

LED Ratgeber



Ihr Ratgeber zum Einsatz von LED-Leuchten in der Straßenbeleuchtung

LEDs sind im Trend. Der Technologiewandel zu LED-Beleuchtungssystemen stellt nicht nur Hersteller, sondern auch Eigentümer und Betreiber in der Straßenbeleuchtung vor große Herausforderungen.

Gab es in der Vergangenheit eine überschaubare Anzahl von Anbietern in der Lichtindustrie, so hat sich mit dem Einstieg der LED-Technologie dieser sehr spezielle Markt in den letzten Jahren grundlegend verändert.

Seit 2009 hat EWR die nötige Betriebserfahrung für die noch junge Technologie. Wie sind jedoch diese neuen Produkte zu bewerten, wie trennt man die Spreu vom Weizen?

EWR gibt Ihnen eine Orientierungshilfe zu den häufigsten Fragen zur LED-Technik und stellt gegenüber, warum der Betrieb von konventionellen Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) auch zukünftig wirtschaftlich sein kann.

LEDs und Thermomanagement

Die Temperatur hat großen Einfluss auf die Lichtausbeute und Nutzlebensdauer einer LED. Dabei gilt: Je kälter die Umgebung, desto effizienter arbeitet die LED. Kalte Einsatzorte kommen ihr daher entgegen, weshalb LEDs u.a. in der Außenbeleuchtung besonders effizient eingesetzt werden können. Hohe Temperaturen wirken sich dagegen nachteilig auf die Lichtausbeute aus. Auch die Lebensdauer der LEDs kann sich verkürzen.

Im Gegensatz zur LED beeindrucken wechselnde Betriebs- und Umgebungstemperaturen die Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) überhaupt nicht. Lichtstromverhalten und Lebensdauer der Natriumdampf-Hochdrucklampen bleiben durch Temperaturwechsel im Sommer- und Winterbetrieb unberührt. Die Helligkeit bleibt nahezu konstant.


Anders als bei Natriumdampf-Hochdrucklampen ist das abgestrahlte Licht einer LED nicht warm. Die LED setzt etwa 40 Prozent der elektrischen Energie in Licht um.

Innerhalb des Halbleiters entsteht Wärme. Diese Wärme muss unbedingt abgeführt werden, damit LEDs möglichst effizient arbeiten und eine hohe Lebensdauer erreicht werden kann. Das gilt vor allem für LEDs, die mit hohem Betriebsstrom arbeiten.

Um die Wärme über eine möglichst große Fläche abführen zu können, wird die LED-Leiterplatte an das Leuchtengehäuse angebunden. Bei manchen LED-Leuchten vergrößern Kühlrippen die Oberfläche und senken so die Temperatur. Die Wärmeableitung ist ein wichtiges Qualitätskennzeichen der LED-Beleuchtung, denn ohne Kühlung würde sich die Lebensdauer auf wenige hundert Stunden verringern.

Das Leuchtengehäuse sollte demzufolge vor allem thermisch über ein möglichst geeignetes Metalldesign verfügen. Temperatursensoren sorgen dafür, dass bei Überschreitung der Betriebstemperatur der Betriebsstrom reduziert wird. Der Lichtstrom wird gedrosselt, um die Halbleiterelemente dauerhaft zu schützen.


EWR empfiehlt die Bestromung der LEDs auf 500 mA zu begrenzen. Nur wenn LEDs beim Betrieb nicht zu heiß werden, können sie ihre lange Nutzlebensdauer und Energieeffizienz erreichen.

Beurteilung: 

Blendung

Blendung kann stören, ablenken und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Die LED erzeugt hohe Leuchtdichten aus einer kleinen Lichtquelle und neigt im Gegensatz zum diffusen und weichem Licht der Natriumdampf-Hochdrucklampe (gelbes Licht) zu einem stärkeren Blendungsempfinden.

Die Blendung kann durch richtige Anordnung der optischen Baugruppen der LED-Leuchte wie Linsen, Reflektor und Abdeckscheibe begrenzt werden.

Beurteilung: 

Energieeffizienz

Eine der zentralen Kenngrößen der Beleuchtung ist die Effizienz des Leuchtmittels, also das Verhältnis zwischen abgestrahlter Lichtleistung in Lumen (lm) und der dafür aufgewendeten elektrischen Leistung in Watt (W). LEDs arbeiten äußerst effizient. Ihre gute Energie- und Leistungsbilanz ist das Ergebnis einer langen technischen Entwicklung. Hochleistungs-LEDs liefern 100 bis 130 lm/W im alltäglichen Betrieb. Im Labor werden bereits Werte von bis zu 200 lm/W erreicht.

In den kommenden Jahren wird diese Entwicklung voranschreiten – mit ein Grund dafür, dass die LED die Lichttechnik in den kommenden Jahrzehnten dominieren wird – auch wenn sich die Geschwindigkeit der Effizienzsteigerung verlangsamen wird.

Wie viel Energie eine Beleuchtungsanlage mit LEDs tatsächlich spart, hängt jedoch nicht nur von der Lichtausbeute der verwendeten Dioden ab. Entscheidend sind vielmehr das Zusammenspiel zwischen Optiken und Betriebsgeräten, die Lichtlenkung in der Leuchte und die Umgebungsbedingungen.

LEDs sparen gegenüber HQL-Lampen etwa 70 bis 80 Prozent Energie ein. Gegenüber Natriumdampf-Hochdrucklampen immerhin noch etwa 30 bis 40 Prozent.

Die Verlustleistung der Vorschaltgeräte von LEDs ist mit etwa 2 bis 3 Watt deutlich geringer gegenüber der Verlustleistung von elektronischen Vorschaltgeräten in konventionellen Leuchten mit etwa 7 bis 10 Watt.

LEDs besitzen damit die höchste Energieeffizienz. Dabei werden etwa 40 Prozent der elektrischen Energie in Licht umgewandelt, der Rest in Wärme. Sie wandeln also im Vergleich zu Natriumdampf-Hochdrucklampen mehr Energie in Licht um. Das spart Energiekosten. Durch das gerichtete Licht der LED wird ein hoher Nutzlichtanteil auf die Straße projiziert.

Beurteilung:



Licht und Insekten

Künstliches Licht lockt Insekten an. Diese werden empfindlich in ihrem natürlichen Lebensrhythmus gestört. Für die meisten nachtaktiven Insekten gilt, dass sie die spektrale Zusammensetzung und die Helligkeit des Lichts von HQL-Lampen deutlich stärker wahrnehmen als die Menschen.

Das Licht von Natriumdampf-Hochdrucklampen dagegen nehmen sie als nicht so hell wahr, da die meisten Insekten gegenüber orangen und roten Spektrallinien weniger empfindlich sind. Die Anlockwirkung ist demnach gering.

Aufgrund der nicht vorhandenen UV-Strahlung ist aber auch LED-Licht als insektenfreundlich einzuordnen.

Beurteilung:



Ökodesign-Richtlinie (ErP) und Umweltschutz

Am 20. November 2009 trat die Ökodesign-Richtlinie (ErP) in Kraft, welche Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte festlegt. Vorrangiges Ziel ist es, veraltete Leuchtstofflampen, Hochdruckentladungslampen sowie ineffiziente Vorschaltgeräte nach und nach vom Markt verschwinden zu lassen.

Das betrifft auch die Quecksilberdampf-Hochdrucklampen bzw. im üblichen Sprachgebrauch HQL-Lampen, welche nach der EU-Richtlinie ab dem 13. April 2015 nicht mehr in den Handel gebracht werden dürfen. Für alle HQL-Leuchten bedeutet dies praktisch das komplette Aus in den nächsten Jahren. Die HQL-Lampen dürfen soweit betrieben werden, bis die Vorratsbestände aufgebraucht sind.

Energieeffiziente Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) und LED-Lampen sind vom Lampenverbot befreit. Diese können in den nächsten Jahren bedenkenlos nachgekauft und eingesetzt werden.

Natriumdampf-Hochdrucklampen und LEDs sind umweltschonend, weil kein giftiges Quecksilber enthalten ist. Mit jeder Kilowattstunde, die eingespart wird, sinkt der Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂). Mit LEDs werden die höchsten CO₂-Einsparungen erzielt.

Beurteilung:



Lichtimmission

Als „Lichtverschmutzung“ oder „Lichtsmog“ wird bei der Beleuchtung die Lichtemission bezeichnet, die nach oben strahlt und den Himmel erhellt. Wenn das Licht der Straßenbeleuchtung störend in Wohnräume der Anwohner dringt, beschweren sie sich zu Recht.

Energieeffiziente Leuchten mit moderner Reflektortechnik für Natriumdampf-Hochdrucklampen reduzieren die Streuverluste. LED-Leuchten mit ausgefeilten Optiken lenken das Licht mit einem hohen Wirkungsgrad nur dorthin, wo es wirklich benötigt wird. Der Anteil des Nutzlichts bei LEDs ist am größten.

Beurteilung:



Lebensdauer

Bei geeigneten Betriebsbedingungen beträgt die Lebensdauer von modernen LEDs nach Herstellerangaben etwa 50.000 Stunden. Für den Betrieb in der Straßenbeleuchtung mit zirka 4.100 Brennstunden im Jahr ist die Nutzlebensdauer der LEDs nach 12 Jahren erreicht, danach müssen diese ausgetauscht werden.

Am Ende ihrer Lebensdauer gehen LEDs nicht einfach aus, sie leuchten nur schwächer. Die Lichtleistung und damit die Helligkeit auf der Straße nehmen um mehr als 30 Prozent ab.


Dagegen beträgt die Lebensdauer von modernen Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) mit Doppelbrennerfunktion etwa 48.000 Stunden bei einem Helligkeitsverlust von etwa 15 Prozent.

Für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Straßenbeleuchtung werden Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) nach einer Betriebszeit von etwa 5 - 6 Jahren ausgetauscht. Der Helligkeitsverlust beträgt nach Ende der Betriebszeit laut Herstellerangaben etwa 10 Prozent bei einer Ausfallrate der Lampen kleiner 5 Prozent.

Die Alterung der LEDs, auch Degradation genannt, wird u.a. durch die Betriebs- und Umgebungstemperatur sowie der Produktqualität deren Halbleiterelemente und Verarbeitung beeinflusst.

Der alterungsbedingte Lichtstromrückgang der LEDs kann durch Nachregeln der Bestromung der LEDs über die Lebensdauer kompensiert werden. Der altersbedingte Lichtstromrückgang wird durch höheren Betriebsstrom kompensiert um den Helligkeitsverlust auszugleichen. Der Energieverbrauch der LED-Leuchte steigt mit zunehmender Betriebszeit um etwa 20 Prozent.

Die Technik der Konstantlichtstromregelung erlaubt eine gleichbleibende Helligkeit bis zum Ende der Nutzlebensdauer, jedoch zu Lasten eines zunehmenden Energieverbrauchs.

Beurteilung: 

Elektronische Bauteile und Überspannung

Überspannungen, resultierend aus Blitzeinschlägen und Schaltvorgängen im Netz, können die empfindliche Elektronik schädigen und damit einen Frühausfall der LED-Leuchten verursachen. Schäden zeigen sich dabei in Teil- oder Komplettausfällen der LED-Module, Zerstörung der LED-Treiber, Helligkeitsverlust oder im Ausfall der Steuerelektronik.


Gegenüber der robusten und einfachen Bauweise von konventionellen Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) ist in LED-Leuchten eine Vielzahl von sensiblen, elektronischen Bauteilen verbaut. Diese können durch kurzzeitige Spannungserhöhungen geschädigt werden bis hin zum Totalausfall.

Zur Minimierung der Gefahren und Risiken sieht das EWR-Schutzkonzept für LED-Leuchten einen gestaffelten Überspannungsschutz von 10 kV vor.

Überspannungsableiter mit Direktanschluss an LED-Leuchten bzw. Kabelübergangskästen sowie Kombi-Ableiter in den Stromkreisen sorgen dafür, dass Risiken eines Frühausfalls der LEDs durch Überspannungen minimiert werden.

Die Vorsichtsmaßnahmen werden getroffen, da die Wiederbeschaffung von defekten elektronischen und optischen Bauteilen mit hohen Kosten verbunden ist.


Die technische Umsetzung des zweistufigen Schutzkonzepts zum Schutz der empfindlichen Elektronik in LED-Leuchten gegen Überspannung ist mit Zusatzkosten verbunden

Beurteilung: 

Wartung

LED-Leuchten sind wartungsarm, jedoch nicht wartungsfrei. Trotz der hohen Lebensdauer der LEDs von etwa 50.000 Stunden müssen in regelmäßigen Zeitabständen Abdeckgläser gereinigt und elektrische Prüfungen an LED-Leuchten durchgeführt werden. Damit wird Funktion und sicherer Betrieb der Beleuchtungsanlage sichergestellt. Dies gilt auch für konventionelle Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen für die ein Austausch der Lampen nach etwa 24.000 Stunden vorgesehen ist.

Die regelmäßige Inspektion der Leuchten mit Sichtprüfung, Reinigung und Funktionskontrolle sind Bestandteil der Wartungskosten. Die Wartungskosten für LED-Leuchten sind erfahrungsgemäß günstiger gegenüber konventionellen Leuchten.

Beurteilung: 

Technologie

Neben einer hohen Lichtausbeute mit hervorragender Lichtqualität und Farbwiedergabe, verfügt die LED in der Anwendung und bei der richtigen Produktauswahl im Vergleich zu klassischen Leuchtmitteln über einige Vorteile.

LEDs sind stoß- und vibrationsfest und damit unempfindlich gegen Erschütterungen. Außerdem sind LEDs flexibel in Form und Farbe und sehr kompakt in ihrer Größe. Insbesondere in der Lichtgestaltung und Illumination von Objekten kommen die Eigenschaften der LEDs hier besonders zur Geltung.

LEDs geben beim Einschalten sofort ein flackerfreies Licht und sind stufenlos dimmbar. Konventionelle Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) benötigen nach Einschalten eine sogenannte Einbrennzeit von einigen Minuten bis die Lampe den maximalen Lichtstrom erreicht. Auch für sofortige Wiedereinschaltung sind Hochdrucklampen nicht geeignet.

Die Produktion von LEDs unterliegt keiner harmonisierten Normung. Anders als bei Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) mit genormtem E27 Schraubgewinde und Lampensockel ist ein herstellerunabhängiger Austausch von LED-Leiterplatten in den Leuchten zurzeit nicht möglich. Bauform der Leiterplatte mit Befestigung, Bestückung und Bestromung der LED-Chips sind nicht genormt und damit zu anderen LED-Leuchten nicht kompatibel. Eine Kaufentscheidung zu Gunsten eines Produkts bedeutet gleichzeitig die langfristige Kundenbindung mit dem Hersteller bzw. Lieferant.

LEDs sind zurzeit nur eingeschränkt einsetzbar. Viel Licht für Hauptverkehrsstraßen bedeutet hohe elektrische Leistung und damit hohe thermische Beanspruchung der Halbleitertechnik. Alterung und Frühausfall der LEDs werden begünstigt. Belastbare Langzeiterfahrungen für High-Power LEDs für den Betrieb in Hauptverkehrsstraßen mit viel Licht liegen zurzeit nicht vor. Zudem verursachen hohe Lichtströme Blendungen durch das stark fokussierte Licht der LEDs. Die Verkehrssicherheit wird beeinträchtigt.


Mangelhafte Qualität in der Verarbeitung verursachen Haftungsprobleme der LED-Chips auf dem Bond Layer bzw. der Leiterplatte. Der elektrische Kontakt wird unterbrochen und Frühausfälle

drohen. Dazu lösen sich die Weichmacher aus den Silikonlinsen, trüben die Linsenoptik, weshalb diese weniger Licht emittieren.

Fehlerhafte Materialauswahl von Leiterplatten kann den Frühausfall der LED-Leuchten begünstigen. Eine falsche Materialzusammensetzung in den Leiterplatten kann dazu führen, dass der vom LED-Chip erzeugte Wärmestrom unzureichend an das Metallgehäuse abgeführt wird. Der Wärmestau beschleunigt die Alterung der LEDs und begünstigt einen Frühausfall.

Bei der Produktion von LEDs kommt es innerhalb einer Charge immer wieder zu Abweichungen hinsichtlich Lichtstrom und Farbtemperatur. LEDs auf einer Leiterplatte leuchten unterschiedlich hell und wechseln im Farbton zwischen warm- und kaltweiß. Auch können Verunreinigungen im Halbleiterelement mit falschen Phosphorkonzentrationen zu Falschfarbendarstellung führen. Ein LED-Chip leuchtet blau statt weiß. Klassifizierung und Sortierung (Binning) der LEDs sorgen dafür, dass alle LED-Chips einer Charge annähernd gleiche Werte aufweisen. Je aufwendiger das Auswahl- und Qualitätsverfahren der Hersteller umso teurer die LEDs.

Daher auf Qualität achten. Für LEDs werden weitere Effizienzsteigerungen erwartet. Besonders für Anwendungen mit hoher Lichtleistung ist das Thermomanagement für Hochleistungs-LEDs noch nicht ausgereift. Bei der Produktauswahl ist auf qualitativ hochwertige LED-Leuchten von namhaften Herstellern zu setzen mit verbindlichen und langfristigen Garantieerklärungen.

Beurteilung: 

Preis

Der Anschaffungspreis von LED-Leuchten ist noch relativ teuer. Der Preis richtet sich u.a. nach Hersteller, technischer Ausstattung und Design.


Bei technischen Straßenleuchten beträgt der Preisunterschied von LED-Leuchten gegenüber konventionellen Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) 50 – 100 Prozent, bei dekorativen Leuchten muss etwa der 2 bis 3-fache Preis bezahlt werden. Straßenleuchten sind für eine Nutzlebensdauer von über 30 Jahren ausgelegt.

Die Lebensdauer der elektronischen Baugruppen mit Vorschaltgerät, Steuereinheit und Treiberelektronik, als auch die optischen Baugruppen mit LED-Module von LED-Leuchten sind mit etwa 50.000 bis 60.000 Stunden zeitlich begrenzt, so dass die Baugruppen laut Herstellerangaben nach etwa 12 bis 15 Jahren ausgetauscht werden müssen. Die Baugruppen sind während der Nutzlebensdauer der Leuchte demzufolge 2-mal komplett auszutauschen.

Für Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht) ist ein Austausch nach etwa 24.000 Stunden bzw. einer Betriebszeit von 5 – 6 Jahren vorgesehen. Die Lampen werden während der 30-jährigen Nutzlebensdauer der Leuchte 5-mal ausgetauscht.

Die Kosten für einen Kompletttausch eines LED-Moduls sind zurzeit nach aktuellen Angaben etwa 10-mal höher gegenüber einem Austausch einer vergleichbaren Natriumdampf-Hochdrucklampe.

Anschaffungs- und Folgekosten für die Wiederbeschaffung der Materialien sind bei den LED-Leuchten zurzeit wesentlich höher gegenüber konventionellen Leuchten mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (gelbes Licht)

Beurteilung: 

Sicherheit und Herstellergarantie

Der Markt für LEDs wächst sehr rasch, das Angebot ist groß und unübersichtlich. Die Entwicklung und Produktion qualitativ hochwertiger LED-Systeme erfordert viel Know-how – und steckt leider nicht in jedem Produkt, das auf dem Markt erhältlich ist.

So genügen manche Produkte nicht den Mindestanforderungen an Sicherheit und Qualität. Für LED-Leuchten gibt es aktuell keine genormten Standards und oft treten Mängel erst nach Kauf und Installation zu Tage.

Billigprodukte enttäuschen nicht nur bei Lichtleistung und Lichtqualität, sondern vor allem bei der Lebensdauer. Typenschilder werden teils fehlerhaft gekennzeichnet und der Verbraucher getäuscht und verunsichert. Technische Datenblätter werden mit „geschönten“ Angaben für den Anwender frisiert.

Die Ersatzbeschaffung von defekten Bauteilen der LED-Leuchten innerhalb der Garantiezeit ist kostenfrei. Die gesetzliche Herstellergarantie wird in der Regel mit zwei Jahren angegeben. Darüberhinaus kann mit den Herstellern eine individuelle Garantieerklärung vereinbart werden, die einen Garantieanspruch auf kostenlose Reparatur und Ersatzteillieferung von bis zu 10 Jahren festschreiben.


EWR empfiehlt daher die Garantieleistung stets auf das komplette Beleuchtungssystem bzw. die LED-Leuchte abzustellen.

Außerhalb der Garantiezeit sind die Kosten für die Wiederbeschaffung von defekten Bauteilen und Komponenten der LED-Leuchten direkt von den Kommunen als Eigentümer der Beleuchtungsanlage zu tragen.

Mangelhaft verarbeitete LEDs, Module mit ungenügender Isolierung und schlecht konstruierte LED-Leuchten verspielen nicht nur die Vorteile der LED, sie können auch ein echtes Sicherheitsrisiko darstellen.

Anerkannte Prüfzeichen geben Sicherheit. Achten Sie daher beim Kauf, dass die LED-Leuchten mit dem ENEC-Zeichen oder besser noch VDE-Zeichen gekennzeichnet sind. Die komplette LED-Leuchte ist als Gesamtsystem nach den Sicherheitskriterien zu prüfen und sichtbar an jeder Leuchte mit dem ENEC- oder VDE-Zeichen zu kennzeichnen. Der sichere Betrieb der LED-Leuchte ist nicht erfüllt, wenn nur ein Bauteil in der Leuchte die Sicherheitskriterien erfüllt.

Die hohen Sicherheitsstandards in den Versorgungsnetzen lassen in der Regel nur LED-Leuchten in der Ausführung mit Schutzklasse II zu.

Beurteilung: 

Leistungsreduzierung

Die Straßenbeleuchtung wird in der Regel als Zwei-Stufenschaltung betrieben. In den nächtlichen Dunkelstunden, wenn das Verkehrsaufkommen abnimmt, wird die Beleuchtung in diesem Zeitabschnitt einer verringerten Verkehrsbelastung angepasst. Die Beleuchtung wird im Halbnachtbetrieb reduziert.

Der Zeitabschnitt für die Reduzierung der Beleuchtung ist individuell und kann beispielsweise für 22:30 Uhr bis 05:00 Uhr festgelegt sein.

Die Leistungsreduzierung von LEDs erfolgt im Halbnachtbetrieb auf 50 Prozent. Das Regeln der Helligkeit erfolgt ohne Qualitätsverlust. Für Natriumdampf-Hochdrucklampen kann eine Leistungsreduzierung von 30 Prozent erreicht werden.

Im leistungsreduzierten Betrieb sind mit LEDs höhere Energieeinsparungen möglich gegenüber dem Betrieb mit Natriumdampf-Hochdrucklampen (Gelbes Licht)

Beurteilung: 