

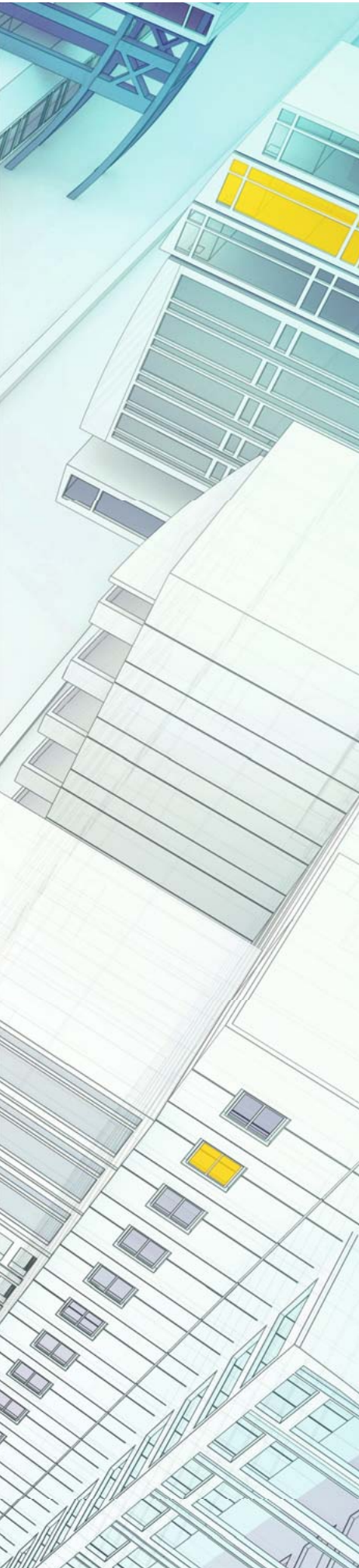
licht.wissen 12

Lichtmanagement



Freier Download auf
www.licht.de





Editorial

Licht – weiß und farbig, warm und kalt, tageslicht- und präsenzabhängig, den Sehaufgaben und Bedürfnissen angepasst, den biologischen Rhythmus unterstützend: Der Durchbruch der LED als nahezu universelles Leuchtmittel und intelligentes Lichtmanagement machen's möglich.

Die Gründe, Kunstlicht als dynamisches Medium zu behandeln, sind vielfältig. Ein klassischer Treiber sind sicherlich energetische Fragestellungen, aktueller sind die Erkenntnisse im Bereich Licht und Gesundheit oder schlicht die Tatsache, dass die unser Leben bestimmende Lichtquelle Tageslicht selbst in vielerlei Hinsicht äußerst dynamisch ist.

*Die Frage ist also nicht, **ob**, sondern **wie** man diese Systeme einsetzt.*

Das Füllhorn der Möglichkeiten macht die Planung von Tages- und Kunstlichtlösungen und deren Management nicht einfacher, sondern komplexer. Unsere Sensorik für Licht ist trotz der großen Adaptionsfähigkeit des Auges äußerst empfindlich und wenn dynamische Kunstlichtsysteme ein unerwartetes Verhalten zeigen, resultiert daraus schnell eine erhebliche Unzufriedenheit beim Nutzer. Personalkosten sind jedoch bei ökonomischer Betrachtung der Gesamtkosten von kommerziell genutzten Gebäuden die absolut dominierende Größe.

Deshalb möchte ich Werbung dafür machen, alle Planungen von Lichtmanagementsystemen konsequent auch aus der Perspektive der späteren Nutzer zu denken. Eine tageslichtabhängig geregelte Anlage, die nach dem Einschalten durch den Nutzer zunächst 100% des verfügbaren Lichtstroms liefert und dann auf die geforderte Lichtmenge zurückregelt, hinterlässt beim viel schneller hell als dunkel adaptierenden Nutzer die mehr oder weniger unterschwellige Botschaft: „So viel Licht könntest du haben, aber die Technik erlaubt es nicht.“ Eine präsenzabhängig abschaltende Lichtlösung wird nur Akzeptanz finden, wenn ein identifizierbarer Lichtschalter an üblicher Position nahe der Tür (zusätzlich) vorhanden ist, damit der Nutzer sein bei längerer Abwesenheit automatisch ausgeschaltetes Licht bei Bedarf selbst wieder anschalten kann. Diese beiden einfachen Beispiele stehen stellvertretend für viele teils auch komplexere Details, die den Unterschied ausmachen zwischen gut gemeint und gut gemacht.

Eine „gut gemachte“ Anlage erledigt die automatisierten Vorgänge möglichst diskret und bedient dabei die Bedürfnisse des Nutzers möglichst präzise. Die für den Nutzer verfügbaren individuellen Funktionen müssen dagegen leicht und intuitiv bedienbar sein. Im Zweifel ist es die bessere planerische Entscheidung, automatisierte Funktionen einzuschränken oder die Anzahl von Lichtszenen zu reduzieren, wenn dadurch absehbar eine höhere Nutzerakzeptanz erreicht werden kann. Wenn die Nutzeranforderungen gründlich ermittelt und planerisch präzise beschrieben sind, folgt mit Umsetzung und Inbetriebnahme die häufig entscheidende Phase. Wenn seitens Errichter und Abnehmer der Anlage klare Vorstellungen bestehen, wie die teils komplexen, teils langsam und fast nicht wahrnehmbar ablaufenden Funktionen programmiert und abgenommen werden, wenn also eine überprüfbare Erwartungshaltung an das System besteht, ist das Ziel erreichbar:

Lichtlösungen mit hoher Akzeptanz, die das Wohlbefinden der Nutzer unterstützen – bei minimalem Energieverbrauch!

Prof. Mathias Wambsganß

Professor für Lichtplanung und Gebäudetechnik an der Hochschule für angewandte Wissenschaft in Rosenheim

[Titelseite] Beleuchtung nach Bedarf – Licht einfach per Tablet steuern.

[01] Nur da, wo Licht gebraucht wird, tritt es in Aktion. Anderenorts geht die Beleuchtung dank Lichtsteuerung in den Sparmodus.



Grundlagen des
Lichtmanagements
Seite 06



Lichtmanagement
für den Menschen
Seite 08



Planung und
Anforderungen
Seite 10



Gesetzliche
Grundlagen
Seite 12



Zertifizierungs-
systeme
Seite 14



Gebäude-
strukturen und
Auswirkungen
Seite 16



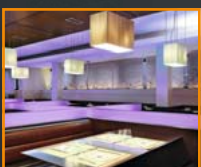
Lichtmanagement
in Bürogebäuden
Seite 18



Lichtmanagement
in der Industrie
Seite 22



Lichtmanagement
in Shops und
Museen
Seite 24



Lichtmanagement
in Hotellerie
und Gastronomie
Seite 26





Lichtmanagement
für Healthcare
Seite 28



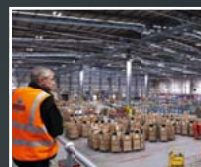
Lichtmanagement
auf Straßen,
Wegen und
öffentlichen Plätzen
Seite 30



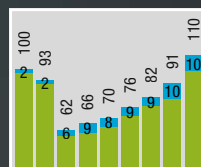
Lichtmanagement
für Architektur-
beleuchtung
Seite 32



Monitoring
und Wartung
Seite 34



Wirtschaftlichkeit &
Amortisation
Seite 36



Schnittstellen
und Anbindungen
Seite 38



Sensoren
und Einsatz
Seite 44



Lichtquellen
und EVG
Seite 46



Glossar
Seite 48

Schriftenreihe,
Impressum
Seite 50

Lichtmanagement – Basis für Gebäude-Effizienz

Lichttechnik ist ein wichtiges Element bei der technischen Gebäudeentwicklung – gerade weil bei der richtigen Planung ein Mehrwert für Betreiber und Nutzer entsteht. Clevere Lichtplanung sorgt dabei für einen möglichst effizienten und bedarfsgerechten Einsatz von Licht. Das passende Lichtmanagement reduziert nicht nur Energiekosten, sondern schafft auch Sicherheit und ist auch optimal auf die jeweilige Sehaufgabe oder Tätigkeit abgestimmt.



Nur an und aus war gestern

Lichtmanagementsysteme bringen das richtige Licht an den richtigen Ort – zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Intensität. Ob hohe Beleuchtungsstärken für anspruchsvolle Sehaufgaben, eine präsensabhängig gesteuerte Beleuchtung in Durchgangsbereichen oder wählbare Lichtszenen wie „Diskussion“ und „Präsentation“ in Besprechungsräumen: Das Licht wird heute immer mehr speziellen Anforderungen und persönlichen Bedürfnissen angepasst. Licht beeinflusst auch unseren biologischen Rhythmus – es taktet unsere innere Uhr. Eine Beleuchtung, die über die visuelle Wirkung hinausgeht und sich am Tageslicht orientiert, unterstützt den Menschen rund um die Uhr: Leistung und Wohlbefinden am Tag, Ruhe und Regeneration in der Nacht.

Lichtmanagement reduziert Energiekosten

15 Prozent des weltweiten Bedarfs an elektrischer Energie werden laut Internationaler Energieagentur (IEA) für die Beleuchtung verwendet. In Deutschland lag dieser Wert 2011 nach Angaben des Umweltbundes-

amtes im gewerblichen Bereich bei elf Prozent. Entsprechend hoch ist der Beitrag, den intelligent eingesetztes Licht für die Energieeffizienz leisten kann. Einsparungen lassen sich vor allem erzielen, wenn effiziente Lichtquellen eingesetzt und diese darüber hinaus nach Bedarf, Anwesenheit und Tageszeit gedimmt oder sogar ausgeschaltet werden. An sicherheitsrelevanten Stellen, wo Ausschalten unter Umständen nicht zulässig ist, kann alternativ das Beleuchtungsniveau stark heruntergedimmt werden. Dafür werden Anwesenheitssensoren mit Schaltern und integrierte, zur Lichtquelle passende Dimmer eingesetzt und entsprechend programmiert, eventuell kombiniert mit einer Zeitsteuerung. So kann die Anlage vollautomatisch etwa mit einer tageslichtabhängigen Regelung betrieben werden. Auf diese Weise kann der Stromverbrauch signifikant gesenkt werden, ohne dass der Nutzer Lichtqualität einbüßt. Mit Hilfe erfasster Betriebsdaten, zum Beispiel durch Energie-Monitoring oder die Protokollierung von Messwerten, erschließen sich weitere Optimierungs- und Einsparpotenziale.



04



05



06

weckt, ist unter strahlend „blauem Himmel“ aktiv und relaxt bei gemütlichem „Kerzenschein“? Eine intelligente Lichtsteuerung lässt sich heute auch schon mit sehr wenig Aufwand verwirklichen. Die Bedienung, Programmierung und Steuerung einzelner Leuchten oder ganzer Lichtgruppen kann einfach z. B. per Smartphone oder Tablet erfolgen.

Lichtmanagement unterstützt den Menschen

Lichtmanagementsysteme können in Bereichen mit nicht ausreichendem Tageslicht den Tageslichtverlauf durch Beleuchtungsstärke und -farbe des Kunstlichts simulieren. Das unterstützt den biologischen Rhythmus des Menschen auf natürliche Weise und wirkt sich somit positiv auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz aus. In Studien wurde der Nachweis erbracht, dass Lichtlösungen mit dynamisch gesteuerten Beleuchtungsstärken und Farbtemperaturen (circadiane Steuerung) dafür sorgen, dass die durchschnittliche Zeit zur Erledigung der Arbeitsaufgaben verringert wird.

Lichtmanagement bietet Flexibilität

Ein relevantes Kriterium für die Auswahl der passenden Lichtmanagementlösung ist die Flexibilität. Diverse Lichtfarben, Leuchtenarten, direktes und indirektes Licht in unterschiedlicher Kombination gestatten eine breite Nutzung für verschiedenste Situationen und Aktivitäten. An die jeweilige Nutzung angepasste Lichtszenen und Beleuchtungseffekte können mit Lichtmanagementsystemen konfiguriert werden, die überwiegend die dazu besonders geeignete adressierbare DALI-Schnittstelle nutzen.

Lichtmanagement gibt Sicherheit

Durch eine zentrale Steuerung und mögliche Fernüberwachung der Beleuchtung lässt sich die Sicherheit erhöhen. Dazu zählen etwa die Hinterlegung des Wartungsplans im Programm, die Rückmeldung von Fehlern, wie defekten Lichtquellen oder Kabeln in der Anlage, aber auch der Schutz vor Einbruch – der Wachdienst kann über das Lichtmanagementsystem beispielsweise einfach das Licht einschalten. Die Sicherheitsbeleuchtung kann direkt integriert, besondere Anforderungen von gefährlichen Arbeitsplätzen, wie etwa beim Fräsen oder Drehen, können berücksichtigt werden. Wird das Lichtmanagementsystem mit anderen elektrischen Systemen gleichzeitig geplant, kann es gut in das gesamte Gebäudemanagement integriert werden.

Lichtmanagement schafft Ambiente

Moderne Lichttechnik kann Farbeindruck und Helligkeit so steuern, dass zum Beispiel verschiedene Stimmungen erzeugt werden oder bestimmte Szenen einfach immer wieder abrufbar sind. Wer wird nicht gern von sanfter rötlicher „Morgensonne“ ge-

[02–06] Lichtmanagement-Systeme sparen vor allem Energiekosten. Und dazu bieten sie noch weitere deutliche Vorteile für den Anwender: Sie sorgen für Sicherheit, stimmungsvolle Beleuchtung und Wohlbefinden. Dabei lässt sich die Beleuchtungsanlage flexibel und schnell – auf Änderungen der Anforderungen angepasst – regeln.

Licht steuern – was wird beeinflusst?

- Leuchten in Gruppen oder einzeln
- Lichtintensität/Helligkeit (Dimmen)
- Lichtfarben/-spektralen (Farbton, Sättigung und Mischung)
- Lichtrichtung (Bewegung im Raum, Lichtverteilung)
- Ausstrahlungscharakteristik (Fokus)
- Zeitliche Veränderung (Geschwindigkeit von Wechseln)
- Nutzung des Tageslichteinfalls (Sonnenschutz und Tageslichtlenkung in Gebäuden)

Gute Gründe für Lichtmanagement

Ergonomische Gründe:

- Sicherheit erhöhen
- Orientierung bieten
- Nutzung erleichtern
- Wohlbefinden steigern
- Komfort verbessern

Psychologische Effekte:

- Aufmerksamkeit wecken
- Motivation stärken
- Stimmungen erzeugen
- Markenidentität unterstützen

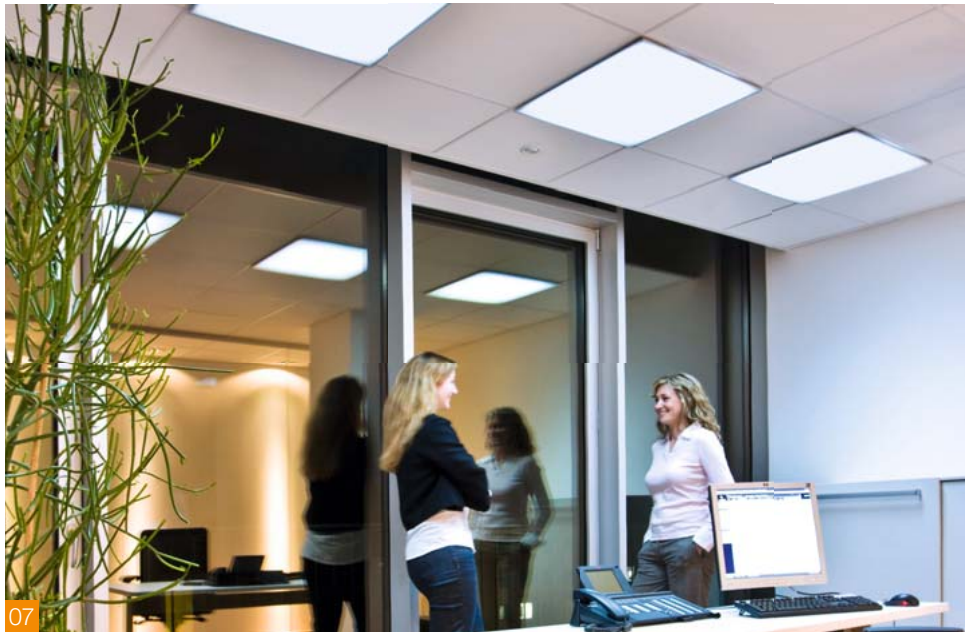
Ökonomische Aspekte

- Energie sparen
- Kosten reduzieren
- Bedienungs- und Wartungsaufwand verringern
- Anwendungsflexibilität erhöhen
- Umsatz steigern
- Wertigkeit des Gebäudes erhöhen

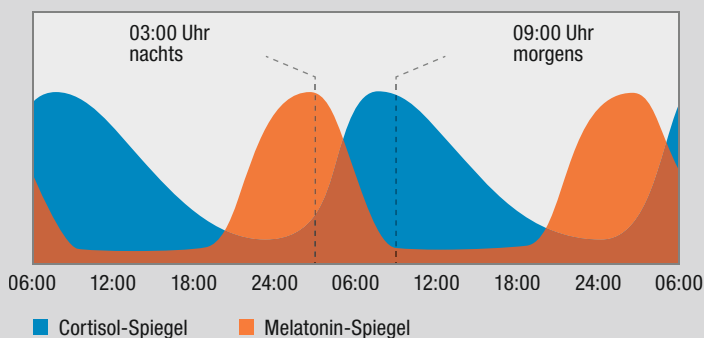
Lichtmanagement – Nutzen für den Menschen

Eine Beleuchtung, die über die rein visuelle Wirkung hinausgeht und sich am Tageslicht orientiert, unterstützt den natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen: Er fühlt sich wohl, ist leistungsfähig und kann besser schlafen. Biologisch wirksame Beleuchtung wird damit zu einem wichtigen Qualitätsaspekt in der Lichtplanung. Beleuchtungskonzepte dieser Art werden auch „Human Centric Lighting“ genannt.

Die **Chronobiologie** beschäftigt sich mit den nichtvisuellen Wirkungen von Licht. Häufig ist in diesem Zusammenhang auch von einer biologisch wirksamen Beleuchtung die Rede. Noch präziser ist der Begriff **melanopische Lichtwirkung**. Er bezieht sich darauf, dass die nichtvisuellen Wirkungen von Licht über spezielle Fotorezeptoren vermittelt werden, die das lichtempfindliche Molekül Melanopsin tragen. Mitunter wird auch von einer **circadianen Beleuchtung** („rund um den Tag“) gesprochen. Dieser Begriff ist korrekt, wenn die Beleuchtung darauf ausgerichtet ist, den Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen zu stabilisieren.



Der Einfluss des Tageslichts auf den menschlichen Körper

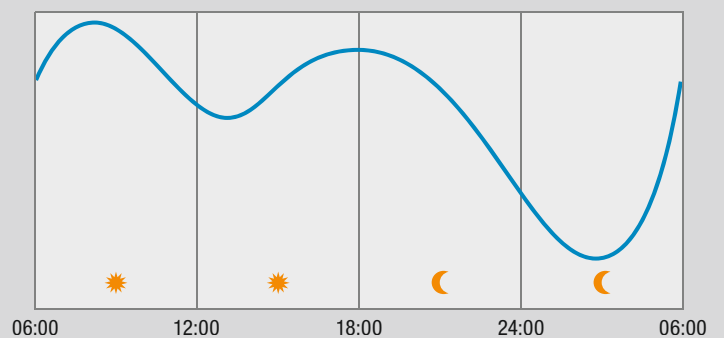


Cortisol und Melatonin wirken antizyklisch: Morgens produziert der Körper Cortisol. Gegen 9 Uhr ist es im Blut maximal konzentriert, fällt über den Tag dann kontinuierlich ab. Die Melatoninproduktion setzt erst am Abend wieder ein. Um 3 Uhr nachts ist der Melatoninspiegel am höchsten.

08

© licht.de

Leistungsbereitschaft des Menschen



Leistungskurve des Menschen im Tagesverlauf: Morgens gegen 10 Uhr sind Körper und Geist am effektivsten. Um 3 Uhr nachts erreicht der Organismus seinen Tiefpunkt.
Nach: Schmidke, Heinz (1993): Ergonomie, Wien.

09

© licht.de

[07] Dynamische, dem Tageslichtverlauf nachempfundene Beleuchtung wirkt in hellen Räumen mit großflächigen Leuchten besonders intensiv, denn das Licht kommt durch die Reflexion von Decke, Wänden und anderen Flächen aus vielen verschiedenen Richtungen im Auge an.

Nichtvisuelle Wirkungen von Licht

Der Mensch braucht Licht nicht nur, um gut sehen zu können. Licht taktet auch seine innere Uhr – ein komplexes Steuersystem, das sämtliche Körperfunktionen im 24-Stunden-Rhythmus koordiniert und aufeinander abstimmt. Dieses Steuersystem muss täglich aufs Neue durch den Verlauf des Tageslichts synchronisiert werden. Hilfestellung bietet hier eine Beleuchtung, die das Tageslicht in Innenräumen berücksichtigt und bedarfsgerecht durch künstliches Licht ergänzt:

- Sie unterstützt somit den Schlaf-Wach-Rhythmus des Menschen,
- trägt dadurch zu mehr Vitalität und einem besseren Schlaf bei,
- fördert Wohlbefinden und Gesundheit,
- sorgt für mehr Leistungskraft und Konzentration.

Zu wenig natürliches Tageslicht

Ob Büros, Ladengeschäfte oder Produktionshallen: Menschen arbeiten heutzutage hauptsächlich in geschlossenen Räumen, teilweise auch in fensterlosen Gebäuden. Helligkeit und Dynamik des Tageslichts ebenso wie die Dunkelheit der Nacht verlieren damit an Einfluss. Während die Beleuchtungsstärken im Freien selbst an einem bewölkten Tag noch mehrere Tausend Lux erreichen, ist das Niveau der künstlichen Beleuchtung am Arbeitsplatz deutlich geringer als bei natürlichem Tageslicht. Dies hat Auswirkungen auf den

chronobiologischen Rhythmus und kann die Gesundheit beeinträchtigen.

Biologisch wirksames Licht in Innenräumen

Beleuchtung mit nichtvisuellen Lichtwirkungen bringt die Dynamik des Tageslichts in Innenräume. Das Tageslicht gibt die Faktoren einer biologisch wirksamen Beleuchtung vor:

- Beleuchtungsstärke,
- Flächigkeit,
- Lichtrichtung,
- Farbtemperatur und
- die Dynamik des Lichts im Tages- und Jahreszeitenverlauf.

Biologisch gesehen, wirkt tageslichtähnliches Licht mit hohen Blauanteilen sehr viel aktivierender als warmes Licht mit mehr Rotanteilen. Besonders wirksam ist Licht mit einer Wellenlänge von etwa 480 Nanometer. In Kombination mit hohen Beleuchtungsstärken wirkt dieses kühlblaue Tageslichtweiß aktivierend und konzentrationsfördernd. Je mehr Tageslicht genutzt werden kann, desto besser. Ideal ist es, wenn durch Fensterflächen, Oberlichter und Tageslichtsysteme ein Maximum an natürlichem Tageslicht bereits in Innenräume gebracht werden kann.

Lichtsteuerung für die Dynamik

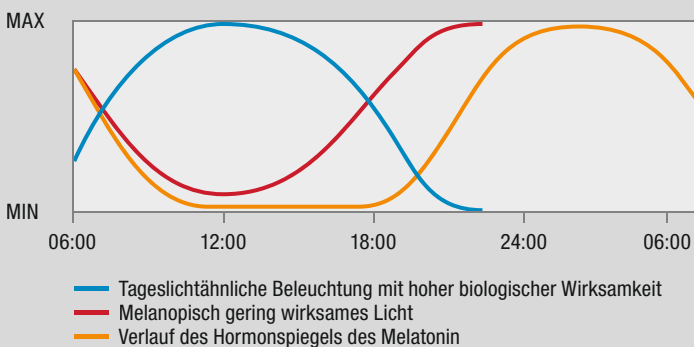
Moderne Lichtquellen sorgen für das gewünschte Spektrum, Leuchten für die richtige Verteilung des Lichts, und eine intelligenten

te Lichtsteuerung bringt Dynamik in die Beleuchtung. Im Laufe eines Tages variiert eine biologisch wirksame Beleuchtung nicht nur die Farbtemperatur von warmweiß bis tageslichtweiß. Auch die Beleuchtungsstärke passt sich mit 500 bis 1.500 Lux dem circadianen Rhythmus des Menschen an und setzt je nach Tageszeit die richtigen Impulse. Für die erforderliche Dynamik in der Beleuchtung sorgen Lichtmanagementsysteme. Die Ansteuerung der einzelnen Leuchten erfolgt harmonisch und stufenlos, sodass die Veränderung nicht unmittelbar wahrgenommen wird – ihre biologische Wirkung sich aber nachhaltig entfalten kann.

Lichtqualität und Energieeffizienz

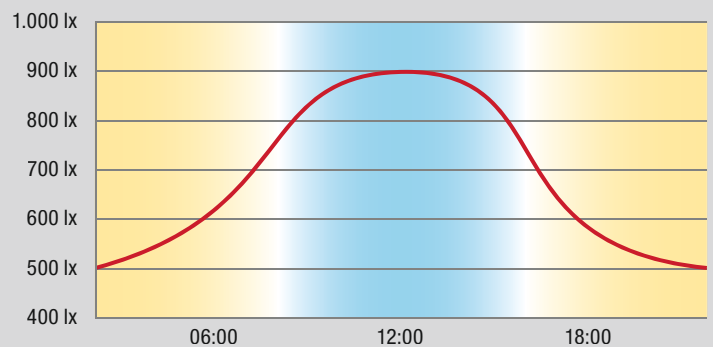
Hohe Lichtqualität und Energieeffizienz stehen nicht im Widerspruch. Eine circadian wirksame Beleuchtung kann mit moderner Lichtplanung energiesparend realisiert werden. Mindestanforderungen für den effizienten Betrieb von Beleuchtungsanlagen legt die Energieeinsparverordnung (EnEV) der Bundesregierung fest. Um die Grenzwerte einzuhalten oder gar zu unterschreiten, empfehlen sich daher ein modernes Lichtmanagement und eine effiziente Beleuchtung, etwa mit LED-Leuchten. Tageslichtabhängig gesteuerte Beleuchtung kann bis zu 35 Prozent Energie einsparen. Kombiniert mit Zeit- und Anwesenheitssensoren sind sogar Einsparungen von 55 Prozent und mehr möglich.

Circadiane Beleuchtung



Eine tageslichtähnliche Beleuchtung mit nichtvisueller Wirkung ist nur tagsüber sinnvoll (blaue Kurve). In der Nacht, in den Abend- und frühen Morgenstunden ist dagegen biologisch nur gering wirksames Licht richtig. So werden biologische Abläufe im Körper, wie zum Beispiel der abendliche Anstieg des Hormons Melatonin (orange), nicht gestört.

Circadiane Beleuchtung im Büro



Beispiel einer circadian wirksamen Beleuchtung im Büro (37 m² groß): Horizontale Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe verändern sich im Tagesverlauf.



Voraussetzungen erkennen – Potenziale ausschöpfen

Eine professionell installierte Beleuchtungsanlage mit hohem Bedienkomfort trägt zum Wohlbefinden der Nutzer bei und sorgt für hohe Energieeinsparung. Voraussetzung dafür ist eine genaue anwendungsspezifische Planung unter Berücksichtigung der angestrebten Ziele, räumlichen Gegebenheiten und technischen Möglichkeiten.



Professionelle Planung und Zusammenarbeit

Ob Lichtdesigner, Elektroinstallateur, Leuchtenhersteller oder Lampenlieferant: Zur perfekten Planung und Realisierung eines Beleuchtungssystems sind möglichst alle Beteiligten mit einzubeziehen. Dies gilt auch für das Lichtmanagement. Die räumlichen und technischen Gegebenheiten sind ebenso zu berücksichtigen wie die individuellen Bedürfnisse und Wünsche der Nutzer. Die optimale Auslegung der Komponenten setzt deshalb auch intensive Kommunikation mit dem Auftraggeber voraus. Die Anforderungen der jeweiligen Anwendung müssen so genau wie möglich spezifiziert, die richtigen Komponenten ausgesucht, richtig installiert und richtig programmiert werden.

Intelligente anwendungsgerechte Lichtlösungen

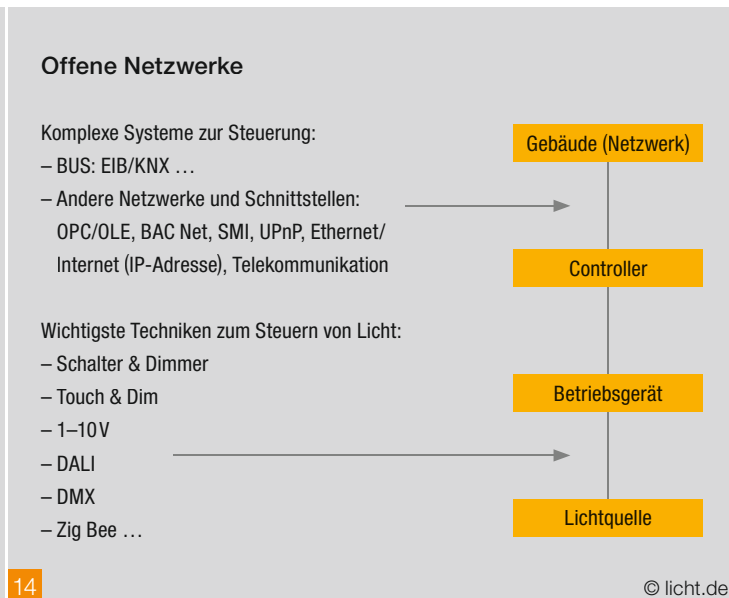
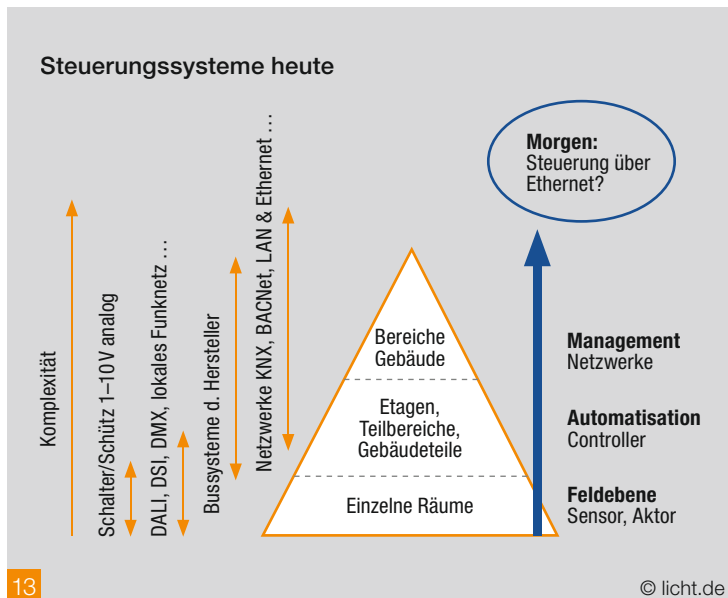
Die Aufgaben eines modernen Lichtmanagements sind vielfältig und sehr unterschiedlich. In großen Gebäuden können diese Aufgaben z. B. durch Funktionen des Gebäudemanagements erfüllt sein. Der Trend geht jedoch zu immer mehr Intelligenz in der Leuchte. Von der lokalen Lichtregelung am Arbeitsplatz oder dem Arbeitsraum bis zu einer gebäudeübergreifenden Vernetzung der Systeme, die heute auch unabhängig von einem Gebäudemanagement schon möglich ist. Die Vernetzung der Einzelsysteme muss dabei nicht mehr leitungsgebunden erfolgen. Auch unterschiedliche Funklösungen stehen heute zur Verfügung.

Faktoren und Einflüsse vor Ort

Bevor es an die Planung eines Lichtmanagementsystems geht, müssen die Faktoren vor Ort erfasst werden, die das System oder die Regelung beeinflussen können. Zunächst einmal sollten die Leistungsanforderungen an das System definiert werden. Dazu zählen die Größe des Systems und der Funktionsumfang. Nicht zu vernachlässigen sind

12

[12] Das Lichtmanagement-System erfüllt dann alle Erwartungen, wenn es sorgfältig – d. h. unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der Aufgabenstellung und aller technischen Details – geplant und umgesetzt wurde. Idealerweise bietet es dazu die Möglichkeit einer späteren Erweiterung, Um- oder Nachprogrammierung.



gesetzliche Vorgaben, welche die Planung einschränken oder vorbestimmen können. In manchen Gebäuden ist eine Anbindung an ein vorhandenes Bussystem sinnvoll oder sogar notwendig. Dabei muss die Funktionsfähigkeit aller Schnittstellen sichergestellt werden. Sind auch alle Zuständigkeiten bei der Planung geklärt, kann der Licht-, Elektro- oder TGA-Planer mit der Planung von Sicherungen, Bedienelementen, Sensoren und Leitungen beginnen. Dabei sollte generell auf die Flexibilität des eingesetzten Systems und seiner Programmierung geachtet werden.

Anforderungen an das System

Alle kunden- und anwendungsspezifischen Anforderungen sind neben den Gebäudefaktoren und anderen Vorgaben bei Auslegung des Systems zu berücksichtigen. Alle Faktoren müssen so umfassend und genau wie möglich abgeklärt werden. Beispielsweise: Welche Beleuchtungsstärken werden benötigt? Wie beeinflusst die Präsenz von Tageslicht die Steuerung und Regelung? Ist eine Fernwartung gewünscht, z. B. im Sinne eines Online-Monitoring? Soll es eine Zeitsteuerung und Stand-by-Funktionen geben? Oder bietet sich eine circadiane Steuerung an?

Mögliche Bedienelemente und Signalquellen:

- Schalter, Taster, Drehdimmer, Touchpanel
- Fernbedienung über IR oder Funk
- PC, Tablet/Smartphone (APP) über WLAN oder Bluetooth
- Zeitgeber: Uhr, Echtzeit-Uhr, (astronomischer) Kalender

Lichtmanagement – Planungs- und Realisierungsphasen

- 1 Designphase**
Ein genereller Überblick über die Aufgabenstellung ist die Basis eines schlüssigen Lichtkonzeptes. Nur wenn alle Details der Geschichte bekannt sind, kann die Lösung einer Beleuchtungsaufgabe oder Inszenierung generiert werden. Analog zur Aufgabenstellung müssen nun die technischen Details exakt vollständig erfasst werden, um eine adäquate Lichtmanagement-Lösung festlegen zu können.
- 2 Planung**
Eine detaillierte Planung aller Komponenten – von Schaltplänen über benötigte Stückzahlen bis hin zur technischen Vorbereitung – ist essenziell für die erfolgreiche Durchführung. Letztlich lassen sich damit auch Kostenermittlungen und Optimierungen realisieren. Daraus entsteht ein genauer Fahrplan für die Inszenierungen und das Betriebskonzept, den Datentransfer und vieles mehr. Die Planung des Lichtmanagementsystems sollte so exakt und vollständig wie nur möglich erfolgen, da eine nachträgliche Installation sich oft als schwierig und aufwendig erweisen kann.
- 3 Programmierung**
Um Fehlerquellen bei der Installation zu minimieren, gilt es, eine lückenlose Vorbereitung für die Programmierung zu schaffen.
- 4 Installation und Inbetriebnahme**
Bei diesem wichtigen Schritt sollte besonderer Wert auf eine fachgerechte Dokumentation gelegt werden.
- 5 Optimierung**
Sollte der Ist-Zustand vom Soll-Zustand abweichen, müssten an dieser Stelle Korrekturen und Nachprogrammierungen durchgeführt werden.

- Koppler (digitalisiert analoge Elemente wie Taster)
- Sensoren bzw. Sensorkoppler (Lichtsensoren, Bewegungsmelder) über IR oder Radar, Kamera
- Schaltaktoren, Gateway, IP Interface

Gewünschte Ausführung und Einbindung

- Lichtsteuerung oder Lichtregelung
- Stand-alone- bzw. individuelle Lösung oder Integration in Bussystem (z. B. KNX, BACnet)
- Interaktion mit anderen Gewerken (z. B. Heizung, Lüftung, Rollläden, Sicherheits-/Schließsysteme, Unterhaltungselektronik)



Weiterführende Informationen finden Sie unter „Schnittstellen“ (S.38), „Sensoren“ (S.44) und „Lichtquellen und Betriebsgeräte“ (S.46).

Der Einsatz von Licht – im Rahmen gesetzlicher Bestimmungen

Umweltschutz ist auch in der lichttechnischen Gebäudeplanung nicht mehr wegzudenken. Die Politik hat sich Energiesparen zur Aufgabe gemacht und gibt mit europäischen Richtlinien, nationalen Gesetzen und Verordnungen den Rahmen und die Richtung vor. Energiekostensparnisse sind dabei genauso wichtig wie die Reduktion von Emissionen umweltschädlicher Stoffe. Auffällige Kennzeichnungen unterstützen die Verbraucher und dokumentieren die gesetzlichen Vorgaben für die Anbieter. Auch ein gezielter Einsatz von Licht mit geeigneten Konzepten und Systemen hilft, diesen Ansprüchen gerecht zu werden.

Unabdingbar: ErP, Energieverbrauchskennzeichnung, EnEV

Um das Ziel der nachhaltigen Reduktion des CO₂-Ausstoßes zu erreichen, sind in Europa seit Ende der 90er-Jahre zahlreiche Richtlinien und Verordnungen erlassen worden.

ErP

Die Verordnungen 245/2009, 347/2010 und 2015/1428 bringen für professionelle Beleuchtung (Tertiary lighting) detaillierte Umsetzungsmaßnahmen (Implementing Measures) der ErP-Richtlinie. Dadurch dürfen Produkte, die den dort geforderten Effizienz- und Betriebsanforderungen nicht entsprechen, nicht mehr in Verkehr gebracht werden, ähnlich dem stufenweisen Verbot der Glühlampen mit der Verordnung EU 244/2009. Aus diesem Grund sollten Anwender bei der Anschaffung neuer Produkte darauf achten, dass die eingesetzten Komponenten – Lampen, Vorschaltgeräte etc. – auch noch langfristig für den Austausch zur Verfügung stehen.

[15] ErP – Die Ausführungsbestimmungen zur ErP-Richtlinie 2009/125 (Gestaltung von Energieverbrauch bestimmenden Produkten) definieren europaweit Mindestanforderungen nicht nur an Beleuchtung.

[16] Energieverbrauchskennzeichnung – die Verordnung (EU) Nr. 874/2012 der Kommission vom 20. September 2012 regelt europaweit die Energieverbrauchskennzeichnung.

[17] EnEV – die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) stellt bundesweit Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden.

Energieverbrauchskennzeichnung

Die Verordnung 874/2012 regelt die Effizienz-kennzeichnung von Endverbraucherprodukten, die schon lange beispielsweise für Lampen und Haushaltsgeräte greift. Seit 2014 schreibt sie vor, dass alle Leuchten nur dann mittels Energieverbrauchskennzeichnung zu kennzeichnen sind (A++ bis E), wenn Sie über den Einzelhandel angeboten werden. Die Aussagekraft dieser Kennzeichnung ist für Leuchten jedoch sehr begrenzt und gelegentlich auch irreführend, da die spezifischen Eigenschaften der Leuchte selbst, wie etwa Wirkungsgrad und Lichtverteilung, gänzlich unberücksichtigt bleiben. Die Kennzeichnung bezieht sich lediglich auf die Effizienz der in der Leuchte betreibbaren Leuchtmittel.

EPBD/EnEV/EEffG

Die europäische Gebäudeeffizienz-Richtlinie EPBD (European Performance of Buildings Directive) schreibt vor, im Rahmen der Baugenehmigung den Energiebedarf des Gebäudes zu ermitteln und mit einem Energieausweis zu dokumentieren. Dabei soll der Energiebedarf ermittelt werden, der zur sachgemäßen Nutzung des Gebäudes erforderlich ist. Dazu werden in den europäischen Staaten unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Die deutsche Umsetzung dieser Richtlinie ist die Energieeinsparverordnung EnEV. Das gemäß EnEV 2014 anzuwendende Berechnungsverfahren ist in der Norm DIN V 18599 beschrieben. Es verwendet statistisch ermittelte Daten für die Energieeffizienz der eingesetzten Technologien der Gebäudehülle, der Heizung und

The image displays three energy-related labels. On the left is a green circular logo with a white leaf and a recycling symbol. In the center is an energy efficiency label (ENERGY IJA) with a scale from A++ to E, where A++ is highlighted and 'XXX kWh/1000h' is indicated. On the right is an energy certificate (ENERGIEAUSWEIS) for non-residential buildings, showing calculated energy needs, CO2 emissions, and various energy requirements.

1) Referenztechnologie des Lichtmanagements für beispielhafte Anwendungen (Nutzerprofile) gemäß EnEV 2014

Nutzungsprofil Nichtwohngebäude	Lichtmanagement		
	Konstantlichtstrom- kontrolle	Präsenzmelder	tageslichtabhängige Kontrolle
Einzelbüro	X	–	X
Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	X	–	X
Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätzen)	X	–	X
Besprechung, Sitzung, Seminar	X	X	X
Verkehrsflächen	–	X	–

2) Exemplarische Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für beispielhafte Anwendungen (Nutzerprofile) gemäß DIN V 18599-10

Nutzungen	Nutzungs- und Betriebszeiten						Beleuchtung	
	Nutzung Beginn	Nutzung Ende	tägliche Nutzungsstunden	jährliche Nutzungstage	tägliche Nutzungs- stunden zur Tageszeit	tägliche Nutzungs- stunden zur Nachtzeit	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	relative Abwesenheit
	Uhr	Uhr	$t_{\text{nutz,d}}$	$d_{\text{nutz,a}}$	t_{tag}	t_{Nacht}	E_m	C_A
Einzelbüro	07:00	18:00	11	250	2543	207	500	0,3
Gruppenbüro (2–6 Arbeitsplätze)	07:00	18:00	11	250	2543	207	500	0,3
Großraumbüro (ab 7 Arbeitsplätzen)	07:00	18:00	11	250	2543	207	500	0
Besprechung, Sitzung, Seminar	07:00	18:00	11	250	2543	207	500	0,5
Verkehrsflächen	07:00	18:00	11	250	2543	207	100	0,8

- 1) Bei der Erstellung des Energieausweises zur Baugenehmigung wird die Erfüllung der Referenztechnologie als Mindeststandard vorausgesetzt.
- 2) Die EnEV 2014 bezieht sich zur Ermittlung des Energiebedarfs und der Einsparpotenziale auf die Nutzungsrandbedingungen der 41 Nutzerprofile der DIN V 18599-10. Die wesentlichen für die Beleuchtung relevanten Parameter (z. B. Nutzungszeiten mit und ohne Tageslichtversorgung, Abwesenheitszeiten etc.) sind hier für einige Anwendungen exemplarisch aufgeführt.

Klimatisierung etc. und auch der Beleuchtung. In Österreich erfolgt die Umsetzung der EPBD durch Gesetze des Bundes und der Bundesländer. Das übergeordnete Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG) ist seit August 2014 in Kraft. Mit dem Ziel, die Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent zu verbessern, orientiert sich das EEffG eng an der EU-Energieeffizienz-Richtlinie (Energy Efficiency Directive). Die EED umfasst ein breites Spektrum verschiedener Bereiche und sieht Aktivitäten zur Stärkung der Energieeffizienz vor, die von den EU-Mitgliedstaaten umgesetzt werden sollen. Sowohl für Deutschland wie Österreich gilt dabei: Lichtmanagement trägt in großem Maße dazu bei, dass die gesetzlichen Vorgaben erreicht werden können.

Lichtmanagementsysteme als Referenztechnologie für Beleuchtung

Für die Beleuchtung ist vor allem das in vielen Nutzungsbereichen hohe Einsparpotenzial durch den Einsatz von Lichtmanagementsystemen von Bedeutung. In manchen Gebäudebereichen (z. B. Verkehrsflächen, siehe Tabelle 2) kommt es täglich zu langen Abwesenheiten. Durch ein elektronisches System kann die Beleuchtung entsprechend ausgeschaltet werden. Ebenso kann in mit Tageslicht gut versorgten Bereichen das Licht elektronisch gedimmt oder ausgeschaltet werden. Hohe Einsparpotenziale sind so in einigen Bereichen ohne Komforteinbußen erreichbar.

Aus diesem Grunde hat der Gesetzgeber in der Fassung der EnEV von 2014 den Einsatz von Lichtmanagementsystemen in solchen Bereichen zur Referenztechnologie, also zum vorausgesetzten Mindeststandard erklärt. Den Beteiligten der Beleuchtungsplanung und -ausführung ist dies bisher kaum bewusst. Kritisch kann diese Situation insofern sein, als bei der Erstellung des Energieausweises in der Regel der Einsatz der Referenztechnologie unterstellt wird. Die Berücksichtigung von Lichtmanagement ist in vielen Gebäuden also zwingend erforderlich, um den im Energieausweis angesetzten Referenz-Energiebedarf für die Beleuchtung nicht zu überschreiten.

Garant für Wert und Image: Zertifizierungssysteme

Zertifikate bestätigen die Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Bauherren und Betreiber profitieren von einer sorgfältigen Planung, nachhaltigen Technik und Kosteneffizienz, vermeiden zudem Wertverluste. Effiziente Beleuchtungstechnik allein garantiert zwar keine Zertifizierung, dennoch kann gute Beleuchtung viel zu einer erfolgreichen Zertifizierung beitragen.



18

[18] DGNB-Zertifikat in Platin: Das Kunden-
gebäude auf dem neuen Hightech-Areal
Audi Neuburg zeichnet sich durch besonders
ökologische Bauweise und technische
Raffinesse aus.

Nachhaltigkeitszertifikate und wichtigste Beleuchtungskriterien für eine Zertifizierung

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

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

Zertifikate machen sich bezahlt

Ob DGNB, LEED oder BREEAM: Die Umwelt-Zertifizierungen von Gebäuden liegen stark im Trend, was sich in einem schnell wachsenden Markt mit großem Volumen widerspiegelt. Im Jahr 2008 lag der Anteil der Green Buildings in Deutschland bei 5%. Diese Entwicklung konnte bis zum Jahr 2014 auf 19% ausgebaut werden.

Beweggründe für eine Zertifizierung:

- Wertsteigerung für den Bauherren, der ihm die Möglichkeit für höhere Mieten und Kaufpreise sichert
- Akzeptanz bei Stadt und Baureferat
- Umweltschutz und Nachhaltigkeit sind Imageträger
- Reduzierung der Betriebskosten
- Positive CO₂-Bilanz auf Betreiberseite
- Zertifizierte Gebäude sind ein Instrument der Unternehmens- und Markenkommunikation
- Höherer Work-Life-Balance-Faktor für Mitarbeiter und Besucher

Einfluss von Lichtmanagement auf die Zertifizierung

Mit hochwertiger Beleuchtung können Errichter oder Betreiber von Gebäuden beim Thema Nachhaltigkeit gleich mehrfach punkten:

- Beim Umwelt- und Klimaschutz, denn effiziente Lichttechnik und Lichtmanagement halten Stromverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen niedrig.
- Bei der Wirtschaftlichkeit, denn automatische Dimm- und Schaltfunktionen reduzieren die effektiven Betriebszeiten und damit die Kosten für Strom und Wartung.
- Beim Nutzerkomfort, denn Lichtmanagement sorgt durch Individualität für hohe Akzeptanz, Wohlbefinden und somit mehr Produktivität.

Ob Neubau oder Revitalisierung, der Einsatz von Lichtmanagementsystemen erhöht die Chancen für eine erfolgreiche Zertifizierung deutlich. Zentrale Beleuchtungskriterien bei fast allen Zertifikaten, ob national oder international, sind Energieeffizienz, Nutzerkomfort und möglichst auch Beleuchtung mit Tageslicht.

Beispiel: Beleuchtungskriterien bei der DGNB

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. hat für die Gesamtbewertung eines Gebäudes ein System von sechs Kategorien – mit insgesamt rund 40 Kriterien – entwickelt: ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle und funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität und Standortqualität. Die Beleuchtung geht dabei in die folgenden drei Kategorien ein:

Funktionale Qualität:

- Einflussnahme der Nutzer
- Lichtsteuerung
- Tageslichtverfügbarkeit
- Sichtverbindung nach außen
- Schutz vor Blendung (Tageslicht und Kunstlicht)
- Gute Farbwiedergabe
- Besonnung

Ökologische Qualität:

- Energieeffizienz der Beleuchtung

Ökonomische Qualität:

- Kosteneffizienz der Beleuchtung



19



20

Von der vorgegebenen Gebäudestruktur zum effizienten Lichtmanagementsystem

Für die optimale Auswahl und Nutzung der richtigen Lichtmanagementlösung sind vor allem zwei Fragen von Bedeutung: Welche Aufgaben soll das System erfüllen – und wo. Auf Gebäudeebene sind die drei Einsatzbereiche Arbeitsplatz, Raum und Gebäude relevant.

Optimale Lösungen für jedes Gebäude und alle Bereiche

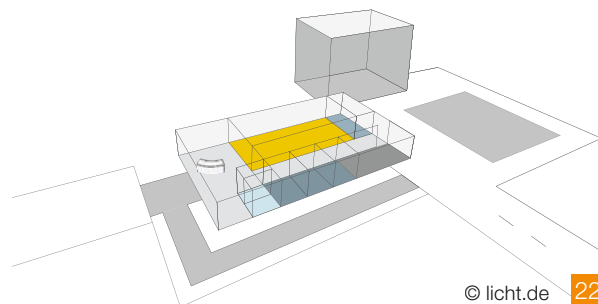
Jede Gebäudestruktur ist individuell und stellt damit auch andere Anforderungen an die Beleuchtung. Sinnvoll ausgewählt und eingesetzt erlauben Lichtmanagementsysteme eine optimale Beleuchtung der verschiedensten Bereiche und Zonen. Büroflächen gliedern sich etwa in unterschiedlich konfigurierte Arbeitsbereiche und Kommunikationszonen. In Industriehallen befinden sich meist Montagearbeitsplätze oder Flächen für Maschinen. Jedes Gebäude hat unterschiedliche Erschließungsbereiche ohne dauerhafte Anwesenheit von Personen, wie Flure, Treppenhäuser, Toiletten, Abstell- oder Lagerräume.

Am Arbeitsplatz, im Raum oder im gesamten Gebäude?

Grundsätzlich stellen sich folgende Fragen: In welchem Bereich wird das Lichtmanagementsystem eingesetzt und welche Funktionen soll es übernehmen? Häufig ist dabei Flexibilität gefordert. Denn sowohl in Büros wie auf industriellen Flächen müssen die Arbeitsplatzkonfigurationen bei Bedarf an geänderte Anforderungen angepasst und umprogrammiert werden. Leuchten in Kombination mit einem Lichtmanagementsystem lassen sich immer wieder optimal an die neuen Konstellationen angleichen. So können in definierten Zonen unterschiedliche Beleuchtungsszenarien realisiert werden, die auf die individuellen Tätigkeiten bzw. Anforderungen eingehen können.



21



© licht.de 22

Arbeitsplatz

Am Arbeitsplatz kann die Beleuchtung ganz einfach durch manuelles Schalten und Dimmen individuell geregelt werden. Direkt dem Arbeitsplatz zugeordnete dezentrale Sensoren sorgen darüber hinaus für automatisch angepasste Lichtverhältnisse. Tageslichtsensor und Anwesenheitssensor regeln die Beleuchtung abhängig von einfallendem Tageslicht und Anwesenheit am Arbeitsplatz und bieten dadurch einen erhöhten Komfort sowie deutliche Energieeinsparungen. Eine dynamische Steuerung des Lichts, angelehnt an den natürlichen Tageslichtverlauf, unterstützt den menschlichen biologischen Rhythmus.

Raum

Im Raum lassen sich durch Lichtmanagementsysteme mehrere oder alle Leuchten vernetzen und beliebig gruppieren. Gruppenbildung erlaubt nicht nur zentrales Schalten oder Dimmen, sondern auch den

einheitlichen Ablauf von Lichtszenen. Dies ist beispielsweise bei melanopisch wirksamer Beleuchtung wichtig. Nur so befinden sich alle Leuchten der Umgebung zur selben Zeit in derselben Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe. Via Lichtmanagementsystem ist auch die Nutzung einer sogenannten Schwarmfunktion zur Vermeidung von Lichtinseln möglich (siehe S. 18 „Büro“).

Gebäude

Auf Gebäudeebene können die dezentralen Informationen der einzelnen Leuchten oder Leuchtengruppen zum gewerkeübergreifenden Steuern und Regeln genutzt werden. So lassen sich etwa Heizung, Klima, Lüftung oder Beschattung entsprechend den Präsenzinformationen einer Leuchtengruppe anpassen. Haben alle Personen den Raum verlassen, können beispielsweise die Heizung im Raum niedriger reguliert und die Außenjalousien automatisch heruntergefahren werden.

[19] Einzelne Räume oder Zonen können mit einem einfachen lokalen System gesteuert werden. Dimmbare Lichtquellen, Sensoren und/oder ein Bedienelement genügen, um Beleuchtungsszenen zu realisieren.

[20] Lichtmanagement in großen Räumen, ganzen Etagen bzw. Gebäudeteilen erfordert bereits detaillierte Planung. Die Integration in ein BUS-System und weitere Automatisierung sind möglich und meist sinnvoll.

[21] Die Kompletsteuerung eines Gebäudes und/oder Außenbereichs ist ohne ein Gebäudemanagement-Netzwerk kaum möglich. Hier ist Licht nur ein kleiner Teil, der sinnvoll einzubinden ist – je eher in der Planung, desto besser.

[22] Schematische Gebäudestruktur mit lichttechnisch unterschiedlichen Nutzungsbereichen.



Büro: Motivation und Funktionalität

Wechselnde Tätigkeiten wie Schreibtischarbeit, Teambesprechung oder Telefonkonferenz gehören im modernen Büro heute zur Tagesordnung. Voraussetzung für entsprechende Mobilität und erfolgreiches Arbeiten sind Bürowelten, in denen der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen. Perfektes Lichtmanagement unterstützt das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit durch angenehme, komfortabel nutzbare und individuell anpassbare Beleuchtung.

Angenehme und individuelle Beleuchtung für Arbeitsplätze

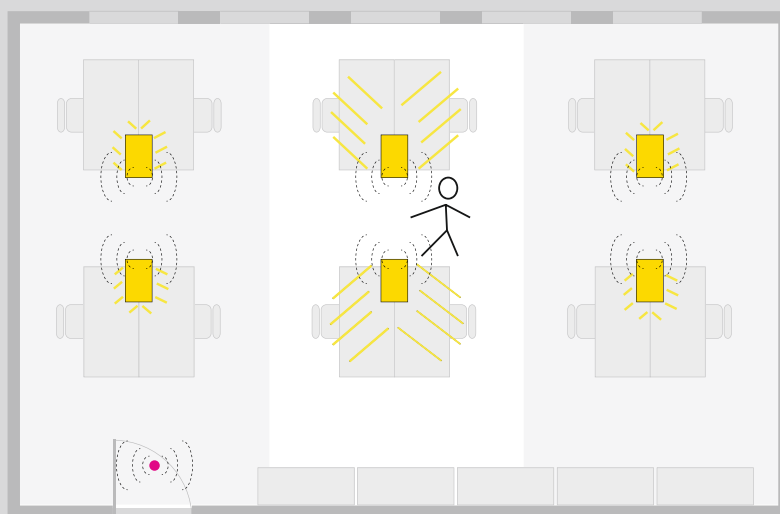
Licht ist für die Gestaltung moderner Arbeitsplätze ein wesentlicher Faktor, denn es schafft die Voraussetzungen für gutes Sehen und angenehme Atmosphäre. Die Beleuchtung an einem Büroarbeitsplatz muss nicht nur den relevanten (Beleuchtungs-)Normen genügen, sie sollte auch unterschiedliche Anforderungen berücksichtigen. Insbesondere Arbeitsplatz- oder Stehleuchten erlauben eine individuelle Beleuchtung an jedem

einzelnen Arbeitsplatz, anpassbar an den Bedarf des jeweiligen Mitarbeiters. Vor allem in Büroräumen ohne ausreichend Tageslicht unterstützt biologisch wirksames Licht bzw. HCL (Human Centric Lighting) das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit.

Noch höher ist der Komfort, wenn Lichtmanagementsysteme zum Einsatz kommen, die die Beleuchtung nach Bedarf, Anwesenheit und Tageszeit steuern und regeln. In Gruppen- und Open-Space-Büros ist z. B.



24



25

© licht.de

darauf zu achten, dass durch wechselnde Anwesenheitssituationen keine sogenannten Lichtinseln entstehen, bei denen der eigene Schreibtisch erhellt, der Rest des Raumes aber unbeleuchtet ist. Das kann durch intelligente, vernetzte Lichtmanagementsysteme verhindert werden. Sie lassen Leuchten, die verschiedenen Bereichen bzw. Gruppen zugeteilt sind, miteinander kommunizieren (Schwarmfunktion). Registriert eine Leuchte einer Gruppe Anwesenheit, meldet sie die Information an die restlichen Gruppenmitglieder. Diese beleuchten dann die unmittelbare Büroumgebung auf einem angenehmen Grundniveau. Das schafft eine angenehme Atmosphäre und vermittelt ein Gefühl der Sicherheit.

Flexible und funktionelle Beleuchtung für Besprechungsräume

Moderne Lichtsteuerung in Besprechungszimmern und Konferenzräumen ermöglicht eine flexible, funktionsbezogene Beleuchtung. Diverse Lichtfarben, Leuchtenarten, direktes und indirektes Licht in unterschiedlicher Kombination gestatten eine breite Nutzung für verschiedenste Situationen und Aktivitäten: z. B. als Vortragslicht mit Rednerbeleuchtung, Beamer-Präsentationslicht, Licht für konzentriertes Arbeiten oder anregendes Licht für schöpferisches Brainstorming. Mit DALI-basierten Lichtmanagementsystemen lassen sich vordefinierte, auf die jeweilige Nutzung angepasste Lichtszenen und Beleuchtungseffekte realisieren, intuitiv und ganz einfach auf Knopfdruck.

[23] Für eine flexible Nutzung von Einzelbüros als Rückzugsraum oder für Besprechungen kann die Beleuchtung durch vordefinierte Lichtszenen leicht angepasst werden.

[24] Verschiedene Lichtsituationen in Besprechungsräumen wie Gespräche unter vier Augen, Konferenzen oder Seminare können mit Lichtmanagement optimal gesteuert werden.

[25] Gruppenbüro

Durch die Reduzierung der Beleuchtungsstärke kann viel Energie eingespart werden. Die Grundbeleuchtung bewahrt andererseits die von den gültigen Beleuchtungsnormen geforderte Ausgewogenheit der Leuchtdichteverhältnisse innerhalb des Raumes. Ausführung:

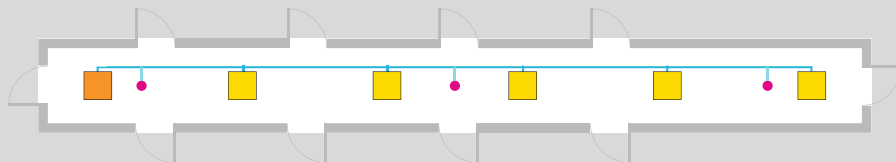
- 3 Zonen je 2 Stehleuchten
- Kommunikation bzgl. Anwesenheit per Funk
- Alle Leuchten schalten automatisch ein
- Leuchten sind bei Anwesenheit im Regelbetrieb
- Leuchten, die keine Anwesenheit erfassen, bleiben in ihrem Minimum (Grundbeleuchtung)



27

[26] Flur mit Anwesenheitserfassung:

- Eine Leuchte mit integriertem Steuergerät (Masterleuchte)
- Sensoren mit überlappendem Erfassungsbereich anordnen und mit Masterleuchte verbinden (hier per DALI-Leitung)
- Dimmbare Leuchten, automatisch einschaltend
- 10% Grundbeleuchtung bei Abwesenheit nach kurzer Haltezeit
- Hohes Einsparpotenzial*
- Anschlussleistung der Leuchten: $6 \times 20W = 120W$
- Anschlussleistung des Lichtmanagements: 3W



Abwesenheitszeiten:

Betriebsstunden, jährlich**	2.750 h/a
Relative Abwesenheit**	80 %
Erfassung der Abwesenheit***	95 %
Erfasste Abwesenheit	76 % ($0,8 \times 0,95 = 0,76$)

Betriebszeit mit Anwesenheitserfassung:

bei Grundbeleuchtung	$0,76 \times 2.750 \text{ h/a} = 2090 \text{ h/a}$
bei 100% Licht	$0,24 \times 2.750 \text{ h/a} = 660 \text{ h/a}$

Energieverbrauch ohne Anwesenheitserfassung	$2.750 \text{ h/a} \times 120W = 330 \text{ kWh/a}$
Energieverbrauch mit Anwesenheitserfassung	$2.090 \text{ h/a} \times 12W + 660 \text{ h/a} \times 120W$
+ Anschlussleistung Lichtmanagement	$+ 2.750 \text{ h/a} \times 3W = 113 \text{ kWh/a}$
Energieeinsparung (66%)	$330 - 113 \text{ kWh/a} = 217 \text{ kWh/a}$

* In der Regel wird im Korridor ohne Lichtmanagement nicht manuell ausgeschaltet.
 ** Statistische Werte gemäß DIN V 18599-10, siehe Seite 13.
 *** Gemäß DIN V 18599-4.

Effiziente und sichere Beleuchtung für Korridore und Treppen

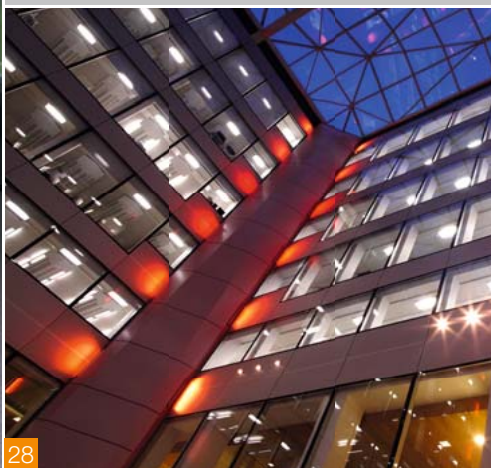
Korridore und Treppen zählen zu den Verkehrsflächen gemäß DIN V 18599-10. Mit einer hohen relativen Abwesenheitsrate von 80 Prozent sind sie für energiesparenden Lichteinsatz prädestiniert, idealerweise per präsenz- und bewegungsgesteuerter Beleuchtungsregelung. Weil LEDs robust gegenüber häufigem Schalten sind, sind sie hier als Lichtquelle besonders gut geeignet. Eine tageslichtabhängige Regelung lohnt sich auch bei guter Tageslichtversorgung in der Regel nicht, da sie nur 20 % der Zeit aktiv wäre. Sinnvoll ist ein Schwellwertschalter, der bei ausgeschalteter künstlicher Beleuchtung das Tageslicht misst und nur einschaltet, wenn er Bewegung erfasst und das Tageslicht nicht ausreicht. Es empfiehlt sich eine automatische Einschaltung des Lichtes, da Flure oft auch Transportwege sind und man häufig keine Hand frei hat.

26



Neubau oder Sanierung?

In Neubauten von Bürogebäuden können Lichtmanagementsysteme von Anfang an in die Planungen einbezogen und drahtgebundene Systeme bereits während des Baus berücksichtigt werden. Der Einsatz der etablierten DALI-Schnittstelle ermöglicht in diesem Zusammenhang die Nutzung verschiedenster Leuchtsysteme: von fest installierten Decken- und Pendelleuchten bis hin zu flexiblen Stehleuchten. Doch auch in Bestandsbauten können Lichtmanagementsysteme zum Einsatz kommen. Das geht auch ohne aufwendige und kostenintensive Sanierungen. Dabei sind vor allem funkbasierte Systeme von Vorteil, die auf Intelligenz in den Leuchten setzen. Diese autarken Leuchtsysteme mit integrierter Sensorik erlauben bei Bedarf ebenfalls eine Anbindung an ein bestehendes Gebäudemanagement. Damit lässt sich der häufig vorhandene Tageslichtanteil gewinnbringend nutzen und die Energiebilanz des Gebäudes verbessern.



Der Erfassungsbereich der Sensoren sollte so ausgelegt sein, dass bei Betreten des Flurs durch eine beliebige Tür das Licht sicher einschaltet und nicht ausschaltet, solange sich Personen im Flur befinden. Alternativ kann bei Abwesenheit das Beleuchtungsniveau in eine Grundbeleuchtung abgesenkt werden, insbesondere wenn z. B. in verwinkelten Fluren die Erfassung durch Sensoren kritisch ist.

Entspannende Beleuchtung für Sozial- und Aufenthaltsräume

Pausenräume, Teeküchen, Kantinen und ähnliche Bereiche dienen der Regeneration und Entspannung. Eine biologisch wirksame, dynamisch der Tageszeit angepasste Beleuchtung kann Stimmung und Wohlbefinden positiv beeinflussen. Weiterhin bietet sich eine Anwesenheitserfassung mit manueller Einschaltung per Taster an. Eine automatische Einschaltung ist hier

nicht erforderlich und verringert das Einsparpotenzial. Tageslichtabhängige Regelung empfiehlt sich, sofern gute Tageslichtversorgung besteht. Die Anwesenheitssensoren werden für eine gute Erfassung am besten im Aufenthaltsbereich positioniert. Die Ausschaltverzögerung darf nicht zu kurz gewählt werden, da in Ruhepausen häufig wenig Bewegung zu verzeichnen ist.

Modernes Lichtmanagement fördert die Zufriedenheit und die Motivation der Mitarbeiter. Die richtige Beleuchtung schafft die passende Umgebung, um produktiv, sicher und den individuellen Bedürfnissen entsprechend zu arbeiten.

[27] Ein hohes Energie-Einsparpotenzial in Fluren und Korridoren ergibt sich durch den Einsatz von präsenz- und bewegungsgesteuerter Beleuchtungsregelung mit Schwellwertschalter.

[28] Farbeffekte und wechselnde Lichtstimmungen machen ein „langweiliges“ Bürogebäude interessant.

[29] Loungebereiche werden häufig unterschiedlich genutzt: für Besprechungen, für Pausen und/oder zum Essen. Ein Lichtmanagementsystem lässt die Lichtsituation einfach adaptieren.



Heft 04 „Licht im Büro, motivierend und effizient“.



Industrie: Produktivität und Flexibilität

In Industriebetrieben ist Produktivität das A und O. Deshalb muss hier die Beleuchtung in erster Linie wirtschaftlich und funktional sein und für entsprechende Arbeitsatmosphäre sorgen. Verschiedenste Branchen und vielfältige Einsatzbereiche stellen dabei sehr unterschiedliche und spezielle Anforderungen. Ein entscheidendes Kriterium bei der Auswahl der entsprechenden Lichtmanagementlösung ist die Flexibilität. In Zeiten kürzerer Innovationszyklen und größerer Produktvielfalt müssen auch Produktionsbereiche kurzfristig umgebaut und neu genutzt oder erweitert werden können.

[30] Gute Arbeit braucht individuelles Licht. Ein Lichtmanagement-System schafft die Voraussetzung für eine bedarfsgerechte Beleuchtung am Arbeitsplatz in Industrie und Handwerk.

[31] Regal- und Lagerbereiche sind häufig nur sehr unregelmäßig frequentiert. Wenn die Beleuchtung in Abwesenheitszeiten auf ein Minimum heruntergefahren wird, kann sehr viel an Energiekosten gespart werden.

Lichtstarke Beleuchtung für Handarbeitsplätze

An Handarbeits-, Kontroll- und Prüfarbeitsplätzen werden häufig hohe Anforderungen an die Sehaufgabe gestellt. Im Schichtbetrieb arbeiten dort unterschiedliche Personen. Vor allem ältere Mitarbeiter sollten daher die Möglichkeit haben, ihr persönliches Bedürfnis nach höheren Beleuchtungsstärken zu erfüllen. Die Lösung liegt in Konzepten, die lokale Eingriffe in dimmbare Beleuchtungsgruppen gewähren. Sie steigern die Akzeptanz, die Sehleistung und damit auch die Leistungsbereitschaft.

Spezielle Beleuchtung für vollautomatisierte Bereiche

Diese Bereiche werden in der Regel nur zu Wartungszwecken betreten. Dann wird Licht gebraucht: eine Arbeitsbeleuchtung

sollte über Handbetrieb und Bewegungsmelder zuschaltbar sein. Im Normalbetrieb arbeiten die Maschinen autark. Wo es nicht durch eine optische Sensorik mit zum Beispiel Kamertechnik erforderlich ist, kann die Beleuchtungsstärke stark reduziert werden.

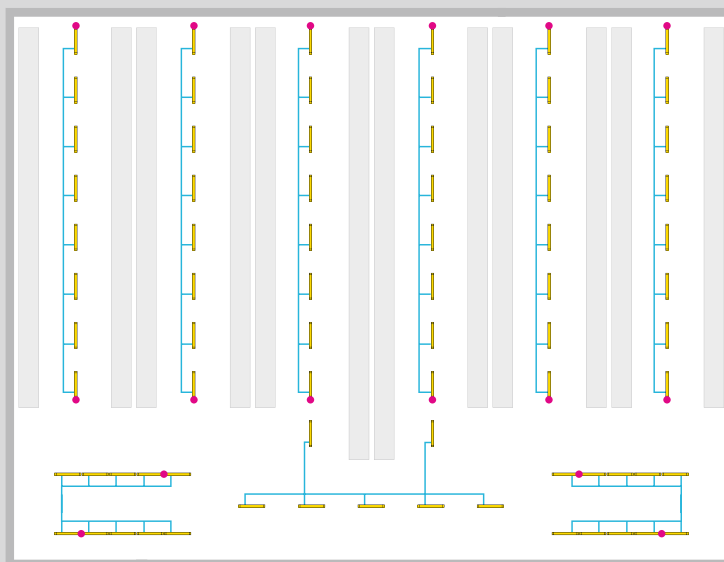
Bewegungsgesteuerte Beleuchtung für Regalbereiche

In den allermeisten Regalbereichen macht es Sinn, mit Bewegungsmeldern zu arbeiten. Die Beleuchtung sollte jedoch nicht komplett ausgeschaltet werden, um unangenehme Dunkelbereiche zu vermeiden und die Schwellenangst bei deren Betreten zu minimieren. Die Korridorfunktion dimmt die Beleuchtungsanlage typischerweise auf ca. 10% herunter und bei Erkennung von Bewegung wieder auf 100% herauf.



Neubau oder Sanierung?

Bei Industrieneubauten wird heutzutage auf einen hohen Tageslichtanteil geachtet. In Kombination mit einem passenden Lichtmanagementsystem und entsprechenden Leuchten stehen dem Nutzer alle Möglichkeiten offen: Die Arbeitsbereiche können auf Energieeinsparung und Komfort optimiert werden. Bei einer Umnutzung kann die Anlage ohne großen Aufwand lichttechnisch flexibel umprogrammiert werden, so dass nicht die gesamte Beleuchtungsanlage saniert werden muss. Im Falle der Sanierung einer Altanlage kann durch den Einsatz von funkbasierten Systemen und intelligenten Leuchten mit entsprechender Software ein Lichtmanagement-System implementiert werden, das sowohl autark arbeiten als auch in ein Gebäudemanagement-System eingebunden werden kann. Lagerhallen können z. B. leicht mit funkvernetzten Leuchten und Sensoren ausgerüstet werden, wobei Energie eingespart wird ohne den Nutzerkomfort zu schmälern.



31

32

© licht.de

Tageszeitabhängige Beleuchtung für Kommissionierflächen

Kommissionierflächen werden in der Regel zu den Tageszeiten unterschiedlich genutzt. Eine tageszeitabhängige Steuerung der Beleuchtung kann daher in diesen Bereichen richtig Energie sparen. So kann die Beleuchtungsstärke zu Zeiten geringerer Frequenz auf ein Minimum reduziert werden, um dann zu Zeiten hohen Betriebes volle Lichtleistung bereitzustellen.

[licht.spezial] Schichtarbeit

Viele Menschen, die in der Industrie im Schichtbetrieb arbeiten, leiden an Schlafmangel durch eine Beeinträchtigung des natürlichen Schlafrhythmus. In Studien wurde der Nachweis erbracht, dass Lichtlösungen mit dynamisch gesteuerten Beleuchtungsstärken und Farbtemperaturen dieses Phänomen abmildern. Ebenso können Arbeitsaufgaben schneller bewerkstelligt werden. Selbst eine einfache dynamische Beleuchtung kann die Aktiviertheit erhöhen und den Stressfaktor reduzieren.

Die richtige Beleuchtung und modernes Lichtmanagement in der Industrie sorgen für Sicherheit, fördern die Leistungsfähigkeit und erlauben Flexibilität. Sie tragen damit zu mehr Effizienz, Produktivität und Erfolg bei.

[32] Lagerhalle

Eine solche Funktion kann grundsätzlich mit voneinander unabhängigen Einzelsystemen realisiert werden. Bei Einbindung in ein Gesamtsystem (ggf. in Gebäudemanagement) können weitere zentrale Funktionen (z. B. Lichtniveau für Wartungsarbeiten) ausgeführt werden. Ausführung:

- Separate Bereiche für Kommissionierung und Regalgänge
- Anwesenheitserfassung je Bereich mit jeweils 2 Sensoren
- Grundbeleuchtung bei Abwesenheit
- Arbeitsbeleuchtung bei Anwesenheit
- Permanente Arbeitsbeleuchtung im Eingangsbereich



Shop/Museum: Attraktivität und Atmosphäre

Wer sein Geschäft und seine Produkte bzw. Exponate im richtigen Licht präsentiert, kommt besser an und darf mit mehr Kunden und mehr Umsatz rechnen. Angenehmes Ambiente und attraktive Inszenierung haben entscheidenden Einfluss auf den Erfolg. Unterschiedliche Branchen benötigen unterschiedliche Beleuchtung, darüber hinaus ist wichtig, welche Bereiche beleuchtet werden sollen. Weitere relevante Faktoren sind Sicherheit und flexible Lichtnutzung. Für Museen und Ausstellungen sind zudem konservatorische Aspekte und die optische Führung mit Licht von Bedeutung.

Sehenswerte und überzeugende Beleuchtung für Schaufenster

Schaufenster vermitteln einen ersten Eindruck, transportieren Markenimage und zeigen die attraktivsten Angebote. Das kann ein Lichtmanagementsystem elegant und unauffällig technisch unterstützen.

Während es im Büro oder der Industrie die künstliche Beleuchtung bei steigendem Tageslicht reduziert, erhöht es im Verkaufsraum vor allem im Schaufenster- und Eingangsbereich mit steigendem Tageslichteinfall die Beleuchtungsstärke. Denn je höher die Beleuchtungsstärke vor dem Schaufenster ist, umso höher muss die Beleuchtungsstärke im Innenbereich sein, um Aufmerksamkeit zu erzeugen und die Ware in der Auslage erkennbar zu machen. In den Nachtstunden kann das Lichtmanagementsystem die Beleuchtung im Schaufenster reduzieren, um Blendung für Passanten und Anwohner zu vermeiden. Dies gilt ebenso für Leuchtreklame.

Angenehme und attraktive Beleuchtung für Verkaufsflächen

Große Bedeutung kommt auch der Beleuchtung der Verkaufsflächen zu. Das optimale Licht schafft Raum, erzeugt faszinierende Effekte und steigert das Wohlbefinden. Es sorgt für Orientierung, führt durch das Geschäft und lenkt die Aufmerksamkeit auf spezielle Angebote. Licht ist hier aber nicht nur ein kreatives verkaufsförderndes Element, sondern erfüllt funktionale Aufgaben, indem es etwa zentrale Laufwege dynamisch markiert oder zu den Notausgängen leitet.

In Bekleidungs- und Lebensmittelgeschäften findet man aufgrund der Einflüsse des

Lichts auf die empfindlichen Waren eher selten große Fensterflächen oder andere Tageslichteinlässe wie Oberlichter. Daher ist eine tageslichtabhängige Steuerung hier nicht sinnvoll. In vielen anderen Geschäften sind diese aber immer häufiger anzutreffen, etwa in Autohäusern und Baumärkten. Hier kann man sehr gut Energie sparen, wenn man bei einfallendem Tageslicht den Kunstlichtanteil reduziert.

Der Einsatz von Bewegungsmeldern in Verkaufsräumen ist in den wenigsten Geschäften zweckmäßig. In der Regel halten sich während der gesamten Ladenöffnungszeiten Kunden im Verkaufsraum auf.

Flexible Beleuchtung für Präsentations- und Sonderflächen in Shops/auf Messen

Um eine flexible Nutzung der Verkaufsflächen (z. B. wechselnde Markenshops/Shop-in-Shop) zu ermöglichen, bieten sich dimmbare und farbtemperaturveränderliche Leuchten an. Somit lässt sich die Lichtsituation sehr gut der präsentierten Ware anpassen, mit Lichtmanagement kann einfach umprogrammiert und muss nicht umgerüstet werden.

[licht.spezial] Museum/Ausstellung

Geschicktes Lichtmanagement unterstützt auch die Inszenierung von Kunstgegenständen in Museen. Dynamisches weißes oder farbiges Licht etwa erzeugt besondere Aufmerksamkeit. In Bereichen mit wechselnden Exponaten oder für Museen mit wechselnden Ausstellungen kann eine Anpassung der Farbtemperatur der Leuchten nötig sein. Empfehlenswert sind hier Leuchten, bei denen sich Farbtemperatur und Beleuchtungsstärke einfach steuern lassen. Der Einsatz von Bewegungsmeldern kann in Museen unter Umständen sinnvoll sein, wenn man Exponate nicht unnötig einer eventuell schädigenden Strahlung des Kunstlichtes aussetzen möchte. Beleuchtungskonzepte, bei denen das Licht dem Besucher folgt bzw. vorausgeht, sind hier ein interessanter Ansatz.

Die richtige Beleuchtung und modernes Lichtmanagement in Shops sorgen für eine besonders attraktive Präsentation der Produkte und des ganzen Geschäfts. Sie schaffen einen einheitlichen Markenauftritt und tragen dazu bei, dass Kunden sich wohlfühlen und gerne einkaufen.

Neubau oder Sanierung?

Die Präsentation von Waren oder Exponaten bedarf guten Lichtes. Besonders LED-Licht ist dafür prädestiniert, wenn es sich um empfindliche Waren und Kunstobjekte handelt, denn Tageslicht könnte aufgrund seines hohen UV-Anteils schädigend wirken. Ein von Anfang an eingeplantes Lichtmanagementsystem mit entsprechend vielseitigen Leuchten sorgt für die nötige Flexibilität, um die Beleuchtung den wechselnden Anforderungen des Shops bzw. des Kurators anpassen zu können. Es ermöglicht ein Spiel mit Lichtfarben und Helligkeiten, das sonst kaum möglich wäre. Die meisten Lichtmanagementsysteme bieten sich auch für die Nachrüstung an, wenn sie über alternative Kommunikationswege zur traditionellen Verkabelung wie z. B. Funk verfügen.



33

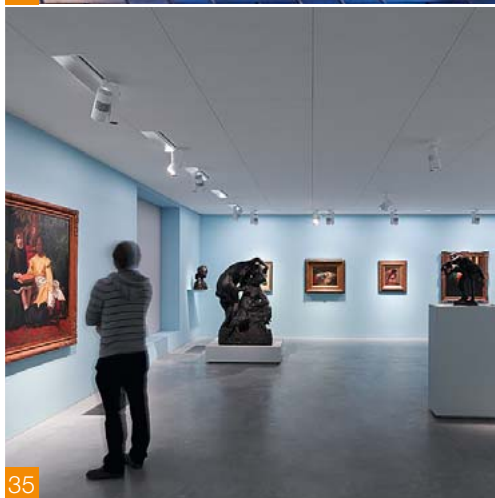


34

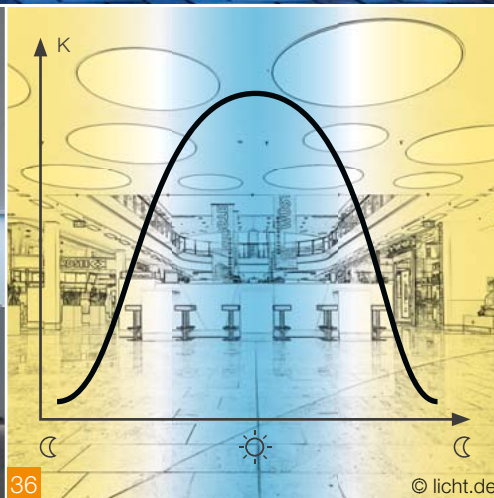
[33] Schaufenster setzen Akzente, wenn sie heller erleuchtet sind als die Umgebung.

[34] Licht sorgt für Orientierung und lenkt die Aufmerksamkeit der Kunden. Spezielle Angebote und Themen werden so besonders in den Fokus gerückt.

[35] Flexible Lichtkonzepte sorgen dafür, dass Exponate optimal in Szene gesetzt werden. Lichtfarbe, Lichtrichtung und Helligkeit lassen sich ganz dem Bedarf anpassen.



35



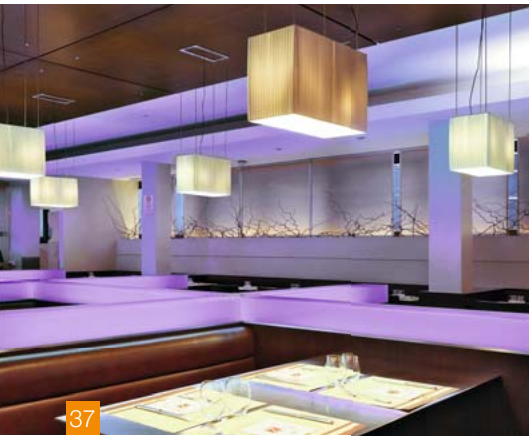
36

[36] In Eingangsbereichen sorgt eine Anpassung des Lichtniveaus und der Lichtfarbe an die Tageslichtverhältnisse für die jederzeit passende Lichtstimmung und ein angenehmes Entree.



Hotellerie und Gastronomie: Ambiente und Komfort

Ob repräsentative Lobbys, wohnliche Zimmer, entspannende Wellnessbereiche oder stilvolle Restaurants: In Hotels und anderen Betrieben des Gastgewerbes sollen sich Gäste und Besucher jederzeit und überall wohlfühlen. Das richtige Licht sorgt für mehr Ambiente und Komfort und eröffnet die Möglichkeit, z. B. Tagungs- bzw. Veranstaltungsräume flexibel zu nutzen. Für die Sicherheit kann dabei auch unkompliziert gesorgt werden: Die Notbeleuchtung wird einfach in die Gesamtbeleuchtungsanlage integriert.



[37] Licht schafft eine stimmungsvolle Atmosphäre im Restaurant, die durch Lichtakzente und Lichtszenen interessant gestaltet werden kann.

[38] Eine als natürlich empfundene Beleuchtung trägt in Wellness-Bereichen viel zur Erholung bei. Helles Sonnenlicht am Mittag und leuchtend türkisblaues Wasser entspannt und macht Lust auf Meer/ Mehr.

[39] Durch Lichtmanagement kann in Hotelzimmern ein angenehmes Lichtklima geschaffen und dennoch viel Energie gespart werden.

Einladende Beleuchtung für Rezeptionsbereiche und Empfangsräume

Lobbys sollten ein freundliches, begrüßendes Licht ausstrahlen, um einen positiven Eindruck zu vermitteln. Die Beleuchtung sorgt dafür, dass Gäste und Besucher sich wohlfühlen, und bietet eine blendfreie Sicht. Sie betont architektonische Besonderheiten, gibt Lounges und Eingangsbereichen Struktur, schafft Akzente und grenzt Verkehrsvon Ruhezonon ab. Flexible Lichtlösungen schaffen durch programmierbare Lichtszenen die gewünschte Stimmung und können auch eventuell vorhandenes Tageslicht mit einbeziehen. Hier kann es – ebenso wie im Shopbereich – sinnvoll sein, die Beleuchtungsstärke bei höherem Tageslichteintrag zu erhöhen. So kann man gezielte Blickfänge wie Exponate oder Firmenlogos unterstreichen oder Gäste besser leiten.

Wohnlich-funktionelle Beleuchtung für Gästezimmer

In Hotelzimmern sollten Leuchtendesign und Lichtfarben auf die Einrichtung abgestimmt und die Beleuchtungsstärken auf die jeweilige Anwendung anpassbar sein, zum Beispiel hohe vertikale Beleuchtungsstärken vor dem Spiegel.

Für einfach abrufbare Lichtszenen sind die Leuchten sinnvoll zu gruppieren und voreinzustellen. Durch automatisches Ausschalten des Lichts mithilfe von Präsenz- und Bewegungsmeldern kann in leeren Zimmern viel Energie gespart werden. In Zimmern sowie auf Gängen wird Sicherheitsbeleuchtung entweder über extra Systeme, in Leuchten mit Doppelfunktion oder als Zusatzsystem in vorhandenen Leuchten integriert.

Entspannende Beleuchtung für Wellnessbereiche

In Wellnessbereichen ist alles auf Erholung und Regeneration eingestellt. Neueste Erkenntnisse zeigen, dass sich Menschen mit einer Beleuchtung, die dem natürlichen Tagesverlauf folgt, am schnellsten erholen. Zusätzliche Effekte und Farben machen die Beleuchtung wiederum interessant. Dank weitgehend automatisierter Programmabläufe und intuitiver Bedienoberflächen lässt sich die Beleuchtungsanlage leicht vom Anwender bedienen.

Geschmackvolle Beleuchtung für Restaurants

Im Restaurant erwarten Gäste Wohlfühl-atmosphäre, die wohnlich, freundlich und harmonisch sein soll. Zum Komfort gehört eine nicht zu hohe Grundbeleuchtung, bei der die Speisen und Getränke dennoch klar erkennbar sind. Punktuelle Zusatzbeleuchtung sorgt für besondere Akzente an den Tischen und im Raum. Anpassungen an den Tagesverlauf, zum Beispiel von Lichtfarbe und Beleuchtungsstärke erfolgen idealerweise automatisch. Die grundlegende Bedienung der Beleuchtung sollte einfach und unkompliziert sein, Änderungen der Lichtszenarien sollten nur durch Fachpersonal vorgenommen werden.

[licht.spezial] Events

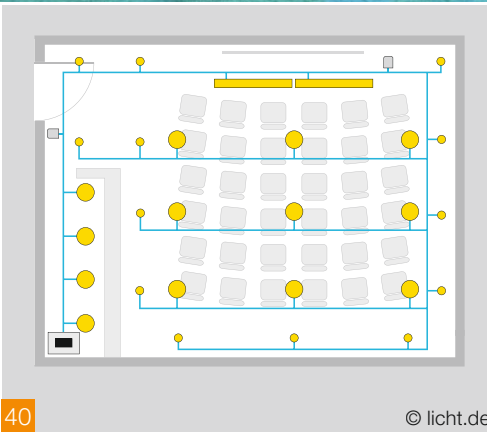
Viele Hotels besitzen größere und kleinere Veranstaltungsräume, die vielfältig genutzt werden können: tagsüber als Konferenz-, Tagungs- oder Vortragssaal, abends und nachts als Partyraum oder Ballsaal. Hier bieten sich für moderne Lichtmanagementsysteme ideale Einsatzmöglichkeiten. Das



38



39



40

© licht.de

[40] Veranstaltungsraum:

- Ein zentrales DALI-Steuergerät
- Akzentuierende Beleuchtungssteuerung
- Für unterschiedliche Szenarien wie z. B. Vortrag oder Filmvorführung
- Saal-, Theken-, Präsentations- und Verkehrswege-Beleuchtung an einer DALI-Steuerleitung
- Adressierung für Gruppenbildung und Szenenprogrammierung
- Bedientaster an mehreren Stellen im Raum

Abrufen bereits programmierter Lichtszenen ermöglicht dem Hotelpersonal am Abend die einfache und schnelle Anpassung der Beleuchtung auf den neuen Nutzungszweck des Raums.

Die richtige Beleuchtung und modernes Lichtmanagement in Hotellerie und Gastronomie schaffen besonderes Ambiente, ermöglichen mehr Komfort und unterstützen einen energiesparenden, nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Damit leisten sie in vielerlei Hinsicht einen wichtigen Beitrag für ein positives Image und erfolgreiche Kundenbindung.

Neubau oder Sanierung?

Besonders Tagungs- bzw. Mehrzweckräume und Wellnessbereiche benötigen flexible Beleuchtung. Wenn das Lichtmanagementsystem direkt beim Bau eingeplant wird, können kabelgebundene Lösungen gewählt werden, die kostenoptimiert sind und wenig Aufwand bei der Inbetriebnahme erfordern. Hier ist eine Wartung durch eine Monitoring-Lösung von Vorteil, da die normale Wartung autark erfolgen kann und Optimierungen oder Änderungen von Fachleuten ohne viel Aufwand einfach umgesetzt werden können. Die Umsetzung eines Lichtmanagementsystems in bereits bestehenden Gebäuden wie z. B. einem historischen Schlosshotel erfordert gute Planung unter Berücksichtigung der architektonischen und technischen Gegebenheiten, im Wesentlichen immer den Nutzerkomfort im Blick. Außerdem ist die Installation eine Frage des Aufwands: Sind noch weitere Sanierungsmaßnahmen geplant, macht eventuell die Verlegung weiterer Kabel für das Lichtmanagementsystem Sinn, anderenfalls bieten sich funkbasierte Lösungen an. Auch Parkhäuser können leicht mit funkvernetzten Leuchten und Sensoren aufgerüstet werden, um Energie einzusparen – ohne den Nutzerkomfort zu schmälern.



Weiterführende Informationen zu Besprechungsräumen und Korridoren/Treppen finden Sie unter „Lichtmanagement für Büros“ (S. 18).

Gesundheits- und Pflegebereich: Sicherheit und Selbstständigkeit

Zahlreiche Studien belegen den Zusammenhang von guter Beleuchtung, Gesundheit und Wohlbefinden. Immer mehr Krankenhäuser, Seniorenheime und Pflegeeinrichtungen nutzen deshalb eine Beleuchtung, die zugleich ergonomisch, emotional ansprechend und gesundheitsfördernd ist. Modernes Lichtmanagement unterstützt die Patienten und Bewohner und entlastet das Personal.

Licht im Krankenhaus

Licht ist für kranke Menschen wie Medizin. Sie unterstützt das emotionale Empfinden und damit die Regeneration der Patienten. Während ihres Klinikaufenthaltes kommen Patienten jedoch nur selten oder gar nicht ins Freie, und nicht immer steht ihr Bett am Fenster. Eine Beleuchtung mit nichtvisueller Wirkung beeinflusst die biologischen Prozesse im menschlichen Körper positiv: Beispielsweise als besonders helles Licht, das die Wachphasen fördert, oder als dynamisches, dem Tageslichtverlauf angepasstes Licht, das mit unterschiedlichen Beleuchtungsstärken und wechselnden Lichtfarben die Wach- und Schlafphasen des Patienten unterstützt. Dynamische Lichtlösungen entlasten auch das Klinikpersonal. Therapiezeiten und Pflegebedarf sind geringer, wenn der circadiane Rhythmus der Patienten stabil ist. Beleuchtungssysteme mit voreingestellten Lichtstimmungen unterstützen zudem Motivation und Konzentrationsfähigkeit der Mitarbeiter.

[licht.spezial]

Melanopisch wirksames Licht

Bei älteren und kranken Menschen kann die innere Uhr, etwa durch längere Ruhezeiten oder Bettlägerigkeit, leicht durcheinandergeraten. Beleuchtung, die dem Tageslichtverlauf folgt, unterstützt den natürlichen Biorhythmus und sorgt für mehr Wohlbefinden, besseren Schlaf und damit bessere Gesundheit. Eine biologisch wirksame Lichtgestaltung lässt sich mit einem Lichtmanagementsystem einfach realisieren.

Licht im Seniorenheim

Altersbedingte Krankheitsbilder stellen hohe Anforderungen an die Beleuchtung in Pflegeheimen. Viele Bewohner sehen schlecht. Hinzu kommt: 60 bis 80 Prozent der Bewohner in Seniorenpflegeheimen leiden an unterschiedlichen Formen der Demenz. Ihre Bewegungsabläufe werden unsicherer, die Sturzgefahr steigt. Mangelnde Aktivität führt zu erhöhter Schläfrigkeit am Tag und zu unruhigen Nächten. Viele Anwendungen belegen heute, dass neben ausreichend hellem Licht eine Beleuchtung mit nichtvisuellen Wirkungen zu deutlich mehr Aktivität und Wohlbefinden der Bewohner beiträgt. Die Nutzung von möglichst viel natürlichem Tageslicht und eine biologisch wirksame Beleuchtung können viel dazu beitragen, die Lebensqualität für ältere Menschen lange zu erhalten. Zugleich werden weniger Schlafmittel benötigt und das Pflegepersonal wird entlastet.

Funktionale und komfortable Beleuchtung für Zimmer und Aufenthaltsräume

Durch die körperlichen und geistigen Einschränkungen mancher Patienten und Bewohner ist eine Bedienung der Beleuchtung nur per Lichtschalter nicht sinnvoll. Bewegungsmelder, die das Ein- und Ausschalten automatisch übernehmen, festgelegte, programmierbare Abläufe und die Option einer Fernsteuerung erleichtern die alltäglichen Wege und Verrichtungen. Neben der Funktionsbeleuchtung müssen aber auch Beleuchtungssysteme vorhanden sein, die eine angenehme Atmosphäre



verbreiten und sich individuell an unterschiedliche Bedürfnisse, Betätigungen und Situationen anpassen lassen.

Sichere Beleuchtung für Flure und Wege

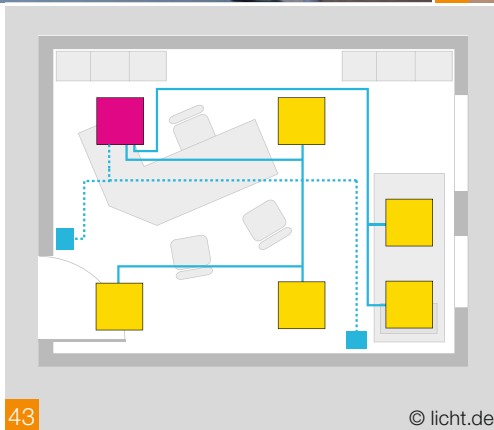
Wenn Treppen, Kanten und Unebenheiten etwa durch eine bewegungsmeldergesteuerte Nachtbeleuchtung klar erkennbar sind, sinkt das Risiko von Unfällen. Können sich ältere oder kranke Menschen durch geschickte Umgebungsbeleuchtung außerdem besser orientieren, fühlen sie sich deutlich weniger unsicher. Eine Erhöhung der vertikalen Beleuchtungsstärken, sodass zum Beispiel Gesichter besser erkennbar sind, trägt ebenfalls zu mehr persönlichem Wohlbefinden bei.

Entspannende Beleuchtung für Untersuchungs- und Behandlungsräume

Damit sich die Patienten während Untersuchungen besser entspannen können, sollte es möglich sein, verschiedene Voreinstellungen der Beleuchtung aufzurufen, die eine Atmosphäre schaffen, die für die jeweiligen medizinischen Abläufe besonders geeignet ist. Vor und nach der Behandlung sollte die Allgemeinbeleuchtung keinen zu großen Kontrast darstellen, um eine Blendung zu vermeiden.



42



43

© licht.de

Das richtige Lichtmanagement in Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen unterstützt das Wohlbefinden der Patienten und Bewohner und erleichtert die Aufgaben der Betreuungspersonen und Helfer.



44

[41+42] Dynamisches Licht im Patientenzimmer, das dem Tageslicht in Farbe und Helligkeit folgt, unterstützt die Heilung.

[43] **Sprechzimmer:**

- Vier Leuchten für Allgemeinbeleuchtung mit wechselnder Lichtfarbtemperatur (3000 K bis 6500 K)
- Eine Leuchte mit integriertem Steuergerät
- Lichtfarbe angepasst an den natürlichen Tagesverlauf
- Zwei zusätzliche Leuchten für den Untersuchungsbereich
- Taster an der Tür und am Untersuchungsbereich

[44] Automatische Anpassung der Lichtatmosphäre gibt dem Aufenthaltsraum Flair und entlastet das Personal.

Neubau oder Sanierung?

Gerade im Gesundheitswesen kommt es auf biologisch wirksames Licht an, das sich mit einem Lichtmanagementsystem gut realisieren lässt. Hier sind kabelgebundene Systeme zu bevorzugen, die mit anderen (z. B. medizinischen Geräten) weniger Wechselwirkungen haben und von festen Stationen wie Schaltern oder Wandpanels aus zu bedienen sind. Flexibilität im Sinne von anderen bzw. verschiedenen Nutzungen ist weniger gefragt, deshalb kann dem System ein festes Programm wie z. B. ein Tagesablauf mit tageslichtabhängiger Zusteu-erung zugrunde gelegt werden. In der Praxis bedeutet hier eine Sanierung meist Umbaumaßnahmen.



Straßen, Wege und Plätze: Sicherheit, Effizienz und Attraktivität

Die Beleuchtung im öffentlichen Raum sorgt vor allem für Orientierung und Sicherheit, trägt darüber hinaus aber auch zu einer attraktiven Gestaltung des Stadtbildes bei. Besonders wichtig bei der Wahl der Lichtsysteme sind hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit, da die zu beleuchtenden Flächen meist groß und die Brenndauern lang sind. Energieeinsparungen lassen sich insbesondere durch Lichtmanagementsysteme mit Tageslichtsensoren und Bewegungsmeldern realisieren.

Effiziente bedarfsorientierte Beleuchtung

Mit Lichtmanagementsystemen lassen sich im öffentlichen Raum beträchtliche Energieeinsparpotenziale erschließen. Jeder einzelne Lichtpunkt kann je nach Bedarf ein- und ausgeschaltet oder gedimmt werden. Zudem werden Informationen über Betriebszustand, Energieverbrauch und Ausfälle gesammelt und mit exakter Zeit- und Positionsangabe auf einem zentralen Rechner gespeichert. Durch die immer weiter verbreitete Nutzung elektronischer Betriebsgeräte und moderner Lichtquellen ist die Beleuchtung flexibler geworden. Einzelne Lichtpunkte oder Gruppen lassen sich bedarfsorientiert digital schalten oder dimmen, um das Beleuchtungsniveau den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Vorteile bedarfsorientierter Beleuchtung:

- Energieeinsparung (kWh, Euro und CO₂)
- Situationsgerechtes Lichtniveau
- Effizientere Wartung
- Verbesserung der Sicherheit
- Umweltschutz: weniger Lichtverschmutzung, Artenschutz Insekten

Autarke Systeme

Die einfachste Möglichkeit ist eine Standalone-Lösung, bei der entweder die Steuereinheit in das Vorschaltgerät integriert ist

oder die Leuchte über eine Sensorik verfügt. Der Vorteil der autarken Lichtsteuerung besteht darin, dass keine zusätzlichen Komponenten wie zentrale Steuergeräte und Steuerleitungen notwendig sind. Allerdings muss hier jedes Gerät einzeln programmiert werden. Sollten sich im Nachhinein Änderungen bei den Einstellungen ergeben, so muss jede Leuchte direkt vor Ort durch einen Fachmann neu programmiert werden. Zudem erlaubt dieses System keine Rückschlüsse über ausgefallene Leuchtmittel etc.

Telemanagement-Systeme

Telemanagement-Systeme erlauben den Zugriff auf die Leuchten aus der Ferne durch eine zentrale Steuereinheit. Jeder Lichtpunkt bekommt eine eigene Adresse zugewiesen, wodurch er exakt gesteuert und überwacht werden kann. Von der Steuerzentrale aus kann über eine Netzwerkverbindung das Steuergerät angesteuert oder die Programmierung verändert werden. In der anderen Richtung können Informationen der Beleuchtungsanlage, wie beispielsweise Störungen, ausgewertet werden. Zur Datenübertragung zwischen Steuergerät und Leuchte bzw. EVG gibt es drei unterschiedliche Verfahren: Powerline-Kommunikation, lokales Funknetzwerk sowie GSM-/GPRS-Kommunikation.



48

GPRS-Module in Straßenleuchten ist derzeit eine favorisierte Lösung, da sie akzeptable Investitionskosten durch attraktive Materialkosten und deutlich einfachere Installation und Inbetriebnahme mit geringen Betriebskosten kombiniert.

[45] Autarke Lichtsteuerung:

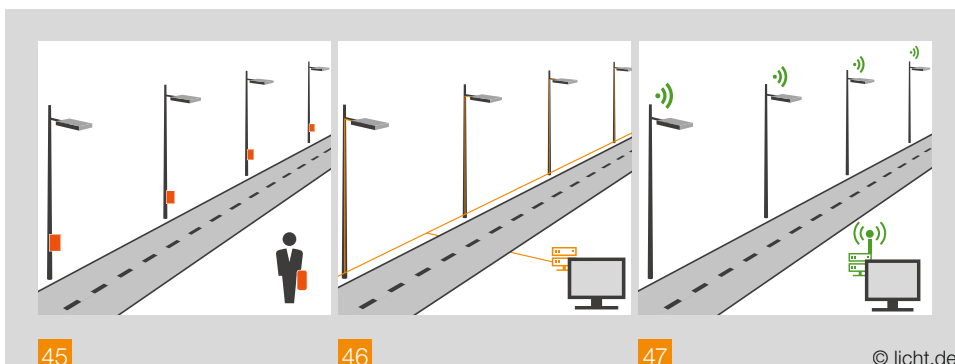
- Steuerung wird an jeder Leuchte direkt programmiert
- Steuerung nur vor Ort möglich
- Keine automatische Meldung von Lampenausfällen

[46] Lichtsteuerung über Powerline-Verfahren:

- Das vorhandene Stromnetz wird zur Steuerung genutzt
- Automatische Meldung von Lampenausfällen möglich
- Steuerung von einem zentralen Ort aus

[47] Lichtsteuerung über Funk:

- Steuerungssignal wird per Funk übertragen
- Signalverstärker in den Leuchten erweitern das Netz
- Automatische Meldung von Lampenausfällen möglich
- Steuerung von einem zentralen Ort aus



© licht.de



49

[licht.spezial] Historisches Umfeld und neueste Technik: Alt-Arnsberg – ein Beispiel für innovatives städtisches Lichtmanagement

Die Brückensanierung in Alt-Arnsberg ist ein Musterbeispiel dafür, wie mit moderner Beleuchtungs- und Lichtmanagement-technik auch ein kritischer Verkehrsraum multifunktional und attraktiv umgestaltet werden kann.

Die Beleuchtungslösung

Je nach aktueller Nutzung ist eine Zweckbeleuchtung für den Straßenverkehr oder eine akzentuierende Beleuchtung für den Veranstaltungsbetrieb gewünscht. Die Leuchten haben deshalb zusätzlich zum optischen System für die Verkehrsbeleuchtung eine dekorative Lichtkomponente, die wahlweise in den Farben Weiß oder Blau erscheint. Moderne Lichtmanagement-technik bietet ideale Lösungsmöglichkeiten für die Steuerung. Das aufgrund des Verkehrsaufkommens erforderliche hohe Beleuchtungsniveau lässt sich dimmen (z. B. durch LED-Leuchten mit dimmbaren Betriebsgeräten). Gesteuert werden die Leuchten mittels eines Funksignals, das von Leuchte zu Leuchte weitergegeben wird.

Ein Signalgeber mit relativ kurzer Funkreichweite und einer über Mobiltelefon erreichbaren IP-Adresse genügt, um bequem aus der Ferne oder vor Ort mit einem Smartphone, einer intuitiven Bedienoberfläche und der erforderlichen Berechtigung voreingestellte Lichtszenen aufrufen zu können. So sind zusätzliche Installationskosten durch neue Anschlussleitungen für eine leitungsgebundene Schnittstelle nicht erforderlich geworden. Der Funktechnik wurde auch deshalb der Vorzug gegeben, weil sich

das System so viel einfacher erweitern lässt. Die Konfiguration der Anlage erfolgt über einen Tablet-PC.

Neben dem Wechsel der Lichtfarben und des Beleuchtungsniveaus für den Veranstaltungsbetrieb können wichtige Betriebsdaten für das Energie-Monitoring wie auch für die Wartung mit dem Lichtmanagementsystem erfasst und bereitgestellt werden.

[48] Beleuchtung sorgt bei Dämmerung und Dunkelheit für mehr Sicherheit und Orientierung. In Innenstädten sind die Leuchten zudem ein wichtiger Teil der Stadtarchitektur und prägen mit ihrer Erscheinung auch tagsüber das Stadtbild.

[49] Durch den neuen Kreisverkehr konnten eine Linksabbiegerspur eingespart und die Fußwege verbreitert werden. Dies gestattet die Einbeziehung der Brücke in ein neues Verkehrs- und Veranstaltungskonzept mit Einsatz moderner Beleuchtungs- und Lichtmanagementtechnik.

Modernes Lichtmanagement sorgt auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen für das richtige Licht zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Menge. Damit gewährleistet es zugleich hohe Effizienz und Sicherheit.



Heft 03 „Straßen, Wege und Plätze“.

Neubau oder Sanierung?

Gerade in der Straßenbeleuchtung stellt sich sehr oft die Frage: Können die Masten oder sogar die Leuchtenköpfe weiter genutzt werden? Eine lichttechnisch gute Lösung mit Überwachung und zentraler Steuerung lässt sich eigentlich nur über einen kompletten Austausch der Leuchten erreichen. Dieser Aufwand rechnet sich durch das energiesparende Ergebnis einer Sanierung mit intelligenten Betriebsgeräten und autarker Steuerung.

Zwei Sanierungsansätze bieten sich an:

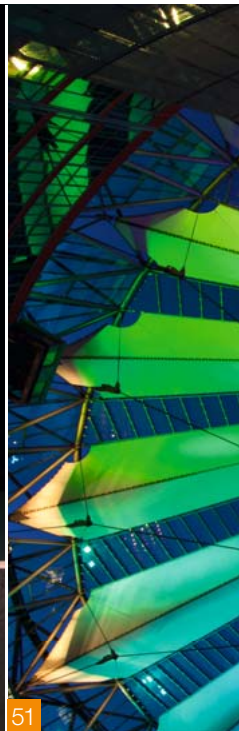
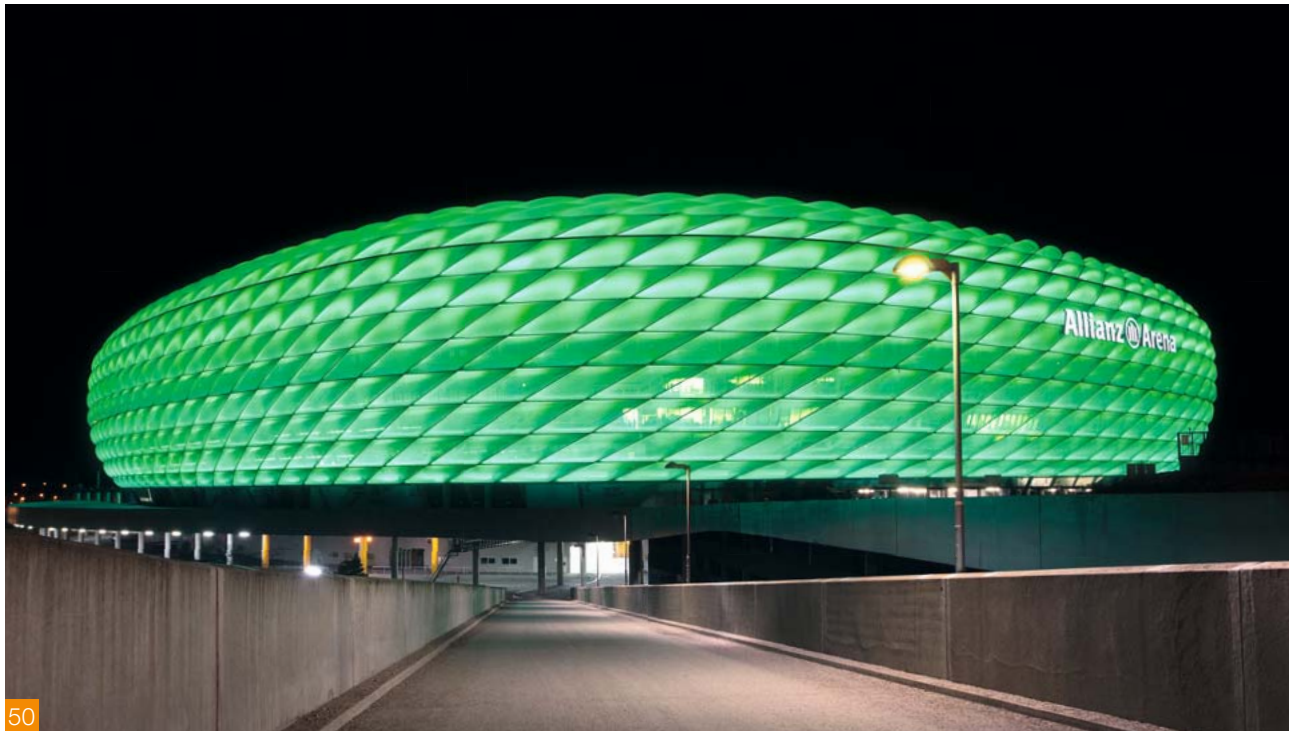
1. Straßenzugweise: Hier zeigt sich das Straßenbild einheitlich und elegant, der Planungs- und Investitionsaufwand ist aber relativ hoch. Die Umsetzung kann in allen verfügbaren Technologien (PLC, RF; GSM/GPRS) erfolgen.
2. Bedarfsgeführt: Die Leuchten werden nach Fälligkeitsdatum ausgetauscht und erzeugen daher lediglich geringen Investitions- und Planungsaufwand, ergeben aber auch ein heterogenes und möglicherweise wenig ansprechendes Straßenbild. Hier ist die Auswahl der umsetzbaren Technologien auf GSM/GPRS beschränkt.

Bei der Ausrüstung neuer Straßenzüge empfiehlt sich der Einsatz von LED-Leuchten in Kombination mit einer modernen Lichtsteuerungslösung. Je nach Bedarf kann die Steuerung zentral oder autark erfolgen.

Das Stadtmarketing lebt von architektonischen Sehenswürdigkeiten und Veranstaltungsorten mit starker Anziehungskraft. Eine flexible Nutzung dieser Räume erfordert Lichtmanagement und bietet in unserer schnelllebigen Zeit die Möglichkeit, sich immer wieder neu und interessant zu präsentieren. Dabei müssen häufig bereits vorhandene Komponenten berücksichtigt werden. Aus Kostengründen werden daher oft einfach erweiterbare, funkbasierte Systeme eingesetzt. Bei Neubauten kommen wiederum eher verkabelte Lösungen zum Einsatz. Eine zentrale Steuerung dieser Systeme mit Monitoring ist dafür von Vorteil.

Architekturbeleuchtung: Wirkung und Gestaltung

Die Architekturbeleuchtung hat längst einen Wandel zum Architainment vollzogen – einem Mix aus architektonischem und entertainerorientiertem Licht. In der Architekturbeleuchtung haben Systeme die Aufgabe, zu repräsentieren und prägen das Image eines Gebäudes oder einer Stadt. Die Beleuchtung ist zu einem Erlebnis für den Betrachter geworden und erweckt Bauwerke mit all ihren architektonischen Besonderheiten zum Leben.



[50] Farbiges und dynamisches Licht lässt Gebäude aus der Ferne wirken und macht sie interessant. Zudem kann sich die Fassadenbeleuchtung so wechselnden Events anpassen.

[51] Mit der richtigen Lichttechnik und einem flexiblen Steuerungskonzept kann nicht nur eine spektakuläre Beleuchtung erzielt werden, sondern auch Energie eingespart werden.

[52] Auch Bürogebäude können Flagge zeigen und je nach Bedarf verschieden beleuchtet werden. Lichtmanagement zeigt den Charakter des Gebäudes mit allen seinen Facetten.

Fassadenbeleuchtung und Gebäudegestaltung

Mit der Einführung der LED sind die aufwendigen Effekte der Theater- und Showbühnen bei der Architekturbeleuchtung angekommen. Die Beleuchtung kann Millionen von Farben annehmen, Akzente setzen und verblassen lassen, Stimmung in einem Raum oder Atmosphäre in einer Fläche kreieren. Bei der Leuchten- und Systemwahl sollten grundsätzlich drei Entscheidungen getroffen werden:

Leuchtenwahl – einfarbig oder bunt?

LED-Leuchten mit fixem weißem oder farbigem Licht können geschaltet oder gedimmt werden. RGB-LED-Leuchten bieten wesentlich mehr Möglichkeiten, von der einfachen Farbwahl zu Farbwechseln

und dynamischen Abläufen bis hin zu richtigen Lichtshows. Der Einsatz von Mehrkanalleuchten (z. B. 4-/5-Kanalleuchten) ermöglicht aufgrund des erweiterten Farbspektrums die gezielte Anpassung an die zu illuminierenden Materialien. So wählt man zum Beispiel gelbliches für warme Materialien wie Holz und bläuliches für kältere Materialien wie Beton.

Automation: Set-and-forget oder Flexibilität?

Wiederkehrende Abläufe basierend auf Uhrzeit oder astronomischem Kalender bedürfen anderer Komponenten als Systeme, die flexibel genutzt werden sollen. Bei flexiblen Systemen kann die Interaktion von einfachen Schaltern bis hin zu sensorgesteuerten Effekten reichen oder aber auch interaktiv gesteuert werden.



Installation: Integration oder Anstrahlung?

Eine fassaden- oder gebäudeintegrierte Beleuchtung hat eine deutlich andere Wirkung als die Anstrahlung einer Fassade oder der Gebäudehülle.

Folgende fundamentale Gestaltungselemente stehen zur Verfügung:

1. Schalten (An/Aus) einzelner Leuchten oder Leuchtengruppen nach Konzept (DALI)
2. Statisches Dimmen einzelner Leuchten oder Leuchtengruppen nach Konzept (Phasenanschnitt/-abschnitt)
3. Dynamisches Steuern, Pulsieren und Dimmen über Flächen mit DMX/Ethernet
4. Bespielung einer Fläche mit Video Content durch ein Pixelsystem (Ethernet)

In der dynamischen Fassadenbeleuchtung sind häufig schnelle Farbwechsel und/oder viele einzeln zu adressierende Leuchten gefragt. Hier stößt DALI an sein Grenzen. Empfehlenswert kann daher der Einsatz von DMX-Steuerungen sein, die hierfür optimal geeignet sind.

[licht.spezial] Lichtwerbung

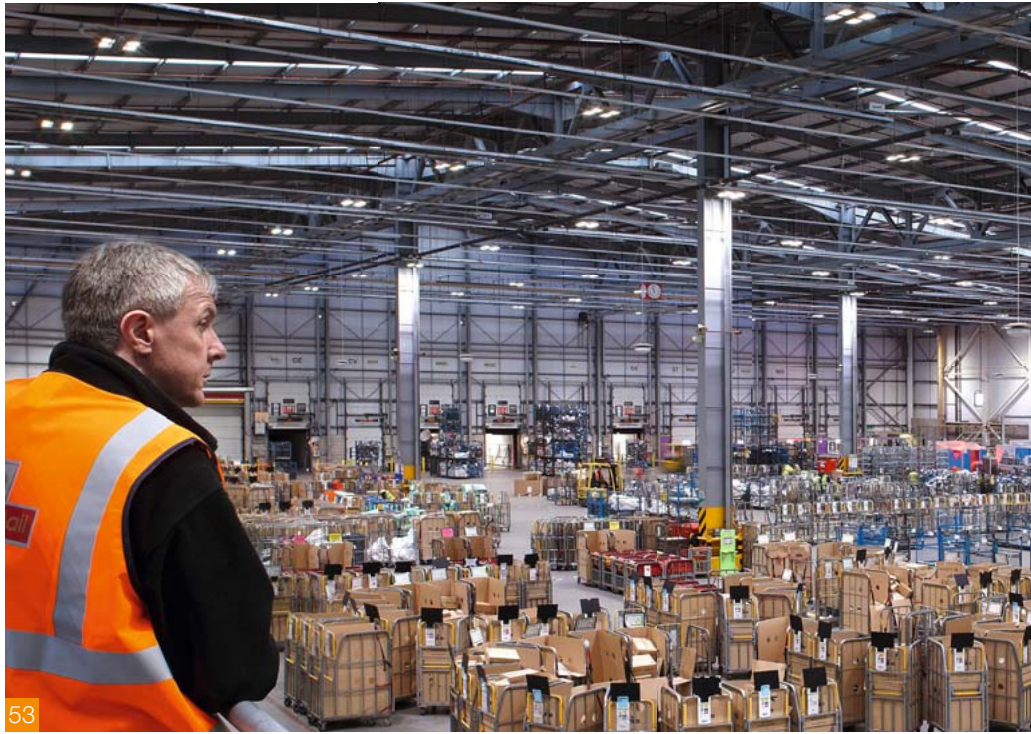
Ob Leuchtkästen, Logos oder Schriftzüge: In der Lichtwerbung ersetzen LEDs heute fast überall die klassischen Neonröhren. Sie ermöglichen eine homogene, dabei filigrane und vor allem auch dynamische Hinterleuchtung. Je nach Anwendung sind hier die Übergänge zur Veranstaltungstechnik fließend, sodass das Lichtmanagementsystem dann die entsprechende Schnittstelle (DMX) haben sollte. Grundsätzlich bieten sich für das Lichtmanagement jedoch zwei Lösungen an: Personenerkennung und Farbwechselsysteme. Bei der ersten Variante wird über eine DALI-Verbindung ein Radarsensor angeschlossen. Hier geht es primär um zwei Effekte: Energie sparen und Kunden auf eine Werbung aufmerksam machen, indem die Anlage hochfährt, sobald der Sensor den Betrachter erfasst hat. Die zweite Variante eignet sich vor allem für dekorative Anwendungen, bei denen ein Farbspiel simuliert werden soll. Das geschieht in der Regel mit in der Lichtfarbe variierbaren weißen LED-Modulen oder regelbaren farbigen LED-Modulen mit roter, grüner, blauer und weißer LED.

Moderne Leuchten und Lichtmanagementsysteme für Architekturbeleuchtung inszenieren und gestalten Fassaden und Gebäude eindrucksvoll mit Licht. Sie schaffen neue Highlights, beleben das Stadtbild und sorgen für Begeisterung.

Neubau oder Sanierung?

Lichtmanagementsysteme können Gebäude zum Leben erwecken: z. B. mit Farbspielen auf Fassaden, durch das Hervorheben von architektonischen Besonderheiten wie Nischen, Erkern und Vorsprüngen oder auch mit Zeigefinger-/Laserpointer-Effekten, die auf besonders bedeutsame Punkte hinweisen können. Dafür ist die Flexibilität eines Lichtmanagementsystems von Vorteil, denn hier braucht nicht sofort mechanisch umgerüstet werden, wenn die Beleuchtung geändert werden soll.

Bei historischen Gebäuden erfolgt dies im Nachrüstverfahren, dafür bieten sich dann eher funkbasierte Systeme an, denn entsprechende Kabel sind meist nicht vorhanden. Bei modernen Prestigebauten dagegen empfiehlt es sich dringend, die Systeme entsprechend einzuplanen, dann steht einer zentralen Steuerung und Fernwartung bzw. einem Monitoring nichts im Wege.



Monitoring und Wartung für eine kontinuierliche Funktionalität

Mit wachsenden Anforderungen an die Lichtsteuerung steigt deren Komplexität – und damit auch der Bedarf, das implementierte System regelmäßig zu warten und auf den neuesten Stand zu bringen. Durch Fernüberwachung kann der Aufwand für die Wartung auf gezielte Maßnahmen konzentriert und durch präventive Routinemaßnahmen kostenoptimiert werden.

Bessere System-Performance durch Monitoring

Viele Systeme ermöglichen durch Fernzugriff die Überwachung (Monitoring) der Leuchten und der Steuerung. So können vorausschauende Wartungskonzepte schon im Vorfeld erstellt werden und so die täglichen Arbeitsabläufe unterstützen. Auch kann der Betreiber per SMS oder E-Mail über den Ausfall einzelner Leuchten informiert werden, einen täglichen Statusreport erhalten oder mit ein paar Mausklicks die Szenen von verschiedenen Gruppen ändern.

Erhalt und Erweiterung der Funktionalität

Bei einer Wartung können die bestehenden Funktionen sichergestellt und bei Bedarf durch den Einsatz zusätzlicher Hardware oder Software erweitert werden. Sei es der Austausch, die Reinigung oder das Ausrichten der Leuchten und Sensoren, das

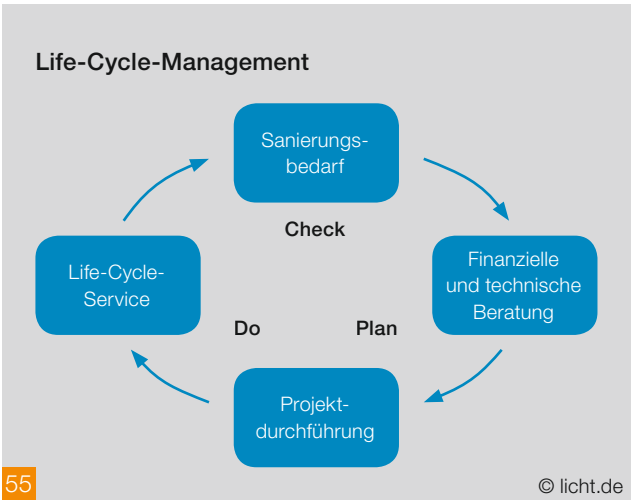
Kalibrieren der Tageslichtregelungssensoren, die Anpassung der Anwesenheitserkennung durch eine veränderte Nutzung der Räumlichkeiten oder die Realisierung neuer Lichtszenen: Vieles kann an einer bestehenden Lichtmanagementanlage gewartet, angepasst und verändert werden, sodass die Nutzer immer den maximalen ökonomischen Vorteil und Komfort genießen.

Zuverlässige Performance durch Wartungsverträge

Grundsätzlich ist bei komplexeren Lichtmanagementlösungen der Abschluss eines Wartungsvertrags zu empfehlen, da nur durch die regelmäßige Kontrolle der volle Funktionsumfang über die Lebensdauer des Systems sichergestellt werden kann. Der Abschluss einer erweiterten Gewährleistung deckt meistens nur die Komponenten, nicht aber die Funktionsfähigkeit der Installation ab.



54



55

[53] Bereits in der Planungsphase ist es wichtig, alle Aspekte der Wartung und Instandhaltung im Blick zu behalten.

[54] Ein Lichtmanagementsystem zeigt an, wenn Wartungszyklen erreicht sind und ob Fehler oder Defekte in der Anlage vorliegen. Damit wird die Wartung deutlich effizienter.

Cleverer Investition mit hoher Wirtschaftlichkeit

Die Investition in intelligente Lichtmanagementsysteme spart nachhaltig Betriebskosten. Häufig lohnen sich die anfänglichen Mehrkosten gegenüber einer nicht gesteuerten Beleuchtungsanlage schon nach kurzer Zeit. Von diesem Zeitpunkt an kann die weitere Einsparung der Energiekosten als Gewinn betrachtet werden. Wichtig ist, die Faktoren zu kennen, die das Einsparpotenzial und damit den möglichen Ertrag bestimmen. Weiche Faktoren wie Imagebildung oder Umweltschutz werden in der Regel nicht abgebildet.

Einflussfaktoren der Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit einer Beleuchtungsanlage wird bestimmt durch ihren Nutzen sowie die Kosten, die sie verursacht. Das gleiche gilt für ein optionales Lichtmanagement, mit dem die Beleuchtungsanlage gesteuert werden kann. Die anwendungsspezifischen Nutzen des Lichtmanagements sind auf den vorangegangenen Seiten behandelt worden. Diese sind jedoch in der Regel schwierig in Euro und Cent zu beziffern, sodass an dieser Stelle nur der finanzielle Nutzen betrachtet werden soll.

Die auftretenden Kostenarten sind:

- Anschaffungs- und Installationskosten
- Ggf. Kapitalkosten (Zinsen)
- Wartungs- und Instandhaltungskosten
- Energiekosten

Aus ihnen setzen sich die Gesamtkosten der Beleuchtung (TCO, Total Costs of Ownership) zusammen, wobei sich diese auf einen festzulegenden Betrachtungszeitraum – maximal die Nutzlebensdauer des Lichtmanagementsystems – beziehen. Ein Lichtmanagement ist in diesem Sinne als wirtschaftlich anzusehen, wenn die Investitions- und Kapitalkosten durch die Einsparungen der Betriebskosten für Wartung und Energie kompensiert werden können, sich also vor dem Ende des Betrachtungszeitraumes bezahlt gemacht haben.

Der Wahl des Betrachtungszeitraumes kommt also eine besondere Bedeutung zu. In der Regel sollte er sich an der anzunehmenden, tatsächlichen Nutzungsdauer orientieren. Nach der Amortisation summieren sich die weiteren Betriebskosteneinsparungen zum finanziellen Nutzen des Systems (Gesamtertrag, siehe Abb. 2).

Eine Betrachtung der Amortisationszeit greift also in den meisten Fällen zu kurz. Sie führt in der Regel nicht zur wirtschaftlichsten Lösung (Entscheidung). Für die Anlage mit Lichtmanagement kann sich die Amortisationszeit aufgrund der höheren Anfangsinvestition verlängern, wohingegen sich der Gesamtertrag aufgrund der höheren Einsparungen über den Betrachtungszeitraum der Nutzung erhöht (siehe Abb. 2).

Für die **Energiekosten** ist insbesondere zu beachten: Der Energiepreis in Deutschland schwankt stark mit der Tendenz, dass er seit dem Jahr 2000 fast kontinuierlich steigt (siehe Abb. 3). Insofern ist es sinnvoll, die Leistungsaufnahme der elektrischen Beleuchtung zu reduzieren. Dies sollte als erstes durch eine geringe Anschlussleistung mittels effizienter Leuchten erfolgen. Weitere Einsparungen können dann durch Dimmen und die Reduzierung der Betriebszeiten mit Lichtmanagement erfolgen.

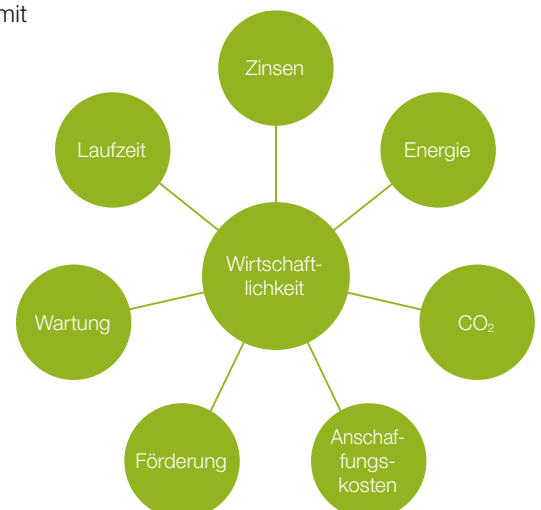
Die **Betriebsdauer** ist in der Regel durch die Arbeitszeiten und die Anwesenheitszeiten am Arbeitsplatz bestimmt. Konkrete Zahlen dafür sollten in der Regel mit dem Betreiber ermittelt werden. Wertvolle Hinweise dazu sowie zu den durch automatisiertes Ausschalten nutzbaren Abwesenheitszeiten befinden sich aber auch in der DIN V 18599-10.

Für das **Einsparen durch Dimmen** sind viele Faktoren relevant, z.B. die Größe der Fensterflächen, die geografische Lage und die Orientierung des Gebäudes. Das typische Einsparpotenzial für ein modernes Büro mit großen Fensterflächen (Tageslichteinfall) beträgt dabei in der Regel weit über 50 %.

Anschaffungskosten

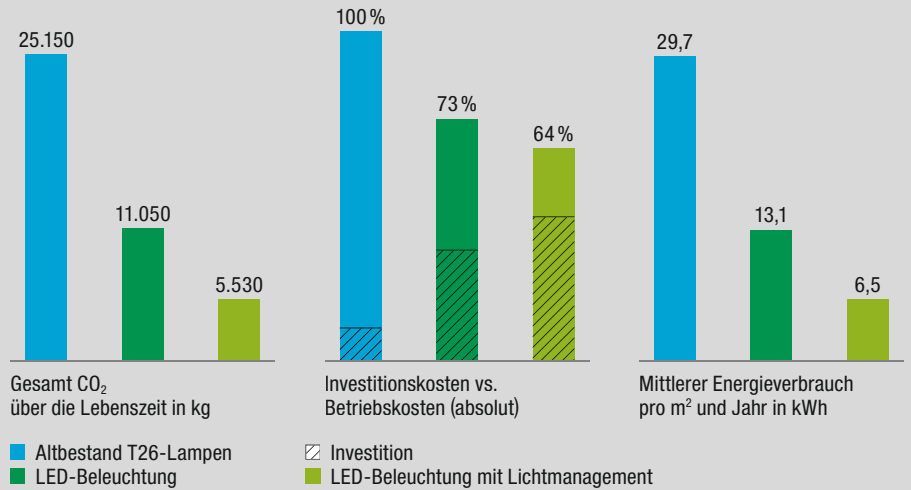
Die höheren Anschaffungskosten einer Anlage mit Lichtmanagement setzen sich zusammen aus:

- Gerätekosten
- Mehraufwand für Installationsmaterial
- Arbeitslohn für die Montage
- Arbeitslohn für die Inbetriebnahme



Weiterführende Informationen finden Sie unter „Gesetzliche Grundlagen“ (S. 12).

1) Energieverbrauch und Kosten für eine Lagerhalle im 24-Stunden-Betrieb



56

© licht.de

Förderungen

Beantragung von Fördermitteln ist auf jeden Fall zu empfehlen. Sie reduzieren die Investitionskosten und damit die Amortisationszeit.

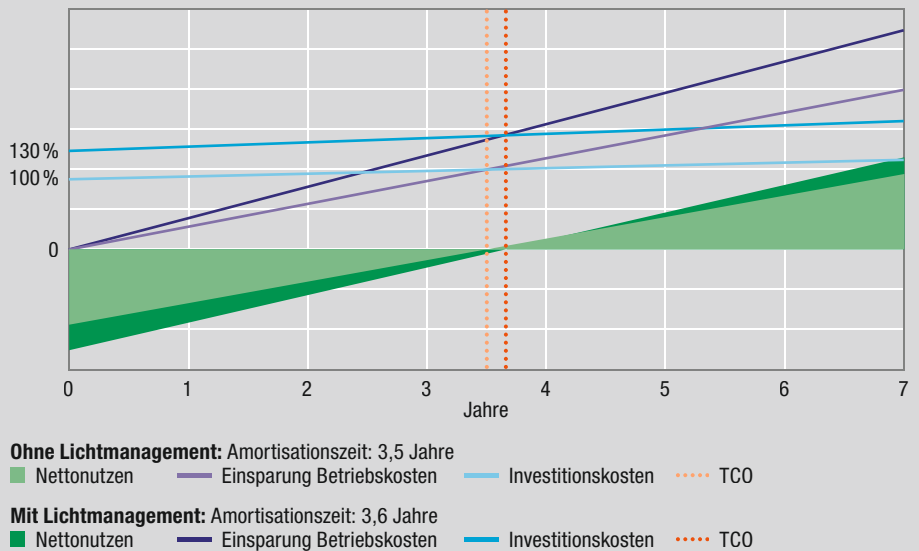
Wartung

Wartungskosten sind dediziert zu kalkulieren: Die Mehrkosten, die durch die Wartung entstehen, werden in der Regel durch eine längere Lebensdauer kompensiert. Jedoch ist die Ersparnis in der Regel größer durch z. B. zentrale Fehlermeldungen oder Erhöhung der Lebensdauer von Leuchtmitteln.

Laufzeit

Relevant ist die gesamte Nutzungsdauer der Anlage. Dies hängt von der Nutzung des Gebäudes ab. Während Industriebetriebe häufig in Maßstäben von Jahrzehnten planen, sind zum Beispiel im Ladenbau Anlagenlaufzeiten von fünf bis sieben Jahren üblich. Bei längeren Laufzeiten der Anlagen sind somit in der Regel auch längere Amortisationszeiten wirtschaftlich akzeptabel. In jedem Fall sollte bei der Entscheidung über die Investition von Anfang an berücksichtigt werden, ob eine vermeintlich günstigere Lösung in der Restlaufzeit nach ihrer Amortisation auch die Ertragsmöglichkeiten in optimaler Höhe ausschöpft.

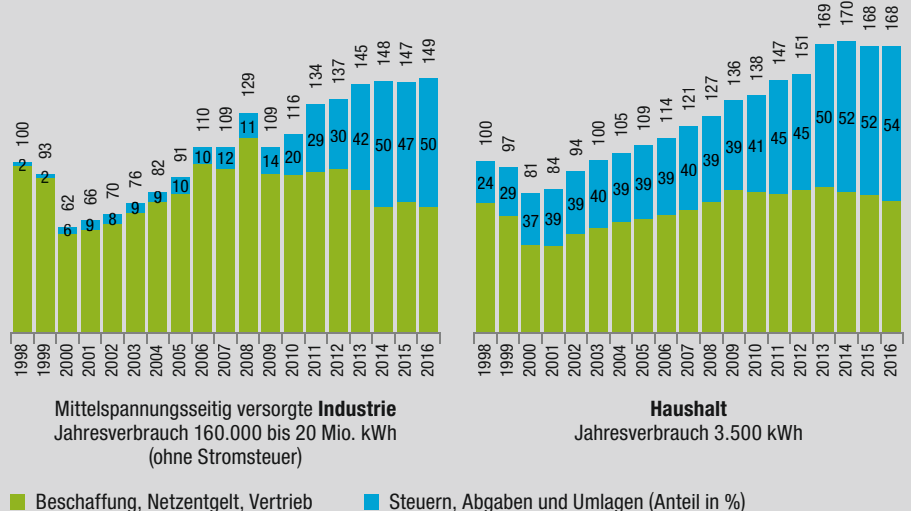
2) Kosten-Ertrags-Verlaufsgrafik am Beispiel einer Lagerhalle im 24-Stunden-Betrieb



57

© licht.de

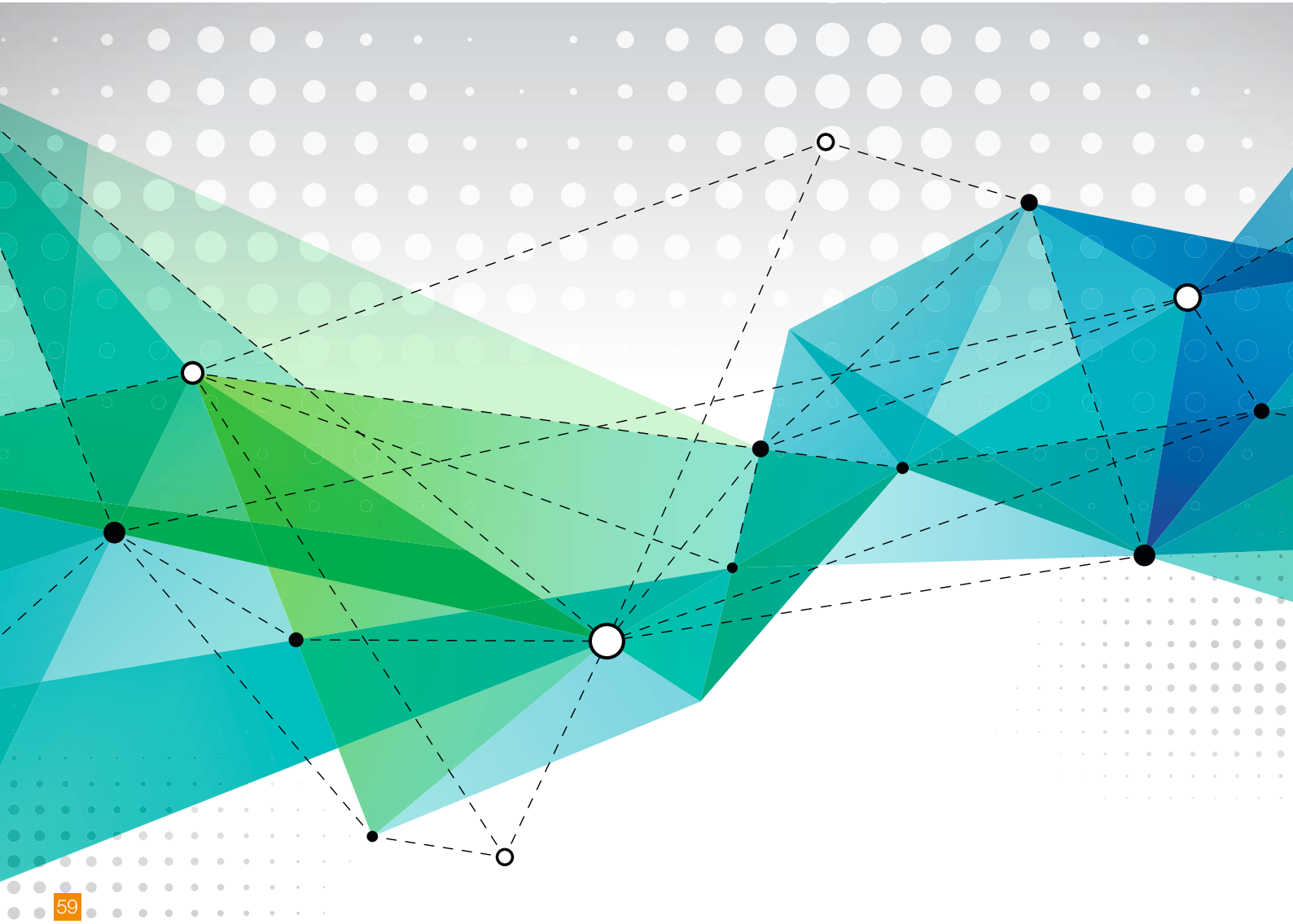
3) Entwicklung der Strompreise (Index 1998 = 100)



Quellen: VEA, BDEW; Stand: 01/2016

58

© licht.de



Einfache Anbindung an die Gebäudetechnik durch geeignete Schnittstellen

Steuerungs- und Regelungssysteme in der Gebäudetechnik sind das Schlüsselement für Effizienz, Komfort und Sicherheit. Damit alle technischen Komponenten von Heizung über Klima bis hin zur Beleuchtung an das System angebunden und von einer Hauptstelle angesteuert werden können, müssen die Schnittstellen kompatibel sein. Bei der Konzeption von Lichtmanagementsystemen sind die Schnittstellen der Leuchten ein wichtiges Thema. Dabei sind Funk- und Drahtlösungen in der Welt der Automation keine Gegensätze, sondern ergänzen sich ideal.

Möglichkeiten der Lichtsteuerung: Schnittstellen

Grundsätzlich ist zwischen zwei Ebenen zu unterscheiden, auf denen Schnittstellen in der Beleuchtungstechnik zum Einsatz kommen:

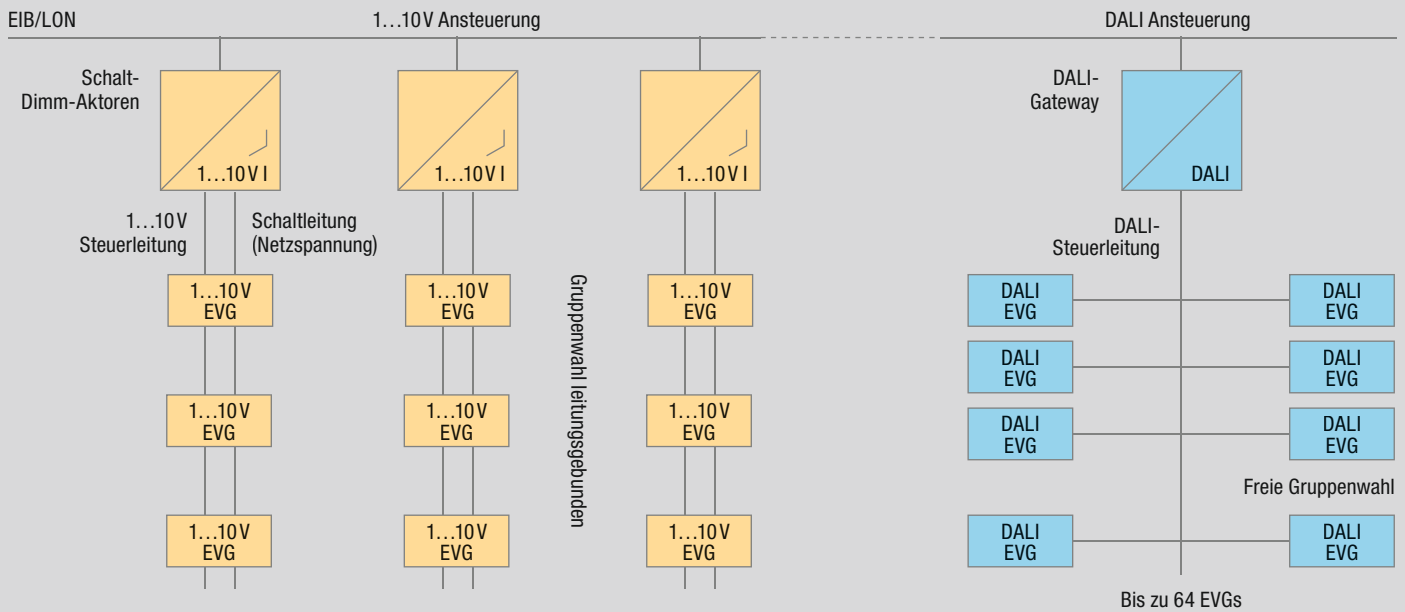
1. Beleuchtungsschnittstellen ermöglichen es dem Anwender, Steuerkomponenten und Leuchten mit gleicher Schnittstelle direkt miteinander zu verbinden. Ihre Funktionen

bzgl. der Beleuchtungssteuerung sind standardisiert.

2. Allgemeine Datenschnittstellen finden ihren Einsatz innerhalb eines Steuerungssystems. Auch diese Schnittstellen sind in der Regel standardisiert, jedoch nur bzgl. des Datenaustausches zwischen Sender und Empfänger. Ihre Funktionen bzgl. der Beleuchtungssteuerung werden herstellereinspezifisch definiert.

[59] Die optimale Anbindung von Leuchten und Lichtmanagement in die übergreifende Systemtechnik trägt entscheidend zu mehr Effizienz, Komfort und Sicherheit bei.

Analoge Schnittstelle 1...10 V



Eigenschaften der 1...10V- und DALI-Ansteuerung:

- Vorschaltgeräte und Steuergerät werden über eine zweiadrige Steuerleitung miteinander verbunden.
- Die Steuerspannung ist eine Kleinspannung, jedoch keine Schutzkleinspannung (SELV).
- EVG an verschiedenen Phasen können über dasselbe Steuergerät gedimmt werden.
- Die Steuerleitung darf mit der Netzspannung in gemeinsamer Mantelleitung verlegt werden.

Eigenschaften der 1...10V-Ansteuerung:

- Die Polarität ist zu beachten.
- Der Steuerstrom wird vom EVG erzeugt (max. 1.0 mA je EVG).
- Dimmfunktion via Schnittstelle, Schaltfunktion via Netzspannung.

Eigenschaften der DALI-Ansteuerung:

- Keine Polarität.
- Der Steuerstrom wird vom Steuergerät erzeugt (für max. 64 Betriebsgeräte).
- Dimmen und Schalten via Schnittstelle.

Außerdem kann unterschieden werden zwischen leitungsgebundenen und nicht leitungsgebundenen Schnittstellen (Funk, Infrarot etc.). Die Anzahl der Schnittstellen und die Anforderungen an die Funktionalität entscheiden über die Komplexität des Systems.

Netzschalter

Die einfachste Komponente, um Licht zu steuern, ist der Netzschalter. Dieser ist selbst nicht als Schnittstelle zu bezeichnen, da er keine Information übermittelt, sondern lediglich die Energieversorgung der Lichtquelle unterbricht. Ein Schalter kann jedoch über Schnittstellen (z.B. Funkschalter, Stromstoßrelais) bedient werden.

Phasendimmer (230-V-Wechselspannung, Dimmen der Last):

Auch Phasenanschnitt- und Phasenabschnittdimmer sind ursprünglich keine

Schnittstellen, sondern bewirken einen verringerten Stromfluss – und damit eine verringerte Leistungsaufnahme – eines Ohmschen Verbrauchers. Moderne Lichtquellen wie z.B. LED werden heute häufig mit Vorschaltgeräten ausgestattet, die die Form des Phasen- oder -abschnitts als Signal auswerten. Insofern werden diese wie eine Schnittstelle genutzt.

Touch-&Dim-Schnittstelle am EVG

Manche Betriebsgeräte für Lichtquellen wie z.B. Leuchtstofflampen oder LEDs verfügen über eine Touch-&Dim-Schnittstelle. Dies ist die einfachste Form einer Beleuchtungsschnittstelle. Mit einem Schließtaster wird die Phase des Netzanschlusses des Vorschaltgerätes an dessen Steuereingang getastet. Kurz tasten bedeutet an bzw. aus, lang tasten auf- und abdimmern. Diese Lösung ist nur für die Bedienung einzelner Betriebsgeräte geeignet. Auch Steuergeräte einiger Licht-

managementsysteme verfügen auf der Eingangsseite über eine Touch-&Dim-Schnittstelle, steuern die Leuchten an der Ausgangsseite jedoch z.B. mit DALI. Eine geringe Stand-by-Leistung ist hier erforderlich.

Analoge Schnittstelle 1...10 V

Eine seit vielen Jahren genutzte Schnittstelle bei Vorschaltgeräten in der technischen Beleuchtung ist die Schnittstelle 1...10 V – nicht zu verwechseln mit der Schnittstelle aus der Bühnentechnik (0...10V). Bei 1...10V-Schnittstellen liefert das Vorschaltgerät als aktive Last die Steuerspannung, welche mit angeschlossenen elektronischen Widerständen (Potentiometer) geändert werden kann.

DALI

Die digitale Beleuchtungsschnittstelle DALI (Digital Addressable Lighting Interface) wurde für den Gebrauch in der Gebäudeinstallationstechnik optimiert und ist häufig bei dimmbaren elektronischen Betriebsgeräten für professionelle Allgemeinbeleuchtung vorzufinden. Insbesondere Anwendungen mit dimmender Lichtregelung für die Energieeinsparung, aber auch Lichtszenensteuerungen stehen dabei im Vordergrund. Die Schnittstelle dient der Kommunikation zwischen einem Steuergerät (Master) und mehreren zu steuernden Betriebsgeräten (Slaves). An einer Steuerleitung können maximal 64 DALI-Teilnehmer betrieben werden.

Man unterscheidet zwei Kommunikationsprinzipien:

DALI Broadcast (Direct DALI) – alle Teilnehmer folgen gemeinsam dem Steuersignal.

DALI Adressierbetrieb – jeder Teilnehmer bekommt eine Individualadresse und kann optional bis zu 16 Gruppenadressen und 16 Szeneneinstellungen erhalten.

Große Installationsvorteile gegenüber anderen Schnittstellen sind der einfache

verpolungssichere Anschluss der DALI-Teilnehmer sowie die Leitungsführung mit der Netzversorgung (230V) in einer gemeinsamen Mantelleitung (z. B. NYM, 5-aderig).

Für DALI spricht aber noch vieles mehr:

- Definiertes Dimmverhalten (standardisierte Kennlinie)
- Schalten der Beleuchtung über die Steuerleitung (kein Relais)
- Voreinstellbare Werte: Minimalwert, Maximalwert, Einschaltwert, Dimmgeschwindigkeit u. v. m.
- Mehr Funktionalität bei einfacher Handhabung
- Umgruppierung an gemeinsamer Steuerleitung, ohne Änderung der Installation
- Rückmeldungen (z. B. schnelle Detektion von Lampenausfällen etc.)
- Vielfältige DALI-Steuergeräte, auch Gateways für die Integration in Gebäudemanagement (z. B. KNX)
- International standardisiertes Verfahren (Protokoll)
- Universell einsetzbar: für einfache Standard- und komplexe Highend-Anwendungen

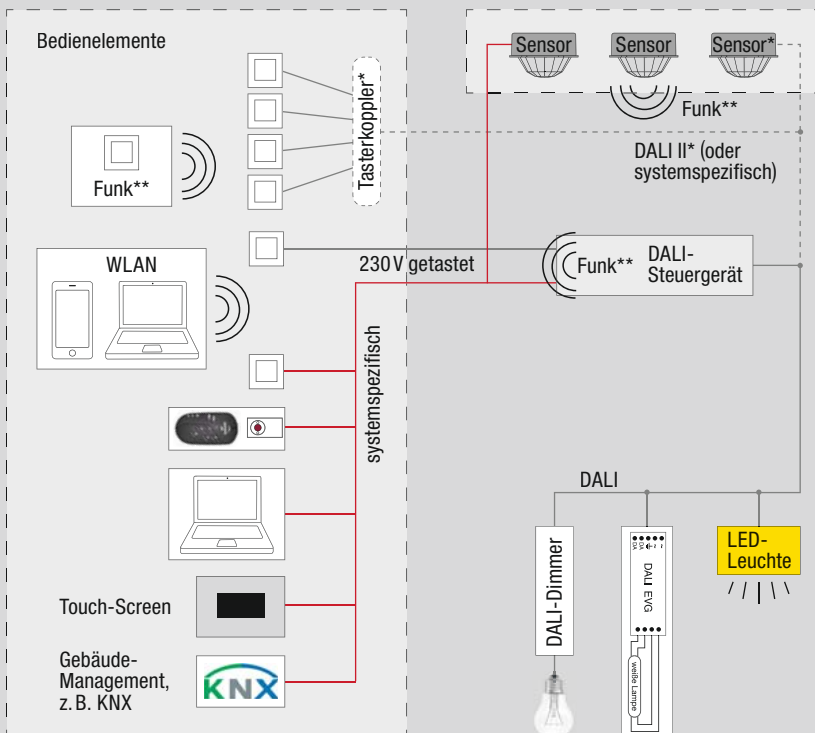
In Vorbereitung befindet sich ein erweiterter DALI-Standard (DALI II), der zusätzlich die

Einbindung von Licht- und Anwesenheitssensoren, sowie von Tasterkopplern für den Anschluss handelsüblicher Einbau-Taster, ermöglichen soll (siehe Abbildung „DALI“).

DMX 512-Schnittstelle bzw. DMX RDM

Für die Bühnenbeleuchtung wurde bereits Anfang der 90er-Jahre der Standard DMX 512 geschaffen, um viele Teilnehmer mittels adressierter digitaler Steuersignale schnell und individuell ansteuern zu können. Die DMX-Schnittstelle findet aber auch in der Architekturbeleuchtung häufig Anwendung. Eine große Produktvielfalt, insbesondere farbiger Leuchten, wird von zahlreichen Herstellern angeboten. Mittels einer verdrehten, geschirmten, zweiadrigen Steuerleitung wird das DMX-Signal übertragen. Die Weiterentwicklung dieses Standards zu DMX RDM ermöglicht auch Rückmeldungen von den Geräten zur Steuerung. Die hohe Flexibilität und Geschwindigkeit dieser Schnittstelle sowie die große Teilnehmerzahl an einer Steuerleitung werden von den Anwendern, besonders für die Umsetzung dynamischer Lichtsteuerungen, sehr geschätzt.

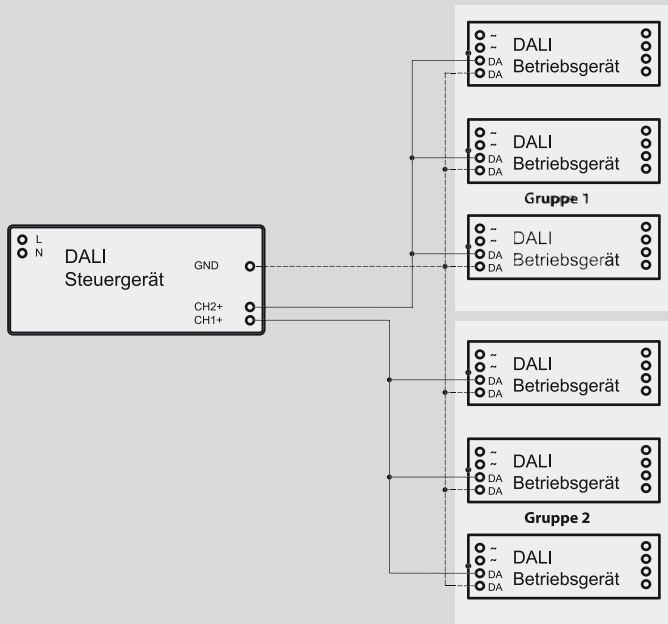
DALI-Steuergerät mit möglichen Systemkomponenten



- Anschluss möglicher Systemkomponenten an ein DALI-Steuergerät:
- Anschluss der Leuchten an DALI-Leitung (keine SELV, i. d. R. in gemeinsamer Mantelleitung mit der Netzversorgung).
 - Alle dem DALI-Standard entsprechenden Leuchten (bzw. Betriebsgeräte) sind betrieubar.
 - Sensoren:
 - Anschluss an DALI-Leitung oder an eine separate Sensorleitung.
 - Ob und welche Sensoren erkannt werden hängt vom Steuergerät ab.
 - Bedienelemente (optional, marktüblich):
 - Tasterkoppler an DALI-Leitung.
 - Taster an 230V, Netzphase.
 - Alle weiteren an separaten Anschlussleitungen.
 - Welche Bedienelemente anschließbar sind und erkannt werden, hängt vom Steuergerät ab.
 - Bedienelemente, Sensoren und deren Schnittstellen sind nicht im DALI-Standard enthalten (außer zukünftig DALI II).

* DALI-Komponenten (gemäß DALI II Standard)
 ** z. B. WLAN, Zigbee oder EnOcean

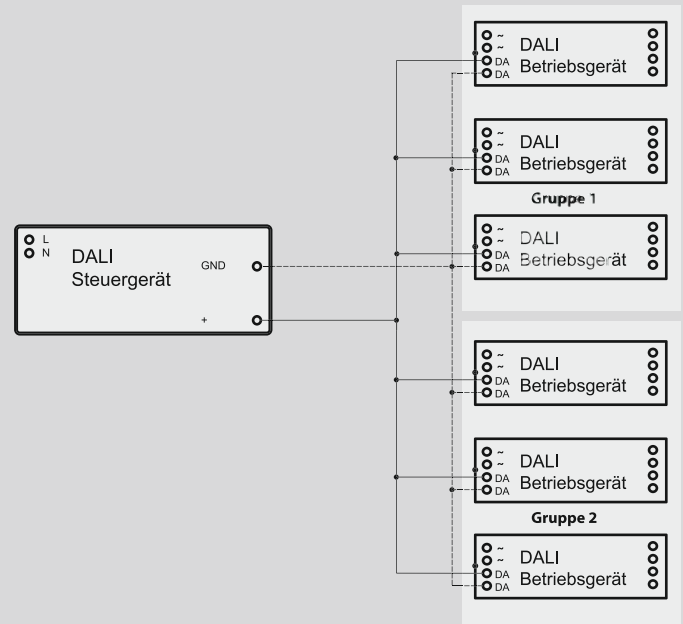
DALI-Broadcast-Betrieb



Technische Spezifikationen:

- Zwei Leuchtengruppen werden an separaten Steuerleitungen angeschlossen.
- GND kann gemeinsam sein.
- Die Polarität muss im Allgemeinen am Betriebsgerät nicht beachtet werden.
- Adressierung ist nicht erforderlich.

DALI-Adressierbetrieb



Technische Spezifikationen:

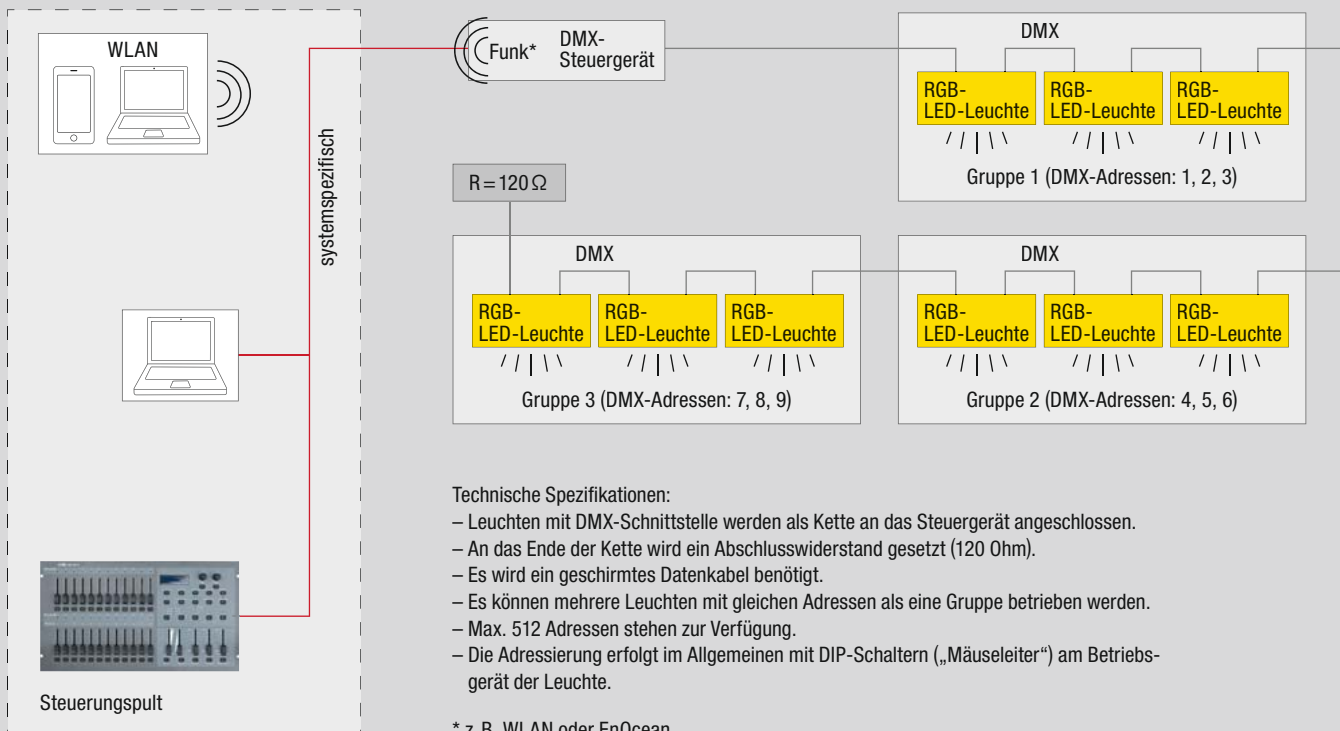
- Zwei (oder mehr) Leuchtengruppen werden an gemeinsamer Steuerleitung angeschlossen.
- Die Polarität muss im Allgemeinen am Betriebsgerät nicht beachtet werden.
- Adressierung ist erforderlich.
- Die Gruppenzugehörigkeit kann ohne Umverdrahtung geändert werden.
- Bis zu 16 Gruppen können gebildet werden.
- Jede Leuchte kann einzeln angesteuert werden.

62

© licht.de 63

© licht.de

Beispiel einer DMX-Steuerung



Technische Spezifikationen:

- Leuchten mit DMX-Schnittstelle werden als Kette an das Steuergerät angeschlossen.
- An das Ende der Kette wird ein Abschlusswiderstand gesetzt (120 Ohm).
- Es wird ein geschirmtes Datenkabel benötigt.
- Es können mehrere Leuchten mit gleichen Adressen als eine Gruppe betrieben werden.
- Max. 512 Adressen stehen zur Verfügung.
- Die Adressierung erfolgt im Allgemeinen mit DIP-Schaltern („Mäuseleiter“) am Betriebsgerät der Leuchte.

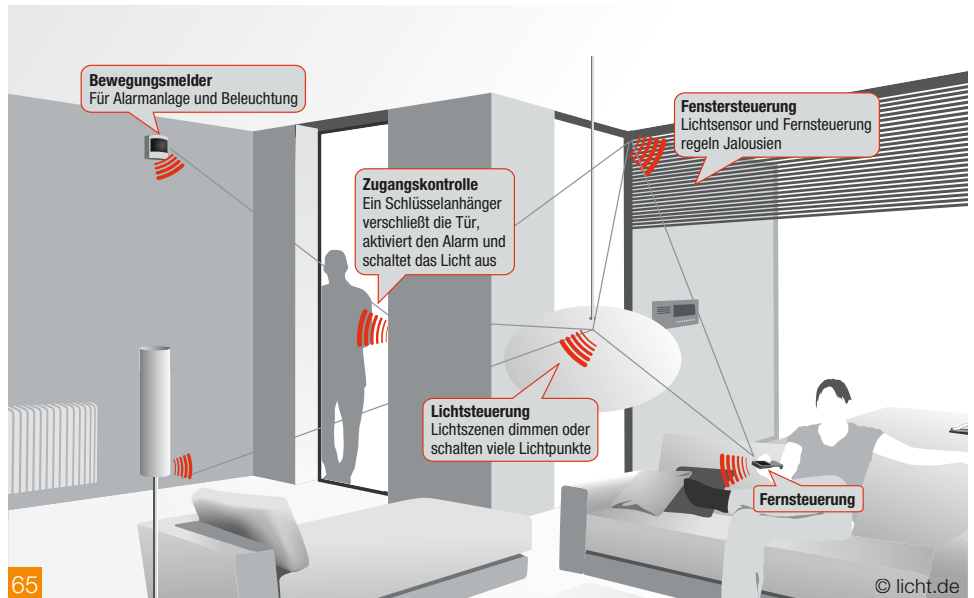
* z. B. WLAN oder EnOcean

64

© licht.de

[65] Ein Gebäude bzw. Raum wird dann erst „Smart“, wenn die verschiedenen Kontroll- und Regelsysteme zusammenarbeiten und Komponenten wie Sensoren dabei mehrere Funktionen wahrnehmen.

[66] Je mehr Gewerke am Netzwerk teilnehmen, desto komplexer wird dessen Architektur und umso wichtiger ist eine saubere Schnittstellen-Definition. Dafür hat der Nutzer nun aber viele Möglichkeiten, Ideen und Pläne zu realisieren.



Netzwerkschnittstellen

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung von Lichtmanagementsystemen ist die direkte Nutzung von Netzwerkschnittstellen. Das Vorschaltgerät bekommt sozusagen seine eigene Netzwerkschnittstelle. Die Datenübertragung erfolgt drahtlos über Funknetz oder kabelgebunden per LAN. Netzwerkschnittstellen werden heute bereits oftmals bei LED-Systemen verwendet. Derzeit häufig eingesetzte Standards für die drahtlose Kommunikation sind ZigBee und EnOcean. Durch den interoperablen Funkstandard der EnOcean Alliance können Schalter, Gateways und Sensoren beliebiger EndproduktHersteller problemlos miteinander kombiniert werden.

ZigBee

ZigBee ist eine Spezifikation für drahtlose Netzwerke mit geringem Datenaufkommen, wie etwa Hausautomation, Sensornetze und Lichttechnik. Der Schwerpunkt von ZigBee liegt in Netzwerken mit kurzer Reichweite innerhalb von Gebäuden (10 bis 100 Meter). Es sind aber auch Reichweiten von mehreren Kilometern im Außenbereich möglich. Steuerfunktionen für Leuchten mittels dieser Netzwerke sind bisher nicht standardisiert.

Beleuchtung



Bedienelemente



Jalousien



Multimedia



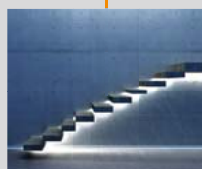
Touchscreens



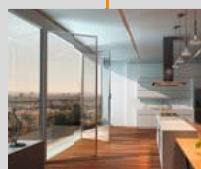
Netzwerk



Zugangssysteme



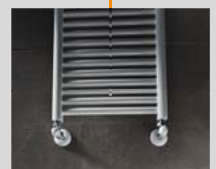
Bewegung



Lüftung



Klima



Heizung

EnOcean

Die EnOcean-Technologie benötigt für das Senden von kurzen Funksignalen nur geringe Mengen an Energie. Die Sender nutzen daher die Piezoelektrizität von Schaltern (Energy Harvesting), die Energie von Solarzellen oder Peltier-Elementen oder auch die Bewegungsenergie mittels elektrodynamischer Energiewandler. Diese Energie reicht aus, um Sender batterieles und somit wartungsarm zu betreiben. In einigen Anwendungsfällen sind jedoch weder gute Lichtverhältnisse noch mechanische Betätigungen zu erwarten, sodass teilweise auch Batterien als Energiequelle eingesetzt werden.

Künftig noch mehr Möglichkeiten durch neue Schnittstellen

Eine weitere Schnittstellenmöglichkeit, die sicher noch stärker genutzt werden wird, ist die Datenrückmeldung von Leuchten über codierte Lichtsignale, etwa zum Feststellen der Position eines Lichtsensors (Mobilgerät). Bei einigen LED-Treibern gibt es bereits heute im Licht aufmodulierte Kurzinformationen.

Erweiterungen des DALI-Protokolls ermöglichen zukünftig den zusätzlichen Anschluss weiterer DALI-Teilnehmer wie Sensoren im DALI-Universum. Es ist zu erwarten, dass

auf Basis dieser Techniken auch Steuerungsfunktionen der Beleuchtung standardisiert und damit neue Beleuchtungsschnittstellen definiert werden.

Die Verbindung über Bluetooth und WLAN ermöglicht die intelligente Steuerung über mobile Endgeräte und Apps (Smart Home), wobei Licht zunehmend eine Rolle beim Internet of Things spielen wird, um den Menschen bei seiner Tätigkeit unmerklich zu unterstützen.

Übersicht der Anbindungsmöglichkeiten

	Möglichkeiten	Prinzip	Bedienung	Umstellung Gruppen-Zuordnung
Schalten	<ul style="list-style-type: none"> Schalten der Versorgung 	Netzschalter, Relais, Schütz	Lokal	—
Phasen-Dimmen	<ul style="list-style-type: none"> AN/AUS Stufenlos dimmen nur für bestimmte Lichtquellen 	Einfach, ohne Zusatzverdrahtung		
Touch & Dim	<ul style="list-style-type: none"> Nur für Einzelleuchten 	Taster am gleichen Potenzial, „Stand-by“		
1...10V	<ul style="list-style-type: none"> AN/AUS über Netzschalter Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen 	2-Draht-Leitung, analog, „Stand-by“		Umverdrahtung
DALI	<ul style="list-style-type: none"> AN/AUS Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen programmieren Kombinierbar mit Zeitsteuerung 	2-Draht-Leitung, digital, „Stand-by“	Lokal & zentral	Programmierung
DMX	<ul style="list-style-type: none"> AN/AUS Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen programmieren, auch in schnellem Wechsel möglich Kombinierbar mit Zeitsteuerung 	Multiplex, digitales Steuerprotokoll (aus der Bühnenbeleuchtung), „Stand-by“		
ZigBee	<ul style="list-style-type: none"> AN/AUS Stufenlos dimmen für alle dimmbaren Lichtquellen, Farbsteuerung, Lichtszenen programmieren Kombinierbar mit Zeitsteuerung 	Drahtlos, „Stand-by“		
EnOcean				
Bluetooth				
WLAN				
Netzwerkschnittstellen (z. B. BACNET, LON, KNX, herstellerbezogene Netzwerke, Ethernet-TCIP/Rechnernetzwerk)		Drahtgebunden		

Präzise Sensoren als Basis für ein funktionierendes Lichtmanagement

Sensoren haben verschiedenste Aufgaben. Dazu zählen unter anderem: Tageslichtmessung, Präsenz- oder Bewegungserfassung. Gerade bei der Montage gibt es einiges zu beachten, was die uneingeschränkte Funktionalität sichert, wie z. B. die Montagehöhe und Raumgröße, Erfassungsgeometrie sowie klimatische Besonderheiten. Die individuellen Anforderungen eines Lichtmanagementprojektes sind oft komplex. Für die richtige Auswahl der Sensoren sind zu Beginn einige Fragen zu klären.



67

[67] Flure sind häufig nur sporadisch frequentiert, weshalb hier eine dauerhafte Beleuchtung nicht sinnvoll erscheint. Mit einer Anwesenheitserkennung wird Licht nur dann zur Verfügung gestellt, wenn es benötigt wird.

Sensoren für Tageslichtnutzung, Bewegungserfassung, Präsenzerfassung

Lichtsensoren messen die Menge des einfallenden Tageslichtes im Gebäude auf einer Referenzmessfläche. Unterschreitet die Beleuchtungsstärke einen vorab eingestellten Sollwert, wird künstliches Licht bedarfsgerecht nachgesteuert bzw. nachgeregelt. Bewegungssensoren reagieren auf Geh- und Fahrbewegungen. Sie nehmen diese im Erfassungsbereich wahr und reagieren darauf. Präsenzsensoren sind in ihrer Erfassung empfindlicher als Bewegungssensoren. Sie reagieren auch auf kleinste Bewegungen etwa bei der Schreibtischarbeit. Jeder Präsenzsensoren ist auch ein Bewegungssensor, aber nicht jeder Bewegungssensor ist auch ein Präsenzsensoren. Multisensoren ermöglichen die Kombination von Anwesenheits- und Bewegungserfassung sowie tageslicht-abhängiger Beleuchtungsregelung.

Tageslichtmessung als Basis für Lichtsteuerung und Lichtregelung

Für die bedarfsgerechte Steuerung des Kunstlichts stehen zwei Technologien zur Auswahl. Bei der **Lichtsteuerung** wird die

künstliche Beleuchtung aufgrund der Messung des Tageslichtes gedimmt oder an-/ausgeschaltet. Im Falle der **Lichtregelung** wird vorab die gewünschte Beleuchtungsstärke festgelegt. Das System regelt das Kunstlicht immer in genau der Menge nach, die für diese Beleuchtungsstärke nötig ist. In Kombination mit Bewegungs- und Präsenzsensoren werden die Leuchten in beiden Fällen nur bei Bewegung und wenig Licht eingeschaltet.

Anwesenheitserfassung:

PIR-Sensoren und HF-Sensoren

Mit zwei Sensortechnologien können alle Standardanforderungen für Bewegungs- und Präsenzerfassung erfüllt werden. Passiv-Infrarot-Sensoren (PIR) nehmen Wärmestrahlung zum Beispiel von bewegten Personen und Fahrzeugen wahr. Bewegte Körper werden als Spannungsänderung registriert. Hochfrequenz-Sensoren (HF) tasten aktiv ihren Erfassungsbereich ab. Wie bei Fledermäusen werden Signale ausgesendet und als reflektierte Echosignale im nächsten Moment wieder empfangen. Echoveränderung bedeutet Bewegungsregistrierung.

Prinzipiell unterscheidet man drei Arten von Tageslichtsensoren

Innenliegende Look-Down-Sensoren

Montage am Arbeitsplatz. Erfasst das Licht direkt unter dem Sensor:

- + Misst das Licht dort, wo es gebraucht wird, und regelt es kontinuierlich nach, um es konstant zu halten
- + Wartungsfaktorausgleich an den einzelnen Leuchten
- Gefahr von gegenseitigem Einfluss
- Starke Abhängigkeit von der Reflexionsfläche

Innenliegende Look-Out-Sensoren

Montage am Arbeitsplatz. Erfasst das einfallende Licht an einem Punkt:

- + Ein Sensor kann mehrere gleichartige Räume steuern
- Erfasst keine Verschattungen im Raum

Außenliegende Tageslichtmessköpfe

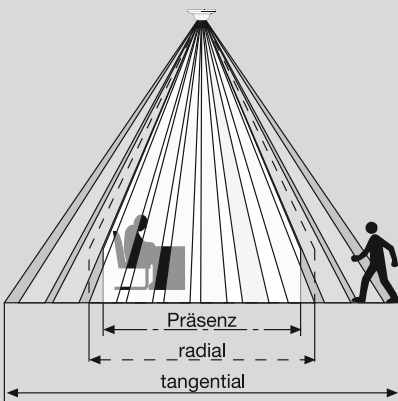
Montage eines Messkopfes zentral auf dem Dach. Erfasst die tageslichttechnische Situation außen:

- + Über Zusatzkomponenten kann die Lichtqualität (Sonnenstand, diffus/gerichtet etc.) erfasst werden
- + Kostengünstig für große Gebäude
- Keine Information über Gebäudeinneres

Bewegungsmeldertechnologien

Sensor-Technik	Anwendungsbereiche	Vorteile	Nachteile
PIR	Innenraum (Schwerpunkt: Büroflächen, Flure)	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Installation • Einfache Inbetriebnahme • Kostengünstig • Häufig in Verbindung mit Tageslichtsensoren eingesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Planungsaufwand für Positionierung • Störungsanfällig bei bewegter Luft (z. B. durch Lüfter) • Verdeckte Körper können schlechter erfasst werden
Hochfrequenz	Innenraum (Schwerpunkt: Flure, Tiefgaragen)	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Installation • Kostengünstig • Kann in Leuchten oder Wänden verschwinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung in der Regel sehr kompliziert • Störungsanfällig bei nicht korrekter Ausrichtung
Akustik	Innenraum (Schwerpunkt: verwinkelte Räume, z. B. WC)	<ul style="list-style-type: none"> • Großer Erfassungsbereich • Einfache Installation • Einfache Inbetriebnahme 	<ul style="list-style-type: none"> • Störungsanfällig gegen Fremdgeräusche • Abgrenzung zu anderen Räumen nur schwer möglich
Optik (OCR-Chip)	Spezialanwendungen (Schwerpunkt: Erfassung Raumbegrenzungsflächen, Personenanzahl in Innenräumen)	<ul style="list-style-type: none"> • Optimale Erfassung durch digitale Verarbeitung • Nahezu fehlerfreie Detektion • Einfache Installation • Weitere Lichteigenschaften sind erfassbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Inbetriebnahmeaufwand (Software)

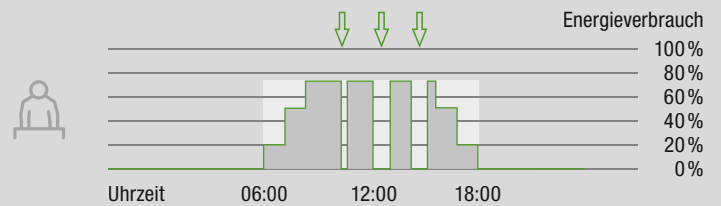
Anwesenheitserfassung



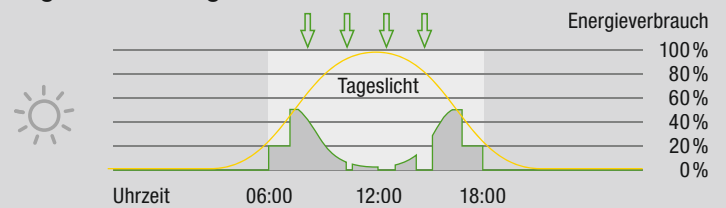
Tangentiale Erfassung
(auch querende Erfassung):
Angegeben wird, ab welcher Entfernung eine quer zum Sensor verlaufende Bewegung erfasst wird.

Radiale Erfassung
(auch frontale Erfassung):
Angegeben wird, ab welcher Entfernung eine Bewegung direkt auf dem Sensor erfasst wird.

Anwesenheitssensoren



Tageslichtnutzung

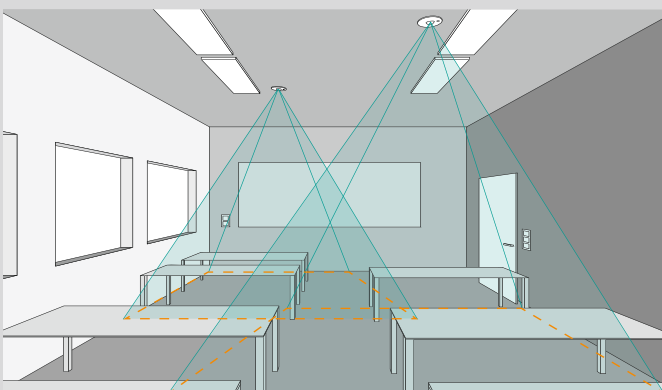


68

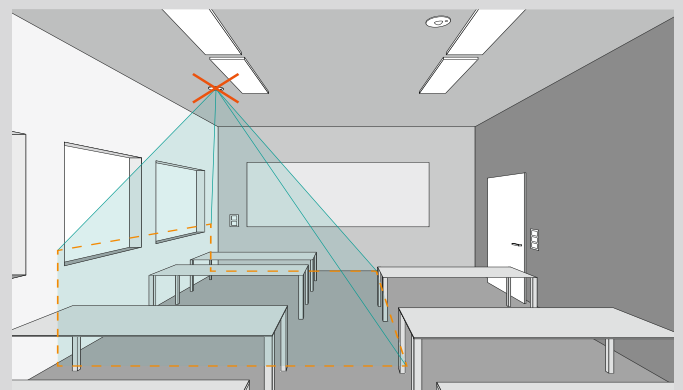
© licht.de 69

© licht.de

Lichterfassung



Richtig montierte Sensoren erfassen nur die Nutzfläche. Die Bereiche überschneiden sich nicht. Es fällt kein Kunst- oder Tageslicht direkt in den Sensor.



Falsch montierter Sensor erfasst Wandflächen und auch Fensterflächen. Dies führt zu falschen Messwerten und somit auch zu falschen Beleuchtungsstärken im Raum.

70

© licht.de

Ein entscheidender Faktor: die Qualität der Lichtquellen und der Betriebsgeräte

In einem optimal aufeinander abgestimmten Lichtmanagementsystem ist die Qualität jeder einzelnen Komponente von entscheidender Bedeutung. Die Anforderungen an Effizienz, Leistung, Funktionalität und Zuverlässigkeit der verschiedenen Lichtquellen und Betriebsgeräte nehmen immer weiter zu.

[71/73] LED-Module

LED-Module sind sehr gut steuerbar, wenn sie mit dem passenden Betriebsgerät kombiniert werden. Mit RGB-LED-Modulen ist auch eine Farbsteuerung möglich. Zudem können LED-Module in verschiedenen geometrischen Formen und kleinen Abmessungen gebaut werden und so Lichtmanagement in historische Leuchten bringen.

[72/74] LED-Lampen

Bei LED-Lampen zum Ersatz herkömmlicher Glüh-, Halogen- oder Leuchtstofflampen hängt alles von den eingebauten Betriebsgeräten ab: Im Betrieb können aber durchaus Geräusche entstehen, wenn Bauteile in Schwingung geraten. Außerdem arbeitet nicht jeder Dimmer zuverlässig mit dem jeweils eingebauten Vorschaltgerät zusammen.

[75] Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen sind sehr gut dimmbar, wenn sie mit entsprechenden elektronischen oder intelligenten Betriebsgeräten eingesetzt werden. Günstige Leuchten- und Systemtechnik halten hier die Investitionskosten auf relativ geringem Niveau und sorgen für eine schnelle Amortisation bei Umrüstung der Anlage.

[76] Entladungslampen

Bei Hochdruckentladungslampen ist Dimmen eine kritische Angelegenheit. Nur mit bestimmten EVGs ist ein Dimmbetrieb überhaupt möglich – ohne große Veränderung der Lichtfarbe.

Geeignete Lichtquellen für professionelle Lichtmanagementsysteme

Die Anforderungen an die Lichtquellen steigen: Hohe Effizienz aus energetischen Überlegungen, bestimmte Betriebseigenschaften wie Schaltfestigkeit, Farbstabilität und lange Lebensdauer werden neben Dimm- bzw. Steuerbarkeit immer stärker gefordert und teils sogar als Minimalwerte durch Gesetze bzw. europäische Richtlinien oder andere Regelwerke festgelegt. Hinzu kommt der lichttechnische Qualitätsanspruch. Fernsehbilder in HD oder auch nur einfache Bilder von Überwachungskameras sollen zum Beispiel gestochen scharf zu erkennen sein, brauchen also flimmerfreies Licht mit Farbwiedergabe in einem sehr guten Bereich ($R_a \geq 90$). In einigen Anwendungen kommt es außerdem auch noch auf geräuscharme Lichterzeugung an, was gerade in Ruheräumen sehr wichtig ist.

Aus diesen Gründen sind für Lichtmanagementsysteme LEDs als Lichtquellen gut geeignet. Aber auch mit traditionellen Lichtquellen wie Leuchtstofflampen kann Lichtmanagement erfolgreich realisiert werden.

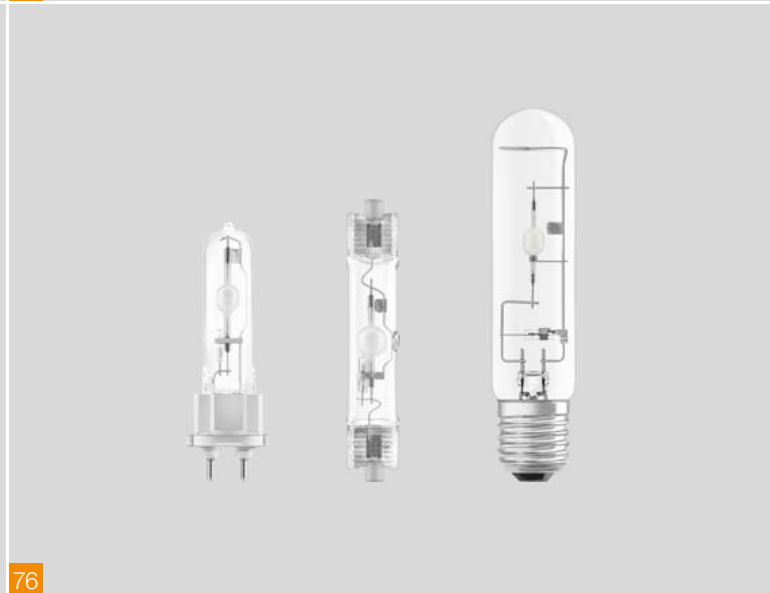
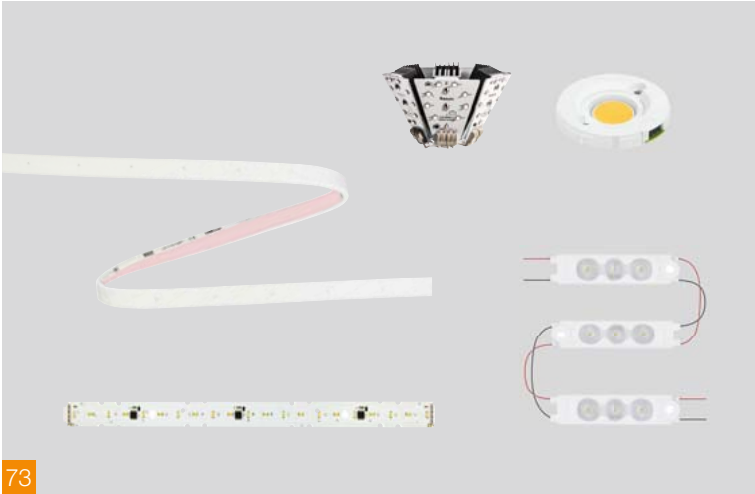
EVG werden immer intelligenter

Moderne elektronische Vorschaltgeräte, insbesondere für LED-Systeme, enthalten heute eine Vielzahl an Funktionen, die in der Regel der Leuchtenhersteller konfigurieren kann. Das erfolgt über Kabel an der Schnittstelle, Sensorschnittstellen oder auch über Nahfeldkommunikation (Funk) mit speziellen Geräten und gesonderter Software.

Beispiele für intelligente EVG-Funktionen:

- Einstellung einer Schnittstelle (1...10V, DALI, DMX, TCIP)
- Funktion CLO (Constant Light Output)
- Verhalten bei Netzwiederkehr
- Verhalten bei Notversorgung (Gleichspannung)
- Verhalten bei Übertemperatur im Vorschaltgerät bzw. an der Lichtquelle
- Timerfunktionen, wie z. B. Dynadimmer (Nachtreduktion durch Ein- und Ausschaltzeitpunkt)
- Signalisierung des Lebensdauerendes
- Start- und Abschaltfunktionen (Fading/ Amp Dim)
- LED-Temperaturschutz (Modulschutz, Treiberschutz)
- Weitere Funktionen wie z. B. Coded Light, TCP-IP





Glossar

Akzentbeleuchtung

Akzentbeleuchtung betont Raumbereiche oder einzelne Objekte. Akzentuierendes Licht lockert die Raumatmosphäre auf. Die Akzentbeleuchtung lebt von unterschiedlichen Beleuchtungsstärken: Sie spielt mit starken Kontrasten und harten Schatten, variiert Helligkeit und Lichteinfall. Sie kommt nur zur Geltung, wenn ihre Helligkeit über dem Niveau der Allgemeinbeleuchtung liegt.

Auf den Bereich der Sehaufgabe bezogene Beleuchtung

Diese Form der Beleuchtung bietet zusätzliches Licht für schwierige Sehaufgaben. Sie ist in der Regel auf Teilflächen konzentriert und darf nach DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ nur als Ergänzung zu einer Beleuchtung eingesetzt werden, die auf den Tätigkeitsbereich oder den Raum bezogen ist. Eine typische Teilfläche ist z. B. die Arbeitsfläche auf dem Schreibtisch. Sie wird mit Schreibtischleuchten erhellt. In Handwerk und Industrie werden Arbeitsplatzleuchten eingesetzt. Vorteil für den Nutzer: Er kann Helligkeit und Lichteinfall individuell einstellen.

Auf den Raumbereich bezogene Beleuchtung

Diese Beleuchtungsvariante bietet im ganzen Raum gleichmäßiges Licht und damit an allen Stellen gleich gute Sehbedingungen. Nach DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ ist sie immer dann sinnvoll, wenn die Lage der Arbeitsplätze zum Zeitpunkt der Planung noch unbekannt ist oder flexibel bleiben soll.

Auf den Tätigkeitsbereich bezogene Beleuchtung

Dieses Beleuchtungskonzept fokussiert auf den Arbeitsplatz. Er wird nach DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ mit mindestens 500 Lux beleuchtet. Diese Variante ist sinnvoll, wenn die Arbeitsplätze im Raum unterschiedliche Seh- und Beleuchtungsanforderungen aufweisen oder wenn Arbeitsinseln voneinander getrennt werden sollen. Der Umgebungsbereich wird mit mindestens 300 Lux erhellt.

Bewegungsmelder

Bewegungsmelder oder Präsenzmelder schalten automatisch die angeschlossene Beleuchtung an, wenn sich in ihrem Erfassungsbereich Gegenstände oder Körper bewegen. Sie arbeiten in unterschiedlichen technischen Ausführungen: mit Passiv-Infrarot- (PIR), Hochfrequenz- oder Ultraschallsensoren. Die Einschaltdauer wird über einen Timer gesteuert und kann variiert werden. Bewegungsmelder können sowohl im Außenbereich als auch Innenräumen installiert werden.

Dämmerungsschalter

Ein Dämmerungsschalter schaltet das Licht einer oder mehrerer Leuchten in Abhängigkeit vom Tageslicht (oder Anteilen künstlicher Beleuchtung) automatisch an und aus. Der integrierte Lichtsensor misst die Helligkeit. Seine Empfindlichkeit sollte stufenlos zu regeln sein, für die Außenbeleuchtung zum Beispiel von 2 bis 2.000 Lux Beleuchtungsstärke.

Dimmen

Durch Dimmen der eingesetzten Lampen kann die Helligkeit einzelner Leuchten oder Leuchtengruppen gesteuert werden. Dimmen verändert die Lichtstimmung, erlaubt die Anpassung an unterschiedliche Raumnutzungen (Komfortdimmen). Die Helligkeitssteuerung wird auch zum Energiesparen eingesetzt (Energiedimmen), zum Beispiel bei tageslichtabhängigen Regelungen in Büroräumen oder Industriehallen.

Dynamische Beleuchtung

Als dynamisch wird die Beleuchtung bezeichnet, wenn sie sich im Zeitablauf verändert in Bezug auf einen oder mehrere Parameter (auch alle zeitgleich miteinander) – z. B. bei der Beleuchtungsstärke, der Lichtfarbe oder in der Lichtrichtung. Im Trend liegt farbdynamisches Licht, erzeugt von LEDs oder von Leuchtstofflampen zur RGB-Farbmischung. Die Dynamik wird von entsprechend programmierten Steuerungssystemen überwacht.

Energie-Effizienz-Index (EEI) für Vorschaltgeräte

Netzbetriebene Vorschaltgeräte sind nach dem europaweit gültigen Energie-Effizienz-

Index (EEI) in unterschiedliche Klassen eingeteilt. Der EEI basiert auf dem Wirkungsgrad des Systems Lichtquelle/Vorschaltgerät – also: Leistung der Lichtquelle geteilt durch Systemleistung. Besonders energieeffizient und komfortabel sind dimmbare elektronische Vorschaltgeräte der Klasse A1 BAT (BAT = Best Available Technology). Rechtliche Grundlage ist die Verordnung (EU) 245/2009 – geändert durch Verordnung 347/2010 und 2015/1428 – zur Durchführung der als Ökodesign-Richtlinie bekannten 2009/125 Energy related Products Direktive (ErP).

Energie-Label

Für Haushaltslampen mit ungerichtetem und gerichtetem Licht hat die EU-Verordnung (874/2012) ein neues EU-Energielabel mit Energieeffizienzklassen bis A++ eingeführt, das für Lampen mit ungerichtetem und gerichtetem Licht gilt: Für sehr effiziente Lampen wie z. B. Leuchtdioden (LED – Light Emitting Diodes) und Energiesparlampen können nun auch die Klassen A+ und A++ vergeben werden.

EVG

EVG ist die Abkürzung für Elektronisches Vorschaltgerät. EVGs und dimmbare EVGs werden anstatt konventioneller (KVGs) oder verlustarmer Vorschaltgeräte (VVGs) eingesetzt. Sie sparen Energie und schaffen hohen Sehkomfort. Weitere Vorteile: höhere Lichtausbeute der Lampen, flackerfreier Sofortstart, längere Lampenlebensdauer und automatische Abschaltung defekter Lampen.

Grundbeleuchtung

Die Grundbeleuchtung – auch Allgemeinbeleuchtung – ist die allgemeine Beleuchtung, die einen Raum gleichmäßig erhellt. Sie stellt sicher, dass die Architektur, die Objekte und Menschen im Raum sichtbar sind, und ermöglicht die Orientierung. Spezielle Sehaufgaben an einzelnen Plätzen im Raum, zum Beispiel zum Lesen oder für die Computerarbeit, berücksichtigt die Grundbeleuchtung nicht.

Halbnachtbetrieb

Der Halbnachtbetrieb (Halbnachtschaltung) der Straßenbeleuchtung dient in verkehrsschwachen Zeiten der Energieeinsparung.

Bei Leuchten, die mit einer Lampe bestückt sind, wird die Lampenleistung des einzelnen Lichtpunktes verringert, zum Beispiel von 80 Watt auf 50 Watt (Leistungsreduzierung). Das Abschalten einlampiger Leuchten führt zu verkehrgefährdender Ungleichmäßigkeit der Beleuchtung. Das Abschalten für den Halbnachtbetrieb ist nur möglich bei zwei oder mehreren Leuchten auf einem Mast (eine Leuchte bleibt immer eingeschaltet) oder bei zweilampigen Leuchten (eine Lampe bleibt immer eingeschaltet).

Human Centric Lighting

Licht dient nicht nur der visuellen Orientierung, es „taktet“ unser Leben. Bestimmte Wellenlängen, die im Licht vorhanden sind, beeinflussen physiologische Prozesse wie die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit, den hormonell gesteuerten Wach-Schlaf-Rhythmus und das allgemeine Wohlbefinden. Human Centric Lighting (kurz: HCL) bedeutet, die künstliche Beleuchtung gezielt an die jeweiligen Bedürfnisse des Anwenders anzupassen, um eine maximale individuelle Licht- bzw. Beleuchtungsqualität zu erreichen. Je nach gewünschter Lichtwirkung lassen sich verschiedene Einsatzmöglichkeiten unterscheiden. Die vier Schwerpunkte von Human Centric Lighting sind circadiane, aktivierende, entspannende und emotional ansprechende Beleuchtung.

Konstantlichtregelung

In Räumen, in die durch Fenster oder Oberlichter Tageslicht einfällt, muss die künstliche Beleuchtung nicht durchgängig auf höchstem Niveau eingeschaltet sein. Hier bietet sich vielmehr eine Konstantlichtregelung an: eine tageslichtabhängige Regelung als Summe aus Tageslicht und geregelter künstlicher Licht für ein konstantes Beleuchtungsniveau. Bei dieser Art der Konstantlichtregelung bleibt die Beleuchtungsstärke durch Zugabe oder Rücknahme des künstlichen Lichts durchgehend gleich, auch wenn der Tageslichtanteil variiert. Bei großer Außenhelligkeit wird die Beleuchtung zurückgenommen oder abgeschaltet, bei wenig Tageslicht wird ihr Niveau entsprechend angehoben. Wichtig: An Arbeitsplätzen in der Raumtiefe mit großer Distanz zur

Fensterfront sollten die installierten Leuchten mehr künstliches Licht abgeben als Leuchten in relativer Fensternähe.

Lichtfarbe

Der Farbeindruck des Lichts wird durch die Lichtfarbe, z. B. als Farbtemperatur in K, beschrieben und beeinflusst die Raumatmosphäre. Warmweißes Licht (<3.300 K) wird vorwiegend als gemütlich und beruhigend empfunden, neutralweißes (3.300 bis 5.300 K) oder Tageslicht (>5.300 K) als eher sachlich oder aktivierend. Natürlicherweise beginnt ein Tageslauf mit warmer Lichtfarbe und geringer Helligkeit, steigert sich in der Beleuchtungsstärke, wird dabei kälter in der Lichtfarbe und endet aber wiederum mit warmer Lichtfarbe in schwacher Helligkeit. Lichtmanagement kann diese Dynamik mithilfe von farbtemperatursteuerbaren Leuchten diese Dynamik nachempfinden.

Lichtsensor

Lichtsensoren messen die Helligkeit des Tageslichts oder der künstlichen Beleuchtung (Helligkeitssensor). Sie sind Bestandteil von Dämmerungsschaltern und anderen Lichtsteuer- und Lichtregelsystemen.

Lichttherapie

Der gezielte Einsatz von Licht, die Lichttherapie, kann zu Wohlbefinden und Gesundheit beitragen. Damit lässt sich negativen Auswirkungen des Lebensumfeldes oder der persönlichen Entwicklung entgegenwirken. Licht hilft zum Beispiel bei Schlafstörungen (etwa durch Schichtarbeit, Jet-Lag), die ihre Ursache in einer Verschiebung der inneren Uhr (circadianer Rhythmus) haben können.

RGB-Farbmischung

Die Farbmischung von Licht mithilfe von Lampen in den Grundfarben Rot, Grün und Blau wird mit der entsprechenden Buchstabenfolge RGB abgekürzt. RGB-Farbmischung eignet sich besonders für die dekorative Beleuchtung mit Farbdynamik. In vielen Fällen wird eine zusätzliche weiße Lichtquelle verwendet (RGBW-Farbmischung), um eine bessere weiße Lichtfarbe zu erzielen.

Schnittstelle

Bei der Steuerung einer Lichtanlage leiten Schnittstellen die Steuersignale der Sensoren weiter und wandeln sie so um, dass die ausführenden Geräte (Lichtquellen) sie verstehen und in Aktion umsetzen können (Schalten, Dimmen). Die Datenübertragung kann dabei auf verschiedene Arten erfolgen. Grundsätzlich unterscheidet man in der Beleuchtungstechnik zwischen Beleuchtungsschnittstellen (z. B. DALI) und allgemeinen Datenschnittstellen (z. B. WLAN, Bluetooth) sowie leitungsgebundenen und nicht leitungsgebundenen Schnittstellen. Netzwerkschnittstellen ermöglichen die Anbindung an das Gebäudemanagement-System.

Sensoren

Sensoren erfassen Bewegung, Anwesenheit (Präsenz) und/ oder Tageslicht und liefern dem Lichtmanagement-System so die nötigen Signale zum Ein- bzw. Ausschalten oder Dimmen der Lichtquellen. Bei Tageslichtsensoren unterscheidet man prinzipiell zwischen innenliegenden Look-Down-Sensoren, innenliegenden Look-Out-Sensoren und außenliegenden Tageslichtmessköpfen. Für die Bewegungs- und Präsenzerfassung bieten sich grundsätzlich Passiv-Infrarot-Sensoren (PIR) und Hochfrequenz-Sensoren (HF) an.

Steuern und Regeln

Steuer- und Regelsysteme erhöhen den Beleuchtungskomfort und sparen Energie – zum Beispiel, wenn sie einfallendes Tageslicht berücksichtigen. Dazu gehören alle Systeme, die das starre Muster Ein/Aus durchbrechen. Mit Steuer- und Regelsystemen lässt sich das Licht managen, sie sind deshalb Instrumente des Lichtmanagements. Die Bedienung per Tastendruck und der Abruf zuvor am Computer eingestellter Lichtszenen fallen unter den Begriff „Steuern“. Beim „Regeln“ wird die Beleuchtung in einem Regelprozess organisiert, das heißt, einzelne Befehle wie zum Beispiel „Jetzt Dimmen“ werden im Soll-Ist-Abgleich an die Leuchten geschickt: Regeltechnik organisiert das Messen eines Sachverhaltes und die Reaktion darauf. Sie ermöglicht beispielsweise die Lichtregelung in Abhängigkeit von anwesenden Personen oder dem einfallenden Tageslicht.

Die Schriftenreihe von licht.de

Jedes Heft!

€ 10,-



licht.wissen 01

Die Beleuchtung mit künstlichem Licht

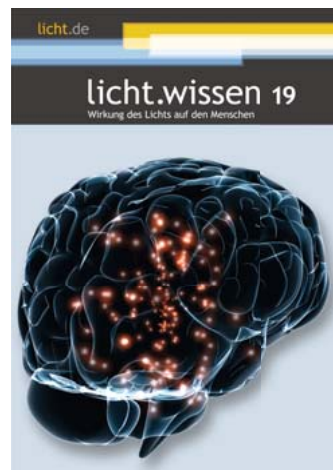
Licht- und Beleuchtungstechnik betrifft alle und ist doch ein komplexes Thema. Dieses Heft vermittelt herstellerneutral und allgemein verständlich die Grundlagen moderner Beleuchtung und hilft damit dem Anwender, die Problemstellungen besser zu verstehen und bei Bedarf tiefer einzusteigen. Dazu folgen die weiteren Hefte der Reihe licht.wissen.



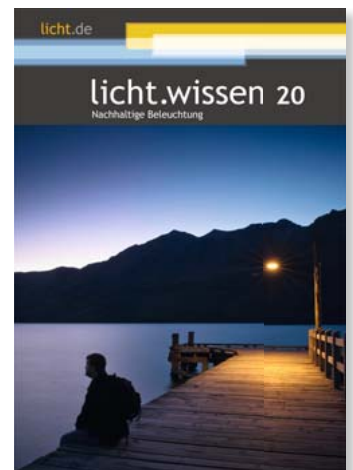
[licht.wissen 10] 52 Seiten über Not- und Sicherheitsbeleuchtung: Heft 10 informiert über relevante Normen und Vorschriften, erklärt licht- und elektrotechnische Anforderungen und belegt mit Anwendungsbeispielen die Bedeutung der Sicherheitsbeleuchtung.



[licht.wissen 18] Beleuchtung lenkt den Blick, schafft Atmosphäre und Aufmerksamkeit, beachtet ästhetische Aspekte und konservatorische Vorgaben: Heft 18 vermittelt wertvolle Informationen für die Lichtgestaltung von Museen und Veranstaltungen.



[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 20] Beleuchtung ist ein wichtiges Kriterium für die Qualität und Wahrnehmung von Architektur: Heft 20 stellt relevante Informationen und Praxisbeispiele zum Thema nachhaltiger Beleuchtung zur Verfügung.

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

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

All booklets are available in English as PDFs, free download at www.licht.de/en

Alles über Beleuchtung!

Herstellernerneutrale Informationen

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

licht.wissen

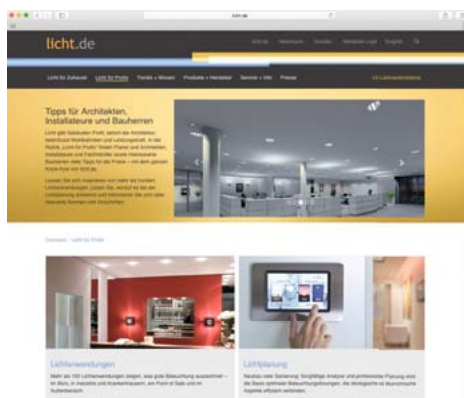
Die Hefte 1 bis 20 der Schriftenreihe licht.wissen geben Informationen zur Lichtanwendung. Diese Themenhefte erläutern anhand vieler Beleuchtungsbeispiele lichttechnische Grundlagen und zeigen beispielhafte Lösungen. Sie erleichtern damit auch die Zusammenarbeit mit Fachleuten der Licht- und Elektrotechnik.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

licht.forum


licht.forum behandelt aktuelle Fragen der Lichtenanwendung 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 Lichtenanwendungen 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:

Sainer Werbeagentur, München

Druck

e&b engelhardt und bauer – Kraft Druck GmbH,
 Ettlingen

ISBN Druckausgabe 978-3-945220-06-1

ISBN PDF-Ausgabe 978-3-945220-07-8

Juni 2016 (06/16/20/12V)

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 12 ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Bildnachweis

Bildnummern Rückseite

	24		
31	34	37	
41	49	52	

Bilder

[Titel] Getty Images/Klaus Vedfelt; [1] Thinkstock/Ganzaless; [Editorial/Portrait] Peter Schaller, München; [Inhalt] 123RF/Scott Betts; [2] 123RF/Prazis; [4] 123RF/Alex Zweiger; [17] EnEV; [18] Stefan Sauer/AUDI AG; [21] 123RF/Frank Boston; [50] Stadion FC Bayern München; [52] Radium, Joachim Gies; [59] iStock/aleksandarvelasevic; [66] 123RF/enki, Andreas Schindl, skdesign, Paolo de Santis, Ariadna De Raadt, Chutima Chaochaiya, Stanislav Slavov, skdesign, Paolo de Santis, Dario Rota

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



Gedruckt mit
 mineralölfreien
 Farben

licht.wissen 12

Lichtmanagement



licht.de

Fördergemeinschaft Gutes Licht
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main
Tel. +49 69 6302-353
Fax +49 69 6302-400
licht.de@zvei.org
www.licht.de