Die Licht-Revolution

Autor(en): **Studerus, Albert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **104 (2013)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856441

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Licht-Revolution

Energieeffiziente und vielseitige LEDs gestalten die Beleuchtungswelt neu

Mit der Vorstellung der weissen Leuchtdiode vor 15 Jahren begann ein Prozess, der für grosse Umwälzungen in der Beleuchtungswelt sorgen wird. Über 130 Jahre hat die Glühlampe die Menschheit begleitet und wurde zum Sinnbild des Lichtes. Jeweils alle 30 bis 40 Jahre kam eine weitere Technologie dazu, die die Glühlampe bei den Beleuchtungsaufgaben ergänzte. Nun zeichnet sich aber ab, dass die LED die bisherigen Lampen nicht ergänzen, sondern vollständig ersetzen wird. Eine neue Licht-Ära bricht an.

Albert Studerus

Bisher hatten die Leuchtenhersteller nur einen begrenzten Gestaltungsspielraum bei den Entwicklung neuer Leuchten. Es ging darum, Lampen, Vorschaltgeräte und Reflektoren zu kombinieren und in ein möglichst elegantes Gehäuse zu integrieren. Die Lichtquelle und der für sie optimale Reflektor diktierten weitgehend die Leuchtenabmessungen.

Die eingesetzten Komponenten – insbesondere Lampen und Betriebsgeräte – sind komplett normiert. Alle geometrischen und elektrischen Schnittstellen sind bis ins letzte Detail vorgegeben und die Lieferanten jederzeit austauschbar.

Lichtquellen wurden kaum je vom Markt genommen. Geschah dies trotzdem, wurde sorgfältig darauf geachtet, dass ein kompatibles Austauschprodukt zur Verfügung stand. Damit war garantiert, dass Leuchten über Jahrzehnte betrieben werden konnten.

Austauschbarkeit verliert an Bedeutung

Seit der Vorstellung der weissen Power-Leuchtdioden (LED) ist dies alles in Frage gestellt, denn die Leuchtenhersteller erhalten mit dieser neuen Lichtquelle nebst den sehr grossen Gestaltungsfreiheiten auch eine Lichtquelle mit einer langen Lebensdauer, die den Einsatz von Leuchten neu definiert.

Die Normierung kann mit dieser rasanten Entwicklung nicht Schritt halten. Ja, es stellt sich grundsätzlich die Frage, welche Rolle sie überhaupt noch spielen wird. Die Zukunft gehört der integrierten Leuchte – einer Leuchte, bei der die LEDs nicht mehr ausgetauscht werden müssen. Da wir davon ausgehen können, dass bei professioneller Verarbeitung LEDs nach einer Brenndauer von 50 000 h noch immer über 70 % des ursprünglichen Lichtstroms produzieren, werden wir vermehrt von One-Time-Leuchten sprechen. Der «Ersatzlampenmarkt» erübrigt sich somit und die Normierung verliert einen grossen Teil ihrer Bedeutung.

LED-Funktionsweise

Leuchtdioden sind elektronische Bauelemente, die aus mehreren Schichten bestehen. Zwischen zwei halbleitende p- und n-dotierte Schichten wird eine oder mehrere weitere Schichten eingefügt. In diesen Schichten entsteht beim Stromdurchgang Licht. Die Wellenlänge und damit die Farbe des Lichts wird durch die Schichtart bestimmt (Bild 1). Die Herausforderung besteht nun darin, das Licht aus diesem Sandwich herauszuspiegeln. Da dies nicht ohne Verluste möglich ist, spricht man von innerer und äusserer Lichtausbeute. Natürlich entsteht bei diesem Prozess unerwünschte Wärme. Beim Einsatz von Leuchtdioden muss deshalb dem Thermomanagement besondere Beachtung geschenkt und sichergestellt werden, dass die Wärme abfliessen kann.

Rasante Entwicklung

Die Entwicklung der LED ist stark geprägt durch die Erhöhung der Lichtausbeute (Effizienz) und der Lichtmenge. Bezüglich Lichtausbeute waren die ersten weissen LEDs mit Glühlampen vergleichbar. Sie waren sehr teuer und ihre

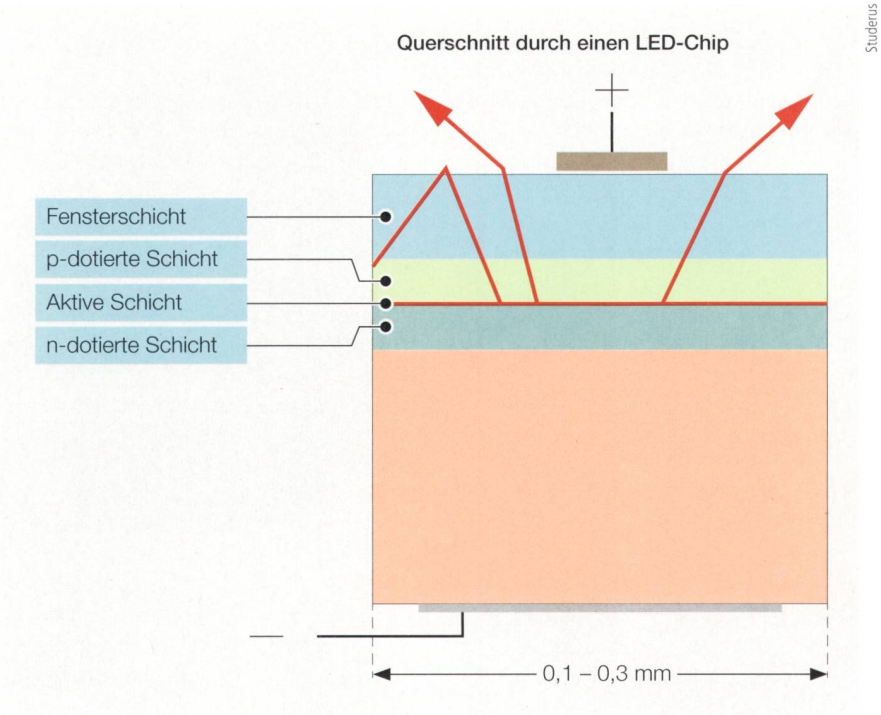

Bild 1 Querschnitt durch einen LED-Chip. Das Licht wird in der aktiven Schicht erzeugt und direkt oder über Reflexion emittiert. Das verwendete Material bestimmt die Farbe des Lichts.

Osram

Bild 2 Eine weisse Retrofit-LED-Lampe (Parathom Classic P).

Farbe war eher zufällig – warme Lichtfarben waren nicht erhältlich.

Nach wenigen Jahren präsentiert sich die Situation nun völlig anders:

- Die Lichtausbeute liegt jetzt bei über 120 lm/W – höher als bei allen traditionellen weissen Lichtquellen.
- Warme Lichtfarben sind verfügbar.
- Ein präziser Farbort lässt sich bei der Herstellung durch «Binning», einem Farbtemperatur-Selektionsvorgang, bestimmen.
- Die Lebensdauer kann bestimmt werden. Installierte Anlagen bestätigen die Annahmen.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist bei den LEDs enorm: Die Effizienz der LEDs hat sich alle 2 Jahre verdoppelt. Die Erhöhung der Lichtausbeute entschärft zugleich auch die Problematik des Wärmemanagements, da für den gleichen Lichtstrom weniger Wärme generiert wird.

Abschied von bisherigen Lichtquellen

Voraussichtlich werden beinahe alle traditionellen Lichtquellen unter Druck geraten. Schon heute lohnt es sich, Glühlampen, Halogenglühlampen, Kompaktleuchtstofflampen und teilweise auch Hochdruckentladungslampen durch Lichtquellen mit der neuen Technologie zu ersetzen bzw. bei der Planung von Neuanlagen zu berücksichtigen. Bei Hochleistungs-Metalldampflampen, die im professionellen Bereich eingesetzt werden, ist dies vorerst noch nicht möglich.

Neben den vielen Vorteilen, die die neue Technologie anbietet, ist besonders die Lichtausbeute von Interesse. Die Lichtausbeute ist in Lumen pro Watt (lm/W) definiert. Sie gibt an, wieviel Licht eine Lichtquelle pro 1 Watt erzeugt. Die Werte von traditionellen Lichtquellen sind in der Tabelle aufgeführt.

Bereits heute erreichen LED-Module eine Lichtausbeute von über 120 lm/W. In den nächsten 2 Jahren wird wahrscheinlich die Grenze von 160 lm/W überschritten. Anschliessend dürfte die Entwicklung langsamer voranschreiten, bis zwischen 180 und 220 lm/W, je nach Lichtfarbe, das Maximum erreicht wird.

Aus diesen Zahlen lässt sich erkennen, dass die Energieeffizienz im Vergleich mit den meisten traditionellen Lampen deutlich besser ist. Deshalb werden künftig für viele Anwendungen die neuen Lichtquellen mit Vorteil eingesetzt werden. Durch den sinkenden Bedarf bei vielen bisherigen Lampen steigen deren Produktionskosten und somit die Preise deutlich, womit sich der Umstieg auf die neue Technologie noch mehr lohnen wird. Zudem wird der politische Druck zunehmen, damit sich die energiesparende Technologie schnell durchsetzt.

Ersatz bestehender Leuchten

Zunächst werden für alle Lichtquellen Retrofit-Lichtquellen angeboten werden. Diese Produkte sind geometrisch und elektrisch kompatibel mit den «alten» Produkten. Damit können bestehende Leuchten weiterbetrieben werden, ohne auf die neue Technologie verzichten zu müssen.

So sind bereits heute LED-Lampen erhältlich, welche die gleiche Grösse und Form einer Glühlampe haben und mit einem E-27 Sockel in jede entsprechende Leuchte eingeschraubt werden können. Mit über 800 lm bieten die lichtstärksten Versionen deutlich mehr Licht als eine 60-W-Glühlampe. Auch Alternativen zu Halogen-Glühlampen sind bereits im Handel verfügbar.

Diese Entwicklung lässt sich auch bei Leuchtstofflampen beobachten. Schon grosse Stückzahlen von Leuchtstofflampen wurden durch kompatible LED-Lampen ersetzt. Diese Lampen sind besonders in älteren Beleuchtungsanlagen sinnvoll, die noch mit konventionellen Betriebsgeräten (KVG oder VVG) ausgerüstet sind. Hier können substantielle Energieeinsparungen erzielt werden. Natürlich ist in diesem professionellen Umfeld nicht nur die Energieeinsparung von Interesse, sondern auch die lange Lebensdauer, welche die Unterhaltskosten deutlich reduziert.

Alle Energiesparlampen ersetzen?

Momentan ist es sicher nicht sinnvoll, aus energetischen Gründen Energiesparlampen auszutauschen. Bezüglich Einsparungen gibt es zwischen den beiden Technologien noch keine signifikanten Unterschiede, die einen Wechsel rechtfertigen würden. Ein Ersatz ist nur dort sinnvoll, wo der Einsatz von Energiesparlampen keine befriedigende Lösung darstellt.

LED-Lampen lassen sich ohne Beeinträchtigung der Lebensdauer beliebig oft schalten. Nach dem Einschalten bieten sie sofort die volle Lichtstärke. Sie lassen sich grundsätzlich problemlos dimmen, wobei dies allerdings nicht bei allen Produkten möglich ist (siehe Beitrag von Matthias Radecker auf Seite 33).

Grenzen der LED-Technologie

Heute ist ein ausschliesslicher Einsatz von LEDs noch nicht möglich. Grosse Lichtpakete auf kleinem Raum sind für die LED-Technologie eine besondere Herausforderung. Auch eine LED ist ein elektrischer Verbraucher, der die aufgenommene Energie sowohl in Licht als auch in Wärme umsetzt. Diese unerwünschte Wärme entsteht an einem sehr kleinen Ort und ist damit sehr konzentriert. Für die Lebensdauer der Elektronik ist die Temperaturbegrenzung äusserst wichtig. Deshalb ist das Thermomanagement bei LED-Leuchten und -Lampen das entscheidende Kriterium bei der Bestimmung der Lebensdauer.

Sinnvoller Einsatz schon heute

Die Entscheidung, an welchem Ort die neue Technologie bereits eingesetzt werden soll, ist nicht ganz einfach. Grundsätzlich muss man bei dieser Frage zwischen Retrofit und integrierten Leuchten unterscheiden.

Retrofits

Retrofits sind baugleiche Lichtquellen, die anstelle der traditionellen Lichtquel-

Glühlampen	10–15 lm/W
Halogen-Glühlampen	15–25 lm/W
Energiesparlampen	50–70 lm/W
Leuchtstofflampen	80–100 lm/W
Metalldampflampen	90–120 lm/W
Natriumdampflampen	100–200 lm/W (nur gelbes Licht).

Tabelle Konventionelle Lichtquellen und ihre Lichtausbeute.

Siteco

Bild 3 Strassenlampe Streetlight 10 LED mit LED-Modulen, die bei einer Weiterentwicklung der LED-Technologie ausgetauscht werden können.

len eingesetzt werden können (Bild 2). Sie sind geometrisch und elektrisch kompatibel. Da die Wärmeableitung nur über den Sockel möglich ist, sind hohe Lichtpakete nur schwierig zu realisieren. Mit jeder neuen LED-Generation wird diese Grenze nach oben verschoben.

In der allgemeinen Beleuchtung können Glühlampen bis 900 lm (entspricht etwa einer 75-W-Glühlampe) schon heute problemlos ersetzt werden. Die deutlich höhere Lichtausbeute erlaubt eine schnelle Amortisierung der höheren Anschaffungskosten.

Bei den Leuchtstofflampen lohnt sich eine kritische Prüfung bei älteren Anlagen. Bei Anlagen mit KVG/VVG, die (noch) nicht saniert werden können, sind erhebliche Energiekosteneinsparungen möglich.

Moderne T5-Leuchtstofflampen, die mit effizienten EVGs betrieben werden, sind heute noch immer die energiesparendste Lösung.

Integrierte Leuchten

Integrierte Leuchten benützen als Lichtquelle fest eingebaute LED-Chips (light engines). Ein Ersatz ist typischerweise nicht vorgesehen. Bei diesen Lösungen kann der Leuchtenhersteller die grossen gestalterischen Möglichkeiten ausschöpfen, und es entstehen formschöne, elegante Leuchten. Das Wärmemanagement kann optimal gelöst werden, da die LED-Chips wärmeleitend mit dem Gehäuse verbunden werden.

Bei grossen Leistungen müssen zur Kühlung Ventilatoren eingesetzt werden. Mit zunehmender Effizienz der LED-Chips nimmt der Bedarf an dieser Lösung stetig ab.

Da die LEDs konstruktionsbedingt bereits gerichtetes Licht erzeugen, sind sie besonders für Akzent-Leuchten geeignet, die früher mit Halogen-Glühlampen, Kompaktleuchtstofflampen und Metalldampflampen ausgerüstet wurden. Besonders in diesem Anwendungsbereich gibt es heute schon viele Leuchten im Angebot.

Die ersten Anlagen im Verkaufsraumbereich wurden mit Downlights und Spot-Leuchten realisiert. Die lange Lebensdauer, die IR- und UV-freie Strahlung sowie die Energieeffizienz werden hier besonders geschätzt. In der Zwischenzeit wurden diverse grosse Shops gebaut, die ausschliesslich mit LEDs beleuchtet werden.

Durch die Kombination verschieden farbiger LEDs kann die Farbe des Lichts auf Knopfdruck – beispielsweise zwischen warmweiss und kaltweiss – verändert werden. Die angestrahlten Verkaufsprodukte kommen somit noch besser zur Geltung.

Neu sind Light-Engines erhältlich, die auf dem Zhaga-Standard basieren. Leuchten mit solchen standardisierten Modulen können im Störungsfall problemlos repariert werden, da ein Ersatz jederzeit von verschiedenen Herstellern angeboten wird.

Bei der öffentlichen Beleuchtung haben sich die LED-Lichtquellen schon erfolgreich etabliert (Bild 3, siehe Beitrag von Urs Haller auf Seite 39). Für Neuanlagen oder bei der Sanierung stellen sie oft eine sinnvolle Variante dar. Bisher wurden in diesem Bereich Natriumdampflampen mit dem nicht immer beliebten gelben Licht eingesetzt. Solche Lampen lassen sich nur eingeschränkt dimmen und sehr schlecht schalten. Mit LEDs ist dies nun viel einfacher möglich: Ein Dimmen über den ganzen Bereich ist problemlos möglich und beim Einschalten steht sofort der volle Lichtstrom zur Verfügung. Damit kann die öffentliche Beleuchtung in Zukunft ganz präzise den Bedürfnissen der Benützer angepasst werden bzw. bei Nichtgebrauch ausgeschaltet oder gedimmt werden. So kann viel Energie gespart werden.

Der Entscheid, wo welche Technologie eingesetzt werden soll, hängt stark vom Einsatzort ab. Bei der Planung von Neuanlagen im professionellen Bereich sollte deshalb stets ein Lichtplaner beigezogen werden.

Résumé **La révolution de la lumière**

Efficaces sur le plan énergétique et polyvalentes, les LED réinventent le monde de l'éclairage

La conception de la diode électroluminescente blanche voici 15 ans a marqué le début d'un processus devant conduire à de profondes mutations du monde de l'éclairage. La lampe à incandescence a accompagné l'humanité pendant plus de 130 ans et elle est devenue le symbole de la lumière. Tous les 30 ou 40 ans, une nouvelle technologie est venue compléter les possibilités offertes par la lampe à incandescence. À présent, il semble bien que les LED, grâce à leur longue durée de vie, leur applicabilité universelle et leur efficacité énergétique, soient destinées non pas à améliorer l'ensemble des sources traditionnelles de lumière, mais bien à les remplacer. Pour cela, la gestion thermique doit être prise en considération. Par ailleurs, il faut tenir compte du fait que certaines réserves subsistent aujourd'hui en ce qui concerne la variation de leur intensité, leur performance, etc. C'est pourquoi il s'avère judicieux d'avoir recours à un planificateur en éclairage pour la planification d'installations nouvelles dans le domaine professionnel, et ce, afin de trouver la solution optimale. No

Angaben zum Autor

Albert Studerus, dipl. Ing. FH, ist seit 1. Oktober 2012 Geschäftsführer der Schweizer Licht Gesellschaft. Davor war er Senior Vice President bei Osram AG München, verantwortlich für den Vertrieb für die Europäischen OEM Kunden. Ausserdem war er Verwaltungsrat der Siteco Schweiz AG sowie Verwaltungsratspräsident der Osram AG Winterthur.

Schweizer Licht Gesellschaft SLG, 3000 Bern
albert.studerus@slg.ch