

# Trends in der Lichttechnik

LEDification und HCL

**Autor:**  
Mag. Wilfried Pohl

**D**ie Beleuchtungstechnik befindet sich derzeit in einem großen Umbruch, der unter dem Begriff LEDification zusammengefasst werden kann (Ersatz der konventionellen Leuchtmittel durch die LED). Mit der Entwicklung der Leuchtdiode (LED) zu einer hochwertigen, energieeffizienten und digitalen Lichtquelle wurde der Grundstein für die Digitalisierung der Beleuchtungstechnik gelegt.

Die LED übertrifft alle bisherigen Leuchtmittel in ihrer Effizienz (bereits ca. 200 Lumen pro Watt). Zusammen mit intelligenten Regelalgorithmen und der dafür notwendigen Sensortechnologie können damit hochwertige Beleuchtungslösungen realisiert werden (smart lighting).

In etwa zur gleichen Zeit (2001) wurde der sogenannte dritte Rezeptor (neben den Stäbchen für das Nachtsehen und

den Zapfen für das Tagessehen) im Auge entdeckt, der maßgeblich für die Steuerung des Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen verantwortlich ist. Dieser melanopsinhaltige Fotorezeptor ist direkt mit der Zirbeldrüse im Gehirn verbunden, die in der Nacht das Schlafhormon Melatonin ausschüttet. In Studien konnte gezeigt werden, dass die Melatoninausschüttung in der Nacht durch Licht sofort unterbrochen wird.

Diese Forschungsergebnisse haben in der Lichtindustrie große Erwartungen geweckt, was die Auswirkungen der künstlichen Beleuchtung auf die Gesundheit des Menschen anbelangt. In diesem Zusammenhang wurde der Begriff Human Centric Lighting (HCL) geprägt. Darunter versteht man LED-Beleuchtungssysteme, bei denen Lichtfarbe und -verteilung über den Tag und über das Jahr und entsprechend den Nutzbedürfnissen gesteuert werden können.

Während nun der einfache Ersatz der konventionellen Leuchtmittel durch die LED (LEDification) bereits voll im Gange ist, befindet sich das sogenannte Human Centric Lighting (HCL) erst in einer Anfangsphase.

## Gesundes Licht

Der vorwiegende Aufenthalt in Innenräumen (zu wenig Licht am Tag) und die hohen Intensitäten in den Nachtzeiten (zu viel in der Nacht) wirken sich negativ auf unseren natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus

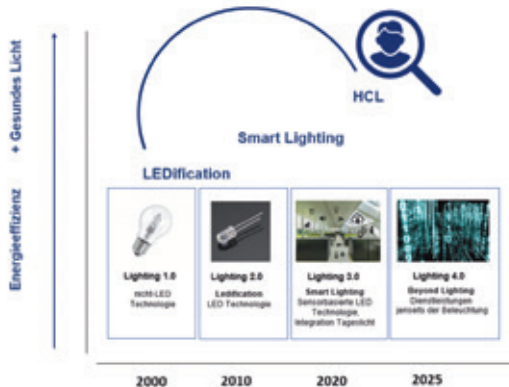
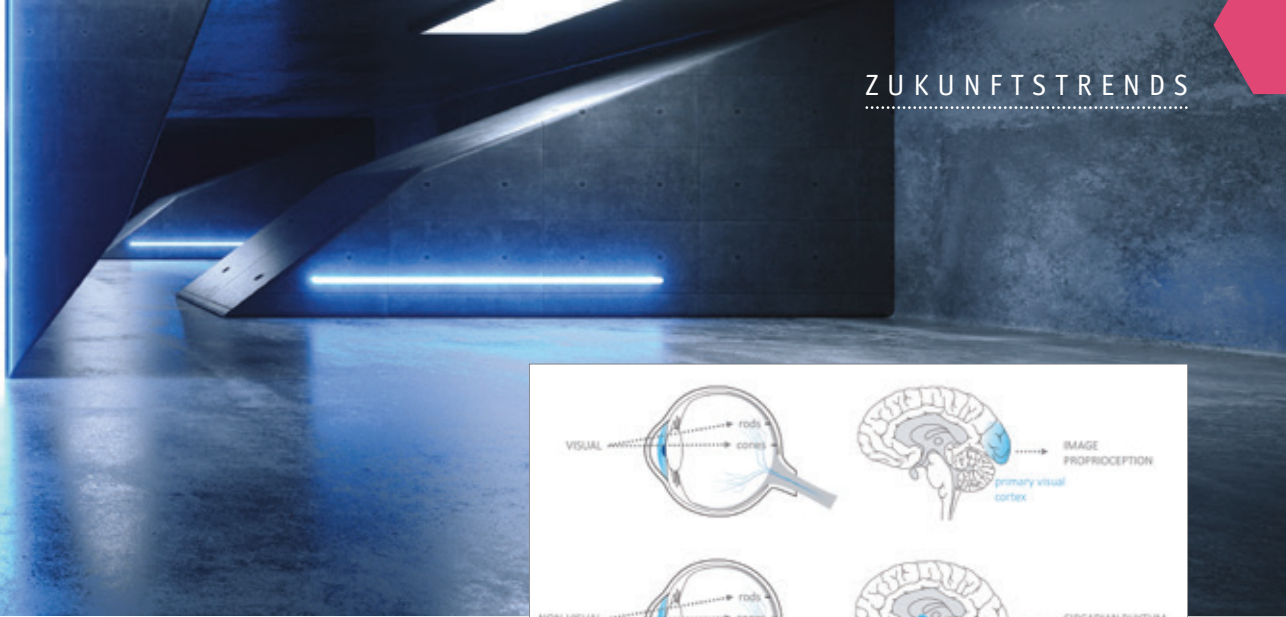


Bild 1: Licht im Wandel



(zirkadian) aus. Eine HCL Lösung soll helfen diesem Missstand entgegenzuwirken indem das geeignete Licht zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung gestellt wird. Am Abend und in der Nacht können bereits geringe Lichtdosen zu Störungen führen, weshalb ein HCL – Konzept auf jeden Fall sinnvoll erscheint. Anwendungsgebiete sind derzeit überwiegend Kliniken, Pflege- und Altenheime, Wohnungen aber auch Bürogebäude können von einer HCL Lösung profitieren.

Wogegen nun aber die gesundheitsschädigende Wirkung der Melatoninunterdrückung durch Licht in der Nacht mittlerweile als erwiesen gilt, fehlen ähnliche starke Belege für die gesundheitsfördernde Wirkung von Licht am Tage.

Während für die visuellen Funktionen (Sehfunktionen, Sehleistung) und für den visuellen Komfort einige Kenngrößen und Mindestanforderungen existierten, fehlen diese für gesundes (HCL) Licht. Bei den visuellen Effekten handelt es sich um unmittelbar ablaufende physiologische und psychologische Effekte (Abbildungsoptik und Wahrnehmungspsychologie), während es sich bei den gesundheitlichen Effekten um langfristig wirkende und multifaktorielle Zusammenhänge handelt, die schwer in einfache Metriken zu fassen sind. Die Erarbeitung von verbindlichen Mindeststandards für ein solches HCL gestaltet sich deshalb sehr schwierig.

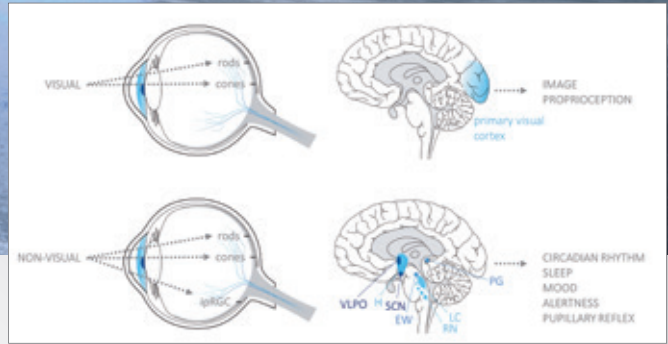


Bild 2: Nichtvisuelle Lichteffekte

Wie eine europaweite Erhebung ergab, geht ein Großteil der Nutzer davon aus, dass Licht ihre Stimmung, Wachheit und Leistung beeinflusst (Bild 3).

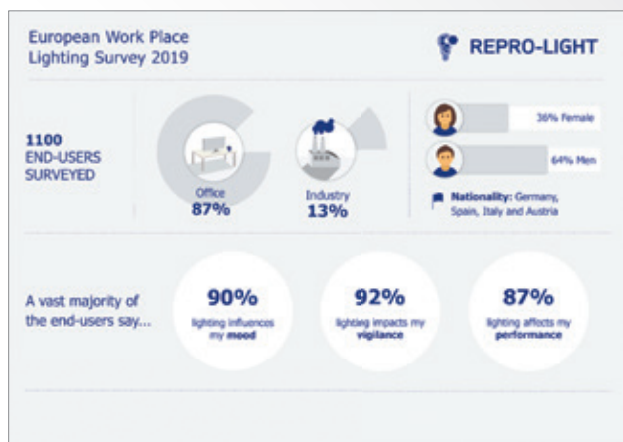
Zwei Jahrzehnte Forschung zum Thema nicht-visuelle Lichtwirkungen lassen derzeit noch viele Fragen offen. Grundsätzlich stellt sich die Frage inwieweit exakte mathematische Modelle praxistauglich und zielführend sind. Trotzdem besteht ein großes Bestreben darin, das bereits vorhandene Wissen in Form von Empfehlungen und Standards in die Praxis umzusetzen.



Bild 3: Ergebnisse Befragung Repro Light zum Lichteinfluss

### Umsetzung von HCL Lösungen

HCL Lösungen sind derzeit in erster Linie Kunstlichtlösungen mit variabler



Alle Abbildungen: Bartenbach

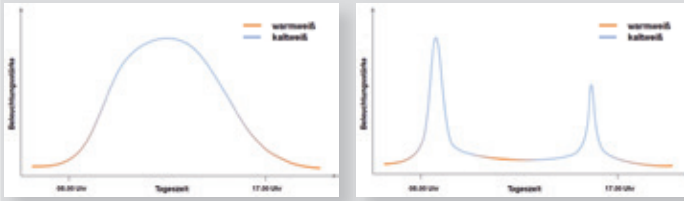


Bild 4: Tageszeitabhängige (links) und akute (rechts) Steuerstrategie (schematisch)

Lichtfarbe. Die Integration von Tageslicht und Sensortechnologie zur Erfassung von Umwelt- und Personendaten erfolgt heute in HCL-Konzepten nur sehr eingeschränkt, vorwiegend werden nur die Lichtfarben gemäß einer vorprogrammierten tageszeitlichen Steuerkurve verändert. Nicht-visuelle Lichtwirkungen sind vielfältig, fallen individuell stark unterschiedlich aus und sind bis dato noch nicht im Detail beschrieben. Die verschiedenen Anbieter schlagen derzeit ganz unterschiedliche und gegensätzliche Steuer- und Regelalgorithmen vor. Dem Lichtplaner fehlen Vorgaben, an die er sich halten kann, um die erwarteten positiven Wirkungen sicher zu stellen.

Derzeit erfolgt die Steuerung von HCL-Leuchten i.W. nach zwei Strategien:

■ **1:** Die Lichtintensität und Farbtemperatur wird tageszeitabhängig variiert (Bild 4), um längerfristige gesundheitliche Effekte (Stabilisierung des circadianen Rhythmus) zu erzeugen. Es gibt zu dieser Steuerstrategie derzeit keine Empfehlung, ob und wie saisonale Effekte (Tageslänge) in die Lichtsteuerung integriert werden sollen, sodass zumeist eine einheitliche Steuerkurve für 365 Tage umgesetzt wird.

■ **2:** Zur Erzielung kurzfristiger nicht-visueller Wirkungen werden Lichtpulse (mit relativ kurzfristig veränderter Lichtintensität und Lichtfarbe) mit einer relativen kurzen Dauer zur akuten Aktivierung oder

Verbesserung der Entspannungsfähigkeit implementiert (Bild 4). Diese Lichtpulse werden entweder tageszeitabhängig automatisch oder vom Nutzer individuell gestartet.

Da klare Vorgaben für HCL-Anwendungen fehlen, und der Planungs- und Umsetzungsprozess sehr aufwendig und teuer ist, blieben HCL-Anwendungen bisher weit hinter den Erwartungen zurück.

Der Strukturwandel in der Beleuchtungsindustrie stellt die Unternehmen vor große Herausforderungen. Schlagwörter wie „Connectivity“ und „Kommunikationstechnologie“ beherrschen den Markt, während die klassische Lichtqualität (visueller Komfort, Auswirkungen auf Wohlbefinden und Gesundheit) unbeachtet bleiben.

## Tageslicht

Das Angebot des Tageslichtes übersteigt die Intensitäten des Kunstlichtes um ein Hundertfaches (Bürotisch – 500 Lux, Sonne über 100.000 Lux). Es muss also versucht werden, das verfügbare Tageslicht möglichst gut zu nützen und es dort mit Kunstlicht zu ergänzen, wo nicht mehr genug Tageslicht zur Verfügung steht. Mit der fortschreitenden Digitalisierung im Baubereich (Building Information Modelling, BIM) werden diese Hürden rein informationstechnisch abgebaut, durch entsprechende interdisziplinäre Ausbildung kann in Zukunft ein Abbau dieser Barrieren in den Köpfen aller Beteiligten erfolgen.

## Gesunde Gebäude

Der Trend zu nachhaltig gestalteten Beleuchtungslösungen wird durch den parallellaufenden Trend zu nachhaltigen und gesunden Gebäuden unterstützt. Bei den Gebäudezertifizierungen steht nach der Energieeffizienz jetzt das gesunde und behagliche Gebäude im Vordergrund (Vorreiter 1990 Breeam, 2014 Wellbuilding Standard) sowie das „biophile Design“, das möglichst viel Natur in die gebaute Umgebung integrieren will. Das International Well Building Institute formuliert bereits heute spezifische Richtlinien zur



Bild 5: Kunstlichtergänzung bei fehlendem Tageslicht über Helligkeits- und Präsenzsensoren; Geislinger 2017

Bewertung des Gebäudes hinsichtlich seiner nicht-visuellen Wirksamkeit, obwohl eine wissenschaftliche Rechtfertigung der Vorgaben bisher aussteht. Das steigende Interesse an diesen Zertifizierungen zeigt, dass die Gestaltung positiver Räume zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die Mindestanforderungen für den visuellen Bereich sind europaweit in der Norm EU12464 geregelt, für die sogenannten nichtvisuellen (gesundheitlichen) Anforderungen wurden mit der Deutschen DIN SPEC 67600:2015-08 ein Vorstoß gewagt, der sich als Rohrkreppier erwies, da dieser Normentwurf von den meisten einschlägigen Fachgremien als ungenügend bzw. zum Teil sogar als falsch bewertet wurde.

### Smart Lighting

Die Kombination moderner Sensortechnik mit intelligenten Steuerungs- und Regelungsalgorithmen hat das Potenzial, die Beleuchtung in ein hochsensibles und adaptives System zu verwandeln, das sowohl auf äußere (Wettersituation, Beleuchtungssituation) als auch auf innere Veränderungen und Bedürfnisse reagieren kann. Die Erhebung von umfassenden Daten durch die Vernetzung der Leuchten könnte einen Mehrwert für den Kunden erzeugen und somit zukünftig zu einem neuen Geschäftsfeld der Beleuchtungsindustrie werden (Beleuchtung als Smart Building Enabler).

In derzeitigen HCL Planungen und Umsetzungen werden die Wünsche der Endanwender oft zu wenig berücksichtigt. Es werden hierfür neue Steuerlogiken benötigt, welche auf die individuellen Nutzerbedürfnisse eingehen können – eine automatisierte Lichtsteuerung scheint hier nicht ausreichend zu sein. Neueste Studien in diesem Feld ([www.repro-light.eu](http://www.repro-light.eu)) bestätigen den Wunsch einer automatisch an die persönlichen Lichtbedürfnisse angepassten Arbeitsplatzbeleuchtung.

Unmittelbare Nutzerbedürfnisse können allerdings auch im Widerspruch zu längerfristigen gesundheitlichen Wirkungen einer HCL Lichtlösung stehen. Wie diese Diskre-



Bild 6: Smart Lighting im F&E-Gebäude von Bartenbach

panz zwischen kurzfristigen Nutzerbedürfnissen und längerfristigen gesundheitlichen Wirkung gelöst werden kann, soll Inhalt zukünftiger Forschungen sein.

### Resümee

Um das Potenzial, das Licht für den Menschen hat, für die Lichttechnik zu heben, bedarf es mehr Forschung, um mehr belastbares Wissen darüber zu erzeugen. Für die Anwendung bedarf es neuer Qualitätskriterien und Metriken, um dieses Wissen anschließend umzusetzen. Darauf aufbauend kann eine neue und dienstleistungsgetriebene Lichtkultur etabliert werden, die einen nachhaltigen Mehrwert für die Gesellschaft schafft. Dazu ist der Mut aller Beteiligten erforderlich, sich langfristig für dieses Ziel einzusetzen, anstatt sich am Preiskampf und damit einhergehenden Werteverfall mit Anbietern aus dem Osten zu beteiligen. ❌

Bild 7: Ergebnisse Befragung Repro Light zur Nutzerbedürfnissen



Abbildung: repro-light