

LED's go

Diana Hornung

Unter diesem Titel sind Tipps zu LED-Beleuchtungen (Light Emitting Diode) der Electrosuisse zusammengefasst worden. Ab 2016 wird nur noch der Verkauf von Leuchtmitteln der Effizienzklasse B oder besser erlaubt sein. Damit werden auch die meisten Halogenlampen vom Markt verschwinden. Die neuen Leuchtmittel beeinflussen die Lebenszyklus-Planung von Gebäuden und öffentlichen Räumen in vielfacher Hinsicht.

Schweizer Energiestrategie 2050

Zwar benötigt die Beleuchtung in der Schweiz nur 15% des Stromes, aber dank LED kann der Stromanteil um 50% gesenkt werden (www.led-know-how.ch). Toplicht (www.toplicht.ch) hat 16 000 Leuchten der Effizienzklasse A und B mit elektronischem Vorschaltgerät (mit Wirkungsgraden von 80 bis 95%) begutachtet und stellte 2015 fest, dass seit 2010 das Wachstum nur noch im LED-Bereich stattfindet, sodass die Hälfte aller Leuchten inzwischen LED sind. Das nationale Förderprogramm Prokilowatt (www.effeLED.ch, vom Fachverband der Beleuchtungsindustrie (FVB) getragen) zahlt 1,5 Rp pro kWh, und will an 100 Neu- und Umbauten eine 50% Energieeinsparung bewirken, total über 67 GWh für die Nutzungszeit von 15 Jahren.

Lichtfarbe, Lichtrichtung und Schattigkeit

Am LED-Forum 2016 (www.ledforum.ch) zeigte die Designerin Ulrike Brandi eindrücklich, wie mit künstlichem Licht innen und aussen verschiedene verschiedene Atmosphären entstehen können.

Tageslicht gibt uns alle Nuancen und eine riesige Bandbreite von diffusem bis direktem Licht. Der Mond ist ein Himmelslichtreflektor. Licht führt den Blick, kann Unbeachtetem zu Aufmerksamkeit verhelfen und – gut eingesetzt – erleichtert es Kreativität und Produktivität.

Für eine gute Beleuchtung sind nebst der Sehleistung auch Blendungsbegrenzung, Sehkomfort (gute Farbwiedergabe, harmonische Helligkeitsverteilung) und – eben – das Ambiente nötig.

Einfluss des Lichtes

Seit Thomas Alva Edison um 1840 die erste Glühlampe mit einem Glühfaden aus Platin patentieren liess, sind immer



Designerin Ulrike Brandi
Fotos Electrosuisse / Radomir Novotny

leistungsfähigere Lichtquellen erfunden und zur Beleuchtung eingesetzt worden.

Damit unser Biorhythmus beim Arbeiten in Gebäuden nicht aus dem Takt gerät, brauchen wir Tageslicht. Licht ermöglicht das Sehen, hat aber auch eine biologische und emotionale Wirkung. Das kalte Licht des blauen Himmels hält uns tagsüber wach und besser konzentriert, während das warme Licht bei Sonnenuntergang in spezialisierten Zellen im Auge das Melatonin nicht mehr unterdrückt und damit den Schlaf erlaubt.

Melatonin steuert den circadianen Rhythmus, beeinflusst unsere Immunreaktionen und ist ein starkes Antioxidans. Mit dem Alter nimmt die Ausschüttung ab. Der höhere Blauanteil mancher Bildschirmen verzögert aber die Müdigkeit hinaus (mit dem Miniprogramm <https://justgetflux.com/> kann man sich dran erinnern lassen).

Da LED-Produkte für die Allgemeinbeleuchtung kaum IR- und UV-Anteile haben, entsteht keine Blaulichtgefährdung im Bereich 300 bis 700 nm (VIS = sichtbares Licht von 380 nm = violett bis 780 nm = rot): Die Blaulichtgefährdung ist erst bei sonnenähnlichen Geräte vorhanden, die deswegen zur Risikogruppe 3 gehören (Geräte mit über 40 000

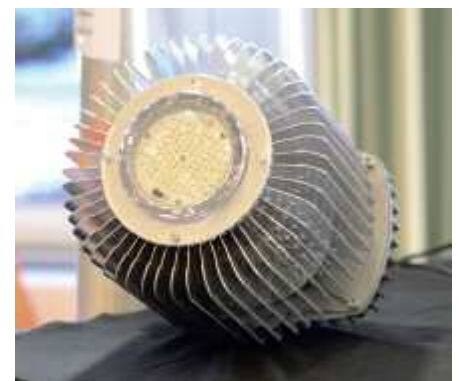
W/(m²sr) und einer Expositionszeit über 0,25 s, bei einem Referenzabstand von 200 mm, 11 mrad Sichtfeld; EN 62471).

Dynamisches Licht

Für das Sehen allein sorgt die Helligkeitsnorm von 500 Lux eines normalen Büroarbeitsplatzes. Die bisher übliche Bürobeleuchtung besteht vielfach aber aus weissem Licht (4000 Kelvin) anstatt den an natürlichen Tageslicht angepassten 5000 bis 6000 Kelvin, die für konzentrierteres Arbeiten nötig wären.

Die LED-Technologie ermöglicht nun ein dynamisches Lichtmanagement nach den jeweiligen Bedürfnissen, und dies bei längerer Lebensdauer und niedrigerem Stromverbrauch.

Die Leuchtbranche lässt sich nun allerlei einfallen, um liebgewordene Lichteffekte oder neue Lampentechnologien anzubieten, die mit verstellbaren Reflektoren das Licht flächiger verteilen. Zum Beispiel werden mit VirtualSky die Decke eines Raums zu einer leuchtenden, aber sich verändernden Fläche, oder mit Smart Heliosity die individuelle Licht- und Farbatmosphäre über einen Schreibtisch organisiert, d.h. es werden Lösungen technischer Natur angeboten, um den



Kühlrippen zur Wärmeabfuhr müssen hinter der LED-Leuchtrichtung angebracht werden



LED-Röhren als Retrofit für Fluoreszenzröhren

Menschen vor allem im Winter das Tageslicht wieder zu geben und Winterdepressionen zu vermeiden. Es ist gerade bei Arbeitsplätzen ohne direktes Tageslicht, wie z. B. in Hotelküchen oder wo erhöhte Aufmerksamkeit (wie in Nachschichten) gefordert ist, von Vorteil. Zwar ist LED noch zu neu, um keine Nachteile ausschliessen zu können, aber keine Studie zeigte bisher grössere gesundheitliche Auswirkungen, während die Entsorgung doch ein umstrittenes Thema ist.

Die LED-Revolution ist eine grosse Herausforderung

Seit um 2000 nicht mehr nur Einzelfarben, sondern weisse LED-Leuchten hergestellt werden können, erfolgte in relativ kurzer Zeit ein struktureller Wandel in der Lichtwelt. Er versprach geringe Abmessungen, keine UV- oder IR-Strahlung, hohe Lebensdauer, gerichtete Strahlung, dimm- und schaltbar, mit hoher Farbeffizienz (Farbe nach Lust und Laune) und ausgezeichneter Lichtausbeute (mit über 100 Lumen pro Watt und hoher Stromersparnis) sowie hohe Stosseffizienz (für die Autoindustrie günstig).

Nun durchdringt die Digitalisierung die Beleuchtungsbranche. Innenarchitektur, Gebäude- und Elektrotechnik können und müssen zunehmend digital und drahtlos verknüpft werden und verändern das Berufsbild.

Wie sieht das konkret aus? Die Strassenbeleuchtung wird z. B. mit Sensoren bestückt und erkennt, wenn Fahrzeuge oder Fussgänger kommen und beleuchtet nur dann den kommenden Strassen-

abschnitt, dasselbe ist an Gebäude-Decken möglich. Auch die Beleuchtungsentwickler werden – analog zu Smartphone apps – sehr schnell Prototypen und Scripts für virtuelle Maschinen anbieten; dazu sind wegen der *Open source*-Software verschiedene Sicherheitsaspekte zu beachten.

Die Fachleute – ob Auftraggeber oder Ausführende – müssen sich also schnell weiterbilden und zusammentun oder, wie es H.G. Bächtold, Geschäftsführer SIA formulierte, *«If you want to go fast, go alone, if you want to go far, go together»*.

Die Lebensdauer von LED-Leuchten hängt ab von der verwendeten LED selber, dem Treiber, der Umgebungstemperatur und dem Thermomanagement (Wärme geht nach hinten weg und muss via Kühlrippen und Sockel abgeführt werden), der Materialstabilität, dem Lichtstromrückgang und z. B. in einem Verkaufsraum von Objekten und Einsatzort.

Im Verkaufsraum könnten Objekte durch den relativ hohen *Blaulichtanteil* geschädigt werden (flexibles Licht!) Die sich selbst organisierende Leuchte erfasst Daten: Lichtrobotik = LED + Sensorik + Mikrokontrolltechnik.

Ersatz der Fluoreszenzröhren: Retrofit durch LED Röhren

Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit einer LED-Leuchte beeinflussen die Stromstärke, ihre Pulsation und die Konstruktionsweise einer Leuchte. Auf April 2016 tritt die revidierte Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV SR 734.26) in Kraft. Geltende Norm ist die EN 6256. Die Konformitätserklärung und technische Unterlagen müssen dem Eidg. Starkstrominspektorat während 10 Jahren seit dem letztmaligen Inverkehrbringen immer vorgelegt werden können.

Effiziente Lichtsteuerung transformiert die Industrie selber

Mit effizienten Leuchten, Lichtmanagement und vor allem innovativer Planung reduziert man bei Austausch oder Sanierung sowohl Energieaufwand (bei Glüh-

lampen oder Halogenleuchtampen um 80%) wie Kosten und erzielt eine optische Aufwertung, verbessert die Arbeitsbedingungen und die Wirtschaftlichkeit.

Digitale und reale Welt werden dank kleinen Sensoren und Aktoren, kabellos und je nach Bedarf flexibel und skalierbar miteinander verbunden, was einen grossen Einfluss auf Planung und Facility Management hat. Die Beleuchtungsbranche muss sich Fachkenntnisse über das Internet der Dinge aneignen, von intelligenten Sensoren, Mikrokontrollern, Software für beidseitigen Datenfluss, verteilter Intelligenz, Datenbewirtschaftung und Analysen bis zu den Dienstleistungen, inklusive Erfüllung der Normen (EN 62776 photobiologische Sicherheit, 67600, DIN SPEC 5031-100 zu Melatonin).

Farbechte Wiedergabe

Prof. Khanh der TU Darmstadt erläuterte die Reflexion der Lichtphotonen und den Farbeindruck im Hirn, sowie Begriffe wie Farbsättigung, dem Gamut, Weissston, Farbtemperatur, Farbwiedergabeindex CIE, semantische Deutung der CRI R_a -Skala, aus der hervorgeht, dass künftig für LEDs der Farbwiedergabewert R_a mindestens 90 betragen sollte. Im Herbst 2016 kommt ein neuer Vorschlag für die Farben (IES99). Bei LEDs soll sich innert der ersten 6000 Stunden die Farbortverschiebung nur um 0,0025 bis 0,007 (im CIE $u'v'$ -Diagramm) verändern.



Prof. Khanh, TU Darmstadt

Möglichkeiten und Grenzen der LED Technologie

Die vertrauten Wattzahlen (z. B. 100 Watt) haben ihre Orientierungsfunktion verloren. Die aktuellen Leuchtmittel sind effizienter und brauchen für die gleiche Licht-Leistung weniger Watt. Die Masseneinheit ist neu der Lichtstrom (lm, Lumen), über die Effizienz der Leuchtmittels gibt das Verhältnis Lumen zu Watt Auskunft.

Die Miniaturisierung macht aber die Bauelemente vor allem in der Fertigung und Montage auch empfindlicher gegen elektrostatische Entladung. Deswegen gibt es dazu viele Normen, die eingehalten werden müssen; es bedingt Mitarbei-

terschulung und kundengerechte Auslieferung.

LED-Leuchtmittel sind herstellerabhängig und oft nicht austauschbar (dagegen arbeitet schon das Zhaga-Konsortium).

OLED

Mit der nächsten Generation aus organisch halbleitenden Materialien (OLED) wird sehr gutes Licht (fast wie Tageslicht, CRI>90, 1000 lm, und mit 60 lm/Watt sparsam) verfügbar werden. OLEDs erzeugen ein homogenes flächiges Licht. Bereits jetzt übersteigt der Bedarf das Angebot, es braucht aber noch etwas Zeit, um (wie bei LEDs) über die Degradation mehr zu erfahren. Zurzeit ist die

Lebensdauer der OLEDs noch sehr bescheiden. OLEDs werden je nach Material (ob aus kleinen Molekülen oder Polymeren) klassifiziert; sie sind dank niedriger Spannung sicher und schön, weil selbstleuchtend, dazu mit hohen Kontrasten, vor allem sehr leicht, dünn und biegsam (bereits in Gebrauch über abgerundete Kanten wie bei der Samsung Galaxy Edge oder der Apple i-watch), transparent, und können jede Form ausfüllen. Sie machen Sinn für Massenproduktion, sind aber teurer als LEDs, und bei Bildern (wie der Dreifach-Flugzeuganzeige «Rauchverbot, Gürtelanziehen, elektronische Geräte ausschalten») und in der Kunst sowie auf vorher nicht geeigneten Oberflächen.