

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 133 (2007)
Heft: 40: Tageslicht

Artikel: Biologische Uhr
Autor: Schierz, Christoph
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108175>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BIOLOGISCHE UHR

Tageslicht wirkt nicht nur über die Sehnerven auf den Menschen. Es hat auch nichtvisuelle biologische Wirkungen, über die beispielsweise der Wachheitsgrad reguliert wird. Die Lichtplanung sollte daher nicht nur auf die Optimierung der Sehleistung ausgerichtet sein, sondern auch die indirekten Effekte berücksichtigen.

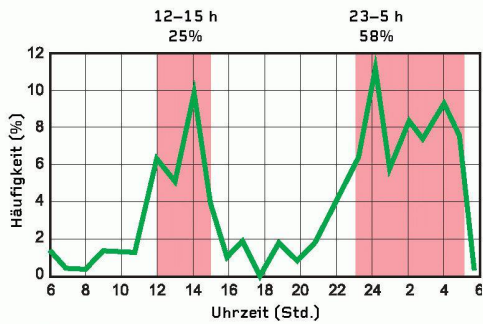
Tageslicht im Gebäude sinnvoll eingesetzt, reduziert nicht nur den Verbrauch an Beleuchtungsenergie, sondern steigert auch das allgemeine Wohlbefinden der Raumnutzer – dies besonders dann, wenn auch die Möglichkeit einer Sichtverbindung ins Freie besteht. Können die Raumnutzer im Innenraum Tageszeit, Himmelsrichtung und Wetterlage wahrnehmen, kommt das dem psychologischen Bedürfnis des Menschen nach Orientierung entgegen. Neben diesen unbestrittenen Vorzügen kann Tageslicht aber auch erhebliche Störungen verursachen, wie etwa Blendung und Spiegelungen. Für die Innenraumbelichtung mag das natürliche Licht im Freien daher zwar zu Gestaltungsideen anregen, ist aber keine anzustrebende Ideallösung. Tageslicht im Innenraum muss wohl dosiert werden. Zu beachten ist dabei, dass Licht auch nichtvisuelle biologische Wirkungen hat. Solche Lichtwirkungen erfolgen über das Auge, werden aber nicht durch die visuellen, für das Sehen verantwortlichen Nervenbahnen übertragen.

Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse in diesem Bereich weckten auch das Interesse der Lichttechnik. So wurde etwa befürchtet, dass die künstliche Beleuchtung bisher zwar die Sehleistung optimierte, die Arbeitnehmenden aber in «biologischer Dunkelheit» liess. Denn bisher wurde nur das Licht auf der Arbeitsfläche gemessen und nicht dasjenige, welches zum Auge gelangt. Die medizinische und biologische Grundlagenforschung zeigt, dass nichtvisuelle Lichtwirkungen wichtige biologische Vorgänge im Menschen steuern:

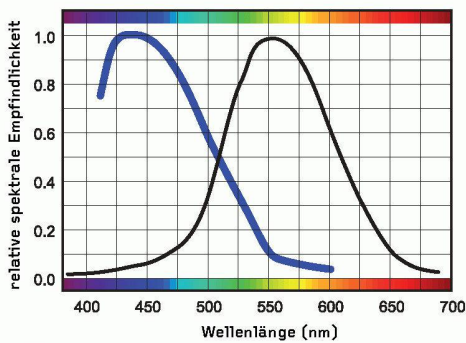
- Chronobiologie: Stabilisierung der inneren biologischen Uhr
- Aktivierung: Steigerung des Wachheitsgrades,
- Lichttherapie: Behandlung saisonaler Depressionen (SAD)

STABILISIERUNG DER INNEREN UHR

Die aktiven Phasen des Menschen wechseln mit Phasen der Erholung in der Nacht, aber auch nach der Mittagspause. Diese sich täglich wiederholenden Rhythmen äussern sich im Wachheitsgrad und damit auch in der Aufmerksamkeit (Bild 1). Parallel dazu verändern sich auch die Prozesse im menschlichen Körper periodisch, wie z. B. an einer tagsüber steigenden und in der Nacht wieder fallenden Körpertemperatur nachzuweisen ist. Eigentlich könnte dieses rhythmische Geschehen direkt an die als äussere Uhr dienende Tageslichtintensität gekoppelt sein. Offenbar hat es sich aber als Überlebensvorteil erwiesen, zusätzlich auch eine innere biologische Uhr zu besitzen. Damit kann auch bei wenig Tageslicht, zum Beispiel in Gebäuden, der Aktivitäts-Erholungs-Rhythmus aufrechterhalten werden. Chronobiologische Studien haben gezeigt, dass die innere Uhr der meisten Menschen eine Periodendauer von etwas mehr als 24 Stunden aufweist (= zirkadianer Rhythmus). Licht kann über das Auge die innere Uhr so korrigieren, dass sie wieder mit den 24 Stunden der äusseren Uhr übereinstimmt. Dies geschieht mit Licht, das am Morgen z. B. vor dem Badezimmerspiegel oder draussen auf dem Weg zur Arbeit ins Auge gelangt. Diese Situation ist für den Organismus und die Lebensqualität günstig. Hingegen erfolgt mit Licht abends oder nachts eine noch stärkere Verlängerung der Periodendauer der inneren Uhr. Im Alltag ist dies von Nachteil, weil sich dadurch die nächtliche Müdigkeit in die morgendliche Ar-



01



02

01 Einschlafhäufigkeit von Lastwagenfahrern am Steuer (nach Prokop et al., 1955). Deutlich sichtbar sind die typischen Erholungsphasen nach dem Mittag und während der Nacht

02 Spektrale Empfindlichkeiten des Auges: rechte Kurve für die Helligkeitswahrnehmung, linke Kurve für nichtvisuelle biologische Wirkungen, nachgewiesen für die Melatoninunterdrückung¹

(Bilder: Autor)

Anmerkung:

¹ Das Hormon Melatonin ist ein Indikator für die biologischen Lichtwirkungen. Es wird von der Zirbeldrüse in der Nacht ins Blut ausgeschüttet – ein Vorgang, der mit Licht unterdrückt werden kann. In der Grafik ist dargestellt, welche Wellenlänge im Lichtspektrum wie stark wirksam ist. So wirkt relativ gesehen ein Gelbgrün mit der Wellenlänge 555 nm maximal hell, ist aber nur zu 10 % biologisch wirksam. Umgekehrt ist ein Blau von 450 nm biologisch stark wirksam, erscheint aber relativ dunkel.

beitszeit hineinschiebt und wir uns ständig müde fühlen. Vorteile des Lichts in der Nacht sind hingegen bei Nachtschichtarbeitern oder zur Behandlung des Jetlags nach Flügen gegen Westen zu erwarten. Die innere Uhr läuft individuell verschieden. So gibt es Morgentypen (Lerchen) und Abendtypen (Eulen). Zudem spielt auch das Freizeitverhalten eine bedeutende Rolle.

STEIGERUNG DES WACHHEITSGRADS

Ab etwa 100 lx Beleuchtungsstärke am Auge sinkt die subjektive Ermüdung bzw. steigt die subjektive Munterkeit. Solche aktivierenden Lichtwirkungen sind auch messbar, z. B. an Pulsschlagveränderungen. Tagsüber wird dieser Wert im Büro in Fensternähe normalerweise überschritten. In fensterfernen Zonen, im Winter oder in Tagesrandstunden kann es je nach Abstrahlcharakteristik der Leuchten sein, dass zu wenig Licht zum Auge gelangt. Bei rein künstlicher Beleuchtung – zum Beispiel frühmorgens im Winter – sollte das Verhältnis der Beleuchtungsstärke am Auge zur Beleuchtungsstärke auf dem Arbeitsplatz mindestens 1:3 betragen. Tiefstrahlende Leuchten mit wenig indirektem Licht unterschreiten dieses Verhältnis oft und sind für fensterferne Zonen ungeeignet. Wie Arbeitsplatzstudien zeigten, verbessert der mit intensivem Licht erhöhte Wachheitsgrad der Personen nicht nur die Sehleistung, sondern generell die Arbeitsleistung. Dies äußert sich etwa in einer Abnahme gemachter Fehler sowie in einer Zunahme der Mengenleistung oder der Merkfähigkeit. Damit wird auch hier die Bedeutung des Tageslichts ersichtlich, welches im Winter, in den Tagesrandstunden und bei schlechtem Wetter mit elektrischem Licht ergänzt werden muss. Der Wachheitsgrad darf aber nicht beliebig gesteigert werden. Sowohl zu wenig als auch zu viel Aktivierung zum falschen Zeitpunkt beeinträchtigt das Wohlbefinden und längerfristig vermutlich auch die Gesundheit.

LICHTTHERAPIE GEGEN WINTERDEPRESSIONEN

Die sogenannte Lichttherapie weist gute Erfolge bei der Behandlung von Winterdepressionen (SAD) auf. Solche Patienten, welche etwa 2% der Bevölkerung ausmachen, haben im Winter ein erhöhtes Schlafbedürfnis, verspüren eine erhöhte Lust nach Kohlehydraten, fühlen sich traurig und besorgt, sind oft unproduktiv und machen vermehrt Fehler, sie versuchen Kontakte zu vermeiden und sind öfter krank. Von Frühjahr bis Herbst fehlen diese Symptome. Etwa 9% der Bevölkerung erleben eine harmlosere Form dieser Saisonföhligkeit (S-SAD). Zur Behandlung von SAD werden Beleuchtungsstärken von über 2500 lx am Auge des Patienten erzeugt.

Lichttherapie ist eher als pharmakologischer Eingriff zu verstehen, der nicht vorsorglich z.B. mit der Allgemeinbeleuchtung allen Personen zu verabreichen ist. Nebenwirkungen wie erhöhte Reizbarkeit und Überaktivität sind möglich. Individuelle, vom Arzt verschriebene Lichttherapiegeräte am Arbeitsplatz von Arbeitnehmenden mit SAD-Symptomen können sich aber durchaus als sinnvoll erweisen. Solche Personen wie auch diejenigen mit S-SAD sollten im Winter mit viel Tageslicht arbeiten können und gelegentlich in den Pausen ins Freie gehen.

Ausser bei der Lichttherapie zeigte sich, dass die biologischen Wirkungen mit bläulichem Licht wirksamer sind als mit weissem oder rötlichem (Bild 2). Da die Augenlinse mit zunehmendem Alter vergilbt und damit blaues Licht blockiert, kann besonders bei älteren Personen ein Defizit an biologisch wirksamem Licht vorliegen. Das erklärt möglicherweise deren unregelmässigen Schlaf und sollte bei der Beleuchtung in Altenheimen berücksichtigt werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass moderat hohe Beleuchtungsstärken am Auge, insbesondere in den Morgenstunden, für alle Menschen wichtig sind, womit dem Tageslicht eine hervorragende Bedeutung zukommt.

Christoph Schierz, Prof. Dr. sc. nat., Fachgebietsleiter Lichttechnik an der TU Ilmenau, christoph.schierz@tu-ilmenau.de