metall- und Halogendampflampen). Einsatzgebiet: Außen- bzw. Spezialbeleuchtungen.

Light Emitting Diodes (LED)

LED-Lampen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit (RGB-LED, PI-LED etc). Einige wenige Modelle kommen, vom Preis abgesehen, den Wunschvorstellungen der Konsumenten allmählich näher.

High-Intensity-(HI-LED-)Modelle, verwendet als (zu helle) Straßenverkehrsampeln,

Kfz-Rücklichter, Leuchtreklamen oder als »Schmuckbeleuchtung« etc., blenden Verkehrsteilnehmer bereits über Gebühr. Einige »Überdosis«-LED-Tagfahrlichter (dedicated daytime running lights [DRL]), führen dies am »Arbeitsplatz Lenkrad« allzu deutlich vor Augen (21).

Leucht-/Lichtfolien, Lichtfliesen, Leuchttapeten

LED-, Elektroluminiszenz, Folienelektroden sind als energiesparende Varianten bereits im Handel. Sie werden immer beliebter – vor allem in der Werbung.

Quantum-Light-Source-Technologie

Quantenlichtquellen, Einzelphotonenemitter, Semiconductor Quantum Light Sources, Carbon Nanotubes, Quantum Dots, Nano-Photonics, Non-linear Optics sind (noch) Zukunftsmusik.

Fazit

Obwohl die beschriebenen Produkte laufend verbessert werden, gibt es durchaus auch Nachteile – hohe Anschaffungskosten und ein nicht immer zufriedenstellendes Spektrum. Wünschenswerte Eigenschaften moderner Lichtquellen wären unter anderem Effizienz, hohe Lebensdauer und nicht zuletzt keine unerwünschten Nebenwirkungen.

Zusammenfassung

Die Energiesparlampe (Compact Fluorescent Lamp [CFL]), eine Variante der Leuchtstoffröhre, ist im Hinblick auf die Gesundheit mit dieser durchaus vergleichbar.

Auch hier gilt die Regel von PARACELSDUS: »Alle Ding' sind Gift und nichts ohn' Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist«.

Eine »Sparlampe« oder eine Leuchtstoffröhre an der Zimmerdecke montiert, kann

kaum durch Ultraviolett (UV) oder sonstige Einflüsse gesundheitliche Schäden verursachen. Je nach Fabrikat (cave: Billigprodukte) emittieren CFL eine gewisse UV-Menge. Ein entsprechender Sicherheitsabstand zwischen einer CFL und den Augen von Säuglingen oder Kindern ist daher anzuraten.

Wegen des Quecksilbergehalts der CFL wird ein geschlossener Abfallbeseitigungskreislauf (Sondermüll, »closed loop circuit«) empfohlen.

HEILIG, P.: Compact fluorescent lamp and health

Summary: Compact fluorescent lamps (CFL) closely related to fluorescent tubes, albeit containing mercury and emitting some ultraviolet (UV) imply no considerable health hazard – ruling out misapplication. »Closed loop system«-disposal and certain safety clearances from children's eyes – depending on make and type of CFL – have to be regarded, however.

Key words: *Energy saving lamp – compact fluorescent lamp – spectrum – ultraviolet – mercury – health*

Literatur

1. Heilig P, Rozanova E, Godnic-Cvar J. Retinal Light Damage. *Spektrum Augenheilk* 2009; 23: 240–248.
2. Maier R, et al. Welder's maculopathy? *Int Arch Occup Environ Health* 2005; 78: 681–685.
3. Noell WK, et al. Retinal damage by visible light. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1966; 5: 450–473.
4. Trevisan A, et al. Unusual high exposure to ultraviolet-C radiation. *Photochem Photobiol* 2006; 82: 1077–1079.
5. Provis JM, et al. Anatomy and development of the macula: Specialisation and the vulnerability to macular degeneration. *Clin Exp Optom* 2005; 88: 269–281.
6. Franke S. Wie gesund sind Glühlampen? *Forschung und Technik* 2009; 3: 198–204.
7. Waltereit P, et al. Nitride semiconductors free of electrostatic fields for efficient white light-emitting diodes. *Nature* 2000; 406: 865–868.

8. Jang M, Hong SM, Park JK. Characterization and recovery of mercury from spent fluorescent lamps. *Waste Manag* 2005; 25: 5–14.
9. Güler AD, et al. Melanopsin cells are the principal conduits for rod-cone input to non-image-forming vision. *Nature* 2008; 453: 102–105.
10. Revell VL, Skene DJ. Light-induced melatonin suppression in humans with polychromatic and monochromatic light. *Chronobiol Int* 2007; 24: 1125–1137 (comment in: *Chronobiol Int* 2008; 25: 653–656).
11. Riedl R. In: *Strukturen der Komplexität. Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*. Berlin: Springer; 2000. S. 46.
12. Jablonka E, Lamb MJ. Précis of evolution in four dimensions. *Behav Brain Sci* 2007; 4: 353–389.
13. Gouin JP, Hantsoo L, Kiecolt-Glaser JK. Neuroimmunomodulation. Immune dysregulation and chronic stress among older adults: a review. *Neuroimmunomodulation* 2008; 15: 251–259.
14. Romeo J, et al. Neuroimmunomodulation by nutrition in stress. *Neuroimmunomodulation* 2008; 15: 165–169.
15. Romero Figueroa Mdel S, et al. Frequency of risk factors in breast cancer. *Ginecol Obstet Mex* 2008; 76: 667–672.
16. Kemeny ME, Schedlowski M. Understanding the interaction between psychosocial stress and immune-related diseases: a stepwise progression. *Brain Behav Immun* 2007; 21: 1009–1018.
17. Internet (www.hellenot.com).
18. Rieger G. Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses. *Can J Ophthalmol* 1992; 27: 137–138.
19. Swanson WH, Cohen JM. Color vision. *Ophthalmol Clin North Am* 2003; 16: 179–203.
20. Lerman S. Light-Induced Changes in Ocular Tissues. In: Miller D, editor. *Clinical Light Damage to the Eye*. Berlin-New York: Springer; 1987. p. 186.
21. Heilig P. Arbeitsplatz Lenkrad. *Österr Forum Arb Med* 2007; 1: 16–19.

Epilog

In der kurzen Zeit zwischen Manuskript-einreichung und Publikation musste die Sparlampe (CFL) jede Menge berechtigter Kritik erfahren:

»Mit dem Verbot wird keine Tonne CO₂ eingespart«.

ANDREAS LÖSCHEL,
Umweltökonom des Zentrums für
Europäische Wirtschaftsforschung

»16 von 32 getesteten Sparbirnen haben nach 6000 Betriebsstunden bereits den Geist aufgegeben«.

Langzeitstudie von »Öko-Test«

»Ich kann mir gut vorstellen, dass die LED-Lampen in 5–10 Jahren die Energiesparleuchten langsam verdrängen werden«.

Chemikerin CLAUDIA WICKLEDER; Münster

»Ein Ausbau von Entsorgungsstellen müsse das EU-Verbot flankieren. Bisher wird in Deutschland nur ein Bruchteil der schwermetallhaltigen Strom-Sparlampen umweltgerecht entsorgt. Ebenso fordern Wissenschaftler eine Informationskampagne, die vor billigen Energiesparlampen warnt. Die nämlich enthielten, anders als hochwertige Leuchten, so viel Quecksilber, dass ihr Umweltnutzen im Vergleich zu einer herkömmlichen Birne gleich null sei«.

Freiburger Öko-Institut

»Die Glühbirne ist ein Pfennigartikel, die Hersteller verdienen daran kaum«.

EU-Abgeordneter KRAMER

Prof. M. HOPPENRATH, Prof. R. HARDELAND,
Priv.-Doz. D. WEISS, Prof. B. LÖTSCH und
Dr. N. THIEMANN sei an dieser Stelle für ihre
Expertisen herzlich gedankt.

Quellennachweise/Nachdruckgenehmigung:
Spektrogramme: W. GRZYBOWSKI – Fotografie
und Optik »grzy@astro.uni-tuebingen.de«
»<http://astro.uni-tuebingen.de/~grzy/SPEKTROGRAPHIE.html>«; *Noctiluca scintillans*:
»[http://www.nationalparkml-wattenmeer.niedersachsen.de\(master/C40094175_N40096391_L20_D0_I5912119.html](http://www.nationalparkml-wattenmeer.niedersachsen.de(master/C40094175_N40096391_L20_D0_I5912119.html)«;
Illustrationen (Abb. 12, 13 und 14): p.h.

Prof. Dr. P. HEILIG
Nußberggasse 11/A
A-1190 Wien
peter.heilig@univie.ac.at