

Stellungnahme zur Frage der Verträglichkeit des Leuchtstofflampen- lichtes



LICHTTECHNISCHE GESELLSCHAFT e. V.

Stellungnahme zur Frage der Verträglichkeit des Leuchtstofflampenlichtes

Herausgegeben vom
Technisch-Wissenschaftlichen Ausschuß der LiTG

Bearbeitet von:
E. Hartmann und W. Müller-Limmroth

Lichttechnische Gesellschaft e. V. Karlsruhe
Juli 1981
Geschäftsstelle: Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30

© Lichttechnische Gesellschaft e. V.

Nachdruck auch auszugsweise
nur mit Genehmigung der LiTG und mit
Quellenangaben gestattet.

Druck: Hans-Joachim Steinhäuser, Kleinoffsetdruck, Berlin

Bezugsquelle: Lichttechnische Gesellschaft e. V., Geschäftsstelle

Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30

Vorwort

In den letzten Jahren tauchten in verschiedenen Medien Behauptungen über angebliche photobiologische Wirkungen, insbesondere Streßwirkungen, durch Leuchtstofflampenlicht auf.

Auf Anregung der Lichttechnischen Gesellschaft e.V. (LiTG) haben die Herren Prof. Dr. rer. nat. Erwin Hartmann, Institut für medizinische Optik der Universität München, und Prof. Dr. med. Wolf Müller-Limmroth, Institut für Arbeitsphysiologie der Technischen Universität München, eine kompetente wissenschaftliche Stellungnahme hierzu verfaßt.

Zusammen mit der „Gutachtlichen Denkschrift über die gesundheitliche Verträglichkeit des Leuchtstofflampenlichtes“ von Herrn Prof. Dr. phil. Dr. med. Dr. med. h. c. Herbert Schober, dem früheren Vorstand des Instituts für medizinische Optik der Universität München, die inhaltlich nach wie vor gültig ist und Behauptungen über angebliche Sehbeschwerden und Gesundheitsstörungen sowie Vermutungen über krebserregende Wirkungen widerlegt, dürften damit die medizinischen Bedenken gegen Leuchtstofflampen ausgeräumt sein, sofern die Beleuchtungsanlagen lichttechnisch einwandfrei ausgeführt sind.

Lichttechnische Gesellschaft e. V.



Der Vorsitzende der LiTG



*Der Vorsitzende des
Technisch-Wissenschaftlichen
Ausschusses*

Juni 1981

Stellungnahme zur Frage der Verträglichkeit des Leuchtstofflampenlichtes

E. Hartmann, W. Müller-Limmroth

Seit mehr als 20 Jahren werden auf der ganzen Welt in großem Umfang Leuchtstofflampen eingesetzt, um vor allem Arbeitsplätze zu beleuchten. Obwohl seit dieser Zeit viele Millionen Menschen fast täglich mit Leuchtstofflampenlicht konfrontiert werden, konnte bis heute noch kein Wissenschaftler Schädigungen durch diese Lichtart nachweisen, trotzdem wird immer wieder einmal über Beschwerden bei Leuchtstofflampenlicht geklagt, etwa in der Form „Das Licht ist zu hell“ oder „Die Lampen blenden“, es wird auch gelegentlich behauptet, daß man bei Leuchtstofflampenlicht schneller ermüdet als bei Glühlampenbeleuchtung, und manchmal werden sogar Bindehautentzündungen oder Kopfschmerzen auf die unmittelbare Wirkung von Leuchtstofflampenlicht zurückgeführt.

Schober hat bereits in seiner gutachtlichen Denkschrift (1) darauf hingewiesen, daß für alle diese Erscheinungen nicht die Leuchtstofflampe an sich, sondern lichttechnische und arbeitshygienische Fehler verantwortlich zu machen sind. An dieser Tatsache hat sich bis jetzt nichts geändert, und der Inhalt des Schoberschen Gutachtens ist auch heute noch unverändert gültig.

Um so erstaunlicher ist es, daß in den letzten Jahren immer wieder Presseveröffentlichungen auftauchen, in denen das Leuchtstofflampenlicht als gefährlich bezeichnet wird, weil es Streß, ja sogar Krebs erzeuge. Während heute wohl kein Wissenschaftler mehr an der Krebstheorie festhält, ist doch der eine oder andere immer noch der Meinung, daß Leuchtstofflampenlicht im Gegensatz zum Glühlampenlicht einen „gesundheitlichen Streß“ hervorrufe. Solche Behauptungen stützen sich auf Untersuchungen, die vor allem von Hollwich und Mitarbeitern an Tieren und Menschen durchgeführt wurden (2). Aber auch andere Autoren haben sich mit diesem Thema beschäftigt. Eine umfangreiche Literaturzusammenstellung zur gesamten Thematik findet sich bei Hollwich (2).

Hollwich hat, und das ist zweifellos verdienstvoll, immer wieder darauf hingewiesen, daß Licht, das vom Auge aufgenommen wird, nicht nur der visuellen Information dient, sondern auch indirekt über den

Hypothalamus und die Hypophyse das vegetative Nervensystem und das Endokrinum beeinflussen kann. Damit steht heute zweifellos fest, daß Licht eine stimulierende Wirkung besitzt. Bei den oben angesprochenen Presseveröffentlichungen geht es daher im Grunde genommen gar nicht um die Frage, ob das Licht auch andere als visuelle Einflüsse hat und welche Quantität für eine optimale Wirkung erforderlich ist – obwohl das noch keineswegs geklärt ist – sondern um die Qualität des Lichtes, also mit anderen Worten um die spektrale Zusammensetzung der Strahlung. Nun kann natürlich kein Mensch im Ernst behaupten, daß Tageslicht unter normalen Umständen gesundheitsschädlich ist. Von den Gegnern des Leuchtstofflampenlichtes wird daher ins Feld geführt, daß die spektrale Zusammensetzung des Leuchtstofflampenlichtes von derjenigen des Tageslichtes abweicht und deshalb der nicht-optische Teil des visuellen Systems ungünstig beeinflusst wird, ja speziell bei Leuchtstofflampenlicht eine Streßwirkung entstehen soll. Solche negativen Eigenschaften werden dem Glühlampenlicht nicht nachgesagt, obwohl allgemein bekannt ist, daß auch die spektrale Zusammensetzung des Glühlampenlichtes nicht mit derjenigen des Tageslichtes übereinstimmt. Man muß also, wenn man speziell die Leuchtstofflampe aufs Korn nehmen will, eine spektrale Eigenschaft dieser Lichtquelle finden, die weder das Tageslicht noch das Glühlampenlicht besitzt. Schon bei einer flüchtigen Betrachtung der spektralen Strahldichtevertelung sieht man sofort, daß Leuchtstofflampen keine glatten Kurven ergeben, sondern daß sie die für Niederdruckgasentladungen charakteristischen Spektrallinien besitzen. Dieser Tatsache schreibt man nun eine besonders nachteilige Wirkung zu. Ehe die Frage diskutiert wird, ob ein solcher Einfluß überhaupt möglich ist, müssen einige Grundtatsachen über die Physiologie des Sehens vorausgeschickt werden.

Das ins Auge einfallende Licht erzeugt durch einen photochemischen Prozeß, der in den Rezeptoren abläuft, elektrische Potentiale. Durch nachgeschaltete Neurone erfolgt bereits in der Netzhaut eine gewisse Vorverarbeitung. Dann erreicht der Reiz über Nervenfasern, die im Sehnerv zusammengefaßt sind, die Sehnervenkreuzung und schließlich die beiden seitlichen Kniehöcker, die eine erste zentrale Schaltstelle darstellen. Hier enden die Sehnerven, und der Reiz wird über weitere Schaltstellen den visuellen Hirnrindenarealen zugeführt. Neben dieser spezifischen Sehbahn gibt es auch noch Sehnervenleitungen, die Kontakte mit zwei weiteren Hirnstrukturen herstellen, den Colliculi superiores (obere Vierhügel) und der prätectalen Region. Die Nervenzellen der Colliculi superiores antworten vornehmlich auf

bewegte Reizmuster und sind richtungsempfindlich. Sie üben außerdem eine Kontrollfunktion bei den Augenbewegungen aus. Die prä-tectale Region ist an der Entfernungseinstellung (Akkommodation) und an der Pupillenweitenregelung beteiligt. Schließlich gibt es noch Abzweigungen von der eigentlichen Sehbahn zur *Formatio reticularis*, die im allgemeinen für die Steuerung von Wachsamkeit und Konzentrationsfähigkeit verantwortlich ist. Sie stellt einen „Filz“ aus unspezifischen Nervenzellen dar, der die Tiefe des Gehirns durchzieht. Diese Retikularformation steht mit vier anderen Hirnstrukturen in direkter Verbindung, nämlich:

1. mit der Großhirnrinde,
2. mit der Affektzentrale, also dem limbischen System,
3. mit dem Rückenmark, also dem spinal-motorischen System, und
4. mit dem Zwischenhirn, hier speziell mit dem Hypothalamus.

Je höher nun der retikuläre Aktivitätspegel ist, um so höher ist auch die Ansprechbarkeit der Großhirnrinde, das bedeutet eine Verbesserung der Auslösung von Willkürhandlungen, eine Steigerung der bewußten Wahrnehmung, eine bessere Ausnutzung des Langzeitgedächtnisses und eine Verbesserung der Assoziationsfähigkeit. Eine Änderung des retikulären Aktivitätsspiegels bewirkt aber auch über das Limbische System eine Veränderung der affektiven Einfärbung der Handlungen und Empfindungen; über das Rückenmark eine Beeinflussung des Muskeltonus und durch die Verbindung mit dem Zwischenhirn und dem Hypothalamus eine Steuerung vegetativer Reaktionen des Herz-Kreislauf-Systems, des Magen-Darm-Kanals und des Urogenital-Systems. So muß jede visuelle Information, ebenso *wie jede andere Sinnesqualität aus den übrigen Sinnesorganen*, immer mit der Anhebung des retikulären Wachpegels auch eine Anregung der Großhirnfunktion, eine affektive Beteiligung über das Limbische System, eine Muskeltonuserhöhung mit Einfluß auf die Feinmotorik über die Regelzentren des Rückenmarks und vegetative Begleiteffekte über den Hypothalamus auslösen.

Neben dieser indirekten Beeinflussung der Hypothalamusaktivität und der Hypophyse über die Anregung der Retikularformation wird mitunter von einer direkten Verbindung zwischen der Netzhaut und dem Zwischenhirn gesprochen. Diese retino-hypothalamischen Fasern werden auch die „energetischen Bahnen des optischen Systems“ genannt, allerdings ist deren Existenz nicht allgemein anerkannt. Selbst wenn sie existieren, so besitzen sie keine eigenen Rezeptoren, sondern

sie werden von den nachgeschalteten Neuronen der Netzhaut, man nimmt an dem dritten Netzhautneuron, abgeleitet. Es sind also ein und dieselben Rezeptoren, die sowohl unseren normalen Sehvorgang vermitteln als auch – möglicherweise – über die nachgeschalteten Neurone direkte Verbindungen zum Zwischenhirn herstellen. Nur über diese Rezeptoren kann, wie schon erwähnt, auf photochemischem Wege das Licht in Nervenimpulse umgewandelt werden. Wir müssen uns also etwas genauer mit den Absorptionseigenschaften dieser Rezeptoren befassen, wenn wir den Einfluß der spektralen Zusammensetzung des Lichtes einmal auf die visuellen Informationen, zum anderen auf das endokrine System verstehen wollen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Beeinflussung der Hypophyse auf indirektem Wege oder über die von einigen Autoren postulierten direkten Verbindungen, die sog. energetischen Bahnen, erfolgt. Die gemeinsame Eingangspforte für alle diese Reize ist die Netzhaut mit ihren Rezeptoren.

Es gehört zu den Grundgesetzen der Physik und der Biophysik, daß nur dort eine Wirkung erzielt werden kann, wo Strahlung absorbiert wird. Für die Absorption von Licht im Auge sind im Bereich des Tagessehens drei Zapfepigmente verantwortlich, deren Absorptionskurven sich jeweils über mehr als 100 nm erstrecken. Das Farbensehen des Menschen basiert also darauf, daß der Lichtreiz, wie immer er auch spektral zusammengesetzt sein mag, von den drei Zapfepigmenten entsprechend ihren Absorptionskurven absorbiert wird und daraus drei entsprechende Rezeptorsignale resultieren. Aus den Rezeptorsignalen kann nicht mehr eindeutig auf die spektrale Zusammensetzung der erregenden Strahlen zurückgeschlossen werden. Es ist seit langem bekannt, daß das Auge nicht in der Lage ist, die spektrale Zusammensetzung des Lichtes zu erkennen. Wir registrieren gewissermaßen nur einen Summeneindruck, den wir als Farbe bezeichnen. Da nun der primäre Absorptionsprozeß bereits in der Netzhaut abläuft, also die Information über die spektrale Zusammensetzung des Primärlichtes zwangsläufig dort bereits verloren geht, können alle nachgeschalteten Nervenzellen nur noch die durch drei Komponenten festgelegte Farbe, aber nicht mehr die spektrale Zusammensetzung des Primärlichtes, registrieren. Würde man ein Licht beispielsweise aus 30 verschiedenen Wellenlängen zusammensetzen, was physikalisch ohne weiteres möglich ist, so müßten in der Netzhaut des Auges mindestens auch 30 dazu passende und selektiv absorbierende Pigmente mit zugehörigen Rezeptoren existieren, wenn die spektrale Zusammensetzung dieses Lichtes aus diesen 30 Wellenlängen irgendwo im biologischen System eindeutig registriert werden

sollte. Eine solche Vorstellung widerspricht allen physiologischen Gegebenheiten, und sie wird von keinem Wissenschaftler auch nur in Erwägung gezogen.

Wenn es also nur auf die Lichtfarbe, nicht aber auf die spektrale Zusammensetzung des Lichtes ankommt, das diese Farbe erzeugt, dann kann zwischen Glühlampenlicht und Leuchtstofflampenlicht, wenn die Lichtfarbe gleich ist, keine unterschiedliche Wirkung zustande kommen.

Betrachtet man noch den an den sichtbaren Bereich anschließenden ultravioletten und infraroten Strahlungsbereich, so bleibt festzuhalten, daß zwar die Hornhaut, das Kammerwasser und der Glaskörper bis herunter zu 300 nm durchlässig ist, nicht aber die Linse, die Strahlung < 380 nm absorbiert bzw. in Fluoreszenzlicht umwandelt. Ultraviolettstrahlung kann also auf dem Weg über das Auge keinerlei biologische Wirkungen entfalten. Langwellige Strahlung wird zwar erst über 1300 nm in den optischen Medien des Auges absorbiert, der Bereich von etwa 780 – 1300 nm gelangt also bis zur Netzhaut, er wird dort aber im Pigmentepithel und der Aderhaut in Wärme umgesetzt und nicht von den Sehpigmenten absorbiert, so daß daraus keine Hellempfindung resultiert. Eigentliche Lichtempfindung und damit auch biologische, gemeint ist hier unspezifische Wirkung des Lichtes über das Auge wie vegetative, hormonale und psychische, gibt es nur im sichtbaren Wellenlängenbereich, und sie entspricht der spektralen Hellempfindlichkeitskurve des Auges. Die Tatsache, daß Totalblinde hormonal anders reagieren als Sehende oder sogar stark Sehbehinderte, beweist nichts. Niemand bestreitet, daß Licht vegetative, hormonale und psychische Wirkungen ausübt. Bestritten wird nur, daß bei gleicher Hellempfindung und Lichtfarbe die spektrale Zusammensetzung des Lichtes für die Art der Wirkung entscheidend ist. Gerade die Tatsache, daß sich Patienten mit minimalen Sehresten, die nicht mehr zum Farbenerkennen ausreichen, immer noch anders verhalten als Totalblinde, bestätigt diese Behauptung. Dem Personenkreis der Zapfenblinden, gleichgültig ob angeboren oder funktionell, steht ja überhaupt nur der Stäbchenapparat zur Verfügung mit dem zugehörigen Pigment Rhodopsin. Dessen Absorptionskurve ist schon lange sehr genau bekannt, und es ist nach dem weiter oben Gesagten selbstverständlich, daß mit *einem* Sehpigment und *einer* Absorptionskurve erst recht keine Information über die spektrale Zusammensetzung des erregenden Lichtes übermittelt werden kann, ja nicht einmal Farbensehen möglich ist, was

ja auch von der Erfahrung her bekannt ist. Wenn sich also zwischen den Totalblinden und den Zapfenblinden im Stoffwechsel und im Hormonhaushalt signifikante Unterschiede ergeben, so beweist das geradezu eindeutig, daß es auf die Intensität der Strahlung, nicht aber auf die spektrale Zusammensetzung, noch nicht einmal auf die Lichtfarbe ankommt. Würde die Behauptung stimmen, daß die Lichtfarbe das hormonale Geschehen signifikant beeinflusst, so müßten sich vor allem auch rechtsichtige Farbenblinde von rechtsichtigen Farbnormalen unter sonst völlig gleichen Umweltbedingungen bezüglich des Stoffwechsels und des Hormonhaushaltes signifikant unterscheiden. Das hat aber bis jetzt noch niemand nachgewiesen. Bei gleicher Hellempfindung und Lichtfarbe ist es daher nicht vorstellbar, daß biologische Funktionen unmittelbar von der spektralen Zusammensetzung des Lichtes abhängig sind.

Damit sei jedoch nicht bestritten, daß die Lichtfarbe, die ja nur mittelbar von der spektralen Zusammensetzung abhängig ist (bedingt gleiche Farben), gewisse Stimmungen hervorrufen kann. Dabei ist aber noch keineswegs geklärt, was davon physiologisch und was anerzogen ist. Wir alle haben bei Glühlampenlicht eher die Assoziationen Freizeit, Wohnzimmeratmosphäre, Behaglichkeit als bei Leuchtstofflampenlicht, das wir vom Arbeitsplatz her gewohnt sind. Kurzwelliges, ins Blaue gehendes Licht wird außerdem als kühl bis kalt empfunden, es führt vor allem bei niedrigem Beleuchtungsniveau zu einer relativen Myopisierung (Dämmerungsmypopie und chromatische Aberration), die gerade Menschen mit hoher Sehleistung bemerken. Überdies wird auch das Aussehen der Haut ungünstig beeinflusst, Hautunreinheiten und Unregelmäßigkeiten in der Hauttönung treten deutlicher hervor und ergeben ein „ungesundes“ Aussehen. Etwas ganz Ähnliches ergibt sich auch, wenn blaugrüne oder grünliche Farbtöne überwiegen. Bei warmer, gelblicher oder rötlicher Beleuchtung und niedrigem Beleuchtungsniveau sieht jede Haut frisch und gesund aus. Berücksichtigt man nun die Bedeutung psychosomatischer Störungen, so ist unschwer zu erkennen, daß die Lichtfarbe auf dem Weg über den Seheindruck unser Wohlbefinden entscheidend beeinflussen kann. Zur Erklärung solcher Einflüsse bedarf es darum keiner Spektralanalyse im visuellen System, die ohnehin nicht möglich ist.

Die Bedeutung des Beleuchtungsniveaus für das Wachzentrum und für die ergotrope Einstellung des Menschen ist allgemein bekannt, sie wird auch von niemandem bestritten. Auch gewisse Einflüsse der

Lichtfarbe seien nicht in Abrede gestellt, obwohl ihre Ursache bis jetzt noch keineswegs geklärt ist. Ein Zusammenhang biologischer Funktionen mit der *spektralen Zusammensetzung* des Lichtes ist aber bei gleicher Hellempfindung und Lichtfarbe nach heutigen Erkenntnissen nicht gegeben. Bei gleicher Lichtfarbe gibt es keinen Grund für eine unterschiedliche biologische Wirkung von Glühlampenlicht und Leuchtstofflampenlicht. Im übrigen ist nicht einzusehen, warum Glühlampenlicht gesünder sein sollte als Leuchtstofflampenlicht. Entwicklungsgeschichtlich ist der Organismus einzig und allein dem Tageslicht angepaßt, und dessen spektrale Zusammensetzung entspricht, wie schon betont, weder genau derjenigen der Leuchtstofflampen noch viel weniger aber derjenigen der Glühlampen. Vor allem sollte bei allen Diskussionen über Lichtquellen nicht übersehen werden, daß heute alle gröberen Arbeiten von Maschinen verrichtet werden und daß die Menschen mehr als jemals zuvor Feinarbeit verrichten müssen, die naturgemäß sehr viel höhere Ansprüche an die Sehleistung stellt, als das noch vor Jahren der Fall war. Es ist daher fast selbstverständlich, daß jeder Arbeitende heute seinem Sehvermögen sehr viel kritischer gegenübersteht als früher. Die Schuld für Sehbeschwerden in erster Linie bei den Leuchtstofflampen zu suchen, nur weil sie etwa gleichzeitig mit höheren Sehanforderungen aufgetaucht sind, ist sicher verfehlt. Außerdem werden heute in sehr vielen Fällen Menschen mit Sehaufgaben betraut, für die sie aufgrund ihres Sehvermögens gar nicht geeignet sind.

Nachdem es heute wohl kaum noch einen Wissenschaftler gibt, der im Ernst behauptet, daß durch Licht über das Auge, den Hypothalamus und die Hypophyse Krebs entsteht, bleibt aber immer noch die Frage nach der „Streßwirkung durch Licht“ zu klären. Leider ist es heute Mode geworden, bei jeder möglichen und unmöglichen Gelegenheit von Streß zu sprechen, ohne daß sein Ablauf und seine biologische Bedeutung in letzter Konsequenz geklärt sind. Streß ist grundsätzlich eine unspezifische Reaktion des Körpers auf jede Anforderung, die an ihn gestellt wird. Streß ist – darin sind sich alle Streßforscher einig – keineswegs etwas, was unbedingt vermieden werden muß. Absolutes Fehlen von Streß ist Tod. Es gibt eben den physiologischen Streß, den sogenannten Eustreß. Jeder Mensch benötigt zu seiner Umstellung auf Arbeitsbereitschaft eine für ihn adäquate Menge an Stressoren. Der Zweck der Streßreaktion besteht entwicklungsgeschichtlich darin, den Organismus für Muskelarbeit bereit zu machen, ursprünglich zum Zweck des Angriffs oder der

Flucht. Dazu muß Energie bereitgestellt werden. Das wird über die Retikularformation veranlaßt, die über Abzweigungen von Nervenbahnen aus *allen Sinnesorganen unspezifisch* aktiviert wird. Ferner tragen die Rückkopplungsbahnen der Großhirnrinde, des limbischen Systems, des Hypothalamus und des spinalmotorischen Systems zur weiteren Aktivierung der Retikularformation bei. Infolgedessen ist bei der Bewertung irgendeines Umweltfaktors am Arbeitsplatz immer die *Gesamtheit aller Stressoren* zu berücksichtigen. Das sind physische Stressoren wie Lärm, Klima, Beleuchtung, Geruch, Arbeitsposition usw., psychomentele Stressoren wie nervliche Beanspruchung, Aufmerksamkeitsanforderungen, Wachsamkeitsprobleme, Schichtarbeit usw. sowie soziale Stressoren, Gruppenarbeit, isolierter Arbeitsplatz, soziale Position usw. Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, daß Kaltreize, Riechstoffkonzentrationen, fixierte Arbeitsstellungen und mentale Beanspruchung in bezug auf das Ausmaß der retikulären Aktivitätssteigerung besonders wirksam sind. *Nichts ist darum schwieriger, als einen Einzelfaktor in seiner Einwirkung auf den Menschen zu erfassen, geschweige denn zu bewerten.* Aus diesem Grund bedürfen auch die in den einschlägigen Veröffentlichungen immer wieder vorgebrachten Befunde über Unterschiede in der körperlichen und geistigen Entwicklung der Menschen, der Temperaturregulation, im Wasser- und Elektrolytgehalt, in der Zahl der verschiedenen Zellen des Blutes, im Stoffwechsel, in der Funktion der Schilddrüse, den Keimdrüsen, den Nebennieren und der Hypophyse zwischen Normalsichtigen und Schlechtsehenden bzw. Blinden einer kritischen Würdigung. Abgesehen davon, daß die sog. energetischen Sehbahnen in den nationalen und internationalen Lehrbüchern entweder überhaupt nicht genannt oder bei ihrer Nennung ihre Existenz als fraglich oder nicht bewiesen hingestellt wird, sind die zitierten Befunde entweder solche, die im normalen Streuungsbereich liegen, oder sie stellen eine meist im Eustreß liegende Antwort dar, wie sie auch mit jedem anderen Stimulator aus der Umwelt hervorzurufen ist. Bei Tierversuchen werden bei Überprüfung von Lichtwirkungen auf die Keimdrüsentätigkeit Tiergattungen, z. B. Enten, verwendet, die aus biologischen Gründen für die Klärung der Fragestellung ungeeignet sind. So wird z. B. auch beim ACTH (adrenocorticotropes Hormon) als „Beweis für die Streßwirkung von künstlichem Licht“ nach künstlicher Lichtexposition (3500 Lux, kaltweißes Leuchtstofflampenlicht) für die Dauer von 14 Tagen, gefolgt von einem vierzehntägigen Aufenthalt in normalem Licht, durchschnittlich eine Zunahme von 35 pg/ml auf 58 pg/ml und Rückkehr auf 32 pg/ml bei erheblichen Streuungen

bei 18 Versuchspersonen angegeben. In der Literatur (3) findet man bei der Erörterung der Methoden zur Hormonbestimmung für die radio-immunologische Methode für ACTH einen Normalbereich von weniger als 5 pg/ml bis 200 pg/ml. Infolgedessen dürften die von den Verfassern beschriebenen Veränderungen in der ACTH-Konzentration alle im Normalbereich liegen und darum keine pathognomonisch verwertbare Bedeutung haben. Das gleiche gilt für die mitgeteilten Werte über die Cortisol-Konzentration bei dem gleichen Experiment. Hier wurde eine auf Kunstlicht zurückgeführte durchschnittliche Zunahme von 18 mg% auf 22 mg% mit nachfolgendem Rückgang unter natürlichem Licht auf 18 mg% beobachtet (wiederum unter erheblichen Streuungen). Die normale Sekretionsrate der Nebennierenrinde für Cortisol liegt bei Männern bei $21 \pm 3,1$ mg/24 h und bei Frauen bei $17,5 \pm 1,9$ mg/24 h (4), wobei die Cortisolkonzentration im Blutplasma von Erwachsenen bei 117 ± 27 µg/l liegt (5), also $11,7 \pm 2,7$ µg% oder $0,0117 \pm 0,0027$ mg%. Die vorstehenden Werte decken sich mit den Angaben in F. Müller und O. Seifert (6), nicht aber mit den von den Verfassern mitgeteilten Cortisolwerten. Auch sollte nicht vergessen werden, daß allein die Durchführung eines solchen Tests und das Bewußtsein, vier Wochen „eingesperrt“ zu sein, die Nebennierenrindenaktivität steigert und nach 14 Tagen das Bewußtsein, nun die Sache bald wieder hinter sich zu haben, zu einem Absinken der Cortisolwerte führt.

Im übrigen ist es zwar möglich, die Kunstlichtbeleuchtungsstärken 14 Tage lang konstant auf 3000 lx zu halten, nicht aber die Tageslichtbeleuchtungsstärken, die unter den gegebenen Bedingungen im Mittel deutlich niedriger gewesen sein dürften. Berücksichtigt man den aktivierenden Einfluß der *Intensität* des Lichtes, den ja niemand bestreitet, so könnte sich allein schon daraus ein gewisser Unterschied ergeben. Außerdem müßte ein solcher Versuch, ehe man daraus Schlußfolgerungen ziehen kann, unter einwandfreien Voraussetzungen sehr oft wiederholt werden, was aber praktisch kaum durchführbar ist. Unter diesen Umständen kann man die geringen Effekte, die sich bei der ACTH- und Cortisolbestimmung ergaben, wohl kaum auf die *spektralen Unterschiede* zwischen Tageslicht und Leuchtstofflampenlicht zurückführen.

Der wissenschaftliche Nachweis, daß Leuchtstofflampenlicht „krankmachenden Streß“ oder irgendwelche pathologischen Veränderungen verursacht, konnte also auch durch die neuesten Untersuchungen *nicht* erbracht werden. Es gilt auch heute noch die alte Feststellung,

daß Sehstörungen bei Leuchtstofflampenlicht auf nicht einwandfrei korrigierte Refraktionsanomalien, auf unzuweckmäßige Installation der Beleuchtungsanlage oder auf Sehanforderungen zurückzuführen sind, denen der betreffende Mitarbeiter auch bei einwandfreier Korrektur nicht gerecht werden kann.

Literatur

- (1) Schober, H.: Gutachtliche Denkschrift über die gesundheitliche Verträglichkeit des Leuchtstofflampenlichtes.
Herausgegeben vom Technisch-Wissenschaftlichen Ausschuß der LiTG e. V., Karlsruhe, 2. Aufl, 1971
- (2) Hollwich, F.: The Influence of Ocular Light Perception on Metabolism in Man and in Animal. Springer Verlag New York, 1979.
- (3) Breuer, H./Hampel, D./Krüskempfen, H. L.: Methoden zur Hormonbestimmung
Thieme Verlag, Stuttgart, 1975
- (4) Migeon et. al.: Metabolism 12 (1973), 718
- (5) Hughes et. al.: Amer. J. Dis. Chil 104 (1962), 605
- (6) Müller, F./Seifert, O.: Taschenbuch der medizinisch-klinischen Diagnostik, 70. Aufl., 1975

Weitere Literatur [soweit sie nicht unter (2) zu finden ist].

Hoffmann, W.: Über die Wirkung des Lichtes auf das Auge.
Z.F.O. (1937) 125, S. 481 ff.

Hornberger, W.: Schädigung durch neue Lichtquellen.
Dtsch. Med. Wochenschr. (1950) 1 S. 441 ff.

Hermans, R.: Les effets de l'éclairage fluorescent.
Arch. Belge. Med. Soc. et Hyge (1953) 11, S. 28 ff.

Schober, H.: Asthenopische Beschwerden durch Leuchtstofflampen.
Klin. Mbl. f. Augenheilk. (1953) 123.

Schober, H.: Die angeblichen Sehstörungen bei Beleuchtung durch
Entladungslampen.
Lichttechnik (1950) 2, S. 103 und Lichttechnik (1954) 6, S. 215–218.

Sharp, G. W. G.: The Effect of Light on the Morning Increase of
Urine Flow. J. Endocrin 21 (1960) S. 219–223.

Ségál, J.: Die physiologische Wirkung des Lichts von Leuchtröhren.
Sowjetwissenschaft, Naturwissenschaftliche Beiträge (1961), 1. Halbj.,
S. 366–373

Jshisu, T.: The Effect of Exposure to Light on the Body.
Part. 1, Effects on the Body under Light and Dark Conditions.
Mie. Med. Journ. XI (1962) S. 509–521.

v. Euler U. S./Heller, W.: Comparative endocrinology
Vol. 1 Glandular Hormones
Acad. Press New York/London 1963

Radnot, M.: Die Wirkung der Beleuchtung auf die vegetative
Funktion des Menschen. CIE (Intern. Beleuchtungs-Kommission).
Compe Rendu Wien (1963) Vol. C. S. 530–533.

Wurtman, R. J./Zacharias, L.: Blindness: Its Relation to Age of
Menarche, Science 114 (1964) S. 1154–1155.

Jshisu, T.: The Effect of Exposure to Light on the Body.
Part 2. Effects of Exposure to Colored Light on the Body.
Mie. Med. Journ. XV (1965) S. 212–228.

König, A./Kirchhoff, H./Böttcher, B.: Antidiuretische und
oxytocische Aktivität im Hypophysenhinterlappen geschlechts-
reifer Wistar-Ratten unter Dauerlicht und Dauerdunkeleinwirkung.
Arch. Gyn. 203 (1966), S. 164–177.

König, A./Böttcher, D.: Die Beeinflussung der hormonalen
Aktivitäten des Hypophysenhinterlappens von Wistar-Ratten
durch lang dauernde Licht- und Dunkeleinwirkung.
Strahlentherapie 132 (1967), S. 90–97.

Wurtmann, R. J.: Biological Implications of Artificial Illumination.
Illum. Engng. 63 (1968) S. 523–529.

Spalding, J. F./Archuleta, R. F./Holland, M.: Influence of the Visible
Color Spektrum on Activity in Mice. Laboratory Animal Care 19
(1969), S. 50–54.

Diethelm, R.: Hautkarzinom durch Fluoreszenzlampen?
Schweiz. Med. Wschr. 100 Nr. 27 (1970)

Steck, B.: Die Einwirkung der optischen Strahlen (Licht, UV und IR)
auf den Organismus des Menschen.
Technisch-Wissenschaftliche Abhandlungen der Osram-Gesell-
schaft, 11. Band, 1972.

Corth, R./Hoffman, R. A.: Does Artificial Light Affect Man's Health?
Probably Not. Lighting Design and Appl. (1973), S. 30–36

Schuppli, R.: ACTH – Eine Standortbestimmung für die Praxis.
Verlag H. Huber, Stuttgart, 1973.

Gloor, B.: Lichtschäden der Netzhaut
Therapeutische Umschau, 32, 1, 1975.

Steck, B.: Über photobiologische und psychophysische Gesichts-
punkte für Beleuchtungsanlagen und Solarien.
Dissertation TU Berlin 1975.

Träger, L.: Steroidhormone – Biosynthese, Stoffwechsel, Wirkung
Springer Verlag, Berlin 1977.

Hetko, P.: Nichtvisuelle Wirkungen des Lichtes über das Auge.
Augenoptiker 2/1978.

Klotzbücher, E./Fichtel, K./Mieriche, H./Hamdorf, G.: Einfluß von
Beleuchtungsquellen unterschiedlicher spektraler Zusammen-
setzung auf Leistung bei geistiger Arbeit und ausgewählte physiolo-
gische Funktionen.
Zbl. Arbeitsmed. 30 (1980), 7.

LiTG

LICHTTECHNISCHE GESELLSCHAFT e. V.

Printed in West Germany
1009 04832.