

licht.de

# licht.forum 58

Nachhaltigkeit und Ökologie in der Außenbeleuchtung





01

## Moderne Beleuchtung ist nachhaltig

Diese Ausgabe unserer Reihe „licht.forum“ richtet den Fokus auf „Nachhaltigkeit und Ökologie in der Außenbeleuchtung“. Wir möchten damit Entscheider in Kommunen und Industrie auf den neuesten Stand bringen und ihnen einen Überblick über die vielfältigen Aspekte dieses so wichtigen Themas verschaffen.

In Deutschland werden mittlerweile für die Beleuchtung im gewerblichen, industriellen und kommunalen Sektor circa 90 Prozent der Leuchten mit LED-Technik verkauft. Der Markt hat sich sehr schnell zugunsten dieser Technologie mit ihren vielen Vorteilen gewandelt: das hohe Energieeinsparpotenzial auch im Hinblick auf Klimaschutzziele, die lange Lebensdauer, verbunden mit den Kosteneinsparungen bei Betrieb und Wartung. Aber auch für die ökologischen Erfordernisse wie Arten- und Umweltschutz hat die heutige Lichttechnik die richtigen Lösungen zu bieten, wie die vielen Beispiele in dieser Broschüre zeigen.

Moderne Lichttechnologie schöpft dafür die Möglichkeiten der Digitalisierung aus: Vernetzte Beleuchtungsanlagen reagieren selbstständig auf Veränderungen in der Umgebung und fahren ihre Leistung bedarfs- und umweltgerecht herauf oder herunter. Das erfordert nicht nur hochwertige Produktlösungen, sondern auch ein Mehr an Know-how bei Entwicklung, Planung und Umsetzung nachhaltiger Konzepte.

Die deutsche Lichtbranche sieht sich als Partner von Industrie und Kommunen. Sie wird nicht müde, ihre Produkte an den sich wandelnden Herausforderungen in Bezug auf CO<sub>2</sub>-, Energie- und Kosteneinsparungen auszurichten. Sie bietet nachhaltige Konzepte und Systeme an, die Anforderungen für Klima- und Umweltschutz sowie Bedürfnisse nach Sicherheit, Komfort und Finanzierbarkeit verbinden.

# Die Welt wird immer heller

Wohnen, Arbeiten, Sport, Kultur, Freizeit, Mobilität – moderne Außenbeleuchtung im öffentlichen Raum, auf Wegen, Straßen, Sportplätzen, Parkanlagen, Werksgeländen oder auf privaten Grundstücken ermöglicht es den Menschen, unabhängig von Tages- und Jahreszeiten ihren Bedürfnissen nachzugehen. Beleuchtung erhöht die Sicherheit im Straßenverkehr und das Sicherheitsgefühl der Menschen. Die Beleuchtung von Fassaden, Gebäuden und Plätzen sind Bestandteil von Architektur, Ästhetik und Atmosphäre insbesondere in Innenstädten und an touristischen Orten.

Ebenso vielfältig wie ihre Anwendungsgebiete sind die heutigen Anforderungen an die Beschaffenheit der Außenbeleuchtung: ausreichendes Licht im Verkehr, gedämpftes Licht in Altstadt und Wohnvierteln und am besten gar kein künstliches Licht für die Natur – und das möglichst energie- und kostensparend.

Die Beleuchtung im Außenbereich nimmt zu, ein Trend, der durch wirtschaftliche Entwicklung, Urbanisierung und Tourismus weltweit verstärkt wird – unsere Welt wird immer heller. Doch die Zunahme von künstlichem Licht hat auch eine Schattenseite: Die Entwicklung nächtlicher Lichtimmissionen muss sorgsam beobachtet werden.

## Lichtimmissionen: Wenn Licht stört

Wenn das Licht einer Außenbeleuchtung derart abstrahlt, dass es in angrenzende Wohnhäuser dringt und Anwohner stört, ist die Rede von Lichtimmissionen. Als „Lichtverschmutzung“ oder „Lichtsmog“ wird bei der Beleuchtung städtischer Ballungsräume die Lichtimmission bezeichnet, die nach oben strahlt und den Himmel erhellt. Künstliches Licht durch Straßenbeleuchtung, angestrahlte Bauwerke, Flutlichtanlagen und Leuchtreklame haben vielfältige Auswirkungen auf Mensch und Natur.

## Bundes-Immissionsschutzgesetz

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) stuft Lichtverschmutzungen als schädliche Umwelteinwirkungen ein, wenn sie durch Art, Ausmaß oder Dauer Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit herbeiführen. Bei der Planung neuer Lichtanlagen oder bei Sanierungen sollte die zuletzt 2012 aktualisierte „Richtlinie zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ (Licht-Richtlinie), die der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) den Umweltbehörden zur Anwendung empfohlen hat, Anwendung finden. Sie nennt maximal zulässige Werte, die von Gerichten maßgeblich zur Rechtsprechung herangezogen werden.

Unter „Anlage“ werden hierbei allerdings nur solche Lichtanlagen (und ihre Bestandteile) verstanden, wie sie in § 3 Abs. 5 BImSchG definiert sind. Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen und dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten gehören nicht zu den Anlagen.

## Lichtimmissionen als Problem für den Menschen

Die Blendung durch Straßenbeleuchtung, Licht von Gebäuden, Fahrzeugen oder Flugzeugen ist ein häufiger Beschwerdegrund von Anwohnern. Die Aufhellung des Nachthimmels im Bereich besiedelter Gebiete macht es für professionelle Astronomen schwieriger, Beobachtungen durchzuführen. Sie verhindert, dass Menschen den Nachthimmel und die Sterne sehen können.

## Lichtimmissionen als ökologisches Problem

Lichtimmissionen beeinflussen Ökosysteme. Sie stören zum Beispiel nachtaktive Insekten, Vögel oder Fledermäuse in ihrer Orientierung und beeinflussen damit negativ Paarungsverhalten, Nahrungssuche oder das Auffinden von Brutplätzen. In der Folge können Arten dezimiert werden. Eine Dezimierung einzelner Arten kann schwerwiegende Folgen für das gesamte Ökosystem haben und damit unsere Nahrungsgrundlage gefährden. So kontrollieren und reduzieren Vögel und Fledermäuse die Anzahl von Agrarschädlingen. Viele unscheinbare Insekten nehmen eine wichtige Bestäuberfunktion in der Agrarwirtschaft ein. Die ökologische Leistung



## Empfehlungen der Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG)

Um die Außenbeleuchtung ökologisch vorteilhafter zu gestalten, formulierte die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (LiTG) bereits 1997 Empfehlungen, deren Gültigkeit bis heute besteht. Demnach

- sollen nur Lichtquellen eingesetzt werden, die vorwiegend langwelliges Licht emittieren;
- soll auf den Einsatz von Quecksilber-Hochdruck- und Mischlichtlampen sowie Leuchtstofflampen verzichtet werden;
- sollten Leuchten nach oben und zur Seite abgeschirmt sein;
- sollte die Leuchtenoberseite keine Kühlschlitze aufweisen und sich nicht über 60 °C erhitzen;
- sollte die Beleuchtungsstärke und Lichtpunkthöhe auf das Minimum, heute nach DIN EN13201, reduziert werden.

der Insekten ist jedoch weitaus vielfältiger. Insekten dienen unter anderem als wesentlicher Baustein in der Nahrungskette, der biologischen Schädlingskontrolle, der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder der Gewässerreinigung.

### Die Lösung: Lichtimmissionen von vornherein reduzieren

Den besten Schutz gegen „Lichtimmissionen“ bieten Straßen- und Außenleuchten, die ihr Licht gezielt dorthin lenken, wo es benötigt wird: zu definierten Zeiten auf Straßen, Wegen und Treppen.

Die Lichttechnik steht bereit – effiziente LED-Leuchten mit präziser Lichtlenkung und digitales Lichtmanagement tragen viel dazu bei, unerwünschte Lichtimmissionen zu reduzieren und nachaktive Tiere zu schonen.

Lichtimmissionen lassen sich auf vielfältige Weise bereits durch Planung und Auswahl der geeigneten Beleuchtung reduzieren, damit Licht nur dorthin fällt, wo und auch wann es gebraucht wird:

Geeignete Optiken, eine gute Lichtplanung sowie der Einsatz gerichteter Beleuchtung und abgeschirmter Leuchten vermeiden das Auftreten von Streulicht.

Eine optimale Anlagengeometrie vermeidet Aufneigung von Leuchten und berücksichtigt Hügel und Kurven in der Lichtplanung sowie mögliche Blendung auf Fensterflächen.

Digitales Lichtmanagement und intelligente Steuerung (z. B. durch Lichtlevel- oder Präsenzsensoren, Dimmkalender) ermöglichen es, Licht nur dann einzusetzen, wenn es tatsächlich benötigt wird.

Ein eher neuer Aspekt ist der Einsatz bestimmter Lichtfarben bzw. Lichtspektren zur Vermeidung oder zumindest effizienten Reduzierung negativer Auswirkungen auf Mensch und Ökosystem.

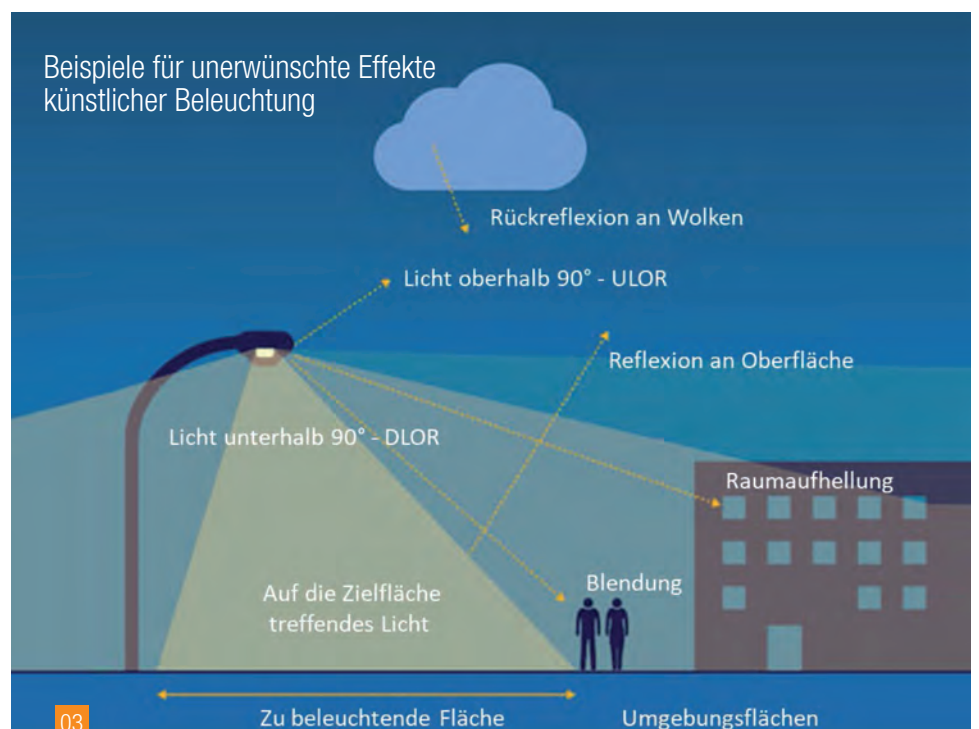
02 Foto: Trilux

03 Grafik: signify

04 Foto: Uncle Sam – stock.adobe.com

05 Grafik: Narva Lichtquellen GmbH

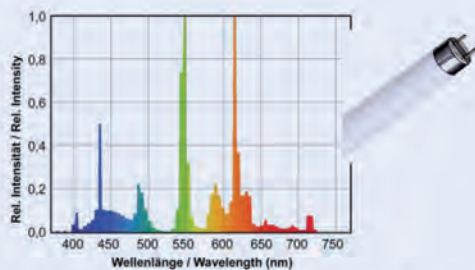
06 Grafik: Lunux





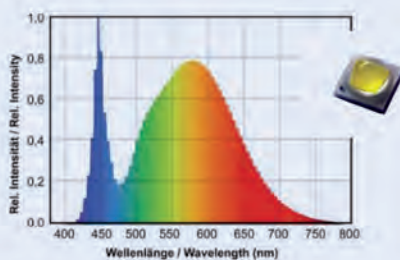
04

## Lichtspektren verschiedener Leuchtmittel



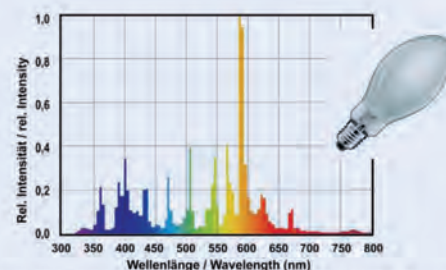
### Leuchtstofflampe (4000 K neutralweiß)

→ geringer Anteil im UV-, deutlicher Anteil im Blaubereich



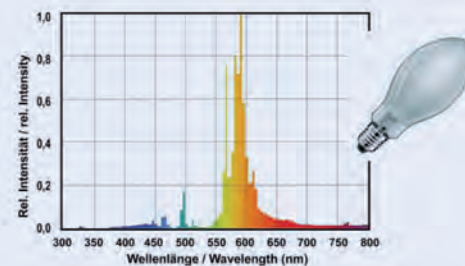
### LED (4000 K, neutralweiß)

→ kein UV-, deutlicher Blaupeak bei ca. 450 nm



### Quecksilberdampf Lampe (4000 K neutralweiß)

→ deutlicher Anteil im UV- und Blaubereich



### Natriumdampf Hochdrucklampe (gelb)

→ geringer Anteil im UV- und Blaubereich

05

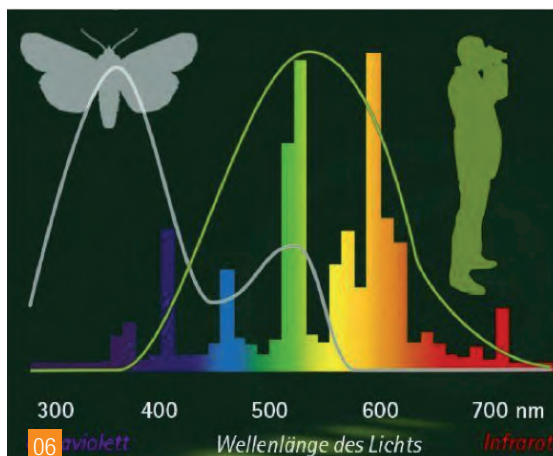
# Ökologie in der Außenbeleuchtung

Fakt ist: Künstliches Licht lockt Insekten an. Für nachtaktive, in ihrer Lebensweise an die Dunkelheit angepasste Tiere besteht daher die Gefahr, dass künstliches Licht ihren natürlichen Lebensrhythmus empfindlich stört, was zu starken Beeinträchtigungen bei der Nahrungssuche und Fortpflanzung führen kann. Etwa 30 bis 40 Prozent der von Straßenleuchten angezogenen Insekten sterben wenig später in Folge von Überhitzung, Dehydration oder Räuberei. All diese Risiken betreffen unter anderem zahlreiche Arten, die nach der Bundesartenschutzverordnung und der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie besonders oder streng geschützt sind. Laut dem Naturschutzbund Deutschland (NABU) verenden hierzulande bis zu 150 Billionen Insekten pro Jahr an Straßenlaternen.

Insektenaugen haben eine andere spektrale Empfindlichkeit als das menschliche Auge. Der Mensch hat die höchste Hellempfindlichkeit im Bereich um 555 Nanometer (1 nm = 1 Milliardstel Meter), wobei die geringste noch wahrnehmbare Wellenlänge bei 380 nm definiert ist. Anders verhält es sich jedoch mit Insektenaugen. Sie nehmen Licht mit hohen blauen und ultravioletten Anteilen viel heller wahr als wir Menschen. Nachtfaltern reicht zum Bei-

spiel das Licht von Mond und Sternen aus, um sich in der Dunkelheit zu orientieren. Das Maximum der Hellempfindung eines Nachtfalterauges befindet sich beispielsweise im Bereich zwischen 360 nm und 410 nm. Die Fliege (Art *Musca*, Ordnung Diptera) besitzt neben einem Maximum bei ca. 350 nm auch eines bei ca. 490 nm. In der relativen spektralen Empfindlichkeit ergeben sich also Unterschiede zwischen tag- und nachtaktiven sowie zwischen verschiedenen Insektenfamilien.

Das größte Helligkeitsempfinden nachtaktiver Insekten liegt außerhalb des für den Menschen sichtbaren Lichtspektrums im UV-Bereich (< 400 nm) und erstreckt sich bis in den Blau- (450 nm) und Grünbereich (550 nm)



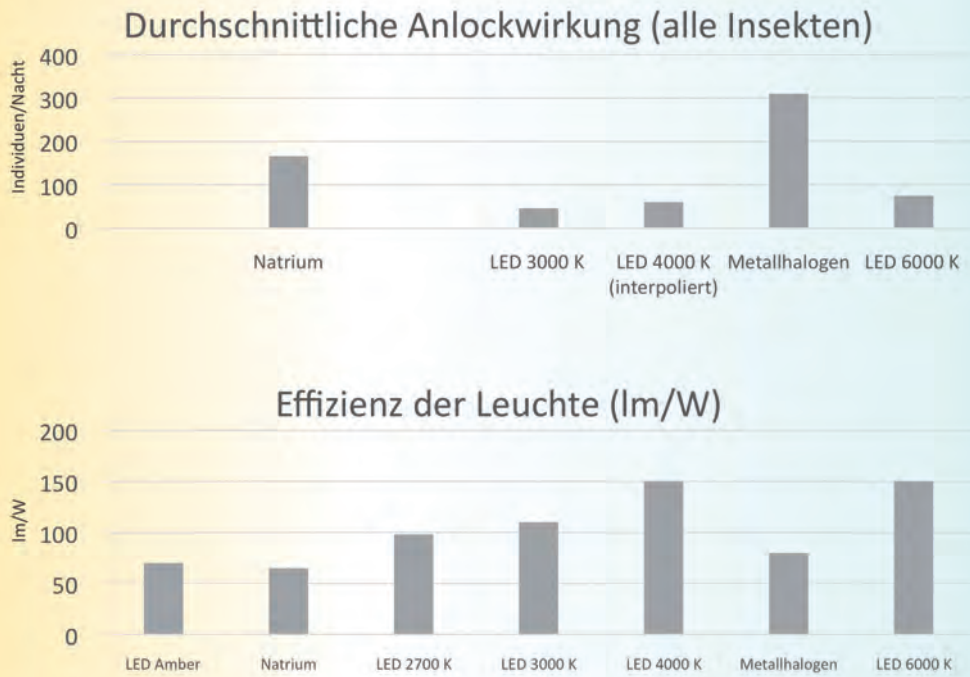
06 violett

Wellenlänge des Lichts

Infrarot

Das größte Helligkeitsempfinden nachaktiver Insekten liegt außerhalb des für den Menschen sichtbaren Lichtspektrums im UV-Bereich (unterhalb von 400 nm) und erstreckt sich bis in den Blau- (450 nm) und Grünbereich (550 nm). Dass diese auch von Lichtquellen mit UV-Anteil verstärkt angezogen werden, bestätigt sich in mehreren Studien [[17] A. Barghini and B. A. Souza de Medeiros, "UV Radiation as an Attractor for Insects," LEUKOS, vol.9, no. 1, pp. 47-56, 2012, doi: 10.1582/LEUKOS.2012.09.01.003.]

## Durchschnittliche Anlockwirkungen auf Insekten (Individuen pro Nacht) und die Effizienz (Lumen pro Watt) verschiedener Leuchten



07

Eine Übersicht verschiedener relativer spektraler Empfindlichkeiten findet sich in der folgenden Abbildung. Insgesamt zeigt sich, dass Tiere im Vergleich zum Menschen tendenziell eine höhere Empfindlichkeit im kurzwelligeren Wellenlängenbereich aufweisen.

Die anlockende Wirkung von Licht und insbesondere von Straßenbeleuchtung mit unterschiedlichen Leuchtmitteln auf Insekten wurde bereits in vielen Studien untersucht. So nehmen nachtaktive Insekten zum Beispiel die spektrale Zusammensetzung und die Helligkeit des Lichts von Leuchtstofflampen und Quecksilberdampf-Hochdrucklampen deutlich stärker wahr als Menschen. Auch das schwache Mondlicht, das sie vermutlich zur Orientierung nutzen, empfinden sie als deutlich heller. Das Licht von Natriumdampf-Hochdrucklampen ohne UV-Anteil erscheint Insekten dagegen dunkler. Denn gegenüber gelborangefarbenen und roten Spektralanteilen im Licht sind sie nahezu unempfindlich; der Insektenanflug wird durch den Einsatz von Lichtquellen mit warmen Lichtfarben also vermindert.

Auch das Licht energieeffizienter LEDs besitzt dank der nicht vorhandenen UV-Strahlung insgesamt eine geringere Anlockwirkung auf Insekten als herkömmliche Beleuchtung. LED-basierte Lichtquellen zur Straßenbeleuchtung zeichnen sich durch

ein breiteres Spektrum im Bereich zwischen ca. 420 nm und 780 nm aus. Aufgrund der verwendeten blauen LED zur Erzeugung von weißem Licht besteht ein Emissionsmaximum bei 450 nm. Dieses variiert je nach verwendeter Farbtemperatur und ist bei kaltweißen LEDs am größten. Nach aktueller Datenlage scheint es jedoch keinen Zusammenhang zwischen Farbtemperatur und Anlockwirkung zu geben. Glühlampen besitzen eine vergleichsweise niedrige Farbtemperatur, haben jedoch in allen sie betreffenden Studien eine große Anlockwirkung gezeigt. LEDs mit ähnlicher Farbtemperatur hatten hierbei immer eine deutlich geringere Anlockwirkung.

Die leuchtstoffkonvertierte amberfarbene LED, die in Straßenleuchten der neuesten Generation verbaut ist, weist eine Emission ausschließlich im Bereich zwischen 500 und 700 nm auf. Es ist möglich, dass sie eine deutlich niedrigere Anlockwirkung besitzt als andere LED-Lichtquellen. Wissenschaftliche Studien dazu stehen noch aus.

### Lichtspektrum: Blau versus Rot

Der Blauanteil der Lichtquelle ist bezüglich ökologischer Aspekte von besonderer Bedeutung:

- Blaues Licht hat allgemein eine stärkere Anlockwirkung auf Insekten als Licht im roten Spektrum.

### Anlockwirkungen unterschiedlicher Lampentypen:

(HCI TT) Metallhalogen- dampf- Hochdrucklampe 3000–6500 K	198-372 Insekten/Nacht
(NAV T) Natriumdampf- Hochdrucklampe 2000 K	162,9 Insekten/Nacht
LED 6000 K	74,9 Insekten/Nacht
LED 3000 K	41,1 Insekten/Nacht

08

- Auch Menschen empfinden Beleuchtung „kälter“ und damit unangenehmer, je höher der Blauanteil ist. Licht mit einem eher roten Spektrum wirkt dagegen wärmer und „gemütlicher“.
- Aufgrund der Rayleigh-Streuung\* verteilt sich blaues Licht besonders stark in der Atmosphäre und sorgt für eine stärkere Aufhellung des Nachthimmels als Licht mit einem eher roten/orangenem Spektrum.
- Licht im rotorangenen Spektrum verbessert das Kontrastsehen und hat Vorteile zum Beispiel im Nebel. Filtert man den Blauanteil komplett aus dem Spektrum heraus, können Blau- und Grüntöne nicht mehr unterschieden werden (eingeschränktes Farbsehen).

Damit läge die Lösung für die ökologischen Nachteile auf der Hand: der Einsatz von Licht mit einem möglichst roten Spektrum. Doch blaues Licht hat einen entscheidenden, wirtschaftlichen und ökologischen Vorteil: je höher der Blauanteil, desto höher die Energieeffizienz! Je wärmer die Lichtfarbe, desto geringer die Energieeffizienz.

07 Grafik: Signify / Tiroler Landesumweltanwaltschaft: „Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten“, Innsbruck 2010

08 Grafik: Feldstudie Universität Kiel / BUND Schleswig Holstein

09 Foto: creativenature.nl – stock.adobe.com

10 Foto: Alyona – stock.adobe.com



09



10

# Beleuchtung für sensible Außenbereiche

Heutige Lichttechnologie macht es möglich, Beleuchtungen mit speziellen Lichtspektrern zu entwickeln, die helfen, Räume für den Menschen angenehm zu gestalten und dabei den natürlichen Rhythmus nachtaktiver Arten wie Fledermäuse und Insekten möglichst wenig zu stören.

So werden beispielsweise Außenleuchten mit einem speziell für Fledermäuse entwickelten Lichtspektrum eingesetzt. Dank des speziellen Spektrums hat die Beleuchtung keine Auswirkungen auf die Fledermauspopulation und sorgt gleichzeitig für eine adäquate Beleuchtung für die Anwohner. Das Licht wirkt von Weitem sehr rot, ergibt vor Ort aber eine für den Menschen angenehme, warme Beleuchtung und ermöglicht eine gute Sichtbarkeit.

Ein anderes Beispiel liefert die Insel Teneriffa. Dort wurde die Beleuchtung in einer Gemeinde im Inselnorden auf LEDs mit sogenannter amberfarbenen Optik umgestellt, um den Blauanteil des Lichts weitestgehend zu eliminieren. Dies schafft beste Bedingungen für die astronomischen Untersuchungen des Nachthimmels auf der nahe gelegene Insel La Palma, die mit ihren Observatorien ein Ort von Weltrang für astrophysikalische Studien ist.

Der Einsatz von LEDs, die Licht im eher gelben oder roten Spektrum emittieren, bietet sich aber nur für besondere Anwendungsbereiche an, da sie deutlich weniger effizient als solche mit hohem Blauanteil sind. Und ganz ohne Blauanteil geht es in vielen Fällen nicht, da ohne Blau kein weißes Licht möglich ist.

## Digitales Lichtmanagement: bedarfsgerecht beleuchten

Ein wesentlicher Faktor, um Lichtimmissionen zu reduzieren, aber auch um die Effizienz von Beleuchtung zu erhöhen, ist intelligentes Lichtmanagement. Digital vernetzte Beleuchtungssysteme bis hin zur gesamten Beleuchtungsinfrastruktur ermöglichen es, Licht bedarfsgerecht zu steuern: Licht also nur dort und immer ausreichend zur Verfügung zu stellen, wo es gebraucht wird. Aber auch nur dann, wenn es benötigt wird.

Mithilfe von Sensoren und Software wird das Licht zum Beispiel entsprechend Tages- und Nachtzeiten gesteuert, wird ein- und ausgeschaltet oder gedimmt. Per Lichtsteuerung reduziert sich die Beleuchtung in den weniger frequentierten Nachtstunden von selbst. Bewegungssensoren

erfassen zudem, wann Personen auf Straßen, Wegen oder in anderen öffentlichen Bereichen unterwegs sind. Durch mitlaufendes Licht reduziert sich die Beleuchtung dann auf ein Minimum.

Ein intelligentes Lichtmanagement verringert Lichtimmissionen und spart Energiekosten, ohne dass auf Sicherheit und Komfort verzichtet wird. Durch vereinfachte und effizientere Wartung schont Lichtmanagement die Ressourcen zusätzlich.

Gedimmte und in Zeiten geringen Bedarfs ausgeschaltete Beleuchtung wirkt sich potenziell auch positiv auf Insekten aus. In einem Feldexperiment (Davies et al.) wurde die Anlockwirkung von weißen LEDs auf Spinnen und Käfer untersucht. Am effektivsten erwies sich dabei eine Kombination aus Dimmung (um 50 %) und einem Ausschalten der Leuchten (zwischen 0 Uhr und 4 Uhr). Hier konnte die Anzahl der von der Lichtimmission betroffenen Insektenarten deutlich reduziert werden.

Beispiele für unerwünschte Effekte künstlicher Beleuchtung,



Sterne sind besonders schön überm Sternepark der Rhön!

11

## Dimensionierung und Gestaltung

Über den Grad der Anlockung bzw. Schädigung von Tiere entscheiden neben der spektralen Lichtverteilung und Leuchtdichte der Lichtquelle auch der Kontrast zur Umgebung, die Lichtpunkthöhe und der Abstrahlwinkel der Leuchte, der damit die sichtbare leuchtende Fläche auch für Insekten bildet.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt daher die Konstruktion der Leuchte: Ein Großteil des Lichtstroms sollte auf die zu beleuchtende Fläche gerichtet sein und nicht in die Umwelt emittieren. Insbesondere seitlich sichtbares Licht und die Abstrahlung nach oben sollten möglichst vermieden werden. Dies kann durch die Bauart und auch durch Linsen mit unterschiedlichem Strahlungswinkel erreicht werden. Zusätzlich können rückseitige Abschirmreflektoren dafür sorgen, dass das Licht nach vorn und somit zum größten Teil nur auf die zu beleuchtende Fläche strahlt. 50 Prozent des rückwärtigen Lichtanteils lassen sich auf diese Weise bereits mit geringem Aufwand reduzieren. Je nach Anwendungsgebiet kann im Zweifel auf hohe Masten verzichtet werden, indem Leuchten ausgewählt werden, die in geringerer Höhe installiert sind und trotzdem ausreichende Beleuchtung liefern.

Der NABU weist auch darauf hin, dass künstliche Lichtquellen an Siedlungs-

rändern, Stadtparks und außerhalb von Ortschaften, etwa in Gewerbegebieten oder an Schlossruinen, eine hohe Anziehungskraft auf Insekten ausüben. Gerade bei Bauwerken, die allein stehen und weit sichtbar in den Abendhimmel ragen, gilt es, allzu hohe Kontraste zwischen hell und dunkel zu vermeiden, da diese die Tiere ansonsten anlocken könnten. An Objekten, die sich aus der Umgebung abheben, können Lichtexperten daher häufig erst einmal Probebeleuchtungen vor Ort durchführen.

Die Leuchtgehäuse sollten zudem gegen das Eindringen von Spinnen und Insekten geschützt sein, so die Empfehlung des Naturschutzbunds. Um Insekten vor dem Verbrennen zu schützen, sollte die Oberflächentemperatur des Gehäuses 60 °C nicht übersteigen. Dieser Wert lässt sich aber noch unterschreiten.

## Amber– gelbes Licht mit vielen Möglichkeiten

Viele Hersteller bieten ihre Leuchten in der Sonderlichtfarbe Amber an. Das bernsteinfarbene gelbe Licht besitzt eine Farbtemperatur von 1.800 Kelvin und weist eine Emission ausschließlich im Bereich zwischen 500 und 700 Nanometer auf. Es ist möglich, dass amberfarbene LEDs eine deutlich niedrigere Anlockwirkung auf Insekten besitzen als andere LED-Lichtquellen.

Ohne die normativen Anforderungen außer Acht zu lassen, kann das gelbe Licht gezielt in verkehrärmeren Bereichen eingesetzt werden und dort sogar zur Sicherheit beitragen. So führen die farbliche Abhebung bei der Verwendung an Fußgängerüberwegen zu einer gesteigerten Aufmerksamkeit und der Einsatz in Hafengebieten aufgrund der geringeren Lichtstreuung zu einer verbesserten Sicht. Das als warm und behaglich empfundene Licht findet auch speziell bei der Beleuchtung von touristischen Orten oder Parkanlagen besondere Beachtung und hohe Akzeptanz.

Ein besonderes Einsatzgebiet für amberfarbene Beleuchtung sind Regionen, die als sogenannter Sternepark anerkannt werden wollen oder bereits anerkannt sind wie zum Beispiel die Region Westhaveland, das Biosphärenreservat Rhön oder die Sterneparks Eifel und Winkelmoos- Alm. Dazu müssen von den Gemeinden die Empfehlungen der International Dark Sky Association (IDA) umgesetzt werden.

## Die Sicht auf den Sternenhimmel bewahren

Laut Lichtverschmutzungsatlas von 2016 leben 99 Prozent aller Menschen in Europa unter einem von Lichtimmissionen beeinflussten Himmel, rund 60 Prozent können die Milchstraße nicht mehr sehen. Die professionelle Astronomie hat sich mit ihren Einrichtungen und Instrumenten





Jedes Projekt benötigt eine definierte Aufgabenstellung mit Abwägung von allen Beteiligten zu den Umsetzungsschwerpunkten.

Es ist sinnvoll, einen Planungsexperten einzubeziehen, der die folgenden Punkte in der Planung berücksichtigt:

- Leuchtauswahl (keine leuchtenden Seitenteile und kein Licht oberhalb 90°)
- Wahl der richtigen Lichtverteilung
- Wahl der geeigneten Lichtfarbe (3000 K oder darunter)
- Wahl des richtigen Spektrums
- Definition der richtigen Anlagengeometrie
- Wahl des richtigen Lichtniveaus
- Festlegung der Lichtsteuerung für verschiedene Zeitpunkte
- Verringerung/Vermeidung von Lichtimmissionen
- Minimierung der Lichtwirkung auf Flora und Fauna

schon längst in entlegene Gebiete der Erde oder in den Weltraum zurückgezogen. In einigen europäischen Ländern gelten heute gesetzliche Vorschriften mit Augenmerk auf einen echten Nachthimmel, darunter in Frankreich, Kroatien, Tschechien sowie in einigen Regionen in Italien und Spanien.

In Kroatien dürfen Straßenbeleuchtungsanlagen keine Lichtemission über die Horizontale ausstrahlen. Die Lichtfarbe darf nicht über 3.000 Kelvin betragen, in Parkanlagen und Schutzgebieten gelten maximal 2.200 Kelvin. In Südtirol muss die Beleuchtung zwischen 24 und 6 Uhr um mindestens 30 Prozent reduziert werden, beleuchtete Schilder sind in diesem Zeitraum abzuschalten. Skybeamer sind verboten. Beleuchtete Fassaden dürfen eine maximale Leuchtdichte von zwei Candela pro Quadratmeter aufweisen, sie sind um 24 Uhr (Winter) bzw. um 1 Uhr (Sommer) abzuschalten. Ausnahmeregelungen gelten für die zeitlich begrenzte Weihnachtsbeleuchtung.

11 Grafik: licht.de

12 Foto: Александр Беспалый – stock.adobe.com

13 Foto: ryo\_k12 – stock.adobe.com

## Neue Gesetzgebung in Bayern gegen Lichtimmissionen

Vorreiter in Deutschland ist Bayern. Das Bundesland hat 2019 Vorschriften zur Lichtemission in sein Immissionsschutzgesetz und Naturschutzgesetz aufgenommen, die freilich in erster Linie dem Artenschutz dienen sollen.

Danach dürfen öffentliche Gebäude wie Kirchen, Schlösser oder Schulen von 23 Uhr bis zur Morgendämmerung nicht beleuchtet werden. Außerdem bedürfen im Außengebiet beleuchtete und lichtemittierende Werbeanlagen nun einer Genehmigung, die aber bis längstens 23 Uhr zulässig sein darf.

## Inseln der Dunkelheit: Sterneparks

Einen unverfälschten Blick auf einen dunklen Sternenhimmel bieten „Sterneparks“. In Deutschland sind vier Gebiete von der amerikanischen Nichtregierungsorganisation International Dark Sky Association als solche ausgewiesen: der Sternepark Westhavelland in Brandenburg, der Sternepark Nationalpark Eifel in Nordrhein-Westfalen, der Sternepark Winklmoos-Alm bei Reit im Winkl und der Sternepark im Biosphärenreservat Rhön im Dreiländereck Thüringen-Hessen-Bayern.

Ein Sternepark ist eine Auszeichnung, die an Gebiete mit einer besonders schützenswerten und nahezu natürlichen Nachtlandschaft verliehen werden kann. In der Rhön haben sich die Gemeinden darauf geeinigt, bei Neuinstallierungen, Renovierungen oder der Umgestaltung der Straßenbeleuchtungssysteme den Empfehlungen der Fachgruppe Dark Sky der Vereinigung der Sternfreunde e. V. und der Kommission Lichtverschmutzung der Astronomischen Gesellschaft zu folgen. Ein wesentlicher Punkt dieser Empfehlung ist es, die Lichtimmissionen durch gezielte Lichtlenkung und geringere Lichtleistung, insbesondere in den späten Abend- und Nachtstunden mit verringertem Verkehrsfuß, zu reduzieren, ein weiterer aber auch die Verwendung von Leuchtmitteln mit warmweißer Farbtemperatur von 2.000 bis maximal 3.000 Kelvin.

## LED-Licht und Gesundheit: Ist blaues Licht schädlich?

In der Vergangenheit wurde in Medienberichten der Eindruck vermittelt, dass mit der Einführung des blauen LED-Lichts sich die Gefahr für die Gesundheit und auch das Krebsrisiko erhöht habe. Das ist fachlich nicht zu belegen, wie auch bereits in einer durch die EU-Kommission beauftragten Studie 2018 ausgeführt.\*

\*Quelle: [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific\\_committees/docs/citizens\\_leds\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/docs/citizens_leds_en.pdf)  
[https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific\\_committees/scheer/docs/scheer\\_o\\_011.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/scheer/docs/scheer_o_011.pdf)



14

# Hochwertige LED-Beleuchtung ist nachhaltig

LED ist heute die bevorzugte Lichtquelle, auch in der Außenbeleuchtung. Die Umrüstungen von Altanlagen werden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) in Form der „Kommunalrichtlinie“ gefördert. Höhere Lichtausbeute, geringe Wartungskosten und vor allem eine höhere Energieeffizienz zählen zu den technologischen Vorteilen. Allein durch die Umrüstung weg von den

althergebrachten Quecksilberdampfampfen hin zur LED lässt sich der Energieverbrauch um rund 60 Prozent reduzieren. Mithilfe von intelligenter Lichtplanung und -steuerung lassen sich sogar Werte von 70 bis 80 Prozent Ersparnis erzielen (siehe Beispiele).

Moderne Beleuchtungstechnik sorgt für mehr Effizienz in der Außenbeleuchtung.

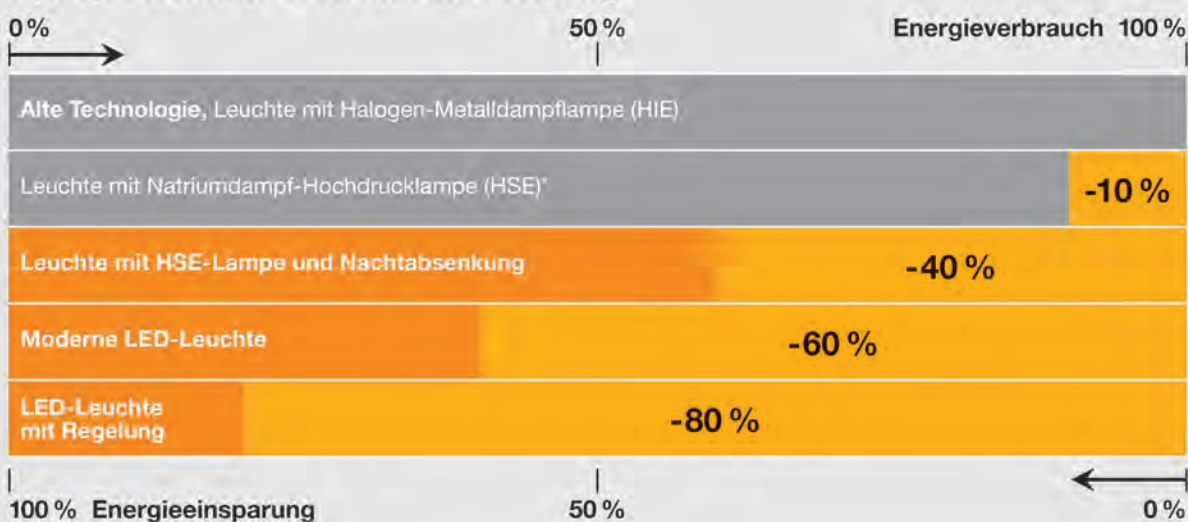
Ein Wechsel auf neue LED-Leuchten mit Lichtmanagement spart bis zu 80 Prozent Strom und Kosten.

14 Foto: licht.de/Signify

15 Grafik: licht.de

16 Grafik: Special Lightletter Tuningen, Hess GmbH Licht + Form, Villingen-Schwenningen

## Sparpotenziale Außenbeleuchtung



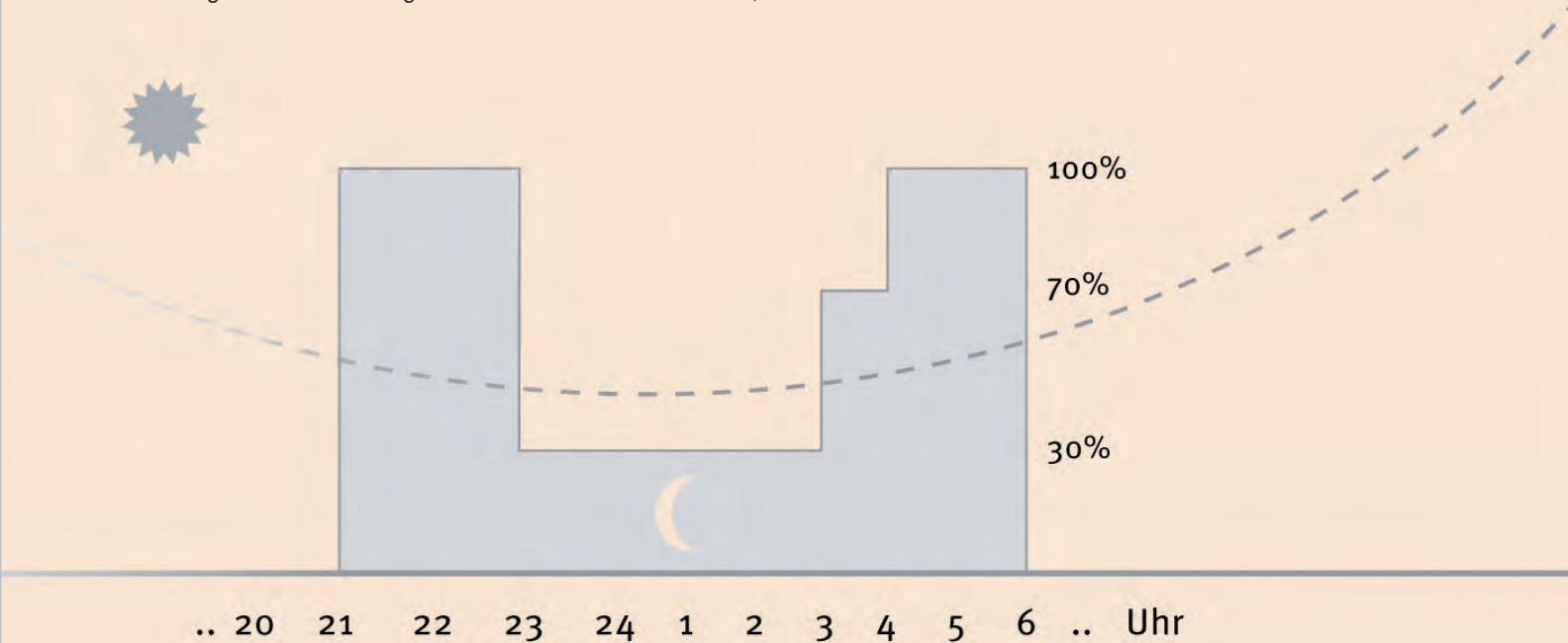
\* HSE-Lampe mit höherer Effizienz (Lumen/Watt) gegenüber HIE-Lampe.

15

© licht.de

Moderne Beleuchtungstechnik sorgt für mehr Effizienz in der Außenbeleuchtung. Ein Wechsel auf neue LED-Leuchten mit Lichtmanagement spart bis zu 80 Prozent Strom und Kosten.

Schema einer zweistufigen Absenkung: Die Leuchten senken ihre Leistung von 23 Uhr bis 3 Uhr automatisch auf 70 Prozent. Ab 3 Uhr steigt die Beleuchtungsstärke wieder auf 70 Prozent, ab 4 Uhr auf volle 100 Prozent.



16

## Beispielstadt für Energieeffizienz

Villingen-Schwenningen hat als erste Stadt ihrer Größe in Deutschland die Außenbeleuchtung auf LED-Technik umgestellt. Innerhalb von zwei Jahren, bis Ende 2019, wurden alle 13.400 Straßenleuchten im Stadtgebiet und den dazu gehörenden Stadtteilen mit energieeffizienter LED-Technologie ausgestattet. Dahinter steht auch ein neues Lichtmanagement. Die neuen Straßenleuchten werden automatisch und abhängig von der Verkehrslage gedimmt. An Hauptverkehrsstraßen und Fußgängerüberwegen strahlen Leuchten in stärkerer Intensität, um die Orientierung und das Sicherheitsgefühl der Bürger zu erhöhen. In Anlieger- und Wohnstraßen inklusive Gehwegen wurde die Leuchtkraft hingegen gesenkt, um weitere Einsparungen zu erzielen. Insgesamt hat sich durch die Investition der Strombedarf um 70 Prozent von zuvor eine Million Euro pro Jahr auf rund 300.000 Euro verringert. Fünf Jahre nach der flächendeckenden LED-Umstellung werden sich die gesamten Umrüstkosten durch die Energieeinsparung amortisiert haben.

Ein weiteres Beispiel hat die Schwarzwald-Baar-Gemeinde Tübingen zu bieten. Hier wurden knapp 500 Lichtpunkte mit modernen und hochwertigen Leuchten-

köpfen mit eingebauten Steuerungssystemen ausgestattet. Mit der Umstellung auf LED-Technik und dem Einsatz der intelligenten Lichtsteuerung verringerte sich der jährliche Energieverbrauch der Gemeinde gegenüber der alten Beleuchtung um rund 141.000 kWh – das entspricht einer Einsparung von rund 82 Prozent. In das Umrüstungsvorhaben hat Tübingen mehr als eine halbe Million Euro investiert; darunter 20 Prozent Fördermittel aus dem Klimaschutztechnologien-Programm des Bundesumweltministeriums.

## Licht planen: die richtige Balance finden

Das Potenzial der LED-Technologie vollumfänglich und nachhaltig zu nutzen, fängt bei einer bedarfsgerechten Lichtplanung an. Hier gilt der Grundsatz: So viel Licht wie nötig, um Sicherheit und Komfort im öffentlichen und privaten Raum und im Straßenverkehr zu erreichen; aber auch nur so viel Licht wie technologisch möglich, um Energiekosten zu sparen und die Lichtimmissionen für Anwohner, Touristen und Umwelt auf ein Minimum zu reduzieren.

Der nachhaltige Einsatz von Licht benötigt individuelle Planung der Beleuchtungsinfrastruktur oder der Anlage, im Idealfall bis zu jedem Beleuchtungspunkt. Dabei

sind wichtige Fragen zu beantworten, zum Beispiel: Welche Anforderungen an die Sicherheit muss die Beleuchtung erfüllen? Gibt es spezifische Bedürfnisse von Anwohnern? Oder: Gibt es besondere Anforderungen an den Artenschutz?

Die verschiedenen Aspekte stehen dabei zum Teil miteinander in Konkurrenz und müssen individuell abgewogen werden. Die Lichtindustrie stellt für die unterschiedlichen Anforderungen vielfältige Produktoptionen zur Verfügung. So lassen sich mit hochwertigen Leuchten Blendungen von Anwohnern und Verkehrsteilnehmern vermeiden. Eine sorgfältig geplante Lichtverteilung und ausgewählte Lichtspektren schaffen Beleuchtungen für jeden Anwendungsfall: zum Beispiel zur Schaffung einer angenehmen Atmosphäre in der Altstadt oder in Wohnsiedlungen, zur Vermeidung von Streulicht für eine bessere Sichtbarkeit des Sternenhimmels oder zum Schutz von Insekten und Fledermäusen – und das immer mit einem größtmöglichen Maß an Energieeffizienz.

licht.de informiert über die Vorteile guter Beleuchtung. Die Fördergemeinschaft Gutes Licht hält zu allen Fragen des künstlichen Lichts und seiner richtigen Anwendung umfangreiches Informationsmaterial bereit. Die Informationen sind herstellerneutral und basieren auf den relevanten technischen Regelwerken nach DIN und VDE.

Ziel von licht.de ist es, über Vorteile und aktuelle Aspekte guter Beleuchtung zu informieren – herstellernerneutral und kompetent. Mit klassischer Pressearbeit, Printmedien und Online-Angeboten wendet sich licht.de an Planer und Architekten, Installateure und Händler sowie an Endverbraucher.

„Wissenspeicher“ ist die Schriftenreihe „licht.wissen“, die heute 21 Titel umfasst. Mit vielen Beleuchtungsbeispielen erläutern diese Themenhefte lichttechnische Grundlagen und zeigen beispielhafte Lösungen. Die Schriftenreihe wird regelmäßig aktualisiert und vielfach auch im Ausland gedruckt.

Das licht.de-Periodikum „licht.forum“ behandelt aktuelle Themen und wendet sich ebenfalls sowohl an den privaten Verbraucher als auch an gewerbliche Anwender.

Ihr umfangreiches Lichtwissen präsentiert die Fördergemeinschaft auch im Internet unter [www.licht.de](http://www.licht.de). Architekten, Planer, Installateure und Endverbraucher finden hier auf rund 5.000 Seiten praxisorientierte Tipps, viele Lichtanwendungen und aktuelle Informationen zu Licht und Beleuchtung. Eine Datenbank mit umfangreichen Produktübersichten weist den direkten Weg zum Hersteller.



€10,- pro Heft!

Die licht.de-Schriftenreihe. Als Heft per Post oder als kostenfreie PDF-Datei (Download) unter [www.licht.de](http://www.licht.de)

- 01 Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2016)
- 02 Besser lernen mit gutem Licht (2012)
- 03 Straßen, Wege und Plätze (2014)
- 04 Licht im Büro, motivierend und effizient (2012)
- 05 Industrie und Handwerk (2018)
- 06 Shopbeleuchtung, attraktiv und effizient (2011)
- 07 Gesundheitsfaktor Licht (2012)
- 08 Sport und Freizeit (2010)
- 09 Sanierung in Gewerbe, Handel und Verwaltung (2014)
- 10 Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung (2016)
- 11 Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie (2005)
- 12 Lichtmanagement (2016)
- 13 Arbeitsplätze im Freien (2007)
- 14 Licht für Wohnräume (2019)
- 15 Gute Beleuchtung rund ums Haus (2009)
- 16 Stadtmarketing mit Licht (2010)
- 17 LED: Grundlagen - Applikation - Wirkung (2018)
- 18 Licht für Museen und Ausstellungen (2016)
- 19 Wirkung des Lichts auf den Menschen (2014)
- 20 Nachhaltige Beleuchtung (2014)
- 21 Leitfaden Human Centric Lighting (HCL) (2018)

All booklets are available in English as PDFs, download free of charge at [www.licht.de/en](http://www.licht.de/en) lets are available in English as PDFs, download free of charge at [www.licht.de/en](http://www.licht.de/en)

## IMPRESSUM

### Herausgeber

licht.de - eine Brancheninitiative des ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Tel. 069 6302-353  
Fax 069 6302-400  
[licht.de@zvei.org](mailto:licht.de@zvei.org)  
[www.licht.de](http://www.licht.de)

### Redaktion, Gestaltung und Realisation:

SWK Semnar & Wolf  
Kommunikation, Frankfurt

### Fotos:

Titelbild:  
Bennymarty stock.adobe.com ,  
alle anderen Bilder und  
Grafiken stammen von  
licht.de-Mitgliedsunternehmen  
oder wurden im Auftrag von  
licht.de angefertigt.

# licht.de

Fördergemeinschaft Gutes Licht  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Tel. 069 6302-353  
Fax 069 6302-400  
[licht.de@zvei.org](mailto:licht.de@zvei.org)  
[www.licht.de](http://www.licht.de)