



Beleuchtung

Potenziale zur Energieeinsparung

Arbeitsbedingungen optimieren, Stromverbrauch senken

Der Griff zum Lichtschalter ist so selbstverständlich, dass selten darüber nachgedacht wird. Doch die Beleuchtungstechnik im Betrieb zu überprüfen und zu modernisieren, lohnt sich. Grundlage für die Beleuchtungsplanung ist die DIN EN 12464-1 (früher DIN 5035), die Vorgaben und Berechnungsmethoden für die jeweiligen Arbeitsplätze festlegt. Aber auch darüber hinaus lassen sich mit einer durchdachten Modernisierung die Arbeitsbedingungen in Büro-, Produktions- und Lagerräumen noch optimieren und die Sicherheit im Firmengebäude und im Außenbereich lässt sich erhöhen. Wird die vergleichsweise unaufwändige Sanierung zudem konsequent im Hinblick auf die Energieeffizienz konzipiert, dann kann der Stromverbrauch im Betrieb erheblich reduziert und die Energiekosten somit gesenkt werden.

Der Anteil der Beleuchtung am Gesamtstromverbrauch eines Betriebes und die Möglichkeiten zur Reduzierung der elektrischen Energiekosten werden häufig unterschätzt. Dabei beträgt der Beleuchtungsanteil an den Stromkosten in der Industrie abhängig von der Branche zwischen 2 und mehr als 20 %, im Dienstleistungssektor bis zu 50 %, im Groß- und Einzelhandel bis zu 70 %. Diesem Anteil stehen hohe Kosten- und Energieeinsparpotenziale im Beleuchtungssektor von bis zu 60 % gegenüber.

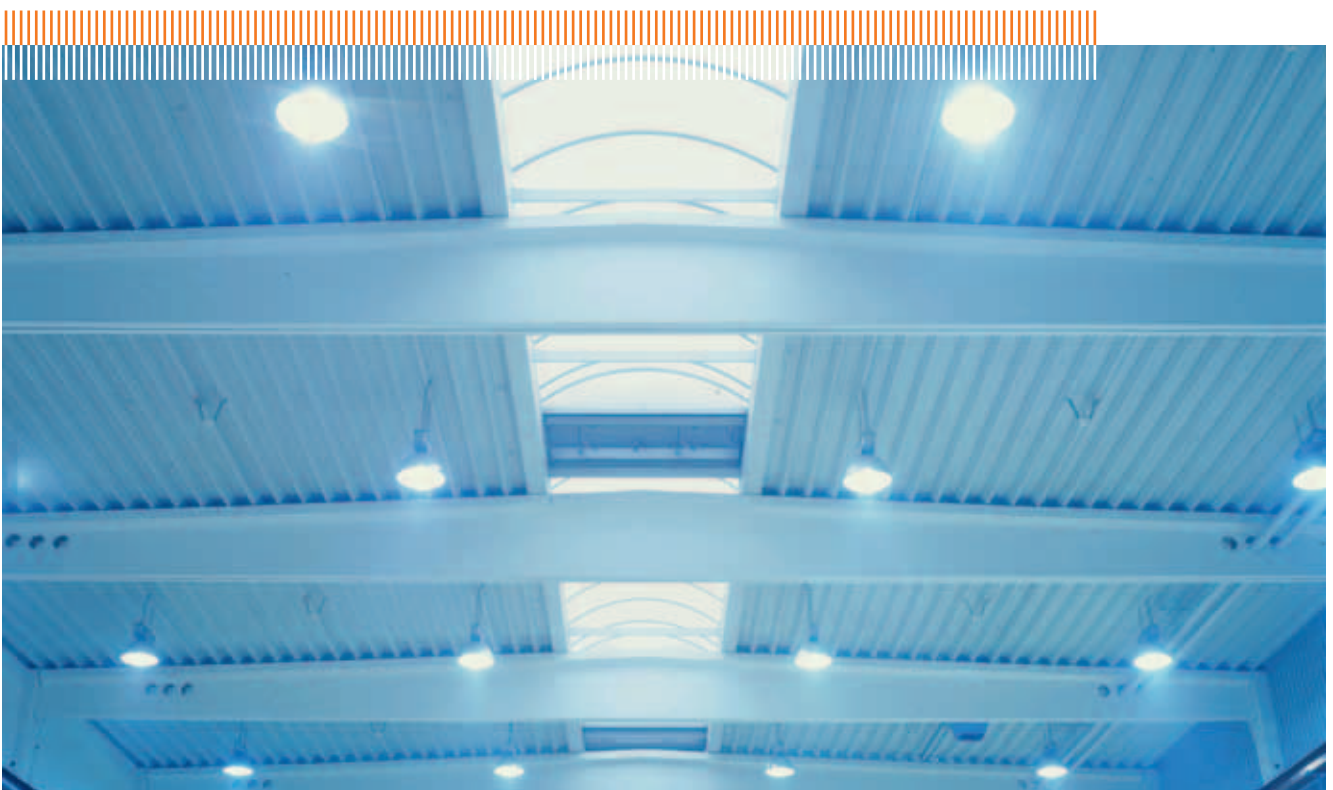
	Verbrauch TWh/a	Anteil der Beleuchtung am gesamten Stromverbrauch v. H.
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	38	28
Privathaushalte	14	10
Industrie	19	9
gesamt	71	15

Quelle: BMU

Für die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage sind vor allem drei Faktoren relevant:

- die Lichtausbeute der eingesetzten Leuchtmittel
- die Bauart der Leuchten und die Art der Lichtlenkung
- die Raumumgebung

Diese Aspekte gilt es zu überprüfen und zu optimieren. Viel erreicht werden kann schon damit, sämtliche alten Leuchtmittel durch moderne, wesentlich energieeffizientere Produkte zu ersetzen. Das gilt auch für Vorschaltgeräte, die bei Leuchtstofflampen im Einsatz sind. Darüber hinaus kann die Raumumgebung meistens so verbessert werden, dass sie die Beleuchtung unterstützt und somit weniger Strom aufgewendet werden muss. Mit der Einrichtung einer bedarfsgerechten Steuerung lassen sich weitere erhebliche Einsparungen erzielen.



Leuchtmittel austauschen, Lichtausbeute erhöhen

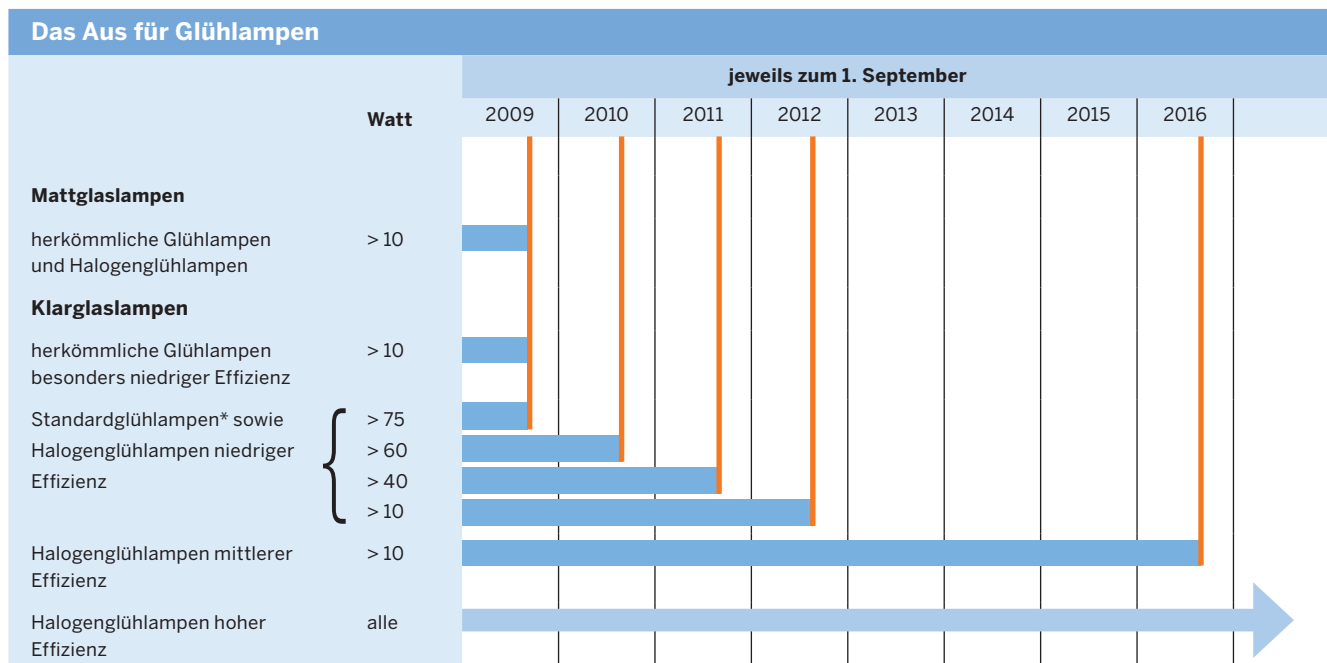
Derzeit sind in Betrieben, öffentlichen Räumen, Privathaushalten und im Außenbereich vor allem drei Lampenarten in Verwendung: Glühlampen, Leuchtstofflampen und Hochdrucklampen. Die Produkte haben sehr unterschiedliche Eigenschaften, die im Folgenden vorgestellt werden. Um auch beim Einkauf vergleichen zu können, gibt es den Begriff der Lichtausbeute (lm/W). Er bezeichnet den Lichtstrom (Lumen) einer Lampe, den sie bezogen auf ihre elektrische Leistungsaufnahme (Watt) liefert. Die Lichtausbeute ist ein Maß für die Effizienz der Energieumwandlung in sichtbares Licht. Je höher die Lichtausbeute, umso energieeffizienter ist das Leuchtmittel.

Glühlampen

Die nach wie vor weit verbreiteten Glühlampen sind in der Anschaffung zwar kostengünstig, haben aber einen hohen Energieverbrauch und mit circa 1.000 Stunden eine geringe Lebensdauer. Nur circa 5 % der eingesetzten

elektrischen Energie setzen Glühlampen in Licht um, die verbleibenden 95 % werden als Wärme abgegeben. Damit haben diese herkömmlichen Leuchtmittel eine sehr niedrige Lichtausbeute. Die unzeitgemäßen Energiefresser sollen langfristig durch sparsamere Alternativen ersetzt werden.

Um den Austausch voranzutreiben, hat die EU die Richtlinie 2005/32/EG – die sogenannte Ökodesign-Richtlinie – erlassen. Auf Grundlage dieser und zwei weiterer nachfolgender EU-Verordnungen (EG 244/2009 und EG 245/2009) wird auch in Deutschland der Vertrieb von Glühlampen sowie allen anderen Lampensystemen mit geringer Effizienz nach und nach eingeschränkt. Seit dem 1. September 2009 sind bereits alle mattierten und die klaren 100-Watt-Lampen betroffen. 2010 folgen die 75-Watt-Lampen. Ab September 2012 sollen auch alle übrigen Varianten der Glühlampe nicht mehr erhältlich sein.



* mit Standardkolben, E27-Sockel, Lebensdauer 1.000 Stunden, ohne Kryptonfüllung

Quelle: Umweltbundesamt

Halogenlampen

Im Vergleich zu Glühlampen sind Halogenlampen energieeffizienter und weisen mit rund 2.000 bis 5.000 Stunden eine höhere Lebensdauer auf. Während ältere Typen von Halogenlampen nur etwa 10 % sparsamer sind, ermöglichen neuere Bauarten eine Reduzierung der Leistungsaufnahme von 20 bis zu 40 %. Bei Hochvolt-Halogenlampen wird das meist durch den Einsatz von Xenon als Füllgas erreicht. Bei Niedervolt-Halogenlampen wird durch eine selektive Beschichtung des Glaskolbens die Infrarotstrahlung auf die Glühwendel zurückreflektiert. Dadurch erhöht sich die Temperatur der Glühwendel und der Strombedarf kann deshalb gesenkt werden.

In beiden Produktbereichen, den Hochvolt- und Niedervolt-Halogenlampen, werden die weniger energieeffizienten Varianten schrittweise aus dem Handel genommen. Matte Halogenlampen dürfen bereits seit dem 1. September 2009 nicht mehr in den Verkehr gebracht werden.

Typische Einsatzgebiete der Halogenlampen sind beispielsweise Ausstellungsflächen und andere repräsentative Bereiche. Die Leuchtmittel lassen sich gut für dekorative Zwecke verwenden, vor allem zur fein justierten Spotbeleuchtung.

Kompaktleuchtstofflampen

Die Leuchten, die gemeinhin als Energiesparlampen bezeichnet werden, heißen genau genommen Kompaktleuchtstofflampen. Es handelt sich um eine verkleinerte Form der stabförmigen Leuchtstofflampe, bei der das Entladungsrohr ein- oder mehrmals gebogen und in einem Steck- oder Schraubsockel zusammengeführt wird. Leuchtstofflampen, sowohl die stabförmige also auch die neuere, kompakte Variante, weisen eine vergleichsweise hohe Lichtausbeute auf. Ihre wichtigsten Bauelemente sind der Leuchtkörper und das Vorschaltgerät. Bei Kompaktleuchtstofflampen sind die Vorschaltgeräte oftmals bereits integriert. Für die Industrie und den Verwaltungsbereich ist jedoch zu empfehlen, Leuchten mit separaten Vorschaltgeräten einzusetzen, denn die Vorschaltgeräte haben eine deutlich höhere Lebensdauer als die einzelnen Lampen.

Kompaktleuchtstofflampen gibt es in den Lichtfarben Warmweiß (827/830) sowie dem kälter empfundenen Neutralweiß (840) und Tageslichtweiß (860/865). Sie werden mit Leistungen zwischen 4 und 55 Watt angeboten. Die Leistungsaufnahme von Kompaktleuchtstofflampen beträgt bei gleicher Lichtleistung gegenüber Glühlampen nur noch 20 bis 25 %. Zudem wandeln Kompaktleuchtstofflampen 20 % der eingesetzten Energie in Licht und 80 % in Wärme um, sind also auch unter diesem Aspekt effizienter als Glühlampen. Die Lebensdauer der Kompaktleuchtstofflampen entspricht mit 8.000 bis 20.000 Stunden etwa dem Zehnfachen einer Glühlampe.

Obwohl Kompaktleuchtstofflampen in der Anschaffung deutlich mehr kosten als Glühlampen, lohnt sich ein Austausch. Unter Berücksichtigung der höheren Preise und der Energiekosten ergibt sich beim Einsatz einer 20-Watt-Kompaktleuchtstofflampe bereits nach circa 1.500 Stunden ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber einer Glühlampe (100 W), der sich nach 10.000 Stunden auf etwa 130 bis 150 Euro je Lampe beläuft.

Aufgrund der geringer werdenden Größen und der Bauartenvielzahl sind Kompaktleuchtstofflampen längst auch unter ästhetischen Gesichtspunkten ein idealer Ersatz für Glühlampen. Immer häufiger werden sie auch in Verbindung mit optimierten Reflektoren bei der Ausleuchtung repräsentativer Bereiche wie Ausstellungen und Warenpräsentationen genutzt. Spezielle Varianten sind stufenweise oder stufenlos dimmbar.

Stabförmige Leuchtstofflampen

Die stabförmigen Leuchtstofflampen sind die Vorläufer der Kompaktleuchtstofflampen.

Es gibt sie in verschiedenen Farbtemperaturen und Farbwiedergabequalitäten. Leuchtstofflampen haben im Vergleich zu Kompaktleuchtstofflampen eine noch höhere Energieeffizienz. Ihre mittlere Lebensdauer (50 % der Lampen sind zu diesem Zeitpunkt bereits ausgefallen) beträgt bei Verwendung eines elektronischen Vorschaltgerätes mit Warmstart (Warmstart-EVG) bis zu 20.000 Stunden. Die Nutzlebensdauer, bei der noch 80 % der Anlagenlichtleistung vorhanden ist, beträgt ca. 16.000

Stunden. Bei speziellen Lampen mit einem Warmstart-EVG ist eine Nutzlebensdauer von 50.000 Stunden erreichbar.

Es wird unterschieden zwischen T8-Leuchtstofflampen mit 28 mm Durchmesser und T5-Lampen mit 18 mm Durchmesser. Es gibt aber auch Sonderformen mit anderen Durchmessern.

Aufgrund der Mindestanforderung an die Effizienz dürfen gemäß der EU-Richtlinie ab 2010 sogenannte 2-Banden-Lampen nicht mehr in den Handel gebracht werden. Ab 2012 sind auch alte T12-Lampen mit 38 mm Durchmesser nicht mehr erlaubt. Die EU gibt auch die Mindestlichtausbeute für alle anderen Leuchtstofflampen vor.

Beim Vergleich des Stromverbrauchs von Leuchtstofflampen müssen die Vorschaltgeräte mitberücksichtigt werden. Auch da greift die Effizienzvorgabe der EU. Bei einer T8-Leuchtstofflampe mit 58 Watt beträgt die Leistungsaufnahme mit einem konventionellem Vorschaltgerät insgesamt 71 Watt (58-Watt-Lampe + 13-Watt-Vorschaltgerät). Ein elektronisches Vorschaltgerät bewirkt eine Reduzierung der Leistungsaufnahme des Systems um 16 Watt auf nur noch 55 Watt. Zudem wird damit eine wesentlich höhere Lebensdauer der Leuchte von bis zu 20.000 Stunden erreicht. Der Austausch eines konventionellen Vorschaltgerätes gegen ein fortschrittliches EVG (Lebensdauer mehr als 100.000 Stunden) ist daher trotz der Anschaffungskosten wirtschaftlich. Zudem bietet es mehr Komfort, denn beim Einsatz eines EVG wird das störende Flackern der Leuchtstofflampen verhindert.

Natrium-Dampflampen

Die Lampen mit der höchsten Lichtausbeute (ca. 150 lm/W) sind Natriumdampf-Niederdrucklampen. Sie haben jedoch eine sehr schlechte Farbwiedergabe und kommen deshalb nur in der Außenbeleuchtung zum Einsatz. Eine gute Lichtausbeute von bis zu 130 lm/W bei etwas besserer Farbwiedergabe haben Natriumdampf-Hochdrucklampen.

Hochdruck-Entladungslampen

Bei höheren Ansprüchen an die Farbwiedergabe sind Halogen-Metallampflampen besser geeignet, die mit bis zu 110 lm/W ähnlich effektiv wie gute Leuchtstoffröhren sind. Diese Lampen werden sowohl im dekorativen Bereich (z.B. Shopbeleuchtung) als auch mit hoher Leistung im Industriebereich verwendet. Quecksilberdampf-Hochdrucklampen werden aufgrund des schlechten Wirkungsgrades (40–60 lm/W) ab 2015 ausgesondert.

LED-Systeme

Die Technologie der Leuchtdioden (LED) hat in jüngster Zeit enorme Fortschritte gemacht. Daher finden LED zunehmend Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung. Durch die Fokussierung des Lichtes sind insbesondere Spotanwendungen sehr interessant. LED überzeugen bei guten Produkten durch hohe Energieeffizienz und Langlebigkeit. Wichtig bei LED ist die Wärmeabfuhr, da nur bei einem guten Wärmemanagement die Effizienz und insbesondere die Langlebigkeit erreicht wird. Der hohe Anschaffungspreis bremst die Verbreitung bisher allerdings noch.



Übersicht der Leuchtmitteln

Lampen mit kleiner Leistung haben oft eine wesentlich geringere Effizienz als leistungsstärkere Lampen (Ausnahme LED). Deshalb gibt es auch eine weite Spreizung bei den Effizienzangaben.

Die Farbwiedergabe beschreibt, wie gut eine Lichtquelle die Farben eines bunten Objektes wiedergibt. Sie wird durch den Allgemeinen Farbwiedergabeindex (Ra) angegeben. Ein Wert von Ra 100 gibt an, dass alle Farben wie bei Tageslicht erkannt werden. In Innenräumen ist ein Ra-Wert von mindestens 80 vorgeschrieben.

Leuchtmittel	Lichtausbeute und Verwendung
Glühlampen	nach wie vor weite Verbreitung, bieten sehr geringe Lichtausbeute, werden deshalb schrittweise aus dem Handel genommen
	Lichtausbeute: 6–16 lm/W Lebensdauer: 1.000–2.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 100
Halogenlampen	bessere Lichtausbeute als Glühlampen, Verwendung vor allem im dekorativen Bereich, insbesondere für die Spotbeleuchtung, gut dimmbar
	Lichtausbeute: 12–26 lm/W (12 V) 10–19 lm/W (230 V) Lebensdauer: 1.000–5.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 100
Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen)	hohe Lichtausbeute, vielseitig einsetzbar im privaten und gewerblichen Bereich, für flächige Beleuchtung oder Spotbeleuchtung, auch dimmbare Modelle
	Lichtausbeute: 32–65 lm/W Lebensdauer: 5.000–20.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 85 bis 95
Stabförmige Leuchtstofflampen	noch höhere Lichtausbeute als Kompaktleuchtstofflampen, Einsatz vor allem im gewerblichen Bereich, dort ideal für dauerhafte Beleuchtung
	Lichtausbeute: 32–105 lm/W Lebensdauer: 5.000–50.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 65 bis 97
Natrium-Hochdruckdampflampen	höchste Lichtausbeute, jedoch schlechte Farbwiedergabe, werden deshalb fast nur in der Außenbeleuchtung eingesetzt
	Lichtausbeute: 86–133 lm/W Lebensdauer: 15.000–32.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 20
Halogen-Metaldampflampen	hohe bis höchste Lichtausbeute, gute bis sehr gute Farbwiedergabe, werden mit hoher Leistung in der Industrie und Straßenbeleuchtung sowie mit geringer Leistung in der dekorativen Beleuchtung (Shops) eingesetzt
	Lichtausbeute: 77–110 lm/W Lebensdauer: 9.000–13.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra 65 bis 97
LED-Systeme	gute bis hohe Lichtausbeute, hoher Anschaffungspreis, daher bisher geringere Verbreitung, zunehmend aber Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung, gut geeignet für Spotbeleuchtung
	Lichtausbeute: 15–75 lm/W Lebensdauer: 15.000–50.000 Stunden Farbwiedergabe: Ra bis zu 92

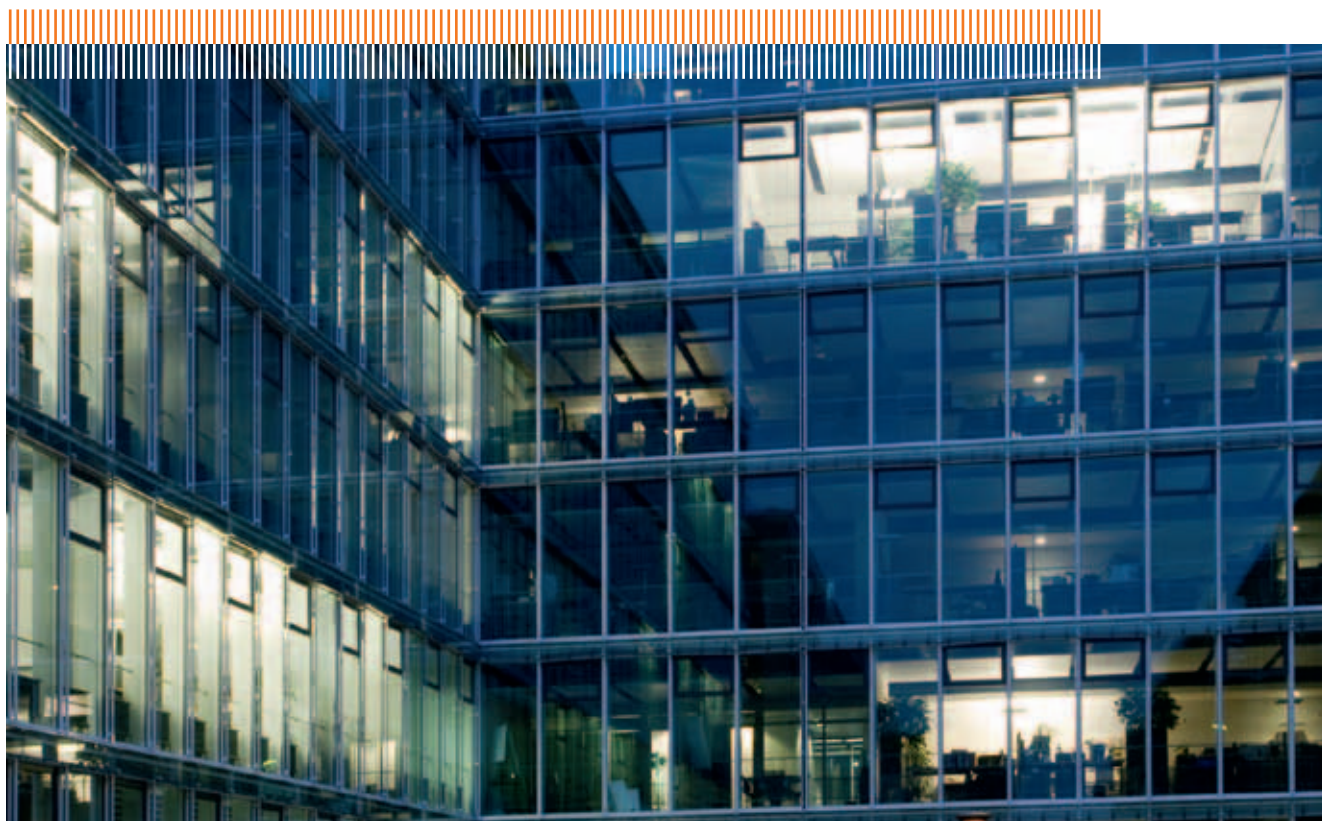
Lichtverteilung unterstützen, Leuchtwirkung steigern

Ein hoher Leuchtenwirkungsgrad und eine geeignete Lichtverteilung der Leuchte sind für den optimalen Betrieb einer Beleuchtungsanlage wichtig. Die Lichtlenkung beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort, indem sie beispielsweise die Blendwirkung minimiert. Um eine optimale Funktion der Leuchten zu gewährleisten, müssen Abdeckungen, Reflektoren und Lampen regelmäßig gereinigt werden. Freistrahkende Leuchtstoffröhren, die in Lichtreihen aufgehängt sind, können mit aufsetzbaren Reflektoren nachgerüstet werden. Durch die verbesserte Lichtlenkung kann die Anzahl der Leuchtstoffröhren mitunter um 30 bis 50 % reduziert werden.

Bei Umbauten und Renovierungen sind weitere Optimierungen möglich, denn auch die räumliche Umgebung spielt für die Beleuchtung eine wichtige Rolle. Wände und Decken sollten hell gestrichen werden. Um in einem dunkel gefärbten Raum die gleiche Beleuchtungsstärke zu erhalten, muss bis zu 50 % mehr Strom aufgewendet werden. Wenn in den Arbeitsräumen nicht die gesamte Höhe für die Produktion oder Arbeit genutzt wird, sollten die Leuchten so tief wie möglich gehängt werden. So kann die Anzahl der benötigten Lampen gesenkt werden. Eine Verringerung der Leuchtenhöhe von 2,5 auf 2 Meter kann bis zu 20 % Strom einsparen, wenn die Lampenleistung dann angepasst wird.

Beleuchtungsanlage steuern, Verschwendung vermeiden

Durch eine Lichtsteuerung wird die Beleuchtungsstärke dem jeweiligen Bedarf am Arbeitsplatz angepasst. Zeitschaltuhren, Bewegungsmelder oder Tageslichtsensoren sorgen beispielsweise dafür, dass nur dann Licht an ist, wenn es auch wirklich gebraucht wird. Diese Steuerungen verursachen in der Regel nur geringe Kosten. Eine kostenintensivere Möglichkeit ist es, die Beleuchtungsstärke durch die kontinuierliche Steuerung des Lichtstromes konstant zu halten (Konstantlichtregelung). Mittels Fotozelle wird die vom Arbeitsplatz reflektierte Beleuchtungsstärke gemessen und die künstliche Beleuchtung entsprechend zu- oder abgedimmt. Üblicherweise werden hierzu Leuchtstofflampen mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräten verwendet. Das Einsparpotenzial kann bis zu 70 % betragen.



Impressum

EnergieAgentur.NRW
c/o Ministerium für Wirtschaft,
Mittelstand und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen
Haroldstraße 4
40213 Düsseldorf
Telefon: 01803/19 00 00*
E-Mail: info@energieagentur.nrw.de
www.energieagentur.nrw.de

©EnergieAgentur.NRW 05/2010

*(9 ct/Min. aus dem deutschen Festnetz;
Mobilfunk max. 42 ct/Min.)

Informationen zum Thema

EnergieAgentur.NRW
Ansprechpartner: Jörg Buschmann
Kasinostraße 19–21
42103 Wuppertal
E-Mail: buschmann@energieagentur.nrw.de

Gestaltung

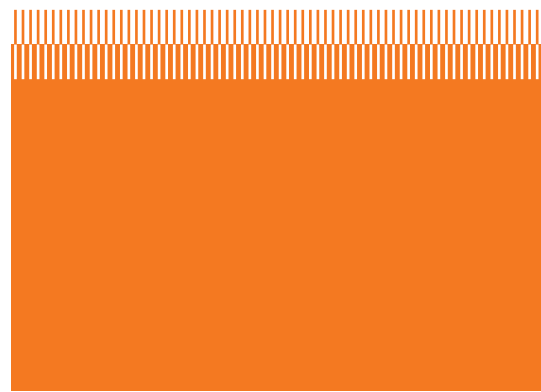
www.designlevel2.de

Bildnachweis

Seite 2/5: Jörg Lange
Seite 7: iStockphoto/fotogaby

Stand

05/2010



EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW fungiert als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, der technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Die EnergieAgentur.NRW steht als zentraler Ansprechpartner des Landes NRW in allen Fragen rund um das Thema Energie zur Verfügung. Neben anderen Instrumenten beraten und informieren Ingenieure der EnergieAgentur.NRW über energetische Schwachstellen. Die Ingenieure beraten zu Fördermöglichkeiten, Energiemanagement, helfen Unternehmen bei der Minderung der Energiekosten und tragen somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.

Diese Broschüre wurde auf 50 % Recycling- und 50 % FSC-Fasern gedruckt.



Diese Broschüre wurde klimaneutral gedruckt.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung