

Qualitätskriterien für die Auswahl und Planung von LED

LED IST NICHT GLEICH LED Die am Markt angebotenen LED unterscheiden sich teilweise drastisch hinsichtlich ihrer Qualitätskriterien. Auch wenn z. B. zwei unterschiedliche Hersteller eine Lebensdauer von 50 000 h für ihr Produkt angeben, bedeutet dies nicht, dass die beiden LED gleich lange leben. Wir erläutern, warum.



AUF EINEN BLICK

QUALITÄTSUNTERSCHIEDE Bei den am Markt verfügbaren LED-Lösungen gibt es deutliche Qualitätsunterschiede, die oft nicht auf den ersten Blick sichtbar sind

LEBENSDAUERANGABEN Der reine Wert für die Lebensdauer sagt so gut wie nichts aus – entscheidend sind die im Beitrag erläuterten Randbedingungen

Mit der LED-Technologie vollzieht die Beleuchtungsbranche derzeit einen weitgehenden bis vollständigen Umbruch. Die LED dringt in immer weitere Anwendungsbereiche vor, die Entwicklungsgeschwindigkeiten sind sehr dynamisch. Hier kommen die entsprechenden Normen bzw. lichttechnischen Standards nicht immer hinterher. Die Folge: Es herrscht ein gewisser Wildwuchs an Herstellerangaben bezüglich der technischen Daten, z. B. Lebensdauer oder Wirkungsgrad.

Das verunsichert Verarbeiter und Kunden. Produkte unterschiedlicher Hersteller lassen sich z. T. nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand bzw. Spezialwissen miteinander vergleichen. Um hier wieder für eine gewisse Planungssicherheit zu sorgen, hat der ZVEI den Leitfaden »Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung« erstellt (**Bild 1**, Downloadmöglichkeit siehe Kasten »Links« auf dieser Seite links unten). Dieser Leitfaden will

zur Vereinheitlichung der Begrifflichkeiten beitragen und so ein Stück Sicherheit in die »LED-Welt« zurückbringen. Die Hersteller sind nicht gezwungen, sich daran zu halten, aber viele Markenhersteller werden dies sicherlich tun – in eigenem Interesse.

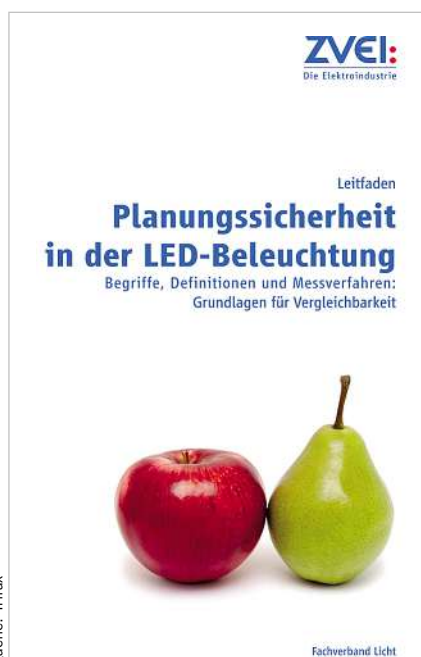


Bild 1: Sorgt für Klarheit rund um LED: Der aktuelle ZVEI-Leitfaden

Neben dem ZVEI wollen auch Markenhersteller wie Trilux zur Aufklärung beitragen. So veranstaltete die Trilux Akademie vergangenen Herbst einen Thementag »Qualität – das Auswahl- und Bewertungskriterium bei LED-Beleuchtung«. Derzeit gibt es Webinare, die den ZVEI-Leitfaden erläutern.

Ein Grund für dieses Engagement: Die Markenhersteller hegen – nicht ganz zu Unrecht – die Befürchtung, dass Billiganbieter irgendwelchen LED-Schrott auf den Markt werfen, was dazu führen könnte, dass der LED-Technik insgesamt recht schnell ein negatives Image anlastet, das anschließend nur schwer wieder aus den Köpfen zu bekommen ist.

Dass diese Befürchtung nicht ganz unberechtigt ist, weiß *Heiner Hans*, Leiter der Trilux Akademie: »Noch heute hören wir bei der Energiesparlampe teilweise das Vorurteil, dass diese ja nur kaltes Licht abgeben könne. In der Einführungsphase Mitte der 80er Jahre mag das ja zutreffend gewesen sein, aber seit vielen Jahren gibt es ja inzwischen auch warmweiße Kompaktleuchtstofflampen.«

Doch wie beurteilt man Qualität von LED? Da hilft häufig nur ein intensiverer Blick in die Dokumentation des Anbieters, eine pauschale Aussage wie »Lebensdauer 50 000 h« sagt zunächst einmal so gut wie nichts aus. Einige Punkte, auf die man achten sollte, erläutern wir nachfolgend. Ein Schwerpunkt wird dabei auf der Lebensdauerbetrachtung liegen.

Farbwiedergabe und ähnlichste Farbtemperatur

Weißes Licht entsteht in der Regel durch die Mischung verschiedener Farben des Spektrums. Dazu reicht theoretisch ein Mischen von zwei oder drei Farben aus, um einen »weißen Eindruck« zu erzeugen (so lassen sich hohe Lichtausbeuten erzielen). Aller-



LINKS

Den ZVEI-Leitfaden »Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung« gibt es kostenlos zum Download unter: www.zvei.org/Verband/Publikationen/Seiten/Planungssicherheit-in-der-LED-Beleuchtung.aspx

dings bleibt in so einem Fall die Farbwiedergabe auf der Strecke.

Um zu beschreiben, wie hoch die Übereinstimmung zwischen der tatsächlichen Farbe einer Oberfläche und deren Aussehen unter einer bestimmten Lichtquelle ist, dient der Farbwiedergabeindex Ra. Z.B. für die Beleuchtung von Arbeitsstätten schreibt die EN 12464-1 einen Farbwiedergabeindex $Ra \geq 80$ vor.

Die Lichtfarbe von weißem Licht wird durch die ähnlichste Farbtemperatur T_{cp} beschrieben und in K angegeben. Dabei unterscheidet man

- warmweiß (bis 3300K),
- neutralweiß (von 3300K bis 5300K) und
- tageslichtweiß (über 5300K).

Bei der Planung sollte man darauf achten, in einem Raum nur Lichtquellen mit gleichen Farbtemperaturen einzusetzen.

Bei LED tritt bezüglich der Farbtemperatur nun ein Effekt auf, den man von anderen Lichtquellen so nicht kennt: Je nach Abstrahlrichtung kann sich die Lichtfarbe deutlich ändern. Bei einigen tageslichtweißen LEDs weicht die Farbtemperatur bei 70° Abstrahlwinkel um bis zu 15% gegenüber dem Wert bei 0° ab. Der Grund: Das weiße Licht wird durch Konversion in einer Phosphorschicht erzeugt, und je nach Abstrahlwinkel legt das Licht unterschiedlich lange Wege in der Phosphorschicht zurück.

Qualitätsanbieter korrigieren diesen Effekt, indem sie die auf die LED aufgesetzte Linse entsprechend ausformen.

Die Bemessungsleistung

Die Bemessungsleistung ist an und für sich ein recht eindeutiger Wert, aber auch den benutzen manche Anbieter, um ihre Angaben zu schönen: Korrekterweise bezeichnet die Bemessungsleistung P die Wirkleistung an der Leuchte, die diese bei 100% Lichtstrom aufnimmt. Die Bemessungsleistung schließt also z.B. die Leistungsaufnahme von Vorschaltgeräten mit ein.

Manch Anbieter von LED jedoch gibt an dieser Stelle nicht die Leistung der Leuchte an, sondern nur die Leistungsaufnahme der LED-Module. So kommt man natürlich auf geringere Verbrauchswerte, allerdings haben diese mit der Realität wenig zu tun.

Kriterien für die Lebensdauer

Das im Zusammenhang mit LED immer gebrachte Argument Nummer 1 ist deren lange Lebensdauer. Während in der Anfangsphase

noch gerne von 100000h gesprochen wurde, hat sich für professionelle Anwendungen inzwischen ein Wert von 50000h etabliert. Allerdings meinen damit nicht alle Anbieter das Gleiche.

Die Lebensdauer von LED hängt von verschiedenen Parametern ab und lässt sich

nicht nur am Zeitpunkt ihres Totalausfalls festmachen: Der Großteil der LEDs fällt bis zu einem gewissen Zeitpunkt tatsächlich gar nicht aus, sondern die Leuchtkraft nimmt im Laufe der Zeit ab (Degradation). Die Lebensdauer von LEDs, Modulen und Leuchten wird demzufolge begrenzt durch

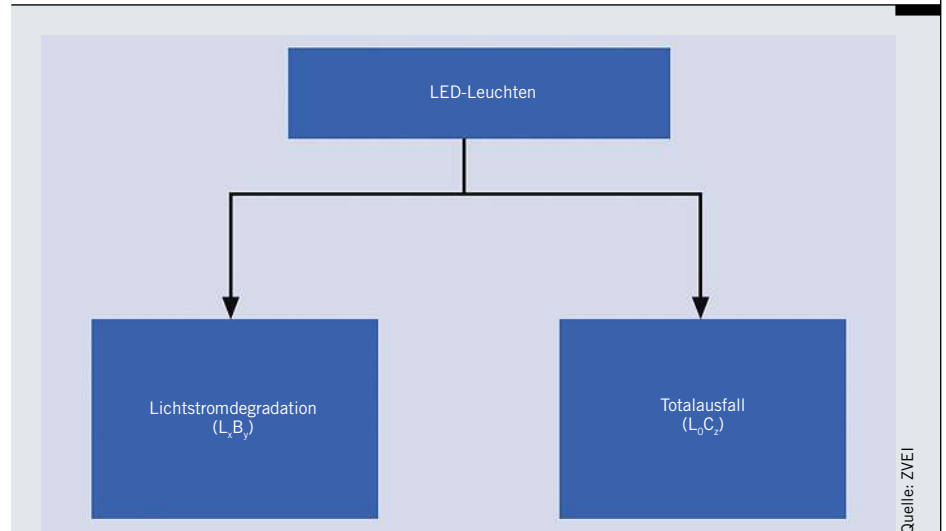


Bild 2: Lebensdauerkriterien Degradation und Totalausfall auf Basis der aktuellen IEC-Normentwürfe

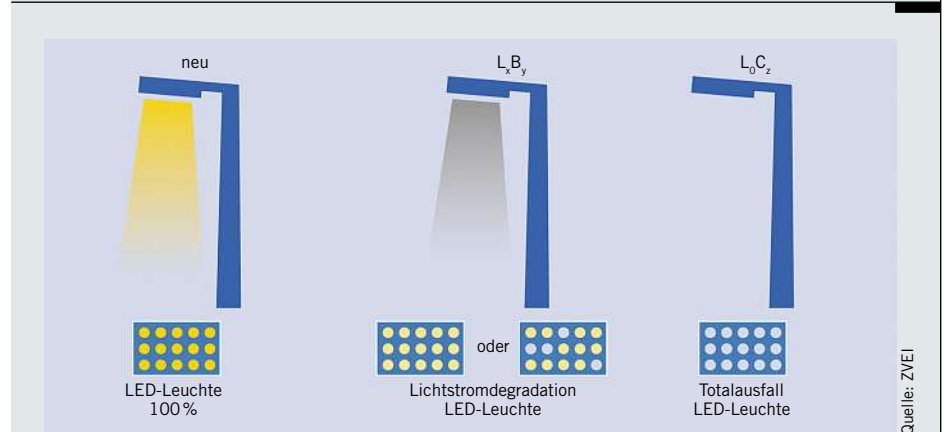


Bild 3: Neuzustand, Degradation und Totalausfall einer LED-Leuchte

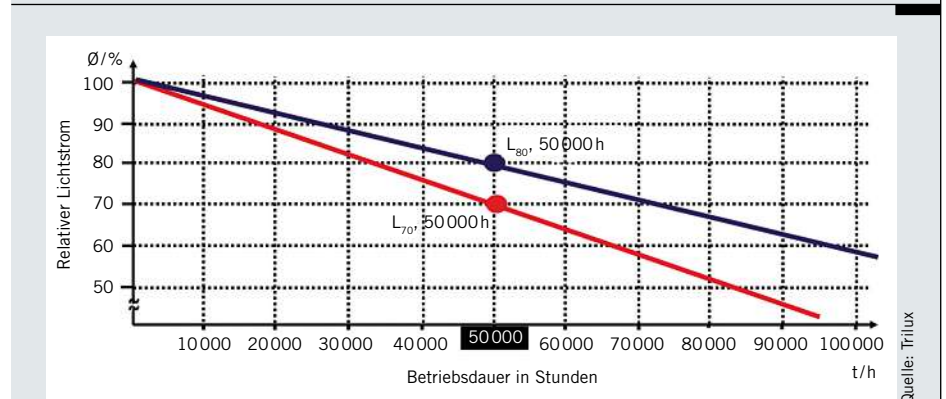


Bild 4: Bei der Lebensdauerangabe kommt es auf die Angabe des Lichtstromrückgangs an

WARTUNGSFAKTOREN

Lebensdauer-angabe	LLMF	LSF	MF Gruppenwechsel	MF Einzelwechsel
L70B50: 50000h	0,70	0,99	0,69	0,70
L80B50: 50000h	0,80	0,99	0,79	0,80
L80B10: 50000h	0,85	1,00	0,85	0,85

Tabelle 1: L80B10 erreicht im Vergleich zu L70B50 um 21 % bessere Wartungsfaktoren

- den Totalausfall derselben bzw. der zugehörigen Elektronik oder
 - durch das Unterschreiten eines zuvor festgelegten Mindestlichtstroms (**Bild 2**).
- Bei LEDs hängen diese beiden Parameter im Wesentlichen vom Durchlassstrom und der Temperatur im Inneren der LED ab. Je höher der Strom, der durch ein LED-Modul fließt, und je höher die Temperatur, desto schneller altert es. Bei Billig-LED gibt es darüber hinaus häufig einen vergleichsweise trivialen Grund für den Ausfall: Die Lötstellen sind mangelhaft ausgeführt und schließen Sauerstoff ein. So wird die Lötstelle im Betrieb heiß und kühlt nach dem Ausschalten wieder ab. Diese mechanische Beanspruchung kann schließlich zum Bruch

der Lötstelle führen: Die LED bleibt dunkel, obwohl das Modul selbst noch intakt wäre.

Lebensdauer ist nicht gleich Lebensdauer

In Zusammenhang mit der Lichtstromdegradation spricht man bei LED-Leuchten von der Bemessungs- oder Nutzlebensdauer L_x . L70 bedeutet z.B. einen Rückgang des Lichtstroms auf 70 %. Dieser Wert bezieht sich auf die komplette Leuchte und nicht auf das einzelne LED-Modul. Theoretisch kann er entstehen durch

- Rückgang des Lichtstroms aller LED-Module auf 70 %,

- Totalausfall von 30 % der LED-Module, wobei die restlichen Module weiterhin 100 % Lichtstrom abgeben, oder
- üblicherweise einer Mischform aus beiden (**Bild 3**).

Oft geben Hersteller zunächst nur plakativ eine »Lebensdauer« an und rühmen sich hier mit hohen Werten. Ein Blick ins Datenblatt verrät dann oft Erstaunliches. Bei Marken Anbietern findet sich hier oft die Angabe von L70 oder L80, d. h. Rückgang des Lichtstroms auf 70 % oder 80 %. Billiganbieter geben hier gerne L50 an, um auf hohe Lebensdauerwerte zu kommen.

Doch z. B. 50000h bei L70 bedeuten etwas ganz anderes als bei L50: Wie in **Bild 4** gezeigt, kann man vereinfacht von einem linearen Rückgang des Lichtstroms über die Zeit ausgehen. Dabei zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Eine (relativ hochwertige) LED-Leuchte, die nach 50000h noch 70 % Lichtstrom aufweist (L70), erreicht einen L50-Wert von etwa 85000h.
- Eine (relativ einfache) LED-Leuchte, die nach 50000h noch 50 % Lichtstrom aufweist (L50), erreicht einen L70-Wert von etwa 30000h.

INTERVIEW

Über die Lebensdauerdefinition und die Sinnhaftigkeit von Retrofitlösungen unterhielten wir uns mit **Jörg Minnerup**, Leiter strategische Lichttechnik bei Trilux. Er ist einer der Hauptautoren des neuen ZVEI-Leitfadens.



Quelle: Trilux

»de«: Herr Minnerup, bei stabförmigen Leuchtstofflampen bezieht sich die Lebensdauerangabe in der Regel auf den Wert L90B10, also 90 % Lichtstrom, und maximal 10 % der Lampen sind ausgefallen. Warum gibt es bei Lebensdauerangaben von LED dieses Wirrwarr, man könnte diese Angabe doch übernehmen?

J. Minnerup: Der neue ZVEI-Leitfaden soll hier zur Aufklärung beitragen und dafür sensibilisieren, dass eine Lebensdauerangabe nur dann wirklich aussagefähig ist, wenn zumindest der L-Wert angegeben ist. Das B der Leuchtstofflampe ist das C_2 der LED, nämlich der Totalausfall. Der spielt bei professionellen LED-Leuchten jedoch eine untergeordnete Rolle. Der B-Wert der LED-Leuchte sagt etwas über den prozentualen Anteil der Produkte aus, der unter dem im L-Wert angegebenen Lichtstrom von in der Regel 80 % oder 70 % liegt. Bei B10 sind dies also 10 % der Produkte, bei B50 schon 50 % – fehlt der B-Wert, gilt automatisch B50.

Um die in den Köpfen quasi eingebrannte Lebensdauer von 50000h mit einem L90B10-Produkt zu erreichen, ist ein immenser Aufwand notwendig, der **de 5.2014** als niederschlagend würde. Eine gute Lösung ist daher ein **L80B10-Produkt**, welches mit einem **L90B10-Produkt mit 35000h Lebensdauer vergleichbar** wäre. Für viele Anwendungen

eine ausreichende Zeit bei niedrigem Lichtstromrückgang auf 90 %. Das hat wesentliche Auswirkungen auf den Energiebedarf.

»de«: Auf dem Markt finden sich viele Anbieter von LED-Retrofit-Lampen zum Austausch von T8-Leuchtstofflampen. Was halten Sie davon?

J. Minnerup: Gar nichts. Natürlich scheint es ein attraktiver Weg zu sein, einfach nur das Leuchtmittel zu tauschen, und schon spart man Energie. Doch so einfach ist es in der Praxis nicht:

Die **T8-Leuchtstofflampe ist schon ein sehr energieeffizientes Leuchtmittel**, um das noch zu toppen, müssen Sie sich schon anstrengen. Die so genannten LED-Tubes stehen vor dem Problem der Wärmeabfuhr – aus einer geschlossenen Röhre bringen Sie die Wärme nur vergleichsweise schlecht raus. Also gehen

die Hersteller mit der Stromstärke nach unten, doch damit sinkt auch der Lichtstrom deutlich. Ersetzen Sie nun eine T8-Röhre durch eine LED-Tube, sinkt zwar in vielen Fällen der Energieverbrauch, doch dafür wird es auch entsprechend deutlich dunkler.

So bewertet auch die aktuelle Norm zur EnEV Retrofits schlechter als komplette LED-Leuchten. Wir raten dazu, entweder die Leuchte mit dem bestimmungsgemäßen Leuchtmittel zu betreiben oder gleich die komplette Leuchte zu ersetzen.

»de«: Anbieter von LED-Retrofits werben u. a. damit, dass die Gewährleistung bei Ersatz einer T8-Lampe durch eine LED-Tube erhalten bleibt, da man ja nur das Leuchtmittel tauscht und den Starter entfernt, aber sonst nicht in die Leuchte eingreift. Sehen Sie das auch so?

J. Minnerup: Da vertreten wir eine gegensätzliche Auffassung. Auf dem Typenschild unserer Leuchten steht eindeutig, für welche Lampen diese zugelassen ist. Durch den Umbau der Leuchte geht die technische, insbesondere die sicherheitstechnische Verantwortung für die Folgen des Umbaus in die Hände des Umbauenden über. Daher möchte ich Ihre Leser darauf hinweisen, sich hier genau zu überlegen, was sie tun.

»de«: Herr Minnerup, vielen Dank für das Gespräch.

Man sollte also genau darauf achten, was ein Hersteller jeweils unter »Lebensdauer« versteht. Sonst vergleicht man unter Umständen Äpfel mit Birnen. Oder andersherum formuliert: Ohne die Angabe des x in L_x ist die Lebensdauerangabe nahezu sinnlos.

Weitere Lebensdauerangaben

Manche Anbieter spezifizieren die Lebensdauerangaben noch genauer und geben einen oder zwei zusätzliche Parameter an (siehe Bild 2). Bei der Lichtstromdegradation ist das der Lichtstromrückgang B_y . So bedeutet z. B. die Angabe L70B50: Lichtstromrückgang auf 70%, wobei 50% der Leuchten den Lichtstromwert unterschreiten. Manche Anbieter geben den strengeren Wert B10 an, d. h., nur 10% der Leuchten unterschreiten den vorgegebenen Lichtstromwert. Eine LED-Leuchte mit z. B. L70B10 = 50000h (10% liegen unterhalb des Lichtstromwerts) erreicht ein L70B50 von ca. 67000h (50% liegen unterhalb des Lichtstromwerts).

Fehlt in einer Lebensdauerangabe der B-Wert, so gilt automatisch B50.

Eine weitere u. U. angegebene Größe ist der Anteil der LED-Leuchten, die bis zum Erreichen des Endes der Bemessungslebensdauer total ausgefallen sind. Dieser Wert wird mit C_z bezeichnet. So bedeutet z. B. die Angabe C5, dass 5% einer Menge gleichartiger LED-Leuchten innerhalb der Lebensdauer vollkommen ausgefallen sind.

Der Wartungsfaktor

Die oben angestellten Lebensdauer-Betrachtungen haben Einfluss auf die Bestimmung des Wartungsfaktors, wie ihn u. a. die DIN EN 12464 fordert. Der Wartungsfaktor MF (Maintenance Factor) für die Innenbeleuchtung ergibt sich zu:

$$MF = (LLMF \cdot LSF) \cdot LMF \cdot RMF$$

mit:

- LLMF = Lampenlichtstromwartungsfaktor (Lamp Lumen Maintenance Factor)
- LSF = Lampenüberlebensfaktor (Lamp Survival Factor)
- LMF = Leuchtenwartungsfaktor (Luminaire Maintenance Factor)
- RMF = Raumwartungsfaktor (Room Maintenance Factor)

LMF und RMF sind bei LED-Leuchten identisch zur konventionellen Beleuchtungstechnik. Die anderen beiden Größen sind den Tabellen in den Datenblättern der Hersteller zu entnehmen. Wichtig: Die Wartungsfaktor-

Angaben sind eine reine Planungshilfe, aus diesen Werten lässt sich kein Garantieanspruch ableiten.

Fazit: Der ZVEI-Leitfaden sorgt bei LED nun erstmals für eine einheitliche Sprachregelung und ermöglicht so eine Vergleichbarkeit der Produkte.

AUTOR

Dipl.-Ing. Andreas Stöcklhuber
Redaktion »de«