licht.de

licht.wissen 09

Sanierung in Gewerbe, Handel und Verwaltung

Freier Download auf
www.licht.de

01

Editorial

Moderne Lichttechnik gehört untrennbar zur Energiewende

Die Ausrüstung zeitgemäßer Gebäude mit innovativer, nachhaltiger und flexibler Gebäudetechnik ist eng mit dem Anspruch an Gestaltung, Komfort, Sicherheit und Energieeffizienz verbunden. Die technische Ausstattung gewerblich genutzter Gebäude gehört bekanntlich zu den Erfolgsfaktoren von Unternehmen. Arbeitsplätze müssen zahlreiche Anforderungen im Hinblick auf Konzentration, Leistungsfähigkeit, Belastbarkeit, Sicherheit, Sehkomfort, Wohlbefinden und Motivation erfüllen. Denn zufriedene, wertgeschätzte und vor allem auch gesunde Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind wesentliches Unternehmenskapital, das es zu erhalten gilt; ein Argument, das besonders hinsichtlich des aktuellen Fachkräftemangels größere Aufmerksamkeit erlangt. Nicht zuletzt ist moderne Gebäudetechnik zugleich ein notwendiger Schutz der Kapitalanlage für den Investor der Immobilie.

Die Beleuchtung ist ein wichtiger Aspekt in der Gebäudetechnik; die Sanierung von Innenbeleuchtungsanlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Innovative Lichtlösungen und energieeffiziente Beleuchtungssysteme werden über intelligentes Lichtmanagement gesteuert, das nicht nur Energie spart, sondern zugleich den Komfort und die Flexibilität erhöht. Über den Einsatz von intelligenter Beleuchtungssteuerung, Tageslichtsensoren und Vorschaltgeräten berücksichtigt das moderne Beleuchtungskonzept die individuelle Umgebungs- und Nutzungssituation, wie zum Beispiel mehr Licht für ältere Arbeitnehmer/innen oder höhere Beleuchtungsstärken für die dunkle Jahreszeit und die Nachtschicht. Geänderte Anforderungen an die Beleuchtung können somit leichter erfolgen.

Auch LED-Technik bietet längst effektive und effiziente Lösungen für Büro- und Gewerbehallenbeleuchtung. Die hochwertigen Komponenten sind zwar teurer als die klassischen Beleuchtungslösungen. Durch die verringerten Energiekosten amortisieren sich die Anschaffungskosten jedoch oft bereits in überschaubarer Zeit. Etwaige Förderprogramme können die Anschaffungskosten reduzieren. Die hohe Lebensdauer der LED-Beleuchtung führt zu längeren Wartungsintervallen und bewirkt dadurch zusätzliche Einsparungen.

Das vorliegende Heft von licht.de ist eine neutrale Argumentationshilfe für das Beratungsgespräch mit dem gewerblichen Kunden. Verschiedene Webtools unterstützen zusätzlich bei der Anlagenerfassung mittels ausdruckbarer Erfassungstabellen und geben Planungsempfehlungen. Die enge Zusammenarbeit von namhaften Herstellern der Beleuchtungstechnik mit dem E-Handwerk begründet den starken Praxisbezug.

licht.wissen 09 unterstützt das systematische Vorgehen bei der Planung von Sanierungsmaßnahmen kleiner und mittlerer Beleuchtungsprojekte und bietet konkrete Entscheidungshilfen für effiziente Lösungen zur Sanierung von Beleuchtungsanlagen.

Dipl.-Ing. Lothar Hellmann
Vize-Präsident des ZVEH – Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke

Sanierung: Besseres Licht, weniger Kosten
Seite 6

Innovative Technik für den Menschen
Seite 8

Lichtlösungen mit bester Effizienz
Seite 10

Sanierungs-optionen
Seite 12

Sanierung mit System
Seite 16

Licht im Büro
Seite 18

Licht für Flure und Treppen
Seite 20

Licht in der Produktion
Seite 22

Licht für Lagerhallen
Seite 24

Licht für Unterrichtsräume
Seite 26

Licht für Verkauf und Handel
Seite 28

Licht für die Arztpraxis
Seite 30

Licht für Sport und Freizeit
Seite 32

Licht in der Parkgarage
Seite 34

Fördermöglichkeiten nutzen
Seite 36

Planungshilfen
Seite 37

Schriftenreihe, Impressum
Seite 38

Sanierung: Besseres Licht, weniger Kosten

Ein Blick in zahlreiche Büros, Werkstätten und Schulklassen zeigt: Viele Beleuchtungsanlagen sind veraltet. Informieren Sie Ihre Kunden darüber, dass eine Sanierung den Energieverbrauch nachhaltig senkt, Kosten spart und ein deutliches Plus an Lichtqualität bringt.

Mehr als drei Viertel aller Gebäude sind älter als 30 Jahre. Installateure wissen aus praktischer Erfahrung, dass meist auch die Beleuchtungsanlagen deutlich in die Jahre gekommen sind. So schätzt der ZVEI, dass allein 75 Prozent der Bürobeleuchtung in Deutschland sanierungsbedürftig sind.

Defizite alter Beleuchtungssysteme
Heute ist es einfacher denn je, mit moderner Lichttechnik viel Energie zu sparen und gleichzeitig die Beleuchtungsqualität zu verbessern. Informieren Sie deshalb Ihre Kunden, wenn die Beleuchtungsanlage deutliche Signale für eine Sanierung erkennen lässt. Denn alte Anlagen

- verbrauchen zu viel Energie,
- treiben die Stromkosten in die Höhe,
- erfordern einen hohen Reinigungs- und Wartungsaufwand,
- entsprechen oft nicht mehr den aktuellen Normen
- und bieten häufig nur schlechte Beleuchtungsniveaus, etwa durch verschmutzte Leuchten oder unzureichende Entblendung.

Im Laufe der Jahre kann sich der Betriebswirkungsgrad einer Anlage und ihrer Komponenten – Leuchten, Lampen und Betriebsgeräte – durch Verschmutzung und Materialermüdung halbieren. Das bedeutet schlechte Lichtqualität bei hohen Stromkosten. Hier sind auch alte ineffiziente magnetische Vorschaltgeräte zu beachten. Konventionelle (KVG) und verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) verbrauchen sehr viel mehr Energie als moderne elektronische Vorschaltgeräte (EVG).

Auch die Betriebssicherheit einer Beleuchtungsanlage lässt nach: Lampenfassungen werden mit der Zeit spröde und müssen ersetzt werden; Kabel und Leitungen werden porös und können brechen. Ebenfalls zu bedenken ist, dass Leuchten-Ersatzteile nach vielen Jahren meist nicht mehr problemlos verfügbar sind.

Beste Sanierung: „neu“ gegen alt“
In der Regel ist der Austausch „neu“ gegen „alt“ die beste Art der Sanierung. Sofern Bauherren und Investoren aus Kostengründen zunächst nur einzelne Komponenten austauschen möchten, ist ihre Beratungsleistung in besonderem Maße erforderlich. Umrüstsätze – andere Betriebsgeräte oder neue Lichtquellen, die für die Leuchten ursprünglich nicht vorgesehen waren – halten selten, was sie versprechen.

Mitunter entspricht die Beleuchtung nach einer Umrüstung nicht mehr den Normvorgaben. Hinzu kommt, dass solche Einbauten sicherheitstechnisch oft bedenklich sind. Deshalb gilt: Eine Nachrüstung in Eigenverantwortung ist immer eine bauliche Veränderung des Originals – mit der Folge, dass die Leuchte ihre Prüfzulassung verlieren kann. In diesem Fall ist der Betreiber der Anlage dann für deren Sicherheit verantwortlich. Einzige Ausnahme: Der fachgerechte Einbau von Austauschmaterial, das der Leuchtenhersteller zugelassen hat.

Gut zu wissen für Ihre Beratung
Bundesregierung und Europäische Union setzen sich für mehr Energieeffizienz und Nachhaltigkeit ein. Staatliche Zuschüsse, günstige Kredite und zahlreiche Förderprogramme unterstützen vor allem auch kleine und mittlere Unternehmen bei der Sanierung ihrer Beleuchtungsanlage (siehe Seite 36). Erklären Sie Ihren Kunden, welche Vorteile der Wechsel zu einer nachhaltig effizienten Beleuchtung bringt.

Vorteil 1: Hohe Energieeffizienz
Effiziente Lichtquellen, optimierte Vorschaltgeräte und Qualitätsleuchten mit hohen Betriebswirkungsgraden sparen bereits viel Strom. Maximale Effizienz und hohen Komfort bieten moderne Lichtsteuerungen mit Präsenzmessung und die intelligente Nutzung von Tageslicht. Eine optimierte Beleuchtungsanlage spart viel Energie, schont die Umwelt und senkt die Betriebskosten.

Vorteil 2: Weniger Kosten
Die Betriebskosten der Beleuchtung (Stromverbrauch und Wartung) machen heute rund 90 Prozent der Gesamtkosten aus. Wer eine alte Anlage durch moderne Systeme ersetzt, spart während der Betriebsdauer in erheblichem Maße Geld – auch wenn eine Investition zunächst teuer ist. Dabei gilt: Je älter die zu ersetzende Anlage ist und je länger sie täglich betrieben wird, desto höher ist die Einsparung.

Vorteil 3: Mehr Lichtqualität
Ein wesentliches Argument für eine Beleuchtungssanierung ist ein deutlicher Gewinn an Lichtqualität. Sie zeichnet sich aus durch beste Sehbedingungen (= visuelle Qualität), eine angenehme Lichtatmosphäre (= emotionale Qualität) und eine wohltuende Wirkung auf den Menschen (= biologische Qualität). Nicht zuletzt gewinnt auch der architektonische Raumeindruck.

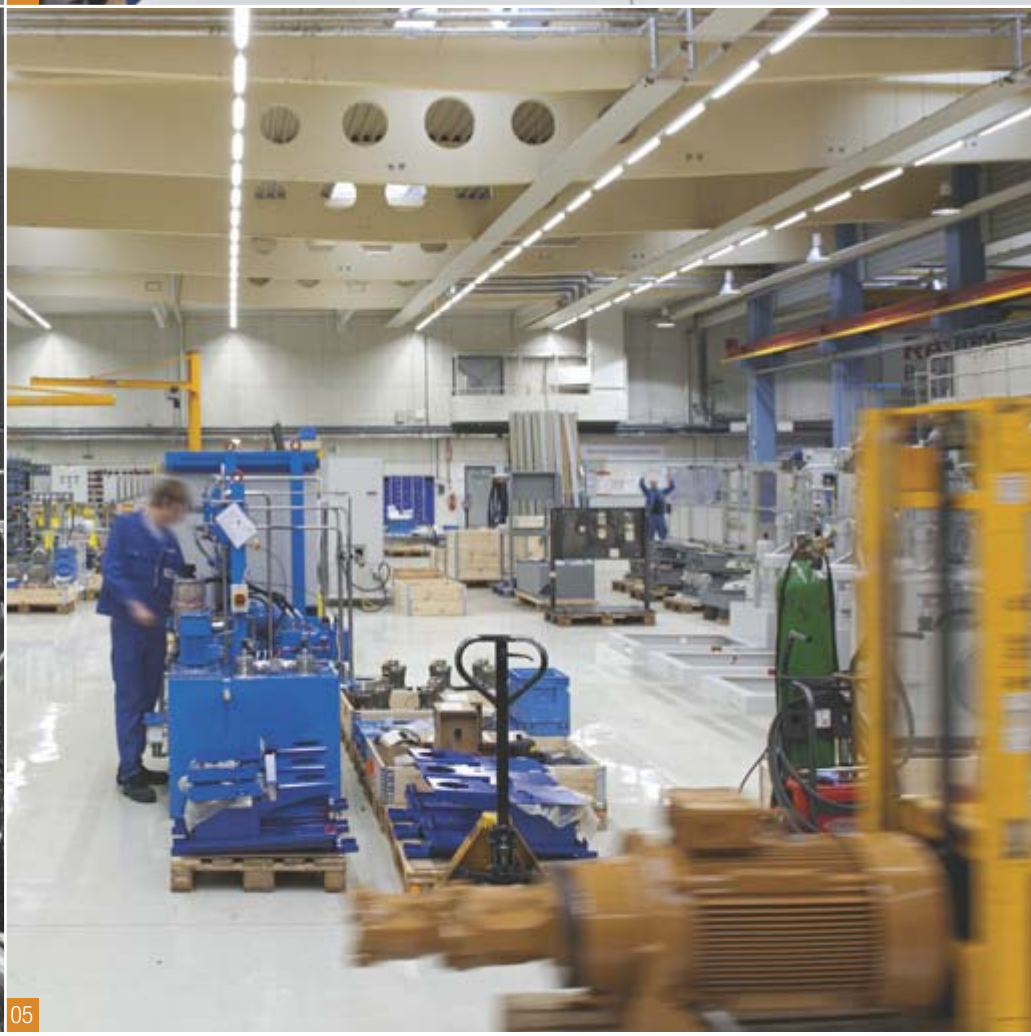
[02 + 03] Bestnoten für intelligente Schulbeleuchtung: Flächige LED-Leuchten ersetzen alte Rasterleuchten und wirken wie ein natürliches Oberlicht. Eine integrierte Lichtsteuerung regelt die Beleuchtung nach Anwesenheit und einfallendem Tageslicht.

[04 + 05] Mehr Lichtqualität, mehr Effizienz: Ein modernes Beleuchtungssystem mit Lichtsteuerung sorgt auch in Produktionshallen für eine angenehme Atmosphäre und komfortable Arbeitsbedingungen.

02

03

04


05

06

07

LED-Merkmal	Vorteil & Nutzen	Lichtanwendungsbeispiele
hohe Effizienz	geringe Betriebskosten	Fertigungshallen mit Mehrschichtbetrieb
lange Lebensdauer	geringe Wartungskosten, vor allem bei schwer zugänglichen Leuchten	Produktionshallen mit Mehrschichtbetrieb, Tennishallen
gute bis sehr gute Farbwiedergabe	natürlicher Farbeindruck	Zahnarzt-, Hautarztpraxen
breites Spektrum weißer Lichtfarben	Voraussetzung für circadiane Beleuchtung	Gemeinschaftsräume in Altenheimen
robuster Aufbau	Einsatz auch unter erschwerten mechanischen Bedingungen	Maschinenleuchten
keine Wärme im Strahlengang	geeignet auch zur Anstrahlung wärmeempfindlicher Objekte	Beleuchtung von Lebensmitteln
keine UV-Strahlung	geeignet auch zur Anstrahlung UV-empfindlicher Objekte	Schaufenster
Sofortstart	sofort 100 % Licht nach dem Einschalten	Treppenhäuser, Schaltzentralen oder Haustechnikräume
Tieftemperatursicherheit	Sofortstart auch bei tiefen Temperaturen	Kühlhäuser
hohe Schaltfestigkeit	Lebensdauer wird durch häufiges Schalten nicht beeinflusst	Anwendungen mit Bewegungsmeldern (z. B. Flure oder Treppenhäuser)

© licht.de

Innovative Technik für den Menschen

Innerhalb eines Jahrzehnts hat die Lichtindustrie neue Technologien entwickelt, die sehr effizient zu mehr Beleuchtungsqualität beitragen. Zu den wichtigsten Trends in der Beleuchtung zählen LEDs und biologisch wirksames Licht, das der inneren Uhr des Menschen wichtige Impulse gibt und zu mehr Wohlbefinden beiträgt.

Ob im Innen- oder Außenbereich: LEDs haben die Allgemeinbeleuchtung erobert. Nie zuvor arbeiteten Lichtquellen so zuverlässig über lange Jahre und verbrauchten dabei so wenig Strom.

Ihre Vorteile spielen effiziente LEDs vor allem in kompletten LED-Leuchten und LED-Modulen aus: Sie halten bis zu 50.000 Stunden und mehr. LEDs überzeugen mit einer hohen Lichtausbeute, und sie können exakt gesteuert und stufenlos gedimmt werden. Damit eignen sie sich ideal für intelligente Lichtmanagementsysteme.

LEDs: Qualität macht sich bezahlt

Der Markt für LED-Lösungen wächst noch immer rasant. Das Angebot hält allerdings nicht immer, was es verspricht. Achten Sie deshalb insbesondere bei LED-Anwendungen darauf, dass der Hersteller eine gleichbleibend hohe Qualität bietet. Billigware hält häufig nicht, was die Verpackung verspricht. Im Betrieb kann es zu bösen Überraschungen kommen, wenn die Angaben zu Lichtqualität, Farbtemperatur und -wiedergabe sowie homogener Lichtfarbe nicht stimmen. Erklären Sie Ihren Kunden, dass sich eventuell höhere Investitionskosten für hochwertige Produkte dank exzellenter Effizienz und langer Lebensdauer oft schon nach kurzer Zeit rechnen.

Auch die Entwicklung organischer Leuchtdioden (OLEDs) geht voran. Sie sind die erste wirklich flächige Lichtquelle und bieten ein angenehm gleichmäßiges, blendfreies Licht. Erste Modelle sind bereits auf dem Markt.

Biologisch wirksames Licht

Der Wechsel zu energieeffizienter LED-Beleuchtung und die Entwicklung intelligenter Lichtsteuersysteme sind nicht nur der Schlüssel zu energiesparenden Lichtlösungen. Sie bieten heute auch die Möglichkeit einer Beleuchtung, die über visuelle Wirkungen hinausgeht und die Lebensqualität von Menschen entscheidend verbessern kann.

Aktuelle Studien belegen, dass Licht und der natürliche Wechsel von Tageslicht zu Dunkelheit viele biologische Vorgänge im menschlichen Körper steuern. Diese nicht-visuellen Wirkungen von Licht werden über spezielle Fotorezeptoren vermittelt, die das lichtempfindliche Molekül Melanopsin tragen. Fachleute sprechen deshalb von melanopischer Beleuchtung.

Eine künstliche Beleuchtung mit nicht-visuellen Effekten nimmt die Vorgaben des Tageslichts auf und unterstützt mit unterschiedlichen Beleuchtungsstärken und dynamisch wechselnden Lichtfarben den Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen: Kühlweißes Licht mit hohen Blauanteilen und mindestens 5.300 Kelvin fördert morgens die Konzentration, warmweißes gedimmtes Licht mit höchstens 3.000 Kelvin stimmt auf die Nachtruhe ein. Eine zweite Variante sind „Lichtduschen“, die kurzfristig aktivieren und die Konzentration fördern. Dieses aktivierende Licht erzielt zum Beispiel in Schulen positive Ergebnisse.

Generell gilt: Die biologische Wirkung von Licht nimmt mit der sichtbaren Fläche der Lichtquelle zu. Besonders effizient sind deshalb Beleuchtungskonzepte, die Wand- oder Deckenflächen einbeziehen. Gut geeignet sind flächige Leuchten und Lichtdecken oder Pendelleuchten, die einen Anteil des Lichts indirekt an die Decke und das obere Drittel der Wände abstrahlen.

In Schule, Büro und Industrie kann eine biologisch wirksame Beleuchtung viel dazu beitragen, Wohlbefinden und Motivation zu stärken.

Ausführliche Informationen zur LED gibt Heft licht.wissen 17 „LED: Das Licht der Zukunft“; über circadiane Beleuchtung informiert Heft licht.wissen 19 „Wirkung des Lichts auf den Menschen“.

[06 + 07] Eine biologisch wirksame (circadiane) Beleuchtung kann die innere Uhr des Menschen wirkungsvoll unterstützen. Lichtfarben und Helligkeiten verändern sich dabei dynamisch nach dem Vorbild des Tageslichts: Kühle Lichtfarben und hohe Beleuchtungsstärken aktivieren, während warme Lichtfarben und niedrigere Beleuchtungsstärken beruhigend wirken.

Lichtlösungen mit bester Effizienz

Zu den Qualitätsmerkmalen einer Beleuchtungsanlage zählt ein geringer Energieverbrauch. Effiziente Lichttechnik und die intelligente Nutzung von Tageslicht schonen die Umwelt, senken die Betriebskosten und tragen zum Geschäftserfolg bei.

Klimawandel und knappe Ressourcen zwingen zum Umdenken. Und die Politik handelt: Energieeinsparverordnung (EnEV) und die EU-Ökodesign-Richtlinie (ErP) – in Deutschland umgesetzt als Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG) – legen Ziele und Marschrichtung fest.

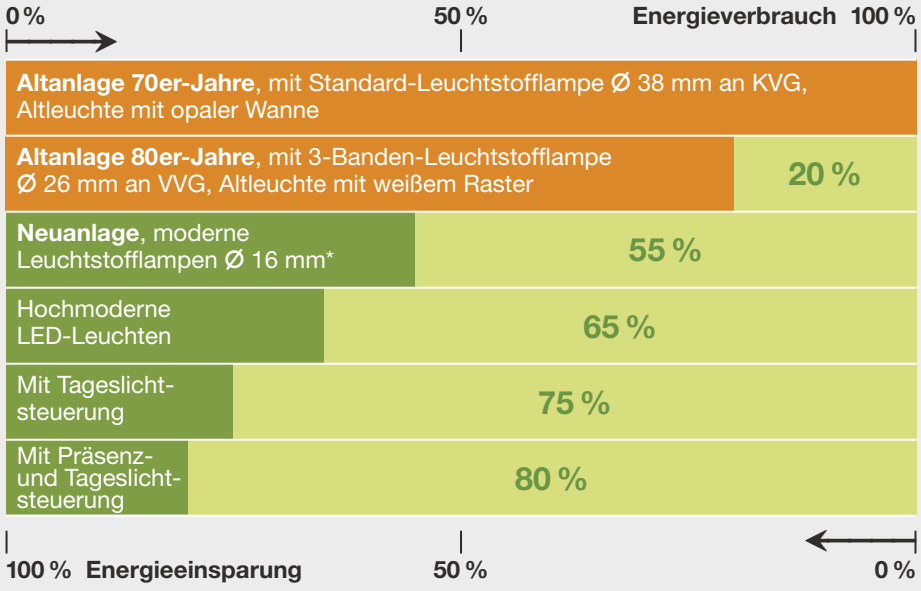
Eine weitere Notwendigkeit zum Wandel liegt in stetig steigenden Energiepreisen. Ineffiziente Produkte verschwinden deshalb peu à peu vom Markt.

EnEV 2014:
Noch mehr Effizienz für Gebäude
Bald ist es soweit: Niedrigenergie- und Passivhaus werden Standard. 2009 hatte die EU die Gebäuderichtlinie von 2007 bereits verschärft; die nächste Stufe folgte 2014. Sie muss von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht übertragen werden – und das heißt, dass in Deutschland seit Mai 2014 eine neue Energieeinsparverordnung (EnEV) gilt.

Damit werden die Anforderungen an den Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes nochmals verschärft. Auch gilt, dass nicht mehr nur für Nicht-Wohngebäude mit einer Fläche von mehr als 1.000 Quadratmeter ein Energieausweis erstellt werden muss: Künftig sollen auch Gebäude mit mehr als 500 Quadratmeter Fläche und viel Publikumsverkehr erfasst werden. Das heißt, für Hotels, Kinos und kleine Unternehmen muss jetzt ebenfalls ein Energieausweis erstellt werden. Damit steht auch die Beleuchtung auf dem Prüfstand.

Bauherren werden durch die EnEV verpflichtet, den Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes zu ermitteln: Vor der Sanierung oder dem Neubau eines Gebäu-

Sparpotenziale Innenbeleuchtung



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

© licht.de

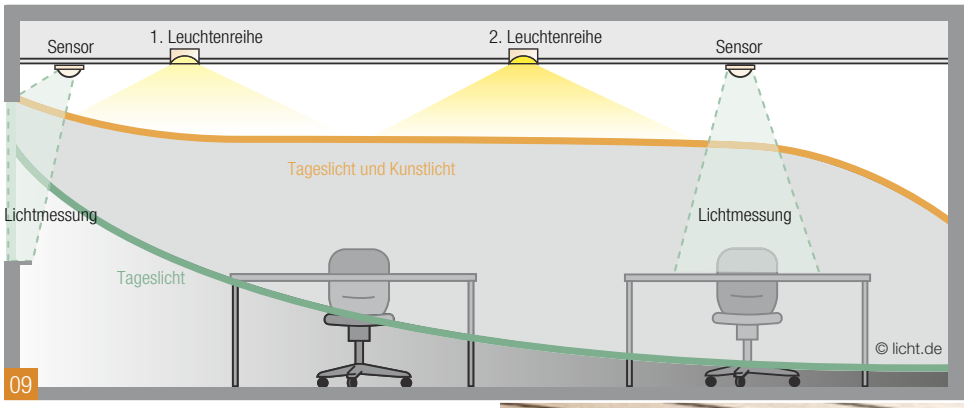
08

[08] Die Sanierung einer alten Beleuchtungsanlage sorgt für deutlich mehr Lichtkomfort und spart viel Energie. Höchste Effizienz garantieren Lichtmanagementsysteme mit Präsenzkontrolle und Tageslichtregelung.

[09] Tageslichtabhängige Lichtsteuerung spart Energie: Das künstliche Licht wird nach Bedarf automatisch geschaltet und gedimmt. Sensoren am Fenster und im Raum ermitteln das Beleuchtungsniveau und sind Signalgeber für die Lichtsteuerung.

[10] Unterschiedliche Lichtszenen können einfach über ein Display abgerufen werden.

[11] Energiesparende Raumbeleuchtung: Sensoren messen das vorhandene Tageslicht und regeln den Lichtbedarf im Raum. Da in diesem Beispiel genügend Tageslicht in den Raum flutet, sind die Leuchten am Fenster ausgeschaltet und in der Raummitte gedimmt. Auf voller Leistung werden lediglich die Leuchten im rückwärtigen Raumbereich betrieben.



des muss der Primärenergiebedarf nach DIN V 18599, Teil 4, für die Beleuchtung berechnet und – vor Baubeginn – genehmigt werden.

Lichtmanagement ist der Schlüssel zu mehr Effizienz

Viele alte Beleuchtungsanlagen werden den neuen Bestimmungen nicht mehr genügen. Hier steckt ein großes Einsparpotenzial: Je älter die Anlage, desto höher sind die möglichen Einsparmöglichkeiten (siehe Grafik Seite 10).

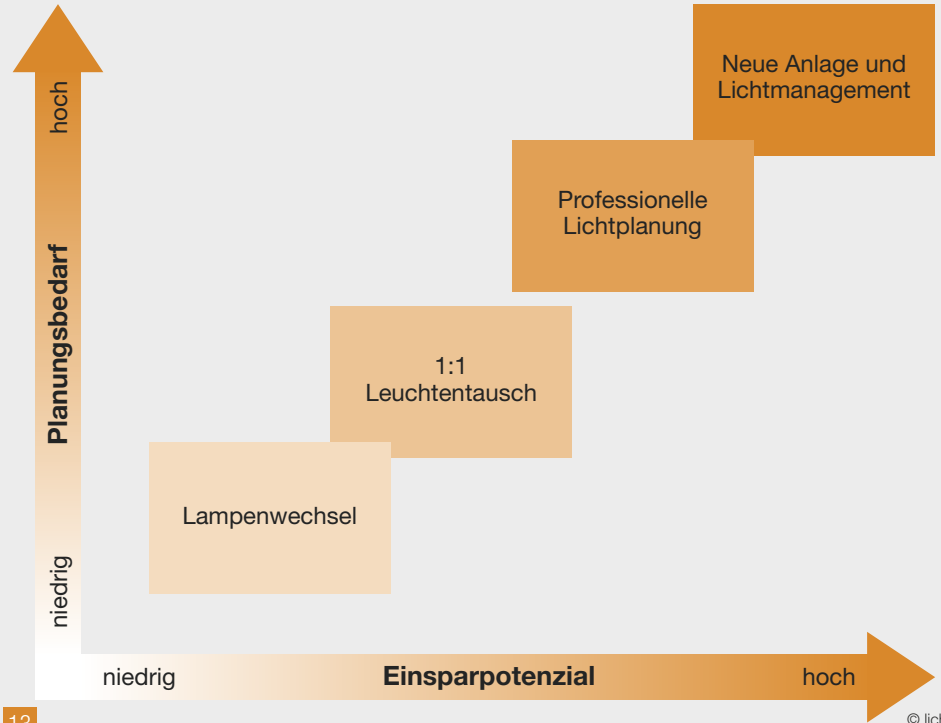
Intelligent geplante Beleuchtungskonzepte bringen Lichtqualität und Energieeffizienz in Einklang. Folgende Komponenten tragen zum Erfolg bei:

- Qualitätsleuchten mit hohen Betriebswirkungsgraden und optimierter Lichtlenkung,
- effiziente Lichtquellen mit hohen Lichtausbeuten, wie zum Beispiel LEDs,
- moderne elektronische Betriebs- und Vorschaltgeräte,
- Lichtkonzepte mit unterschiedlichen Schaltgruppen, die einzeln und unabhängig voneinander gedimmt und gesteuert werden können,
- Lichtmanagementsysteme, die das Tageslicht und die Belegung von Räumen einbeziehen.

Nur mit elektronischer Steuerung können Betreiber alle Vorteile ausschöpfen, die moderne Lichtquellen, Leuchten und Betriebsgeräte bieten. So sorgen Präsenzmelder dafür, dass Leuchten automatisch abgeschaltet werden, solange kein Licht gebraucht wird. Noch mehr Effizienz bietet die Nutzung des natürlichen Tageslichts: Ein neues Beleuchtungssystem mit Tageslicht- und Präsenzsteuerung spart gegenüber einer alten Anlage bis zu 80 Prozent Energie- und Stromkosten.

12

Sanierungsoptionen und Einsparpotenzial



13

© licht.de

14

Sanierungsoptionen für eine neue Beleuchtung

In vielen Unternehmen ist die Beleuchtung schon mehr als ein Jahrzehnt alt. Die Technik von gestern verträgt sich jedoch nicht mehr mit den aktuellen Anforderungen an Lichtqualität und Energieeffizienz. Für eine Sanierung gibt es unterschiedliche Optionen.

Verschmutzte Leuchten, monotone Lichtatmosphäre am Arbeitsplatz: Alte Beleuchtungsanlagen verbrauchen zu viel Strom und Energie – und die schlechten Lichtbedingungen erschweren die Arbeit, führen zu hohen Fehlerquoten und mindern die Leistungskraft.

Durch Verschmutzung und Materialalterung kann sich im Laufe der Jahre der Betriebswirkungsgrad einer alten Anlage und der dazugehörigen Komponenten – Lampen, Leuchten und Betriebsgeräte – halbieren. Die Investition in eine neue, effiziente Beleuchtung reduziert die jährlichen Betriebskosten erheblich und mindert außerdem die laufenden Wartungskosten. Häufig lässt sich schon mit einfachen Sanierungsmaßnahmen eine Verbesserung erzielen. Sprechen Sie mit Ihren Kunden über die verschiedenen Sanierungsmöglichkeiten und erklären Sie die Unterschiede.

Generell sind vier Sanierungsstufen möglich – und mit jeder Stufe wachsen der Komfort und die mögliche Energieeinsparung. Zur Wahl stehen:

- Wechsel der Lampen
- 1:1-Leuchtenaustausch
- Planung einer Anlage
- Einsatz von Lichtmanagementsystemen

Lösung 1: Lampenwechsel
Die einfachste Form der Sanierung besteht darin, vorhandene Leuchten mit neuen, effizienteren Leuchtmitteln auszustatten. Ein Lampenwechsel sollte zwingend immer dann erfolgen, wenn die Lampen flackern oder schlecht starten. Weitere Gründe für einen Lampenaustausch liegen vor, wenn die Beleuchtungsqualität zu wünschen übrig lässt oder ein Brandrisiko besteht, weil zum Beispiel alte Vorschaltgeräte im Betrieb zu heiß werden.

Sinnvoll ist zudem ein regelmäßiger Gruppenwechsel von Lampen, bevor diese das Ende ihrer Lebensdauer erreichen. Ein Gruppenwechsel empfiehlt sich vor allem in Räumen mit erhöhtem Wartungsaufwand, zum Beispiel in hohen Hallen und Treppenhäusern oder an Arbeitsplätzen, die im Mehrschicht-Betrieb genutzt werden.

Bei einem Austausch ist zu beachten:
- Die ausgewählten Lampen müssen den Vorgaben auf dem Leuchtenschild entsprechen.
- Sie müssen mindestens den Lichtstrom des Neuwertes der Altlampen aufweisen. Bei höheren Lichtströmen muss die Blendungsbegrenzung sichergestellt sein.
- Ihre Lichtfarbe soll zum Anwendungsbereich passen.

[12] Sparsames Duo: Pendelleuchten und deckenbündig eingebaute Rasterleuchten sorgen für eine angenehm blendfreie Beleuchtung im Konferenzraum; ein Lichtmanagementsystem schaltet und dimmt die Leuchten je nach Tageszeit und Anwesenheit.

[13] Mit der Sanierungsstufe steigt die mögliche Energieeinsparung. Das höchste Sparpotenzial bietet eine gut geplante Neuanlage mit effizienten Komponenten.

[14] Bei einem Lampentausch in einem bestehenden System muss darauf geachtet werden, dass die ausgewählten Lampen den Vorgaben auf dem Leuchtenschild entsprechen. Die Lichtfarbe aller Leuchtmittel sollte identisch sein und zur Anwendung passen.

15

- Die für die Anwendung erforderliche Farbwiedergabe-Stufe muss sichergestellt sein.

Sofern nur einzelne Lampen ausgetauscht werden, sollten Sie darauf achten, dass die Lichtfarbe den übrigen Lampen entspricht.

Retrofits und ihre Tücken

Bei Umrüstungen werden in den meisten Fällen 35 Watt T16-Lampen mit 3.300 Lumen (lm) als Ersatz für 58 Watt T26-Lampen mit 5.200 lm verwendet. Der Adapter wird dabei auf die T16-Lampe auf- und in die alte Leuchte eingesetzt. Er enthält auch das für den Betrieb der Lampe erforderliche EVG. Die Idee dabei ist, durch die höhere Lichtausbeute der T16-Lampe die Leistungsaufnahme der Anlage zu reduzieren und damit den Stromverbrauch zu senken.

Problematisch ist jedoch, dass die zur Verfügung stehenden Leistungsbereiche von T16- und T26-Lampen einen Eins-zu-Eins-Austausch nicht möglich machen. Der Lichtstrom der 35 Watt T16-Lampe ist rund ein Drittel geringer als der einer 58 Watt T26-Lampe. Im Ergebnis muss also eine deutlich geringere Beleuchtungsstärke in Kauf genommen werden. Eine Energieeinsparung bei Einhaltung der erforderlichen Beleuchtungsstärke lässt sich daher nicht in jedem Fall erzielen. Zu bedenken ist weiterhin, dass auch bei der Altanlage der Reflektor gereinigt und die Lampe gewechselt werden muss, damit ein Vergleich der Beleuchtungsstärke tatsächlich möglich ist.

Eine andere Retrofit-Variante besteht in LED-Lampen in Röhrenform, die vorhandene Leuchtstofflampen ersetzen sollen.

Auch bei LED-Retrofit-Lampen ist sicherzustellen, dass die genormten lichttechnischen Gütemerkmale – insbesondere die Beleuchtungsstärke – eingehalten werden. Dabei ist zu beachten, dass sich nach dem Lampenwechsel eine andere Lichtstärkeverteilung ergibt.

Bei allen Retrofit-Lösungen sollten die Normen zur Sicherheit und elektromagnetischen Verträglichkeit angewendet werden.

Lösung 2: Ein 1:1-Leuchtentausch

Der reine Austausch vorhandener Leuchten ist sinnvoll, wenn bei nur begrenzten Budgets ohne großen baulichen Aufwand Energie gespart werden soll. Solche Maßnahmen können umgesetzt werden, ohne dass Änderungen an der Decke – zum Beispiel neue Einbauöffnungen – erforderlich sind.

Voraussetzungen für einen erfolgreichen Leuchtenaustausch:

- Die neuen Leuchten sollten die gleichen Lichtverteilungen wie die Altleuchten aufweisen.
- Die Beleuchtungsstärke muss mindestens die Normvorgaben erfüllen, und der Nettolichtstrom sollte demjenigen der Altleuchten entsprechen. (Bei Leuchtstofflampenleuchten ist der Nettolichtstrom der Gesamtlichtstrom der eingesetzten Lampen, multipliziert mit dem Wirkungsgrad. Bei LED-Leuchten ist dies der vom Hersteller angegebene Wert für den nutzbaren Lichtstrom.)
- Neue Einbauleuchten müssen in ihren Abmessungen den Vorgänger-Leuchten entsprechen.
- Die Leuchten müssen elektrotechnisch

16

17

kompatibel sein oder auf einen entsprechenden Stand gebracht werden.
- Für Lampen gelten beim 1:1 Austausch die Anforderungen, die im Abschnitt „Lampenwechsel“ (Seite 13) genannt sind.

Der Austausch alter Leuchten und Lampen in Kombination mit einem Wechsel auf neue, elektronische Vorschaltgeräte kann bereits gut 50 Prozent Energie einsparen. Dies resultiert zum einen aus der höheren Lichtausbeute moderner Leuchtmittel. Hinzu kommt ein hoher Wirkungsgrad aktueller Leuchten durch optimierte Reflektoren und Optiken. Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) reduzieren zudem die Verlustleistung und bieten flackerfreies Licht bei zügigem Start.

Wichtig ist: Werden bei einer Nachrüstung Retrofitlampen oder andere elektrotechnische Komponenten eingebaut, die nicht ausdrücklich vom Hersteller des Beleuchtungssystems empfohlen werden, stellt dies eine bauliche Veränderung dar. In diesem Fall erlischt die Betriebszulassung. Im Schadensfall ist hier mit rechtlichen Problemen zu rechnen. Achten Sie deshalb darauf, bei einer Umrüstung ausschließlich auf Komponenten zu setzen, die der Hersteller für den Betrieb in der entsprechenden Anlage freigibt. Im Zweifelsfalls ist es ratsam, beim Hersteller nachzufragen.

Lösung 3: Professionelle Planung
Die beste Energieeinsparung ergibt sich, wenn eine neue Anlage professionell mit speziellen Berechnungsprogrammen für die Beleuchtung geplant wird. Nur dann lassen sich die lichttechnischen Möglichkeiten neuer Leuchten energetisch bestmöglich ausnutzen.

In Fluren können sich aus Computerplanungen beispielsweise größere Längsabstände ergeben, so dass gegenüber der Altanlage weniger Leuchten benötigt werden. Dieses Verfahren sollte immer dann gewählt werden, wenn die Raumdecke saniert wird.

Lösung 4: Neue Anlage mit Lichtmanagementsystem
Wenn es darum geht, Stromkosten einzusparen und zugleich mehr Komfort in der Beleuchtung zu gewinnen, spielt die Lichtsteuerung eine Schlüsselrolle. Im Zusammenspiel mit effizienten Lampen, optimierten Leuchten und Komponenten erschließt sie das höchste Einsparpotenzial. Sind beide Ausbaustufen – Präsenzkontrolle und Tageslichtregelung – integriert, können gegenüber einer Altanlage bis zu 80 Prozent Energie und damit Stromkosten gespart werden, bei nachhaltig besserer Lichtqualität.

Auch in bestehenden Beleuchtungsanlagen können anwesenheitsabhängige Schaltungen über entsprechende Funksysteme realisiert werden. Beim Einsatz von Präsenzmeldern ist stets ihr Erfassungsbereich zu beachten; im Zweifelsfall müssen Erweiterungssensoren eingesetzt werden.

Tageslichtregelung und Dimmer
Ist eine Tageslichtregelung vorgesehen, sind dimmbare Vorschaltgeräte Pflicht. Diese haben heute meistens eine DALI-Schnittstelle. Dimmbare Masterleuchten mit einem integrierten Lichtmanagementsystem und ebenfalls dimmbare Tochterleuchten werden über zusätzlich zu verlegende zweiadrige Steuerleitungen miteinander verbunden. Sinnvoll sind Offset-Funktionen der eingesetzten Systeme, die fensternahe Leuchten und solche in der Raumtiefe unterschiedlich ansteuern.

[15] Eine tageslichtabhängige Lichtsteuerung regelt Kunstlicht nach Bedarf und spart viel Energie.

[16 + 17] Effiziente und langlebige LED-Leuchten ersetzen im Krankenhausflur alte Leuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten.

Sanierung mit System

Ein strukturierter Sanierungsprozess hilft, Effizienzpotenziale zu erfassen und sorgt dauerhaft für hohe Lichtqualität bei niedrigen Stromkosten. Fünf Schritte führen zum Ziel.

Sorgfältige Analyse und professionelle Planung sind die Basis jeder zielgerichteten Beleuchtungssanierung. Stellen Sie Ihrem Kunden die einzelnen Prozessschritte vor – und plädieren Sie dafür, dass alle Beteiligten möglichst frühzeitig zusammenarbeiten: Techniker, Einkäufer, Nutzer und Entscheider. So gelingt der Wechsel zu einer nachhaltigeren Beleuchtung am besten.

Ziel ist es, einen umfassenden Sanierungsplan zu erstellen, der die Wirtschaftlichkeit einzelner Beleuchtungsprojekte vergleicht und berücksichtigt. Mit den erfassten Daten und Berechnungen lässt sich die optimale Sanierungsstrategie wählen. Zugleich lässt sich so besser entscheiden, welche Projekte aus wirtschaftlichen Aspekten eventuell vorgezogen werden sollten. So kann eine Sanierung dann auch abschnittsweise über mehrere Jahre erfolgen. In diesem Fall beginnt die Sanierung entweder in Räumen oder Gebäudeteilen mit der längsten Betriebszeit oder setzt bei Leuchten- und Lampentypen an, die das höchste Einsparpotenzial bieten.

Schritt 1: Die Ist-Analyse
Projektvorbereitung kostet Zeit, macht sich aber bezahlt: Wer Ziele und Prioritäten zu Beginn exakt definiert, kann später die erreichten Einsparungen und den Gewinn an Lichtqualität leicht beziffern.

Jede Sanierung beginnt mit einer Ist-Analyse. Wichtige Basismaterialien sind:
- Energieabrechnungen der vergangenen drei Jahre.
- Aufstellung der Wartungs- und Reparaturkosten für vorhandene Anlagen.
- Lichttechnische Berechnungen und Überprüfung der bestehenden Anlagen.
- Benchmarks mit vergleichbaren Beleuchtungsanlagen. Im einfachsten Fall wird dabei die elektrische Leistungsaufnahme der Beleuchtungsanlage ins Verhältnis zur beleuchteten Fläche gesetzt (also Watt/m² pro 100 Lux pro Jahr).

Schritt 2: Planung der Lichttechnik
Komplexe Beleuchtungsprojekte erfordern viel Know-how.

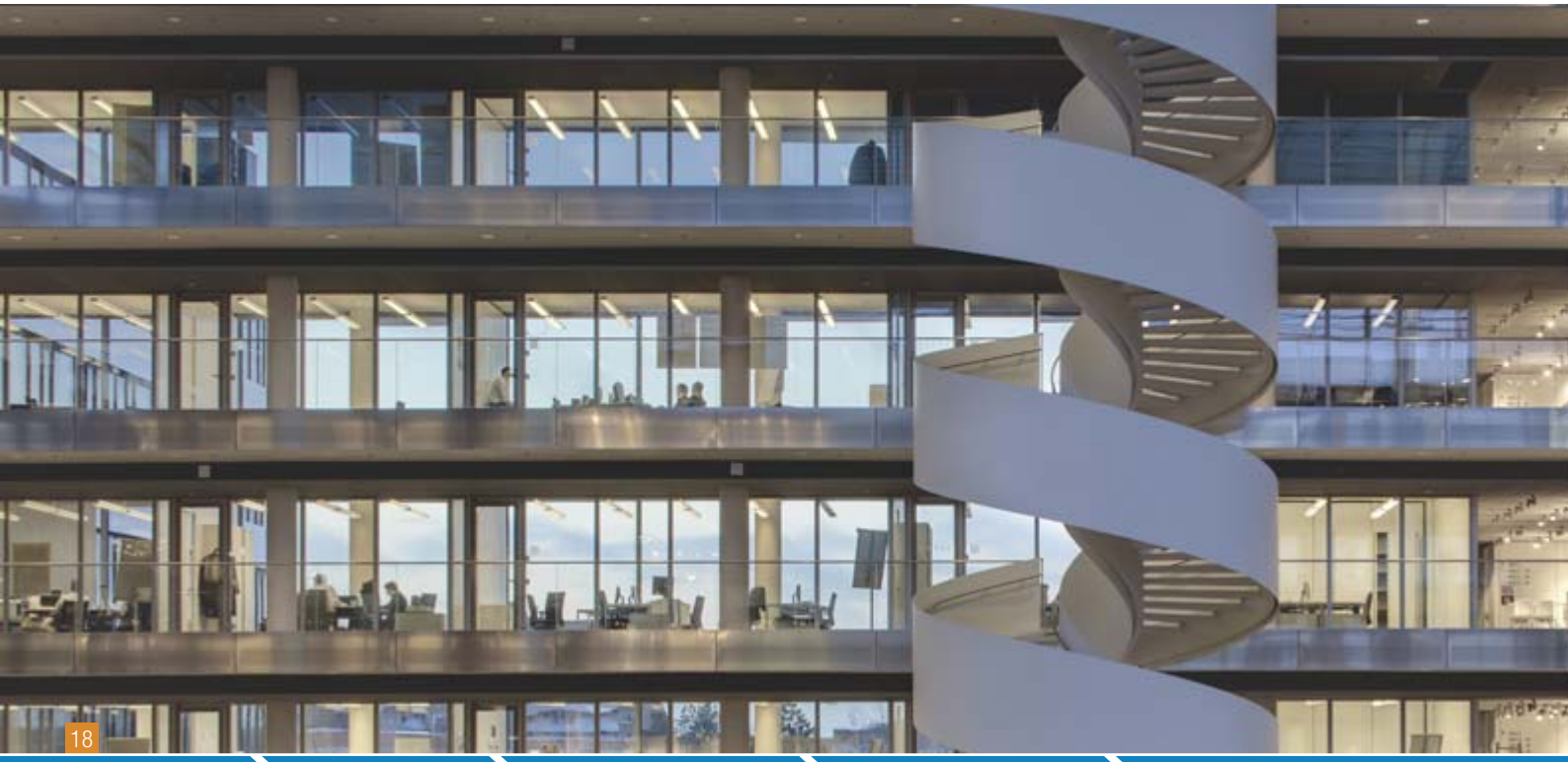
Bei der Lichtplanung müssen die Sehaufgaben festgelegt, zahlreiche Normen und Richtlinien beachtet und Gütemerkmale der Beleuchtung berücksichtigt werden. Die konkrete Planung erfolgt in fünf Schritten:
- Festlegung der Sehaufgaben, Definition des Lichtkonzepts und Wahl der Beleuchtungsarten.
- Auswahl geeigneter Leuchten und Komponenten.
- Ermittlung der notwendigen Anzahl von Leuchten und deren Anordnung.
- Gegebenenfalls Definition des Lichtmanagements, das zusätzlich Energie spart.
- Definition des Wartungsplanes.

Planung: Wirtschaftlichkeit
Zur Planung gehört auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, die verschiedene Optionen berücksichtigt und unterschiedliche Beleuchtungslösungen vergleicht. In dieser Berechnung sind die Gesamtkosten der Beleuchtungsanlage über den kompletten Lebenszyklus aufzuführen. Relevante Größen sind Investitionskosten, Energieverbrauch, Kosten für Reinigung, Wartung und Reparatur sowie Entsorgungskosten.

Schritt 3: Finanzierung
Ob Kommune oder Unternehmen: Attraktive Finanzierungskonzepte erleichtern den Wechsel zu einer energieeffizienten Beleuchtung – im Idealfall gänzlich ohne Belastung für die Haushaltskasse. Hilfestellung gibt es durch:
- **Contracting:** Hier investiert ein Dienstleister in effiziente Beleuchtung und übernimmt das wirtschaftliche Risiko.
- **Finanzierungshilfen:** Mit zahlreichen Programmen unterstützen die Bundesregierung, die Länder und die bundeseigene KfW-Bank die Sanierung alter Beleuchtungsanlagen (siehe auch Seite 36).

[18] Eine professionell geplante Sanierung der Beleuchtungsanlage sorgt für mehr Effizienz und eine bessere Lichtqualität am Arbeitsplatz.

[19] DIN-Normen und die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) nennen Gütemerkmale, die in der Summe die Qualität einer Beleuchtungsanlage beschreiben.



18

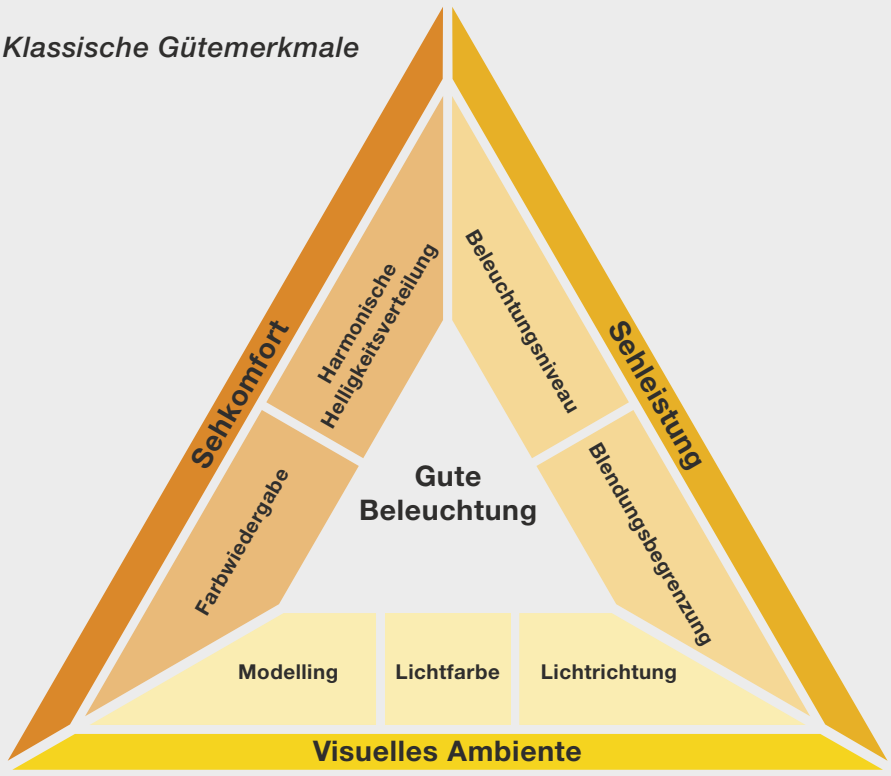
Schritt 4: Wirtschaftliche Beschaffung
Im Gegensatz zu öffentlichen Auftraggebern sind private Unternehmen bei der Beschaffung von Waren und Dienstleistungen nicht an das Vergaberecht gebunden. Eine Orientierung an den vergaberechtlichen Regelungen ist dennoch sinnvoll. Sie helfen beim Entscheidungsprozess und geben Hinweise auf wichtige Kriterien, wie Lebenszyklus, Wirtschaftlichkeit und Rendite.

Schritt 5: Wartung und Kontrolle
Nach DIN EN 12464-1 gehört zur Lichtplanung verpflichtend auch die Erstellung eines Wartungsplanes. Optimale Wartung erhöht die Lebensdauer und die Effizienz einer Beleuchtungsanlage. Aus der Wartung von Beleuchtungsanlagen lassen sich wertvolle Hinweise und Kennzahlen für zukünftige Projekte gewinnen. Gut also, wenn Wartungsarbeiten dokumentiert und ausgewertet werden.

www. Viele Infos und Hinweise für die Sanierung von Beleuchtungsanlagen gibt der „Lotse energieeffiziente Innenbeleuchtung“: *www.lotse-innenbeleuchtung.de*. Der Lotse ist ein Projekt der Deutschen Energie-Agentur (dena) in Zusammenarbeit mit dem ZVEI, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

Gütemerkmale der Beleuchtung nach DIN EN 12464-1

Klassische Gütemerkmale



Weitere Kriterien für die Lichtplanung

Tageslicht-Integration	Energieeffizienz
Veränderung der Lichtsituation	Individuelle Einstellmöglichkeiten

19

© licht.de

20

Vorschaltgeräte in Altanlagen

Hinweis: In den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland wurde vor dem Jahr 2005 die Kompensation von Blindleistung bei induktiven Vorschaltgeräten vielfach durch Reihenkondensatoren realisiert. Diese „Duoschaltung“ bewirkt, dass sich die Anschlusswerte im Durchschnitt um acht Prozent erhöhen. LED-Neuanlagen sind mit elektronischen Betriebsgeräten ausgestattet, die grundsätzlich keine effizienzmindernden Kompensationskondensatoren benötigen.

Die Leistungswerte, die in den nachfolgenden Praxisbeispielen aufgeführt sind, basieren auf der Parallelkompensation. Bei einer Altanlage würden sich also – unter Zugrundelegung der Schaltungsarten „Duo“ – die dort genannten Anlagenwerte um acht Prozent erhöhen.

[20 + 21] Eine gute Beleuchtung im Büro steigert die Motivation der Mitarbeiter und schafft Atmosphäre.

21

Direkter Leuchtentausch

Rastereinbauleuchten mit vier Lampen je 18 Watt (T26), die noch häufig in Büroräumen zu sehen sind, können oft direkt gegen LED-Einbauleuchten mit einem Leuchtenlichtstrom von 3.700 Lumen ersetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Leuchten für Bildschirmarbeitsplätze geeignet sind.

Anwesenheitserfassung und eine tageslichtabhängige Lichtregelung reduzieren den Energiebedarf zusätzlich. In einem Gruppenbüro mit mittlerer Tageslichtversorgung lässt sich damit beispielsweise eine Energieeinsparung von 55 Prozent erzielen. Gut geeignet sind Lichtmanagementsysteme mit DALI-Schnittstelle, wie sie auch für die Beleuchtung mit Leuchtstofflampen verwendet werden.

Licht im Büro

Zwischen Telefon, Tastatur und Teamsitzung: Im modernen Büroalltag folgen unterschiedliche Tätigkeiten rasch aufeinander. Eine gut geplante Beleuchtung sorgt für beste Arbeitsbedingungen und eine inspirierende Raumatmosphäre.

Ob Einzel-, Zwei-Personen- oder Teambüro: Motivation und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter nehmen deutlich zu, wenn sie sich in ihrer Arbeitsumgebung wohlfühlen. Die Beleuchtung spielt dabei eine entscheidende Rolle. Sie fördert Konzentration und Kommunikation – und trägt effizient zu mehr Wohlbefinden am Arbeitsplatz bei. Bei der Planung werden drei Dimensionen von Beleuchtungsqualität berücksichtigt.

Visuelle Lichtqualität
Das richtige Licht ist Voraussetzung für störungsfreies Sehen, fördert Sehleistung und Sehkomfort. Dabei gilt: Je schwieriger die Sehaufgaben, desto höher sollte die Beleuchtungsstärke sein. Arbeitsplätze sollten mit mindestens 500 Lux beleuchtet sein; bei anspruchsvollen Sehaufgaben mit mindestens 750 Lux. Mehr Licht darf sein – und bietet nicht nur älteren Mitarbeitern höheren Sehkomfort. Zusätzliche Platzleuchten erlauben individuelle Anpassungen.

Wichtig: Störungen durch Blendung müssen vermieden werden. Dazu tragen moderne Beleuchtungssysteme ebenso bei wie Jalousien, die den Tageslichteinfall regulieren. Sinnvoll positionierte Leuchten verhindern störende Reflexionen auf Bildschirmen und Oberflächen.

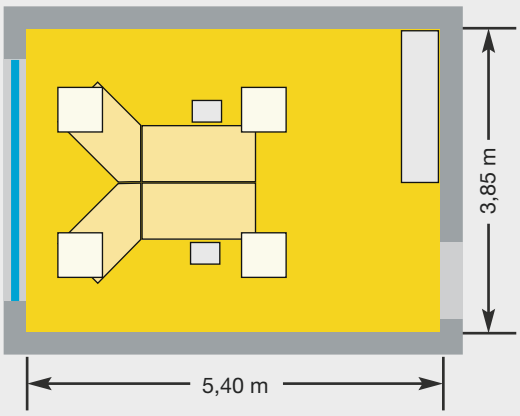
Emotionale Lichtqualität
Tages- und Kunstlicht inszenieren Architektur und Raum. Im Zusammenspiel mit einem elektronischen Lichtmanagement sorgen sie für ein angenehmes Lichtklima, hohen Komfort und sparen zugleich viel Energie ein. Eine integrierte Sensorik regelt das künstliche Licht je nach einfallendem Tageslicht – und unterschiedliche Lichtszenen, die im Voraus programmiert werden können, schaffen Abwechslung.

Biologische Lichtqualität
Licht taktet den Biorhythmus des Menschen und hat großen Einfluss auf Gesundheit und Leistungsvermögen. Moderne Beleuchtungssysteme bringen die Dynamik des natürlichen Tageslichts ins Büro. Unterschiedliche Beleuchtungsstärken und wechselnde Lichtfarben zitieren den Tagesverlauf – vom anregend-kühlweißen Licht am Morgen bis zum warmweißen, gedimmten Licht am Abend.

Konzeption
Für die Allgemeinbeleuchtung im Büro empfiehlt sich eine Kombination aus direkt und indirekt strahlendem Licht. Ebenfalls im Trend liegen Leuchten mit großflächigen Kunststoffabdeckungen, die mit LEDs homogen und effizient beleuchtet werden.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in Heft licht.wissen 04 „Licht im Büro, motivierend und effizient“ sowie in licht.wissen 19 „Wirkung des Lichts auf den Menschen“.

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 77 %

	Altanlage	Neuanlage
	Spiegelraster-Einbauleuchte* mit 4 x 18 W (T26) und VVG komp.	Spiegelraster-Einbauleuchte mit LED, Lichtregelung und Präsenzerfassung
Anzahl Leuchten	4	4
Systemleistung pro Leuchte	84 W	43 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr**	2.750	1.238
Energie / Jahr	924 kWh	213 kWh
Energieeinsparung		**77 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 68 %. 4 x 1.350 lm x 68/100 = 3.672 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung sowie der Zu- und Abschaltung des Lichts durch Anwesenheits- und Tageslichterfassung sowie Konstantlichtregelung.

© licht.de

Licht für Flure und Treppen

Treppen und Flure sind in erster Linie Verkehrswege. Licht ist hier unverzichtbar: Es erleichtert die Orientierung, gibt Sicherheit und setzt gestalterische Akzente.

Flure und Treppen führen Mitarbeiter und Besucher in unterschiedliche Gebäudebereiche. Das richtige Licht trägt wesentlich dazu bei, den Weg einladend zu gestalten und in langen Fluren ohne Tageslicht einen unangenehmen „Tunneleffekt“ zu vermeiden. Prinzipiell gilt, dass helle Wände und Decken Raumgefühl und Wohlbefinden positiv beeinflussen.

Hohe Beleuchtungsstärken sind in Fluren und auf Treppen nicht erforderlich: DIN EN 12464-1 schreibt eine Beleuchtungsstärke von mindestens 100 Lux vor. Sind angrenzende Räume allerdings mit rund 1.000 Lux beleuchtet, sollte die Helligkeit auch im Flur angehoben werden, damit die Augen den Übergang von helleren in dunklere Bereiche und umgekehrt gut meistern können. Ergänzende Wand- und Bodeneinbauleuchten weisen den Weg, markieren Aufzugsbereiche und Kommunikationsecken.

[22] Eine helle, freundliche Beleuchtung beeinflusst das Raumgefühl positiv.

[23] Akzente im hohen Flur setzen Pendelleuchten mit direkt/indirekter Lichtverteilung.

[24] Oberlichter spenden Tageslicht für Flur und Treppe. Am Abend übernehmen LED-Downlights die Beleuchtung.

Trittsicher unterwegs

Treppen müssen besonders gut und blendfrei ausgeleuchtet sein, damit sie sicher für den Nutzer sind. Für kurze weiche Schatten auf den Treppenstufen sorgt Licht, das vom oberen Treppenabsatz nach unten fällt. So setzen sich Trittstufen deutlich voneinander ab und jede einzelne Stufe ist gut zu erkennen. Gut geeignet sind hier Leuchten mit breit strahlender Lichtstärkeverteilung. Bei längeren Treppen ist es oft sinnvoll, Stufen mit zusätzlichen Orientierungsleuchten zu markieren – eingebaut in die Wand oder direkt in die Setzstufen eingelassen.

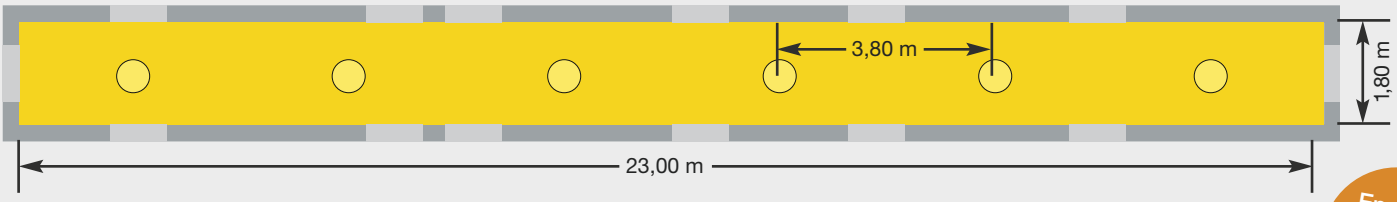
Lichtmanagement rechnet sich

Ein Großteil der Energie in Gebäuden wird für Licht in oft nicht genutzten Fluren und Foyers verbraucht. Lichtsteuerungen mit Präsenzsensoren sorgen dafür, dass die Beleuchtung nur dann eingeschaltet wird, wenn sie tatsächlich benötigt wird. Gut geeignet sind LED-Systeme, z. B. LED-Downlights, die ohne Verzögerung nach dem Einschalten das volle Licht liefern. Das spart Strom.

Wichtig: Für Verkehrswege innerhalb von Gebäuden ist in der Regel eine Sicherheitsbeleuchtung vorgeschrieben. Sie muss im Notfall einspringen, wenn die Netzspannung ausfällt.

Weitere Informationen zum Thema Sicherheitsbeleuchtung finden Sie in Heft licht.wissen 10 „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung“.

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 80%

	Büroflur, Altanlage	Neuanlage
	Downlight*, 2 x TC 18 W, VVG komp.	LED-Downlight mit DALI-Schnittstelle
Anzahl Leuchten	6	6
Systemleistung pro Leuchte	52 W	26 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr**	2.750	1.100
Energie / Jahr	858 kWh	172 kWh
Energieeinsparung		**80 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 70 %. 2 x 1.200 lm x 70/100 = 1.680 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung sowie der Zu- und Abschaltung des Lichts durch Anwesenheits- und Tageslichterfassung sowie Konstantlichtregelung.

© licht.de

22

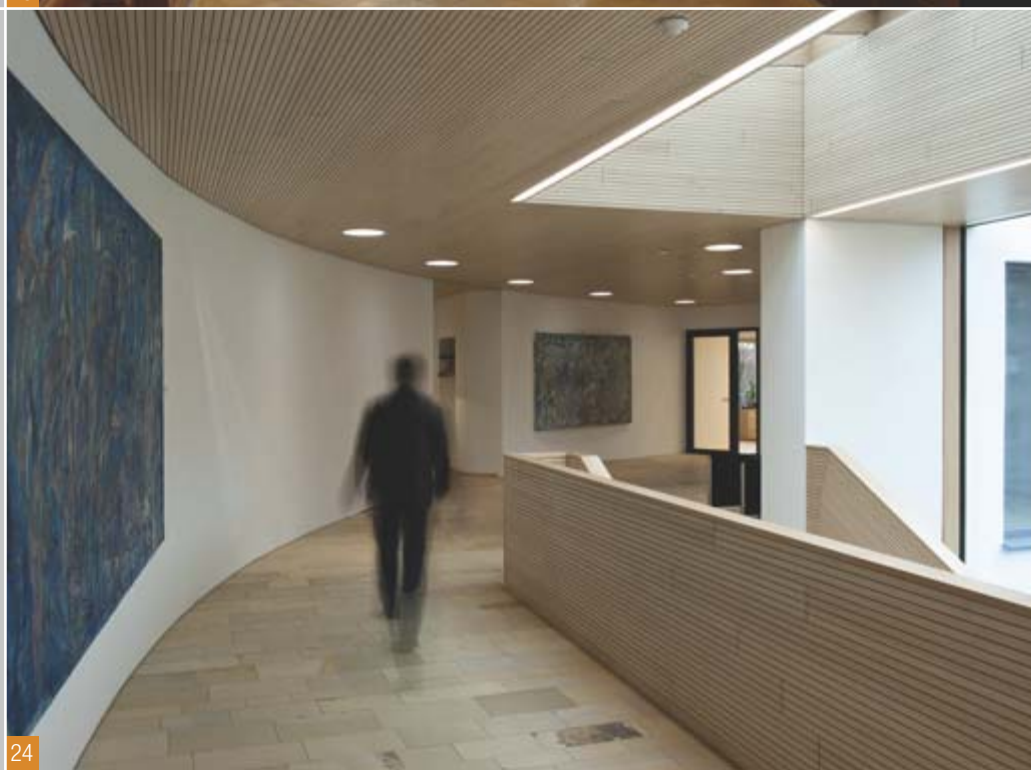
23

DALI-Schaltung spart

In Fluren macht sich besonders die hohe Schaltfestigkeit der LED bezahlt, mit der sie sich deutlich von der Kompaktleuchtstofflampe unterscheidet. Der Einsatz von Anwesenheitssensoren kann also auch bei kurzen Schaltzeiten empfohlen werden.

Als noch besser erweist sich der Einsatz einer einfachen DALI-Schaltung, die das Beleuchtungsniveau bei Abwesenheit auf 20 Prozent absenkt. Sie ermöglicht hohe Akzeptanz auch bei kürzesten Umschaltzeiten und einer relativen Energieeinsparung von bis zu 77 Prozent. Der Dimmbetrieb wirkt sich dazu günstig auf die Lebensdauer der LED aus.

Marktübliche Sensoren unterstützen diese Flurfunktion ohne Programmieraufwand für mehrere Leuchten.



24

Licht in der Produktion

Die Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Industrie und Handwerk muss höchsten Ansprüchen an Qualität und Sicherheit genügen. Das richtige Licht trägt nachweislich dazu bei, Fehlerquoten und Krankheitszeiten zu reduzieren.

Erläutern Sie Ihren Kunden, dass es sich lohnt, in gute Beleuchtungstechnik zu investieren: Moderne Lösungen sind erheblich effizienter als alte Anlagen und sparen Wartungskosten. Zahlreiche Studien belegen zudem, dass mit gutem Licht und mit höheren Beleuchtungsstärken die Produktivität im Unternehmen gesteigert werden kann:

- Ältere Mitarbeiter haben in der Regel einen höheren Lichtbedarf.
- Auch jüngere Mitarbeiter arbeiten konzentrierter, sind leistungsfähiger.
- Die Fehlerquote nimmt messbar ab.
- Arbeitsunfälle und Krankheitsstand sinken spürbar.

Leuchtenauswahl

In Produktionshallen bis 6 Meter Höhe sollten breit- und tiefstrahlende Lichtbänder für die Allgemeinbeleuchtung in Reihen parallel zur Hauptblickrichtung installiert werden. Zusätzliche Einzelplatzleuchten müssen auf die spezielle Sehaufgabe abgestimmt sein. Alternativ können spezielle Leuchten arbeitsplatzbezogen installiert werden. Ab mehr als 6 Meter Raumhöhe sind Hallenspiegelleuchten die richtige Wahl.

Die Beleuchtung in Industrie und Handwerk muss oftmals hohen Anforderungen an die elektrische, thermische und mechanische Sicherheit genügen. Klären Sie die erforderlichen Schutzklassen und Schutzarten der Leuchten, informieren Sie sich über erforderliche Brandschutzbestimmungen und Ex-Vorschriften sowie über die mechanische Beanspruchung der Leuchten. Achten Sie auch darauf, dass eine normgerechte Not- und Sicherheitsbeleuchtung installiert ist.

Blendfreie Beleuchtung

Generell gilt, dass ergonomisch richtiges Licht blendfrei ist und vor allem für anspruchsvolle Sehaufgaben eine sehr gute Farbwiedergabe aufweisen sollte. Bewährt hat sich neutral- oder tageslichtweißes Licht. Hinweise für die Planung geben DIN EN 12464-1 und die Arbeitsstättenrichtlinien.

LEDs in der Produktion

Immer häufiger werden auch LED-Leuchten in der Produktion eingesetzt. Langlebig und äußerst effizient, spenden sie sofort flackerfreies gleichmäßiges Licht und sind unempfindlich gegen Vibrationen. Weitere hohe Einsparungen können durch Nutzung von Tageslicht, z. B. bei Sheddächern oder Lichtkuppeln, erzielt werden. Das künstliche Licht wird dann nur nach Bedarf hinzugeregelt. Das spart Stromkosten und Wartungen.

Weitere Informationen zum Thema gibt es in Heft licht.wissen 05 „Industrie und Handwerk“ sowie zur Sicherheitsbeleuchtung in Heft licht.wissen 10 „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung“.

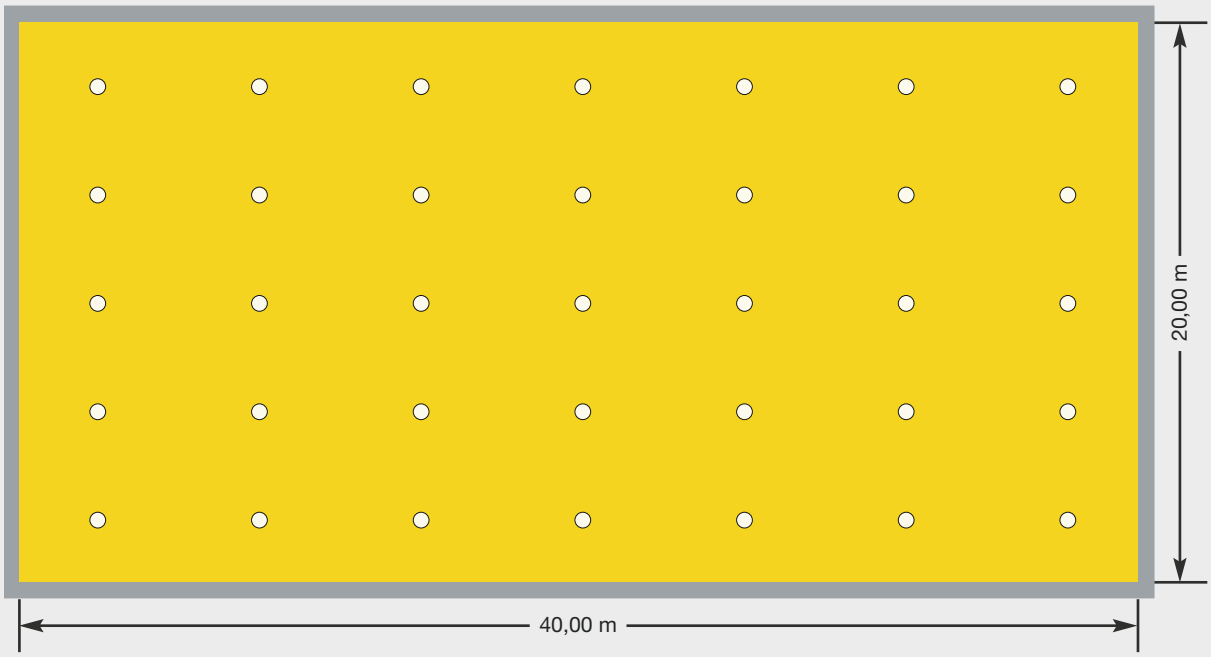
[25 + 27] Gutes Licht zum Arbeiten fördert Motivation und Leistungsfähigkeit, schützt vor Unfällen und spart zugleich Energie und Kosten.

[26] Lichtstark und langlebig, werden LEDs immer häufiger in der Produktion eingesetzt.

25

26

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 50 %

	Altanlage	Neuanlage
	Strahler HME 250 W, VVG komp.*	LED-Strahler
Anzahl Leuchten	35	35
Systemleistung pro Leuchte	266 W	134 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr**	4.000	4.000
Energie / Jahr	37.240 kWh	18.760 kWh
Energieeinsparung		**50 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 80 %. 14.000 lm x 80/100 = 11.200 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung sowie der Zu- und Abschaltung des Lichts durch Anwesenheits- und Tageslichterfassung sowie Konstantlichtregelung.

© licht.de

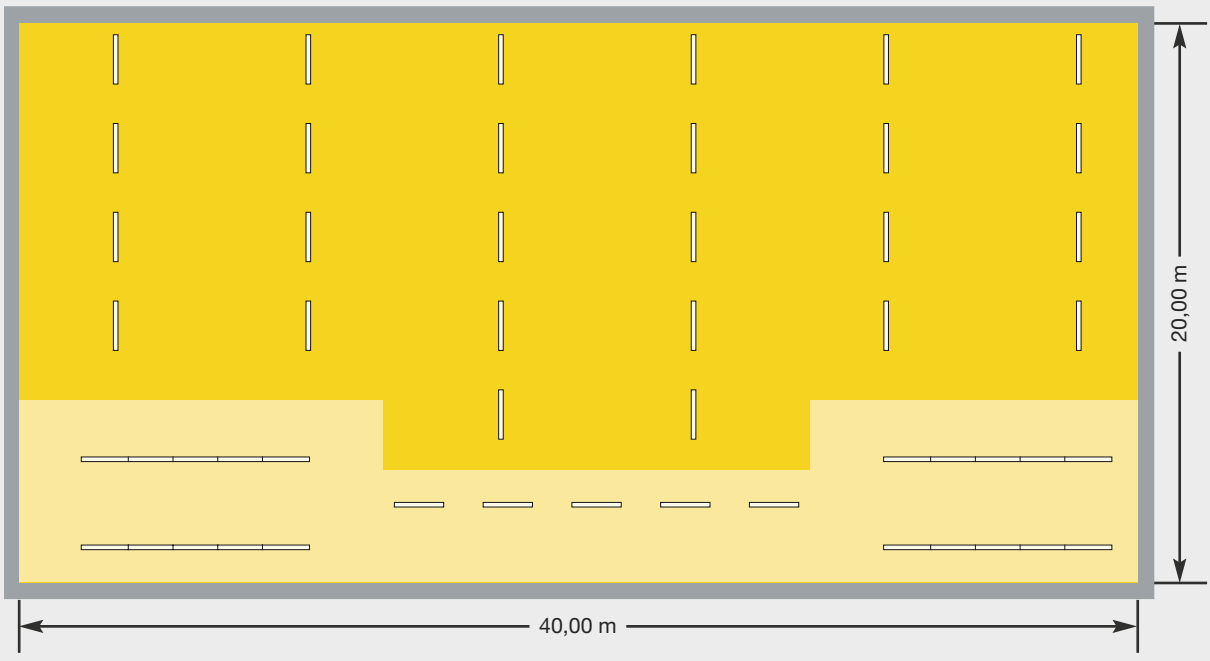
Reflektorlampen ersetzen

Auch in Industriehallen ist es in vielen Fällen sinnvoll und möglich, bei einer Sanierung die Anordnung der Leuchten beizubehalten. Dabei sollten speziell für diesen Zweck entwickelte LED-Leuchten eingesetzt werden. Sie ermöglichen ein maximales Einsparpotenzial – und weisen einen ausreichenden Netto-Lichtstrom sowie eine geeignete Lichtverteilung auf, um eine alte Reflektorlampe zu ersetzen, die noch mit Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (zum Beispiel in der Leistungsstufe 250 Watt) bestückt ist. Dieser Lampentyp darf wegen seiner schlechten Energiebilanz nach 2005 nicht mehr in den Markt gebracht werden (EU-Verordnung 245/2009/EG).

Der Nachweis einer lichttechnischen Planung ist dennoch erforderlich, damit die Anforderungen des Arbeitsschutzes gewährleistet sind. Ist ausreichend Tageslicht vorhanden, kann in Einzelfällen durch eine Konstantlichtregelung noch weitere Energie eingespart werden.

27

Lösungsbeispiel



Kommissionierungsbereich mit permanenter Beleuchtung
Lagerbereich mit Förderfahrzeugen und anwesenheitsabhängiger Beleuchtung

Energie-Einsparung 65%

	Altanlage	Neuanlage
	Lichtband* 1 x 58 W, VVG komp.	Lichtband mit LED-Geräteträgern
Anzahl Leuchten	26 + 25	26 + 25
Systemleistung pro Leuchte	66 W	36 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr	8.760 / 8.760	2.600 / 8.760**
Energie / Jahr	29.486 kWh	10.317 kWh
Energieeinsparung		**65 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 75 %. 5.200 lm x 75/100 = 3.900 lm
**Die sanierte Anlage berücksichtigt im Gegensatz zur Altanlage den jeweiligen Lichtbedarf in den unterschiedlichen Nutzungsbereichen. Die bedarfsabhängige Steuerung durch die Anwesenheitsdetektoren führt daher im Lagerbereich zu geringeren effektiven Betriebsstunden.

© licht.de

LED-Lichttechniken

In Lagerhallen und Logistikzentren mit langen Betriebszeiten werden die Vorteile moderner LED-Leuchten besonders deutlich. Bei Hallenhöhen bis zu sechs Metern sollte das Lichtbandsystem unterschiedliche Lichttechniken bereitstellen, damit Lager-, Kommissionier-, Verpackungs- und Versandbereiche jeweils optimiert und bedarfsgerecht ausgeleuchtet werden können. Besonders effizient und montagefreundlich sind integrierte Lichttechniken, die zusätzliche Reflektoren überflüssig machen.

Bei Hallenhöhen über sechs Metern empfehlen sich LED-Hallenspiegelleuchten.

Der sofort zur Verfügung stehende Lichtstrom der LED und die hohe Schaltfestigkeit der Leuchten können ideal für eine Anwesenheitserkennung in den Regalgängen genutzt werden. Dies erschließt ein großes, zusätzliches Energieeinsparpotenzial.

29

Licht für Lagerhallen

Lagerräume und -hallen erhalten oft nur wenig oder überhaupt kein natürliches Tageslicht. Sie stellen besondere Anforderungen an die Beleuchtung. Präsenzsteuerungen sorgen für Effizienz und Sicherheit.

Für die Arbeit in Lagerhallen wird zwar weniger Licht benötigt als bei der Produktion. Doch gerade hier kann eine gute Beleuchtung das häufig fehlende Tageslicht ausgleichen und zum Wohlbefinden der Mitarbeiter beitragen.

Relativ hohe Beleuchtungsstärken sind vor allem wichtig beim Umgang mit kleinteiligem Lagergut und für alle Kommissionierungsarbeiten, die zum Beispiel erfordern, das Verpackungen beschriftet und Auftragsformulare ausgefüllt werden müssen. Für Regallager ist eine hohe vertikale Beleuchtungsstärke besonders wichtig. Die in DIN EN 12464-1 normierten 100 Lux und – für ständig besetzte Lagerräume – 200 Lux sind deshalb häufig zu wenig; licht.de empfiehlt 300 Lux für Leseaufgaben.

Vertikale Beleuchtungsstärken
Höchste Ansprüche stellen Hochregallager mit teilweise sehr schmalen Wegen. Hier sind entsprechend tiefstrahlende und bei Lese- oder Suchaufgaben breit- oder schrägstrahlende Leuchten für ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken richtig. In Kühlräumen müssen spezielle Feuchtraumleuchten verwendet werden.

LED-Systeme sind hier aufgrund ihrer guten Lichtstromentwicklung bei niedrigen Temperaturen sehr gut einsetzbar.

Lampen mit warmweißer oder neutralweißer Lichtfarbe sind die passende Wahl für das Lager. Ist zudem eine gute Farberkennung wichtig, sollte der Farbwiedergabe-Index mindestens R_a 80 betragen.

Weisen Sie Ihre Kunden darauf hin, dass auch in Lagerräumen die Betriebskosten erheblich gesenkt werden können durch
- energiesparende Lampen, wie zum Beispiel LEDs und moderne Leuchtstofflampen,
- elektronische Vorschaltgeräte und
- eine intelligente Lichtsteuerung.

Bewegungsmelder schalten das Licht automatisch zu, wenn es gebraucht wird. Wird innerhalb einer voreingestellten Zeit keine Bewegung mehr registriert, schaltet sich das Licht automatisch wieder ab.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in Heft licht.wissen 05 „Industrie und Handwerk“ sowie in licht.wissen 10 „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung“.

[28] In Lagerhallen bis zu sechs Meter Höhe werden effiziente LED-Leuchten oder Leuchtstofflampen eingesetzt, ab sechs Meter Höhe sind Hochdruck-Entladungslampen eine Alternative.

[29] Leuchten für Hochregallager haben spezielle, schräg strahlende Reflektoren. Bei LED-Leuchten ist diese Technik häufig schon integriert.

Licht für Unterrichtsräume

Beim Lernen leisten die Augen Schwerstarbeit. Eine gute Beleuchtung unterstützt anspruchsvolle Sehaufgaben und trägt mit hoher Lichtqualität zu mehr Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden bei.

Schule, Hochschule oder Erwachsenenbildung: Licht spielt beim Lernen eine ganz entscheidende Rolle. Die richtige Beleuchtung sorgt dafür, dass Lernende Informationen rasch und richtig aufnehmen können. Zugleich beeinflusst Licht das emotionale Empfinden des Menschen: Richtig eingesetzt, sorgt es für mehr Wohlbefinden im Klassenraum, wirkt motivierend und fördert Konzentration und Kommunikation.

Planungsfragen
Klären Sie vor der Planung die Sitzanordnung im Raum. Heute ist eine gerichtete Sitzordnung nicht mehr unbedingt Standard; eine raumbezogene Beleuchtung sorgt auch bei flexibler Raumnutzung für gute Lichtbedingungen.

Für Unterrichtsräume sind nach DIN EN 12464-1 300 Lux richtig, für Fachklassen und Erwachsenenbildung 500 Lux.

Licht für Tafel und Präsentation
Bei der Lichtplanung ist ebenfalls zu beachten, dass die Unterrichtsmethoden vielfältiger geworden sind – und die klassische Wandtafel durch andere Unterrichtsmedien, wie zum Beispiel Whiteboards und Bildschirmpräsentationen, ergänzt wird. Darauf muss sich auch die Beleuchtung einstellen und blendfreies, dimmbares Licht zur Verfügung stellen.

Lichtsteuerung: effizient und komfortabel
Eine gute Beleuchtung braucht deshalb mehr als den Ein- und Ausschalter. Die beste Lösung für eine ebenso effiziente wie komfortable Beleuchtung bieten Lichtsteuerungen, kombiniert mit effizienten Lichtquellen wie LEDs. Eingestellte Lichtszenen – zum Beispiel für Präsentationen oder Klassenarbeiten – erleichtern den Schulalltag. Weitere Einsparungen sind möglich durch

- Präsenzsteuerungen
- und tageslichtabhängige Regelungen.

Beste Lernbedingungen bieten Lichtmanagementsysteme mit dynamischer Beleuchtung: Die Lichtstimmung verändert sich in Helligkeit und Lichtfarbe – je nach der jeweiligen Unterrichtssituation. Aktivierendes, tageshelles Licht mit hohen Beleuchtungsstärken hilft Schülern, ihre Müdigkeit zu überwinden und verbessert Konzentration und Merkfähigkeit, während warmtoniges, gedimmtes Licht die Entspannung fördert. Bei Sanierungsmaßnahmen lassen sich Steuersysteme auch für einzelne Räume oder Raumgruppen umsetzen.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in Heft licht.wissen 02 „Besser lernen mit gutem Licht“.

[30 + 31] Eine gute Beleuchtung trägt nachweislich zum Lernerfolg bei.

31

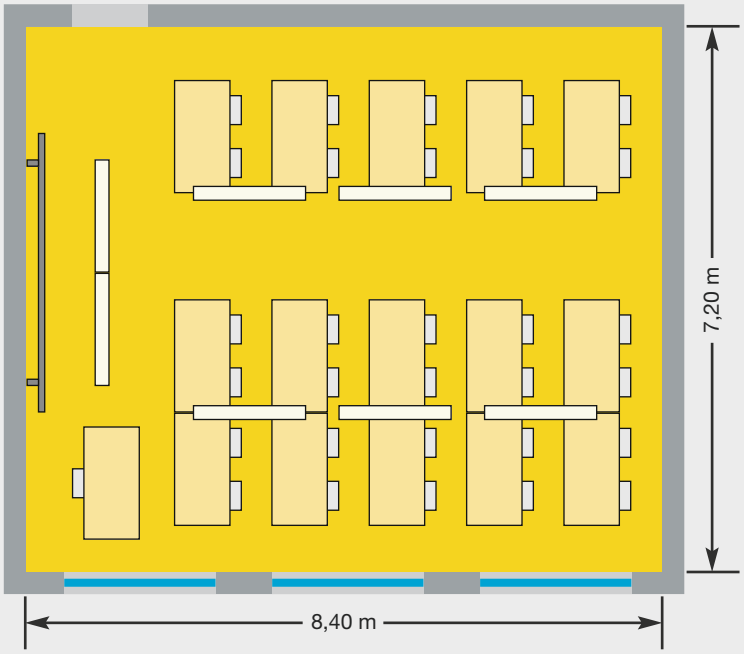
Lichtmanagement spart

Bestmögliche energetische Sanierungslösungen in Klassenräumen lassen sich in der Praxis erst nach einer computergestützen lichttechnischen Planung erzielen. Ein bloßer Austausch von Bestandsleuchten gegen neue Ausführungen sollte daher eher die Ausnahme darstellen.

Erhebliche Einsparungen werden in Klassenräumen durch die Nutzung von Tageslicht und Konstantlichtregelung erzielt. Die zumeist notwendige Tafelbeleuchtung sollte dabei als Zusatzbeleuchtung separat schaltbar, jedoch in die Anwesenheitserfassung des Lichtmanagements einbezogen sein.

Ergänzend zu relevanten technischen Normen und arbeitsschutzrechtlichen Vorschriften sollte für Unterrichtstätten gegebenenfalls auch die Broschüre 114 „Beleuchtung 2011“ des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) beachtet werden.

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 83 %

	Altanlage	Neuanlage
	Spiegelraster-Anbauleuchte* mit 2 x 58 W (T26) und VVG komp.	Spiegelraster-Anbauleuchte mit LED, symmetrisch/asym. für Tafel mit Lichtregelung und Anwesenheitserfassung
Anzahl Leuchten	6	6 + 2
Systemleistung pro Leuchte	132 W	42 W / 58 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr	1.400	482**/ 560***
Energie / Jahr	1.109 kWh	187 kWh
Energieeinsparung		**83 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 65 %. 2 x 5.200 lm x 65/100 = 6.760 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung sowie der Zu- und Abschaltung des Lichts durch Anwesenheits- und Tageslichterfassung sowie Konstantlichtregelung.
***Die effektiven Betriebsstunden der Tafelbeleuchtung resultieren aus bedarfsgerechter, manueller Zu- und Abschaltung des Lichts.

© licht.de

32

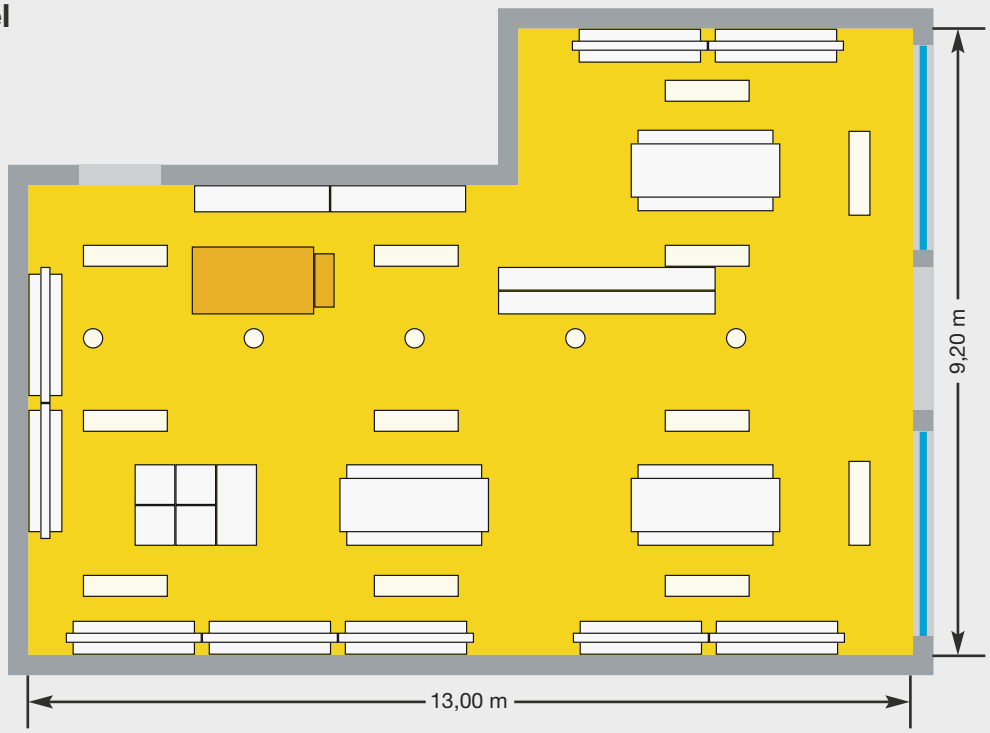
Leuchtentausch spart

Auch für die Allgemeinbeleuchtung in Ladengeschäften können alte Leuchten für Leuchtstofflampen häufig direkt gegen LED-Leuchten ausgetauscht werden. Hier ist eine Energieeinsparung von mehr als 50 Prozent keine Seltenheit.

Noch mehr Energie kann häufig bei der zusätzlichen Akzentbeleuchtung eingespart werden. Sind hier zum Beispiel Leuchten für Niedervolt-Halogenglühlampen installiert, können beim Tausch gegen LED-Leuchten – typischerweise Halogen-Glühlampen gegen 17 Watt LEDs – bis zu 70 Prozent Energie gespart werden.

Achten Sie darauf, dass LED-Leuchten mit sehr guter Farbwiedergabe und passender Lichtverteilung eingesetzt sind.

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 54 %

	Altanlage	Neuanlage
	Rasterleuchten 2 x 36 W, VVG komp. und Downlights 2 x 18 W*	LED-Einbauleuchten mit Mikroprismen-Abdeckung und LED-Downlights
Anzahl Leuchten	12 + 5	12 + 5
Systemleistung pro Leuchte	84 W / 52 W	40 W / 21 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr**	3.600	3.600
Energie / Jahr	4.565 kWh	2.106 kWh
Energieeinsparung		**54 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 70 %. 2 x 3.350 lm x 65/100 = 4.355 lm, 2 x 1.200 lm x 70/100 = 1.680 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung sowie der Zu- und Abschaltung des Lichts durch Anwesenheits- und Tageslichterfassung sowie Konstantlichtregelung.

© licht.de

Licht für Verkauf und Handel

Licht ist ein wichtiges Instrument der Verkaufsförderung: Es schafft Atmosphäre, lenkt die Aufmerksamkeit auf die Ware und unterstreicht das Image. Für den wirtschaftlichen Erfolg ebenso wichtig sind der energieeffiziente Betrieb der Beleuchtungsanlage und ihre Wartungsfreundlichkeit.

Ob Supermarkt, Boutique oder Gemüsehändler: Der Kunde erwartet stets ein angenehmes Einkaufserlebnis. Die Beleuchtung spielt dabei eine wichtige Rolle – sowohl im Schaufenster als auch im Verkaufsraum. Licht weckt Interesse, dient der schnellen Orientierung, setzt das Produktangebot in Szene und prägt die Atmosphäre im Verkaufsraum.

Gute Lichtlösungen sind dabei immer auf die Waren und ihre Präsentation zugeschnitten. Für die Allgemeinbeleuchtung eignen sich Lichtdecken oder großflächige Leuchten mit gleichmäßiger Lichtverteilung. Lichtbänder oder Wandfluter lenken den Blick auf Regale und vertikale Displays. Zur Akzentuierung von Verkaufsflächen lassen sich Strahler mit unterschiedlichen Abstrahlwinkeln oder Downlights perfekt ausrichten. DIN EN 12464-1 empfiehlt eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux für Verkaufsräume und für Kassenarbeitsplätze mindestens 500 Lux.

LEDs für den Verkaufsraum

Die passende Lichtfarbe unterstreicht die Produktpräsentation. So eignen sich zum Beispiel kühle, frische Lichtfarben gut für Lebensmittel- und Technikpräsentationen, während warme Farbtöne für Stoffe oder auch Backwaren die richtige Wahl sind. Hohen Komfort bieten hier effiziente LED-Leuchten mit veränderlicher Lichtfarbe. Der einfache Wechsel zwischen warm- und kühlweißer Beleuchtung bei konstant guter Farbwiedergabe erlaubt eine flexible Lichtgestaltung, die sich rasch an wechselnde Auslagen anpassen lässt. Ihr Licht ist zudem frei von UV- und Infrarotlicht und schont die Ware. Auch mit niedrigen Temperaturen in Kühltheken kommen LEDs bestens zurecht, denn sie sind unempfindlich gegen Kälte.

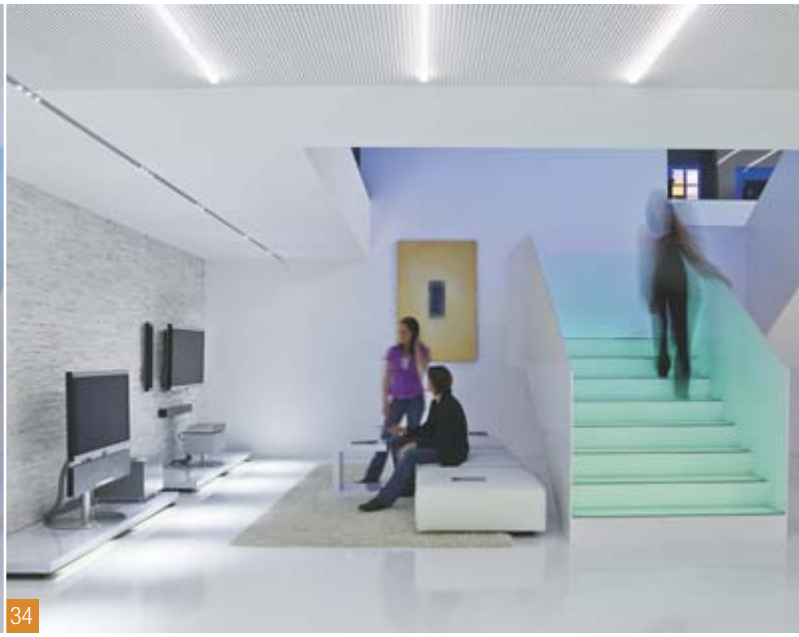
Energiekosten sparen

Ein wichtiges Kriterium ist die Energieeffizienz der Beleuchtung, denn die Beleuchtung ist ein hoher Kostenfaktor und macht im Nonfood-Handel 62 Prozent der Gesamtenergiekosten aus. Erläutern Sie Ihren Kunden, dass der bloße Austausch konventioneller Lampen das Einsparpotenzial nicht ausschöpfen kann. Sinnvoller ist es, das Gesamtsystem gut aufeinander abzustimmen: Dazu gehören Leuchten mit einem hohen Betriebswirkungsgrad, Qualitätslampen mit einem niedrigen Energieverbrauch und ein intelligentes Lichtmanagement. Es erlaubt kreative Lichtinszenierungen und spart zugleich Energie, wenn die Beleuchtung nach dem Tageslichteinfall geregelt wird.

Ausführliche Informationen finden Sie in Heft licht.wissen 06 „Shopbeleuchtung, attraktiv und effizient“.

[33 + 34] Die Treppenbeleuchtung mit farbigen LEDs bringt Spannung in den schlichten weißen Verkaufsraum. Für noch mehr Abwechslung sorgt eine dynamische Steuerung der Farbverläufe.

33



34

35

Vertikale Beleuchtungsstärke

Untersuchungs- und Behandlungsräume werden aus lichttechnischer Sicht wie entsprechende Räume in Krankenhäusern betrachtet. Zusätzlich sollten sie ein angenehmes, wohnliches Ambiente ausstrahlen.

In allgemeinmedizinischen Behandlungsräumen steht die visuelle Kommunikation zwischen Arzt und Patient im Vordergrund. Hier ist eine gute vertikale Beleuchtungsstärke auf den Gesichtern wichtig. Gut geeignet sind arbeitszonale LED-Hängeleuchten. Die Behandlungsliege muss zusätzlich beleuchtet werden, um die dort erforderlichen 1.000 Lux zu erreichen. Hier empfehlen sich dimmbare Leuchten, die im reduzierten Betrieb – z. B. 20 Prozent – zu einer angenehmen Allgemeinbeleuchtung beitragen und für die Untersuchung und Behandlung hoch gedimmt werden.

Je nach Bedarf ist eine zuschaltbare Untersuchungsleuchte vorzusehen.

Licht für die Arztpraxis

Empfangsbereich, Sprechzimmer und medizinische Untersuchung: In Arztpraxen muss die Beleuchtung verschiedene Aufgaben erfüllen. Maßgeschneiderte Planung sorgt dafür, dass für alle Sehaufgaben das richtige Licht zur Verfügung steht und Patienten sich gut aufgehoben fühlen.

Zwei Aspekte bestimmen die Lichtplanung für Arztpraxen: Zum einen brauchen Mediziner und Mitarbeiter in Behandlungsräumen, an Bildschirmarbeitsplätzen oder im Labor funktional optimales Arbeitslicht, zum anderen sollten Wartezonen und auch Sprechzimmer eine Lichtatmosphäre bieten, die dem Patienten Vertrauen und Ruhe vermittelt. Mit flexiblen LED-Systemen und einer komfortablen Lichtsteuerung lassen sich Beleuchtungskonzepte für Diagnose, Therapie und Wohlbefinden einfach und effizient umsetzen.

Empfang und Wartezimmer

Der Empfang ist die Visitenkarte einer Praxis. Er gibt dem Patienten einen ersten Eindruck und ist zugleich Arbeitsplatz der Sprechstundenhilfen. Hier ist eine helle, gleichmäßige und freundliche Beleuchtung richtig. Für Arbeiten am Computer gelten die Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze mit mindestens 500 Lux und Blendfreiheit.

Gutes Leselicht in Wartebereichen spenden abgependelte Leuchten, gegebenenfalls ergänzt durch Wandleuchten mit direkt/indirekter Lichtverteilung, für eine Beleuchtungsstärke von 300 Lux. Akzente setzt z. B. farbiges LED-Licht aus diffus strahlenden Lichtkacheln.

Behandlungsräume

Im Sprechzimmer brauchen Arzt und Mitarbeiter eine gute Allgemeinbeleuchtung mit einem gleichmäßigen Beleuchtungsniveau von rund 500 Lux und eine flexible Beleuchtung für Untersuchungen. Mit intelligenten Steuerungssystemen kann das Licht einfach geschaltet und gedimmt werden. Denn die jeweils optimale Beleuchtungsstärke kann zwischen 5 Lux, zum Beispiel bei speziellen Augen- oder Ohrenuntersuchungen, und mehreren 1.000 Lux liegen. Eine sehr gute Farbwiedergabe mit mindestens $R_a \geq 90$ ist Pflicht.

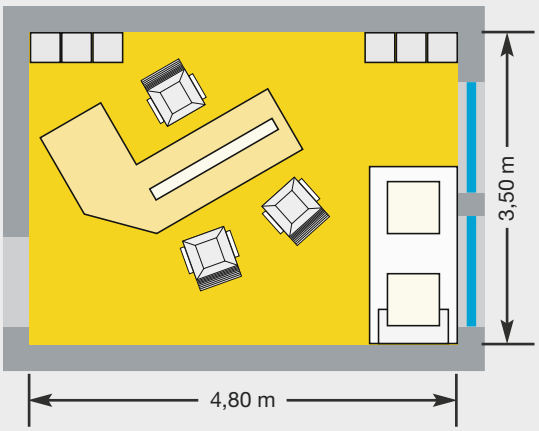
Auch in Untersuchungsleuchten werden immer häufiger lichtstarke LEDs verbaut. Vorteile sind hier ihre lange Lebensdauer, die Wartungen auf ein Minimum begrenzt, ihre geringe Wärmeentwicklung und die Möglichkeit, LEDs in unterschiedlichen Weißtönen in einer Leuchte zu integrieren. Diese Farbmischung bietet die Option, das weiße Licht per Knopfdruck oder Fernbedienung je nach Untersuchung zu variieren: zum Beispiel Neutralweiß für allgemeine Untersuchungen, warmweißes Licht zur Beurteilung der Hautoberfläche, kühlweißes Licht zur schnellen Identifikation von Gefäßen. Hinweise zu den Mindestanforderungen an die Beleuchtung geben DIN EN 12464-1 und DIN 5035-3.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in Heft licht.wissen 07 „Gesundheitsfaktor Licht“ sowie in licht.wissen 17 „LED: Das Licht der Zukunft“.

[35] Im Untersuchungsraum ist gutes Licht für Einzeluntersuchungen, Gespräche zwischen Arzt und Patient sowie zur Bildschirmarbeit gefragt.

[36] Farbiges Licht im Wartebereich sorgt für mehr Wohlbefinden und kann Patienten entspannen.

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 68 %

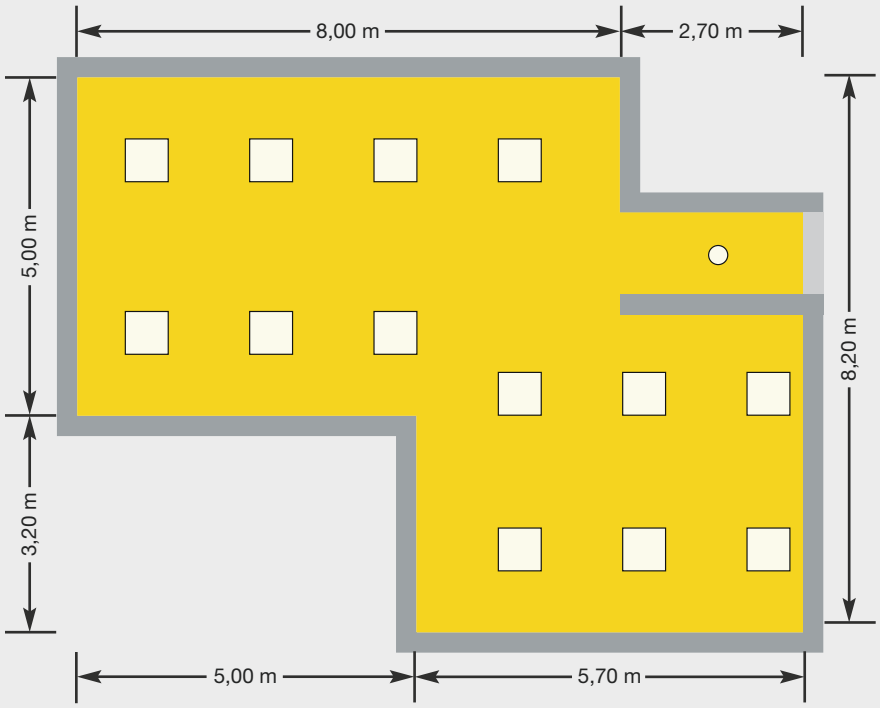
	Altanlage	Neuanlage
	Stehleuchte 4 x TC-L 55 W und 2 x Anbauleuchte 4 x 18 W*	Arbeitszonale LED-Hängeleuchte und 2 x Anbauleuchte LED
Anzahl Leuchten	1 + 2	1 + 2
Systemleistung pro Leuchte	244 W / 84 W	98 W / 37 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr	2.750	2.750 / 1.200**
Energie / Jahr	1.133 kWh	358 kWh
Energieeinsparung		**68 %**

*Bei Verwendung von Leuchten mit stark abweichender Abstrahlcharakteristik ist der Vergleich der Leuchtenlichtströme nicht sinnvoll.
**Bedarfsgerechter Betrieb im Untersuchungsbereich durch dimmbare Leuchten.

© licht.de

37

Lösungsbeispiel



Energie-Einsparung 44 %

	Altanlage	Neuanlage
	Rasterleuchten 4 x 18 W, VVG komp.*	LED-Einbauleuchten mit Mikroprismen-Abdeckung und Farbtemperatursteuerung, warmweiß und tageslichtweiß
Anzahl Leuchten	13	13
Systemleistung pro Leuchte	84 W	(2 x) 47 W**
Effektive Betriebsstunden / Jahr	5.475	5.475
Energie / Jahr	5.979 kWh	3.345 kWh
Energieeinsparung		**44 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 68 %. 4 x 1.350 lm x 68/100 = 3.672 lm
**Leistungsaufnahme: 47 W bei veränderlicher Lichtfarbe, warmweiß/tageslichtweiß.

© licht.de

Dynamische Beleuchtung

Fitnessräume befinden sich häufig in gewerblichen Gebäudekomplexen in Räumen mit geringer Tageslichtversorgung. Einerseits führt auch hier die hohe Lichtausbeute zu großen Energieeinsparungen.

Andererseits können die Vorteile moderner LED-Lichttechnik in solchen Bereichen der Beleuchtung eine völlig neue Qualität verleihen: Leuchten mit weitreichend veränderbarer Lichtfarbe, also einer flexiblen Steuerung der Farbtemperatur, ermöglichen es, mit relativ geringem Mehraufwand die stimulierende Wirkung des Tageslichts in das Gebäude zu übertragen. Dies unterstützt den natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen, trägt zu mehr Wohlbefinden bei, zu Motivation und Entspannung.

Die Steuerung der Beleuchtung erfolgt mit marktüblichen Komponenten auf Basis der DALI-Schnittstelle.

Licht für Sport und Freizeit

Sport spielt in der Freizeit vieler Menschen eine wichtige Rolle. Ob Fußball, Indoor-Klettern oder Yoga: Die richtige Beleuchtung sorgt für Sicherheit, hilft bei der Entspannung und ist energieeffizient.

Die Beleuchtung in Fitness-Studios und Sporthallen dient in erster Linie der Sicherheit: Sportler müssen Geräte komfortabel bedienen oder beim schnellen Squash-Spiel Bälle gut erkennen können. Eine zusätzliche Akzentbeleuchtung verbessert den Sehkomfort, gliedert den Raum und trägt zum Wohlbefinden bei.

Komfort mit Lichtsteuerung

Die lichttechnischen Anforderungen für Sporteinrichtungen sind fast so vielfältig wie die sportlichen Disziplinen. Entscheidend kommt es deshalb auf eine intelligente Planung separater Schaltkreise und eine durchdachte Lichtsteuerung an. Sie trägt den unterschiedlichen Anforderungen Rechnung und sorgt für mehr Effizienz.

In jedem Fall sollte die Beleuchtung zumindest in Teilbereichen oder einzelnen Räumen dimmbar sein, damit das Licht besser auf die Bedürfnisse der Trainierenden abgestimmt werden kann: Mehr Licht für die Ballettstunde und ein abgesenktes Beleuchtungsniveau für Entspannungsübungen am Boden. Dabei ist darauf zu achten, dass liegende Personen nicht durch den Blick in die Leuchten geblendet werden. Lichtquellen müssen entsprechend abgedeckt und ausgerichtet werden. Abwechslung bietet eine Beleuchtung mit dynamischem Farbwechsel, die vor allem in Fitness-Centern gerne eingesetzt wird. Dafür eignen sich zum Beispiel LED-Leuchten oder RGB-Leuchtstofflampen.

Blendung vermeiden

Hinweise zur Beleuchtungsstärke gibt DIN EN 12193. Bei vielen Sportarten reicht eine Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux für das Training aus. Beim Spinning oder Krafttraining an Geräten sind mindestens 300 Lux erforderlich. Wichtig ist, dass auf Bildschirmen und Displays keine störende Reflexblendung entsteht.

In einer Mehrzweckhalle muss das Beleuchtungsniveau der Sportart entsprechen, die die höchsten Anforderungen an die Sehaufgabe stellt. Üblich ist eine regelmäßige Leuchten-Anordnung. Die Auswahl richtet sich nach der Hallenhöhe und der Art der Deckenkonstruktion – Leuchten zum Einbau, zum Anbau oder abgehängte Lichtbänder. In der Praxis haben sich Leuchten für Leuchtstofflampen, Hallen-Reflektorleuchten und Einbaustrahler für Halogen-Metalldampflampen bewährt. Eine gute Wahl sind auch hier LED-Leuchten. Sie überzeugen mit einer sehr langen Lebensdauer, guter Farbwiedergabe und niedrigen Stromkosten.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie in Heft licht.wissen 08 „Sport und Freizeit“.

[37 + 38] Eine angenehme und blendfreie Beleuchtung schützt vor Unfällen beim Sport. Auf der Trainingsfläche sollte die horizontale Beleuchtungsstärke mindestens 300 Lux betragen.

Licht in der Parkgarage

Zu- und Ausfahrten von Tiefgaragen und Parkhäusern sind Unfallschwerpunkte. Gute Beleuchtung garantiert einen reibungslosen Betrieb und erhöht die Sicherheit.

In Parkhäusern und Tiefgaragen ist Verkehrssicherheit erstes Gebot, denn hier begegnen sich fahrende und einparkende Autofahrer, Zweiradfahrer und Fußgänger. Eine gute Beleuchtung ohne Dunkelzonen senkt die Unfallgefahr, erleichtert die Orientierung und das Erkennen von Fahrzeugen, Personen und Hindernissen.

Für Parkhäuser schreibt DIN EN 12464-1 an Ein- und Ausfahrten tagsüber eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux vor. Liegt die Schranke nicht in diesem Bereich, sollte sie separates Licht erhalten, um das Bedienen des Kartenschalters zu erleichtern. Bei Nacht sind mindestens 75 Lux auf der gesamten Parkfläche vorgesehen. Mehr Licht ist jedoch sinnvoll – und bringt mehr Sicherheit für Fußgänger und Autofahrer. Zugleich schützt eine gute Beleuchtung wirksam vor kriminellen Übergriffen. Leuchten werden links und rechts der Zufahrtswege installiert und sollten für eine gleichmäßige Beleuchtung sorgen. Geeignete Abdeckungen und eine präzise Ausrichtung verhindern, dass Autofahrer geblendet werden; eine hohe Schutzart beugt Schäden durch Feuchtigkeit und Schmutz vor.

LEDs und Lichtmanagement

In Parkhäusern ist die Beleuchtung oft rund um die Uhr eingeschaltet. Betreiber sind daher an einem möglichst kostengünstigen Betrieb interessiert. Erklären Sie Ihrem Kunden, wie er Betriebskosten sparen kann:

- Bestens geeignete Lichtquellen sind LEDs. Sie arbeiten sehr effizient, lassen sich gut steuern, sind unempfindlich gegen Kälte und punkten mit einer sehr langen Lebensdauer. Das spart zusätzlich Wartungskosten. Und auch die in Parkhäusern vorgeschriebene Notbeleuchtung lässt sich bei LED-Systemen einfach integrieren.
- Ein elektronisches Lichtmanagement sorgt für hohe Ersparnis und zusätzlichen Komfort. Dazu zählen zum Beispiel Präsenzdetektoren: Sie aktivieren die Beleuchtung und erhöhen die Helligkeit automatisch, wenn sich Autos oder Personen nähern. Wird das Parkgebäude auch mit Tageslicht versorgt, passt eine intelligente Steuerung die künstliche Beleuchtung nach Bedarf an.

Investitionskosten für eine Sanierung rechnen sich bei langen Einschaltzeiten und steigenden Stromkosten rasch. Denn je länger die Beleuchtung arbeitet, um so schneller amortisiert sich eine effiziente Anlage.

Mehr Informationen zum Thema gibt's in Heft licht.wissen 10 „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung".

[39] Ein- und Ausfahrten müssen abends mit mindestens 75 Lux beleuchtet werden.

[40] Eine gleichmäßige Beleuchtung mit komfortablen Beleuchtungsstärken sorgt für mehr Sicherheit in Parkgaragen.

39

Lösungsbeispiel

Energie-Einsparung 58%

	Altanlage	Neuanlage
	Kunststoffleuchten* 1 x 58 W, VVG komp.	LED-Wannenleuchten
Anzahl Leuchten	59	24 + 35
Systemleistung pro Leuchte	66 W	45 W
Effektive Betriebsstunden / Jahr**	2.555	2.555 + 918
Energie / Jahr	9.949 kWh	4.206 kWh
Energieeinsparung		**58 %**

*Typischer Leuchtenbetriebswirkungsgrad ca. 80 %. 5.200 lm x 80/100 = 4.160 lm
**Die effektiven Betriebsstunden resultieren aus der bedarfsgerechten Dimmung des Lichts aufgrund der Anwesenheitserfassung.

© licht.de

Gezieltes Dimmen spart

Feuchtraumleuchten für Leuchtstofflampen mit Kunststoffgehäuse können im günstigen Fall im direkten Austausch gegen LED-Leuchten mit breitstrahlender Lichtverteilung ersetzt werden. Für den Nachweis der Normenkonformität ist hierbei eine lichttechnische Planung unbedingt erforderlich. Ein gezieltes Hochdimmen nur der Bereiche, in denen Bewegung erfasst wird, kann hohe Einsparpotenziale erschließen.

Eine auf 20 Prozent reduzierte Beleuchtung in den übrigen Bereichen reicht zu einer sicheren Orientierung aus.

Die Einfahrt muss bei der Ein- und Ausfahrt eines Fahrzeuges stets mit 100 Prozent beleuchtet sein. Vorzugsweise können auch hier Lichtmanagementsysteme mit DALI-Schnittstelle eingesetzt werden.

Fördermöglichkeiten nutzen

Investitionskapital für die Modernisierung der Beleuchtung steht in Unternehmen und Kommunen häufig nur begrenzt zur Verfügung. Zeigen Sie Lösungen auf und informieren Sie Ihre Kunden über attraktive Fördermöglichkeiten.

Die Politik unterstützt den Wechsel zu einer nachhaltigen Beleuchtung und fördert Sanierungsprojekte, die durch mehr Energieeffizienz zum Klimaschutz beitragen. Die Bundesregierung hat diverse Förderprogramme aufgelegt, die auch kleine und mittlere Unternehmen – sogenannte KMUs – bei der Sanierung veralteter Beleuchtungsanlagen unterstützen. Die nachfolgenden Beispiele geben Hinweise für die Kundenberatung.

BAFA: Bis zu 100.000 Euro für systemische Optimierung
Speziell für den Mittelstand hat das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – eine Bundesbehörde des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) – im vergangenen Jahr ein neues Förderprogramm gestartet, das den Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien unterstützt. Für energetische Sanierungen zahlt die BAFA einen hohen Zuschuss von bis zu 30 Prozent der Netto-Investitionssumme; maximal 100.000 Euro.

Das Programm umfasst zwei Arten von Maßnahmen. Größere Beleuchtungsprojekte ab 30.000 Euro werden unter dem Stichwort „systemische Optimierung“ gefördert. Ziel ist die ganzheitliche Betrachtung eines technischen Systems.

Vor Beginn der Investition muss ein individuelles Energiesparkonzept durch einen KfW-zugelassenen Energieberater erstellt werden, in dem die mögliche Optimierung geprüft und bewertet wurde. Gut zu wissen: Beratung und Energiekonzept werden von der KfW mit bis zu 80 Prozent bezuschusst.

Außerdem fördert die BAFA seit 2014 erstmals auch Einzelmaßnahmen für LED-Beleuchtung bis zu 30.000 Euro. Bei dieser unkomplizierten Förderung ist keine Energieberatung erforderlich.

KfW: „Energieberatung Mittelstand“
Die bundeseigene KfW-Bank hat unterschiedliche Förderprogramme aufgelegt. Die Energieberatung ist dabei ein wichtiger Baustein, denn sie trägt dazu bei, dass Potenziale erfasst und bei Bedarf auch sukzessive umgesetzt werden können. Für Beratungsleistungen, wie sie auch für das oben genannte BAFA-Programm erforderlich sind, steht das Programm „Energieberatung Mittelstand“ zur Verfügung. Wichtig zu wissen: Anträge auf Förderung müssen vor Beginn der Maßnahmen gestellt werden.

Gefördert werden
- Initial- und Detailberatung durch KfW-zugelassene Energieberater,
- die Initialberatung mit 80 Prozent Zuschuss (maximal 1.280 Euro),
- die Detailberatung mit 60 Prozent Zuschuss (maximal 4.800 Euro).

KfW: Energieeffizienzprogramm
Die KfW unterstützt mit zinsgünstigen Darlehen den Wechsel zu energiesparender Beleuchtung. Das KfW-Energieeffizienzprogramm (Nr. 243 / 244) richtet sich an mittelständische Unternehmen und freiberuflich Tätige und bietet:
- Darlehen bis zu 25 Millionen Euro,
- Laufzeiten bis zu 20 Jahren mit Tilgungsfreijahren.

Weitere Informationen im Web:
- KfW-Bank – *www.kfw.de*
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – *www.bafa.de*
- Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie mit allen Programmen des Bundes, der Länder und der EU – *www.foerderdatenbank.de*.

Checkliste: Bestandsaufnahme Lichtanlagen

Allgemeine Informationen

Projektname:	
Kundenname, Adresse, Datum:	

Gebäudeinformationen

Gebäudealter	_____ Jahre			
Eigentum oder Miete?	☐ Eigentum	☐ Miete		
Gibt es Probleme mit der aktuellen Beleuchtungsanlage?	☐ Starker Ausfall von Lampen ☐ Wartungsprobleme / Ersatzteile ☐ Beleuchtungsstärke nicht nach Norm ☐ Große Anzahl unterschiedlicher Lampen- und Leuchtentypen		☐ Hohe Energiekosten	
Sanierungs- bzw. Nachhaltigkeitsziele?				
Sanierungsstrategien und -ziele:	Normerfüllung		☐ Ja	☐ Nein
	Neuanlage soll den Werten der Bestandsanlage entsprechen		☐ Ja	☐ Nein
	Maximale Energieeinsparung		☐ Ja	☐ Nein
	Retrofit-Lösung		☐ Ja	☐ Nein
	1-zu-1-Austausch		☐ Ja	☐ Nein
	Typenreduzierung		☐ Ja	☐ Nein
	Bestimmte Amortisationszeit oder Rendite?		☐ Amortisation ____ Jahre ☐ Rendite ____ %	
	Sanierung nach Budget *Nennung der höchsten Einsparpotenziale nach Raum und Leuchtentyp*		☐ Ja ____ €	☐ Nein
	Sanierung nach Raumtypen *z. B. Räume mit längster Betriebsdauer*		☐ Ja	☐ Nein
	Sanierung nach Leuchtentypen *z. B. Leuchten mit hohem Einsparpotenzial*		☐ Ja	☐ Nein
	Betrachtungszeitraum für Analyse Lebenszykluskosten		_____ Jahre	

Informationen zur Beleuchtung

Alter der Bestandsanlage:	_____ Jahre			
Wartung der Anlage:	☐ regelmäßig	☐ bei Bedarf	☐ selten	
Preis pro Arbeitsstunde:	_____ € / Std.			
Lampenwechsel durch:	☐ eigenes Personal	☐ externer Installateur		
Lampenwechsel:	☐ einzeln bei Ausfall	☐ Gruppenwechsel		
	Gruppenwechsel das letzte Mal vor _____ Jahren Gruppenwechsel geplant in _____ Jahren			
Demontage und Montage	Arbeit während der Arbeitszeit möglich?		☐ Ja	☐ Nein
Angaben zum Strompreis:	Aktueller Preis	_____ € / kWh	☐ Ja	☐ Nein
	Preissteigerung erwartet?		☐ Ja von _____ € / Jahr	☐ Nein
Betriebszeit pro Jahr:	_____ Std. / Jahr			
Dokumentationen:	Gebäudepläne in gängigen Formaten (pdf, dwg) vorhanden?		☐ Ja	☐ Nein
	Leuchtenaufstellung pro Raum vorhanden		☐ Ja	☐ Nein
	Deckenspiegel mit eingezeichneten Bestandsleuchten vorhanden?		☐ Ja	☐ Nein

41 © licht.de

Checkliste: Raumspezifische Informationen

Raumnummer, Funktion:				
Betriebszeit (Std.):	pro Tag: _____	pro Woche: _____	pro Jahr: _____	
Raummaße:	Länge: _____	Breite: _____	Höhe: _____	
Art der Decke:	☐ Sichtbares T-Profil	☐ Verdecktes T-Profil		
	☐ Paneeldecke	☐ Rigipsdecke	☐ Betondecke	
	☐ Modulmaß in mm	Länge: _____	Breite: _____	
Beleuchtungsstärke im Raum: *Mind. 6 Messpunkte*	☐ Normgerecht	☐ Ja		
	☐ oberhalb der Norm	☐ Ja	☐ hoch ☐ medium	☐ gering
	☐ unterhalb der Norm	☐ Ja	☐ hoch ☐ medium	☐ gering
Leuchten- und Lampenbestand:	Leuchten- und Lampentyp _____			
	Lampenleistung	_____ Watt	Lumen? _____ lm	
	Anzahl Lampen pro Leuchte	_____ Stck.		
	Anzahl Leuchten pro Raum	_____ Stck.		
	Lichtbänder:	_____ Stck.		☐ Blind
	Vorschaltgerät?	☐ KVG	☐ VVG	☐ EVG
	Notlicht	☐ Ja	☐ Nein	
	Betriebsstunden (falls abweichend von Raum)			
	pro Tag: _____	pro Woche: _____	pro Jahr: _____	
	Anzahl An- und Ausschalten	pro Tag: _____		
Steuerung:	Vorhanden?	☐ Ja	☐ Nein	
	Erwünscht?	☐ Ja	☐ Nein	
		☐ Präsenzmelder	☐ Tageslichtsteuerung	

42 © licht.de

Planungshilfen von licht.de

Leuchtenaustausch oder komplette Neuplanung der Beleuchtungsanlage: Jedes Sanierungsprojekt beginnt mit einer sorgfältigen Bestandsaufnahme und der Erfassung der Sanierungsziele.

Nebenstehend finden Sie zwei exemplarische Checklisten, die Ihnen die Analyse einer bestehenden Beleuchtungsanlage erleichtern. Als praktische Planungshilfe im Alltag stehen beide Checklisten in erweitertem Umfang auf www.licht.de zum Download zur Verfügung. Sie können sich die Checklisten bei Bedarf einfach ausdrucken und zum Kundengespräch mitnehmen.

Auf der Webseite von licht.de finden Sie außerdem viele praktische Anwendungsbeispiele, Hinweise auf wichtige Normen und weitere Checklisten (Rubrik Licht für Profis / Planungshilfen).

[41 +42] Checklisten erleichtern die Arbeit im Alltag, helfen bei der Bestandsaufnahme und bei der Planung. Die Checklisten stehen in erweitertem Umfang als Download bei licht.de zur Verfügung.

Jedes Heft! € 10,–

Die Schriftenreihe von licht.de

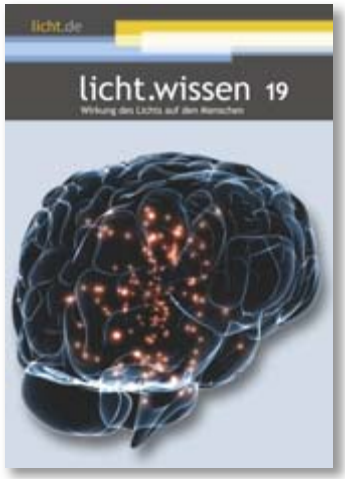
licht.wissen 10
Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung

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

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

Alles über Beleuchtung!

Herstellerneutrale 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 herstellerneutral 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. 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
www.twitter.com/all_about_light

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:
rfw. kommunikation, Darmstadt

Druck
E&B engelhardt und bauer Druck und Verlag, Karlsruhe

ISBN-Nr. Druckausgabe 978-3-926193-94-0
ISBN-Nr. PDF-Ausgabe 978-3-926193-95-7
März 2014 (03/14/20/09l)

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 09 ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Bildnachweis
Bildnummern Rückseite

	43	
44	45	46
47	48	49

Bilder
Titel: Fachverband Elektro- und Informationstechnische Handwerke Nordrhein-Westfalen

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

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C105340
Gedruckt mit mineralölfreien Farben

licht.wissen 09

Sanierung in Gewerbe, Handel und Verwaltung

E|HANDWERK

licht.de

Fördergemeinschaft 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