

licht.de

# licht.wissen 20

Nachhaltige Beleuchtung



Freier Download auf  
[www.licht.de](http://www.licht.de)





# Editorial

*„Hört endlich auf, weiterhin so zu bauen, wie Ihr baut!“  
Frei Otto, 1977*

*Von einer „nachhaltenden Nutzung“ sprach 1713 erstmals Carl von Carlowitz. Er zielte dabei auf einen sorgsamsten Umgang mit der Forstwirtschaft ab: Nur so viel Holz schlagen, wie nachwachsen kann. Rund 300 Jahre später listet die Suchmaschine Google rund acht Millionen Treffer zu „Nachhaltigkeit“. Das Thema hat in den vergangenen Jahren eine prioritäre Stellung in unserer Gesellschaft eingenommen: Wie sichern wir die Zukunft zukünftiger Generationen? Wie gestalten wir unsere Umwelt so, dass wir natürliche Ressourcen schonen, wirtschaftlich vertretbare Lösungen finden und eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung gewährleisten?*

*Für die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. – kurz DGNB – steht der Begriff Nachhaltigkeit für unsere wichtigsten Ziele, darunter die Verpflichtung der gesamten Gesellschaft, Verantwortung für gegenwärtige Probleme wie Klimawandel und begrenzten Ressourcen zu übernehmen, anstatt sie kommenden Generationen zu überlassen. Unser Nachhaltigkeitskonzept reicht dabei über das entwickelte Dreisäulenmodell hinaus: Denn neben Ökologie, Ökonomie und Nutzerkomfort stehen funktionale und technische Aspekte, Prozesse und auch der Standort im Fokus bei der Planung und Umsetzung nachhaltiger Gebäude und Stadtquartiere.*

*Wir wollen die Öffentlichkeit dafür sensibilisieren und gewinnen, dass nachhaltiges Bauen in Zukunft selbstverständlich wird, und Wege aufzeigen, wie dies im Planungs- und Bauprozess gelingen kann. Jeder Bewohner, jedes Gebäude kann zu mehr Nachhaltigkeit beitragen. Das Thema Licht – natürliches und künstliches – bildet einen wichtigen Bestandteil für die Qualität und Wahrnehmung von Architektur. Die gleichsam immateriellen Qualitäten von Licht in Innen- und Außenräumen zu beherrschen, stellt eine besondere Herausforderung für die Planer dar. Eine hochwertige Beleuchtung, die effiziente Lichtquellen und intelligente Technik einsetzt, ist neben der räumlichen Wirkung ein wichtiges Kriterium für eine erfolgreiche Zertifizierung. Dies belegen eindrucksvoll die zahlreichen Gebäude und Stadtquartiere, die in den vergangenen Jahren mit dem DGNB-Gütesiegel ausgezeichnet wurden.*

*Die DGNB würdigt die Bedeutung von Licht und dessen Relevanz für das nachhaltige Bauen unter anderem mit dem Kriteriensteckbrief „Visueller Komfort“. An den Hochschulen bilden die Vermittlung von Grundlagenwissen über Licht und die Integration von Beleuchtungskonzepten in den architektonischen Entwurf wichtige Aspekte in der Lehre der Bachelor- und Masterstudiengänge.*

*Das Phänomen Licht findet unter den Studierenden großes Interesse, so dass sich mit einer gezielten Qualitätssteigerung von Raum durch Beleuchtung ein Thema der Nachhaltigkeit selbstverständlich in das architektonische Konzept verweben lässt.*

*Insofern freue ich mich über das neue licht.wissen 20, das wichtige Informationen und Praxisbeispiele zum Thema nachhaltige Beleuchtung für den Planungs- und Bauprozess zur Verfügung stellt.*

*Prof. Anett-Maud Joppien, Dipl.-Ing. M. Arch.*

*Vizepräsidentin der DGNB, Professorin an der Technischen Hochschule Darmstadt*



**Grünes Licht für die Zukunft**  
Seite 6



**Licht für mehr Nachhaltigkeit**  
Seite 10



**Licht für lebenswerte Städte**  
Seite 12



**Licht – Baustein für nachhaltige Architektur**  
Seite 14



**Nachhaltige Wertschöpfung**  
Seite 16



**Vom Rohstoff bis zur Entsorgung**  
Seite 18





**Lichtkomfort  
und Effizienz**  
Seite 22



**Neues Licht für  
alte Räume**  
Seite 30



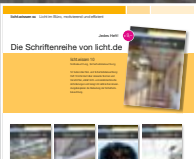
**Grünes Licht hat  
Technik**  
Seite 32



**Glossar**  
Seite 36



**Schriftenreihe,  
Impressum**  
Seite 38





02

## Aspekte nachhaltiger Beleuchtung

Umwelt	Wirtschaft	Mensch
<b>Nachhaltigkeit</b>		
Naturschutz Klimaschutz Ressourcenschutz	Kapital Rentabilität Werterhaltung	Gesundheit Sicherheit Lebensqualität
<b>Nachhaltige Beleuchtung</b>		
Energieeffizienz Vermeidung von Lichtimmissionen Schadstoffbegrenzung Recycling	geringe Stromkosten lange Lebensdauer geringer Wartungsaufwand bessere Produktivität durch besseres Licht	hohe Lichtqualität hoher Bedienkomfort mehr Wohlbefinden bedarfsgerechtes Licht

03

# Grünes Licht für die Zukunft

Nachhaltigkeit bedeutete früher vor allem Umweltschutz. Doch wirklich nachhaltiges Handeln berücksichtigt ebenso wirtschaftliche und soziale Fragen. Zu diesen Aspekten leistet moderne Lichttechnik einen wertvollen Beitrag.

Nachhaltiges Handeln ist so alt wie die Menschheit. Im täglichen Kampf ums Überleben füllten Steinzeitmenschen in Afrika Wasser in Straußeneier und vergruben sie für schlechte Zeiten. In der Antike arbeiteten Architekten und Baumeister mit viel Kunstfertigkeit daran, möglichst unvergängliche Bauwerke zu schaffen. Pyramiden und römische Aquädukte widerstehen bis heute Naturkatastrophen und Erosion und stehen beispielhaft für nachhaltige Architektur.

Doch nicht immer gelang es dem Menschen, nachhaltig zu wirtschaften. Holz war eine der ersten natürlichen Ressourcen, die der zivilisatorischen Entwicklung zum Opfer fielen – wovon noch heute etwa verkarsdete Mittelmeerregionen zeugen. Der Forstwirtschaft ist aber auch unser moderner Nachhaltigkeitsbegriff zu verdanken. Der sächsische Berghauptmann Hans Carl von Carlowitz prägte ihn 1713 in seiner Schrift „Sylvicultura oeconomica“. Darin stellte er eine einfache Nachhaltigkeitsregel auf: Immer nur so viel Holz schlagen, wie nachwachsen kann – die Blaupause für ein sich selbst erhaltendes Wirtschaftssystem.

Den ökologischen Einschlag hat das Thema Nachhaltigkeit bis heute behalten. Das Wirtschaftswachstum nach dem Zweiten Weltkrieg brachte als negative Begleiterscheinung massive Umwelterstörungen mit sich. Probleme wie Wasserverschmutzung und Waldsterben wurden immer drängender, bis sich die Politik endlich staatenübergreifend mit ihnen beschäftigte. Die UN-Umweltschutzkonferenz von Stockholm markierte 1972 den Beginn einer internationalen Umweltschutzpolitik.

Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen). Bei der ersten großen Nachhaltigkeitskonferenz in Rio entstand 1992 erstmals eine überstaatliche Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung, die globale Nachhaltigkeitsziele und Maßnahmen definierte – von Armutsbekämpfung bis Artenschutz.

Seitdem wurde Nachhaltigkeit erfolgreich von der abstrakten politischen Ebene in die Mitte der Gesellschaft getragen. Initiativen wie das UN Carbon Discloser Project ([www.cdproject.net](http://www.cdproject.net)) treiben nachhaltiges Handeln voran. In Deutschland betreut seit 2001 der Rat für Nachhaltige Entwicklung ([www.nachhaltigkeitsrat.de](http://www.nachhaltigkeitsrat.de)) die nationale Nachhaltigkeitsstrategie.

Neben Politik und Nichtregierungsorganisationen engagieren sich auch viele Unternehmen für Nachhaltigkeit: ein schonender Umgang mit Ressourcen, Schutz und Förderung von Mitarbeitern, Transparenz und Integrität sind selbstverständlicher Bestandteil unternehmerischen Handelns geworden. Produkte müssen strenge Kriterien hinsichtlich ihrer Umweltfreundlichkeit und ihrer Kosten-Nutzen-Effizienz erfüllen.

**Debatte im Zeichen des Klimawandels**  
Treibhauseffekt und Klimawandel haben zusätzliche Dynamik in die internationale Debatte über Nachhaltigkeit gebracht. Bei der Konferenz von Kyoto 1997 legten sich viele Industrieländer erstmals auf konkrete Aktionen für Klimaschutz fest. Auch wenn sich einzelne Akteure wie Kanada wieder von dem Kyoto-Protokoll verabschiedet haben, gelten dessen Bestimmungen für die meisten Vertragspartner noch bis 2020.

Die EU hat sich zum Vorreiter beim Klimaschutz gemacht. Sie möchte den Energieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent gegenüber 1990 reduzieren und so den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 780 Millionen Tonnen senken. Teil dieser Bemühungen sind Beschlüsse wie die Ökodesign-Richtlinie

[02] Moderne Lichttechnik unterstützt den Menschen und kann viel zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

[03] Nachhaltige Beleuchtung schont die Umwelt, ist wirtschaftlich und fördert das Wohlbefinden des Menschen mit bedarfsgerechtem Licht.

## Drei Säulen:

### Ökologie, Ökonomie, Soziales

Schnell wurde klar, dass sich Nachhaltigkeit nicht auf ökologische Fragen beschränkt. Heute gilt das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit, das Ökologie, Ökonomie und Soziales verknüpft (Quelle: Brundlandt-



04

2009/125/EG, die Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte (Energy-related Products) enthält. Auf dieser Basis werden zum Beispiel ineffiziente Lichtquellen vom europäischen Markt genommen.

Mit dem Engagement für mehr Klimaschutz ist Energiemanagement zu einem Kernthema der Nachhaltigkeit geworden. In Deutschland haben Atomausstieg und Energiewende dieser Entwicklung neue Impulse gegeben. Den Verbrauch fossiler Brennstoffe reduzieren und regenerative Energiequellen erschließen, lautet die Devise.

#### **Moderne Lichttechnik trägt zu Nachhaltigkeit bei**

Eine der größten Ressourcen liegt jedoch in der Energieeffizienz, denn nicht verbrauchte Energie ist die beste alternative Energiequelle. Zum Vergleich: Nach Zahlen des ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. kann alleine bei elektrischen Geräten und Prozessautomation der Stromverbrauch in Deutschland

um 80 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr gesenkt werden. Die notwendige Technik dafür ist bereits vorhanden. Der Staat hat diese Chance erkannt und fördert den Umstieg, etwa mit Zuschüssen für kommunale Beleuchtung auf LED-Basis.

Die Investition lohnt sich, denn moderne Lichttechnik kann viel zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Effiziente Lichtquellen, optimierte Leuchten und elektronische Steuerung schonen natürliche Ressourcen, sind größtenteils wiederverwertbar und sparen Kosten. Sie erleichtern Sehaufgaben und fördern das Wohlbefinden der Menschen.

Mit der Lichttechnik hat sich die gesamte Lichtbranche zu einem Vorreiter in Sachen Nachhaltigkeit entwickelt. Selbstaufgelegte Nachhaltigkeitsziele werden regelmäßig in Berichten dokumentiert und kontrolliert.

• **Ökologie:** Die Lichtbranche leistet einen wichtigen Beitrag, um die Klimaschutzziele des Kyoto-Protokolls zu erreichen. Die Entwicklung ressourcenschonender





05

Lichttechnik ist fester Bestandteil ihrer Nachhaltigkeitsstrategie. LEDs, Vorschaltgeräte und andere „grüne“ Produkte, die Energie sparen und umweltgerecht hergestellt sind, gehören zum Portfolio vieler Firmen, die im Fachverband Licht des ZVEI engagiert sind. In der Produktion bedienen sich viele Betriebe der Umweltstandards internationaler Normen wie der ISO 14001.

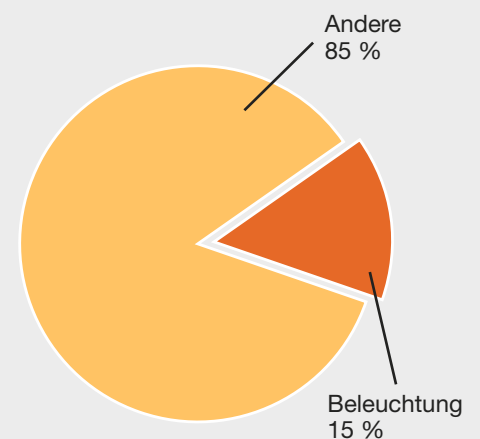
- **Corporate Governance:** Schriftliche Leitsätze halten die Unternehmen zu ethischem Handeln und einem verantwortungsvollen Umgang mit Mitarbeitern und Kunden an. Dazu gehört, dass die Regeln des Arbeitsschutzes eingehalten und überwacht werden.
- **Corporate Social Responsibility (CSR):** Die Lichtbranche sucht den sozialen Dialog, mit Kunden auf Messen oder beim Service vor Ort, mit der Wissenschaft bei Kongressen und Forschungsprojekten. Ihr Know-how bringt sie in Normengremien und Verbände ein. Unternehmen übernehmen Verantwortung für ihre Mitar-

beiter, indem sie in Arbeitsschutz und Weiterbildung investieren.

- **Forschung und Entwicklung:** In Laboren und Entwicklungsabteilungen arbeiten Unternehmen der Lichtindustrie an noch effizienteren, noch leistungsfähigeren Techniken und setzen so den Gedanken der Nachhaltigkeit in langlebige, sparsame und kundenfreundliche Produkte um.

Viele Hersteller der Lichtbranche berücksichtigen bei ihrer täglichen Arbeit international gültige Unternehmensstandards. Dazu zählen etwa die Normen ISO 9001 zum Qualitätsmanagement sowie Umwelt- und Klimaschutz-Normen wie ISO 14001 und 50001. Von der Selbstverpflichtung der Hersteller profitieren alle Beteiligten: Den Kunden garantiert etwa eine Zertifizierung nach ISO 9001 hochwertige Produkte. Den Unternehmen liefert sie Leitlinien, um Fehlerquote und Kosten zu senken. Umwelt und Klima werden durch die Vorgaben der Umwelt- und Klimaschutznormen ISO 50001 und ISO 14001 weniger belastet.

## Anteil der Beleuchtung am weltweiten Stromverbrauch



06

Quelle: Internationale Energieagentur

© licht.de

[04 + 05] Die Entwicklung ressourcenschonender Lichttechnik ist fester Bestandteil der Nachhaltigkeitsstrategie der Lichtbranche.

[06] Der Anteil der Beleuchtung am weltweiten Stromverbrauch beträgt nach Angaben der Internationalen Energieagentur/United Nations Environment Programme (IEA/UNEP, Frühjahr 2014) 15 Prozent.

# Licht für mehr Nachhaltigkeit

Moderne Lichtquellen wie LEDs verbrauchen wenig Energie und entlasten somit das Klima. Doch grüne Lichttechnik kann noch mehr: Sie überzeugt mit guten Ökobilanzen, spart Kosten und bringt mehr Lebensqualität.

Beleuchtung ist nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) für circa 15 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs und knapp fünf Prozent der weltweiten Treibhaus-Emissionen verantwortlich.

Dabei wird deutlich mehr Energie für die Beleuchtung eingesetzt als notwendig wäre: In Europa sind laut dem Grünbuch der Europäischen Kommission „Die Zukunft der Beleuchtung“ (2011) rund 75 Prozent aller Beleuchtungsanlagen älter als 25 Jahre. Entsprechend hoch sind die Einsparpotenziale. Alleine bei der Straßenbeleuchtung könnten in Deutschland nach ZVEI-Berechnungen aus dem Jahr 2009 etwa 1,4 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Ausstoß vermieden und Kosten von rund 400 Millionen Euro gespart werden. Die Zahlen machen deutlich: Mit effizienter Lichttechnik lässt sich ein wirksamer Beitrag zum Klimaschutz leisten. Doch nachhaltige Beleuchtung kann noch mehr:

- **LEDs** sind nicht nur energiesparend, sie verbinden hohe Lichtqualität mit einer langen Lebensdauer. In der Außenbeleuchtung vermeiden sie Lichtimmissionen und schonen nachtaktive Insekten. Außerdem überzeugt LED-Technik mit einer beachtlichen Ökobilanz. So verursachen etwa LED-Leuchtmittel über 90 Prozent ihrer gesamten CO<sub>2</sub>-Emission im Betrieb, nur zwei Prozent werden für ihre Produktion benötigt. LEDs bieten viele Vorteile, weshalb etwa die McKinsey-Studie „Lighting the way“ (2011) der LED für 2020 beim Lichtquellen-Absatz einen Anteil von 70 Prozent voraussagt.
- **Leuchten** mit hohem Wirkungsgrad und langer Lebensdauer sparen Strom und Wartungskosten. Reduzierte Leuchtenformen und wiederverwertbare Materialien wie Aluminium und Glas schonen wertvolle Ressourcen. Die Wiederverwertbarkeit von Leuchten wird schon bei der Produktentwicklung berücksichtigt.

- **Lichtmanagement**, kombiniert mit elektronischen Betriebsgeräten, ermöglicht variable Lichtszenen, eine perfekte Abstimmung auf das Tageslicht, Präsenzkontrolle und damit mehr Beleuchtungskomfort. Elektronische Steuerung bietet zudem das größte Einsparpotenzial. Damit lässt sich der Energieverbrauch um bis zu 70 Prozent reduzieren.
- **Rohstoffe** müssen sorgsam verwendet werden, damit sie später wieder aufbereitet und weiter genutzt werden können. Dies betrifft zum Beispiel bei LEDs die Elektronik, bei Leuchtstofflampen seltene Erden und Quecksilber sowie bei Leuchten Aluminium, Eisen, Kunststoffe und Glas. Die Lichtindustrie verwendet bevorzugt recycelbare oder wiederaufbereitete Materialien und achtet darauf, schädliche Inhaltsstoffe in Übereinstimmung mit geltenden Vorschriften möglichst strikt zu vermeiden.
- **Recycling**-Systeme sorgen dafür, dass Produktkomponenten wie Glas oder Metall am Ende des Lebenszyklus wiederverwendet werden können.
- **Professionelle Lichtplanung** garantiert, dass Beleuchtung bedarfsgerecht eingesetzt wird. In Büros und Produktion schafft normgerechtes Licht optimale Arbeitsbedingungen und trägt so zur Wertschöpfung bei. Technische Vorgaben werden ebenso berücksichtigt wie Wünsche und Anforderungen der Nutzer.
- **Nachhaltig geplantes Licht** dient dem Menschen. Es sorgt für Sicherheit an Straßen und Plätzen, schützt die Gesundheit bei Arbeit und Freizeit, beeinflusst das Wohlbefinden positiv und steht damit für mehr Lebensqualität.

## Literatur zum Thema

Hans Carl von Carlowitz: „Sylvicultura oeconomica“, 1713.

Brundlandt-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen: „Unsere gemeinsame Zukunft“, 1987.

McKinsey-Report: „Lighting the way“, 2011.

[07] Effiziente Beleuchtung leistet einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz.





08

## Licht für lebenswerte Städte

Weltweit sind Städte von vielen Problemen geplagt: Luftverschmutzung, Verkehrsflut, soziale Spannungen. Moderne Beleuchtung entlastet CO<sub>2</sub>-Bilanzen und städtische Haushalte. Doch vor allem trägt sie viel zur Lebensqualität der Bewohner bei.

Die Astronauten der Internationalen Raumstation ISS sind Zeugen eines globalen Trends. Bei Nacht und bei klarer Sicht können sie Städte als beleuchtete Flächen von dunklen unbewohnten Gegenden unterscheiden. Während die dunklen Regionen abnehmen, dehnen sich die beleuchteten Flächen aus – ein Zeichen der fortschreitenden Urbanisierung. In Europa lebten 2012 schon 71 Prozent der Einwohner in Städten (Quelle: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung), weltweit waren es 51 Prozent, Tendenz steigend.

Der Trend zur Verstädterung birgt viele Probleme: Luftverschmutzung, Wasserverbrauch, Müllberge. Zu den negativen ökologischen Begleiterscheinungen treten wirtschaftliche und soziale Missstände wie Wohnungsmangel oder Armut. Eine Lösung sind „Green City“-Konzepte für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Auf internationaler und lokaler Ebene arbeiten Politik, Wissenschaft und Unternehmen an Plänen, die das städtische

Wachstum in geordnete und stabile Bahnen lenken sollen.

### Nachhaltiges Licht für die Stadt

Moderne Lichttechnik leistet einen wichtigen Beitrag zu nachhaltiger Stadtentwicklung. Effiziente und langlebige Lichtquellen – wie LEDs – senken den Energieverbrauch. Leuchten mit optimierter Lichtlenkung und elektronisches Lichtmanagement entlasten die CO<sub>2</sub>-Bilanz zusätzlich und verbessern die Lichtqualität. Sinkende Ausgaben für Wartung tragen zur Kosteneffizienz bei.

Vor allem bei der Außenbeleuchtung können sich Städte als „Green City“ profilieren. Beispiel Königfeld: Die Gemeinde in Baden-Württemberg ist Teil des LED-Netzwerks Schwarzwald. Als „LED-City“ hat Königfeld die Beleuchtung der Kernstadt fast komplett auf LEDs umgestellt – vom Park bis zum Wohngebiet. Austauschbare Module garantieren, dass immer die neueste LED-Technik zum Einsatz kommt. Mit moderner Steue-

rungstechnik wurde der Energieverbrauch um 62 Prozent gesenkt. Die EU belohnte das Projekt mit dem „GreenLight Award“ ([www.eu-greenlight.org](http://www.eu-greenlight.org)).

LED-Technik und digitale Lichtsteuerung werden zunehmend zum Fundament einer nachhaltigen Stadtbeleuchtung. Neben hoher Effizienz bieten LEDs noch weitere Vorteile: Durch präzise Lichtlenkung werden unerwünschte Lichtimmissionen vermieden, die den Biorhythmus von Lebewesen stören können und vielerorts als Lichtverschmutzung beklagt werden. Darüber hinaus schont moderne Beleuchtung nachtaktive Insekten. Studien zufolge werden diese Tiere kaum vom Licht moderner Lampen oder LEDs angezogen.

### Licht für mehr Lebensqualität

Nachhaltige Stadtbeleuchtung lässt sich aber nicht auf Umwelt- und Klimaschutz, Energie- und Kosteneffizienz reduzieren. Ähnlich wie in der Wohnung ist Licht auch



09

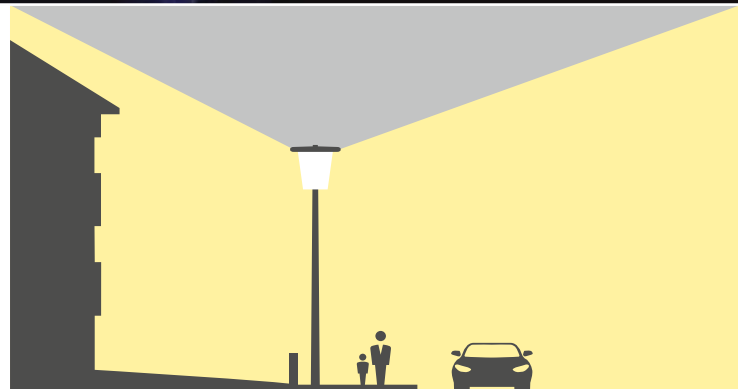
in der Stadt als Stimmungsmacher gefordert. Denn Beleuchtung prägt das nächtliche Bild einer Stadt. Es bringt Sicherheit, schafft Atmosphäre und beeinflusst Lebensumfeld und -qualität der Bewohner entscheidend mit. Interessante Zahlen dazu liefert eine Forsa-Studie aus dem Jahr 2010. Danach ist für 97 Prozent der Deutschen das direkte Umfeld wichtig für die persönliche Lebensführung. Es rangiert noch vor Gehalt oder Urlaub und wird nur vom Faktor Gesundheit übertroffen.

Damit ist klar: Energie- und Kosteneffizienz stehen alleine noch nicht für eine nachhaltige Stadtbeleuchtung. Erst wenn Licht im städtischen Raum auch für Lebensqualität sorgt und die Akzeptanz der Bewohner findet, lässt sich von Nachhaltigkeit in der Beleuchtung sprechen.

[08] Nachhaltige Stadtbeleuchtung schont die Umwelt und trägt viel zu Sicherheit und Lebensqualität bei.

[09] Die beleuchteten Flächen auf der Erde dehnen sich aus: In Europa lebten 2012 schon 71 Prozent der Einwohner in Städten.

[10+11] Energieeffiziente Lichtquellen und präzise ausgerichtete Leuchten mit entsprechenden Optiken sparen Energie, schützen vor „Lichtsmog“ und schonen nachtaktive Insekten.

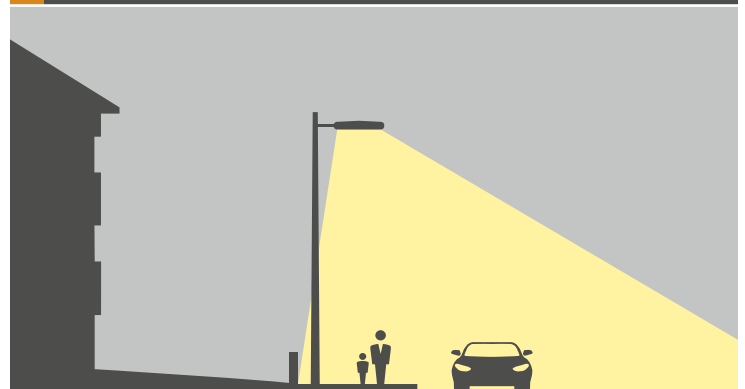


#### Leuchten ohne Reflektortechnik

- Lichtverschmutzung des Nachthimmels
- Licht strahlt in Vorgärten und Häuser
- Hohe Streuverluste

© licht.de

10



#### LED-Leuchten/Leuchten mit Reflektortechnik

- Keine Abstrahlung in den Nachthimmel und in die Häuser
- Licht strahlt nur dorthin, wo es wirklich benötigt wird
- Sehr guter Wirkungsgrad

© licht.de

11

# Licht – Baustein für nachhaltige Architektur

„Green Building“ stand europaweit für die Energieeffizienz eines Gebäudes. Heute definiert der neue Begriff „Blue Building“ ein ausgewogenes Nachhaltigkeitskonzept: Blue Building schont Ressourcen, ist kosteneffizient und bietet zugleich hohen Komfort für Nutzer. Mit hochwertiger Beleuchtung können Bauherren bei der Zertifizierung wichtige Punkte sammeln.

Pflanzen an der Fassade, Bäume auf dem Dach? Nicht alle nachhaltigen Gebäude nehmen Green Building dermaßen wörtlich. Dennoch: Am Thema Nachhaltigkeit kommt kaum ein Neubau mehr vorbei. Um die immer strengeren Effizianzforderungen zu erfüllen und Immobilienwerte nachhaltig zu sichern, beziehen immer mehr Bauherren das Thema Nachhaltigkeit in ihre Planungen ein.

Green Building zielte darauf ab, den Verbrauch von nichtregenerativer Energie, von Wasser und Fläche zu reduzieren. Nachhaltiges Bauen schont aber nicht nur die Umwelt. Aktuelle Nachhaltigkeitskonzepte berücksichtigen den Dreiklang von Ökologie, Ökonomie und soziokulturellen Aspekten. Das heißt: Kosten, Qualität, Komfort, Barrierefreiheit und viele weitere Faktoren sind bei Planung und Bau zu berücksichtigen.

Mit hochwertiger Beleuchtung können Errichter beim Thema Nachhaltigkeit gleich mehrfach punkten:

- Beim Umwelt- und Klimaschutz, denn effiziente Lichttechnik hält Stromverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen niedrig.
- Bei der Wirtschaftlichkeit, denn sparsame und langlebige Leuchtmittel reduzieren Kosten für Strom und Wartung.
- Beim Nutzerkomfort, denn gute Beleuchtung sorgt für hohe Lichtqualität und schafft ein angenehmes Ambiente.

## Zertifikate beweisen Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit können Errichter und Betreiber über Zertifikate nachweisen. Diese sind zwar mit zusätzlichem Aufwand und Kosten verbunden. Dennoch ist die Zertifizierung nicht nur ein ideelles Gut, sondern auch bares Geld wert. Sie lässt sich zum Beispiel wirksam für die Vermarktung von Immobilien einsetzen. Mit einer zukunftsfähigen Bauweise vermeiden Bauherren Wertver-

luste. Die Zertifizierung geht einher mit einer sorgfältigen Planung und Investitionen in nachhaltige Technik, die sich häufig durch höhere Kosteneffizienz bezahlt machen.

Immer mehr Investoren und Bauherren setzen auf Zertifizierung: Nach einer Studie der Deutschen Hypothekenbank (2012) ist das Angebot an zertifizierten Gebäuden in Deutschland 2011 um 30 Prozent auf rund 500 zertifizierte Objekte gewachsen.

Eines der ersten Green-Building-Zertifikate war 1990 das britische BREEAM-Label. International ist das LEED-Zertifikat (Leadership in Energy and Environmental Design) des U.S. Green Building Council führend. LEED-Punkte werden in sechs Kategorien verteilt, zu denen etwa die Wassereffizienz und das Energiemanagement gehören.

In Deutschland hat sich das Gütesiegel der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) etabliert, das seit 2008 in den Stufen Gold, Silber und Bronze vergeben wird. Neben privaten und öffentlichen Gebäuden kommen auch ganze Stadtquartiere für eine Zertifizierung infrage. Eine Übersicht der wichtigsten Blue-/Green-Building-Zertifikate liefert die Tabelle rechts.

Für die Bewertung hat die DGNB ein System von sechs Kategorien mit insgesamt rund 40 Kriterien entwickelt. Die Kategorien lauten: ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle und funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität und Standortqualität. Im Einzelnen geht die Beleuchtung bei der DGNB-Bewertung in drei verschiedene Kategorien ein.

### Funktionale Qualität:

- Einflussnahme der Nutzer
- Lichtsteuerung
- Tageslichtverfügbarkeit

- Sichtverbindung nach außen
- Schutz vor Blendung (Tageslicht und Kunstlicht)
- Gute Farbwiedergabe
- Besonnung

### Ökologische Qualität:

- Energieeffizienz der Beleuchtung

### Ökonomische Qualität:

- Kosteneffizienz der Beleuchtung

### Beispielhaft: Firmensitz erhält DGNB-Zertifikat in Gold

Effiziente Lichttechnik alleine garantiert zwar keine Zertifizierung. Dennoch kann gute Beleuchtung viel zu einer erfolgreichen Zertifizierung beitragen, wie ein Beispiel aus Essen zeigt. Dort wurde die 2010 eingeweihte Zentrale eines traditionsreichen Industriekonzerns bewertet. Der Neubau wurde strikt als nachhaltiges Gebäude geplant und errichtet.





400.000 zentral gesteuerte Lamellen ermöglichen eine optimale Tageslichtausbeute. Die Helligkeit in den Büros wird über sensorgesteuerte Stehleuchten automatisch an den natürlichen Lichteinfall angepasst. Präsenzmelder schalten die künstliche Beleuchtung nur ein, wenn sie tatsächlich gebraucht wird. Das bringt hohen Nutzerkomfort bei minimalem Energieverbrauch. Über eine Schnittstelle sind die Leuchten an die Gebäudesystemtechnik angeschlossen. So kann die Beleuchtung mit anderen Gewerken wie Heizung, Lüftung und Kühlung zentral gesteuert werden.

Insgesamt liegt der Primärenergiebedarf des Gebäudes um 58 Prozent unter den gesetzlichen Vorgaben. Für die hohen Nachhaltigkeitsstandards wurde die Firmenzentrale mit dem DGNB-Zertifikat in Gold ausgezeichnet.

[12] Konsequenter Nachhaltigkeit: Ein angenehmes Arbeitsumfeld mit viel Tageslicht und hochwertiger Beleuchtung bietet der Neubau eines traditionsreichen Industriekonzerns. Das Licht wird mit anderen Gewerken wie Heizung und Lüftung zentral über die Gebäudesystemtechnik gesteuert. Für die hohen Nachhaltigkeitsstandards wurde das Gebäude mit dem DGNB-Zertifikat in Gold ausgezeichnet.

[13] Zertifikate bestätigen die Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Bauherren profitieren durch eine sorgfältige Planung, nachhaltige Technik und Kosteneffizienz, vermeiden zudem Wertverluste. Die Tabelle listet unterschiedliche Labels und die wichtigsten Beleuchtungskriterien für eine Zertifizierung auf.



Label & Träger	Land	seit	Beschreibung	Hauptkriterien	Beleuchtungskriterien*
<b>LEED</b> Leadership in Energy and Environmental Design 	USA	1998	LEED ist ein international genutztes Label. Es wird in den Auszeichnungen Platin, Gold, Silber und „zertifiziert“ (certified) vergeben.	Flächennutzung, Wassereffizienz, Energie, Materialien und Ressourcen, Innenraumqualität, innovatives Design, regionale Besonderheiten	Schutz vor Lichtimmission, Energieeffizienz, Beleuchtung mit Tageslicht, Sichtverbindung nach außen, nutzerfreundliche Lichtsteuerung
<b>BREEAM</b> Building Research Establishment's Environmental Assessment Method 	Großbritannien	1990	BREEAM bewertet vor allem die ökologische und soziale Nachhaltigkeit von Gebäuden. Im Einzelnen werden folgende Prädikate vergeben: hervorragend, exzellent, sehr gut, gut, bestanden.	Management, Gesundheit und Wohlbefinden, Energie, Verkehr/Erreichbarkeit, Wasserversorgung, Materialien, Abfallproduktion, Flächennutzung, Verschmutzung, Innovation	Energieeffizienz, Beleuchtung mit Tageslicht, nutzerfreundliche, effiziente Lichtsteuerung, Schutz vor Blendung, gute Farbwiedergabe
<b>DGNB</b> Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. 	Deutschland	2008	Das DGNB-Zertifikat berücksichtigt ökologische, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeitsfaktoren. Bewertet werden rund 40 Kriterien. Die Bewertungsstufen sind Gold, Silber und Bronze.	Ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle/funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität (z. B. Planung/Bau), Standortqualität	Energieeffizienz, Kosteneffizienz, Beleuchtung mit Tageslicht, Sichtverbindung nach außen, Schutz vor Blendung, gute Farbwiedergabe, Besonnung
<b>Minergie</b> Verein Minergie 	Schweiz	1998	Minergie beurteilt Gebäude vor allem hinsichtlich ihres Energieverbrauchs. Minergie-Eco stellt zusätzliche Anforderungen an eine gesunde und ökologische Bauweise.	Gebäudehülle, effiziente Heizung und Lüftung, erneuerbare Energien	Helle Raumgestaltung, effiziente Lichtquellen, Leuchten mit EVG, optimierte Leuchtenreflektoren, Tageslichtsteuerung bzw. Präsenzmelder

\*Es werden nur die wichtigsten Beleuchtungskriterien wiedergegeben. Vollständige Kriterienkataloge inklusive Normanforderungen und lichttechnische Grenzwerte gibt es bei den zertifizierenden Stellen.

# Nachhaltige Wertschöpfung

Innovative Lichttechnik leistet einen Beitrag zur Gebäudequalität. Damit sie ihr Potenzial entfalten kann, ist ein gutes Zusammenspiel zwischen Projektbeteiligten und die Einhaltung von Standards im gesamten Lebenszyklus entscheidend.

Die Anforderungen an nachhaltige Beleuchtung sind hoch: Effizienz, lange Lebensdauer und hohe Lichtqualität sind wichtige Merkmale. Doch die Ansprüche gehen noch weiter: Die Materialien für Lichtquellen und Leuchten sollten frei sein von giftigen Stoffen und sich weitgehend recyceln lassen. Hoher Nutzerkomfort ist ebenso gefordert wie einfache Wartung.

Damit diese Kriterien erfüllt werden, begleitet der Nachhaltigkeitsgedanke die gesamte Wertschöpfungskette der Beleuchtung – vom Rohstoff bis zum Vertrieb. Doch auch dann ist Nachhaltigkeit noch keineswegs garantiert. Das Potenzial moderner Lichttechnik kann nur ausgeschöpft werden, wenn sie mit fachgerechter Lichtplanung, Installation und Wartung eine Einheit bildet.

## Prozesse

Bis ein Neubau steht oder eine Gebäudesanierung abgeschlossen ist, muss ein langer Weg zurückgelegt werden (siehe Grafik 14). Der Bauprozess beginnt mit der ersten Idee (Projektinitialisierung), setzt sich fort mit Planung und Ausschreibung und ist auch nach der Fertigstellung noch längst nicht abgeschlossen. Schließlich muss der fertige Bau auch sorgsam betrieben und gewartet und am Ende zurückgebaut werden.

Die Beleuchtung begleitet den kompletten Lebenszyklus eines Bauprojekts: Sie geht ein in die gesamte Planung und gehört zum Ausschreibungspaket. Ihre Installation bildet eine wichtige Phase bei der Fertigstellung. Effizienter Betrieb und einfache Wartung halten die Kosten niedrig und sichern so die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes.

## Akteure

Nachhaltige Beleuchtung entsteht im Zusammenspiel vieler Akteure. Im Bau-

## Lebenszyklus der Beleuchtung:

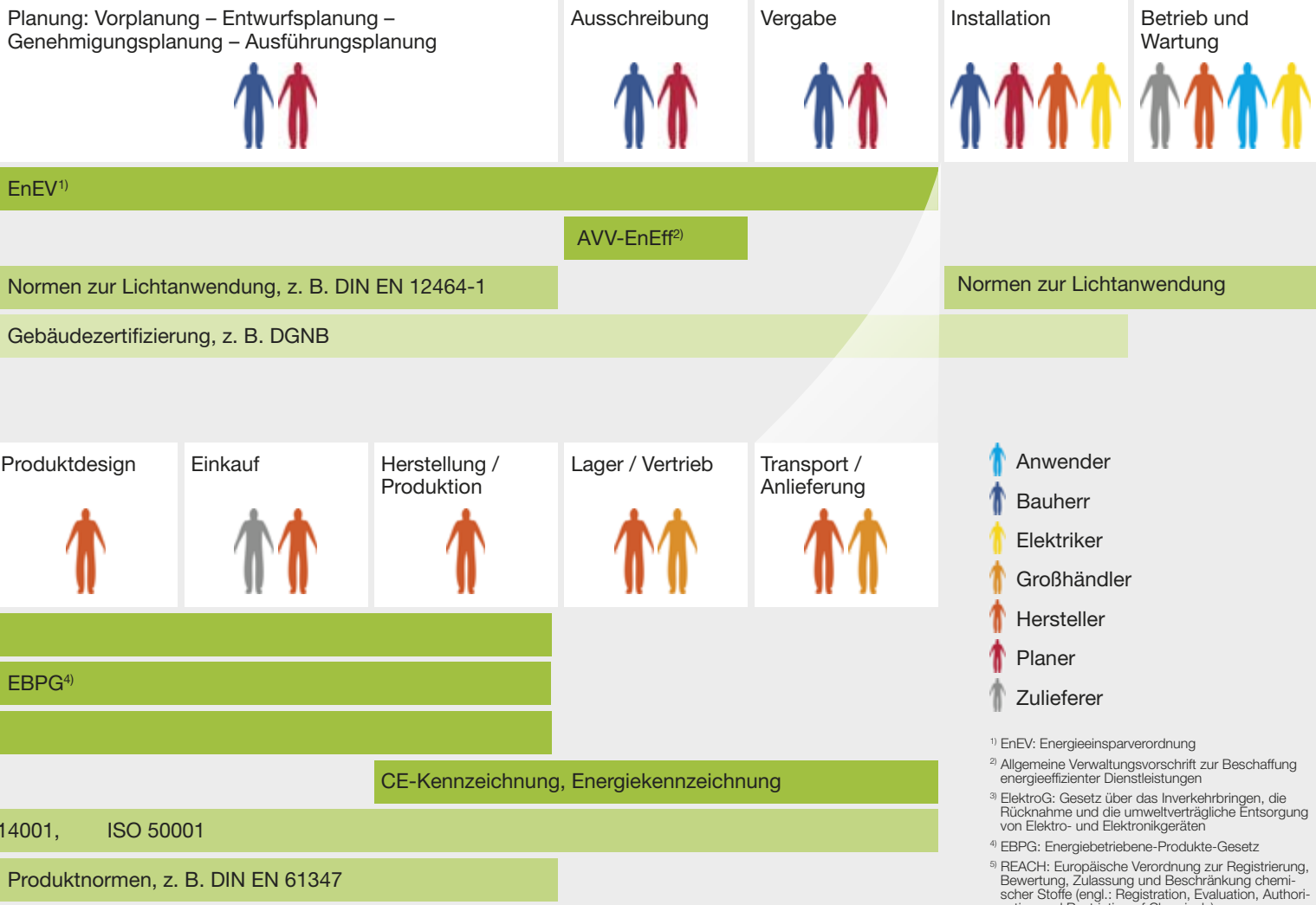


prozess legen zunächst Bauherr, Planer und Anwender die Anforderungen fest, auf deren Grundlage die Planung aufbaut. Nach Ausschreibung und Vergabe folgen Installation und Inbetriebnahme. Dabei ist die fachkundige Unterstützung des Herstellers meistens unverzichtbar. Aufgrund seines Know-hows bleibt er auch für Betrieb und Wartung ein wichtiger Partner.

Hersteller setzen im gesamten Produktprozess auf Nachhaltigkeit: Sie achten darauf, dass Zulieferer wichtige Umweltstandards einhalten. Beim Produktdesign planen sie ressourcenschonend und vermeiden schädliche Materialien.



# Prozesse, Akteure, Standards



- Anwender
- Bauherr
- Elektriker
- Großhändler
- Hersteller
- Planer
- Zulieferer

<sup>1)</sup> EnEV: Energieeinsparverordnung  
<sup>2)</sup> Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Dienstleistungen  
<sup>3)</sup> ElektroG: Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten  
<sup>4)</sup> EBPG: Energiebetriebene-Produkte-Gesetz  
<sup>5)</sup> REACH: Europäische Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (engl.: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)

## Standards

Staatliche Vorgaben stellen sicher, dass wichtige Nachhaltigkeitsziele sowohl bei der Lichttechnik als auch im Bauprozess eingehalten werden. Beispiel Neubau: Die Energieeinsparverordnung (EnEV) setzt in Deutschland verschiedene EU-Richtlinien zur Gebäudeeffizienz um. Sie schreibt unter anderem vor, dass bei der Vorplanung oder Sanierung von Nichtwohngebäuden der Primärenergiebedarf für die Beleuchtung ermittelt werden muss.

Für lichttechnische Produkte wie Lampen und Leuchten setzt zum Beispiel das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) Standards für Rücknahme und Entsorgung.

Zusätzlich zu staatlichen Vorgaben berücksichtigen Hersteller, Planer und Errichter Normen, die zum Teil hohe Anforderungen an Lichttechnik und Beleuchtungsqualität stellen. Beim Produktdesign orientieren sich Hersteller an lichttechnischen Produktnormen wie der DIN EN 61347. Für Lichtplaner sind Vorgaben von Anwendungsnormen wie der DIN EN 12464-1 für Arbeitsplätze in Innenräumen maßgebend.

Gesetzliche und freiwillige Standards bringen Vorteile für alle Akteure: Für Hersteller schaffen sie Anreize zur Innovation, Bauherren sparen dank hoher Energieeffizienz Strom, und Anwender profitieren von hoher Lichtqualität und Nutzerkomfort.



Auf der Webseite [www.licht.de](http://www.licht.de) gibt es weitere aktuelle Informationen zu Normen und Vorschriften.



15

## Vom Rohstoff bis zur Entsorgung

Ressourcen sparen, Abfall vermeiden, Material wiederverwenden – Nachhaltigkeit begleitet moderne Beleuchtung während ihres gesamten Lebenszyklus. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Energieeffizienz.

Schon bevor Licht zum ersten Mal eingeschaltet wird, wird Energie verbraucht, etwa bei der Herstellung oder dem Transport zum Handel. Und auch am Ende eines Lampenlebens hört der Energiezähler noch nicht auf zu ticken. Denn egal, ob Lichttechnik entsorgt oder recycelt wird, für beides muss erneut Energie eingesetzt werden.

Und die Ökobilanz lässt sich noch erweitern: Das beginnt schon mit dem Produktdesign. Material und andere Ressourcen sollten bei der Produktion sparsam eingesetzt, schädliche Substanzen auf ein Minimum reduziert werden. Um die Nachhaltigkeit einer Beleuchtung über den ganzen Lebenszyklus hinweg zu betrachten, müs-

sen auch die anfallenden Kosten bilanziert werden.

Die meisten Unternehmen der Lichtbranche haben diese Zusammenhänge erkannt und berücksichtigen Nachhaltigkeit von Beginn an. Bei Produktion und Verpackung werden umweltschädliche Stoffe und Abfall soweit möglich vermieden. Wasseraufbereitung und Filtersysteme verhindern schädliche Emissionen. Moderne Logistiksysteme garantieren, dass Produkte mit möglichst geringem Energieaufwand zu Händlern und Endabnehmern gelangen. Die Zertifizierung vieler Hersteller nach ISO 14000 verdeutlicht den hohen Umweltschutzstandard, der in der Regel auch von Zulieferbetrieben gefordert wird.

## Energiebilanz von Lichtquellen

Lichtquellen verbrauchen Energie nicht nur im Betrieb. Für eine vollständige Energiebilanz müssen Produktion und Transport, Entsorgung und Recycling ebenfalls berücksichtigt werden. Sogenannte Lebenszyklus-Analysen erfassen die gesamte Menge Primärenergie, die eine Lichtquelle ab ihrer Herstellung verbraucht. So lässt sich der gesamte Energieverbrauch vergleichen. Ein Beispiel: Für die gleiche Lichtleistung benötigt eine LED-Lampe wesentlich weniger Primärenergie als eine vergleichbare Halogenlampe (siehe Grafik 17).

### Recyclingquote erhöhen

Die europäische Richtlinie 2012/19/EU (WEEE) schreibt Recycling auch für Lichttechnik vor. Nachhaltig denkende Hersteller behalten daher bei Design und Konstruktion, etwa von Leuchten, auch deren Lebensende im Blick. Sie setzen bevorzugt auf wiederverwertbare Materialien wie Glas, Stahl oder Aluminium. Halogenfreie Verdrahtungen sind eine Möglichkeit, die Recyclingquote bei Leuchten zu erhöhen. Für Lampen und LEDs haben die deutschen Hersteller über das Verwertungsunternehmen Lightcycle Retourlogistik und Service GmbH ein flächendeckendes Netz von Sammelstellen aufgebaut.

Dennoch: Der Anteil der Energie, der für Produktion, Transport und Recycling aufgewendet wird, ist vergleichsweise gering. Über 90 Prozent entfallen dagegen auf den Betrieb. Der Stromverbrauch ist also die mit Abstand wichtigste Größe in der Energiebilanz – und zugleich der wichtigste Kostenfaktor. Er entscheidet auch darüber, wie viel klimaschädliches Kohlendioxid beim Betrieb einer Leuchte ausgestoßen wird. Daher arbeiten Lichtbranche und Wissenschaft mit hohem Einsatz daran, die Energieeffizienz der Beleuchtung weiter zu steigern. Ein Vergleich zwischen herkömmlichen Glüh- und modernen LED-Lampen verdeutlicht den Fortschritt (siehe Grafik 17): Während Glühlampen für 25.000 Betriebsstunden einen Primärenergieaufwand von fast 3.300 Kilowattstunden (kWh) benötigen, verbrauchen LED-Lampen nur rund 660 kWh.

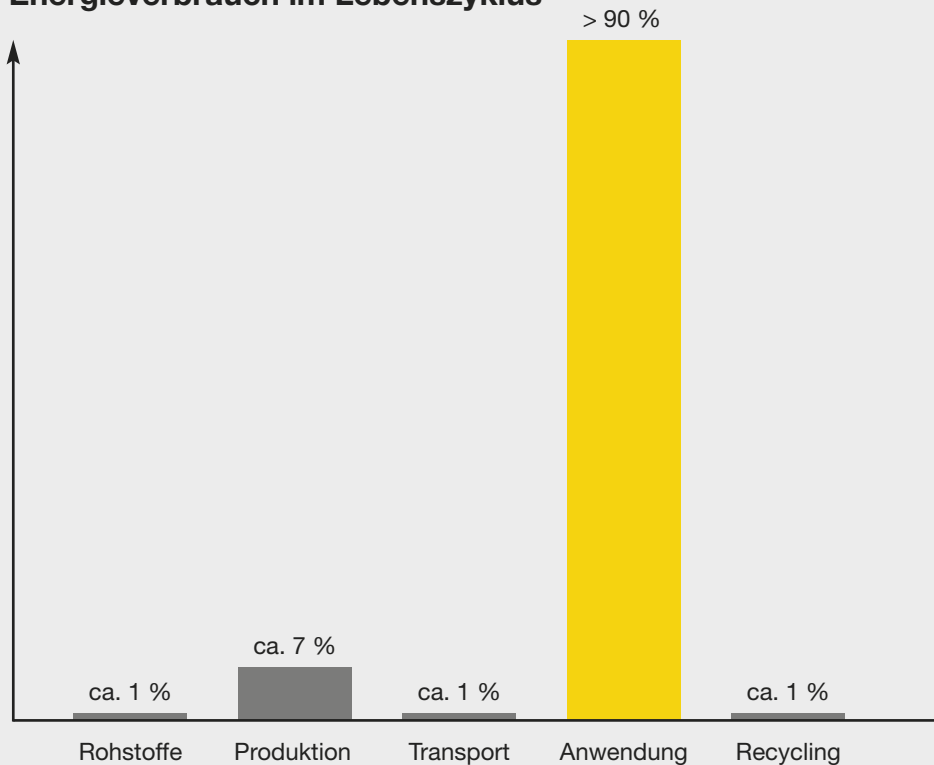
Elektronische Lichtsteuerung erschließt zusätzliches Sparpotenzial, etwa wenn Leuchten nur bei Bedarf automatisch eingeschaltet werden.

[15] LED-Fassadenleuchten akzentuieren mit Streiflicht das Gebäude bei Nacht und betonen die architektonische Gliederung. LEDs sind effizient und nahezu wartungsfrei.

[16] Mehr als 90 Prozent des Gesamt-Energieverbrauchs einer Leuchte entfallen auf den Betrieb. Effiziente Lichtquellen bergen deshalb hohes Sparpotenzial.

[17] Moderne Leuchtmittel sind sehr effizient. LED- und Kompaktleuchtstofflampen (CFL) verbrauchen erheblich weniger Primärenergie als herkömmliche Glühlampen.

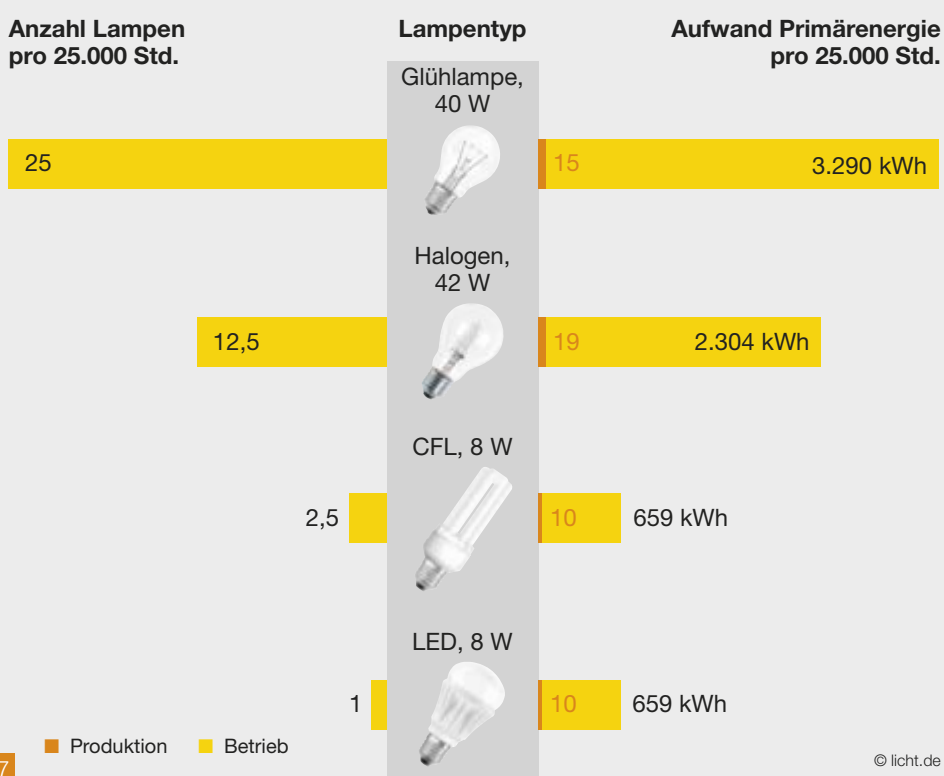
### Energieverbrauch im Lebenszyklus



16

© licht.de

### Lichtquellen im Vergleich



17

© licht.de

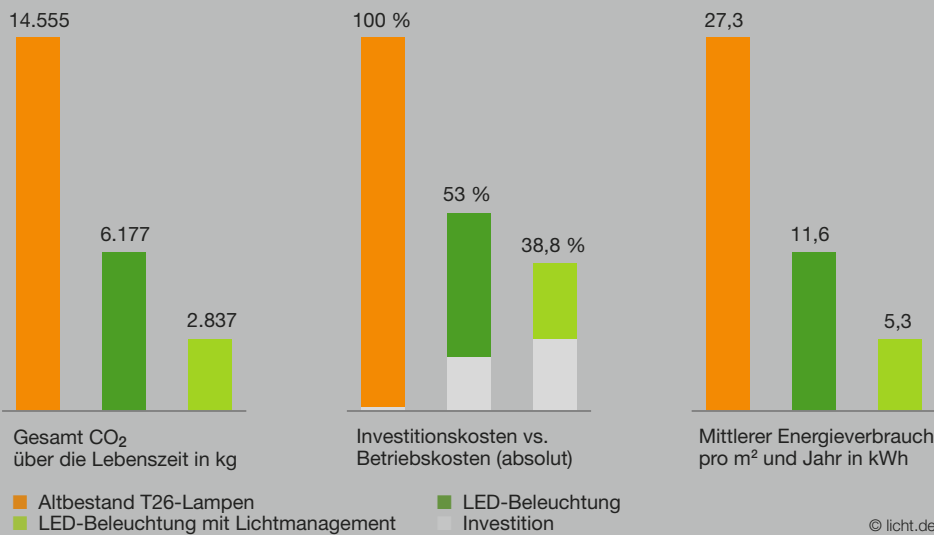


18

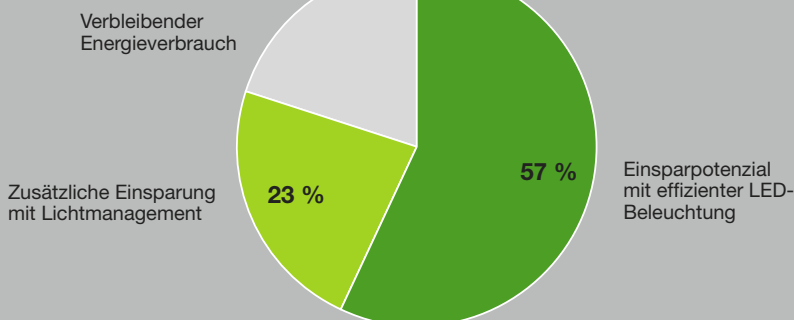
## Praxisbeispiel: Nachhaltig beleuchten mit LEDs

Energieverbrauch und Instandhaltung machen rund 85 Prozent der Kosten einer Beleuchtungsanlage aus. Nachhaltige Beleuchtung hält Ausgaben für Strom und Wartung niedrig, gleichzeitig bringt sie mehr Komfort und Lichtqualität. Wie das funktioniert, zeigt ein Praxisbeispiel: Die ursprüngliche Beleuchtung eines Klassenzimmers mit Wannenleuchten und T26-Leuchtstofflampen wurde durch LED-Anbauleuchten sowie zwei LED-Wallwasher zur Tafelbeleuchtung ersetzt. Eine tageslichtabhängige Steuerung und Anwesenheitssensoren stimmen das Licht automatisch auf den tatsächlichen Bedarf ab und helfen, Energie zu sparen. Die nachfolgenden Grafiken zeigen die Kostenverteilung von Wartung, Erneuerung und Anschaffung der neuen Beleuchtung, bezogen auf einen Berechnungszeitraum von 20 Jahren.

### Energieverbrauch und Kosten



### Einsparpotenziale



### Ersparnis lohnt Investition

Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus einer Beleuchtungsanlage, wird schnell deutlich: Investitionen in nachhaltige Beleuchtung lohnen sich. Denn niedrigere Kosten für Strom und Wartung gleichen die Ausgaben für moderne Lichttechnik aus. Während allerdings der Preis für eine neue Beleuchtungsanlage vergleichsweise schnell abgefragt ist, sind Energie und Wartung weniger leicht abzuschätzen. Doch für eine korrekte Kalkulation ist es wichtig, neben den Anschaffungskosten auch die Ausgaben für Strom und Wartung zu berücksichtigen. Sie betragen häufig mehr als drei Viertel der gesamten Lebenszyklus-Kosten. Beispiel Straßenbeleuchtung: Werden etwa veraltete Straßenleuchten mit Quecksilberdampf-Lampen durch moderne LED-Technik mit Halbnacht-Schaltung ersetzt, sinken die Stromkosten um bis zu 80 Prozent.

Geringere Ausgaben für Wartung tragen dazu bei, dass sich die Sanierung rasch rechnet. Ähnliches gilt für die Innenbeleuchtung.

19

## Umweltprodukterklärungen (EPD) – Praxisbeispiel Leuchte

Sogenannte Umweltprodukterklärungen (Environmental Product Declaration, EPD) fassen alle Umwelteinflüsse – etwa den Verbrauch an Primärenergie und Rohstoffen – zusammen. Eine EPD für eine Leuchte kann sich aus folgenden Bestandteilen zusammensetzen:

Die Kombination von effizienter Lichterzeugung und elektronischer Steuerung spart so viel Strom, dass die gesparte Summe die Investition bereits nach wenigen Jahren ausgleicht.

### Software erleichtert Kalkulation

Wie nachhaltig eine Beleuchtungsanlage arbeitet, lässt sich mit spezieller Software kalkulieren. Viele Hersteller bieten Berechnungstools gratis zum Download an. Damit lassen sich zum Beispiel verschiedene Lichtdesigns hinsichtlich Energieverbrauch, Kosten und CO<sub>2</sub>-Footprint miteinander vergleichen. So können sich Planer und Nutzer schnell einen vollständigen Überblick über Lebenszykluskosten und Ökobilanz von Beleuchtungsprodukten verschaffen.

### EPD informieren kompakt

Zusätzliche Informationen liefern Produktinformationen wie die sogenannten Environmental Product Declarations (EPD) (siehe Tabelle). Sie informieren kompakt über Umweltauswirkungen – etwa einer Leuchte – im gesamten Lebenszyklus.

<b>Produkt</b>	Produktbeschreibung Eigenschaften Anschlussleistung ... Material Art des Materials (z. B. Stahl, Aluminium) Gewichtsanteile
<b>Produktion</b>	Ort der Herstellung Aufzählung der einzelnen Produktionsschritte
<b>Lieferung</b>	Liefergebiet Verpackung Material Gewicht
<b>Nutzung</b>	Lebensdauer (in Jahren) Nutzungszeit (in Stunden) Energienmix (z. B. EU) Nennleistung (in Watt) Gesamtenergieverbrauch (in kWh) Primärenergiebedarf (in MJ) Besondere Effekte (z. B. thermische Belastung)
<b>Recycling/ Entsorgung</b>	Angabe recycelbarer Komponenten Angaben über fachgerechte Entsorgung nicht recycelbarer Komponenten Gewichtsanteil recycelbarer Materialien
<b>Ökobilanz</b>	Zusammenfassung aller produktbezogenen Umwelteinflüsse im gesamten Produktlebenszyklus, z. B.: Energieeinsatz (unterschieden nach erneuerbar und nicht erneuerbar) Wasserverbrauch Globales Erwärmungspotenzial Abfallkategorien (ungefährlich, gefährlich, radioaktiv)

## Gesundes Licht am Arbeitsplatz lohnt sich

Richtig geplant, unterstützt Beleuchtung am Arbeitsplatz die Gesundheit und das Wohlbefinden von Mitarbeitern. Fehlzeiten werden so verringert – und Unternehmen sparen Kosten für Krankheitstage. Dass sich die Investition in innovative Beleuchtung lohnt, verdeutlicht die sehr vereinfachte Beispielrechnung für gesundheitsfördernde Beleuchtung an einem Büroarbeitsplatz mit einer Fläche von zehn Quadratmetern (Betrachtungszeitraum: zehn Jahre).

Kosten für gesundheitsfördernde Beleuchtung an einem Arbeitsplatz (vereinfachtes Beispiel)		Lohnkosten für einen Mitarbeiter
Anschaffung:	$150 \text{ €/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 1.500 \text{ €}$	60.000 €/Jahr <sup>1</sup>
Strom:	$260 \text{ kWh/Jahr} \times 0,20 \text{ €} \times 10 = 520 \text{ €}$	
Wartung:	$50 \text{ €/Jahr} \times 10 = 500 \text{ €}$	
Gesamt:	2.520 €	600.000 €
	<b>1 € pro Tag</b>	<b>0,50 € pro Minute</b>

<sup>1</sup> 250 Arbeitstage à acht Stunden (480 Minuten)  
Arbeitet ein Mitarbeiter zwei Minuten pro Tag effektiver (statt unkonzentriert zu sein oder Fehler zu machen), sind die Kosten der Beleuchtung pro Tag ausgeglichen.

# Lichtkomfort und Effizienz

Egal, ob Bürobeleuchtung oder Straßenlicht: Nachhaltige Lichtplanung berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus der Beleuchtung. Das Ziel lautet: maximaler Lichtkomfort bei minimalem Energieeinsatz.

Nachhaltige Lichtplanung behält den gesamten Lebenszyklus einer Beleuchtungsanlage im Blick – von der Produktauswahl bis zur Entsorgung. Grundlage ist eine genaue Analyse: Welche Normen und Vorschriften sind zu beachten? Welche Chancen bietet die Zertifizierung von Gebäuden nach den Nachhaltigkeitskriterien etwa des amerikanischen LEED-Siegels? Und ganz wichtig: Welche Bedürfnisse haben die Nutzer? Denn eine Beleuchtungsanlage ist erst dann wirklich nachhaltig, wenn sie Menschen im Alltag als hilfreich erleben. Aus diesem Grund beziehen Green-Building-Zertifikate individuelle Steuerungsmöglichkeiten in ihre Bewertung ein.

Soll eine Beleuchtungsanlage saniert werden, ist zudem eine klare Beschreibung des Ist-Zustands wichtig, um Sparpotenziale und Qualitätssteigerungen zu bestimmen.

Wirklich nachhaltige Lichtkonzepte sind mehr als nur energieeffizient. Sie verknüpfen die Leitgedanken Umweltschutz, Wirtschaftlichkeit und Komfort. Dazu gehören:

- recycelbare und schadstoffarme Produkte, die am Ende der Lebensdauer problemlos entsorgt werden können.

Beim Kauf bieten viele Hersteller mit Öko-Labels oder EPDs (Environmental Product Declaration) Orientierung.

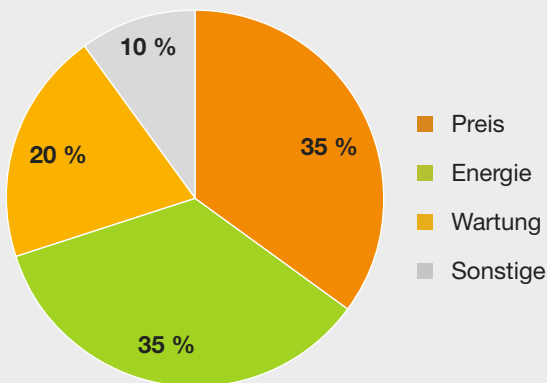
- Verbrauchsarme und zugleich langlebige Lichtquellen, Leuchten und Betriebsgeräte, die Ausgaben für Strom und Wartung dauerhaft niedrig halten.
- Austauschbare Komponenten. Sie vereinfachen Reparatur sowie Modernisierung und verlängern die Laufzeit einer Beleuchtungsanlage. So können etwa ältere LED-Module durch neue, leistungsfähigere Produkte ersetzt werden.
- Leicht zu bedienende Schalter und Displays sowie eine
- hohe Lichtqualität. Sie vereint gute Sehbedingungen (visuelle Qualität), angenehme Atmosphäre (emotionale Qualität) und eine positive Wirkung auf Körper und Gesundheit (biologische Qualität).

Um diese Ziele zu erreichen, stehen eine ganze Reihe von „Licht-Werkzeugen“ zur Verfügung.

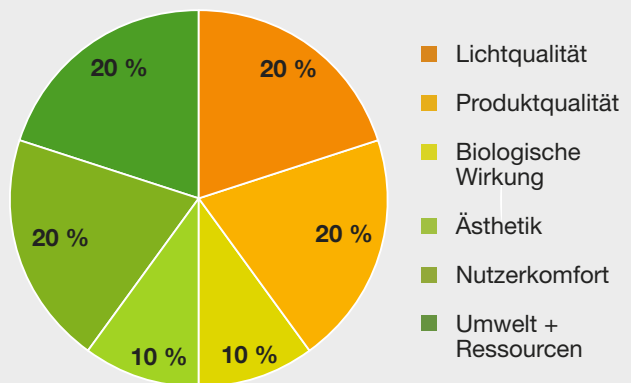
- Moderne Lichtquellen wie LEDs oder T16-Leuchtstofflampen erreichen im Betrieb Lichtausbeuten von 70 bis 100 Lumen pro Watt. Sehr gute Farbwiedergabewerte ( $R_a > 90$ ) stehen für hohe Lichtqualität.

## Beispiel eines ganzheitlichen Bewertungsmodells von Beleuchtungsanlagen

Wirtschaftliche Beleuchtungskriterien (60 %)



Qualitätskriterien (40 %)\*

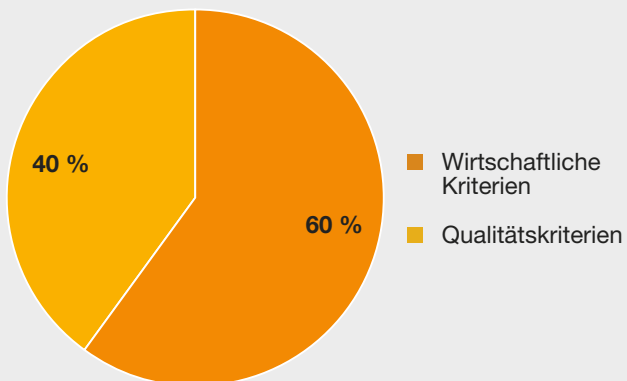


\* Urteil OLG Düsseldorf: Qualität darf mit 50 % gewertet werden.



21

### Gesamtbewertung



© licht.de

[20] Eine ganzheitliche Bewertung von Beleuchtungsanlagen berücksichtigt nicht nur finanzielle Aspekte: Neben wirtschaftlichen Auswahlkriterien (wie etwa Investitions- und Wartungskosten) wird hier auch die Qualität einer Anlage bewertet, zum Beispiel mit Blick auf die Lichtqualität, den Komfort oder die Nachhaltigkeit der verwendeten Produkte. Nach einem Urteil des OLG Düsseldorf dürfen solche Qualitätsmerkmale bis zu 50 Prozent in die Bewertung eingehen.

[21] Eine nachhaltige Beleuchtung bietet hohen Sehkomfort für Menschen und ist zugleich energieeffizient.

- Leuchten mit optimierter Reflektortechnik lenken das Licht mit geringen Verlusten präzise auf die zu beleuchtenden Flächen.
- Lichtmanagement passt die Beleuchtung automatisch an den tatsächlichen Bedarf an und bringt Komfort für die Nutzer.
- Planungssoftware hilft dabei, die Beleuchtung am tatsächlichen Bedarf auszurichten.

Nur wenn alle Möglichkeiten moderner Lichttechnik ausgeschöpft und sinnvoll miteinander verzahnt werden, kann ein Lichtkonzept gute Ergebnisse erzielen. Intelligentes Lichtmanagement erfüllt dabei eine Schlüsselrolle. Wenn etwa Leuchten im Büro per Präsenzmelder automatisch eingeschaltet werden, sinkt der Energieverbrauch um 15 bis 30 Prozent. Die Nutzer profitieren von höherem Bedienkomfort: Sie müssen die Beleuchtung nicht selbst aktivieren. Gutes Lichtmanagement zeichnet sich allerdings dadurch aus, dass Nutzer die voreingestellten Lichtszenen jederzeit nach ihren Bedürfnissen verändern können.

#### Wirtschaftlichkeit und Finanzierung

Neben der lichttechnischen Qualität müssen Planer und Entscheider auch die Wirtschaftlichkeit einer Anlage berücksichtigen.

Wichtig zu wissen: Die Ausgaben für Energie und Instandhaltung machen rund 85 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten aus, Anschaffung und Installation dagegen nur circa 15 Prozent. Investitionen in energieeffiziente und langlebige Lichttechnik amortisieren sich somit rasch – oft schon nach wenigen Jahren. Zusätzlich wird die Anschaffung etwa von umweltfreundlicher LED-Technik öffentlich gefördert, zum Beispiel durch staatliche Zuschüsse oder günstige Kredite der KfW-Bankengruppe (siehe Seite 27).

#### Contracting erlaubt zeitnahes Modernisieren

Soll eine Beleuchtungsanlage modernisiert werden, ist Contracting ein bewährtes Modell zur Finanzierung. Es erlaubt, Sanierungsprojekte auch bei knappem Budget zeitnah umzusetzen.

Das Prinzip: Ein Dienstleister modernisiert die Beleuchtung und profitiert anschließend von den eingesparten Kosten. Je nach Projekt und Contracting-Modell beträgt die Amortisationszeit acht bis zwölf Jahre.

Bei Contracting-Modellen gibt es zwei mögliche Vertragsformen: Vereinbaren die

[22 + 23] Lichtmanagementsysteme sorgen dafür, dass zur richtigen Zeit das richtige Licht vorhanden ist. Besonders effizient sind Systeme, die das Licht je nach Tageslichteinfall und Anwesenheit steuern.

[24] Eine nachhaltige Lichtlösung durchläuft während ihrer Entstehung mehrere Phasen und gelangt durch die Hände vieler Beteiligten. Nur ein gutes Zusammenspiel ermöglicht am Ende einen energieeffizienten und umweltgerechten Betrieb.





Partner ein Laufzeit-Modell, erhält der Contractor in der Regel die eingesparten Betriebskosten als Entgelt für seine Leistungen. Für den Auftraggeber bedeutet dies: kürzere Vertragslaufzeiten, aber keine Kosten-Einsparungen während der Laufzeit.

Beim Beteiligungsmodell erhält der Contractor nur einen bestimmten Anteil der eingesparten Betriebskosten; der andere Einsparanteil geht an die Stadt oder Gemeinde. Der Auftraggeber profitiert in diesem Fall von einer sofortigen finanziellen Entlastung – bei einer längeren Vertragslaufzeit.

### Wartung und Entsorgung

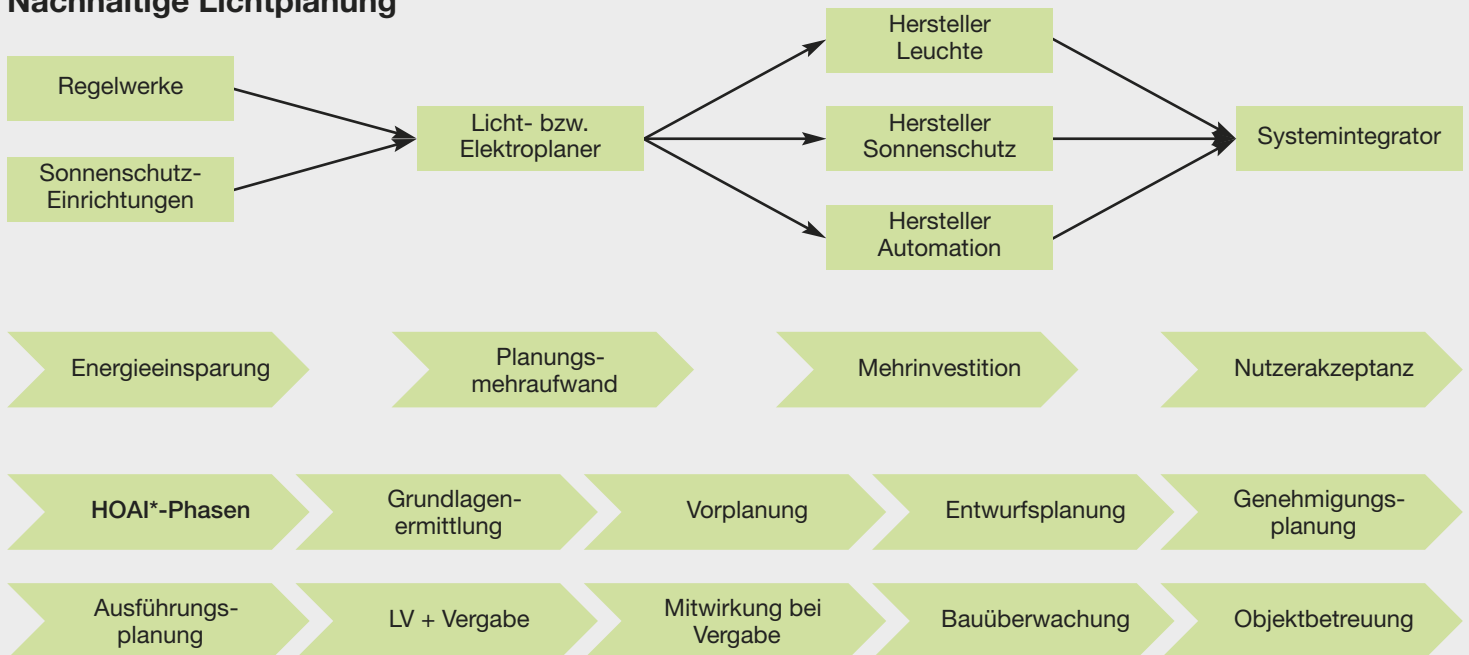
Um nachhaltig zu funktionieren, benötigt Lichttechnik Pflege, sprich: fachgerechte Wartung. Nach DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Innenräumen“ müssen Planer dokumentieren, wie die Beleuchtungsanlage zu warten ist (Reinigung, Lampenwechsel).

In Unternehmen und Kommunen legen Wartungspläne fest, wann Lichtquellen und Steuerung gewartet werden müssen. Schutzart der Leuchte, Betriebsbedingungen und andere Faktoren beeinflussen die Wartung. Für Reparaturen ist es von Vor-



23

## Nachhaltige Lichtplanung



HOAI\* = Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

teil, wenn sich defekte Teile leicht ersetzen lassen. Umweltfreundliche Produkte können nach Gebrauch größtenteils wiederverwertet werden. Bei LED- und Leuchtstofflampen sind über 90 Prozent des Materials recycelbar, darunter sind Bestandteile wie Glas, Metalle, Leuchtstoffpulver und Quecksilber.

Für Planer und Betreiber von Beleuchtungsanlagen gibt es viele Partner, die Informationen zu nachhaltiger Lichtplanung zur Verfügung stellen. So bietet unter anderem die Deutsche Energie-Agentur (dena) im Internet Online-Tools zur energieeffizienten Innen- und Außenbeleuchtung an ([www.lotse-innenbeleuchtung.de](http://www.lotse-innenbeleuchtung.de)/[www.lotse-strassenbeleuchtung.de](http://www.lotse-strassenbeleuchtung.de)). Sie liefern Kommunen und Unternehmen viele praktische Hinweise und Tools zu jeder Phase eines Beleuchtungsprojekts – von der Planung bis zum Betrieb.

#### **Innenbeleuchtung: Licht für nachhaltige Gebäude**

Richtlinien zur Gebäudeeffizienz sowie Normen und Vorschriften zu Arbeits- und Verbraucherschutz sind wichtige Wegweiser, wenn es darum geht, Lichtkonzepte für Innenräume zu erstellen. Die deutsche Energieeinsparverordnung (ENEV) setzt für private und öffentliche Gebäude Effizienzwerte auch für die Beleuchtung fest. Die Norm DIN EN 12464-1 zur Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen macht detaillierte Angaben unter anderem zu Beleuchtungsstärken und Blendungsbegrenzung, fordert eine ausreichende Beleuchtung mit Tageslicht sowie Energieeffizienz.

In einigen Anwendungen ist der Anteil der Beleuchtung am Energieverbrauch besonders hoch. In Bürogebäuden beträgt er rund 50 Prozent, in Krankenhäusern 20 Prozent. Hier kann energiebewusste Beleuchtung enorme Sparpotenziale erschließen. Am Arbeitsplatz hat hohe Lichtqualität einen positiven Effekt auf Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden, während Fehlzeiten zurückgehen. Dies haben bereits mehrere Studien bestätigt (z. B. Mills/Tomkins/Schlangen, *Journal of Circadian Rhythms*, 2007).

Effiziente Lichtquellen sind die Basis für ein energiebewusstes Lichtkonzept. Entschei-

dend ist jedoch die Effizienz des gesamten Beleuchtungssystems: Leuchten mit hohen Wirkungsgraden werden optimal eingesetzt, wenn sie das Licht mit nur geringen Verlusten auf die zu beleuchtenden Flächen lenken. Hochwertige Abdeckungen schützen gleichzeitig vor Blendung. Wichtig ist auch das Zusammenspiel mit der Raumarchitektur: Helle Wände mit guten Reflexionseigenschaften sorgen dafür, dass wenig Lichtleistung verloren geht.

#### **Elektronische Steuerung: Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit**

Lichtmanagement ist der Schlüssel zu noch mehr Nachhaltigkeit in der Beleuchtung. Nur mit elektronischer Steuerung können Betreiber und Nutzer alle Vorteile ausschöpfen, die moderne Lichtquellen, Leuchten und Betriebsgeräte bieten.

- Über Tageslichtsensoren wird die künstliche Beleuchtung automatisch auf das natürliche Licht abgestimmt.
- Präsenzmelder und Bewegungssensoren aktivieren die Beleuchtung immer dann, wenn ein Raum oder eine Raumzone genutzt wird. Per Zeitschaltung erlischt das Licht automatisch – ein wirksames Mittel gegen unnötigen Betrieb.
- Mit speicherbaren Lichtszenen lässt sich die Beleuchtung rasch an wechselnde Anforderungen anpassen – eine praktische Lösung etwa für Büros oder Gastronomie.
- Mit Steuerung wird Licht dynamisch, Helligkeiten und Lichtfarben können beliebig variiert werden. Auf diese Weise lassen sich zum Beispiel positive Impulse für Stimmung und Biorhythmus erzeugen. Während hohe Beleuchtungsstärken und kaltweißes Licht am Morgen den Körper in Schwung bringen, wirkt warmes, gedämpftes Licht am Abend beruhigend.

In Bestandsbauten könnte mit Lichtmanagement zusätzliche Energie gespart werden. So ergab etwa die Studie „EVA – Evaluierung von Energiekonzepten für Bürogebäude“ der TU Braunschweig (2007), dass in vielen Bürogebäuden präsenzabhängige Regelung der Beleuchtung noch nicht genutzt wird. Zusätzliche Effizienzpotenziale ließen sich der Studie zufolge durch eine bedarfsgerechtere Lichtplanung erschließen, die zu hohe Beleuchtungsleistungen vermeidet.

[25 – 27] Nachhaltige Beleuchtungslösungen für Mensch und Umwelt sind auch politisch gewünscht. Zahlreiche Förderprogramme für Kommunen und Unternehmen erleichtern die Finanzierung bei einem Neubau- oder Sanierungsprojekt.



25

## Finanzierung und Förderung

Nachhaltigkeit ist politisch gewünscht und wird entsprechend gefördert. Unter anderem unterstützen EU und Bundesregierung Neubau- und Sanierungsprojekte, die durch mehr Energieeffizienz zum Klimaschutz beitragen.

Auch Maßnahmen zu energiesparender Beleuchtung, etwa in Kommunen oder Unternehmen, kommen für eine Förderung infrage. So hilft etwa die Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums (BMU) Kommunen bei der Umstellung von Innen- oder Hallenbeleuchtung auf LED-Technik. Die Bundesländer haben zusätzliche Maßnahmen aufgelegt. In Baden-Württemberg gibt es etwa das Förderprogramm Klimaschutz-Plus, das die Sanierung von kommunaler Innen- und Straßenbeleuchtung fördert. Informationen unter: [www.kommunen.klimaschutz.de/foerderung](http://www.kommunen.klimaschutz.de/foerderung).



26

Spezielle Kreditprogramme der KfW-Bankengruppe erleichtern die Finanzierung von Projekten zu nachhaltiger Beleuchtung. Der KfW-Investitionskredit „Kommunen Premium – Energieeffiziente Stadtbeleuchtung“ eignet sich zum Beispiel für Vorhaben zur Straßen- oder Parkplatzbeleuchtung. Erfüllen Kommunen die technischen Bedingungen, werden förderungsfähige Kosten bis zu 100 Prozent finanziert. [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

Günstige Möglichkeiten der Finanzierung bietet auch das sogenannte Contracting. Dabei erneuert ein Dienstleister die Beleuchtung auf eigene Rechnung und profitiert anschließend von den gesparten Kosten (Informationen und Vertragsvorlagen unter [www.cfi21.org](http://www.cfi21.org)). Das Kompetenzzentrum Contracting für öffentliche Gebäude der Deutschen Energie-Agentur (dena) bietet Kommunen Initialberatungen zum Contracting an und vermittelt Fachleute für die Projektentwicklung. [www.kompetenzzentrum-contracting.de](http://www.kompetenzzentrum-contracting.de)



27



28

## Best Practice: Haus der Wissensarbeit

Das 2012 eröffnete „Haus der Wissensarbeit“ des Fraunhofer-Instituts für Arbeitsforschung (IAO) ist ein leuchtendes Beispiel für nachhaltige Lichtplanung: Das Gebäude entfaltet abends seine Wirkung nach außen dank langgestreckter Fensterbänder, die von innen leuchten und zugleich am Tag eine großzügige Beleuchtung der Räume mit natürlichem Tageslicht ermöglichen. Moderne Leuchtentechnik, LEDs und Lichtmanagement kombinieren Energieeffizienz mit guten Arbeitsbedingungen in den Büros. Für die nachhaltige Bauweise hat das Gebäude das LEED-Label des U.S. Green Building Council und das DGNB-Zertifikat in Gold erhalten.

Lichtmanagement-Systeme wie DALI (Digital Addressable Lighting Interface) können über Schnittstellen in übergeordnete Gebäudesystemtechniken wie KNX eingebunden werden. So verbindet sich die Beleuchtung mit anderen Gewerken wie Heizung und Lüftung zu einem effizient arbeitenden Gesamtsystem.

### **Außenbeleuchtung: Effizient, wartungsarm, sicher**

Für die Planung von Straßenbeleuchtung liefert in Europa die Norm DIN EN 13201 Vorgaben für die verschiedensten Einsatzszenarien, von kleinen Anliegerstraßen über Parkflächen bis zu Stadtautobahnen und Tunneln. Dafür werden zum Beispiel Verkehrsaufkommen oder die Fahrgeschwindigkeit auf der Straße analysiert. Sind die Leuchten ausgewählt, wird die erforderliche Leuchtdichte mit so wenig Leuchten wie möglich realisiert. Sicherheit bleibt dabei aber immer oberstes Gebot. Auf Konfliktzonen mit erhöhter Kollisionsgefahr, wie Kreuzungen oder Fußgängerüberwegen, liegt ein besonderes Augenmerk.

Nachhaltige Planung geht stets von großen Mastabständen bei möglichst geringer Wattleuchte aus, um Kosten für Strom und Wartung niedrig zu halten. Aufgrund der Energieeffizienz kommen für wirklich nachhaltige

Lösungen derzeit nur LEDs als Leuchtmittel infrage. Ihr geringer Energieverbrauch bringt die größte Kostenersparnis, und ihre lange Lebensdauer hält den Wartungsaufwand niedrig. Hinzu kommt: LEDs sind unempfindlich gegen Kälte und daher für den Einsatz im Freien besonders gut geeignet.

### **Licht sorgt für Sicherheit**

Energie- und Kosteneffizienz bilden nur einen Aspekt von Nachhaltigkeit. Mindestens ebenso wichtig ist, dass die Beleuchtung in Städten und Gemeinden die Zustimmung von Bewohnern und Besuchern findet. Im öffentlichen Interesse ist ein Licht, das Straßen und Wege gleichmäßig erhellt und so für Sicherheit sorgt. Gleichzeitig schafft es eine lebenswerte Atmosphäre in Geschäftsvierteln und Wohngebieten und vermeidet unerwünschte Wirkungen wie Streulicht an Gebäuden oder Lichtimmissionen. Beleuchtete Fassaden und Schilder erleichtern die Orientierung.

LEDs bieten neben hoher Effizienz den Vorteil, dass sich ihr Licht sehr präzise lenken lässt. Moderne Scheinwerfer, Strahler oder LED-Lichtlinien können architektonisch interessante Gebäude daher so in Szene setzen, dass kaum Licht zum Himmel hin abgestrahlt wird.

## Best Practice: Straßenbeleuchtung Langen

Die Stadt Langen bei Bremerhaven ist eine der ersten deutschen Kommunen, die ihre Straßenbeleuchtung komplett auf LEDs umstellt. In einem erfolgreichen Pilotprojekt wurde zunächst der Rathausparkplatz mit LEDs beleuchtet. Die Umstellung der übrigen Straßenbeleuchtung senkt den Energieverbrauch um rund 62 Prozent und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um etwa 473 Tonnen pro Jahr. Durch weitere Einsparungen bei der Wartung amortisiert sich die Investition bereits nach etwa zehn Jahren. Dank moderner Steuerungstechnik kann das Helligkeitsniveau in späten Nachtstunden abgesenkt werden, während das Licht an einzelnen Straßenzügen zuvor komplett abgeschaltet wurde.



29

## Nachhaltige Beschaffung: Bewertungsmatrix für wirtschaftliche LED-Straßenbeleuchtung

Als wirklich nachhaltige Lösung in der Straßen- und Außenbeleuchtung gelten energieeffiziente LED-Leuchtmittel. Die LED-Technologie ist vergleichsweise jung und bietet ganz neue Möglichkeiten in der Beleuchtung.

Das Produktangebot wächst schnell – und öffentliche Auftraggeber stehen oft vor der Herausforderung, fundierte Aussagen über das Preis-Leistungs-Verhältnis der Produkte zu treffen. Gleichzeitig sollen Kommunen nicht nur den Preis als Entscheidungskriterium heranziehen, sondern auch ganzheitlich-wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen.

Hilfestellung bei der nachhaltigen Beschaffung gibt eine Bewertungsmatrix, die im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative der Bundesregierung erarbeitet wurde. Dieses ebenso praktische wie einfach zu bedienende Werkzeug im Excelformat erlaubt es, bei der Beschaffung von LED-Straßenleuchten die wesentlichen Kriterien für eine wirtschaftliche Bewer-

tung mit Punktwerten zu gewichten und Produkte zu vergleichen. Dabei werden vier Hauptkriterien bewertet:

- Preis
- Energie
- Produktqualität und lichttechnische Eigenschaften
- Ästhetik

Die Vorlage ist flexibel angelegt und kann mit wenig Aufwand an individuelle Anforderungen angepasst werden. Dies gilt sowohl für die Kriterien als auch für die beispielhaft eingetragene Gewichtung einzelner Bewertungsaspekte.



Die Bewertungsmatrix ist als Excel-Vorlage online abrufbar unter:  
[www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/projektlaufzeit](http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/projektlaufzeit)

Lichtmanagement eröffnet auch in der Außenbeleuchtung zusätzliches Einsparpotenzial. So lassen sich zum Beispiel Straßenleuchten bequem per Telemanagement warten. Bei niedrigem Verkehrsaufkommen wird der Lichtstrom etwa an Ausfallstraßen im Rahmen der Norm abgesenkt und so dem tatsächlichen Bedarf angepasst.

Bei der Umrüstung bestehender Anlagen setzen bereits vorhandene Strukturen wie Stromleitungen oder Gebäude der Lichtgestaltung enge Grenzen. Häufig muss mit den bestehenden Lichtpunkten eine Lösung gefunden werden, welche die normativen Anforderungen erfüllt. Wichtige Anhaltspunkte für die Planung bieten Lichtstärkeverteilungskurven. Anhand dieser Daten wird die für die örtliche Situation beste Leuchte ausgewählt. Weitere Stell-schrauben, um die Ausleuchtung des Areals zu beeinflussen, sind die Lichtpunkthöhe sowie der Anstellwinkel des Leuchtenkopfes.

# Neues Licht für alte Räume

Auch Bestandsbauten lassen sich nachhaltig gestalten – durch Sanierung. Neue Beleuchtung spart Energie, verbessert die Lichtqualität und trägt dazu bei, gesetzliche Vorgaben zu erfüllen.

Flackernde Lampen, verschmutzte Leuchten, gleichmäßig monotones Raumlicht – so präsentieren sich immer noch viele Büros, Schulen und Verwaltungsgebäude. Von Nachhaltigkeit zu sprechen, ist in solchen Fällen sicher verfehlt, denn veraltete Beleuchtungsanlagen verbrauchen zu viel Strom und belasten die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Sie verursachen hohe Energie- und Wartungskosten und gefährden den wirtschaftlichen Betrieb eines Gebäudes. Nutzer leiden unter schlechten Lichtbedingungen, die das tägliche Arbeiten erschweren und sogar gesundheitliche Beeinträchtigungen mit sich bringen können.

Die gute Nachricht: Für effiziente und ergonomische Beleuchtung ist kein Neubau notwendig. Eine sorgfältig geplante Sanierung senkt Kosten für Strom und Wartung und erhöht zugleich die Lichtqualität. In vielen Fällen ist sie zudem notwendig, um die strengen gesetzlichen Anforderungen an Energieeffizienz zu erfüllen. So regelt etwa die Energieeinsparverordnung (ENEV) den

maximal zulässigen Gesamtenergiebedarf von Gebäuden. In die Energiebilanz geht auch die Beleuchtung ein.

## Komponenten klug kombinieren

Während bei Neubauten die Beleuchtung mit dem gesamten Gebäude in einem Guss geplant und optimiert werden kann, sind bei der Sanierung oft die Besonderheiten des Gebäudebestands zu berücksichtigen. Dennoch können die einzelnen Komponenten moderner Lichttechnik meistens problemlos kombiniert werden:

- Energiesparende Lichtquellen wie LEDs oder moderne Leuchtstofflampen sind die Basis effizienter Beleuchtung.
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) sorgen dafür, dass Lampen und LEDs effizient arbeiten.
- Optimierte Leuchten lenken das Licht dorthin, wo es benötigt wird, und vermeiden Streuverluste.
- Elektronisches Lichtmanagement richtet die Beleuchtung am tatsächlichen Bedarf aus.

Die einfachste Sanierungsmaßnahme ist, vorhandene Leuchten mit neuen, effizienteren Lichtquellen auszustatten. Doch der bloße Austausch nutzt längst nicht das gesamte Potenzial moderner Lichttechnik aus. Und nicht immer ist die Lichtverteilung der neuen Lichtquelle für die Leuchte geeignet, Normvorgaben werden unter Umständen dann nicht mehr erfüllt.

Es lohnt es sich, alle Komponenten der Beleuchtung in einem gut aufeinander abgestimmten System einzusetzen. Durch die eingesparten Stromkosten rechnet sich die Investition schnell.

## Lichtsteuerung – Hebel für mehr Effizienz

Elektronische Lichtsteuerung erfüllt dabei eine wichtige Rolle. Sie lässt sich problemlos in Bestandsbauten integrieren. Lichtmanagement-Systeme wie DALI (Digital Addressable Lighting Interface) tragen entscheidend dazu bei, dass eine Beleuchtungsanlage alle Effizienzpotenziale aus-



schöpfen kann. Präsenzmelder schalten das Licht automatisch ab, wenn Räume wie Flure oder Treppenhäuser nur sporadisch genutzt werden. Unnötige Betriebszeiten werden so verhindert. Tageslichtsensoren richten die künstliche Beleuchtung am natürlichen Lichteinfall aus. Konstantlichtregelung, die sogenannte Maintenance-Funktion, dimmt Leuchten auf den geforderten Wartungswert herunter und spart so Energie.

### Beispiel: Bürosanierung

Folgendes Beispiel verdeutlicht das Potenzial der Lichtsteuerung: Wird eine veraltete Bürobeleuchtung mit Standard-Leuchtstofflampen und konventionellen Vorschaltgeräten durch moderne Lichtquellen und EVGs ersetzt, sinkt der Energieverbrauch bereits um rund 55 Prozent. Kommen Präsenzkontrolle und Tageslichtsteuerung zum Einsatz, lassen sich Einsparungen von bis zu 80 Prozent erzielen (siehe Grafik 32). Auch die immer strengeren Energieverbrauch-Grenzwerte der EU lassen sich ohne elektronische Steuerung kaum noch erreichen.

Welche Möglichkeiten digitale Lichtsteuerung eröffnet, zeigt ein praktisches Beispiel aus Neckarsulm (Baden-Württemberg): Dort wurden Büros eines deutschen Autobauers mit einer neuen Bürobeleuchtung ausgestattet. Die vorhandene Technik wurde komplett durch LED-Einbauleuchten und -Downlights mit einer Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden ersetzt. Anwesenheitsregelung und Tageslichtsteuerung ermöglichen weitere Energieeinsparungen von bis zu 50 Prozent.

Doch egal, ob Büro, Schule oder Krankenhaus – bei allen Sanierungsprojekten ist sorgfältige Planung und Analyse der erste Schritt zu einem Lichtkonzept, das allen Ansprüchen an Effizienz und Nutzerkomfort entspricht.

[30] Moderne Lichttechnik sorgt auch in Bestandsbauten für mehr Nachhaltigkeit. Eine sorgfältig geplante Sanierung erhöht die Beleuchtungsqualität und senkt den Energieverbrauch.

[32] Der Austausch alter Beleuchtungssysteme gegen moderne Lichttechnik spart viel Energie und Kosten. Eine Ersparnis bis zu 80 Prozent bieten effiziente Anlagen mit einem Lichtmanagementsystem.

## Checkliste Sanierung

### Acht Fragen zum Zustand Ihrer Beleuchtungsanlage

JA?

#### Wartung

1. Sind einzelne Lampen ausgefallen?

2. Sind die Leuchten verschmutzt?

3. Flackern oder flimmern Lampen beim Einschalten und im Betrieb?

→ Falls Sie eine dieser Fragen mit JA beantworten, sollten Sie die Leuchten reinigen und defekte Lampen austauschen.

#### Sanierung

4. Ist Ihre Beleuchtungsanlage älter als 15 Jahre?

5. Haben Sie zu wenig Licht an Ihrem Arbeitsplatz?

6. Fühlen Sie sich bei der Arbeit geblendet?

7. Sehen Sie Reflexe oder Spiegelungen auf Ihrem Bildschirm?

8. Fehlt Ihnen die Möglichkeit, die Beleuchtung zu schalten oder zu dimmen?

Falls Sie eine der Fragen 4 bis 8 mit JA beantworten, sollten Sie die Beleuchtungsanlage prüfen.

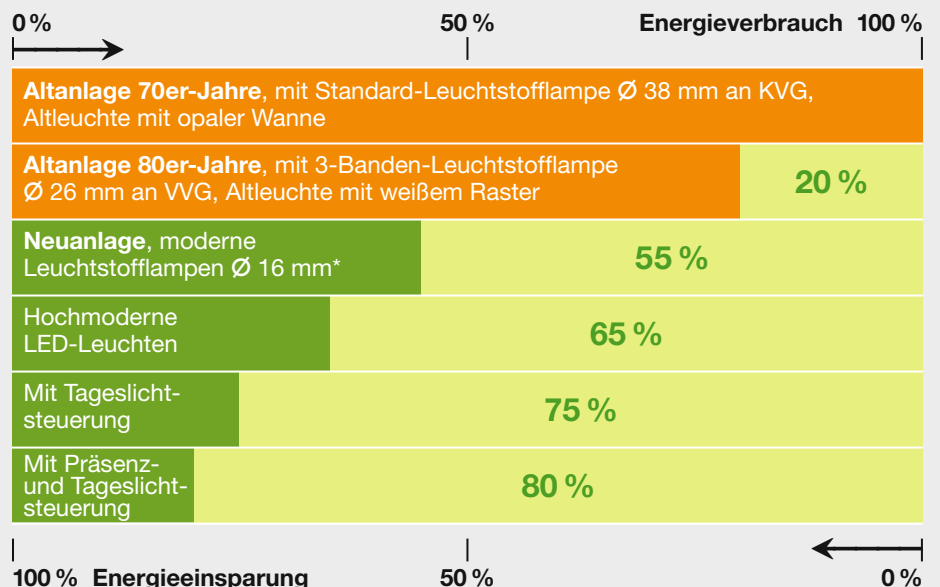
→ Ab zwei JA ist es Zeit, an eine Sanierung zu denken.

→ Sie haben vier Fragen mit JA beantwortet? Dann ist es Zeit, noch heute einen Fachmann anzurufen und sich ein Sanierungskonzept erstellen zu lassen.

© licht.de

31

## Sparpotenziale Innenbeleuchtung



\* Leuchtstofflampe an EVG mit sehr geringer Verlustleistung, energieeffiziente direkt oder direkt/indirekt strahlende Leuchten mit moderner Lichtlenktechnik.

© licht.de

32

# Grünes Licht hat Technik

Effizient, haltbar, wartungsarm: Nachhaltige Beleuchtung muss viele Anforderungen erfüllen. Entscheidend ist das perfekte Zusammenspiel von Lichtquellen, Leuchten und Steuerung.

Bei der Lichttechnik lohnt es sich, auf Qualität zu setzen. Denn nur wenn die Beleuchtung dauerhaft effizient arbeitet und gleichbleibend gute Lichtleistung liefert, verdient sie das Prädikat „nachhaltig“. Hinzu kommt: Nutzer müssen das Potenzial der Beleuchtung ausschöpfen können. Einfache Bedienbarkeit und Anwenderschulungen tragen dazu bei, dass effiziente Lichttechnik auch effektiv eingesetzt wird.

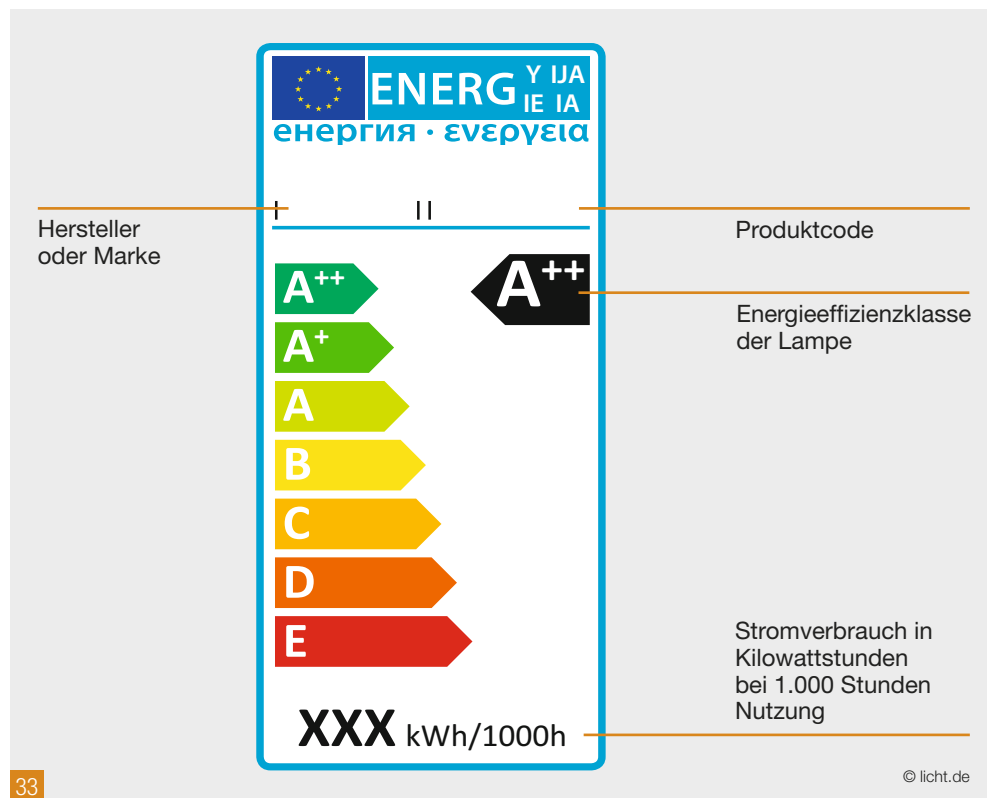
## Lampen und LED-Module

Effiziente und langlebige Lichtquellen sind die Basis für ein nachhaltiges Lichtkonzept. Wie energiesparend eine Lichtquelle arbeitet, wird mit der Lichtausbeute ausgedrückt. Sie beschreibt, wie viel Energie in Lichtleistung umgesetzt wird. Moderne T16-Leuchtstofflampen erreichen zum Beispiel eine Lichtausbeute von bis zu 100 Lumen pro Watt. Auch Hochdruckentladungslampen werden nach wie vor häufig eingesetzt – etwa in der Straßenbeleuchtung.

Das größte Entwicklungspotenzial steckt allerdings in der noch jungen LED-Technik. Sie hat in wenigen Jahren enorme Fortschritte bei Lichtausbeute und Lebensdauer gebracht. Alleine im Jahr 2011 ist die Effizienz von LEDs um rund 25 Prozent gestiegen.

Inzwischen liefern Hochleistungs-LEDs im Betrieb eine Lichtausbeute von 100 bis 120 Lumen pro Watt. Damit benötigen sie 90 Prozent weniger Strom als eine Glühlampe. Dank ihrer langen Lebensdauer erfordern sie praktisch keine Wartung. LEDs sind sehr gut steuerbar und daher die beste Lichtquelle für elektronisches Lichtmanagement. Die Dioden sind zudem robust und insektenfreundlich – nachhaltiger kann eine Lichtquelle kaum sein.

LED-Lampen mit herkömmlichem Schraub- oder Stecksockel erleichtern Anwendern den Umgang mit der neuen Technik. So er-



[33] Das Energielabel für Lampen (Stand: September 2013) informiert über die Effizienzklasse einer Lampe. Besonders sparsam sind LEDs sowie effiziente Energiespar- und Leuchtstofflampen.

[34] Eine Vielzahl von Lichtquellen ermöglicht es, für jede Anwendung die richtige Wahl zu treffen.



setzt etwa eine LED-Lampe mit elf Watt eine konventionelle 60-Watt-Glühlampe, ohne dass die dazugehörige Leuchte ausgetauscht werden muss. Bessere Leistungen erzielen komplette LED-Module in Leuchten, die an die speziellen Eigenschaften der LED angepasst sind.

Auch die Entwicklung organischer Leuchtdioden (OLED) schreitet weiter voran. Als erste flächige Lichtquelle werden sie entweder auf Glas oder Kunststoff aufgebracht und bieten völlig neue Anwendungsmöglichkeiten. Vor allem erlauben sie es, Licht direkt, also ohne Verluste durch Reflektoren, zu nutzen. Erste marktfähige OLED-Leuchten wurden bereits vorgestellt. Weitere Fortschritte bei Effizienz und Lebensdauer sind zu erwarten.

Wie effizient eine Lichtquelle arbeitet, verrät das Energielabel, das sich auf der Verpackung befindet. Es ordnet Lampen und LEDs in Effizienzklassen ein und bietet schnelle Orientierung beim Lampenkauf.

Mit der EU-Richtlinie EU 874/2012 wurden zum 1. September 2013 neue Effizienzklassen eingeführt. Sie berücksichtigen den niedrigen Energieverbrauch neuer Licht-

quellen: Besonders sparsame LEDs kommen für die höchste Klasse A++ infrage, Glühlampen mit Reflektortechnik erreichen allenfalls die niedrigste Klasse E. Das neue Energielabel enthält häufig auch eine Angabe des Stromverbrauchs in Kilowattstunden pro 1.000 Stunden Betrieb.

#### Mehr Effizienz mit Betriebsgeräten

Entladungslampen und LEDs sind für reibungslosen, stromsparenden Betrieb auf zusätzliche Technik angewiesen. Vor allem bei Leuchtstofflampen wirkt sich die Wahl des Vorschaltgerätes auf den Verbrauch und damit auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) sind besonders effizient. Sie bilden gleichzeitig die Schnittstelle für elektronisches Lichtmanagement und eröffnen somit viele Möglichkeiten der Lichtgestaltung vom einfachen Dimmen bis zur Einbindung in eine übergeordnete Gebäudesystemtechnik, die etwa die Beleuchtung mit Heizung und Tageslichtmanagement koordiniert. Vorschaltgeräte werden nach dem Energie-Effizienz-Index entsprechend ihres Stromverbrauchs klassifiziert.

#### Auswahl von Leuchten

Bei der Auswahl von Leuchten ist nicht nur deren Design entscheidend. Ebenso wichtig ist, dass das Gesamtsystem aus Licht-

quelle, Optiken, Reflektoren und gegebenenfalls Betriebsgeräten effizient arbeitet. Für lange Haltbarkeit stehen ausgesuchte Materialien wie Aluminium und hochwertige Lacke. Zugleich sollten Reparaturen problemlos möglich sein. Passgenaue Abdeckungen verhindern, dass Schmutz und Staub wertvolles Licht schlucken. Für Sicherheit stehen anerkannte Prüfzeichen wie „VDE“, „GS“ oder „ENEC“.

In vielen Räumen werden Leuchten eingesetzt, die einen Teil des Lichts zu Decken und Wänden hin abstrahlen. So entsteht eine helle, freundliche Raumatmosphäre, und durch die großflächige Beleuchtung wird Blendung vermieden. Helle Begrenzungsflächen mit hohen Reflexionsgraden sind für diese Form der Beleuchtung wichtig, damit möglichst wenig Licht absorbiert wird.

Kennzeichnungen wie die sogenannten Environmental Product Declarations (EPD) geben Orientierung bei der Auswahl von Leuchten. Sie informieren unter anderem über Energieverbrauch, Entsorgung und Lebensdauer.





35



36

### Neues Leuchtendesign mit LEDs

Die LED hat auch das Leuchtendesign verändert. Wegen der kleinen Bauformen von LEDs kommen Leuchten mit weniger Material aus – so werden wertvolle Ressourcen geschont und neue, formschöne Designs ermöglicht. Große Reflektoren sind nicht mehr notwendig, denn LEDs liefern gerichtetes Licht von hoher Qualität, das über Optiken direkt auf die zu beleuchtende Fläche gelenkt wird. Aufgrund ihrer kleinen Abmessungen können LEDs mit verschiedenen Lichtfarben in einer Leuchte

kombiniert werden, so dass die Lichtfarbe stufenlos von Warm- bis Tageslichtweiß verändert werden kann.

Ähnlich wie bei Lampen wird auch die Effizienz von LED-Leuchten in Lumen pro Watt gemessen. Moderne LED-Leuchten erreichen derzeit 90 Lumen pro Watt und mehr. Hohe Temperaturen schaden LEDs und vermindern deren Effizienz. Daher ist für langen und einwandfreien Betrieb gutes Thermomanagement entscheidend. Es sorgt dafür, dass die Wärme, die LEDs im Betrieb erzeugen, rasch abgeleitet wird.

Viele technische Eigenschaften von LED-Technik werden nach und nach vereinheitlicht. Um die Standardisierung kümmert sich seit 2010 die Initiative Zhaga – ein internationales Konsortium von Unternehmen der Beleuchtungsbranche. So lassen sich zum Beispiel häufig veraltete gegen leistungsfähigere LED-Module austauschen – ein weiterer Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit.

### Lichtmanagement – effizient und komfortabel

Beleuchtung nur per Schalter zu steuern, ist wenig komfortabel und vergibt die Chance, zusätzliche Energie zu sparen. Denn intelligente Lichtsteuerung hat sich zum wichtigsten Hebel für mehr Energieeffizienz entwickelt. Nachhaltige Lösungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie für Anwender leicht zu bedienen sind und

trotzdem alle Möglichkeiten elektronischer Steuerung bieten. Die wichtigsten Funktionen sind:

- Dimmen
- Präsenz- und/oder zeitabhängiges Schalten
- Tageslichtsteuerung
- Speichern und Abrufen von Lichtszenen
- Wartung und Kontrolle

Gerade in Räumen, die nur sporadisch genutzt werden – Flure, Konferenzräume, Toiletten – hilft präsenzgesteuerte Beleuchtung, unnötigen Betrieb zu vermeiden. Dabei aktivieren Sensoren das Licht immer dann, wenn eine Person den Raum betritt. Anschließend wird die Beleuchtung zeitversetzt abgeschaltet. Noch mehr Einsparungen bringt modernes Tageslichtmanagement, das die künstliche Beleuchtung an den natürlichen Lichteinfall anpasst. Zusammen mit Präsenzsteuerung spart diese Technik mehr als 50 Prozent Energie. Zugleich steigt durch den hohen Anteil an Tageslicht die Lichtqualität.

In Räumen mit geringer Tageslichtzufuhr können dagegen dynamisch wechselnde Lichtszenen wichtige Impulse für den Schlaf-Wach-Rhythmus des Menschen geben. So wecken hohe Beleuchtungsstärken und kühle Lichtfarben am Morgen die Lebensgeister oder helfen über das Mittagstief hinweg. Abends stimmt warmweißes Licht mit reduzierten Beleuchtungsstär-

## Service für nachhaltigen Betrieb

Soll Lichttechnik nachhaltig funktionieren, darf es nicht an Service fehlen. Hersteller bieten viele Dienstleistungen an, um sicherzustellen, dass Anwender von maximaler Effizienz und hohem Lichtkomfort profitieren. Fachleute aus Unternehmen der Lichtbranche beraten schon bei der Lichtplanung. Serviceteams helfen bei der Inbetriebnahme von Beleuchtungsanlagen, adressieren Leuchten innerhalb eines Lichtmanagement-Systems oder programmieren Lichtstimmungen. Auch wenn eine Beleuchtungsanlage in Betrieb ist, helfen Hersteller etwa bei technischen Fragen oder informieren per Energiemonitoring über den Stromverbrauch einer Beleuchtungsanlage. Vertraglich garantierte Wartung sorgt für einen störungsfreien Betrieb der Beleuchtung.



ken den Körper auf die Nachtruhe ein.

Großflächige Lichtdecken oder angestrahlte Decken schaffen tageslichtähnliche Verhältnisse. Auf diese Weise werden lichtempfindliche Zellen im Auge besser stimuliert, die den Hormonhaushalt im Gleichgewicht halten. Mehrere Studien belegen die positiven Effekte einer biologisch wirksamen Beleuchtung, die bereits in Büros, Krankenhäusern oder Schulen erfolgreich eingesetzt wird.

### Nachhaltiges Licht für Straßen und Plätze

LEDs und elektronische Lichtsteuerung halten auch Einzug in die Beleuchtung von Straßen, Plätzen und Wegen. Das Einsparpotenzial ist hoch: Nach Schätzungen beruht Straßenbeleuchtung in Europa zu knapp einem Drittel noch auf Technik aus den sechziger Jahren. Durch moderne Lichttechnik könnten alleine in Deutschland rund 2,2 Milliarden Kilowattstunden bei der Straßenbeleuchtung eingespart werden (Quelle: ZVEI).

Vielorts werden veraltete Quecksilber- oder Natriumdampflampen durch moderne Systeme ersetzt. LEDs setzen sich zunehmend als effiziente Alternative durch. Sie verbinden lange Lebensdauer mit hoher Lichtqualität. LEDs sind zudem sehr robust. Ein weiterer Vorteil: Ihr Licht zieht Insekten kaum an.

Vor allem aber eignen sich LEDs gut für elektronisches Lichtmanagement, das auch

in der Straßenbeleuchtung immer häufiger eingesetzt wird. Intelligente Steuerung kann die Helligkeit zu verkehrsarmen Zeiten reduzieren. Einzelne Leuchten können aus der Ferne überwacht und somit einfacher gewartet werden. Ansteuerbare Straßenleuchten lassen sich zudem an wechselnde Wetterverhältnisse anpassen. So wird bei Regen das Licht gedimmt, damit es Autofahrer nicht blendet. Bei Großveranstaltungen kann wiederum mehr Licht als üblich zur Verfügung gestellt werden.

Zusammen mit energiesparenden LEDs und exakter Lichtlenkung auf die Straßenebene verbraucht moderne Straßenbeleuchtung rund 80 Prozent weniger Strom als veraltete Quecksilberdampf-Technik. Ganz im Sinne der Nachhaltigkeit verbindet eine moderne Straßenbeleuchtung somit Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit, Komfort und Sicherheit.

[35 + 36] LEDs haben die Beleuchtung erobert. Äußerst effizient und langlebig, dazu einfach steuerbar und in vielen Farben erhältlich, eignen sie sich bestens für eine nachhaltige Beleuchtung.

[37] Über moderne Displays lässt sich die Beleuchtung ganz einfach steuern; programmierte Lichtstimmungen können komfortabel abgerufen werden.

# Glossar

**AVV/EnEff** – Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen muss von Bundesdienststellen beachtet werden. Sie gibt unter anderem vor, welche Effizienzanforderungen in Leistungsbeschreibungen zu berücksichtigen sind.

**BREEAM** – Das BREEAM-Siegel (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) wurde 1990 eingeführt und ist eines der ältesten Green-Building-Zertifikate. Das BREEAM-Siegel wird von der unabhängigen Bau-Beratungsgesellschaft BRE (Großbritannien) vergeben.

**CE-Kennzeichnung** – Mit dem Zeichen „CE“ auf ihren Produkten oder der Verpackung dokumentieren Hersteller in Eigenverantwortung, dass ihre Produkte den Anforderungen relevanter Richtlinien der Europäischen Union entsprechen. Das CE-Symbol ist kein Sicherheitsprüfzeichen wie VDE-, ENEC- oder GS-Zeichen.

**CO<sub>2</sub>-Footprint** – Der Carbon- oder CO<sub>2</sub>-Footprint ist ein Maß für die Kohlendioxid-Emission, die zum Beispiel ein Produkt in seinem gesamten Lebenszyklus verursacht.

**Contracting** – Eine Form der Finanzierung, die unter anderem häufig von Kommunen für die Sanierung von Straßenbeleuchtung genutzt wird. Beim Contracting erneuert ein Dienstleister die Beleuchtung auf eigene Rechnung und profitiert anschließend von den gesparten Kosten.

**DALI** – Das „Digital Addressable Lighting Interface“ ist eine standardisierte Schnittstelle zur Ansteuerung von elektronischen Vorschaltgeräten für Lichtquellen. Mit DALI können einzelne Leuchten, Leuchtengruppen oder die Beleuchtung ganzer Räume gesteuert werden. Über sogenannte Gateways kann DALI in eine übergeordnete Gebäudesystemtechnik eingebunden werden.

**dena** – Die Deutsche Energie-Agentur (dena) wurde 2000 in Berlin gegründet. Sie informiert über alle Fragen der effizienten Energieerzeugung und -verwendung.

**DGNB** – Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. wurde 2007 gegründet. Ihr Ziel ist es, nachhaltiges Bauen zu fördern. So hat die DGNB unter anderem ein Zertifizierungssystem entwickelt, das Neubauten, aber auch ganze Stadtquartiere, hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit bewertet. In die Bewertung geht auch die Beleuchtung ein.

**DIN EN 12464** – Wichtigste Norm zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen. DIN EN 12464-1 wurde zuletzt 2011 überarbeitet und macht Vorgaben zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Gebäuden

**EEL** – Mit dem Energie-Effizienz-Index (EEL) werden Vorschaltgeräte für Lichtquellen klassifiziert. Die Grundlage für die Klassifizierung liefert die Vorschaltgeräte-Richtlinie 2000/55/EG.

**ENEC** – Europäisches Sicherheitsprüfzeichen für Leuchten und andere elektrotechnische Produkte. Es wird von neutralen Prüf- und Zertifizierungsinstituten in Europa vergeben – in Deutschland vom VDE, für den die Prüfstellennummer „10“ neben dem ENEC-Zeichen steht. ENEC ist die Abkürzung von European Norm Electrical Certification.

**Energielabel** – Das EU-weit einheitlich gestaltete Energielabel informiert Verbraucher über die Energieeffizienz elektrotechnischer Produkte. Seit 2013 gibt es für Lichtquellen ein neues Energielabel. Es ordnet Lampen und LEDs sieben Energieeffizienzklassen zu. Dabei steht „A++“ für sehr hohe und „E“ für geringe Energieeffizienz. Das Energielabel befindet sich in der Regel auf der Verpackung.

**EPD** – Umweltproduktdeklarationen (Environmental Product Declaration EPD) fassen alle Umwelteinflüsse eines Produktes zusammen – etwa den Verbrauch an Primärenergie und Rohstoffen.

**EPBD** – Die EU-Richtlinie 2010/31/EU (Energy Performance of Buildings Directive) macht Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

**ENEV** – Die Energieeinsparverordnung setzt die Inhalte der EPBD-Richtlinie auf deutscher Ebene um. Sie sieht unter anderem Energieausweise für private und Nichtwohngebäude vor. Laut ENEV muss auch für Beleuchtung der Primärenergiebedarf ermittelt werden.

**EVG** – elektronisches Vorschaltgerät zum Betrieb von Lampen. EVGs haben viele Vorteile gegenüber konventionellen (KVG) und verlustarmen Vorschaltgeräten (VVG): Sie erhöhen die Lichtausbeute der Lampe, ermöglichen einen flackerfreien Sofortstart, tragen zu einer längeren Lebensdauer bei und schalten defekte Lampen automatisch ab.

**ISO 9001** – Die international gültige Norm der International Organization for Standardization legt Kriterien für Qualitätsmanagement fest. Ziel ist, dass Produkte oder Dienstleistungen sowohl Kundenanforderungen als auch gesetzlichen Vorgaben entsprechen.

**ISO 14001** – Die internationale Norm beschreibt Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem für Unternehmen und andere Organisationen. Bestandteile des Umweltmanagements sind zum Beispiel die Einführung von Umwelt-Programmen und deren Kontrolle. ISO 14001 gehört zu einer Normenfamilie, die weitere Aspekte umweltgerechten Handelns regelt.

**ISO 50001** – Diese Norm liefert Leitlinien für Energiemanagementsysteme, mit denen Organisationen ihre Energieeffizienz kontinuierlich verbessern können. ISO 50001 enthält Vorgaben zu Energieversorgung und -verbrauch, zu Messung und Dokumentation.

**LED** – Das Kürzel steht für Licht Emittierende Dioden (engl.: Light Emitting Diodes), elektronische Halbleiter-Bauelemente, die unter Spannung Licht in den Farben Rot, Grün, Gelb oder Blau abgeben. Mit einer zusätzlichen internen Leuchtschicht können blau leuchtende LEDs auch weißes Licht abstrahlen. Weißlicht lässt sich außerdem durch Farbmischung erzeugen.



38

**LEED** – international verbreitetes Green-Building-Zertifikat. Die Abkürzung steht für „Leadership in Energy and Environmental Design“. Das LEED-Label steht für nachhaltige Gebäudequalität und wird in den Auszeichnungen Platin, Gold, Silber und „zertifiziert („certified“) vergeben.

**Lichtimmission** – direktes und indirektes Streulicht, das durch die künstliche Beleuchtung von Straßen, Plätzen und Gebäuden erzeugt und in die Umwelt abgegeben wird. Vor allem in Ballungszentren entstehen auf diese Weise sogenannte Lichtglocken, welche die natürliche Dunkelheit der Nacht verdrängen und den Biorhythmus von Lebewesen beeinträchtigen können.

**LightingEurope** – Verband der europäischen Lichtbranche. LightingEurope ist Ende 2012 aus dem Zusammenschluss von CELMA (Dachverband der europäischen Leuchtenhersteller) und ELC (European Lamp Companies) entstanden. Ziel des Verbandes: die Qualität der Beleuchtungssysteme in Europa und weltweit fördern.

**Minergie** – Verein mit Sitz in der Schweiz, der Gebäude unter Nachhaltigkeitsaspekten bewertet. Das Minergie-Label klassifiziert Gebäude vor allem hinsichtlich ihres Energieverbrauchs. Minergie-Eco stellt auch Anforderungen an eine gesunde und ökologische Bauweise.

**Ökodesign-Richtlinie** – Die EU-Richtlinie 2009/125/EG macht Vorgaben für die umweltgerechte Gestaltung sogenannter ener-

gieverbrauchsrelevanter (energy related) Produkte. Auf Basis der Richtlinie werden ineffiziente Geräte schrittweise vom Markt genommen. Ein prominentes Beispiel ist die Allgebrauchsglühlampe.

**OLED** – Organische Leuchtdioden. Anders als bei LEDs wird für OLEDs organisches Halbleitermaterial verwendet. In der Regel werden Glas oder Kunststoffe als Substrat für die flächigen Lichtquellen genutzt. Die Entwicklung der OLED-Technologie befindet sich noch am Anfang.

**Rat für Nachhaltige Entwicklung** – Die Bundesregierung hat den Rat für Nachhaltige Entwicklung 2001 berufen. Seine Aufgaben: die nationale Nachhaltigkeitsstrategie unterstützen, konkrete Projekte entwickeln und das Thema Nachhaltigkeit öffentlich vertreten.

**REACH** – Die EU-Verordnung 1907/2006 (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) ist eine wichtige Säule der Chemikalien-Gesetzgebung in der EU. Ihr Ziel ist unter anderem der Schutz von Menschen und Umwelt vor gefährlichen chemischen Stoffen. REACH verpflichtet Unternehmen dazu, Risiken, die von Chemikalien ausgehen, zu bewerten und zu begrenzen.

**RoHS** – Die EU-Richtlinie 2011/65/EU (Restriction of Hazardous Substances) beschränkt den Gebrauch von giftigen Substanzen wie Blei oder Cadmium in Elektrogeräten und unterstützt die Verwendung von Ersatzstoffen.

**Carbon Discloser Project** – eine Non-Profit-Organisation, die 2000 in London gegründet wurde. Ihr Ziel ist, dass Unternehmen und Kommunen umweltrelevante Daten wie Treibhausgas-Emissionen und Wasserverbrauch veröffentlichen.

**Verpackungsrichtlinie** – Die EU-Richtlinie 94/62/EG soll dazu beitragen, Abfälle zu vermeiden und Recycling sowie umweltgerechte Entsorgung zu fördern. Unternehmen, die verpackte Ware in Verkehr bringen, müssen sich an Rücknahme und Entsorgung der Verpackungen beteiligen.

**WEEE** – Die EU-Richtlinie 2002/96/EG (Waste of Electrical and Electronic Equipment) liefert unter anderem die Grundlage für das deutsche Elektro- und Elektronikgerätegesetz. Es verpflichtet Hersteller dazu, Altgeräte zu sammeln und soweit wie möglich wiederzuverwerten.

**Zhaga** – eine freiwillige Kooperation von internationalen Herstellern aus der Lichtbranche. Zhaga entwickelt einheitliche Standards für mechanische, thermische und photometrische Schnittstellen von LEDs. Damit soll unter anderem der Austausch von LED-Modulen verschiedener Hersteller vereinfacht werden.

**ZVEI** – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. Der ZVEI vertritt die gemeinsamen Interessen der deutschen Elektroindustrie und engagiert sich in internationalen Gremien und Verbänden wie LightingEurope.

Jedes Heft!

€ 10,-

# Die Schriftenreihe von licht.de

## licht.wissen 10

Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung

52 Seiten über Not- und Sicherheitsbeleuchtung: Heft 10 informiert über relevante Normen und Vorschriften, erklärt licht- und elektrotechnische Anforderungen und belegt mit zahlreichen Anwendungsbeispielen die Bedeutung der Sicherheitsbeleuchtung.



**[licht.wissen 02]** Besser lernen mit gutem Licht: Heft 02 erklärt auf 56 Seiten, wie optimales Licht Motivation und Leistung von Lernenden unterstützen kann. Es stellt effiziente Lösungen vor und erläutert lichttechnische Begriffe.



**[licht.wissen 05]** 60 Seiten Licht für Arbeitsplätze in Industrie und Handwerk: Heft 05 zeigt, wie optimale Beleuchtungsanlagen ergonomisches Arbeiten ermöglichen und dabei zugleich Energie und Kosten gespart werden können.



**[licht.wissen 17]** 60 Seiten Informationen zu LEDs: Langlebig und effizient, erobern LEDs die Beleuchtung. Heft 17 zeigt aktuelle Beispiele aus der Praxis, erklärt Funktionsweise und Qualitätsmerkmale der Dioden.



**[licht.wissen 19]** 56 Seiten über die biologische Wirkung des Lichts auf den Menschen: Heft 19 informiert über den aktuellen Stand der Forschung und erläutert anhand von Praxisbeispielen den Umgang mit melanopischem Licht.

licht.wissen – per Post oder als kostenfreie PDF-Datei (Download) unter [www.licht.de/lichtwissen](http://www.licht.de/lichtwissen)

- 01 Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2008)
- 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 (2009)
- 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 (2012)
- 11 Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie (2005)
- 12 Beleuchtungsqualität mit Elektronik (2003)
- 13 Arbeitsplätze im Freien (2007)
- 14 Ideen für Gutes Licht zum Wohnen (2009)

- 15 Gute Beleuchtung rund ums Haus (2009)
- 16 Stadtmarketing mit Licht (2010)
- 17 LED: Das Licht der Zukunft (2010)
- 18 Gutes Licht für Museen, Galerien, Ausstellungen (2006)
- 19 Wirkung des Lichts auf den Menschen (2014)
- 20 Nachhaltige Beleuchtung (2014)

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

# Alles über Beleuchtung!

## Herstellernerneutrale Informationen

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 herstellernerneutral und basieren auf den relevanten technischen Regelwerken nach DIN und VDE.

## licht.wissen

Die Hefte 1 bis 20 der Schriftenreihe licht.wissen geben Informationen zur Lichtanwendung. Diese Themenhefte erläutern anhand vieler Beleuchtungsbeispiele lichttechnische Grundlagen und zeigen beispielhafte Lösungen. Sie erleichtern damit auch die Zusammenarbeit mit Fachleuten der Licht- und Elektrotechnik. Alle lichttechnischen Aussagen sind grundsätzlicher Art.

## licht.forum


licht.forum behandelt aktuelle Fragen der Lichtanwendung und stellt Beleuchtungstrends vor. Diese kompakten Fachinformationen erscheinen in loser Folge.

## www.licht.de

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.



 [www.twitter.com/licht\\_de](https://www.twitter.com/licht_de)  
[www.twitter.com/all\\_about\\_light](https://www.twitter.com/all_about_light)

 [www.facebook.com/lichtde](https://www.facebook.com/lichtde)

## Impressum

### Herausgeber

licht.de  
Fördergemeinschaft Gutes Licht  
– eine Brancheninitiative des ZVEI e.V. –  
Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main  
Tel. 069 6302-353, Fax 069 6302-400  
licht.de@zvei.org, www.licht.de

### Redaktion und Gestaltung:

r.f.w. kommunikation, Darmstadt

### Druck

E&B engelhardt und bauer Druck und Verlag,  
Karlsruhe

ISBN-Nr. Druckausgabe 978-3-945220-00-9

ISBN-Nr. PDF-Ausgabe 978-3-945220-01-6

März 2014 (03/14/10/20)

Berücksichtigt wurden die bei Herausgabe gültigen DIN-Normen und VDE-Vorschriften, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e. V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren jeweils aktuellste Fassung, erhältlich bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.

Der komplette oder auszugsweise Nachdruck von licht.wissen 20 ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

### Bildnachweis

Bildnummern Rückseite

		39
40	41	42
43	44	45

Bilder

Titel und [09]: picture alliance/dpa; [01] Gerhard Kleiker, RheinEnergie AG; [02] Fotolia.com/Jeanne Hatch; [36] Sabine Viemo;

Alle anderen Bilder, Visualisierungen und Grafiken stammen von licht.de-Mitgliedsunternehmen oder wurden im Auftrag von licht.de angefertigt.



Gedruckt mit mineralölfreien Farben

licht.wissen 20  
Nachhaltige Beleuchtung



licht.de

Förderungsgemeinschaft Gutes Licht  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0)69 63 02-353  
Fax +49 (0)69 63 02-400  
licht.de@zvei.org  
www.licht.de