

Ein Forschungsprojekt zur Lichtplanung in Spitälern und Pflegeheimen ergibt:

Beleuchtungen mit nicht-visueller Wirkung funktionieren einwandfrei

Variierende Lichtversorgung während des Tages mildert Schlaflosigkeit in der Nacht. Davon profitieren vor allem ältere Menschen, die in Pflegeheimen leben. Die Fachhochschule Nordwestschweiz hat Beleuchtungssysteme mit nicht-visuellen Wirkungen untersucht.

Von Caroline Hoffmann*

«Circadiane Beleuchtung», «human centric lighting», «visual timing light», «biodynamisches Licht»: Dies sind häufig verwendete Schlagworte in der Werbung für elektrische Beleuchtungen im Bereich Gesundheit und Seniorenpflege. Gemeint sind damit Systeme, die mit einer Veränderung der Lichtfarbe und des Beleuchtungsniveaus im Tagesverlauf den Tag-Nacht-Rhythmus unterstützen und so einen gesundheitsfördernden Einfluss haben. Diese nicht-visuellen Lichtwirkungen beeinflussen biologische Vorgänge im menschlichen Körper, wie zum Beispiel den Schlaf-Wach-Zyklus. Sie hängen aber nicht unmittelbar mit dem Sehen zusammen. Die nicht-visuellen Lichtwirkungen variieren mit der Tageszeit und der Quantität respektive der Qualität einer Beleuchtung.



* **Caroline Hoffmann**, Dr.-Ing., ist Projektleiterin für Forschungsprojekte im Bereich Licht und energieeffizientes Bauen am Institut Energie am Bau der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW).

Neben dem Licht gibt es auch andere Zeitgeber wie Bewegung und Essen, die den Tag-Nacht-Rhythmus beeinflussen. Gerade im Spital oder in einer anderen ungewohnten Umgebung wie in einem Pflegeheim kann der in der Regel stark veränderte Tagesablauf einige dieser äusseren Zeitgeber stören. Besonders bei älteren Menschen kann dies Schlaflosigkeit nachts und Müdigkeit tagsüber fördern. Ein Zeitgeber, dessen Wirkung aktiv verbessert werden kann, ist die Lichtversorgung im Tagesverlauf. Ist dies nicht über Tageslicht möglich, was immer an erster Stelle stehen sollte, kann elektrische Beleuchtung mit nicht-visueller Wirkung eingesetzt werden.

Was wir wissen und was noch nicht?

Es gibt schon viele Studien zu den physiologischen Bereichen und zum medizinischen Nutzen einer nicht-visuell wirksamen Beleuchtung. Speziell die Übertragung der Erkenntnisse in die Praxis ist jedoch noch mit einigen Unsicherheiten behaftet. Je nach Berufsgruppe gibt es hier unterschiedlichen Wissensbedarf. Für die Lichtplaner ist es von Interesse, welche lichttechnischen Eigenschaften diese Beleuchtungen im Tagesverlauf aufweisen. Den verantwortlichen Betreibern von Seniorenzentren ist es vor allem wichtig, dass die Leuchten im Alltag zuverlässig funktionieren und in der Bedienung und Handhabung einfach sind.

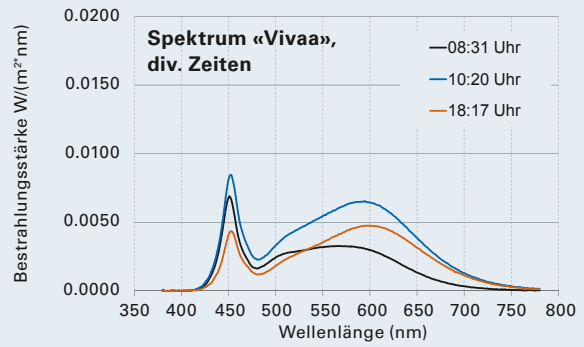
Genau bei diesen Themen setzte das Forschungsprojekt des Instituts Energie am Bau der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) an, über dessen Ergebnisse hier berichtet wird. Das zentrale Anliegen war, zu klären, was sich technisch hinter den nicht-visuell wirksamen Beleuchtungen verbirgt und wie die

**Nicht-visuelle
Lichtwirkungen
haben einen
gesundheits-
fördernden Einfluss.**

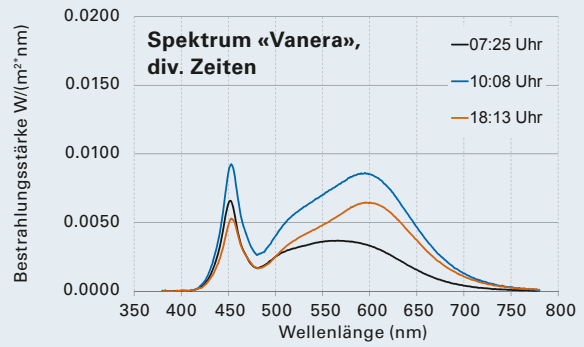
>>



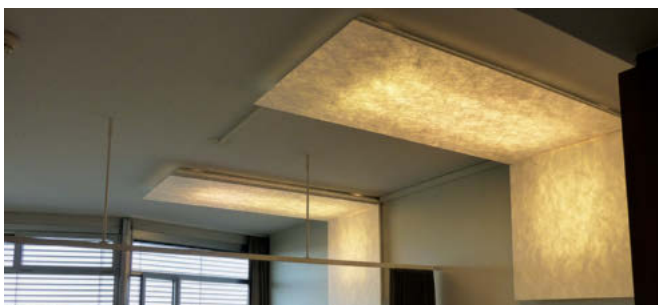
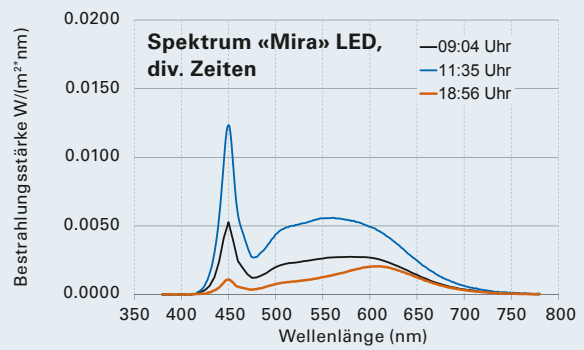
Leuchte «Vivaa»



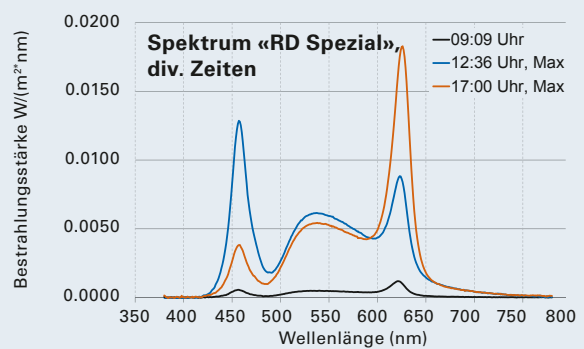
Leuchte «Vanera»



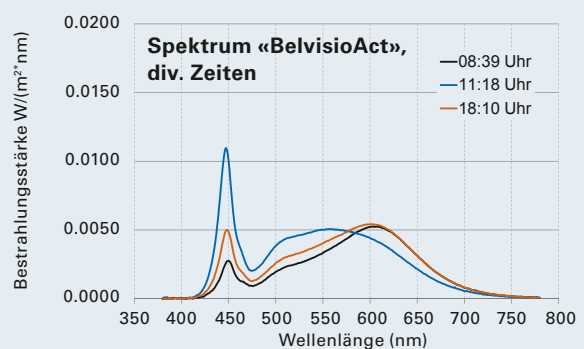
Leuchte «Mira»



Leuchte «RD Spezial»



Leuchte «BelvisioAct»



Die Programmierung der untersuchten Leuchten beruht auf den Einstellungen der Hersteller und wurde im Projektverlauf nicht verändert. Die Grafiken zeigen jeweils das gemessene Spektrum der Leuchten am Morgen, am Mittag und am Abend. Auffallend ist, dass alle Leuchten mittags einen Schwerpunkt im kurzwelligeren Bereich (hoher Blauanteil) aufweisen. Nur die Leuchte «RD-Spezial» weist zusätzlich abends noch einen auffallenden Peak im langwelligeren Bereich (hoher Rotanteil) auf.

praktischen Einsatzbedingungen für eine solche Beleuchtung sind. Dies umfasst die folgenden Fragen:

- Wie lässt sich die nicht-visuelle Wirkung photometrisch bewerten?
- Wie sind die Leuchten programmiert; gibt es Unterschiede in der Programmierung?
- Wie verändern die einzelnen Leuchten die Farbwiedergabe im Raum?
- Erreicht die Beleuchtung die vorgeschriebenen Beleuchtungsstärken? Werden die Patientinnen und Patienten, die Pflegenden und Therapeuten geblendet?
- Welchen Einfluss haben Installation und Bedienung auf die Anwendungstauglichkeit in der Praxis?
- Wie hoch ist der Elektrizitätsbedarf der Beleuchtungslösung?

Insgesamt wurden zwischen Juli 2015 und Februar 2016 fünf Zweibett-Patientenzimmer mit jeweils einer nicht-visuell wirksamen Beleuchtungslösung ausgestattet (siehe Abbildungen Seite xx) und im Zeitraum November bis Dezember 2015 teilweise messtechnisch untersucht. Die baugleichen Räume gewährleisteten eine gute Vergleichbarkeit unter realistischen Einsatzbedingungen. Die Beleuchtungen bestanden aus jeweils zwei, vier oder acht Leuchten mit LED als Leuchtmittel. Die

Licht wirkt sich auf alle physiologischen Vorgänge aus, die sich im Tagesverlauf verändern.

Programmierung der Leuchten im Tagesverlauf beruhte auf den Einstellungen der Hersteller. Gemessen wurden diverse lichttechnische Größen jeweils aus dem Blickwinkel der Patientinnen und Patienten sowie der Pflege.

Ergebnisse der Messungen

- Die photometrische Bewertung der nicht-visuellen Wirkung war möglich, die Beurteilung der Wirkung auf den Menschen schwierig: Die nicht-visuelle Wirkung wurde anhand von zwei Bewertungsmethoden ermittelt. Die ältere Methode beschränkt sich auf den Wirkungsfaktor für die Melatoninsuppression in der Nacht. Das Hormon Melatonin hat als Hauptfunktion die Auslösung körpereigener Prozesse, die nachts stattfinden. Sind wir nachts Licht ausgesetzt, wird die Melatoninproduktion unterdrückt. Der Wirkungsfaktor für die Melatoninsuppression soll eine vergleichende Bewertung der melatoninunterdrückenden Wirkung verschiedener Lichtquellen ermöglichen.

Die zweite, aktuellere Methode, wählt einen breiteren Ansatz. Für die nicht-visuellen Prozesse wurden nämlich in der Zwischenzeit ergänzend zur Melatoninsuppression weitere Wirkmechanismen festgestellt. Es wurde davon ausgegangen, dass sich Licht auf alle circadianen – im Tagesverlauf sich verän-

dernden – nervlichen, hormonellen und neurologischen Vorgänge auswirkt, je nach Situation, zeitlichem Verlauf und gegenseitigem Einfluss. Die Betrachtung des nicht-visuellen Photorezeptorensystems schloss alle fünf Photopigmente des menschlichen Auges mit ein. Um die Grösse des Reizes auf die Rezeptoren im Auge bewerten zu können, wurde bezogen auf das jeweilige Photopigment die wirksame Bestrahlungsstärke ausgewiesen. Nach derzeitiger Kenntnis war ein direkter Rückschluss von den gewichteten Bestrahlungsstärken auf die Auswirkungen des Lichts hinsichtlich Gesundheit und Physiologie nur schwer möglich. Es kann höchstens gesagt werden, dass die ausgewerteten Grössen einen wichtigen Einfluss auf die nicht-visuellen Reaktionen hatten.

Die beiden genannten Bewertungsmethoden können nicht miteinander verglichen werden, da sie unterschiedliche Kenntnisstände in diesem Forschungsbereich repräsentieren.

Beim Wirkungsfaktor für die Melatoninsuppression erschien der Verlauf der Leuchtenmodelle «Vivaa» und «Vanera» sinnvoll. Bei der wissenschaftlich aktuelleren Methode, den effektiven Bestrahlungsstärken bezogen auf die Photorezeptoren des Auges, schien der Verlauf von «Mira LED» am tageslichtähnlichsten.

- Hohe Zuverlässigkeit bei der Programmierung der ähnlichsten Farbtemperatur und Helligkeit: Im Tagesverlauf liessen sich fast alle Leuchten entsprechend den Planungsvorgaben bezüglich Farbtemperatur und Helligkeit programmieren (Ausnahme «Mira LED» zwischen 10 und 13 Uhr). Das gesamte Niveau der ähnlichsten Farbtemperatur blieb bei allen Leuchten aber etwas unter den eingestellten Absolutwerten. Als mögliche Gründe für diese Abweichungen sind die Abdeckung der Leuchte, technische Einschränkungen und der Reflexionsgrad der Wände anzuführen.
- Keine Veränderung der Farbwiedergabe im Raum: Der gemessene Farbwiedergabeindex hielt die normativen Anforderungen für Patientenzimmer ein. Das heisst, dass die Oberflächenfarben im Raum sich durch die Beleuchtung nicht oder kaum veränderten. Auch für die Hautfarbe Rosa wurden die Vorgaben von allen Leuchten (knapp) erfüllt.
- Beleuchtungsstärke wurde eingehalten: Die vorgeschriebenen Beleuchtungsstärken für Patientenzimmer wurden mit der Beleuchtung auf der Ebene Bett erreicht.
- Gemessene Blendung der Patienten: Auffallend war, dass alle Leuchten die normativen Blendungsvorgaben für Spitalzimmer überschritten. Die Messung zeigte, dass die Position der

Projektinformationen: Das Projekt wurde im Felix-Platter-Spital in Basel, Universitäre Altersmedizin, durchgeführt und von der Age-Stiftung gefördert. Externe fachliche Beratung erhielt es von Anna Wirz-Justice, Zentrum für Chronobiologie, Universitäre Psychiatrische Kliniken Basel, und Mirjam Münch, Charité Universitätsmedizin, Institut für Physiologie, Berlin.

Weitere Informationen und eine Kurzfassung des Schlussberichts:

www.age-stiftung.ch/foerderprojekt/circadiane-beleuchtung-beleuchtungssysteme-im-vergleich/

Leuchten an der Decke ungünstig war und die Patienten durch die Beleuchtung geblendet wurden. Durch die liegende Position der Patienten waren die Leuchten immer in ihrem Blickfeld, was zu einer Überschreitung der Grenzwerte führte. Lichtplanerisch sind Lösungen zu bevorzugen, bei denen sich die Leuchten ausserhalb des Blickfelds der Patienten befinden.

Ergebnisse der Nutzerbefragungen zu den Leuchten

- Positives Urteil: Insgesamt beurteilten die Nutzerinnen und Nutzer die Leuchten positiv. Eine Störung der Patienten durch die elektrische Beleuchtung trat bei drei Leuchten «nie» oder «selten» auf und bei zwei Leuchten «manchmal». Die Beleuchtung der Patientenzimmer wurde insgesamt zwischen «sehr gut» und «mittelmässig» beurteilt. Die Beleuchtung funktionierte in allen Räumen «immer» oder «meistens» – also zuverlässig.

- Grosser Einfluss der Beleuchtungsbedienung und Steuerung auf die Anwendungstauglichkeit: Eine einfache Bedienung war für eine positive Nutzerbewertung sehr wichtig. Dies galt auch für die Steuerung. War sie leicht handhabbar und liess sich einfach an die Bedürfnisse anpassen, so fiel

Eine einfache Bedienung der Beleuchtung ist sehr wichtig für die Nutzerzufriedenheit.

das Gesamturteil positiv aus. Geduldet wurde eine Einregulierungsphase mit Korrekturen der Programmierung unter der Prämisse, dass diese erfolgreich beendet wurde. Die Interviews zu den Langzeiterfahrungen zeigten auch, dass sich eine frühe Einbindung der Nutzer bei der Planung bewährt. Einschränkend muss sowohl zu den Ergebnissen der Befragung als auch zu den Interviews zu Langzeiterfahrungen gesagt werden, dass die Anzahl der Antworten eher klein war und die Ergebnisse daher allenfalls Tendenzen aufzeigen.

Ergebnisse aus dem Betrieb

- Grosse Zuverlässigkeit der Funktion und geringer Wartungsaufwand: Die Leuchten funktionierten während der Projektdauer zuverlässig, es gab keine Ausfälle oder Störungen der Programmierung sowie der Leuchten selber. An der Beleuchtung waren keine Wartungsarbeiten erforderlich. Die Lebensdauer von LED wird von den Herstellern mit 50 000 Stunden angegeben.
- Elektrizitätsbedarf: Die installierte Leistung war unterschiedlich hoch, daher streute der (berechnete) Strombedarf stark. Folglich war mit der derzeitigen Programmierung der Strombedarf einiger Leuchten hoch. Dieser liesse sich durch einen Beleuchtungsstärkesensor reduzieren.

Bezogen auf die praktischen Aspekte zeigte das Projekt, dass die untersuchten Beleuchtungssysteme mit nicht-visueller Wirkung technisch einwandfrei funktionieren und sich gemäss den Planungsvorgaben programmieren lassen. Aus den Befragungen geht hervor, dass eine einfache Bedienung der Beleuchtung und der Steuerung möglich und sehr wichtig für die Nutzerzufriedenheit sind. ●