

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 135 (2009)
Heft: 12: Lichtfarbenspiel

Artikel: Permanente Revolution
Autor: Tschudy, Daniel / Schrader, Björn
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108243>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.07.2025

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

PERMANENTE REVOLUTION

Der Ruf nach Energieeffizienz und neuen Lichttechnologien wie LED wird immer lauter. Man verspricht sich viel davon, und das Potenzial ist gross. Aber in der Vergangenheit hat sich auch gezeigt, dass die Industrie schnell bereit ist, neue Produkte zu verkaufen, obwohl noch nicht alle Kinderkrankheiten ausgeremert sind.

Die ersten Einsätze für LED-Applikationen waren kostspielig im doppelten Sinn. Zum einen sind die LED verglichen mit herkömmlichen Leuchtmitteln bis zu zehn Mal teurer. Zum anderen mussten die Nutzer häufig das noch fehlende technologische Know-how zum Umgang mit LED mit verkürzter Lebensdauer der Leuchtmittel bezahlen. Die technologische Evolution ist so schnell, dass man eigentlich von permanenter Revolution sprechen müsste. Das treibt Entwicklungen voran, verunsichert aber auch Planende und Endkunden, da niemand gern veraltete Technologie zu stolzen Preisen einsetzt.

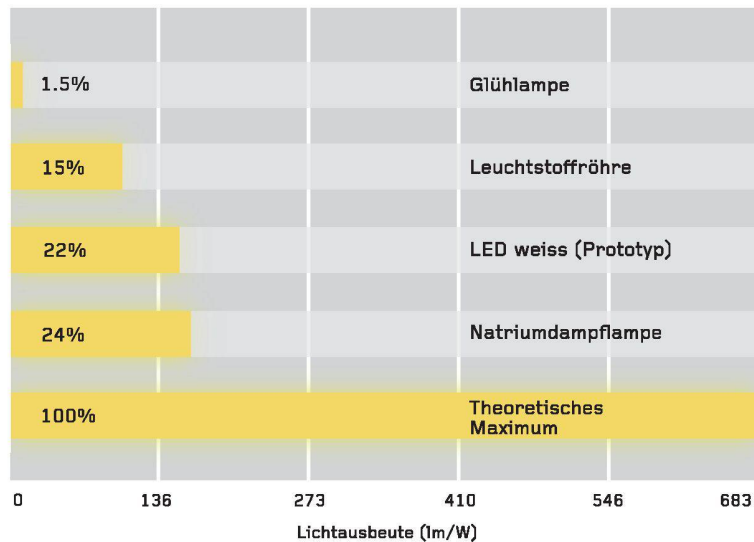
SCHNELLES UND UNEMPFINDLICHES LEUCHTMITTEL

Was macht die LED so Erfolg versprechend? Wenn man die lichttechnischen Daten genauer unter die Lupe nimmt und sie preislich gewichtet, sind die Argumente hinsichtlich der Vorteile nicht rundum überzeugend. Lichtausbeuten zwischen 70 und 90 lm/W sind zwar hoch, gewisse Leuchtstofflampen sind dabei aber noch besser (Abb. 01). Auch die Lebensdauer einer Leuchtstofflampe kann bei der langlebigen Version auf circa 60 000 h ausgedehnt werden – eine Zeitspanne, die bislang nur Neonapplikationen oder eben der LED-Technik zugesprochen wird.

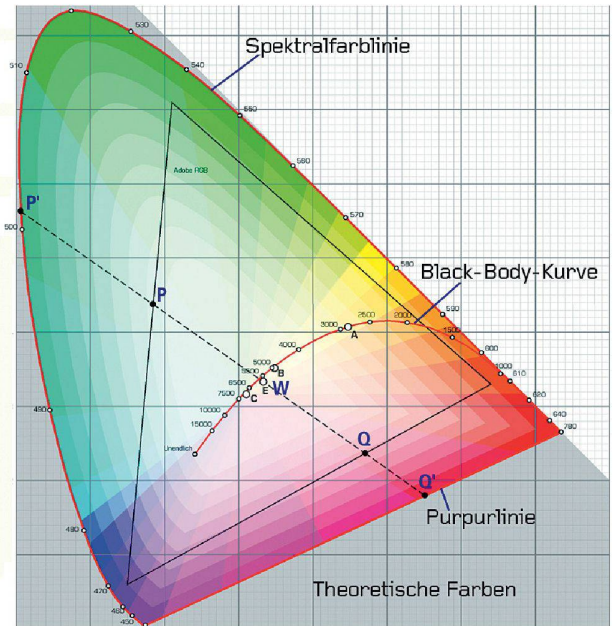
Die LED ist aber in anderer Hinsicht überlegen: Durch ihre Bauweise ist sie unempfindlich gegen Erschütterungen. Und sie ist extrem schnell. Schaltgeschwindigkeit und auch Schaltfestigkeit sind ihre grössten Trümpfe. Gekoppelt mit Steuerungen und Präsenzmeldern ergeben sich völlig neue Einsatzmöglichkeiten. Anwender müssen sich mit dem Einsatz von LED-Leuchten keine Gedanken mehr darüber machen, wann der volle Lichtstrom des Leuchtmittels erreicht ist, wie das bei den heutigen Energiesparlampen noch der Fall ist. Ebenso brauchen LED keine Nachlaufzeit, um frühe Defekte zu vermeiden. LED schaltet man so schnell und so oft, wie man will, das Leuchtmittel brennt sich nicht ein und bringt immer den vollen Lichtstrom. Für die Steuerung bedeutet das neue Möglichkeiten in der Erfassungsgeschwindigkeit und vor allem auch massiv tieferen Energieverbrauch in häufig frequentierten, aber tageslichtfernen Zonen.¹

DIREKTE BELEUCHTUNG OHNE UMLENKUNG

Bereits durch die Bauweise der LED kann man Einsparungen vornehmen. Gegenüber einer rundum strahlenden Leuchtstofflampe, die ebenfalls einen hohen Wirkungsgrad hat, strahlt die LED jeweils nur in einen Halbraum ab. Je nach optischem Abschluss kann der Öffnungswinkel bestimmt werden. Dieses optische Gesamtsystem ist hochwirksam und arbeitet mit geringerem Verlust als eine Leuchtstofflampe. Denn bei dieser müssen die Lichtstrahlen, die in die falsche Richtung abstrahlen, durch einen Reflektor umgelenkt werden. Dabei entstehen in jedem Fall Verluste. Zudem ist der Lichtpunkt, den die LED erzeugt, minimiert und dadurch viel besser zu beeinflussen. Eine Leuchtstofflampe hat im Gegensatz dazu eine sehr grosse leuchtende Oberfläche. Dadurch entsteht ein optisch unwirksames System mit entsprechend hoher Verlustleistung bzw. grossem Streulichtanteil.



01



02

FARBWIEDERGABE NAHE DER BLACK-BODY-KURVE

Erwähnenswert ist eine herausragende Eigenschaft der LED: Die Farbwiedergabe der optimierten weissen und warmweissen LED-Systeme liegt neu über 90 Ra, was noch vor kurzem ein Problem war.² Es gibt bereits Systeme, die Farbtemperaturen über ein Spektrum von Warmweiss (2700K) bis hin zu Tageslichtweiss (6500K) bei praktisch gleichbleibender Farbwiedergabe zulassen. Einzelne Systeme wandern sogar auf der sogenannten Black-Body-Kurve (Abb. 02).³ Das heisst, dass Farben praktisch unverändert in ihrer tatsächlichen Farbstufe wiedergegeben werden. Damit ist das gesamte visuelle Spektrum (380–780 nm) vollumfänglich und echt vorhanden, womit die LED die unbefriedigende Farbwiedergabe von Energiesparlampen und kompakten Leuchtstofflampen bei Weitem übertreffen kann. Vergleicht man die beiden Lampentypen (Leuchtstofflampe und LED) mit einem Spektrometer, dann zeigt sich, dass die LED praktisch das gesamte sichtbare Spektrum homogen abbildet. Bei der Leuchtstofflampe sind die drei respektive fünf Banden der Quecksilberlinie im Spektrum immer ersichtlich.⁴ Daher ist auch klar, dass das Leuchtstofflampenlicht ein zusammengesetztes Licht bleibt und das LED-Licht praktisch einen homogenen Verlauf wie die Glühlampe bzw. das Tageslicht aufweist. Auch Lichtbiologen sollten deshalb Freude am Spektrum der LED-Lampen haben.

LED ERMÖGLICHEN FREIERE FORMGEBUNG

Streng genommen sollten aus der LED-Technik vollkommen neue Formen und Gestaltungsmöglichkeiten für Leuchten resultieren (Abb. 03–05). Bei der Analyse von LED-Systemen fällt auf, dass die eigentliche Lichtquelle sehr klein ist und wenig Platz benötigt. Insofern wäre der Idee von freieren Formen der Leuchten nichts entgegenzusetzen. Was jedoch nie vergessen werden darf, ist die Notwendigkeit eines hochwirksamen Kühlkörpers, um die maximale Lebensdauer der LED zu gewährleisten. Entgegen der weitverbreiteten Annahme, LED würden sehr viel Licht und wenig Wärme erzeugen, produzieren LED derzeit immer noch 75% Wärme (Abb. 01)⁵, die schnell von der Platine abgeführt werden muss. Insofern entsteht in der klassischen Betrachtung lediglich eine Verschiebung von Lichtquelle und Kühlkörper, und damit hat eine LED-Leuchte praktisch dieselben Abmessungen wie beispielsweise ein herkömmliches Downlight.⁶

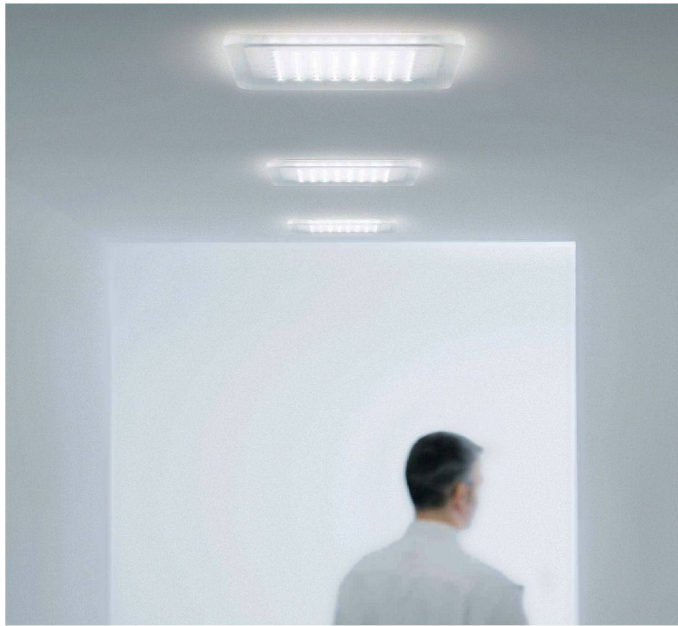
NEUE KONZEPTE ZUM THERMOMANAGEMENT NÖTIG

Analog zu den dynamischen Gebäudesimulationen werden in Zukunft Leuchtengehäuse mit Lampe und Vorschaltgerät thermisch simuliert werden müssen, um qualifizierte Aussagen

01 Vergleich der Gesamlichtausbeute der gängigen und möglichen Lichtsysteme. Die LED-Prototypen erreichen die Lichtausbeute von über 136lm/W nur für sehr kurze Zeit, gängige LED hingegen 70–90lm/W (Grafik: Autor/Red.)

02 Die Black-Body-Kurve gilt als Ideal für die Farbwiedergabe einer Leuchte (Grafik: Torge Anders/Wikipedia)

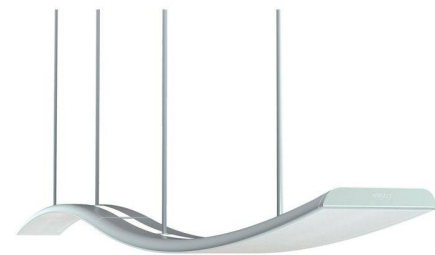
03–05 Mit LED können Leuchten mit freieren Formen entwickelt werden, allerdings muss dabei stets an die Kühlung der Platinen gedacht werden (Bilder: Nimbus, Philips)



03



04



05

und folgerichtige Konsequenzen für ein optimales Thermomanagement zu erhalten. Damit wird dem Thema Thermomanagement und wiederum der Leuchtengestaltung eine neue Bedeutung zukommen. Die traditionellen und besonders die neuen LED-Leuchten sollten so besser auf ihre jeweilige Umgebung hin konfiguriert und optimiert werden.

Mit dieser Erkenntnis werden das Leuchtendesign und auch die Frage der Kühlung neu definiert werden müssen. Am Institut für Gebäudetechnik der ETH unter der Führung von Hansjörg Leibundgut wird zum Beispiel an einem neuen Deckensystem mit integriertem Abluftsystem geforscht. Zudem wird der CO_2 -Anteil der Atemluft gemessen, um die Luftumwälzung anhand der CO_2 -Konzentration zu steuern. Die Idee bei dieser Anlage ist, die Kühlrippen einer möglichen reinen LED-Beleuchtung direkt in den Abluftkanal zu legen. Damit kann die Kühlung der LED optimiert werden. Die Wärme, die jede Beleuchtung produziert, wird so nicht dem Raum zugeführt. Zudem kann die Kühlrippe einer LED-Leuchte in einem konstanten Luftstrom besser umspült werden.

Alle diese Faktoren bilden einen neuen Standard in der Haustechnik, der Gesamtenergiebilanz, aber auch in der Anwendung im Aussenraum. Die Integration aller Haustechnik-elemente wird zusammen mit Steuerungsmöglichkeiten wie Digitalstrom die Synergien aller Systeme besser nutzen und damit deren Funktionalität verbessern.

Daniel Tschudy, Amstein + Walthert AG, Zürich, daniel.tschudy@amstein-walthert.ch

Björn Schrader, Amstein + Walthert AG, Zürich, bjoern.schrader@amstein-walthert.ch

Anmerkungen

- 1 Eine Auswertung von Spital- und auch Verwaltungsbauten (Amstein Walthert, Triemli-Spital) hat gezeigt, dass bis zu 50% der gesamten Beleuchtungsenergie in den Korridoren verbraucht wird. Neue, dank der LED-Lichttechnik mögliche Schaltkonzepte lassen vermuten, dass 25% Einsparung bezüglich des gesamten Energieverbrauchs für Beleuchtung erreicht werden können
- 2 Mit dem Farbwiedergabeindex (Ra) wird die Farbwiedergabequalität einer Lampe genau angegeben. Der beste Wert mit der natürlichsten Farbwiedergabe ist $\text{Ra} = 100$
- 3 Auf dem Verlauf der Black-Body-Kurve sind die Farben als Temperatur eines idealen Strahlers (schwarzer Körper) in Kelvin angegeben
- 4 Die Banden sind im Spektrogramm der Quecksilberdampf Lampe sichtbar. Die Wellenlänge der Spektrallinien des Quecksilbers werden in nm angegeben
- 5 Anm. d. Red.: Dieser Wärmeanteil ist geringer als bei der herkömmlichen Glühlampe (vgl. Abb. 01), damit ist der Einsatz von LED hinsichtlich Thermomanagement eine geringfügige Verbesserung. Der Einsatz von LED-Leuchten ist in Büroräumen sehr gut vorstellbar, weil es in diesen meist Kühlsysteme gibt
- 6 Anders als übliche Leuchtmittel muss die LED-Leuchte gekühlt werden, sodass die Junction-Temperatur (T_j) zwischen LED und Platine nicht über einen vorgegebenen Wert (in Abhängigkeit der LED) steigt