

Thesen und Handlungsfelder

LED-Beleuchtungstechnik:
Chancen und Herausforderungen
durch den Wandel in der Licht-
erzeugung

Oktober 2013

Inhalt

Vorwort: LED-Beleuchtungen – den Wandel gestalten	3
Thesen zur Bedeutung der LED-Technik in Beleuchtungsanwendungen	4
Handlungsfelder	5
Chance Ressourceneffizienz	6
Chance Lichtgestaltung und Lichtnutzung	7
Herausforderungen für die Beleuchtungsindustrie	9
Aktivitäten des VDI e.V.	12
Begriffe	12
Literatur	13

Vorwort: LED-Beleuchtungen – den Wandel gestalten

Die LED-Beleuchtungstechnik kombiniert Ressourcenschonung, Umweltverträglichkeit und Nutzerkomfort auf einzigartige Weise. So verwundert es nicht, dass LED-Systeme zur Allgemeinbeleuchtung zum Beispiel in Gebäuden, als Straßenbeleuchtung, als Hintergrundbeleuchtung von Bildschirmen und in Fahrzeugen immer häufiger eingesetzt werden. Auch Privatanwender können die LED-Technik zu Hause einsetzen. Fachgeschäfte und Baumärkte bieten neben kompletten Leuchten, die mit LEDs bestückt sind, auch sogenannte „LED-Retrofit“-Lampen an, die in die Fassungen bestehender Leuchten passen. Bei allen Fortschritten, die die LED-Beleuchtungstechnik in der Vergangenheit erzielt hat – die Technologie entwickelt sich auch heute noch immer weiter:

- Forschungsinstitute und Unternehmen berichten weiterhin über Effizienzsteigerungen, kostengünstigere Fertigungsverfahren und neue Beleuchtungskonzepte.
- Die Einflussgrößen auf die Haltbarkeit und die Zuverlässigkeit von LED-Beleuchtungen werden immer besser verstanden und erlauben es, zuverlässige Angaben zu den erwarteten Betriebsstunden anzugeben.
- Die Möglichkeit, die spektrale Zusammensetzung des Lichts gezielt zu beeinflussen, gibt der Erforschung der Wirkung des Lichts auf dem Menschen neue Impulse.

LED-Beleuchtungen gehören bereits heute zu den wirtschaftlichsten Lichtquellen am Markt. Die lange Lebensdauer (bis 50.000 Betriebsstunden [1; 2]) und die hohe Effizienz (typischerweise 50 % Energieeinsparung beim Austausch von Bestandsbeleuchtung in öffentlichen Einrichtungen [1]) dieser Lichtquellen sind Gründe dafür. Jedoch sind die Anschaffungskosten verglichen mit anderen Lichtquellen relativ hoch. Dennoch können die Stromeinsparungen die Anschaffungskosten wettmachen. Die Amortisationszeit hängt stark von der Ausgangssituation und dem Anwendungsfall ab. Für den Austausch von Leuchtstoffröhren in einem Parkhaus wurden dafür drei Jahre berechnet [3]. Im Internet stehen Tools verschiedener Firmen und Organisationen zur Verfügung, mit denen die Wirtschaftlichkeit für den eigenen Anwendungsfall berechnet werden kann (Beispiele: [4; 5]). Auch wenn sich die Wirtschaftlichkeit der LED-Beleuchtungen schon heute durch Zahlen belegen lässt: Diese hohe Anfangsinvestition ist sicherlich einer der Gründe, dass viele Endanwender, Kommunen und Betriebe derzeit noch nicht systematisch auf LED-Beleuchtungen umstellen. Prognosen [6] gehen jedoch davon aus, dass die Preise für LED-Beleuchtungen in den kommenden Jahren deutlich sinken werden. Das US-amerikanische Energieministerium prognostiziert, dass 2015 gleich helle Lampen in LED- und Leuchtstoffröhrentechnik auch den gleichen Preis haben werden [7]. Daher wird ein Marktumbruch hin zur LED in den nächsten drei bis fünf Jahren erwartet.

Die heute verfügbaren Technologien bereits nutzen, auf die Veränderungen des Markts vorbereitet sein und den Wandel in der Beleuchtungstechnik gestalten: Das sind Aufgaben, denen sich die Beleuchtungsindustrie und die Anwender jetzt gemeinsam stellen müssen, um technologisch den Anschluss zu behalten. Dabei geht es um den Nutzen für die Gesellschaft, die Umwelt, die Anwender und die Anbieter.

Düsseldorf, Oktober 2013



Dr.-Ing. Kurt D. Bettenhausen
Vorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft
Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)



Dr.-Ing. Michael Thomas Kramer
Vorsitzender des VDI-Fachbereichs
Optische Technologien

Thesen zur Bedeutung der LED-Technik in Beleuchtungsanwendungen

These 1: Die LED-Beleuchtungstechnik leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz und zur Erreichung wichtiger Umweltziele unserer Gesellschaft.

- LED-Lampen und -Leuchten gehören zu den effizientesten Weißlichtquellen am Markt. Die damit erzielbaren Energieeinsparungen leisten einen wichtigen Beitrag zur Energiewende.
- Die Langlebigkeit der LED-Lampen fördert einen verantwortungsvollen Umgang mit den zur Herstellung benötigten Rohstoffen.
- Quecksilberfreie LED-Beleuchtungen schonen die Umwelt.

These 2: Die LED-Beleuchtungstechnik bietet neue Möglichkeiten in der Lichtgestaltung und Lichtnutzung. Damit bietet sie die Chance, neue Dienstleistungen zu definieren und neue Märkte zu erschließen.

- Situationsgerechte Farb- und Helligkeitssteuerung erschließt neue Gestaltungsfreiräume.
- Integration von Beleuchtungen schafft neue Produkte.
- Gezielte Lichtführung ermöglicht neue Beleuchtungskonzepte.
- Das Wohlbefinden des Menschen kann durch die Farbzusammensetzung der LED-Beleuchtung gesteigert werden.
- Viele Unternehmen der deutschen Beleuchtungsindustrie sind erfolgreiche Mitgestalter des Wandels.

These 3: Die LED-Technik ruft grundlegende Veränderungen am Beleuchtungsmarkt hervor. Diese Veränderungen zu akzeptieren, zu nutzen und mitzugestalten, stellt die beteiligten Unternehmen vor große Herausforderungen.

- Der Beleuchtungsmarkt verändert sich durch die LED-Technik grundlegend.
- Die Relevanz verschiedener LED-Trends kann nicht vorhergesagt werden.
- Die Hersteller von Leuchten für konventionelle Lampen müssen angesichts des Wandels zur LED ihre Produktstrategie überdenken.
- Die vom Markt gleichzeitig verlangte Kontinuität und Innovation stellt Unternehmen vor weitere Herausforderungen.
- Standardisierung fördert Akzeptanz im Markt und sollte vorangetrieben werden.
- Die Qualität der Produkte muss den Erwartungen an LED-Beleuchtungen entsprechen.
- Die Verbraucher sind oft über die Eigenschaften von LED-Beleuchtungen unzureichend informiert.
- Nach der Marktdurchdringung der LEDs sind Sättigungseffekte zu erwarten.

Handlungsfelder

Die Beleuchtungsindustrie muss in einem Markt mit steigenden Qualitätsanforderungen, sinkenden Stückpreisen, hohem internationalen Wettbewerb und sprunghaft wachsender Nachfrage bestehen. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, muss sie sich der folgenden Handlungsfelder annehmen:

1. Die mittelständisch geprägte Leuchtenindustrie in Deutschland muss ihre Produktentwicklungsstrategie konsequent im Hinblick auf die LED-Technologie überdenken. Es wäre fatal, den Wandel zur LED zu ignorieren.
2. Die im Beleuchtungssegment aktiven Hersteller müssen die Marktentwicklungen sorgfältig beobachten und ihr Geschäftsmodell kontinuierlich an aktuelle Trends anpassen.
3. Die Hersteller von LED-Beleuchtungen müssen eigene Expertise auf den Gebieten Lichttechnik, Optik, Elektronik und Temperaturmanagement im eigenen Unternehmen aufbauen.
4. Die Hersteller von LED-Beleuchtungen müssen mit begrenzten Personal- und Kapitalressourcen den notwendigen Kompromiss zwischen Kontinuität, Flexibilität und Innovation immer wieder neu definieren.
5. Die Standardisierung muss weiter vorangebracht werden, um Prozesse bei den Herstellern zu vereinfachen und um Investitionssicherheit für die Kunden sicherzustellen.
6. Es müssen aussagekräftige, zwischen unterschiedlichen Produkten direkt vergleichbare Angaben zu den lichttechnischen Eigenschaften, zur Energieeffizienz und zur Lebensdauer auf den Produkten gemacht werden und die Verbraucher müssen über die Bedeutung dieser Angaben aufgeklärt werden.
7. Die lange Lebensdauer der LEDs kann in einigen Jahren zu einer Marktsättigung führen. Die Hersteller müssen sich auf diese Entwicklung vorbereiten.

Staat und öffentliche Hand sollten die Industrie bei der Bewältigung der Herausforderungen unterstützen. Mit dem Wettbewerb „Kommunen im neuen Licht“ der LED-Leitmarktinitiative des BMBF [9] wurde bereits eine Initiative zur Förderung der LED-Beleuchtungen im öffentlichen Raum gestartet. Mit Unterstützung des BMWi wurde eine Internet-Anwendung geschaffen, mit der die Wirtschaftlichkeit schnell berechnet werden kann [5]. Die KfW-Bankengruppe fördert energieeffiziente Stadtbeleuchtungen mit günstigen Krediten [10]. Die Kommunen werden aufgerufen, die Kostensenkungspotenziale durch den Umstieg auf LED-Beleuchtungen zu nutzen.

8. Die öffentliche Hand muss weiterhin Vorbild beim Einsatz von LED-Systemen sein.
9. Eine weitere öffentliche Förderung, besonders für die Innenbeleuchtung, wird empfohlen.
10. Qualitativ hochwertige Produkte müssen den geltenden EU Verordnungen 244/2009 und 1194/2012 (ab 01.09.2012) entsprechen. Sie sind am CE-Kennzeichen erkennbar. Marktaufsichtsbehörden müssen die Einhaltung der Verordnung gewährleisten.

Chance Ressourceneffizienz

These 1: Die LED-Beleuchtungstechnik leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz und zur Erreichung wichtiger Umweltziele unserer Gesellschaft.

Technologien wie Fotovoltaik, Windenergie, Elektromobilität und Niedrigenergiehaus werden in der öffentlichen Wahrnehmung direkt mit Ressourceneffizienz, der Begrenzung des Klimawandels und der Verwirklichung der Energiewende in Verbindung gebracht. Die LED-Beleuchtungstechnik wird meist nicht berücksichtigt. Das ist unberechtigt.

LED-Lampen und -Leuchten gehören zu den effizientesten Weißlichtquellen am Markt. Die damit erzielbaren Energieeinsparungen leisten einen wichtigen Beitrag zur Energiewende.

LED-Lampen liegen heute schon beim Energie sparen gleichauf mit Kompaktleuchtstofflampen mit Schraubsockel und integriertem Vorschaltgerät. Da bereits Produkte mit 200 lm/W entwickelt werden, die damit doppelt so effizient sind, wie vergleichbare Leuchtstoffröhren [8], zeichnet sich ab, dass LED-Lampen hinsichtlich der Lichtausbeute alle konventionellen Lichtquellen deutlich übertreffen werden. Nach Untersuchungen von McKinsey [6] könnten bis 2020 alleine drei der verbliebenen neun Kernkraftwerke in Deutschland ersatzlos abgeschaltet werden, wenn die bisherigen Leuchtmittel durch LEDs ersetzt würden.

Die Langlebigkeit der LED-Lampen fördert einen verantwortungsvollen Umgang mit den zur Herstellung benötigten Rohstoffen.

LED-Beleuchtungen für den professionellen Einsatz erreichen mit einer typischen mittleren Lebensdauer von 50.000 Betriebsstunden [1; 2] eine deutlich längere Lebensdauer als die langlebigste Glüh- und Kompaktleuchtstofflampe. Dadurch, dass die Lampen selten ausgetauscht werden müssen, fällt auch vergleichsweise wenig Abfall an. Konzepte zum möglichst vollständigen Wertstoffrecycling werden bereits erarbeitet.

Quecksilberfreie LED-Beleuchtungen schonen die Umwelt.

LED-Beleuchtungen müssen wie andere elektronische Bauteile über die öffentlichen oder privaten Entsorgungsträger entsorgt und recycelt werden. Bei ihnen entfallen jedoch die besonderen Vorsichtsmaßnahmen, die bei der Entsorgung von quecksilberhaltigen Lichtquellen wie Leuchtstoffröhren zu beachten sind.

Durch indirekte Effekte ergeben sich mit LED-Beleuchtungen weitere Energieeinsparungen.

LEDs ermöglichen eine gezielte Lichtführung. Dadurch kann sichergestellt werden, dass das Licht nur dahin scheint, wo es gebraucht wird. Die Dimmbarkeit ermöglicht es zudem, die Helligkeit situationsgerecht einzustellen. So sorgen Lichtführung und Dimmbarkeit für weitere Energieeinsparungen.

Chance Lichtgestaltung und Lichtnutzung

These 2: Die LED-Beleuchtungstechnik bietet neue Möglichkeiten in der Lichtgestaltung und Lichtnutzung. Damit bietet sie die Chance, neue Dienstleistungen zu definieren und neue Märkte zu erschließen.

Die LED-Technik ermöglicht lichttechnisch und ästhetisch besonders anspruchsvolle Lösungen und erweitert den Gestaltungsfreiraum bei der Lichtplanung.

Situationsgerechte Farb- und Helligkeitssteuerung erschließt neue Gestaltungsfreiräume.

LED-Beleuchtungen stehen in einer Vielzahl von Farbvarianten, so auch in den Primärfarben Rot, Grün und Blau sowie in den unterschiedlichsten Weißtönen zur Verfügung. Die verschiedenen LEDs können in einer Lampe kombiniert und individuell angesteuert werden. So lässt sich auch in einem Lampengehäuse eine Vielzahl von Lichtfarben realisieren. Helligkeit und Farbe können im Betrieb verändert werden. Damit haben Lichtgestalter bisher ungekannte Freiheitsgrade. Einige Beispiele sind:

- „warmweiße“ Farbtöne für Wohnräume
- „kaltweiße“ Farbtöne für Büros, Badezimmer und Arbeitszimmer
- Tageslichtbeleuchtungen für Modehäuser
- aufgabenspezifische Beleuchtungen in Mehrzweckhallen

Integration von Beleuchtungen schafft neue Produkte.

Die LEDs selbst sind sehr klein. Das ermöglicht den Einsatz in entsprechend kleinen Bauräumen. Dadurch können Lichtquellen in Bauteile integriert werden, die dafür bisher nicht infrage kamen. Beispiele aus der Gebäudetechnik sind Fußböden, Fensterrahmen und Treppengeländer.

Gezielte Lichtführung ermöglicht neue Beleuchtungskonzepte.

Ein weiterer Vorteil der geringen Größe von LEDs ist, dass sich optische Systeme zur Lichtlenkung besonders gut und effizient mit Leuchtdioden kombinieren lassen. So kann das Licht besonders wirkungsvoll eingesetzt werden, um Akzente zu setzen.

Das Wohlbefinden des Menschen kann durch die Farbzusammensetzung der LED-Beleuchtung gesteigert werden.

Die Wirkung des Lichts auf den Menschen ist schon seit langem Forschungsgegenstand, hat aber in jüngster Zeit durch signifikante Forschungsergebnisse entscheidend an Interesse gewonnen. Mit LED-Beleuchtungen ist es möglich, diese Forschungsergebnisse umzusetzen:

- Das natürliche Tageslicht hat einen hohen Blauanteil, auf den sich der menschliche Organismus eingestellt hat. Das Licht am Morgen wirkt auf uns belebend und stellt die innere Uhr. Am Abend soll diese aktivierende Wirkung enden und eine beruhigende Wirkung ist erwünscht. Für Arbeitsräume kann die belebende, die Konzentration fördernde Wirkung des Tageslichts mit LEDs nachempfunden werden. Auch ein beruhigend wirkendes Abendlicht kann gezielt, zum Beispiel für Nachttischlampen, eingestellt werden. In Krankenhäusern und Pflegeheimen kann mit LED-Beleuchtungen der natürliche Tag-Nacht-Rhythmus mit einer LED-Beleuchtung nachempfunden werden. Das fördert das Wohlbefinden der Patienten, die keinen Zugang zu natürlichem Licht haben können.

- Die belebende Wirkung von blauem Licht ist bei großflächigen Fernsehern, die vornehmlich abends genutzt werden, meist nicht gewünscht. Hier können gezielt Wellenlängen ausgewählt werden, deren aktivierende Wirkung gering ist.
- Je nachdem, welches Weißlicht eingesetzt wird, erscheinen verschiedene Produktgruppen wie frische Lebensmittel für den Betrachter unterschiedlich ansprechend. Die LED-Technik ermöglicht es, verschiedene Produktgruppen besonders einfach „ins rechte Licht“ zu setzen.

Viele Unternehmen der deutschen Beleuchtungsindustrie sind erfolgreiche Mitgestalter des Wandels. Die deutsche Industrie und die deutschen Forschungseinrichtungen arbeiten maßgeblich an den Fortschritten der LED-Technik mit. Die Wertschöpfungskette beginnt mit Anlagen zur Herstellung der LEDs, geht über die Fertigung von LEDs, Modulen, Lampen und Leuchten und endet bei Architektur, Stadtplanung, Design und leuchtenden Kunstobjekten.

Auch beim Einsatz von LED-Beleuchtungen nehmen Unternehmen und Institutionen aus Deutschland eine Vorreiterrolle ein. LED-Beleuchtungen werden heute von Großanwendern systematisch eingesetzt. Folgende Beispiele sprechen dafür:

- Ganze Gemeinden rüsten ihre Straßenbeleuchtungen auf LEDs um und berichten über die kurzen Amortisierungszeiten aufgrund der langen täglichen Betriebszeiten.
- Architekten und Lichtplaner nutzen LEDs für stimmungsvolle Außenbeleuchtungen und für die Produktivität fördernde Innenbeleuchtungen.
- Voll-LED-Flugzeuge, die für Signalleuchten und die Kabine ausschließlich LEDs verwenden, sind in der Entwicklung. Hier ist die Langlebigkeit und das geringe Gewicht ein wichtiger Vorteil.
- Im Schienenverkehr werden Bahnsteige von LEDs beleuchtet. Dank maßgeschneiderter Lichtführung sind sie besonders effizient [11].
- Kleine Theater, große Arenen [2] und Museen [12] profitieren von der Flexibilität und Effizienz der LED-Leuchten.

Herausforderungen für die Beleuchtungsindustrie

These 3: Die LED-Technik ruft grundlegende Veränderungen am Beleuchtungsmarkt hervor. Diese Veränderungen zu akzeptieren, zu nutzen und mitzugestalten stellt die beteiligten Unternehmen vor große Herausforderungen.

Der Einsatz von LED-Beleuchtungen ist heute wirtschaftlich: Die niedrigen Energie- und Wartungskosten kompensieren die Anschaffungskosten problemlos. Daher wird ein Marktumbruch hin zur LED in den nächsten drei bis fünf Jahren erwartet. Die Beleuchtungsindustrie muss in einem Markt mit steigenden Qualitätsanforderungen, sinkenden Stückpreisen, hohem internationalen Wettbewerb und sprunghaft wachsender Nachfrage bestehen.

Der Beleuchtungsmarkt verändert sich durch die LED-Technik grundlegend.

Die LED wird die wichtigste Lichtquelle werden. Im Bereich der Displaytechnik (Fernseher, Computermonitore, Tablets, Smartphones) sind LEDs als Beleuchtung bereits fest etabliert. Andere Beleuchtungsanwendungen werden folgen. Der Grund dafür ist, dass LED-Beleuchtungen heute schon wettbewerbsfähig sind und dass sich ihre Position durch Kostensenkungen und Effizienzsteigerungen weiter verbessern wird.

Handlungsfeld:

Die mittelständisch geprägte Leuchtenindustrie in Deutschland muss ihre Produktentwicklungsstrategie konsequent im Hinblick auf die LED-Technologie überdenken. Es wäre fatal, den Wandel zur LED zu ignorieren.

Die Relevanz verschiedener LED-Trends kann nicht vorhergesagt werden.

Unstrittig ist, dass der Beleuchtungsmarkt langfristig von LEDs dominiert sein wird [7]. Am Beispiel der Innenbeleuchtung von Gebäuden sei gezeigt, dass es jedoch unterschiedliche Konzepte gibt, eine LED-Beleuchtung zu realisieren:

- Im Gebäude integrierte LED-Beleuchtung: Hier wird eine spezielle LED-Beleuchtung schon bei der Gebäudeplanung berücksichtigt. Damit ist die LED-Beleuchtung integraler Bestandteil der Gebäudetechnik.
- Für LEDs gestaltete Leuchten mit eingebauten LEDs: Hier stellen die LED-Lichtquelle und die Leuchte eine konstruktive Einheit dar. So sind besonders kompakte, elegante und effiziente Lösungen möglich.
- LED-Retrofit-Lampen: Diese Lampen können anstelle von Glüh- oder Leuchtstofflampen in bestehenden Leuchten verwendet werden.
- Flächige OLED-Leuchten, die zum Beispiel als leuchtende Decke oder Wand in das Gebäude integriert werden. Die Marktrelevanz wird in fünf bis zehn Jahren erwartet.

Es ist derzeit offen, wie sich der Markt für die verschiedenen Beleuchtungskonzepte entwickeln wird. Die Wertschöpfung hat bei jedem Konzept eine andere Struktur.

Handlungsfeld:

Die im Beleuchtungssegment aktiven Hersteller müssen die Marktentwicklungen sorgfältig beobachten und ihr Geschäftsmodell kontinuierlich an aktuelle Trends anpassen.

Die Hersteller von Leuchten für konventionelle Lampen müssen angesichts des Wandels zur LED ihre Produktstrategie überdenken.

Die Hersteller von Lichtsystemen konnten sich vor der Einführung der LEDs auf ihre Kompetenzen in der Metall-, Kunststoff- und Glasverarbeitung konzentrieren. Eigenes Know-how in den Bereichen Lichttechnik, Optik, Elektronik und Temperaturmanagement war in geringerem Maß erforderlich. Die Verwendung von LEDs in Leuchten macht es aber notwendig, Kompetenz in diesen Gebieten aufzubauen. Das ist für die betroffenen Unternehmen eine große Herausforderung und ein wichtiger Innovationsschritt.

- Die Hersteller müssen die Voraussetzungen für einen zuverlässigen Betrieb der LED-Module kennen und das richtige Temperaturmanagement und die zuverlässige elektrische Ansteuerung der LEDs beherrschen.
- Um die neuen Möglichkeiten zur Lichtgestaltung auszuschöpfen, müssen sie die Möglichkeiten zur Lichtführung mit Spiegeln, Linsen, Lichtleitern und mikrooptischen Systemen kennen und praktisch umsetzen.
- Der Lichttechnik stehen durch die Vielfalt der mit LEDs realisierbaren Farben neue Gestaltungsmöglichkeiten zur aufgabenspezifischen Beleuchtung zur Verfügung.

Handlungsfeld:

Die Hersteller von LED-Beleuchtungen müssen eigene Expertise auf den Gebieten Lichttechnik, Optik, Elektronik und Temperaturmanagement im eigenen Unternehmen aufbauen.

Die vom Markt gleichzeitig verlangte Kontinuität und Innovation stellt Unternehmen vor weitere Herausforderungen.

Großverbraucher wollen über Jahre hinweg Leuchten mit gleichen Abmessungen und lichttechnischen Eigenschaften kaufen. Das stellt die Leuchtenhersteller vor anspruchsvolle Aufgaben, da die eigentlichen LED-Lichtquellen hohe Fertigungstoleranzen aufweisen und sehr kurze Produktzyklen haben. Damit müssen die Leuchtenhersteller Konzepte entwickeln, um eine konstante Produktqualität mit häufig wechselnden Bauteilen sicherzustellen. Parallel zu langfristig lieferbaren Beleuchtungen werden zu jeder Zeit Entwicklungen auf dem neusten Stand der Technik erwartet.

Handlungsfeld:

Die Hersteller von LED-Beleuchtungen müssen mit begrenzten Personal- und Kapitalressourcen den notwendigen Kompromiss zwischen Kontinuität, Flexibilität und Innovation immer wieder neu definieren.

Standardisierung fördert Akzeptanz im Markt und sollte vorangetrieben werden.

Allgemein anerkannte Regeln der Technik helfen den Unternehmen, fehlerhafte Systemkonzepte zu vermeiden. Wenn die Standards Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Komponenten eines Beleuchtungssystems beschreiben, helfen sie, Mehrfachentwicklungen zu vermeiden, da Module für spezielle Aufgaben als Handelsware eingekauft werden können. Die Modularisierung nutzt nicht nur den Herstellern, sondern auch deren Kunden: Sie verbessert die Wartbarkeit und die Ressourceneffizienz, da nur defekte Bauteile und nicht die ganze Leuchte ausgetauscht werden müssen.

Auf nationaler und internationaler Ebene gibt es im Themenumfeld LED zahlreiche Initiativen zur technischen Regelsetzung. Jedoch sind viele Aspekte derzeit noch nicht standardisiert. Die Hersteller stehen vor der Herausforderung, allgemein akzeptierte Konzepte zur Lichtführung, zur Kompensation von Alterungs- und Temperatureffekten, zum Wärmemanagement, zur Wartbarkeit und zur elektrischen Ansteuerung der LED-Module zu entwickeln und Schnittstellen zu definieren, die den Anwendern die Nutzung zur situationgerechten Farbsteuerung ermöglicht.

Ältere Vorschriften für Beleuchtungen in bestimmten Anwendungen schließen LED-Beleuchtungen aufgrund gewisser technischer Details aus, obwohl diese grundsätzlich geeignet sind. Diese älteren Vorschriften müssen dem Stand der Technik angepasst werden.

Handlungsfeld:

Die Standardisierung muss weiter vorangebracht werden, um Prozesse bei den Herstellern zu vereinfachen und um Investitionssicherheit für die Kunden sicherzustellen.

Die Qualität der Produkte muss den Erwartungen an LED-Beleuchtungen entsprechen.

Viele technisch interessierte Kunden haben die Entwicklung der LED-Beleuchtungstechnik über die vergangenen Jahre hinweg beobachtet und erste Anschaffungen getätigt. Dabei konnte es (und kann es immer noch) zu Enttäuschungen hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Helligkeit und der Haltbarkeit kommen. Negative Erfahrungen im praktischen Einsatz können die breite Akzeptanz der LED-Beleuchtungen ernsthaft verzögern. Qualitäts- und Funktionsmerkmale von LED-Modulen und LED-Lampen sind in den geltenden EU-Verordnungen 244/2009 und 1194/2012 (ab 01.09.2012) über die CE-Kennzeichnung verbindlich vorgeschrieben. Hier ist die Politik aufgefordert, die Einhaltung dieser Merkmale über die Marktaufsichtsbehörden sicherzustellen, um qualitativ minderwertigen Produkten den Markteintritt zu verwehren und damit Enttäuschungen bei den LED-Kunden zu vermeiden.

Handlungsfeld:

Qualitativ hochwertige Produkte müssen den geltenden EU-Verordnungen 244/2009 und 1194/2012 (ab 01.09.2012) entsprechen. Sie sind am CE-Kennzeichen erkennbar. Marktaufsichtsbehörden müssen die Einhaltung der Verordnung gewährleisten.

Die Verbraucher sind oft über die Eigenschaften von LED-Beleuchtungen unzureichend informiert.

Bisherige Glüh- und Halogenlampen haben bei gleicher Bauform und gleicher Leistungsangabe herstellerübergreifend vergleichbare lichttechnische Eigenschaften und Effizienzwerte. Bei Kompakt-Leuchtstofflampen sind bei einer Bauform und einer Nennleistung schon unterschiedliche Weißtöne und unterschiedlich effiziente Lösungen am Markt. Bei LED-Lampen gehen die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten mit einer Vielzahl an Parametern, die die Lampe beschreiben, einher. Die Verbraucher können die technisch korrekten Herstellerangaben im Normalfall nicht hinsichtlich ihrer Beleuchtungswirkung interpretieren.

Handlungsfeld:

Es müssen aussagekräftige, zwischen unterschiedlichen Produkten direkt vergleichbare Angaben zu den lichttechnischen Eigenschaften, zur Energieeffizienz und zur Lebensdauer auf den Produkten gemacht werden. Die Verbraucher müssen über die Bedeutung dieser Angaben aufgeklärt werden.

Nach der Marktdurchdringung der LEDs sind Sättigungseffekte zu erwarten.

Nachdem sich LED-Beleuchtungen am Markt durchgesetzt haben, sind nach heutiger Einschätzung aufgrund der langen Lebensdauer von LED-Beleuchtungen Sättigungseffekte am Markt zu erwarten. Es ist ungewiss, ob es der Beleuchtungsindustrie gelingt, mit neuen Produkten neue Anwendungsfelder für Beleuchtungen zu generieren, die auch in den folgenden Dekaden für Wachstum sorgen werden.

Handlungsfeld:

Die lange Lebensdauer der LEDs kann in einigen Jahren zu einer Marktsättigung führen. Die Hersteller müssen sich auf diese Entwicklung vorbereiten.

Aktivitäten des VDI e.V.

Der VDI-Fachbereich „Optische Technologien“ sieht die LED-Technik in einer zentralen Rolle für die Beleuchtungsindustrie. Er fordert die Beleuchtungsbranche zum konsequenten Wechsel zur LED-Technik auf und unterstützt die Beleuchtungsindustrie bei der Gestaltung des Wandels. Die VDI-Tagung „Innovative Beleuchtung mit LED“ und die VDI-Konferenz „Lebensdauer und Qualitätssicherung in der LED-Beleuchtung“ bieten der Fachwelt jedes Jahr eine Plattform zum Erfahrungsaustausch. Das Thema „Optische Systeme für LED-Beleuchtungen“ ist mit den Teilaspekten Werkstoffe und Fertigungsverfahren, Optikdesign sowie Lichtprüfung und -regelung interdisziplinär. Innovative Lösungen können nur durch die Zusammenarbeit von Experten mit unterschiedlicher Spezialisierung gefunden werden. Mit Fachausschüssen, die sich dieser Herausforderung annehmen, unterstützt der VDI e.V. die Entwicklung von Systemen, die die Potenziale der LED-Technik optimal nutzen. Die Arbeitsergebnisse werden in Form von VDI-Richtlinien veröffentlicht. Dadurch leistet der VDI einen wichtigen Beitrag zur Standardisierung optischer Systeme für LED-Beleuchtungen.

Begriffe

LED: Abkürzung für **L**ight **E**mitting **D**iode. Es ist ein elektronisches Bauteil, das Licht ausstrahlt, wenn es von einem elektrischen Strom durchflossen wird.

LED-Modul: Platine mit einer oder mehreren aufgelöteten LEDs, die Befestigungsmöglichkeiten in Lampen oder Leuchten bietet und den elektrischen Anschluss ermöglicht. Weitere elektronische Bauteile, Kontaktflächen für Kühlkörper und Strahlformungsoptiken über den einzelnen LEDs können das Modul ergänzen.

LED-(Retrofit)-Lampe: Lampe, die LEDs als Lichtquellen einsetzt und für den Gebrauch in gängigen Fassungen vorgesehen ist. Da LEDs nicht direkt an gebräuchlichen Spannungsquellen (230 V Wechselspannung, 24 V und 12 V Gleichspannung) betrieben werden können, ist in LED-Lampen eine Vorschalt elektronik eingebaut, die die LEDs elektrisch geeignet ansteuert. Die LED-Retrofit-Lampe soll bestehende Lampen ohne weitere Maßnahmen direkt ersetzen können. Üblicherweise werden eine oder mehrere LED-Lampen in einer Leuchte eingesetzt.

LED-Leuchte: Leuchte, die ausschließlich für den Betrieb mit LEDs konzipiert ist. Üblicherweise werden hier keine LED-Lampen eingesetzt. Die verwendeten LED-Module und das Vorschaltgerät sind häufig speziell für die Lampe gestaltet, damit die LED-Leuchte kompakt und ästhetisch anspruchsvoll ist und dabei ein maßgeschneidertes Lichtprofil bietet. Durch eine optimale Abstimmung von LED, Vorschalt elektronik und Optik in der Leuchte lassen sich besonders effiziente Beleuchtungssysteme realisieren. In vielen LED-Leuchten sind die LEDs fest eingebaut und können nicht ausgetauscht werden.

LED-Beleuchtung: Sammelbegriff für LED-Lampen und LED-Leuchten, gegebenenfalls auch für LED-Module.

Lumen (lm): Fotometrische Einheit des Lichtstroms. Der Lichtstrom ist ein Maß für das gesamte von einer Lichtquelle ausgesandte sichtbare Licht.

OLED: Abkürzung für Organic-LED. Das heißt, dass hier für die Herstellung der Dioden nicht – wie in der Elektronik üblich – Substanzen der anorganischen Chemie eingesetzt werden, sondern Substanzen der organischen Chemie, also Polymere. Das Licht von OLEDs wird im Gegensatz zum Licht der LEDs von einer großen leuchtenden Fläche abgestrahlt. Daher unterscheiden sich die lichttechnischen Konzepte zur Anwendung von OLEDs deutlich von denen der LEDs.

Effizienz: Die Effizienz einer Lichtquelle wird aus dem Quotienten aus dem ausgesandten Lichtstrom in Lumen (lm) und der aufgenommenen Leistung in Watt (W) berechnet. Die Einheit lautet Lumen pro Watt (lm/W).

Literatur

- [1] Pepler, W., Schiller, C., Khanh, T. Q. (Hrsg.): Kommunen im neuen Licht – Praxiserfahrungen zur LED in der kommunalen Beleuchtung, Technische Universität Darmstadt, VDI Technologiezentrum GmbH: Düsseldorf 2013
- [2] Krüger, D.: Erfahrungsbericht über die ersten HDTV-tauglichen LED-Fluter im Event- und Sportbereich. In: Innovative Beleuchtung mit LED 2012, VDI-Berichte 2162, VDI Verlag: Düsseldorf 2012
- [3] <http://www.energie-und-technik.de/lighting/news/article/100147/?cid=NL>, Stand 08.08.2013
- [4] <http://www.trilux.com/de/kompetenz/effiziente-beleuchtung/effizienzrechner/>, Stand 08.08.2013
- [5] <http://www.lotse-innenbeleuchtung.de/>, Stand 30.04.2013
- [6] McKinsey & Company, Lighting the way: Perspectives on the global lighting market, 2nd ed., August 2012
- [7] U.S. Department of Energy, Solid-State Lighting Research and Development, Multi-Year Program Plan, April 2013
- [8] http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1280745, Stand 08.08.2013
- [9] <http://www.photonikforschung.de/forschungsfelder/led-leitmarktinitiative/kommunen-in-neuem-licht/> Stand 30.04.2013
- [10] <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Newsroom/Pressematerial/KfW-Themendienst/Archiv/Themendienst-2011/KfW-fördert-eine-energieeffiziente-Stadtbeleuchtung/Neu-KfW-Förderprogramme-für-energieeffiziente-Stadtbeleuchtung/>
- [11] Siemt, P., Raemisch, M.-A.: Entwicklung von LED Applikationen für Personenbahnhöfe. In: Innovative Beleuchtung mit LED 2012, VDI-Berichte 2162, VDI Verlag: Düsseldorf 2012
- [12] <http://www.photonikforschung.de/topthema-kinl-lenbachhaus/>, Stand: 16.05.2013

Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
Tel. +49 211 6214-226
gma@vdi.de
www.vdi.de/gma

