

licht.de

licht.forum 54

Energieeffiziente Beleuchtung für Kommunen



Freier Download auf
www.licht.de



Die Chance für Ökonomie und Ökologie

Steigende Energiepreise, knapper werdende Rohstoffe – es gibt keine Alternative zur intelligenten Nutzung der Energie. Auch die Politik hat dies erkannt und sich durch das Kyoto-Protokoll und die Gesetzgebung für den Klimaschutz entschieden.

Da mag überraschen, dass es in 75 Prozent der bundesdeutschen Büros und Schulen mit der Beleuchtung nicht zum Besten steht. Auch mehr als ein Drittel aller Straßen wird immer noch mit der zwar billigen, nun veralteten Technologie aus den 1960er-Jahren beleuchtet. Diese alten Anlagen verbrauchen doppelt soviel Energie wie nötig und entsprechen häufig nicht mehr den aktuellen Beleuchtungsnormen.

Dabei ist es heute so einfach, mit moderner Technik Energie zu sparen und gleichzeitig die Beleuchtungsqualität zu verbessern. Erstaunlich also, dass diese Möglichkeiten immer noch zu wenig genutzt werden. In der Straßenbeleuchtung werden zum Beispiel pro Jahr nur drei Prozent der alten Quecksilberdampflampen auf energieeffizientere Systeme umgestellt, sodass es 30 Jahre dauern würde, bis die Vorteile der neuen Technologien vollständig wirksam würden. Das ist eine viel zu lange Zeitspanne vor

dem Hintergrund des einsetzenden Klimawandels.

Die Beleuchtung für den Außen- und den Innenraum kann einen überproportionalen Beitrag für den Klimaschutz leisten. Dabei geht es nicht um Ausschalten, sondern um das Umschalten auf energieeffiziente Lösungen mit Beleuchtungsqualität. Die notwendigen Technologien dafür sind bereits heute in vollem Umfang vorhanden.

Ursachen für die langsame Wechselrate sind häufig fehlende Informationen über das ökonomische und ökologische Potenzial energieintelligenter Technologien, Unsicherheit durch fehlendes technisches Verständnis und über die Finanzierungsmöglichkeiten.

Mit dem vorliegenden licht.forum 54 möchten der ZVEI, licht.de und unsere Kooperationspartner der Roadshow „Kommunale Beleuchtung“ einen Beitrag leisten, dieses Informationsdefizit zu reduzieren. Wenn es uns gelingt, gemeinsam mit Ihnen – den Verantwortlichen in Städten und Kommunen – den notwendigen Bewusstseinswandel im Umgang mit effizientem Licht herbeizuführen, dann stellen wir nachhaltig richtige Weichen für die Zukunft.

Denn Nachhaltigkeit darf kein anderer Begriff für Verzicht und kein Thema nur für künftige Generationen sein. Nachhaltigkeit ist schon heute die Voraussetzung für ein besseres Leben, eine lebenswerte Zukunft und eine intakte Umwelt.

Schalten Sie jetzt um!

J. Robert Pfarrwaller

Vorsitzender Fachverband Elektrische Lampen im ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.



licht.de

ZVEI:

Lightcycle
Retourlogistik und Service GmbH

in Kooperation mit



Energiesparende Beleuchtung

... eine Kampagne der Berliner Energieagentur



unterstützt von

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Besseres Licht – weniger Kosten

Einsparpotenziale der Beleuchtung in Deutschland pro Jahr

	Energieeinsparung (in Kilowattstunden)	CO ₂ -Einsparung	Kosteneinsparung (0,15 €/kWh)
Straßenbeleuchtung	2,7 Mrd. kWh	1,6 Mio. Tonnen	400 Mio. €
Bürobeleuchtung	3,2 Mrd. kWh	1,9 Mio. Tonnen	475 Mio. €
Industriebeleuchtung	8,3 Mrd. kWh	5 Mio. Tonnen	1,2 Mrd. €
Private Beleuchtung	7,5 Mrd. kWh	4,5 Mio. Tonnen	1,1 Mrd. €

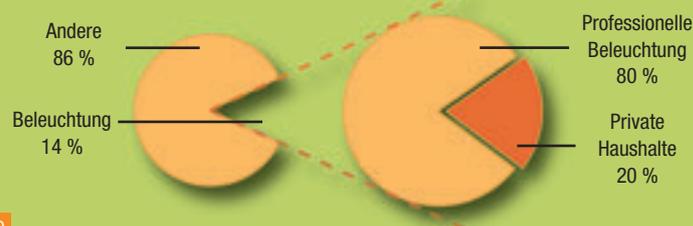
Hohes Sparpotenzial

Nach Untersuchungen des ZVEI sind mehr als 30 Prozent der Straßenbeleuchtung in Deutschland mit Technologie aus den 1960er-Jahren ausgestattet und bis zu 75 Prozent der Bürobeleuchtung sanierungsbedürftig. Durch den kompletten Wechsel zu energieeffizienter Beleuchtung in Kommunen, Industrie und Privathaushalten könnten bis zu 13 Millionen Tonnen Kohlendioxid eingespart werden.

„Dem öffentlichen Sektor kommt bei der Förderung der Energieeffizienz eine Vorbildfunktion zu.“

Zitat aus dem 1. Nationalen Energieeffizienz Aktionsplan (NEEAP)

Energieverbrauch in der EU: Anteile pro Jahr



02

Städte und Gemeinden zählen zu den wichtigsten Akteuren im Klimaschutz. Sie leisten einen erheblichen Beitrag zu den weltweiten Anstrengungen, die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Kommunale Maßnahmen zur Energieeinsparung sind aber nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes und der gesetzlichen Vorgaben dringend notwendig: Angesichts drastisch gestiegener Energiepreise und knapper Haushaltsmittel müssen Städte und Gemeinden schon aus Budgetgründen Energie sparen.

Rund zwei Milliarden Euro zahlen die deutschen Kommunen jährlich für ihre Energieversorgung. Enormes Einsparpotenzial eröffnet energieeffiziente Beleuchtung: Denn neue Lichttechnologien können den Energieverbrauch um bis zu 80 Prozent reduzieren – bei gleichzeitig signifikant erhöhter Beleuchtungsqualität zum Wohl des Menschen.

Mit gutem Licht schnell zum Ziel

Der Anteil der Beleuchtung am Gesamtenergieverbrauch in Europa beträgt 14 Prozent (Abb. 02). Davon entfällt mit 80 Prozent der Löwenanteil auf professionelle Beleuchtung. Experten schätzen, dass allein bei der kommunalen Straßenbeleuchtung jährlich bis zu 400 Millionen Euro eingespart werden können.

Optimierte Lichtlösungen sind damit insbesondere für Kommunen mit ihren vielfältigen Beleuchtungsaufgaben im Innen- und Außenbereich bestens geeignet, um schnell und einfach die geforderten Klimaziele zu erreichen. Mit mehrfachem Gewinn:

- > Entlastung der Umwelt durch signifikant weniger Energieverbrauch und Reduktion der Kohlendioxidbelastung.
- > Erhebliche Einsparungen bei den jährlichen Energiekosten.
- > Bessere Lichtqualität zum Wohl der Bürger und für mehr Sicherheit.
- > Profilierung der Kommunen durch attraktive Lichtgestaltung.
- > Imagegewinn durch Engagement für nachhaltige Energieprojekte.

Und nicht zu vergessen: In ihrer Vorbildfunktion setzen die Kommunen wichtige Impulse für Bürger, Handel und Industrie, ebenfalls für den Umweltschutz aktiv zu werden und Energie einzusparen.



Ergonomie und Effizienz

03

Energie sparen ist wichtig. Allerdings darf die Beleuchtungsqualität nicht unter Sparmaßnahmen leiden. Gute Lichtplanung stellt immer den Menschen mit seinen Bedürfnissen in den Mittelpunkt. Moderne Beleuchtungstechnik garantiert heute bedarfsgerechtes Licht für jede Sehaufgabe, erfüllt hohe Ansprüche an die visuelle Ergonomie, fördert Wohlbefinden und Gesundheit.

Licht für den Menschen

Über 80 Prozent aller Informationen erfasst der Mensch mit seinen Augen. Das bedeutet im Umkehrschluss: Schlechte Sehbedingungen behindern die Arbeit, verleiden die Freizeit und sind gefährlich, vor allem im Straßenverkehr.

Die europäischen Normen DIN EN 12464 „Beleuchtung von Arbeitsstätten“ sowie DIN EN 13201 „Straßenbeleuchtung“ benennen die wesentlichen Beleuchtungsziele:

- > Sehkomfort bezeichnet gute Sehbedingungen, soll Wohlbefinden vermitteln und zur Leistungssteigerung beitragen.
- > Sehleistung steht für ausreichendes Licht, sodass Sehaufgaben auch unter schwierigen Umständen und über längere Zeit mühelos und fehlerfrei erbracht werden können.
- > Sicherheit ist gegeben, wenn die Vorgaben für Sehkomfort und Sehleistung erfüllt sind.

Zur Qualität einer Beleuchtungsanlage zählen außerdem geringer Energieverbrauch und entsprechend reduzierte Betriebskosten.

Effiziente Beleuchtung

Die Kosten einer Beleuchtungsanlage setzen sich zusammen aus Kapitalkosten (Kauf und Installation) und Betriebskosten, aufgesplittet in Energie sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten. Da die Energiekosten etwa die Hälfte der Gesamtkosten einer Beleuchtungsanlage ausmachen (Abb. 05), leuchtet es leicht ein, dass mit energieeffizienter Beleuchtung die höchsten Einsparungen erzielt werden können.

„Intelligente“ Beleuchtungssysteme zeichnen sich dadurch aus, dass alle Komponenten energieeffizient zu höherer Lichtqualität beitragen. Dazu gehören

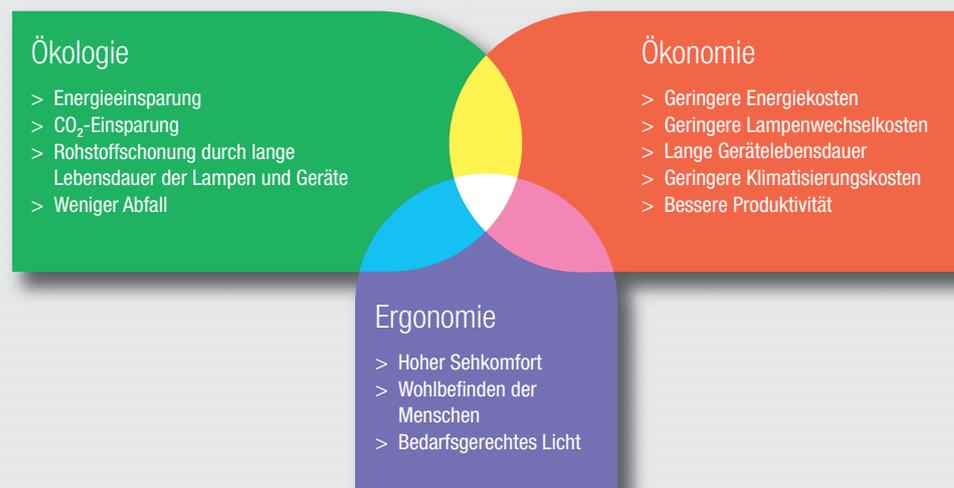
- > langlebige Lampen mit hoher Lichtausbeute und guter Farbwiedergabe,
- > energieeffiziente Leuchten mit optimierter Lichtlenkung,
- > Energie sparende Betriebsgeräte (elektronische Vorschaltgeräte/EVGs)
- > Moderne Technologien zur Steuerung der Beleuchtung, die sowohl die optimale Nutzung des einfallenden Tageslichts als auch flexibles Licht nach dem tatsächlichen Bedarf ermöglichen.

[03] Beste Einspareffekte bietet die sinnvolle Kombination von Tages- und Kunstlicht.

[04] Energieeffiziente Beleuchtung bietet hohe Vorteile – in ökologischer, ökonomischer und ergonomischer Sicht.

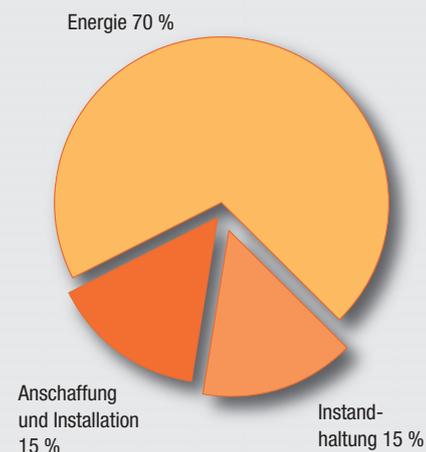
[05] Da die Energiekosten 70 % der Gesamtkosten einer Beleuchtungsanlage verschlingen, lassen sich mit energieeffizientem Licht höchste Einsparungen erzielen.

Sparen mit Beleuchtungselektronik



04

Anlagenkosten



05

Die Politik ist aktiv

Die Europäische Kommission hat am 19. Oktober 2006 den Aktionsplan für Energieeffizienz verabschiedet. Er umfasst ein Paket dringlicher Maßnahmen, das eine große Auswahl kosteneffektiver Energieeffizienz-Initiativen beinhaltet. Dazu gehören Aktionen, die energiebetriebene Geräte, Gebäude, Transport sowie die Gewinnung, Übertragung und Verteilung von Energie effizienter machen. Außerdem werden stringente neue Effizienz-Auflagen, die Förderung von Energiedienstleistungen und gezielte Finanzierungsmechanismen vorgeschlagen, um energieeffizientere Produkte zu unterstützen. Ziel ist es, den Energieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent zu reduzieren – und europaweit jährlich rund 780 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen einzusparen.

Energieeffizienz in den Lichtmarkt einzubringen, hat für die Europäische Union (EU) mittlerweile hohe Priorität. Beleuchtung macht fast 20 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs aus und ist damit eine „leicht erreichbare Frucht“ für die EU, die Kyoto-Ziele schnell und effektiv zu erreichen.

Ökodesign-Richtlinie

Die Instrumente der EU-Gesetzgebung für Beleuchtung beinhalten die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte

(EuP), die Minimalstandards setzt für alle Produkte am Markt. Die Richtlinie 2005/32/EG – die so genannte Ökodesign-Richtlinie – berücksichtigt Durchführungsmaßnahmen und Selbstverpflichtungen der Industrie. Sie erfasst drei Bereiche der Beleuchtung:

- > Straßenbeleuchtung und Hochdruckentladungslampen,
- > Bürobeleuchtung und Leuchtstofflampen,
- > Beleuchtung privater Haushalte und Glühlampen.

Haushaltsbeleuchtungsprodukte II (Reflektorlampen und Leuchten) werden zu einem späteren Zeitpunkt erfasst. Die Richtlinie ist bereits in deutsches Recht umgesetzt: Am 6. März 2008 ist das Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG) in Kraft getreten.

Energieeffizienz-Richtlinie ESD

Die EU-Richtlinie zu Energieeffizienz und Energiedienstleistungen (ESD) fördert Energieeffizienz durch Verpflichtungen und den Abbau von institutionellen, finanziellen und gesetzlichen Hindernissen. Jeder Mitgliedsstaat muss in den nächsten neun Jahren neun Prozent Energie einsparen. Der öffentliche Sektor hat Vorbildfunktion: Er soll regelmäßig Energie-Audits erstellen, Energieeffizienz-Leitlinien für öffentliche Ausschreibungen publizieren und Green-Procurement-

Leitlinien zur umweltfreundlichen Beschaffung von Materialien befolgen. Diese Verpflichtung wird auch ein Energie-Einspar-Contracting beinhalten, das messbare und zuvor festgelegte Energieeinsparungen ebenso vorgibt wie die Beschaffung von Anlagen, die in allen Betriebsarten einen effizienten Energieverbrauch aufweisen. Das bedeutet, dass der öffentliche Sektor wenig energieeffiziente Gebäude ersetzen oder sanieren muss.

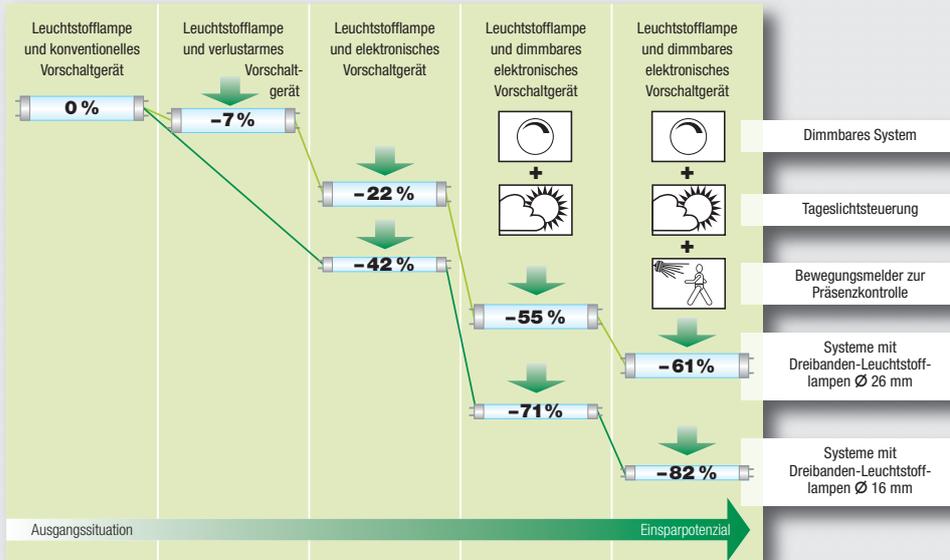
Die Bundesregierung hat am 5. Oktober 2007 den 1. Nationalen Energieeffizienz Aktionsplan (NEEAP) vorgelegt.

Gebäuderichtlinie EPBD

Die Europäische Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD) wird gerade überarbeitet. Für 2009 wird eine Neufassung erwartet, die Minimalstandards setzt für Beleuchtungssysteme sowohl in neuen Häusern als auch in Gebäuden, die renoviert werden – im privaten und öffentlichen Bereich.

Deutschland ist dabei, die CO₂-Emissionen bis 2012 um 21 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren. Die Bundesregierung will diese Zielvorgabe bis 2020 auf 40 Prozent anheben. Dennoch gehört Deutschland in puncto CO₂-Ausstoß immer noch zu den Top 10 in der Welt – und der weltweite Druck auf die deutsche Regierung wird weiter wachsen, eine langfristig nachhaltige Energiepolitik zu betreiben. Kommunales Engagement für effiziente Lichtlösungen und die neue Gesetzgebung werden Deutschland ein großen Stück voranbringen, den Energieverbrauch zu reduzieren.

Meilensteine zur Energieeinsparung mit moderner Beleuchtung



06



07

Beleuchtung für Innenräume

Verwaltungsgebäude, Sporthallen, Schulen und Krankenhäuser: Kommunen unterhalten zahlreiche Liegenschaften, die hohe Anforderungen an die Lichtqualität stellen. Ab 1. Juli 2009 muss jedes Nicht-Wohngebäude mit mehr als 1.000 Quadratmeter Nettogrundfläche nach der Verordnung EnEV 2007 einen Energieausweis tragen. Damit stehen auch Effizienz und Qualität der Beleuchtung auf dem Prüfstand.

Das Einsparpotenzial ist hoch: Mehr als 75 Prozent der Bürobeleuchtung ist veraltet; bis zu 3,2 Milliarden Kilowattstunden und damit bis 475 Millionen Euro Betriebskosten im Jahr könnten Sanierungen mit innovativer Technik einsparen. Die Lichtindustrie entwickelte in den vergangenen 15 Jahren neue Technologien, die dreimal so effizient arbeiten wie alte Anlagen. Zu den wichtigen Einsparereffekten addieren sich weitere Vorteile:

- > niedrigere Instandhaltungskosten,
- > geringere Entsorgungskosten,
- > bessere Ergonomie,
- > bessere Sicherheit.

Lichtmanagement

Künstliches Licht selbst ist effizient, wenn Leuchten mit optimierter Lichtlenkung und verbesserten Wirkungsgraden, langlebige Lampen mit hoher Lichtausbeute und elekt-

ronische Vorschaltgeräte (EVGs) eingesetzt werden. Professionelles Lichtmanagement steigert den Einspareffekt. Es garantiert visuelle Ergonomie, Nutzerorientierung, Sicherheit und Wohlbefinden – steigert die Produktivität. Den höchsten Einspareffekt schließlich bietet die Nutzung des Tageslichts: Die künstliche Beleuchtung wird nur dann zugeschaltet oder stufenlos geregelt, wenn das Tageslicht nicht ausreicht. Die Folge: Je weniger künstliches Licht zugeschaltet wird, desto höher sind die Energie- und CO₂-Einsparungen (Abb. 09).

Lichtmanagementsysteme eignen sich für alle Anwendungen. Sie erlauben die automatisierte Steuerung der Beleuchtung nach Anwesenheit und unterschiedlichen Nutzungszeiten, können sowohl für Einzelleuchten programmiert werden als auch für einzelne Räume und komplette Gebäude.

Licht in Büroräumen

Gute Beleuchtung am Arbeitsplatz ist den jeweiligen Sehaufgaben angepasst, garantiert Sehleistung und Sehkomfort. Je schwieriger die Sehaufgabe, desto höher muss die Beleuchtungsstärke sein: Mindestens 500 Lux (Wartungswert) sind hier nach DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ richtig.

Effizienzmaßnahmen dürfen die Beleuchtungsqualität nicht beeinträchtigen. Ein Beispiel: Wenn jeder Arbeitsbereich, also jeder Bereich der Sehaufgabe, einzeln betrachtet wird, kann dies zwar die Investitions- und Energiekosten senken, bietet jedoch das Risiko einer unausgewogenen Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld der Arbeitenden.

Wichtig für Arbeitsplätze: Umgebungsbereiche und vertikale Flächen sollen einen hellen Eindruck vermitteln.

Sport- und Freizeitanlagen

Die Bürger schätzen eine gute Beleuchtung, weil sie die Nutzungszeiten der Sport- und Freizeitanlagen verlängert. Zugleich erhöht ergonomisches Licht die Akzeptanz. So steigt die Zahl der Besucher, weil sie mehr Spaß an Sport und Veranstaltungen haben. Bei langen Nutzungszeiten und hoher Besucherfrequenz amortisiert sich die Investition rasch.

Unabhängig davon, ob Leuchten für Leuchtstofflampen oder in höheren Hallen für Hochdruck-Entladungslampen eingesetzt werden, sind moderne Systeme im Zusammenspiel mit elektronischen Betriebsgeräten und anwendungsgerechten Lichtverteilungen in jedem Fall deutlich effizienter als Altanlagen.

licht.wissen von licht.de

Heft 4 beschreibt Bürobeleuchtung.
Heft 8 behandelt Sport- und Freizeit-
anlagen.
Heft 2 informiert über Beleuchtung in
Schulen.
Heft 7 widmet sich dem Gesundheits-
wesen.

(Bestellung: siehe Seite 16)

[07] Energieeffizientes Licht im Krankenhaus für angenehme Beleuchtung.

[08] Lichtmanagement automatisiert das energieeffiziente Zusammenspiel von Tages- und Kunstlicht.

[09] Gute Beleuchtung im Büro steigert das Wohlbefinden der Mitarbeiter und damit die Produktivität.

Schulen

Lernen stellt hohe Anforderungen und lässt sich besser bewältigen, wenn gutes Licht die Sehaufgaben „Aufnahme visueller Information“ und „Schreiben“ unterstützt. So steigt die Konzentrationsfähigkeit, das Aufnahmevermögen wächst. Zuhören und Kommunikation fallen leichter, wenn die Beleuchtung zudem ein angenehmes visuelles Ambiente mit Sehkomfort schafft.

Wenn die Schule sich auch als Lebensraum versteht und entsprechende Freizeitangebote mit dem Lernen kombiniert, muss das Beleuchtungskonzept auch die so genannten Nebenräume berücksichtigen.

Krankenhäuser

Patienten erwarten eine ansprechende Beleuchtung, für Ärzte und Pflegepersonal hat das Licht vor allem funktionale Bedeutung. Gerade im Gesundheitswesen mit seinen hohen Betriebskosten rund um die Uhr kann energieeffiziente Beleuchtungstechnik zu enormen Einsparungen beitragen. Wer dennoch vor der Sanierung von Altanlagen zurückschreckt, sollte den Wandel im Gesundheitswesen ins Kalkül ziehen: Die Beleuchtung ist auch ein Wettbewerbsfaktor und trägt zur Profilierung bei.



08



09



Beleuchtung für Stadt und Straße

10

Gute Straßenbeleuchtung ist unverzichtbar: Sie verbessert die Sehleistung und reduziert die Zahl der Unfälle. Sie erhöht die Attraktivität der Städte, schafft Image und Identität. Und sie gibt Sicherheit: Denn mit zunehmender Beleuchtungsstärke nehmen Einbrüche und Gewaltdelikte deutlich ab.

Mehr als ein Drittel aller deutschen Straßen sind jedoch noch immer mit ineffizienten Beleuchtungsanlagen aus den 60er-Jahren ausgestattet. Durch den Einsatz moderner Beleuchtungstechnik könnten hier alljährlich 1,6 Millionen Tonnen Kohlendioxid eingespart werden und 2,7 Milliarden Kilowattstunden – das entspricht der Leistungskraft eines kompletten Kernkraftwerkes. Auch der finanzielle Spielraum der Kommunen würde steigen: Experten gehen von Einsparungen bis zu 400 Millionen Euro pro Jahr aus.

Anforderungen an die Planung von Straßenbeleuchtung beschreibt die DIN EN 13201,

gültig seit November 2005. Entscheidende Kriterien für gute Sehbedingungen sind:

- > ausreichende Helligkeit,
- > gleichmäßige Lichtverteilung und
- > gute Blendungsbegrenzung.

Effizienzverluste

Insbesondere in kleineren Kommunen betragen die Stromkosten für die Straßenbeleuchtung bis zu 50 Prozent der gesamten Energieaufwendungen. Grund für den zu hohen Energiebedarf sind meist überalterte Anlagen.

Schlechte Effizienz entsteht durch:

- > Streuverluste – Licht kommt nicht dorthin, wo es gefordert ist.
- > Betriebsverluste – veraltete Lampen oder ineffiziente Vorschaltgeräte, verschmutzte Leuchten oder nicht ausreichend transparente Abdeckungen.
- > Planungsfehler – falsch gewählte Mastabstände oder falsch gewählte Maßnahmen zur Leistungsreduzierung.

Abhilfe schafft nur eine Sanierung: Kompletterneuerung oder Umrüstung auf

- > langlebige Lampen mit hoher Lichtausbeute,
- > wartungsfreundliche Leuchten mit optimierter Lichtlenkung, hohem Wirkungsgrad und guter Blendungsbegrenzung,
- > Energie sparende Betriebsgeräte und Schalttechnik.

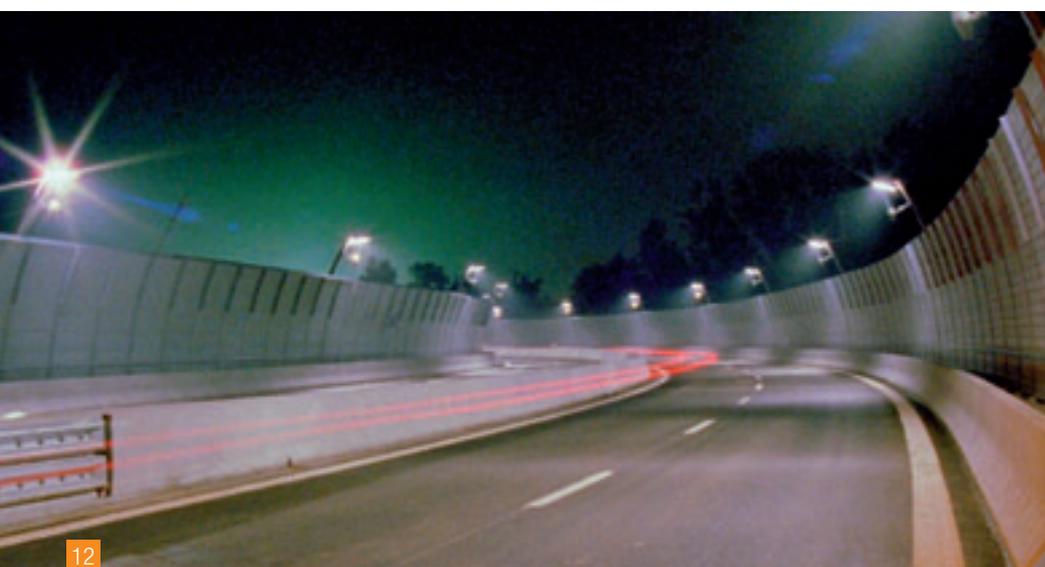
Die Effizienz neuer Beleuchtungsanlagen erlaubt größere Mastabstände: Für dasselbe Beleuchtungsniveau müssen weniger Leuchten als bisher eingesetzt werden. Das spart Geld in der Anschaffung und Installation. Moderne Beleuchtungstechnik amortisiert sich aber nicht nur durch die Energieeinsparung: Langlebige Leuchtmittel sparen Kosten für den Lampenersatz, längere Intervalle beim Lampenwechsel senken den Wartungsaufwand, hochwertige Qualitätsleuchten und -elemente müssen seltener und können einfacher gewartet werden.



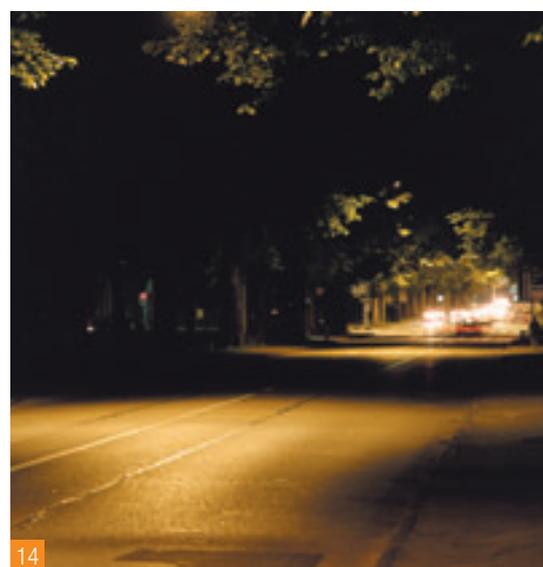
11



13



12



14

Wirtschaftliche Lampen

Häufig werden in der Straßenbeleuchtung noch Quecksilberdampflampen eingesetzt. Sie werden wahrscheinlich bereits ab 2009 keine CE-Kennzeichnung mehr erhalten; der Handel mit diesem Lampentyp ist damit EU-weit unterbunden. Wirtschaftliche Alternativen sind Halogen-Metallampfen mit hervorragender Farbwiedergabe, Natriumdampf-Hochdrucklampen mit hoher Lebensdauer sowie effiziente Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen. LEDs sind für den standardisierten Einsatz in der Straßenbeleuchtung derzeit nur bedingt geeignet, empfehlen sich aber für den Betrieb in Ampelanlagen und für die Akzentbeleuchtung.

Intelligentes Lichtmanagement

Angesichts defizitärer Haushalte entscheiden sich Kommunen immer wieder dafür, Teile der Straßenbeleuchtung abzuschalten.

Derartige Sparversuche sollten vermieden werden. Sie gefährden die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer, da so die in der Norm festgelegte Gleichmäßigkeit der Beleuchtung nicht mehr erreicht werden kann.

Wesentlich effektiver ist der Einsatz intelligenter Lichtmanagementsysteme. Sie erlauben die individuelle Regelung einzelner Lichtpunkte und die Programmierung bedarfsgerechter Beleuchtungsszenarien – bis zu vollautomatischer Telematik. So kann die Straßenbeleuchtung sensorgesteuert flexibel gedimmt werden, je nach Tageszeit, Wetterlage oder Verkehrsaufkommen.

licht.wissen von licht.de

Heft 3 informiert über Beleuchtung für Straßen, Wege und Plätze.

Heft 13 behandelt Arbeitsplätze im Freien.

Heft 16 beschreibt Stadtmarketing mit Licht.

(Bestellung: siehe Seite 16)

[10] Energieeffiziente Straßenbeleuchtung sorgt für gute Seheleistung auch in der Dunkelheit.

[11] Licht schafft Image und Identität: Dekorative Beleuchtung sorgt in der Fußgängerzone für Wohlbefinden und Sicherheit.

[12] Beleuchtung für eine Straßenbrücke: blendfrei und mit sehr geringen Lichtemissionen.

[13+14] Gleichmäßige Beleuchtung gibt Sicherheit und reduziert Unfallgefahren. Werden einzelne Leuchten ausgeschaltet, entstehen dunkle Zonen, in denen Fußgänger oder Gefahrenpunkte nur schwer zu erkennen sind.



Best Practice – Beispiele aus Kommunen

15

Wenn veraltete Beleuchtungsanlagen durch neue energieeffiziente Systeme ersetzt werden, lassen sich hohe Einsparungen erzielen – bei deutlich mehr Lichtkomfort. Die verbesserte Energieeffizienz stärkt die Kommunen, denn sie bietet Schutz vor rasant steigenden Energiepreisen. Beispiele aus der Praxis belegen den Einsparerfolg kommunaler Beleuchtungsprojekte im Innen- und Außenbereich.

Kempten: Neue Straßenbeleuchtung

Beleuchtung modernisieren, Energieverbrauch senken und Kosten einsparen: So lauteten die drei Ziele der Stadt Kempten (Allgäu), als die Entscheidung für eine neue Straßenbeleuchtung fiel. Die alte Anlage mit rund 7.400 Lichtpunkten hatte mehr als drei Millionen Kilowattstunden jährlich verschlungen – eine grundlegende Sanierung war deshalb auch unter finanziellen Gesichtspunkten fällig. Kempten ist Green-Light-Partner und entschloss sich für ein Einspar-Contracting (siehe Seite 12). Die anfallenden Sanierungsarbeiten sowie sämtliche Rechte und Pflichten aus dem Vertrag übernahm die neu gegründete „Kemptener Straßenbeleuchtung“.

Der Contractor rüstete im gesamten Stadtgebiet etwa 3.000 Quecksilberdampflampen auf neue Natriumdampf-Hochdrucklampen um. Weiterhin wurden rund 270 Leuchtstofflampen optimiert. Leistungsregler sparen jetzt noch mehr Strom und sorgen dafür, dass die Beleuchtungsstärke in den späten Abendstunden durch Spannungsabsenkung reduziert wird. Mit mess-

barem Erfolg: Kempten spart seither pro Jahr über eine Million Kilowattstunden Energie und damit 630 Tonnen Kohlendioxid ein. Die Energiekosten reduzierten sich um 35 Prozent – und die Kommune spart jährlich 106.000 Euro. Durch diese Einsparungen werden die Investitionen von 702.000 Euro über neun Jahre an den Contractor zurückgezahlt.

Böblingen spart 50 Prozent Energie

Um die kommunalen Energiekosten zu senken, hat sich die Gemeinde Böblingen 2006 entschlossen, ihre teilweise mehr als 40 Jahre alte Straßenbeleuchtung flächendeckend zu sanieren. In zwei Pilotprojekten wurden neu entwickelte Straßenleuchten mit extrem energiesparender Lampentechnologie eingesetzt – blendfrei und insektenfreundlich. Das Resultat: Das neue System bietet mehr Lichtqualität durch deutlich bessere Ausleuchtung, verbraucht dabei aber nur halb soviel Energie wie die alte Beleuchtung.

Nach den erfolgreichen Pilotprojekten will Böblingen jetzt etwa 3.000 Straßenleuchten



16

erneuern. Dabei wird die alte Anlage durch optimierte Leuchten und jeweils zwei 80 Watt Quecksilberdampflampen durch eine 60 Watt Halogen-Metaldampflampe mit warmweißem Licht ersetzt. Durch diese Sanierung spart Böblingen jährlich bis zu 50 Prozent der Energie und bis zu 110.000 Euro ein. Bei vorsichtiger Betrachtung wird sich die Investition von rund 740.000 Euro nach spätestens acht Jahren amortisieren.

Mechernich: Licht für Schulen

320 Tonnen Kohlendioxid und 70.000 Euro Energiekosten im Jahr spart die Stadt Mechernich in der Eifel durch die Sanierung ihrer Schulbeleuchtung und die Spannungsabsenkung ihrer Straßenbeleuchtung ein. In den Schulen der 30.000-Einwohner-Stadt wurden alle Leuchtmittel durch neue Energiesparmodelle ersetzt. Weitere 6.000 Euro spart die Stadt pro Jahr durch reduzierte Wartungskosten.

Mechernich, ebenfalls GreenLight-Partner, hat die Investitionskosten von rund 800.000 Euro über ein Full-Service-Contracting inklusive Wartung und Reparaturen realisiert.



18

Lohmar saniert Schulen und Sporthallen

Effiziente Leuchtstofflampen \varnothing 16 mm mit blend- und reflexfreien Spiegelrasterleuchten für Bildschirmarbeitsplätze, kombiniert mit einer automatischen Lichtsteuerung über Bewegungs- und Tageslichtsensoren, sorgen in Schulen und Sporthallen der Stadt Lohmar dafür, dass die Kommune den jährlichen Stromverbrauch für ihre Beleuchtung von fast 750.000 Kilowattstunden (kWh) auf weniger als 300.000 kWh reduzieren konnte. So werden jährlich rund 67.500 Euro eingespart – und 270 Tonnen Kohlendioxid.



17

Nützlicher Link

Weitere Beispiele unter www.energiesparende-beleuchtung.de



19

[15] Hohes Einsparpotenzial: Energieeffiziente Leuchtensysteme und automatisierte Lichtsteuerung mit Tageslicht- und Anwesenheitssensoren sorgen für optimale Beleuchtung in der Sporthalle.

[16] Positives Lernumfeld: Wirtschaftliche Leuchtstofflampen am elektronischen Vorschaltgerät mit Tageslichtregelung sparen im Klassenzimmer knapp 400 Kilowattstunden pro Jahr.

[17] Sanierungsarbeiten in Kempten.

[18+19] 110.000 Euro Energiekosten und rund 540 Tonnen CO₂ spart die Stadt Böblingen durch die Sanierung ihrer meist 40 Jahre alten Straßenbeleuchtung ein. Für mehr Sicherheit und Sehkomfort sorgt die jetzt deutlich bessere Gleichmäßigkeit der Beleuchtung mit angenehm warmweißem Licht.



Finanzierung leicht(er) gemacht

20

Attraktive Finanzierungskonzepte erleichtern den Einstieg in energieeffiziente Beleuchtung – im Idealfall gänzlich ohne Belastung für die Haushaltskasse.

Contracting spart Ressourcen

Contracting ist ein erfolgreiches Instrument für Kommunen. Es ermöglicht

- > die Modernisierung der Anlagentechnik
- > die Senkung der Betriebskosten
- > ein schlankes Management.

Das Prinzip ist einfach und in der Praxis vielfach erprobt: Ein Dienstleistungsunternehmen investiert in effiziente Beleuchtung und übernimmt damit das wirtschaftliche Risiko für das geplante Projekt, optimiert den Energieverbrauch und sorgt für die Instandhaltung. Für Beleuchtungsprojekte bieten sich drei Contracting-Modelle an:

- > Beleuchtungs-Contracting,
- > Licht-Liefer-Contracting,
- > Einspar-Contracting.

Gemeinsam ist allen Varianten: Contracting ist ein so genanntes „Win-Win-Modell“, bei dem beide Vertragspartner profitieren. Die Modelle unterscheiden sich in erster Linie dadurch, ob die Energieversorgung Bestandteil des Vertrages ist. Bei einem

Licht-Liefer-Contracting ist dies der Fall – und üblich bei Projekten zur Straßenbeleuchtung. Beim Beleuchtungs-Contracting ist die Energieversorgung nicht enthalten; diese Variante wird vor allem bei Projekten zur Innenbeleuchtung eingesetzt. Beim Einspar-Contracting wird die Effizienzoptimierung der Beleuchtung häufig mit anderen Einsparmaßnahmen kombiniert.

Gute Vorbereitung und eine vertrauensvolle Zusammenarbeit auf Basis eines sicheren und fairen Vertragsmodells sichern den Erfolg. So weist auch das Umweltbundesamt (UBA) darauf hin, dass der ökologische und ökonomische Gewinn von Einspar-Contracting von der Qualität der Ausschreibung und der Bewertung der Angebote abhängt. Daher gilt: In der Ausschreibung werden die Weichen für den Erfolg des Einspar-Contractings gestellt. Qualitätskriterien für die Beschaffung von Beleuchtungstechnologien gibt es im Rahmen des Projekts GreenLabelsPurchase, www.greenlabelspurchase.net.

Hilfe bei der Finanzierung

Kommunen, die neue Beleuchtungsprojekte realisieren möchten, finden finanzielle Unterstützung zum Beispiel bei der bundeseige-

Nützliche Links

... zu Contracting
www.energiesparende-beleuchtung.de
www.berliner-e-agentur.de
www.ea.nrw.de
www.contractingoffensive.de
www.initiative-energieeffizienz.de
www.umweltbundesamt.de

... zu Finanzierung
www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/Infrastruktur/index.jsp
 (mit weiteren Links)
ec.europa.eu/environment/life/funding/lifeplus.htm
www.energieagenturen.de

... zu GreenLight
www.eu-greenlight.org

... zu Beschaffung
www.greenlabelspurchase.net

nen KfW-Förderbank. Sie hat unterschiedliche Förderprogramme für Infrastruktur-Vorhaben aufgelegt.

In Einzelfällen kann auch das europäische Programm life+ hilfreich sein. Mit diesem Finanzierungsinstrument unterstützt die Europäische Gemeinschaft innovative Projekte, die im Kontext Biodiversität und Vermeidung von Lichtemissionen stehen.

Informationen zu länderspezifischen Programmen und Beratungsangebote gibt es bei den regionalen Energieagenturen.

GreenLight-Programm

Im Rahmen des GreenLight-Programmes zeichnet die Europäische Kommission herausragende Beispiele für den Einsatz energiesparender Beleuchtung aus. Teilnehmer aus dem privaten oder öffentlichen Bereich verpflichten sich freiwillig, ihre Beleuchtung zu modernisieren, wenn Energieeinsparungen die Investition rechtfertigen, und in Neubauten jeweils optimal effiziente Beleuchtungssysteme zu installieren. GreenLight-Partner können mit ihrem Engagement werben.

[20] Dekorative Stadtbeleuchtung in Nordhausen.

$$\text{LENI} = \frac{\sum \{(P_n \times F_c) \times [(t_D \times F_o \times F_D) + (t_N \times F_o)]\} + \{P_{pc} \times [t_y - (t_o + t_N)]\} + (P_{em} \times t_{em})}{\text{Fläche} \times \text{Jahr}} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ a}]$$

21

Projektplanung in der Praxis

22

Sorgfältige Analyse und professionelle Planung sind die Basis ökologisch und ökonomisch optimaler Beleuchtungslösungen. Projektvorbereitung kostet Zeit, macht sich in der Umsetzungsphase aber bezahlt: Wer Ziele und Prioritäten zu Beginn exakt definiert, kann später die erreichten Einsparungen und den Qualitätsgewinn leicht beziffern und erfolgreich kommunizieren.

Systematische Bestandsaufnahme

Insbesondere Sanierungsprojekte erfordern eine systematische Bestandsaufnahme. Sie ist wichtige Grundlage auch für Ausschreibungen, falls neue Beleuchtungsanlagen mit einem Contracting-Dienstleister realisiert werden sollen.

Folgendes Basismaterial wird für die Planung benötigt:

- > Energieabrechnungen der vergangenen drei Jahre (Verbrauch, Kosten, Tarife der Energielieferanten) zur Ermittlung der so genannten „Baseline“. Sie ist die maßgebliche Bezugsgröße für das spätere Controlling und besonders wichtig, wenn ein Contracting-Vertrag abgeschlossen wird.
- > Aufstellung der Wartungs- und Reparaturkosten für vorhandene Beleuchtungsanlagen.
- > Relevante Wartungsverträge.

- > Für Gebäude: Angaben zum Anforderungsprofil der Nutzer und zu den Sehaufgaben; technische Beschreibung der vorhandenen Beleuchtungsanlage und gegebenenfalls auch der Lüftungs- und Klimaanlage; Baupläne mit Grundriss und Schnitt.
- > Für Straßen und Plätze: Lageplan der Lichtpunkte, Angaben zu Nutzung und Verkehrsaufkommen.

Potenzialermittlung und Planung

Komplexe Beleuchtungsprojekte erfordern das Know-how von Spezialisten: Europäische und nationale Normen und Richtlinien müssen beachtet, zahlreiche lichttechnische Parameter in der Berechnung berücksichtigt werden. Lichtplaner wissen, welche Energieeinsparung maximal zu realisieren ist und welche Beleuchtungssysteme den gewünschten Erfolg bringen.

Die Lichtplanung erfolgt in vier Schritten:

- > Definition des Lichtkonzepts und Wahl der Beleuchtungsarten,
- > Definition des Lichtmanagements,
- > Definition der Komponenten und Leuchten, sodass jedes Produkt einen maximalen Beitrag zu Energieeffizienz und Lichtqualität liefert,
- > Definieren des Wartungsplanes.

Projektierungsprogramme ermöglichen heute die komplette lichttechnische Berechnung einer Beleuchtungsanlage – von der ersten überschlägigen Ermittlung bis zur ausführlichen lichttechnischen Dokumentation. Grafische Computersimulationen vermitteln schon im Planungsprozess, wie die neue energieeffiziente Beleuchtungsanlage später aussehen wird.

[19] Die europäische Norm DIN EN 15193 zur energetischen Bewertung von Gebäuden formuliert die energetischen Anforderungen an die Beleuchtung. LENI, der Lighting Energy Numeric Indicator aus der DIN EN 15193, gibt Aufschluss über die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage.

[20] Beleuchtungsplanung für einen Parkplatz: Computersimulationen vermitteln einen realistischen Eindruck, wie die projektierte Anlage später aussehen wird.



Lightcycle: Retourlogistik für Altlampen

23



24

Lange Lebensdauer, hohe Lichtausbeute und eine günstige Energiebilanz: Diese Eigenschaften haben moderne Entladungslampen zu Favoriten energieeffizienter Beleuchtung werden lassen. So wurden allein im Jahr 2006 in Deutschland etwa 150 Millionen Gasentladungslampen verkauft. Sie müssen am Ende ihrer langen Lebensdauer fachgerecht entsorgt werden.

Ebenfalls 2006 trat das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) in Kraft. Es verpflichtet die Hersteller dieser Leuchtmittel zur Rücknahme und Entsorgung ihrer Produkte. Denn anders als normale Glühlampen, die über den Hausmüll entsorgt werden können, müssen Gasentladungslampen aufgrund des in minimalen Mengen enthaltenen Quecksilbers getrennt gesammelt und in speziellen Recyclinganlagen entsorgt werden. Um ihrer Verpflichtung nachzukommen, gründeten die Lampenhersteller gemeinschaftlich die Lightcycle Retourlogistik und Service GmbH.

Als Non-Profit-Unternehmen organisiert Lightcycle von München aus bundesweit die Rücknahme ausgedienter Leuchtstoffröhren

und Energiesparlampen – umweltschonend und kostenoptimiert. Die Lampen werden über kommunale Wertstoffhöfe, ein Netz freiwilliger Übergabestellen sowie direkt bei Großverbrauchern eingesammelt. Lightcycle koordiniert zudem die Meldeströme zur Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR).

Bundesweiter Rücknahmeservice

Das Rücknahmesystem der Lampenhersteller erfasst folgende Produktgruppen (ElektroG, Anhang 1, Nr. 5):

- > stabförmige Leuchtstofflampen,
- > Kompaktleuchtstofflampen,
- > Entladungslampen, inklusive Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogen-Metallampfen,
- > Natriumdampf-Niederdrucklampen.

Lightcycle übernimmt im Namen der Hersteller die Rücknahmeverpflichtung und erfasst bundesweit alle privat und gewerblich genutzten Altlampen.

Die Rücknahme von Gasentladungslampen durch den Hersteller erfolgt derzeit über drei Wege:

- > Kommunale Sammlung durch den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger,
- > Freiwillige Rücknahme durch zusätzliche Sammelstellen der Hersteller: Lightcycle-Sammelstellen,
- > Individuelle Rücknahme für gewerblich genutzte Produkte: Lightcycle-Rücknahmeservice für gewerbliche Großverbraucher.

Mit Start des ElektroG wurden die bestehenden Entsorgungsstrukturen um ein neues umfangreiches Rücknahmesystem erweitert, das insbesondere die Erfassung im kommunalen Bereich verbessern sollte. Trotzdem wurden seither nur unwesentlich mehr Lampen zur fachgerechten Entsorgung an die Sammelstellen gegeben – 2006 waren es rund 32,8 Millionen Lampen.

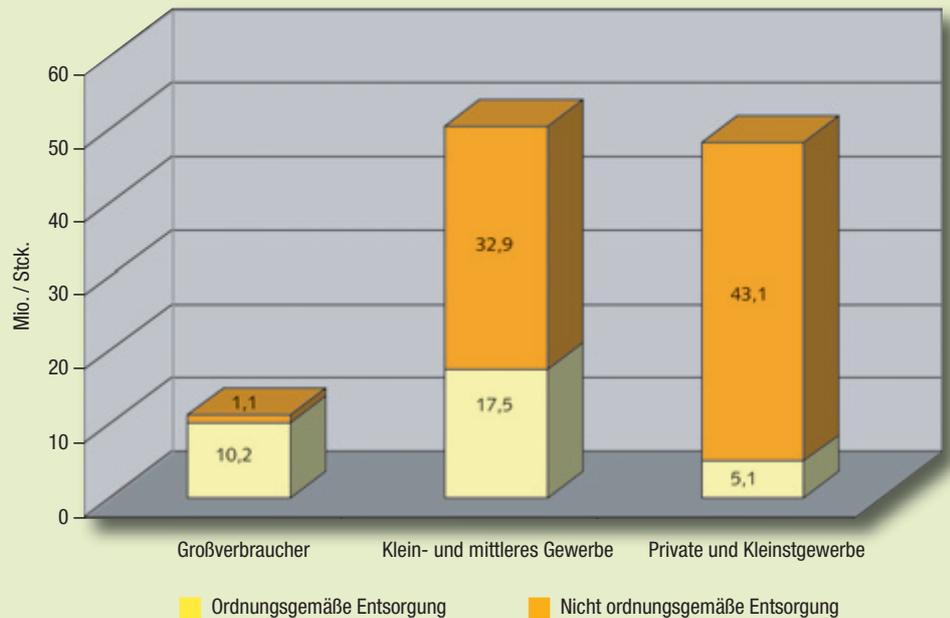
Offenbar ist das Bewusstsein, dass Gasentladungslampen besonders zu behandelnde Sonderabfälle sind, bei den Abfallerzeugern teilweise noch nicht ausreichend und sehr unterschiedlich ausgeprägt. So stellte eine von Lightcycle beauftragte Studie fest, dass zwar 90,6 Prozent der industriellen Großverbraucher ihre Altlampen ordnungsgemäß



entsorgen, aber nur 34,7 Prozent der kleineren und mittleren gewerblichen Verbraucher und nur 10,5 Prozent der privaten Haushalte und des Kleinstgewerbes.

Eine weitere, wichtige Aufgabe von Lightcycle ist deshalb die Information der breiten Öffentlichkeit zu diesem Thema und der flächendeckende Ausbau von Sammelstellen, um damit die Rücknahme- und Verwertungsmengen zu steigern.

Mengenaufkommen nicht ordnungsgemäß entsorgter Gasentladungslampen in 2006



25

Übersicht Gasentladungslampen im Lightcycle-System

Lampenart	Lampentypen (Beispiele)	Technik
Leuchtstofflampen (stab- und andersförmig)	  	Niederdruck-Entladungslampen (einige mbar) enthalten Edelgas und Quecksilber;
Kompakt-Leuchtstofflampen (CFL-NI) unterschiedliche Formen mit Stecksockel	  	Leuchtstoffe wandeln Strahlung in sichtbares Licht um
Energiesparlampen (CFL-1) unterschiedliche Formen mit Schraubsockel	  	
HID-Lampen High Intensity Discharge Hoch- (> 1 bar) und Niederdruck-entladungslampen (einige mbar)	  	Hoch- und Niederdruck-entladungslampen enthalten Edelgas, Quecksilber, Natrium und seltene Erden

26

[23] Recycling alter Entladungslampen: Aus Glasbruch entstehen neue Produkte.

[24] Lightcycle übernimmt im Namen der Lampenhersteller die bundesweite Sammlung und umweltgerechte Entsorgung von Entladungslampen.

[25] Nachholbedarf: Nach einer Studie von Lightcycle entsorgen die meisten industriellen Großverbraucher ausgediente Entladungslampen ordnungsgemäß als Sondermüll, während im privaten Bereich sowie im kleinen und mittleren Gewerbe ein Großteil der alten Lampen nicht richtig entsorgt wird.

[26] Übersicht der Gasentladungslampen, die von Lightcycle im Namen der Hersteller bundesweit gesammelt und umweltschonend entsorgt werden.

Nützliche Links

www.lightcycle.de

Impressum

Herausgeber: licht.de – Fördergemeinschaft Gutes Licht, Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main, www.licht.de, E-Mail: licht.de@zvei.org.

Redaktion und Realisation: rfv. agentur für kommunikation, Darmstadt.

Layout u. DTP: Kugelstadt MedienDesign, Darmstadt.

Fotos: Stadt Kempten (Bild 17); Lightcycle (Bilder 23+24); Werkfotos von licht.de-Mitgliedsunternehmen. Grafik: Kugelstadt MedienDesign (02, 05, 06); JARO Medien, Mönchengladbach (09, 22); Lightcycle (25+26).

Druck: abdruck, 69123 Heidelberg

4/08-20

Die Mitgliedsunternehmen von licht.de

LEUCHTENHERSTELLER: GEBR. ALBERT · ANSORG · ARTEMIDE · BANKAMP · BAULMANN · BEGA · BÖHMER · BPS · BRUCK · BRUMBERG · B + M LEUCHTEN · CASABLANCA · CEAG NOTLICHT · COOPER CROUSE-HINDS · DERUNGS · DIGITALICHT · DURLUM · ELEKTRA · ERCO · ETAP · EUTRAC · FAGERHULT · ALOYS FISCHER · FLOS · GEWISS · GLAMOX · GLASHÜTTE LIMBURG · GROSSMANN · HELESTRA · HERNER GLAS · HESS FORM + LICHT · HIRT · HOFFMEISTER · HOLOPHANE · HOLTKÖTTER · IGUZZINI · INDAL · KAUFEL · KOTZOLT · KPM · LED2WORK · LEUCI · LICATEC · LICHTWERK · LITE-LICHT · LMT · LUXO · MOONLIGHT · NIERMANN · NOBILÉ · NORKA · OLIGO · PHILIPS · POPP · PRACHT · PRÄZISA · RADEMACHER · RECHLATERNEN · REIHER · REISS LIGHTING · RIDI · ROBERS · RSL RODUST · RUHSTRAT · RZB-LEUCHTEN · SCHMITZ · SCHRÉDER · SCHUCH · SEMPERLUX · SILL · SIMON & SCHELLE · SIS-LICHT · SITECO · SONLUX · SPITTLER · R. STAHL · STENG LICHT · STG-BEIKIRCH · SYSTEMTECHNIK · T.D. LICHTTECHNIK · TECNOLIGHT · TRILUX · VULKAN · WALDMANN · WE-EF · WILA · DR. WILLING · Z-I-LICHTSYSTEME · ZUMTOBEL LICHT

BETRIEBSGERÄTEHERSTELLER: BAG · ECKERLE · ERC · HADLER · HELVAR · HÜCO · INSTA · LT ELEKTRONIK · MAY & CHRISTE · OSRAM · PHILIPS LIGHTING · TRIDONICATCO · VLM · VOSSLOH SCHWABE · VS OPTOELECTRONIC

LAMPENHERSTELLER: AURA LIGHT · BLV · GE LIGHTING · G.L.E. · HAVELLS SYLVANIA · LEUCI · NARVA LICHTQUELLEN · OSRAM · PAULMANN · PHILIPS LIGHTING · RADIUM



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

- 01* Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2004)
- 02* Gutes Licht für Schulen und Bildungsstätten (2003)
- 03* Straßen, Wege und Plätze (2007)
- 04* Gutes Licht für Büros und Verwaltungsgebäude (2003)
- 05 Gutes Licht für Handwerk und Industrie (1999)
- 06* Gutes Licht für Verkauf und Präsentation (2002)
- 07* Gutes Licht im Gesundheitswesen (2004)
- 08* Gutes Licht für Sport und Freizeit (2001)
- 09 Repräsentative Lichtgestaltung (1997)
- 10 Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung (2000)
- 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 (2000)
- 16* Stadtmarketing mit Licht (2002)
- 17* LED – Licht aus der Leuchtdiode (2005)
- 18* Gutes Licht für Museen, Galerien, Ausstellungen (2006)

* Auch in englischer Übersetzung (PDF-Datei) erhältlich.

licht.de

Fördergemeinschaft Gutes Licht
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
Tel. 069 6302-353
Fax 069 6302-400
licht.de@zvei.org
www.licht.de

ZVEI:

in Kooperation mit



**Energiesparende
Beleuchtung**

unterstützt von



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Lightcycle
Retourlogistik und Service GmbH

... eine Kampagne der
Berliner Energieagentur



NUON
Nuon Stadtlicht