

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 106 (2015)

Heft: 1

Artikel: Reinraum und Glashütte

Autor: Kreidler, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856585>

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: 13.01.2026

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

Reinraum und Glashütte

Die LED transformiert den Leuchtenmarkt

Die Geschwindigkeit des Fortschritts bei den LEDs erstaunt manchmal selbst Fachleute. Sinkende Preise, steigende Lichtausbeute und teilweise auch Qualität sind Faktoren, die es selbst kleineren und mittleren Unternehmen ermöglichen, die Grossen herauszufordern und so den Lichtmarkt spürbar zu verändern. Und neue Produkte wie die Filament-LEDs kommen dem behaglichen Licht der Glühlampe ein grosses Stück näher als bisherige Lösungen.

Stefan Kreidler

In kürzester Zeit hat es die LED-Technologie geschafft, neben der Glühlampe die preiswerteste Art der Lichterzeugung zu werden. Dies mag angesichts mancher Preismodelle von LED-Herstellern abenteuerlich klingen, Fakt ist jedoch, dass Ende 2014 1000 Lumen weisses LED-Licht für deutlich weniger als einen Franken zu haben sind. Selbstverständlich ist dies (noch) nicht der Preis eines entsprechenden Leuchtmittels, aber dennoch ist klar, dass die LED-Technik selbst kein Engpass mehr ist für kostengünstige Energieeffizienz. Die Krux zu guter und günstiger Lichttechnik zu gelangen liegt allerdings in zahlreichen Details. Der kostenorientierte Wettbewerb sorgt manchmal dafür, dass qualitative Aspekte nebst der Lichtmenge oder der Lichtausbeute auf der Strecke bleiben.

Dennoch ist der Wettbewerb in manchen Bereichen qualitätsorientierter geworden. Dies liegt daran, dass viele neue Anbieter in den Markt getreten sind und sich zum Teil aus strategischen Gründen qualitativ positiv von den «kartellistischen» Anbietern unterscheiden.

Typen und Trends

Es gibt heute zahlreiche LED-Typen, die zueinander im Wettbewerb stehen. Jede dieser Technologien oder Mischformen hat ihre Berechtigung. Die gängigsten LED-Technologien sind in der **Tabelle** aufgeführt.

In aktuellen Anwendungen dominieren die einfärbigen kristallinen LEDs mit direkter Phosphorbeschichtung. Wenn an die Lichtqualität (Faktor Farbwiedergabe) höhere Anforderungen gestellt

werden, werden häufig neben den blauen LEDs auch rote LEDs eingesetzt. Diese Technologie lässt sich sowohl bei vergossenem wie auch bei «remote» – also übergeordnetem Phosphor – anwenden.

Die Unterscheidung nach Gleichstrom- oder Wechselstrom-LEDs (LED-Packages) ist zweitrangig. In erster Linie ist die Lichtmenge und damit die Gesamtleistung ein Treiber für die Gestaltung und in zweiter Linie die Aspekte der Lichtverteilung. Modulare Light-Engines (z.B. entsprechend der Zhaga-Richtlinien) sollen diesen Aspekten Rechnung tragen und an die Stelle von wechselbaren Leuchtmitteln treten. Light-Engines haben aber angesichts des rasenden Technologiefortschritts und Differenzierungsbedürfnisses der Hersteller und des intensiven Wettbewerbs im Bereich der wechselbaren LED-Leuchtmittel einen schweren Stand.

Waren es vor rund acht Jahren die ersten Power-LEDs, die LED-Beleuchtungsprodukten den Weg ebneten, kommen heute vor allem riesige Mengen von SMD-LEDs im mittleren Leistungsreich (z.B. Typ 5630 oder kleiner) zum Einsatz. In den gängigen Leuchtmitteln werden SMD-LEDs im Leistungsbereich von 0,01 bis 0,5 W pro LED eingesetzt.

Bei der Entwicklung der Leuchtmittel steht ein Optimierungsprozess im Mittelpunkt. Je höher die Leistung pro LED-Package, desto wichtiger wird das

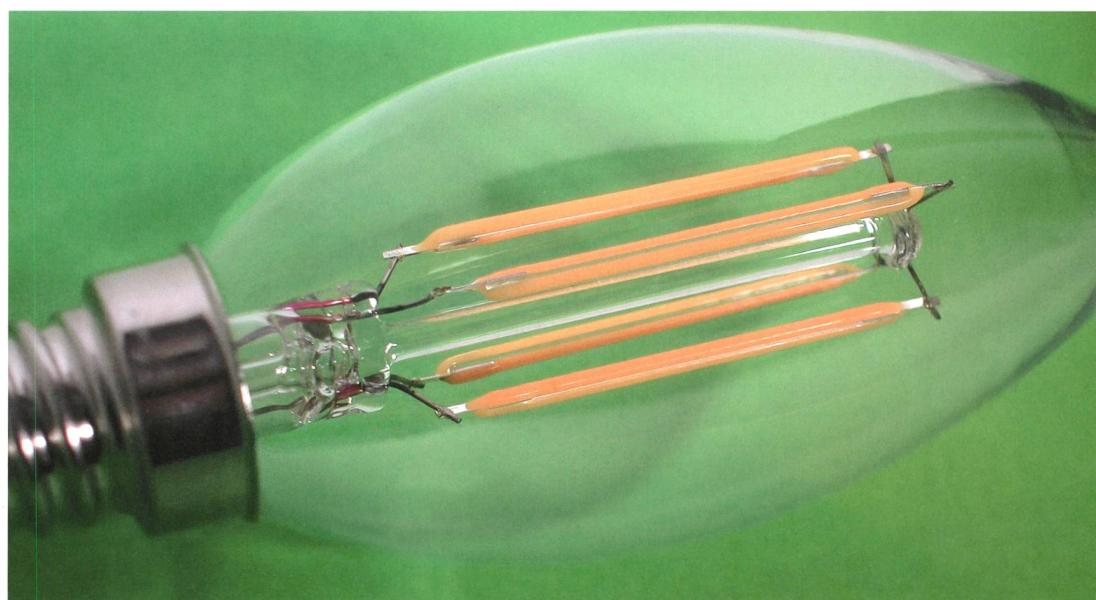


Bild 1 Filament-LED als E14-Kerze.

LED-Typen	Kristalline LED	Organische LED
«Einfarbige» Technologien	blaue LED + Phosphor (Punkt-Lichtquelle)	Einfarbige OLED-Lichtquelle (Flächen-Lichtquelle)
Mischmodelle	«Weisse» LEDs + Zusatzfarben + Phosphor	Farbveränderliche OLED-Lichtquellen
Layer-Modelle	Remote Phosphor / Filter / Primäröptiken	OLED mit Zusatz-/Funktions-Schichten
RGB Additives Lichtmodell	LED-Displays / LED-Streifen COBs/RGB-Engines	OLED/AMOLED/etc. Bildschirme

Tabelle Es gibt zahlreiche LED-Typen, deren Eigenschaften sie für bestimmte Anwendungen prädestinieren.

Wärme-Management. Letzterem wird allerdings nicht immer die nötige Bedeutung beigemessen, was die Lebenserwartung von LED-Leuchtmitteln drastisch beschränken kann.

Ein anderer Trend ist der Einsatz von über 30 LED-Chips bzw. Packages in Serie. Dadurch wird die Spannung innerhalb des Leuchtmittels auf über 100 V angehoben, was bei Anwendung von Gleichrichtern die Verwendung von Transformatoren erübriggt. Filament-LEDs (**Bild 1**) – einer der neueren LED-Technologie-Trends – machen von diesen und anderen Effizienz-Prinzipien Gebrauch. Interessant ist bei den Filament-LEDs, dass zwar zur Herstellung der LED-Filamente Reinraum-Technik Anwendung findet (**Bild 2**), dass aber die eigentliche Produktion der Lampen auf Maschinen erfolgt, die zuvor für die Produktion von normalen Glühlampen dienten (**Bild 3**).

Der Verzicht auf zusätzliche Komponenten ist aus Systemsicht gut für die Lebensdauer und die Energieeffizienz der Leuchtmittel. Durch die Serieschaltung von über 30 LED-Chips kann der Strom im Verhältnis zur Spannung auf ein Minimum gesenkt werden. Da bei den LEDs die Strommenge einen direkten und überproportionalen Einfluss auf deren Effizienz hat, sind solche Lösungen deutlich effizienter als Lösungen, bei denen wenige LEDs mit hohem Strom betrieben werden. Kommen neben blauen auch rote LED-Chips zum Einsatz, kann der Farbwiedergabewert auf über 90 gesteigert werden, ohne die Effizienz durch ineffiziente «roten Phosphor» zu schmälern. Filament-LEDs kommen so auf Lichtausbeuten von über 110 lm/W – und dies bei einer Lichtfarbe von 2700 K (Halogenton) und einem Farbwiedergabewert von 90. Die «Siegerlampe» zur Ausschreibung der EU-Kommission für das «Best LED-Product of Europe» hat unter Anwendung der Remote-Phosphor-Technologie zusammen mit blauen und roten LEDs eine

Lichtausbeute von über 114 lm/W erreicht (810 lm mit 7,1 W bei 2600 K und Ra 90 – siehe auch Bulletin SEV/VSE 4/2014).

In Bezug auf Lichtmenge, Preis und Effizienz hat sich das Angebot an LEDs in den letzten Jahren selbst aus Sicht von Experten überraschend schnell entwickelt. Dennoch gibt es noch Herausforderungen, die beim Kauf von LEDs die Aufmerksamkeit des Konsumenten erfordern – neben dem Problem, dass durch den Preiswettbewerb die Qualitätsaspekte bei einigen Anbietern immer mehr an Bedeutung verlieren. Zu den Qualitätsaspekten gehören vor allem die Blendfreiheit und die Lichtverteilung der Ersatzprodukte. Diesbezüglich haben alle LED-Technologien ihre Stärken und Schwächen. Häufig haben auch ästhetische Vorstellungen der Käuferschaft gegenüber den optischen Eigenschaften des Leuchtmittels Vorrang. Da wird dann angesichts des tiefen Preises bei SMD-basierten Lampen in Kauf genommen, dass diese vornehmlich nach vorne abstrahlen, während Filament-Lampen seitlich abstrahlen und an der Vorderseite kaum Licht abgeben.

Das Angebot von OLED-basierten Produkten wird dereinst das Portfolio an möglichen Technologien erweitern. Diese werden noch billiger zu produzieren sein als kristalline LEDs, bieten aber voraussichtlich noch grössere Herausforderungen in den Bereichen Lebensdauer und Effizienz – vor allem, wenn sie «billig» sein sollen. Wie bei den kristallinen LEDs gilt besonders auch bei den OLED, dass Qualität und Lebensdauer ihren Preis haben.

Veränderungen im Lichtmarkt

Die LED verändert den Lichtmarkt – total und überall. Es sind dabei verschiedene Aspekte zu beachten. Der wohl wichtigste ist das einbrechende Absatzvolumen an Leuchtmitteln. Wurden in der Schweiz vor fünf Jahren noch ca. 20 Millionen Leuchtmittel verkauft, sinkt

diese Zahl voraussichtlich aufgrund der längeren Lebensdauer von LED-Lampen um den Faktor 10 bis 20. Da gleichzeitig die Preise deutlich sinken, ist es wohl eine Frage der Zeit, bis sich die Grossverteiler in den Supermarktregalen aus diesem Markt verabschieden werden. Tiefe Margen bei schwachen Absatzzahlen werden eine Regaloptimierung erfordern.

Anders als bei den in der Produktion aufwendigen Sparlampen sind bei den LEDs die Markt-Eintrittsbarrieren relativ klein. Dies hat dazu geführt, dass sich Tausende kleiner und mittlerer Unternehmen dieser Technologie angenommen haben und mit eigenen Produkten auf den Markt drängen. Wenn auch einzelne KMUs den Branchen-Riesen scheinbar nichts anzuhaben vermögen, ist es die schiere Masse an Anbietern – zum Teil aus China – die wertvolle Marktanteile an sich reissen und die kartellartigen Marktstrukturen aufweichen. Der rasante technologische Wandel und die Tatsache, dass die Branchenriesen den Grossteil an LED-Technik zukaufen, mindert die Marge. Es herrscht ein Umfeld, in welchem sich viele Anbieter scheuen, grössere Investitionen zu tätigen. Rasche Innovation, weitgehendes Outsourcing und schlankste Logistik sind die Rezepte zum Überleben. Der Preis der LED-Lichtquelle ist dabei für

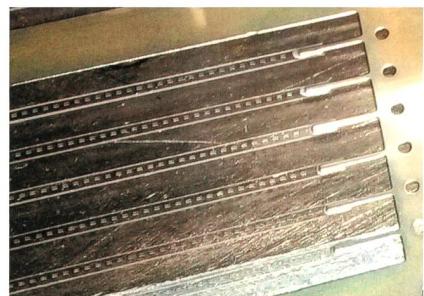


Bild 2 Glas-Filamente mit LEDs bestückt und verbondet (ohne Phosphor).

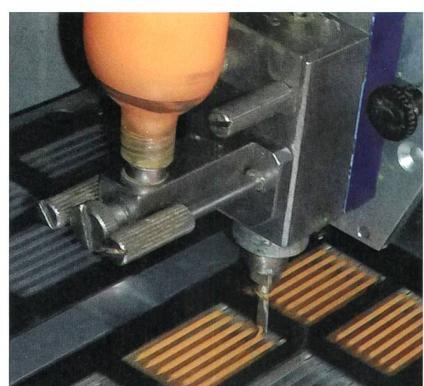


Bild 3 Phosphor-Beschichtung der Saphir-Glas-Filamente



Bild 4 Glas-Montage auf Rotationsautomat (Verschmelzung).

die meisten Marktteilnehmer schon längst zum Nebenschauplatz geworden.

Global beschaffen und lokal vermarkten lautet die Devise für alle Anbieter im LED-Markt. Die Kundenbeziehung kann dabei zwar noch wichtig sein, aber der Kundenkontakt wird nach erstmaliger Umrüstung auf LED wesentlich seltener.

Mit dem schnellen Technologiewandel der LEDs konnte die Systemintegration nicht Schritt halten. Projekte scheitern an bestehenden Systemkomponenten, die nicht mit der LED-Elektronik kompatibel sind. Die möglichen Problembereiche sind mannigfaltig. Vom Dimm-Schalter über Power-LAN-Netzwerke bis hin zu KNX-Systemen kann es zu Kompatibilitätsproblemen und Fehlfunktionen kommen. Systematische Problemlösungskompetenz ist gefordert.

Selbst auf der Stufe der Netzversorger kann es zu Störungen und «Interferenzen» kommen. So können z.B. Rundsteuersignale bei LED-Lampen sichtbares Flackern auslösen. Die zunehmende Anzahl an Elektronikkomponenten und die häufig sehr niedrigen Leistungsfaktoren der LED-Lampen verunreinigen die Netze. Unerwünschte Nebeneffekte und Störungen nehmen zu, es kommt zu «Kommunikation» von Geräten, die nicht miteinander kommunizieren sol-

len. Häufig liegt es am Preisdruck im globalen Markt, dass Produkte vereinfacht und verbilligt und somit zum Faktor für lokale Probleme und Kosten werden.

Wahrnehmung von LED-Licht

Obwohl LED-Lampen aus Sicht des Elektrosmogs meist unproblematisch sind, gibt es viele Menschen, die ihr Licht als unangenehm empfinden. Dies kann vielerlei Ursachen haben, die nur zum Teil durch bessere Konstruktionen zu beheben sind. Neben den «klassischen» Themen wie Blendung oder

Lichtmengenmodulation werden von sensiblen Personen weitere Aspekte angeführt.

Die Lichtmengenmodulation (Flicker) ist ein klar unterschätztes Problem. Zahlreiche Menschen reagieren gestresst und nehmen die Modulation objektiv oder subjektiv wahr. Arbeiten unter modulierendem Licht kann ermüdend sein. Flicker kann auch durch Bewegung und bei Wahrnehmung aus Fahrzeugen relevant werden. Dies ist besonders kritisch, wenn die Intensitätsunterschiede deutlich und scharf abgegrenzt werden. Flacker- und Flimmerlicht kann zudem epileptische Krisen auslösen.

Die «Naturnähe» von LED-Licht wird häufig hinterfragt. Dabei kann natürliches Sonnenlicht für den Menschen recht problematisch sein. Strahlung und Intensität können in diversen spektralen Bereichen Probleme bereiten. Deshalb kann es nicht das Ziel sein, mit LED-Licht in jeder Hinsicht dem Sonnenlicht nachzueifern. Zu gross sind die Vorteile, dass (normale) LEDs kein UV- und kein IR-Licht emittieren.

Autor

Dr. Stefan Kreidler ist promovierter Ökonom der Universität Zürich. Seit 2006 ist er selbstständiger Unternehmer und entwickelt u.a. LED-Produkte. Mit seinen Onlux-LEDs hat er bereits mehrere Tests gewonnen.

Résumé

Salle blanche et verrerie

Les LED transforment le marché des lampes

La rapidité des progrès dans le domaine des LED étonne parfois même les spécialistes. La baisse des prix, l'augmentation de l'efficacité lumineuse et, quelquefois, la qualité constituent plusieurs facteurs qui permettent également aux petites et moyennes entreprises de venir défier les grandes et, par conséquent, de modifier sensiblement le marché de la lumière. De plus, de nouveaux produits tels que les ampoules LED à filament se sont bien plus rapprochés de la lumière agréable de la lampe à incandescence que les solutions disponibles jusqu'alors. Les LED à filament sont constituées de plus de 30 puces LED montées en série afin de faire passer la tension à l'intérieur du luminaire à un niveau supérieur à 100 V, ce qui rend superflue l'utilisation de transformateurs en cas de recours à des redresseurs. Pour finir, les LED à filament présentent également l'intérêt suivant: la technologie des salles blanches est certes utilisée pour la fabrication des filaments LED, toutefois la production réelle des lampes s'effectue sur des machines qui servaient auparavant à la réalisation de lampes à incandescence classiques.

No

Anzeige

Ihre Luftbrücke in die Heimat.

Jetzt Gönnerin oder Gönner werden: 0844 834 844 oder www.rega.ch

rega