

licht.wissen 04

Licht im Büro, motivierend und effizient



Freier Download auf
www.licht.de





Editorial

„Wozu ist das?“
„Das ist blaues Licht“
„Und was macht es?“
„Es leuchtet blau.“
„Verstehe.“



Wahrscheinlich kennt Silvester Stallone in „Rambo 3“ nicht die Auswirkungen vom Blauanteil im sichtbaren Licht auf die Melatoninproduktion des menschlichen Körpers und seinen circadianen Rhythmus. Ein dritter Rezeptortyp neben Stäbchen und Zapfen, der tageslichtempfindlich das Wohlbefinden steuert?

Nicht ganz so schlimm in seinem Falle, aber wer sich mit dem Schaffen von Gebäuden und Arbeitswelten beschäftigt, wird diese Erkenntnisse in die Gestaltung von Lichtsituationen einfließen lassen müssen. Lichtdesigner müssen sich Gedanken machen – um Tageslicht, Leuchtdichteverteilung, dynamische Lichtszenarien und ihr Management.

Doch bevor Lösungen in Form von Farben und Taten des Lichts gefunden werden, müssen die Anforderungen des Unternehmens, das „erleuchtet“ werden soll, untersucht, durchdacht und festgehalten werden. Licht verhält sich hier wie ein Faktor unter anderen, die der Organisation helfen müssen, ihre Ziele zu erreichen.

Damit Unternehmensstrategien in Objektstrategien – und dann in Lichtstrategien – erfolgreich übersetzt werden können, ist es sinnvoll, sich die Anforderungen in vier Dimensionen anzusehen: kulturell, sozial, organisatorisch und wirtschaftlich.

Ein Teil der Fragen, die wir unter „Kultur“ untersuchen: Welches Leitbild prägt das Unternehmen? Welche Werte sind wichtig? Wie soll das Unternehmen, die Corporate Brand innen und außen „gesehen“ – besser: erlebt – werden? Jedes Gebäude, jeder Raum ist Ausdruck der Unternehmenskultur und wirkt auf die Motivation. **Licht muss Kultur reflektieren.**

Als Arbeits- und Lebensraum spielt das Gebäude eine zentrale Rolle. Wichtig sind Work-Life-Balance, Förderung von Eigenengagement, Konzentration und Kommunikation, kurz: eine produktive Gesamtatmosphäre, die genau beschrieben werden muss. Ergonomie und Gesundheit – gezeigte und erlebte Wertschätzung der Beschäftigten – sind Erfolgsfaktoren. Denn nur unter Berücksichtigung der sozialen Aspekte kann Leistungsbereitschaft gestärkt und ausgebaut werden. **Licht muss Aufgaben erfüllen.**

Zunehmende Veränderung in Prozessen und Strukturen bedingen eine Flexibilität der Organisation. Unternehmen mit mobilen und vernetzten Arbeitsplätzen durch zunehmende Digitalisierung der Wertschöpfungskette haben besondere Anforderungen an Dynamik. Aus der permanenten Wandlungsfähigkeit des Gebäudes folgt die Anpassungsfähigkeit von Lichtinstallationen und ihrem Betrieb. **Licht muss flexibel geschaffen werden.**

Das Lichtkonzept unterliegt auch ökonomischen Anforderungen. Innovative Lichtlösungen zu wirtschaftlichen Konditionen und energieeffiziente Beleuchtungssysteme sind nur nachhaltig, wenn sie über den gesamten Lebenszyklus der Immobilie ihre festgelegte Funktion erfüllen. **Licht muss funktionieren.**

Nachhaltige Gebäude sind wirtschaftlich, effizient und produktivitätsfördernd – für die Identität eines Unternehmens sind sie Ausdrucksform und Haltung gegenüber Mitarbeitern, Kunden, Partnern und der Gesellschaft. Für Licht als Teil des Systems „Gebäude“ gilt genau dasselbe.

Das alles macht Licht. Es leuchtet keinesfalls nur blau.

Andreas Leuchtenmüller, Geschäftsführer M.O.O.CON



Büro im Wandel
Seite 6



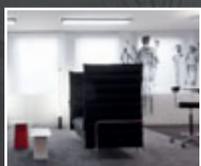
**Besser arbeiten
mit gutem Licht**
Seite 10



**Lichtwirkung auf
den Menschen**
Seite 16



**Licht am
Arbeitsplatz**
Seite 18



**Kommunikations-
bereiche**
Seite 22



**Licht für
Konferenzen**
Seite 24



**Licht für Foyer
und Flur**
Seite 28



Licht-Spezial

Beleuchtungskonzepte und Planung
Seite 14

Lichtmanagement
Seite 26





Licht für Fassaden
Seite 38



Licht im Außenbereich
Seite 40



Sicherheitsbeleuchtung
Seite 42



Energieeffizienz und Sanierung
Seite 44



Green Building
Seite 46



Leuchten in ihrer Anwendung
Seite 50



Schriftenreihe, Impressum
Seite 54



Lichtqualität und Normen
Seite 32



Innovative LEDs und OLEDs
Seite 48



Lichtquellen
Seite 52





Das Büro – Arbeitsplatz und Lebensraum

Digitalisierung und das globale Miteinander verändern Art und Organisation der Büroarbeit. Mehr denn je kommt es in der Wissensgesellschaft auf den Menschen an, der aus Informationen Lösungen entwickelt. Neue Raumkonzepte fördern die Kreativität, richtige Beleuchtung motiviert zu guten Leistungen.

Von 8 bis 17 Uhr am Schreibtisch? Für viele der rund 18 Millionen Deutschen mit Büroarbeitsplatz schon lange passé. Gearbeitet wird heute auch unterwegs, beim Kunden oder von zuhause aus. Mails werden am Smartphone gecheckt, Recherchen am Laptop in der Flughafenlobby erledigt, Termine mit dem Mobiltelefon vereinbart.

Neue Technologien und das globale Miteinander haben die Arbeit in Büro und Verwaltung verändert. Wissen ist der entscheidende Rohstoff. Knapp vier Fünftel aller arbeitenden Menschen in den entwickelten Ländern verdienen heute ihr Geld mit wissensbasierten Tätigkeiten. Umso wichtiger ist es, Bürowelten zu schaffen, die den Menschen und seine Bedürfnisse in den Mittelpunkt stellen: Denn er ist es, der Informationen zu Wissen bündelt, im Team Projekte entwickelt und mit Kollegen neue Ideen schmiedet.

Umschlagplatz von Informationen und Ideen, Steuer- und Denkzentrale eines Unternehmens. An dieser Schnittstelle des Wissens sind Kommunikation, Kooperation und Kreativität entscheidend für den Erfolg.

„Allgemeines Wohlbefinden im Büro“ ist für 80 Prozent aller Angestellten das entscheidende Kriterium bei der Bewertung des Arbeitsplatzes, ergab eine Studie des Marktforschungsinstituts Ipsos im Februar 2011.

Räume für kreative Wissensarbeiter

In immer mehr Unternehmen stellt sich vor diesem Hintergrund die Frage: Wie können Mitarbeiter besser unterstützt werden, wie können sie kreativer, flexibler und motivierter arbeiten? Die optimale Gestaltung des Büroarbeitsplatzes spielt dabei eine wichtige Rolle, wie eine Studie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswissenschaft und Organisation (IAO) belegt: In Unternehmen mit hoher Design- und Ausstattungsqualität steigt die Produktivität um bis zu 36 Prozent.

Einzel- und Zellenbüros an langen Gängen hinter verschlossenen Türen bieten nicht

[02] Großzügig und offen präsentieren sich die Büroformen der modernen Wissensgesellschaft. Gearbeitet wird nicht nur am Schreibtisch, sondern auch in Business-Lounges und an der Espressobar. Gutes Licht trägt wesentlich dazu bei, dass sich Mitarbeiter und Kunden im „Lebensraum Büro“ wohlfühlen.

[03] Eine optimale Beleuchtung unterstützt Sehaufgaben am Arbeitsplatz und fördert Kommunikation.

Denkzentrale des Unternehmens

Das Büro der Zukunft ist folglich – mehr denn je – ein Ort der Begegnung. Es ist

Fünf Thesen zur Arbeitswelt

Der Büroexperte Bene hat in seinem „Trendreport zu Büro- und Arbeitswelten“ von 2010 wesentliche Entwicklungen und Themen, die die Gestaltung von Arbeitsräumen beeinflussen, gebündelt und fünf Thesen zur Arbeitswelt von morgen aufgestellt:

1. Wissensarbeit macht das Büro zur Wissensmanufaktur.
2. Statt Schreibtisch und Computer zählen künftig Raum und Dialog.
3. Zusammenarbeit und Vernetzung prägen die Arbeitswelt.
4. Kultbüros sind Markenzeichen der Zukunft.
5. Humane Technologien dienen den Menschen.



03

mehr die räumlichen Voraussetzungen für innovative Arbeits- und Kommunikationsprozesse. Moderne Raumkonzepte interpretieren die Büroformen aus den Siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts neu: Das Büro wird hier als Lebensraum verstanden, der Bereiche für Arbeit, Kommunikation und Regeneration bietet.

Nachhaltige Arbeitsplätze

Ähnlich einer Stadt schaffen diese „Creative Offices“ oder „Open Offices“ eine komplexe Infrastruktur, die in unterschiedliche Zonen gegliedert ist – so individuell wie die Tätigkeiten der Nutzer. Im Mittelpunkt stehen Kommunikation und Wissensaustausch; abgeschlossene Kreativ-Kojen und Arbeitsboxen bieten Rückzugsmöglichkeiten. Mitarbeiter wählen den geeigneten Arbeitsplatz je nach individueller Aufgabe. Das Büro wandelt sich zu einer inspirierenden Lebenswelt, die Gesundheit und Leistungsbeurteilung fördert.

Nachhaltige Bürokonzepte werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen, meint das Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation (IAO). Unter dem Begriff „Green Office“ versteht das Institut Bürogestaltungen, die ökonomische, ökologische und soziale Aspekte vereinen. Solche Konzepte steigern die Nachhaltigkeit der Büroarbeit und verbessern damit die Produktivität und Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens, die Work-Life-Balance und das

Wohlbefinden der Mitarbeiter sowie die ökologische Bilanz.

Licht für den Lebensraum Büro

Diese neuen offenen Bürolandschaften mit hoher Flächenwirtschaftlichkeit erfordern intelligente Einrichtungssysteme, die interessante Strukturen bilden, flexibel sind und die zonale Gliederung visuell definieren.

Bei der optimalen Gestaltung des Lebensraumes Büro spielt Licht eine tragende Rolle. Tageslicht muss, wo immer möglich, genutzt werden. Die richtige Beleuchtung schafft nicht nur die Voraussetzungen für gutes Sehen und Zufriedenheit am Arbeitsplatz; im Zusammenhang mit Raum, Möblierung, Akustik und Kommunikationstechnik wird sie zu einem wichtigen Gestaltungsmittel – denn Licht schafft Atmosphäre. Innovative Lichttechnik, effiziente Leuchtmittel und Lichtmanagementsysteme erhöhen den Beleuchtungskomfort am Arbeitsplatz und helfen, Energie- und Wartungskosten zu sparen. An die Stelle statischer, oftmals standardisierter Beleuchtungskonzepte treten flexible Lösungen mit dynamischem Licht und hoher Beleuchtungsqualität, die bedarfsgerecht reguliert werden können.

Nachhaltige Lichtlösungen integrieren die individuellen Anforderungen in Büro und Verwaltung in ein Gesamtkonzept, das den Interessen von Nutzern, Betreibern und Investoren gleichermaßen gerecht wird.

[05] Licht schafft Atmosphäre und ist im Zusammenspiel mit Architektur und Raum ein wichtiges Gestaltungsmittel.

[06] Moderne Lichttechnik sorgt für optimale Beleuchtung am Arbeitsplatz: Das künstliche Licht der Stehleuchten wird abhängig vom einfallenden Tageslicht gesteuert und nach Bedarf zugeschaltet oder gedimmt.

Creative Offices

Zellenbüros an langen Gängen sind noch häufig zu sehen, aber keine Lösung für die Anforderungen der Wissensgesellschaft. Wer kreatives Arbeiten fördern will, muss Mitarbeiter enger vernetzen. Schon bei zehn Meter Entfernung zwischen Schreibtischen sprechen Kollegen im Schnitt nur noch drei Mal pro Woche miteinander. Der Kreativität im Unternehmen nutzt das kaum.

Offene Bürolandschaften [04] fördern den Austausch: Sie verbinden die Vorteile konventioneller Einzel- und Teambüros mit einer großzügigen Raumatmosphäre. Kommunikation und Begegnungsqualität rücken in den Mittelpunkt, für konzentriertes Arbeiten oder Erholung gibt es Rückzugsräume. Neue Raumkonzepte überlassen Mitarbeitern die Wahl der Arbeitsform und reduzieren gleichzeitig den Flächenbedarf um bis zu 30 Prozent.





05



06



Besser arbeiten mit gutem Licht

Die Beleuchtung von Büros und Bürogebäuden erfordert kreative Lösungen. Gutes Licht inspiriert, transportiert die Unternehmenskultur und schafft beste Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter.

Schreckgespenst Großraumbüro? Richtig geplant, gilt das heute nicht mehr. Offene Büroformen mit Angeboten zur Team- und Einzelarbeit sind weitaus besser als ihr Ruf, lautet das Ergebnis einer Forsa-Umfrage von 2011. Danach sind 83 Prozent der Mitarbeiter, die in einem großräumigen Büro arbeiten, zufrieden mit ihrem Arbeitsplatz, 20 Prozent sogar sehr zufrieden.

Mitarbeiter wünschen sich helle Räume und gute Beleuchtung

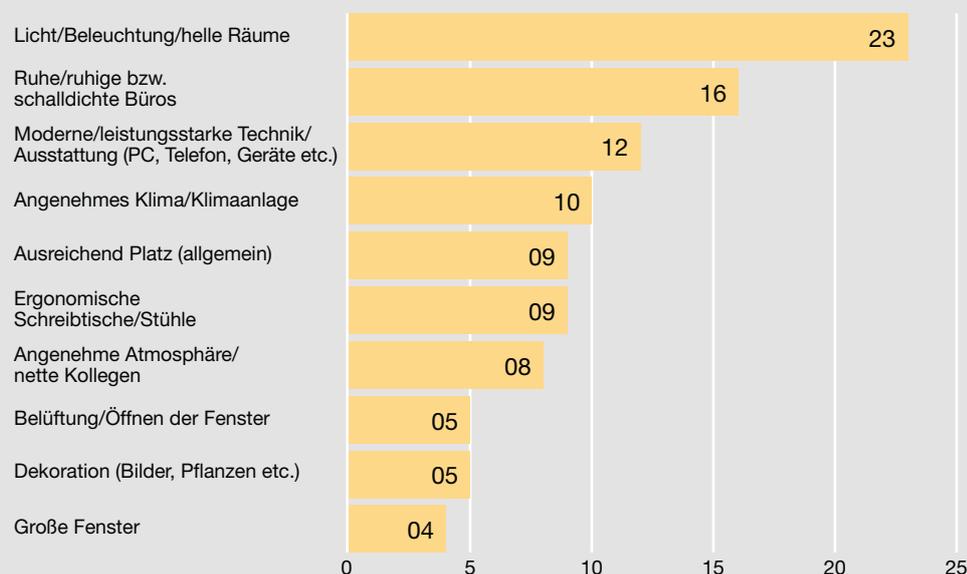
Offene Bürolayouts kommen also auch bei den Mitarbeitern gut an. Das klappt allerdings nur, wenn die Qualität von Architektur, Raum und Gestaltung stimmt und Arbeitsräume auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten sind. Wichtige Kriterien sind dabei ein großzügiges, attraktives Raumangebot mit angenehmer Atmosphäre und ergonomischer Möblierung, eine anregende Farbgestaltung, Ruhebereiche – und vor allem eine hohe Lichtqualität. Sie ist für Mitarbeiter das wichtigste Kriterium, das einen idealen Arbeitsplatz auszeichnet.

Wie kaum ein anderes Medium wirkt Licht auf Geist und Psyche. Das Licht (Tages- und Kunstlicht) nimmt eine Schlüsselrolle ein, wenn es um Wohlbefinden und Gesundheit der Mitarbeiter geht. Es erleichtert die Sehaufgaben im Büro, schafft optimale Bedingungen für Kommunikation und Konzentration und trägt damit wesentlich zu mehr Produktivität im Unternehmen bei:

- Verbesserte Sehbedingungen unterstützen visuelle Leistungen, die am Schreibtisch, bei Präsentationen und im Gespräch erbracht werden müssen, und fördern die Konzentration.
- Eine angenehme Beleuchtung bringt emotionale Qualität an den Arbeitsplatz und motiviert.
- Die Anpassung der Beleuchtung an Tages- und Jahreszeit sowie an individuelle Bedürfnisse erhöht die Zufriedenheit der Nutzer.

Umgekehrt gilt: Eine unzureichende Beleuchtung wirkt sich negativ auf die Ar-

Kriterien eines idealen Büroarbeitsplatzes



Quelle: Union Investment, Umfrage unter 3.145 Büroangestellten in Deutschland, Februar 2011.
Frage: „Wenn Sie an einen idealen Büroarbeitsplatz für sich selbst denken – was wäre Ihnen dabei besonders wichtig?“

[07 – 09] Eine hohe Beleuchtungsqualität garantiert beste Arbeitsbedingungen: Wer gut sehen kann und sich in einer angenehmen Raumatmosphäre wohlfühlt, ist motivierter und leistungsfähiger.

[10] Eine Umfrage im Auftrag von Union Investment ergab: Licht, Beleuchtung und helle Räume sind Mitarbeitern im Büro besonders wichtig.

beitsleistung aus, da die Wahrscheinlichkeit von Fehlern steigt.

Fehlzeiten reduzieren

Eine gute Beleuchtungsanlage rechnet sich auch mit Blick auf die Ausfallzeiten: Unfälle gehen zurück, und auch die Krankenstände sinken. Schlechte Beleuchtung führt zu Ermüdung, Kopfschmerzen und Erkrankungen. Ursachen für Fehlzeiten sind vor allem Kopfschmerzen (57 %), Beschwerden im Rücken-, Nacken- und Schulterbereich (66 %) sowie Augenprobleme (42 %).

Mit optimierten Lichtlösungen, die allen Sehaufgaben gerecht werden und individuelle Anforderungen berücksichtigen, lassen sich gesundheitliche Probleme erheblich verringern und Sehbeschwerden um mehr als 50 Prozent senken.

Licht für ältere Mitarbeiter

Besonders wichtig ist eine gute Beleuchtung für ältere Menschen. Im Zuge des demographischen Wandels wird die Zahl der Mitarbeiter über 50 erheblich steigen. Die Beleuchtung muss sich darauf einstellen, denn mit dem Alter steigt der Lichtbedarf. Zum höheren Lichtbedarf gehören einerseits ein höheres Beleuchtungsniveau, an-

dererseits eine sorgfältige Beachtung der höheren Blendempfindlichkeit. Die Beleuchtung am Arbeitsplatz sollte zudem individuell an persönliche oder aufgabenspezifische Anforderungen angepasst werden können.

Beleuchtungsqualität im Büro

Professionelle Lichtplanung berücksichtigt heute drei Dimensionen der Beleuchtungsqualität:

- Die visuelle Qualität: Gutes Licht ist Voraussetzung für störungsfreies Sehen und Erkennen von Sehaufgaben, fördert Sehleistung und Sehkomfort.
- Die emotionale Qualität: Tages- und Kunstlicht inszenieren Architektur und Arbeitsumfeld, sorgen für Atmosphäre und Wohlbefinden.
- Die biologische Qualität: Licht taktet den Biorhythmus des Menschen, seine Wach- und Schlafphasen und hat großen Einfluss auf Gesundheit und Leistungsvermögen.

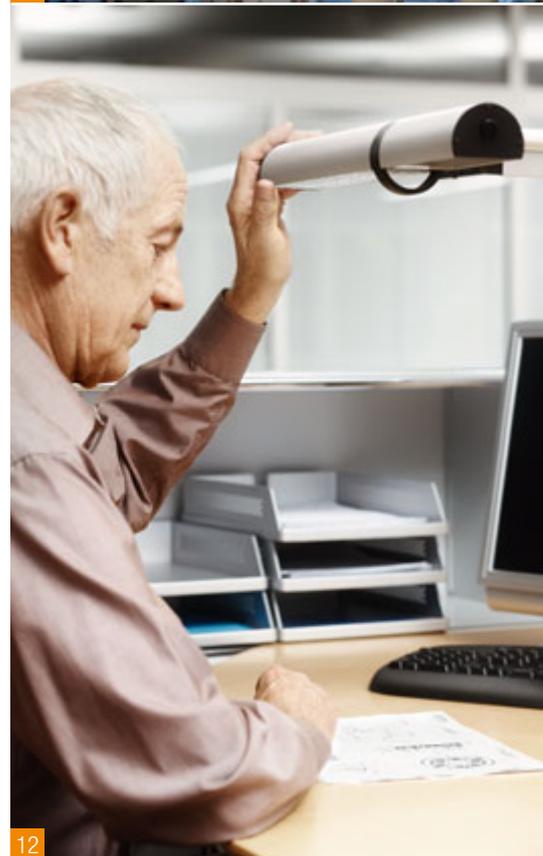
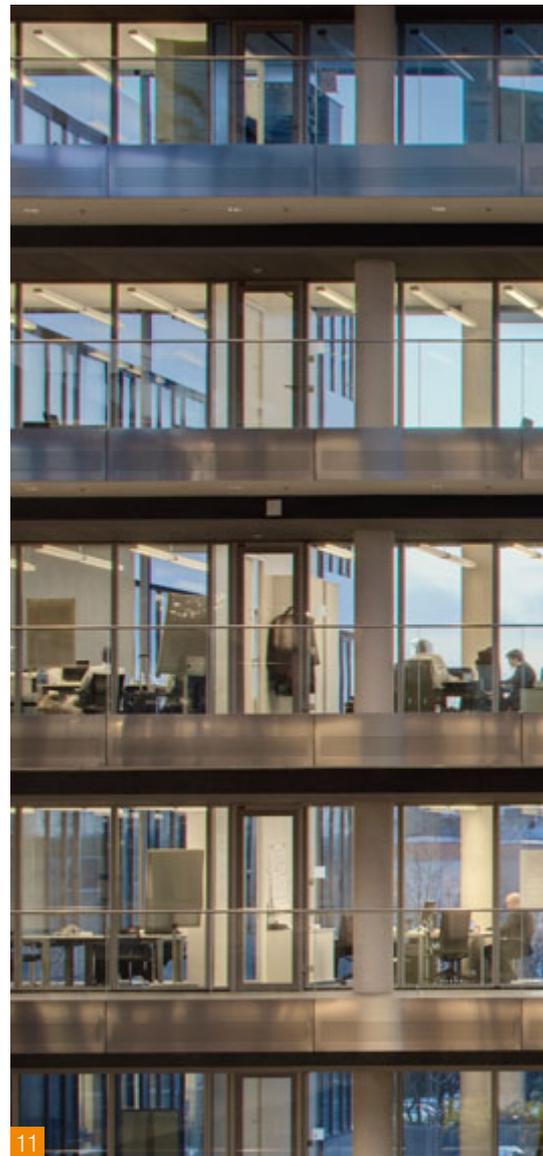
Mitarbeiter und ihr Know-how sind für Unternehmen heute die wichtigste Ressource und zugleich auch der größte Kostenfaktor. Deshalb gilt: Wer in Gesundheit und Wohlbefinden der Mitarbeiter investiert, gewinnt ein motiviertes und leistungsstarkes Team.

[11] Eine gute Beleuchtung in Büro- und Verwaltungsgebäuden bietet viele Vorteile: Sie steigert Motivation und Leistungsvermögen der Mitarbeiter und schafft Atmosphäre.

[12] Ältere Menschen brauchen mehr Licht als ihre jüngeren Kollegen. Zusätzliches Licht geben gut entblendete Schreibtischleuchten.

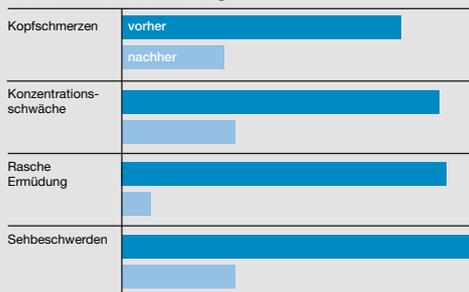
[13 + 14] Beispiele aus der Praxis zeigen eine Verringerung von Gesundheitsproblemen und Beschwerden über die Arbeitsumgebung nach Verbesserung der Beleuchtungssituation (Quelle: www.ergonomic.de/LichtundGesundheit.htm auf Basis der Studie von Cakir, A. und Cakir, G.: „Licht und Gesundheit: Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros“, Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung, Berlin, 1998).

[15] Angenehm gleichmäßiges und blendfreies Licht im Büro spenden Einbauleuchten; Downlights markieren den Gangbereich.





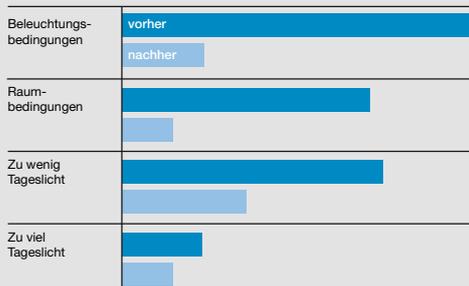
Weniger Gesundheitsprobleme durch bessere Beleuchtung



Quelle: Ergonomic Institut Berlin

13

Weniger Beschwerden über die Arbeitsumgebung durch bessere Beleuchtung



Quelle: Ergonomic Institut Berlin

14



15

Beleuchtungskonzepte und Planung

Die richtige Beleuchtung sorgt für ein angenehmes Lichtklima in Büro und Verwaltung, ist Voraussetzung für gutes Sehen und Zufriedenheit. Um den vielfältigen Anforderungen an eine ergonomisch und lichttechnisch einwandfreie Beleuchtung gerecht zu werden, ist eine sachkundige Planung erforderlich.

Die Beleuchtung muss vor allem dafür sorgen, dass alle Sehaufgaben am Arbeitsplatz zufriedenstellend und gesundheitsgerecht erfüllt werden können. Sehaufgaben müssen gut sichtbar sein und Störungen, zum Beispiel durch Blendung, vermieden werden. Neue Beleuchtungskonzepte orientieren sich an den konkreten Lichtbedürfnissen und konzentrieren sich auf die jeweilige Sehaufgabe. Bei der Planung empfiehlt sich die Beachtung der Arbeitsstättenregel ASR A3.4. So kann davon ausgegangen werden, dass die relevanten Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung erfüllt werden. Als anerkannte Regel der Technik gilt die Norm DIN EN 12464-1. ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 wurden 2011 überarbeitet.

Die Norm definiert die Beleuchtung für den Bereich der Sehaufgabe, den Tätigkeitsbereich oder den Raumbereich. Den Bereich der Sehaufgabe umgibt der unmittelbare Umgebungsbereich. Eine ausgewogene Mischung notwendiger Helligkeitsniveaus ist für alle Arbeitsbereiche die richtige Wahl.

Die Beleuchtung kann nach einem der drei folgenden Konzepte ausgeführt werden.

Raumbezogene Beleuchtung

Eine raumbezogene Beleuchtung bietet gleichmäßiges Licht im ganzen Raum. Sie ist dann zu bevorzugen, wenn die Anordnung der Arbeitsplätze noch nicht feststeht oder jederzeit flexibel bleiben soll. Dieses Beleuchtungskonzept wird in der Regel mit direkt-/indirekt strahlenden Pendelleuchten oder großflächigen Leuchten in und an der Decke realisiert.

Arbeitsplatzbezogene Beleuchtung

Ein zweites Beleuchtungskonzept fokussiert auf den Arbeitsplatz. Die Arbeitsbereiche werden in diesem Fall mit mindestens 500 Lux beleuchtet. Der Rest des Raumes ist abzüglich einer Randzone von 0,5 Meter der unmittelbare Umgebungsbereich und wird mit mindestens 300 Lux beleuchtet. Eine arbeitsplatzbezogene Beleuchtung ist sinnvoll, wenn Arbeitsplätze im Raum unterschiedliche Sehaufgaben aufweisen und

damit individuelle Beleuchtungsstärken erfordern. Nach diesem Konzept können auch Arbeitsinseln gut voneinander getrennt werden.

Für die Beleuchtung des Arbeitsplatzes eignen sich direktstrahlende Anbauleuchten, Pendelleuchten oder Stehleuchten mit direkt-/indirekter Lichtverteilung. Die Beleuchtung des unmittelbaren Umgebungsbereiches kann zum Beispiel mit Downlights umgesetzt werden.

Teilflächenbezogene Beleuchtung

Für schwierige Sehaufgaben empfiehlt sich die gesonderte Beleuchtung einzelner Flächen des Arbeitsplatzes. Eine typische Teilfläche ist die Arbeitsfläche auf dem Schreibtisch, die zum Beispiel mit dem zusätzlichen Licht von Schreibtischleuchten erhellt werden kann.

Eine normgerechte Beleuchtung setzt voraus, dass alle Arbeitsbereiche angemessen beleuchtet werden. Über Güte Merkmale der Beleuchtung und die Anforderungen von ASR A3.4 und DIN EN 12464-1 informieren die Seiten 32 bis 37.



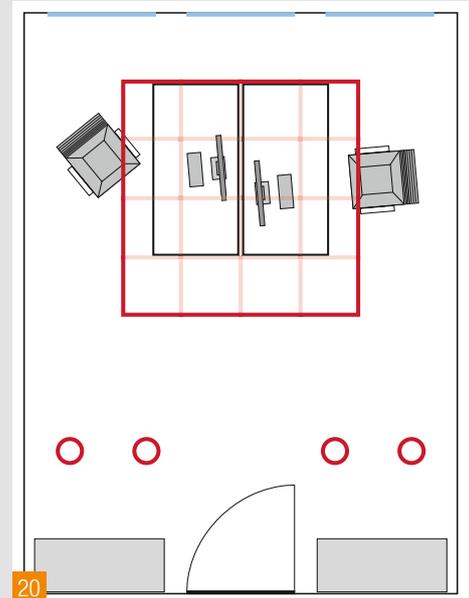
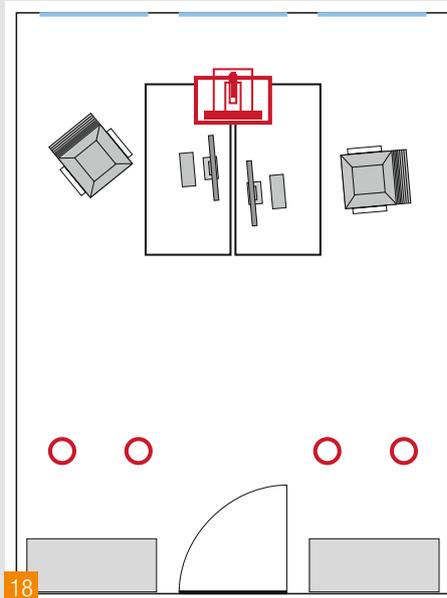
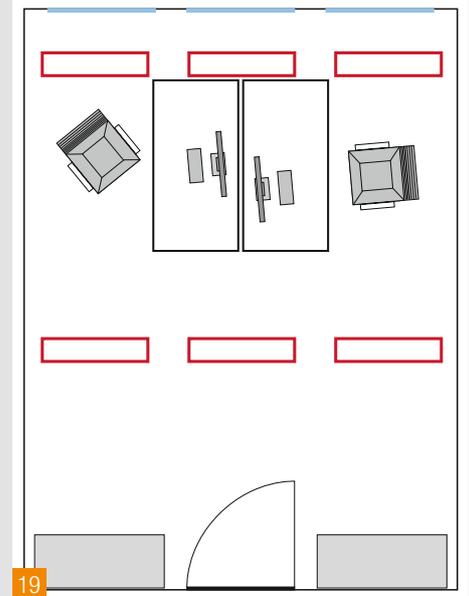
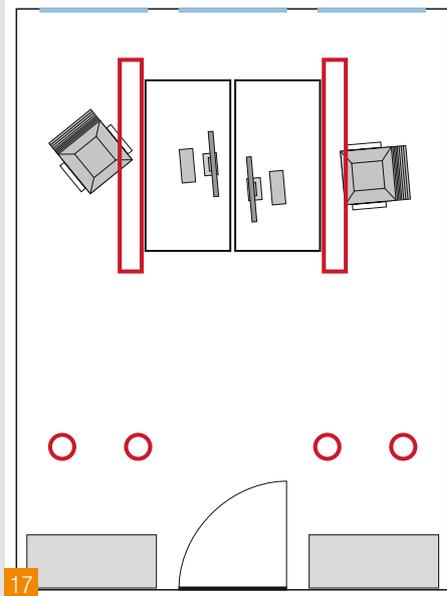
[16] Beispiel einer arbeitsplatzbezogenen Beleuchtung: Rechtwinklig zum Fenster angeordnete Pendelleuchten geben Licht am Schreibtisch und am angrenzenden Bewegungsbereich. Die Leuchten sind zugleich ein strukturierendes Element im Raum.

[17] Planungsskizze für eine arbeitsplatzbezogene Beleuchtung: Pendelleuchten sind quer zur Blickrichtung angeordnet. Im Mittelbereich der Leuchte wird das Licht ausschließlich indirekt abgegeben, an den Endbereichen strahlt es direkt seitlich von links und rechts auf die Arbeitsfläche. So werden Direktblendung und Spiegelungen vermieden. Alternativ können auch direkt/indirekt strahlende Leuchten mit lichtlenkender geschlossener Abdeckung des Direktanteils eingesetzt werden. Downlights ergänzen das Beleuchtungskonzept.

[18] Stehleuchten mit ein oder zwei Köpfen geben direktes Licht auf jeden Arbeitsplatz und streuen indirektes Licht an die Decke. Downlights sorgen für Beleuchtung in der Raumtiefe. Mit optional asymmetrischer Lichtverteilung lenken sie ihr Licht auf Schrank- und Regalflächen.

[19] Arbeitsplatzbezogene Beleuchtung mit Deckenein- oder Anbauleuchten oder Pendelleuchten, die parallel zum Fenster installiert sind. Die Arbeitsplätze werden zwischen den Leuchtenreihen angeordnet.

[20] Moduldecken mit lichtlenkenden Mikrostrukturen blenden nicht und sorgen für eine gleichmäßige Helligkeit im Raum. Mit ihrem großflächigen Lichtaustritt eignen sie sich gut für eine biologisch wirksame Beleuchtung.



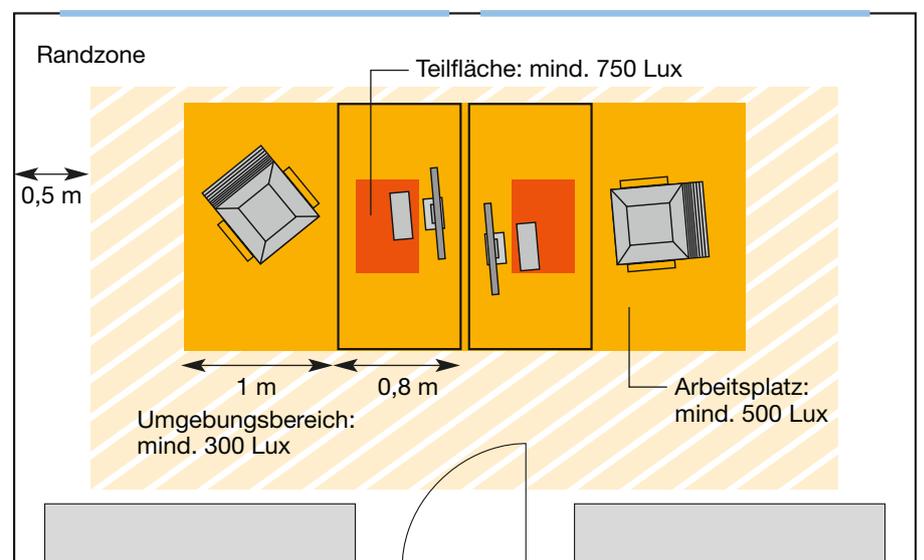
© licht.de

Planung der Beleuchtung

[21] Ein Arbeitsplatz im Büro besteht aus den Arbeits- und Bewegungsflächen sowie zugehörigen Stellflächen (in der Grafik orange ausgeführt). Ihn umgibt bis zu den Raumumgrenzungsflächen der Umgebungsbereich. Mit dieser Festlegung werden die Anforderungen der DIN EN 12464-1 an einen Büroarbeitsplatz erfüllt. Bei der Berechnung kann ein Streifen von 0,5 Meter an den Wänden entfallen, wenn darin keine Bereiche der Sehaufgabe liegen.

Arbeitsplätze sollten mit mindestens 500 Lux beleuchtet sein; anspruchsvolle Sehaufgaben erfordern auf Teilflächen mindestens 750 Lux. Geringer sind die Beleuchtungsanforderungen im unmittelbaren Umgebungsbereich mit einer Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux.

Arbeitsplatz und Umgebungsbereich



21

© licht.de



Lichtwirkung auf den Menschen

Licht ist nicht nur zum Sehen erforderlich, es hat wesentlichen Einfluss auf Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen. Moderne Beleuchtungskonzepte bringen die Dynamik des natürlichen Tageslichts ins Gebäudeinnere und unterstützen Mitarbeiter am Arbeitsplatz.

Etwa 80 Prozent aller Informationen erreichen uns über unsere Augen. Licht ist aber nicht nur Voraussetzung für das Sehen, es ist auch ein wichtiger Zeitgeber für die innere Uhr des Menschen. Aktuelle Studien belegen, dass Licht und der natürliche Wechsel von Tageslicht zu Dunkelheit viele biologische Vorgänge in unserem Körper steuern.

Danach ist Licht auch dafür verantwortlich, ob wir gut schlafen, uns am Tag wohlfühlen und leistungsfähig sind. Fehlt Licht als wichtigster Zeitgeber für den circadianen Rhythmus (= Tag-/Nacht-Rhythmus) des Menschen, kommt die innere Uhr aus dem Takt: Müdigkeit, Antriebslosigkeit und im schlimmsten Fall Depressionen können die Folge sein.

Der ursprüngliche Zeitgeber für den circadianen Rhythmus sind die Natur und das natürliche Tageslicht. Tageslicht verändert sich tagsüber vor allem in der Beleuchtungsstärke, in der Morgen- und Abenddämmerung mit geringen Beleuchtungsstärken variiert die Farbtemperatur. Eine biologisch wirksame Beleuchtung nimmt diese Vorgaben auf und unterstützt mit unterschiedlichen Beleuchtungsstärken und dynamisch wechselnden Lichtfarben den circadianen

Rhythmus des Menschen: Anregende Morgenstimmung, helles Licht für Konzentrationsphasen oder sanftes Hinübergleiten in den Feierabend. Auch im Büro können Beleuchtungssysteme mit voreingestellten, automatisch ablaufenden Lichtstimmungen viel dazu beitragen, Wohlbefinden und Konzentrationsfähigkeit der Mitarbeiter zu stärken.

Hinweise zur Lichtplanung

Die biologische Wirkung von Licht wird zwar durch das Auge vermittelt, funktioniert aber unabhängig vom Sehvorgang. Neben den Anforderungen an die allgemeinen Gütekriterien und die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage müssen deshalb auch die Kriterien der biologischen Wirkung von Licht erfüllt werden. Wichtige Faktoren nach dem Vorbild der Natur sind:

- Beleuchtungsstärke (vertikal am Auge),
- Flächigkeit des Lichts,
- Lichtrichtung,
- Lichtfarbe,
- Dynamik,
- Tageszeit und Zeitdauer der biologisch wirksamen Lichtexposition.

Beleuchtungsstärke und Lichtverteilung

Die biologische Wirkung von Licht nimmt mit der sichtbaren Fläche der Lichtquelle zu. Besonders effizient sind deshalb Be-

leuchtungskonzepte, die Wand- und Deckenflächen einbeziehen. So erreicht das Licht die Augen von oben und von vorne. Gut geeignet sind zum Beispiel flächige Leuchten, die zu Lichtdecken kombiniert werden können oder Pendelleuchten, die einen Anteil des Lichts indirekt gegen die Decke und an das obere Drittel der Wände abstrahlen. Auch Wallwasher können wirkungsvoll in das Beleuchtungskonzept integriert werden.

Lichtfarbe und Lampen

Ein wichtiges Kriterium bei der Planung biologisch wirksamer Beleuchtung ist die Lichtfarbe. Sie wird als ähnlichste Farbtemperatur in der Einheit Kelvin (K) angegeben und charakterisiert das farbliche Aussehen des Lichts einer Lampe. Zum Vergleich: Die Lichtfarbe des Himmels variiert überwiegend zwischen 6.000 und 10.000 Kelvin.

Biologisch wirksam im Sinne der Tagesaktivierung ist vor allem tageslichtweißes Licht mit höheren Blauanteilen von mindestens 5.300 Kelvin. Geeignete Lichtquellen sind zum Beispiel Leuchtstofflampen mit entsprechendem Blauanteil. Auch weiße LEDs mit Farbtemperaturen zwischen 6.000 und 8.000 Kelvin und einem Schwerpunkt im niedrigwelligen, bläulichen Spektralbereich



24



25

zeichnen sich durch hohe biologische Wirksamkeit aus.

Da eine aktivierende Lichtwirkung in der Regel nur am Tag sinnvoll ist, sollten abends warme Lichtfarben (bis zu 3.000 Kelvin) in Kombination mit niedrigen Beleuchtungsstärken eingesetzt werden.

Raumumgebung und Lichtfarbe

Bei einer dynamischen Beleuchtung muss darauf geachtet werden, dass das von der Lampe abgestrahlte Spektrum weder von der Leuchte noch von den Umgebungsfarben im Raum verändert wird. Bei Leuchten können vor allem lichtlenkende Elemente – Raster, Abdeckungen oder Prismen – dazu führen, dass der biologisch wirksame Blauanteil reduziert wird.

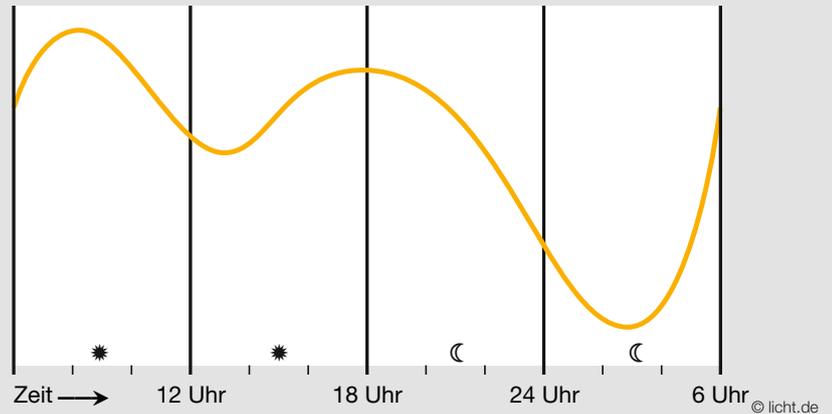
Auch die Farben von Decken, Wänden und Möbeln haben großen Einfluss auf den Raumeindruck. Dunkle Farben reflektieren weniger Licht als helle. So „schlucken“ zum Beispiel Holzelemente oder Erdfarben viel Licht und absorbieren die Blauanteile. Ebenfalls kritisch sind kräftige gelbe und rote Farben.

Mehr Wohlbefinden und Motivation

Die volle Dynamik des Tageslichts lässt sich nicht auf die künstliche Beleuchtung übertragen. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen belegen inzwischen aber, dass eine an der Natur orientierte Beleuchtung Wohlbefinden und Motivation steigert.

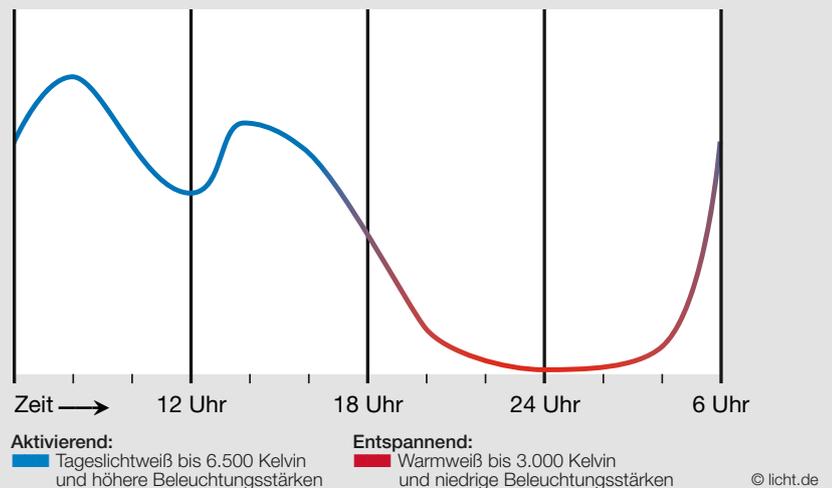
 Weitere Informationen und Praxisbeispiele sind in Heft licht.wissen 19 „Wirkung des Lichts auf den Menschen“ zu finden.

Leistungsbereitschaft des Menschen



26

Biologisch wirksame Beleuchtung



27

[22 – 25] Dynamische Beleuchtung im Büro sorgt vor allem in tageslichtärmeren Bereichen für mehr Wohlbefinden: Nach dem Vorbild der Natur verändern sich Lichtfarbe, Beleuchtungsstärke und Lichtrichtung im Tagesverlauf. Kühle Lichtfarben mit hohem Blauanteil aktivieren, warme Lichtfarben entspannen.

[26] Die Leistungskurve des Menschen verändert sich im Tagesverlauf: Morgens gegen 10 Uhr und am späten Nachmittag arbeiten Geist und Körper am effektivsten.

[27] Intelligente Lichttechnik unterstützt den biologischen Rhythmus des Menschen durch voreingestellte Lichtstimmungen.



28



29



30



Licht am Arbeitsplatz

Zwischen Telefon, Tastatur und Teamsitzung: Im modernen Büroalltag folgen unterschiedliche Tätigkeiten rasch aufeinander. Eine gute Beleuchtung sorgt für optimale Arbeitsbedingungen und eine angenehme Raumatmosphäre.

Morgens Schreibearbeit am Computer, 11 Uhr Teambesprechung, am Nachmittag eine Videokonferenz mit den Kollegen aus Übersee. So oder ähnlich sieht inzwischen der Alltag vieler Büronutzer aus. Vorbei die Zeit, da der Mensch den ganzen Tag an ein und demselben Schreibtisch verbrachte. Der moderne Büromensch ist mobil und dort zu finden, wo es die Arbeit erfordert.

Flexible Beleuchtungslösungen unterstützen den Mitarbeiter bei seinen Tätigkeiten im Büro, stimulieren Leistung und Wohlbefinden. Die Lichtplanung muss dabei nicht nur den relevanten Normen genügen, sondern auch ästhetische und ergonomische Kriterien sowie individuelle Wünsche berücksichtigen – am Einzelplatz ebenso wie im weitläufigen „Open Office“.

Sehleistung und Sehkomfort

Gute Beleuchtung am Arbeitsplatz ist immer an die jeweiligen Sehaufgaben angepasst, garantiert Sehleistung und Sehkomfort. Je schwieriger die Sehaufgaben, desto höher muss die Beleuchtungsstärke sein: Mindestens 500 Lux sind nach der

Norm DIN EN 12464-1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ für Lesen und Schreiben richtig. Mehr Licht darf sein, und so gehen sachkundige Lichtplaner in der Regel über die Mindestanforderungen der Norm hinaus.

Auch Blendung muss nach den geltenden Normen und den Technischen Regeln für Arbeitsstätten vermieden werden. Dies gilt sowohl für Blendung durch Tageslicht als auch durch Leuchten. Während Jalousien den Tageslichteinfall regulieren, müssen Leuchten so positioniert und eingestellt werden, dass ihr Licht den Nutzer nicht blendet – weder direkt noch indirekt. Hochwertige Systeme begrenzen die Blendung schon von Haus aus. Wenngleich moderne Bildschirme gut entspiegelt sind, sollte im Einzelfall überprüft werden, dass keine störenden Reflexionen auf dem Monitor entstehen.

Licht für das Open Office

Weiträumige Bürolandschaften gestatten die Bildung von Arbeitsgruppen und Teams bei flexibler Flächennutzung und Raumaufteilung. Eine gute Lichtplanung strukturiert die Fläche und sorgt mit einer differenzierten Beleuchtung für die visuelle Trennung unterschiedlicher Nutzungszonen.

Für die Allgemeinbeleuchtung empfiehlt sich eine Kombination aus direkt und indirekt strahlendem Licht. Eine ausgewogene Verteilung von Licht und Schatten sorgt für ein angenehmes visuelles Ambiente, fördert die Kommunikation und wird auch von Mitarbeitern positiv bewertet – vor allem dann, wenn eine zusätzliche individuelle Regelung möglich ist. Leuchten mit asymmetrischer Lichtverteilung, sogenannte Wallwasher, bringen das Licht an die Wände, das von dort in den Raum zurückstrahlt. Ebenfalls im Trend liegen großflächige Lichtdecken. Beide Lösungen bieten auch eine optimale Basis für biologisch wirksame Beleuchtung.

[28] Pendelleuchten mit direkt-indirekter Lichtverteilung strukturieren den offenen Büroraum und geben blendfreie Beleuchtung an den Arbeitsplätzen. Ein Lichtmanagementsystem sorgt dafür, dass die Leuchten je nach Tageszeit und Präsenz geschaltet und gedimmt werden.

[29] An Arbeitsplätzen mit großen Fensterflächen spielt das optimale Zusammenspiel von Tageslicht, ergänzender Beleuchtung und Lichtstimmung eine besonders wichtige Rolle. Zum Tageslichtkonzept gehören ein ausreichender Blendschutz und die Möglichkeit, Fenster abschatten zu können.

[30] Beleuchtungssysteme mit guter Entblendung verhindern unangenehme Reflexionen auf den Bildschirmen.

Bei geringer Deckenhöhe können auch rundum entblendete Direktleuchten für die notwendige Helligkeit sorgen oder alternativ Stehleuchten mit direkt/indirekter Lichtverteilung eingesetzt werden.

Ausrichtbare Strahler oder Downlights mit asymmetrischer Lichtverteilung setzen Akzente. Sie lenken den Blick auf Bilder und Oberflächen und gliedern den Raum. Lichtsteuerungen erleichtern einen raschen Wechsel der Beleuchtung und bringen Dynamik in den Büroalltag.

Licht im Einzelbüro

Für Einzelbüros und „Work-Spaces“ ist eine direkt-/indirekte Lichtverteilung die richtige Lösung. Pendel- oder Stehleuchten direkt am Arbeitsplatz erfüllen diese Aufgabe. An fensternahen Arbeitsbereichen ist das optimale Zusammenspiel von Tages-

licht, Kunstlicht und Lichtstimmung wichtig. Leuchten sind in Ergänzung zum Tageslichteinfall häufig parallel zum Fensterbereich installiert.

Flexible Beleuchtung

Tisch- oder Stehleuchten geben Mitarbeitern die Möglichkeit, bei Bedarf zusätzliches Licht einzuschalten. Dies erleichtert den Augen die Arbeit und schützt vor schneller Ermüdung. Tischleuchten sind auch dann geeignet, wenn der Schreibtisch einen Wechsel von der Sitz- in die Stehposition erlaubt.

In jedem Fall empfiehlt es sich, Lichtmanagementsysteme einzusetzen. Sie steuern und regeln die Beleuchtung nach Bedarf, Anwesenheit, Tages- und Jahreszeit. Damit erhöhen sie den Komfort der Beleuchtung und senken auch die Energiekosten.

[31 + 35] Lichtmanagementsysteme erlauben die getrennte Schaltung und Dimmung der Beleuchtung, je nach Präsenz, Tageszeit und gewünschter Lichtstimmung. Intelligente Systeme erhöhen den Komfort und reduzieren den Energieverbrauch im Unternehmen.

[33] Eine Pendelleuchte mit hohen Indirektanteilen sorgt im Einzelbüro für gleichmäßige Beleuchtung und einen hellen Raumeindruck. Raster lenken das Direktlicht blendfrei auf die Arbeitsfläche.

[34] Schreibtischleuchten geben zusätzliches Licht.



31



32

Arbeiten am Bildschirm

Moderne Bürobildschirme [32] sind in der Regel gut entblendet. Sie können auch relativ hohe Leuchtdichten bis zu 1.500 cd/m^2 vertragen. Gleichwohl sollte bei der Gestaltung und Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen darauf geachtet werden, dass störende Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen auf dem Bildschirm vermieden werden.

Leuchten sollten die Leuchtdichte der eingesetzten Lampen entsprechend reduzieren, Fenster mit einer verstellbaren Jalousie ausgestattet sein. Zwischen dem Bildschirm und der Arbeitsumgebung ist eine ausgewogene Helligkeitsverteilung wichtig.





36



37



38

Licht für Kommunikationsbereiche

Gedankenaustausch und Kooperation treiben die kreative Wissensgesellschaft an. Der „Lebensraum Büro“ bietet dafür Kommunikationsbereiche, die für konzentrierte Teamarbeit ebenso genutzt werden können wie zum Entspannen.

In der Wissensgesellschaft ist Kommunikation ein wesentlicher Produktivitätsfaktor, Teamarbeit und Netzwerken spielen eine wichtige Rolle. Und wer sagt, dass nicht just beim Gespräch mit Kollegen an der Espressobar eine große Idee ihren Anfang nimmt?

Experten schätzen, dass heute etwa 80 Prozent aller realisierten Innovationen durch Face-to-Face-Kommunikation entstehen. Immer häufiger unterstützen Unternehmen deshalb aktiv die Kommunikation ihrer Mitarbeiter und richten entsprechende Gesprächszonen ein. Ihr Anteil an der Bürofläche liegt heute schon bei etwa 30 Prozent – Tendenz steigend. Das hat nicht nur Auswirkungen auf die Büroplanung, auch die Lichtplanung ist gefordert. Abgestimmt auf Architektur und Möblierung soll sie ein emotional ansprechendes und zugleich funktionales Licht für eine angenehme Gesprächsatmosphäre bereitstellen. Dynamische Lichtlösungen sorgen dafür, dass die Beleuchtung je nach Anforderung die Kommunikation stimuliert, Kreativität beflügelt oder Entspannung fördert.

Lichtkomfort fürs Gespräch

Für Gespräche und zum Lesen bieten direkt/indirekt strahlende Beleuchtungslösungen geeignetes Licht mit hohem Sehkomfort: Beim Lesen wird zumeist ein überwiegend direkter Lichtanteil am Sitzplatz bevorzugt, bei Gesprächen sorgt indirektes Licht für eine angenehme Atmosphäre und Gesichtswirkung. Stehleuchten erlauben flexible Arrangements von Beleuchtung und Einrichtung. Formal einheitliche Konzeptionen lassen sich über ein Lichtmanagementsystem den jeweiligen Nutzungsanforderungen anpassen.

Auch in Gastronomiebereichen oder der kleinen Cafeteria sorgt die Beleuchtung dafür, dass sich selbst bei kurzen Pausen Entspannung und Wohlfühl einstellen. Downlights und dekorative Pendelleuchten bringen blendfreies Licht auf den Tisch; eine gute Farbwiedergabe der Lampen ist Pflicht.

Eine differenzierte Beleuchtung unterstützt die Zonierung des Raums. So vermitteln

LED-Licht aus Vouten oder diffus-opale Lichtflächen aus hinterleuchtetem Glas an Decke, Wand oder Theke Großzügigkeit, Strahler setzen Akzente im Raum. Gute Entblendung ist in jedem Fall in allen Kommunikations- und Gastronomiebereichen wichtig.

[36] Effizient, langlebig und ebenso attraktiv wie die Raumgestaltung: LED-Einbauleuchten und eine LED-Pendelleuchte inszenieren den Gesprächsbereich.

[37] Großflächige Anbauleuchten geben angenehmes Licht für kurze Besprechungen. Lichtlenkende Mikrostrukturen in der Leuchte sorgen für eine homogene Beleuchtung.

[38] In der Gangzone laden Sitzwürfel zur zwanglosen Kommunikation mit Kollegen ein. Downlights weisen den Weg.

[40] Runde Einbauleuchten integrieren sich gut in die Architektur und geben stimmungsvolles Licht bei Tisch.



39

Licht bei Tisch

In Gastronomiebereichen [39] sorgt eine angenehme Beleuchtung mit ausgewogenen Direkt- und Indirektanteilen für Erholung und kommunikative Stimmung. DIN EN 12464-1 empfiehlt eine Grundbeleuchtung von 200 Lux. Ideal für die Beleuchtung des Esstisches sind Pendelleuchten. Sie sollten in etwa 60 Zentimeter Abstand zur Tischplatte – also knapp über Augenhöhe – abgependelt sein und nicht blenden.



40



Licht für Konferenzen und Schulungsräume

Seminare, Diskussionsrunden, Vorträge: Konferenz- und Schulungsräume sind Kommunikationszentren, ausgestattet mit moderner Medientechnik. Ihre multifunktionale Nutzung erfordert eine flexible, zugleich angenehme und effiziente Beleuchtung.

Flexibilität ist Trumpf – dies gilt nicht nur im Open Office, sondern in hohem Maß auch für Konferenzräume, die als wichtiges Kommunikationszentrum unverzichtbar bleiben. Hier treffen sich Kollegen zu Workshops, werden Kunden empfangen und entscheidende Weichen für neue Projekte gestellt.

Konferenzräume präsentieren das Unternehmen und seine Kultur. Sie stellen Multi-Mediatechnik zur Verfügung und sollen dabei ein anregendes Ambiente bieten, das gleichermaßen für lebhafte Diskussionen wie auch für konzentriertes Arbeiten geeignet ist. Ein Raum, viele Aufgaben – das bedeutet Höchstleistungen für die installierte Lichttechnik. Sie muss für jede Art der Nutzung das passende Lichtszenario bereitstellen.

Licht bestimmt die Raumatmosfera

Die richtige Mischung unterschiedlicher Lichtsysteme garantiert eine flexible Beleuchtung. Deckenleuchten sorgen für Grundhelligkeit, Strahler und Spots setzen Akzente.

Für die Allgemeinbeleuchtung ist ein homogenes und blendfreies Licht richtig. Eine offene Atmosphäre erzeugen Lichtsysteme mit indirekt/direkter Abstrahlcharakteristik. Das indirekte Licht erhellt die Decke und die oberen Wandbereiche; der gerichtete Lichtanteil modelliert den Raum und sorgt für Sehkomfort bei Seminaren und Sitzungen.

Wird eine eher geschlossene Atmosphäre gewünscht, etwa für wichtige Meetings oder Diskussionsrunden, empfiehlt sich eine akzentuierende Beleuchtung mit ausreichender Helligkeit auf horizontalen Flächen.

Die großflächige oder gerichtete Anstrahlung von Wandbereichen oder Kunstgegenständen und unterschiedliche Lichtfarben beleben den Raum. Auch farbige Lichtvouten oder Lichtpunkte – bestückt mit LEDs – setzen wirkungsvolle Akzente.

Beleuchtung bei Präsentationen

Flexibles Licht ist vor allem für Präsentationen wichtig. Downlights und Strahler zur Akzentbeleuchtung können die notwendige vertikale Beleuchtung von Rednerpult oder Bühne übernehmen, um die Vortragenden ins richtige Licht zu setzen. Im Bereich der Medienwand sollte zudem eine zusätzliche, getrennt schaltbare Beleuchtung für gute Sehverhältnisse auf Schautafeln und Flipcharts sorgen.

Für Videovorträge und beim Beamereinsatz muss dagegen die Medienwand vollkommen abgedunkelt werden können, während gleichzeitig eine Grundbeleuchtung Orientierung im Raum oder Licht zum Mitschreiben bietet. Eine gedimmte Akzentbeleuchtung auf den Seitenwänden beugt Ermüdung vor, die sich in abgedunkelten Räumen leicht einstellt.

Lichtmanagement mit System

Die vielfältigen Beleuchtungsaufgaben im Konferenzraum setzen eine leistungsfähige Lichtsteuerung voraus. Komfortabel lassen sich so per Fernbedienung programmierte Lichtszenen abrufen und individuell anpassen. Über entsprechende Lichtmanagementsysteme können auch die Fensterjalousien nach Wunsch gesteuert werden.

 Mehr Informationen gibt es in Heft licht.wissen 02 „Besser lernen mit gutem Licht“.



42

Licht für Vorträge

Präsentationsflächen [42] sollen bei einem Vortrag mindestens mit dem 1,5-fachen Wert der mittleren Beleuchtungsstärke im Raum beleuchtet werden. Bei 500 Lux im Konferenzraum sind das 750 Lux auf den horizontalen Flächen im Vortragsbereich, der auch vertikal gut ausgeleuchtet sein sollte. Lichtmanagementsysteme erleichtern die komfortable Steuerung der Beleuchtung. Über ein Bedientableau in der Nähe des Vortragenden können dann voreingestellte Lichtszenen schnell abgerufen werden, zum Beispiel gedimmtes Licht für Videopräsentationen.

[41] Lichtmodule erzeugen eine offene Atmosphäre im Konferenzraum. Zusätzliche Downlights in den Randbereichen sorgen bei beamergestützten Präsentationen für ausreichende Grundhelligkeit ohne Streulicht auf der Präsentationsfläche. Eine gedimmte Akzentbeleuchtung beugt Ermüdung vor und erleichtert Zuhörern das Mitschreiben.



44



45



46



Licht für Foyer und Flur

Der Eingangsbereich ist die Visitenkarte des Unternehmens. Hier bildet sich der Besucher seinen ersten Eindruck. Eine emotional ansprechende Qualität von Raum- und Lichtgestaltung vermittelt Offenheit und transportiert die Unternehmenskultur.

Das Foyer spielt in großen Bürogebäuden, aber auch in kleinen Unternehmen eine wichtige Rolle. Es prägt den Charakter des Objekts, heißt Besucher willkommen und fördert die persönliche Begegnung. Eine ansprechende Lichtgestaltung mit guter Farbwiedergabe, Brillanz und abwechslungsreicher vertikaler und horizontaler Beleuchtung steigert den Sehkomfort.

Eine helle, blendfreie Beleuchtung erleichtert Besuchern die Orientierung, wenn sie am Tag in das Gebäude eintreten. Große Fensterflächen, hinterleuchtete Deckenfelder oder indirekt abstrahlende Wandleuchten sorgen für helle Lichtzonen und vermitteln optische Weite. Eine zusätzliche attraktive Akzentbeleuchtung beugt monotonen Raumeindrücken vor. Dies gelingt zum Beispiel im Wechselspiel von diffus abstrahlenden Lichtlinien in Kombination mit Spotlights, die sich auch bündig in Decken integrieren lassen.

Licht im Eingangsbereich

Im Eingangsbereich muss die Beleuchtung auch ihre Führungsqualitäten unter Beweis stellen: Eingang, Empfang mit Wartebereich und die Wegeführung zu Treppen, Fluren sowie weiteren Gebäudetrakten erfordern eine differenzierte Lichtplanung. Für ausgewogene Helligkeit und eine positive Gesprächsatmosphäre sorgt eine direkt/indirekte Beleuchtung mit warmweißem Licht. Attraktiv wirken lichtdurchlässige Fronten am Empfangstresen, die zum Beispiel mit LED-Modulen effizient hinterleuchtet werden. Mit LED-Lichtlösungen gelingt es leicht, auch im Foyer die wohltuenden Effekte von Farbe und dynamischem Licht zu nutzen.

Licht für Flure und Gänge

Flure und Gänge dienen der schnellen Erschließung unterschiedlicher Gebäudebereiche. Aufgehellte Wände verleihen ein Gefühl von Sicherheit und beeinflussen das Raumgefühl positiv. Endlos wirkende Flure lassen

[47] Zentraler Blickfang im Atrium sind zwei imposante Aufzugstürme, ummantelt mit hinterleuchteten Textilhüllen. Filigrane Lichtlinien unter Brüstungen und Treppenaufgängen akzentuieren die Wegeführung.

[48] Im Foyer unterstreicht ein großflächiger Lichthimmel die Architektur. Das direkte Licht eingebauter Downlights markiert Randbereiche, die zusätzlich von Lichtvouten erhellt werden.



sich durch eine interessante Lichtgestaltung und Akzentbeleuchtung, zum Beispiel durch die Anstrahlung von Bildern, wirkungsvoll unterbrechen.

Als dynamisches Element lässt sich Licht auch auf Verkehrswegen unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten anpassen. In tagelichtarmen Bereichen können zum Beispiel LEDs mit einem breiten Spektrum an Farbtemperaturen den natürlichen Tageslichtverlauf nachempfinden. Eine einladende Beleuchtung fördert zudem die Kommunikation in Gangbereichen, die zum Verweilen einladen. Ergänzende Wand- und Bodeneinbauleuchten weisen den Weg, markieren Aufzugsbereiche und Meeting Points. Bei Bodeneinbauleuchten ist besonders darauf zu achten, dass sie nicht blenden.

Da Flure und Treppen zugleich Fluchtwege sind, muss eine entsprechende Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden.

Sicher auf dem Weg nach oben

Treppenanlagen haben häufig einen repräsentativen Charakter. Vor allem aber müs-

sen sie sicher für den Nutzer sein. Licht, das vom oberen Treppenabsatz nach unten fällt, sorgt für kurze weiche Schatten. So setzen sich Trittstufen deutlich voneinander ab, jede einzelne Stufe ist gut zu erkennen. Gut geeignet sind Leuchten mit breit strahlender Lichtstärkeverteilung, parallel zum Treppenverlauf installiert. Oft ist es sinnvoll, Stufen mit Orientierungsleuchten zu markieren. Sie werden in die Wand eingebaut oder bei breiten Treppen direkt in die Setzstufen eingelassen. Je nach Ausführung der Leuchte muss jede, mindestens aber jede dritte Stufe beleuchtet werden.

Lichtmanagement rechnet sich

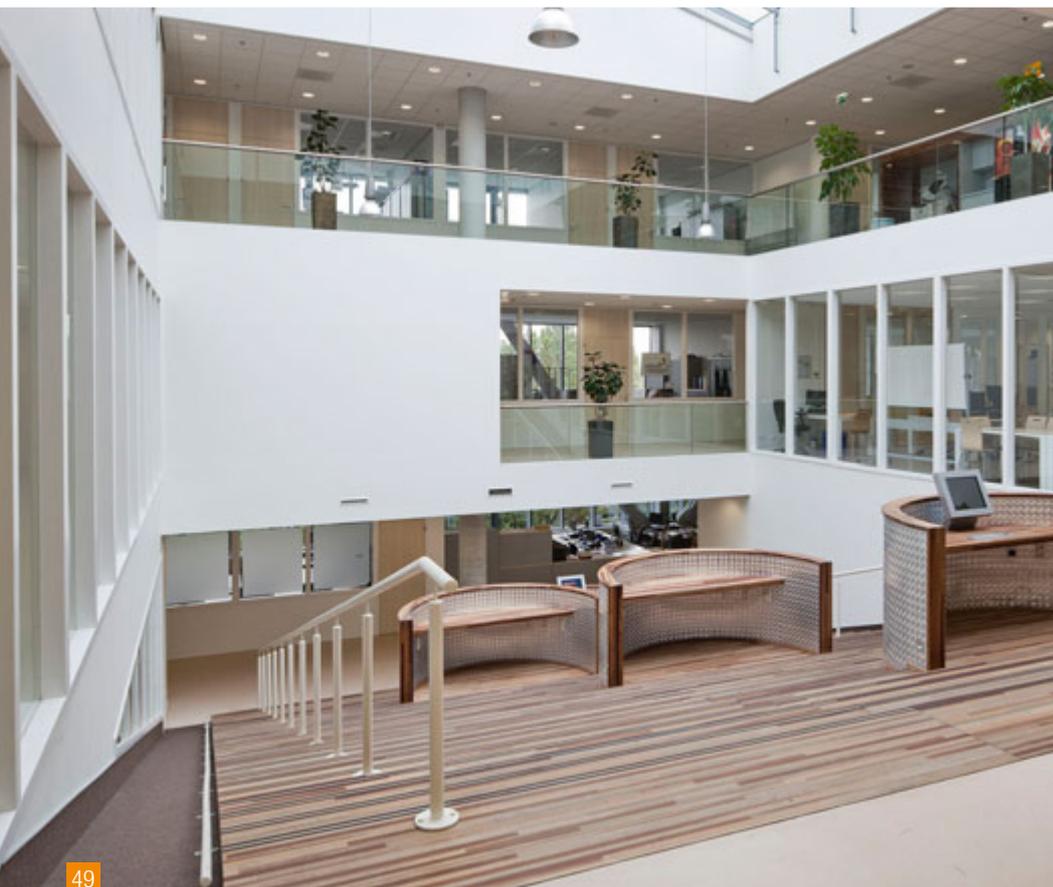
Auch in kleineren Büroeinheiten rechnet sich ein Lichtmanagementsystem, denn ein Großteil der Energie in Gebäuden wird für Licht in oft leeren Fluren, Foyers, Toiletten und Büros verbraucht. Intelligente Lichtsteuerungen sorgen dafür, dass die Beleuchtung nur dann eingeschaltet wird, wenn sie auch tatsächlich benötigt wird. LEDs sind eine zukunftsweisende Lösung, denn häufiges Schalten und Dimmen belasten diese Lichtquellen nicht.

[49] Verkehrszone mit Mehrwert: Auf der breiten Treppe sind Arbeitsinseln installiert. Leuchten mit breit strahlender Lichtstärkeverteilung geben Sicherheit auf der Treppe.

[50] Pendelleuchten mit direkt/indirekter Lichtverteilung sorgen für eine angenehme Atmosphäre im langen Gang.

[51] Oberlichter spenden Tageslicht im Gang. Am Abend übernehmen LED-Downlights die Beleuchtung.

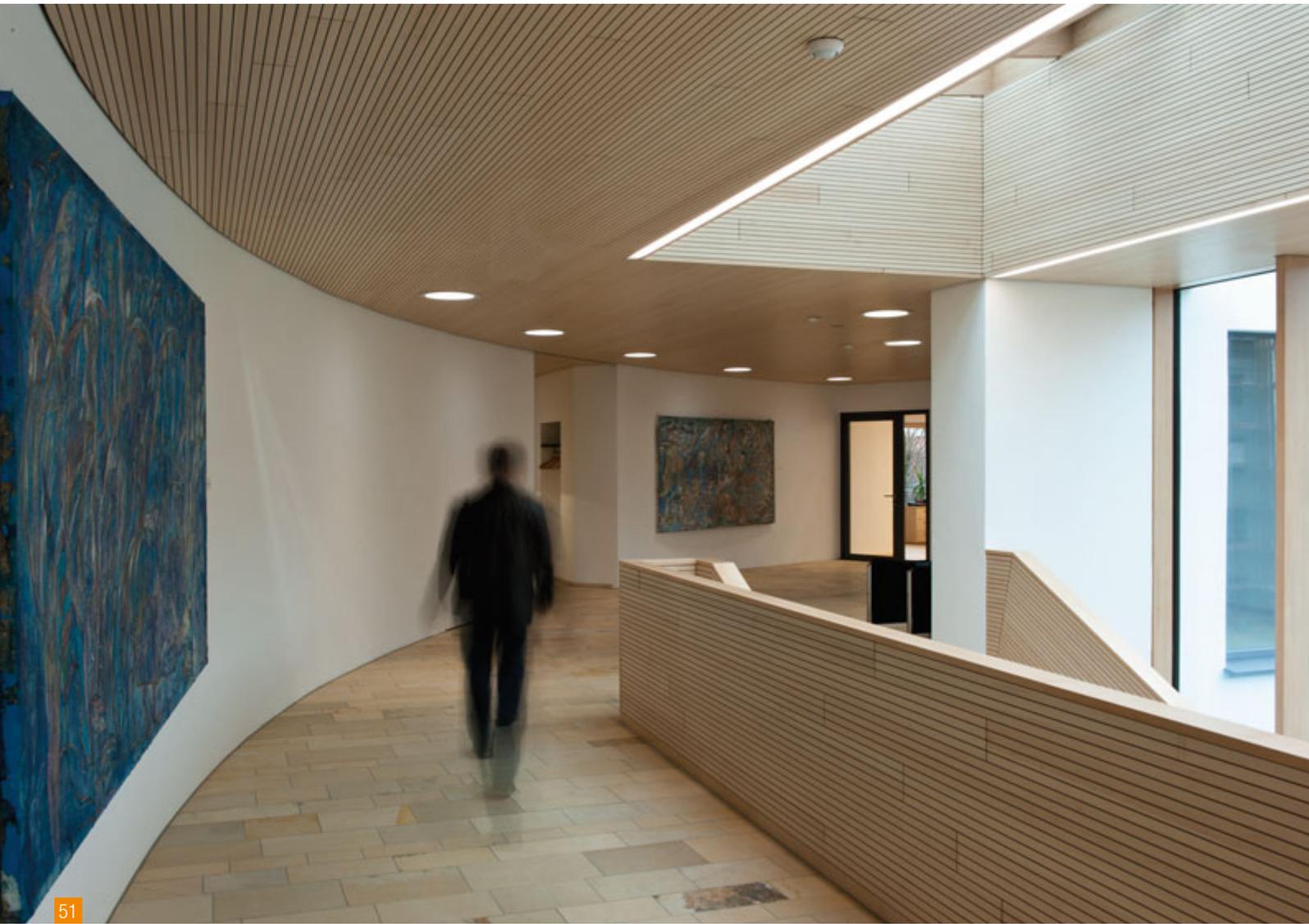
[52] LED-Downlights führen durch das Gebäude und leiten zu den Aufzügen.



49



50



51

Verkehrswege und Aufzüge

Orientierung geben: Flure, Treppen und Aufzüge führen Mitarbeiter und Besucher in das Innere des Hauses. Das richtige Licht trägt wesentlich dazu bei, den Weg durch eine abwechslungsreiche Beleuchtung einladend zu gestalten und in langen Fluren ohne Tageslicht einen „Tunneleffekt“ zu vermeiden. In solchen Gängen sollte die Beleuchtung entweder mit ähnlichen Beleuchtungsstärken wie im Eingangsbereich realisiert oder die Helligkeit nur dezent abgestuft werden. DIN EN 12464-1 schreibt für Flure und Treppen eine Beleuchtungsstärke von mindestens 100 Lux vor.

Da viele Menschen Unbehagen empfinden, wenn sie einen Aufzug betreten, sollte schon der Vorplatz zum Liftportal mit deutlich erhöhter Helligkeit freundlich gestaltet werden. Dies lässt sich zum Beispiel mit Wandleuchten links und rechts der Aufzugstür realisieren. Zusätzliche Orientierung für den Einstieg geben Bodeneinbauleuchten. Im Innenraum des Aufzugs empfehlen sich helle Grundfarben, die ebenso wie Spiegel und glänzende Decken ein größeres Platzangebot suggerieren. Eine Beleuchtung mit hohen diffusen Lichtanteilen verhindert unangenehme Schlagschatten auf Gesichtern.



52

Lichtqualität und Normen

Im Mittelpunkt jeder guten Lichtplanung steht der Mensch. Licht soll ihn gesund halten und motivieren. Für Unternehmer und Investoren sind Effizienz und Flexibilität der Anlage ebenso wichtige Faktoren. Optimale Beleuchtungsanlagen entsprechen den relevanten Normen. Sie sind nachhaltig, vereinen ergonomische, ökologische und ökonomische Anforderungen.

Ob am Schreibtisch, auf dem Weg zur Konferenz oder bei der Schulung: Eine gute Beleuchtung sorgt für ein angenehmes Lichtklima in Büro und Verwaltung. Sie unterstützt den Menschen bei seinen jeweiligen Sehaufgaben und ermöglicht ein ermüdungsfreies Arbeiten.

Die grundsätzlichen Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Bürogebäuden sind in der 2011 aktualisierten DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung, Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ zu finden, die als EN europaweit gilt. In Deutschland ist außerdem die im April 2011 neu gefasste ASR A3.4 „Beleuchtung“ der Technischen Regeln für Arbeitsstätten zu beachten. Die ASR konkretisiert die Anforderungen, die an Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit gestellt werden. Die Beleuchtung von Arbeitsplätzen im Freien ist in der DIN EN 12464-2 „Licht und Beleuchtung, Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien“ geregelt.

Für Nicht-Wohngebäude muss ein Energieausweis ausgestellt werden, der mit der Energieeinsparverordnung EnEV gefordert wird. Die Berechnungsverfahren für den Energiebedarf der Beleuchtung sind in der DIN V 18599-4 „Energetische Bewertung von Gebäuden, Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung“ dargelegt.

Merkmale der Beleuchtungsqualität

Arbeitsstätten müssen nach ASR A3.4 ausreichend Tageslicht erhalten und mit einer angemessenen künstlichen Beleuchtung ausgestattet sein. Eine gute Beleuchtungsanlage berücksichtigt visuelle, emotionale und biologische Wirkungen von Licht – und ist energieeffizient. Nach DIN EN 12464-1

darf die Lichtqualität aber nicht reduziert werden, um den Energieverbrauch zu senken.

Gütemerkmale beschreiben die Qualität der Beleuchtung. Sie kann durch natürliches oder künstliches Licht oder durch eine Kombination aus beiden erzielt werden.

Wichtige Merkmale sind:

- Beleuchtungsstärke
- Leuchtdichte- bzw. Helligkeitsverteilung
- Begrenzung von Direktblendung und Reflexionen
- Lichtrichtung und Modelling
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Flimmerfreiheit
- Möglichkeit der Veränderung von Beleuchtungsniveau und Lichtfarbe

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke hat großen Einfluss darauf, wie schnell, sicher und leicht eine Sehaufgabe – zum Beispiel beim Lesen oder bei der Arbeit am Computer – von den Augen bewältigt werden kann. Die Maßeinheit Lux (lx) gibt den Lichtstrom an, der von einer Lichtquelle dabei auf eine bestimmte Fläche fällt. Für Schreib- und Lesearbeiten, für Arbeiten am Bildschirm und Konferenzen fordert DIN EN 12464-1 eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux auf horizontalen Arbeitsflächen, wie dem Schreibtisch. Dabei gilt: Je schwieriger die Sehaufgabe, desto höher muss die Beleuchtungsstärke sein. Die empfohlenen Richtwerte der Norm sind auf Seite 37 aufgeführt.

DIN EN 12464-1 gibt Wertungswerte für Beleuchtungsstärken an, die für übliche Sehbedingungen gelten. Viele Menschen bevorzugen indes höhere Beleuchtungsstärken. Das ist kaum verwunderlich, denn gemessen am Tageslicht muss der moderne Mensch, der sich häufig in Innenräumen aufhält, mit sehr viel weniger Licht auskommen. Zum Vergleich: Bei Sonnenschein

gibt es unter freiem Himmel eine Beleuchtungsstärke von bis zu 100.000 Lux; bei vollständig bewölktem Himmel sind es immerhin noch 20.000 Lux. Höhere Beleuchtungsstärken sind deshalb vor allem im Winter, wenn es nicht richtig hell wird, willkommen und beugen Müdigkeit vor.

Beleuchtung auf Wänden, Decken und im Raum

Wichtig ist der Gesamthelligkeitseindruck im Raum, weshalb die Norm Mindestwerte für die Beleuchtungsstärke auf Wänden und Decken vorgibt. Die zylindrische Beleuchtungsstärke wird als Maß für den Helligkeitseindruck angesehen, der wesentlich von den vertikalen Beleuchtungsstärken abhängt. Sie wird insbesondere genutzt, um die Erkennbarkeit von Gesichtern zu bewerten.

Eine gute visuelle Kommunikation setzt voraus, dass Gegenstände und Gesichter einfach und schnell erkannt werden können. In Räumen, in denen sich Menschen bewegen und arbeiten, fordert die Norm deshalb eine mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke von mindestens 50 Lux. In Bereichen, in denen eine gute visuelle Kommunikation besonders wichtig ist, zum Beispiel im Büro oder im Konferenzraum, sollten 150 Lux als Mittelwert nicht unterschritten werden. Die ASR A3.4 fordert eine vertikale Beleuchtungsstärke von 175 Lux aus der Hauptblickrichtung. Ein Drittel der horizontalen Beleuchtungsstärke ist generell eine gute Empfehlung.

Gleichmäßige Helligkeit und Leuchtdichte

Im Büro wechselt der Blick häufig zwischen dem Nahbereich (dem Schreib- oder Computertisch) und fernerer Raumzonen. Zu starke Helligkeitsunterschiede ermüden und stören das Wohlbefinden, weil sich die Augen immer wieder anpassen müssen. Ebenso unangenehm wie große Kontraste

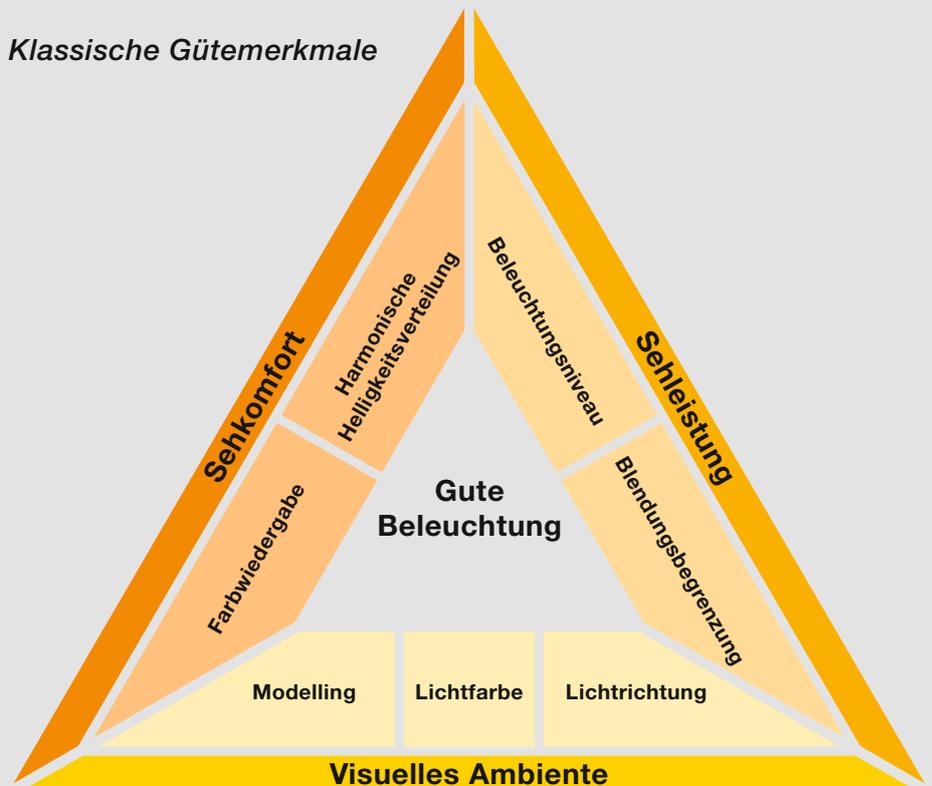
[53] Die Sehaufgaben am Arbeitsplatz bestimmen die Anforderungen an die Beleuchtung. Sie soll zugleich ein angenehmes Ambiente schaffen und effizient sein.

[54] Normen und ASR nennen Gütemerkmale, die in der Summe die Qualität einer Beleuchtungsanlage beschreiben. Sie müssen bei der Planung berücksichtigt werden.



Gütemerkmale der Beleuchtung

Klassische Gütemerkmale



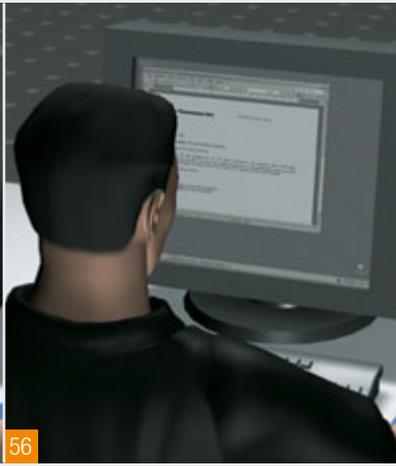
Weitere Gütemerkmale

Tageslicht-Integration	Energieeffizienz
Veränderung der Lichtsituation	Individuelle Einstellmöglichkeiten

54



55



56



57



58

sind zu geringe Unterschiede der Beleuchtungsstärke; sie lassen einen Raum schnell monoton wirken.

Die Lösung ist eine harmonisch ausgeglichene Helligkeitsverteilung, in der sich Sehobjekte in ihrer Leuchtdichte (Kurzzeichen: L) von der Umgebung differenziert absetzen. Die Leuchtdichte ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer leuchtenden oder beleuchteten Fläche hat. Sie wird gemessen in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2). Dabei ist zu beachten, dass helle Oberflächen sehr viel mehr Licht reflektieren als dunkle Flächen.

Nach der aktuellen DIN EN 12464-1 sollten in Räumen mit hoher visueller Kommunikation Wände deshalb mit mindestens 75 Lux und Decken mit mindestens 50 Lux beleuchtet werden. Diese Mindestwerte wurden 2011 neu in die Norm aufgenommen. Höhere Beleuchtungsstärken sind in beiden Fällen besser, weil sie den Sehkomfort erhöhen.

Grundsätzlich muss die Beleuchtungsstärke auf einer Fläche eine gewisse Gleichmäßigkeit (= U_0) einhalten. U_0 ist das Verhältnis

der minimalen zur mittleren Beleuchtungsstärke auf einer Fläche (siehe dazu auch die Tabelle auf Seite 37).

Licht für Umgebung und Hintergrund

Vor allem in Räumen mit schlechter Tageslichtversorgung ist eine ausreichende Beleuchtung des unmittelbaren Umgebungsbereiches wichtig. Der Wechsel zwischen unterschiedlichen Helligkeiten im Raum beansprucht die Augen stark. Deshalb soll der unmittelbare Umgebungsbereich gleichmäßige und ausreichend hohe Beleuchtungsstärken aufweisen.

Die Beleuchtungsstärken im unmittelbaren Umgebungsbereich – die Fläche reicht in der Regel bis zur nächsten Bewegungsfläche bzw. bis zu den Wänden – können niedriger sein als im Bereich der Sehaufgabe. Bestimmte Normwerte dürfen aber nicht unterschritten werden (siehe Tabelle auf dieser Seite). Auf eine Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke von $U_0 \geq 0,40$ muss geachtet werden.

Nur in sehr großen Büroräumen wird jenseits der Bewegungsflächen noch ein Hintergrundbereich definiert. Die Norm nennt

hier einen Wartungswert der Beleuchtungsstärke von mindestens einem Drittel des unmittelbaren Umgebungsbereiches und eine Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke von $U_0 \geq 0,10$.

Wartungswerte einhalten

Die Beleuchtungsstärke lässt mit den Jahren nach, da Leuchten, Lampen und die Raumumgebung altern und verschmutzen. Für Beleuchtungsanlagen werden deshalb Wartungswerte festgelegt. Der Wartungswert (\bar{E}_m) kennzeichnet den Wert, den die mittlere Beleuchtungsstärke nicht unterschreiten darf, unabhängig von Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage. Neuanlagen werden deshalb mit höheren Beleuchtungsstärken (= Neuwert) projektiert. Der Wartungsplan, den der Lichtplaner erstellen muss, definiert den Zeitpunkt der Wartung.

Blendung vermeiden

Blendung beeinträchtigt die Sehleistung stark und führt auf Dauer zu Ermüdung und nachlassender Konzentration. Sie sollte deshalb in jedem Fall vermieden werden. Blendung wird unterschieden in

- Direktblendung oder
- Reflexblendung.

Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe \bar{E}_{Aufgabe} /in Lux	Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich Lux
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	\bar{E}_{Aufgabe}
100	\bar{E}_{Aufgabe}
≤ 50	\bar{E}_{Aufgabe}



59



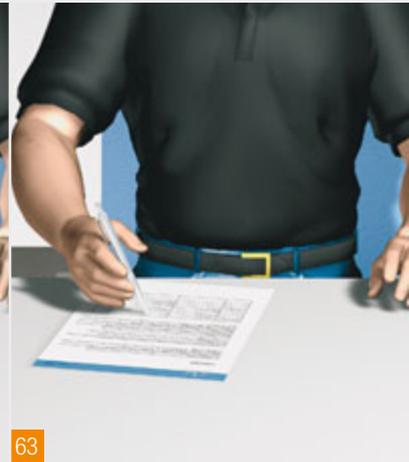
60



61



62



63

[55 + 56] Reflexblendungen auf dem Bildschirm, ausgelöst durch freistrahkende Leuchten, Sonnenstrahlen oder Spiegelungen, beeinträchtigen die Sehleistung und müssen vermieden werden.

[57 + 58] Reflexblendungen stören auch die Lesbarkeit von Büchern und Dokumenten mit glänzender Oberfläche. Leuchten mit direkt/indirekten Lichtanteilen und ihre richtige Anordnung im Raum, ausreichender Blendschutz an Fenstern und die richtige Positionierung der Arbeitsplätze tragen wesentlich dazu bei, Spiegelungen zu vermindern.

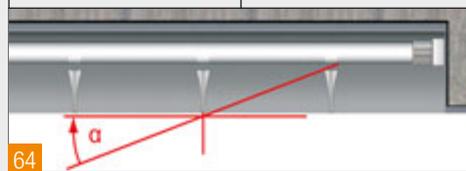
[59] Das vereinheitlichte Blendungsbewertungsverfahren [UGR] berücksichtigt alle Leuchten einer Anlage, die zu einem Blendeeindruck beitragen, sowie die Helligkeit von Wänden und Decken und führt zu einem UGR-Wert.

[60 + 61] Die Farbwiedergabeeigenschaft einer Lampe beschreibt, wie natürlich Farben wiedergegeben werden. Lampen können trotz gleicher Lichtfarben unterschiedliche Farbwiedergabeeigenschaften haben. Ist z.B. im Spektrum einer Lampe nur wenig Rot vorhanden, werden auch die roten Körperfarben nur unvollständig wiedergegeben.

[62 + 63] Ungünstige Lichtverteilung: Bei Rechtshändern sollte das Licht von links oben auf den Schreibtisch fallen, damit keine Schatten auf der Schreibfläche entstehen (bei Linkshändern Licht von rechts oben).

Direktblendung entsteht durch zu hohe Leuchtdichten, zum Beispiel durch ungeeignete, falsch angebrachte Leuchten, freistrahkende Lichtquellen oder auch durch unzureichend verschattete Fenster, durch die Sonne in den Raum strahlt. Um Blendung durch helle Lichtquellen zu vermeiden, sollten Lampen abgeschirmt werden. Bei folgenden Lampen-Leuchtdichten muss auf den richtigen Mindestabschirmwinkel geachtet werden:

Lampen-Leuchtdichte cd/m^2	Mindestabschirmwinkel α
20.000 bis < 50.000	15°
50.000 bis < 500.000	20°
≤ 500.000	30°



Direktblendung wird nach dem UGR-Verfahren (Unified Glare Rating) bewertet. Dabei werden alle Leuchten der Beleuchtungsanlage, die zu einem Blendeeindruck beitragen können, sowie die Helligkeit von Wänden und Decken berücksichtigt.

Reflexblendung entsteht durch Spiegelungen auf glänzenden Oberflächen, zum Beispiel auf Bildschirmen.

Die Wirkung beider Blendungsarten ist ähnlich: Sie beeinträchtigen vor allem die Wahrnehmung von Kontrasten und verschlechtern die Sehbedingungen. DIN EN 12464-1 nennt für die wichtigsten Räume in Bürogebäuden die Mindestwerte für die Blendungsbegrenzung.

Direkt- und Reflexblendung lassen sich durch folgende Maßnahmen vermeiden oder wirkungsvoll reduzieren:

- Richtige Anordnung der Arbeitsplätze zu Leuchten, Fenstern und Oberlichtern

- Ausreichender Blendschutz an Fenstern und Oberlichtern
- Einsatz gut entblendeter Leuchten und deren richtige Anordnung im Raum
- Einrichtung des Raumes mit vorzugsweise matten hellen Oberflächen
- Helle Decke und helle Wände

Bildschirmarbeitsplätze

Die Werte für Leuchtdichten, die sich in Bildschirmen spiegeln und dort Reflexionen verursachen können, hängen von den verwendeten Bildschirmen ab. Moderne Bildschirmtechnologien mit hohen Hintergrundleuchtdichten und guter Entblendung erlauben deutlich höhere Leuchtdichtegrenzwerte, die in der aktuellen Normung berücksichtigt wurden.

Die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen muss nach DIN EN 12464-1 so geplant werden, dass sie allen Sehaufgaben am Arbeitsplatz gerecht wird. Moderne Bildschirme mit Leuchtdichten $\geq 200 \text{ cd/m}^2$ können auch relativ hohe Leuchtdichten bis 3.000 cd/m^2 verkraften. Allerdings sollten Planer Art und Anordnung der Leuchten so auswählen, dass keine störenden Reflexionen entstehen. Der Grenzwert für Leuchtdichten für üblicherweise verwendete Bildschirmstellungen beträgt 1.500 cd/m^2 oberhalb eines Ausstrahlungswinkels γ von 65° . Bildschirme mit hochglänzenden Oberflächen sind allerdings kritisch, da sich darin schon ein weißes Hemd spiegelt. Sie sollten im Büro nicht verwendet werden.

Büroräume mit Bildschirmarbeitsplätzen müssen über einen verstellbaren Blendschutz am Fenster verfügen.

Modelling und Schatten

Erst die richtige Verteilung von Licht und Schatten unterstützt die plastische Wirkung von Gegenständen. Entfernungen können

gut abgeschätzt werden, die Orientierung im Raum wird erleichtert.

Ausgewogene Schatten mit weichen Rändern garantieren gute Sehbedingungen. Das Verhältnis zwischen zylindrischer und horizontaler Beleuchtungsstärke wird als Modelling bezeichnet und ist ein wichtiges Gütemerkmal.

Ein angenehmes Lichtklima am Arbeitsplatz entsteht, wenn Menschen, Raumarchitektur und Möblierung so beleuchtet werden, dass Formen und Oberflächenstrukturen gut erkennbar sind. Eine Mischung aus diffusem indirektem Licht und gerichtetem direktem Licht erzielt beste Ergebnisse. Daher sollte an Arbeitsplätzen keine ausschließlich direkte Beleuchtung aus einzelnen, kleinen Lichtquellen eingesetzt werden, da jede von ihnen einen sichtbaren Schatten erzeugt. Umgekehrt gilt, dass eine rein indirekte Lichtverteilung zu wenig Schattenbildung hervorruft. Damit wird das dreidimensionale Sehen gestört, zudem entsteht durch diffuse Beleuchtung mit undefinierten Schatten ein langweiliges Lichtklima.

Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Lichtfarbe beschreibt, welche Eigenfarbe das Licht einer Lampe hat. Sie wird als ähnlichste Farbtemperatur in Kelvin (K) gemessen. Bei weißem Licht wird vor allem zwischen warmweißem Licht (unter 3.300 K), Neutralweiß (3.300 bis 5.300 K) und Tageslichtweiß (über 5.300 K) unterschieden. Lichtfarben beeinflussen unsere Stimmung: So wirken warmweiße Lichtfarben eher beruhigend, kühle Lichtfarben eher anregend.

Wichtig für eine gute Beleuchtung im Büro ist die Farbwiedergabeeigenschaft einer Lampe. Sie beschreibt, wie natürlich die Farben des Raumes und von Objekten

durch das Licht einer Lampe wiedergegeben werden. Die Farbwiedergabe hat also Einfluss darauf, ob zum Beispiel Farbmuster richtig beurteilt werden. Erscheint die Hautfarbe des Kollegen fahl und farblos, liegt das nicht zwingend an der kühlen Lichtfarbe einer Lampe, sondern vielleicht an ihrer schlechten Farbwiedergabe-Qualität.

Der Farbwiedergabe-Index informiert über die Qualität der Lampe. Der Maximalwert liegt bei $R_a = 100$. Alle Lampen für den Bürobereich verfügen heute über die geforderten guten Farbwiedergabewerte von $R_a > 80$.

Flimmerfreiheit

Flimmern oder Pulsation verursachen Sehstörungen und müssen vermieden werden. Sie können zu Ermüdung und Kopfschmerzen oder zu Unfallgefahren (etwa durch stroboskopische Effekte) führen. Elektronische Vorschaltgeräte sind heute Stand der Technik. Sie dienen der Energieeinsparung und vermeiden das Flimmern von Leuchtstofflampen.

Energieeffizienz und Tageslicht

Energieeffizienz ist ein weiteres Merkmal einer Beleuchtungsanlage. Unter der Vorgabe von DIN EN 12464-1, „die visuellen Gesichtspunkte einer Beleuchtungsanlage nicht zu gefährden, nur um den Energieverbrauch zu senken“, sollen die Anforderungen an die Beleuchtung möglichst energieeffizient umgesetzt werden. Dazu zählen vor allem die Nutzung von Tageslicht, hohe Systemlichtausbeuten von Vorschaltgerät und Lichtquellen, Leuchten mit gutem Wirkungsgrad, die lange Lebensdauer aller Komponenten sowie die Wartungsfreundlichkeit der Beleuchtungsanlage.

„Intelligente“ Steuerungssysteme sorgen dafür, dass Tageslicht bei Bedarf mit Kunst-

licht ergänzt wird, um die erforderlichen Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz zu erreichen. Jeder Einzelne soll sich zudem das Licht weitgehend nach seinen individuellen Bedürfnissen einrichten können.

Die Nutzung von Tageslicht wird nicht nur aus energetischen Gründen empfohlen; sie ist nach ASR A3.4 sogar Pflicht. Licht beeinflusst die Stimmung, Emotionen und die Leistungsfähigkeit des Menschen. Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe des natürlichen Lichts verändern sich dynamisch im Tagesverlauf und unterstützen den biologischen Rhythmus des Menschen auch am Arbeitsplatz. DIN EN 12464-1 zählt zur Qualität der Beleuchtung deshalb auch die Veränderlichkeit von Licht. Beleuchtungsniveau und Lichtfarbe können im Zusammenspiel mit dem Tageslicht oder durch eine entsprechend geplante künstliche Beleuchtung die Dynamik des Tageslichts an den Arbeitsplatz bringen. Auch hierfür sind Lichtmanagementsysteme Voraussetzung.

Lichtfarben, Farbeffekte und Beleuchtungsstärken lassen sich mit Lichtmanagementsystemen präzise steuern und regeln. So entstehen Lichtstimmungen am Arbeitsplatz, deren Lichtqualität natürlichen Erfahrungen möglichst nahekommt, dabei den wechselnden Anforderungen an die Sehaufgaben optimales Licht bieten und zugleich individuelle Bedürfnisse befriedigen – für mehr Wohlbefinden und Motivation.

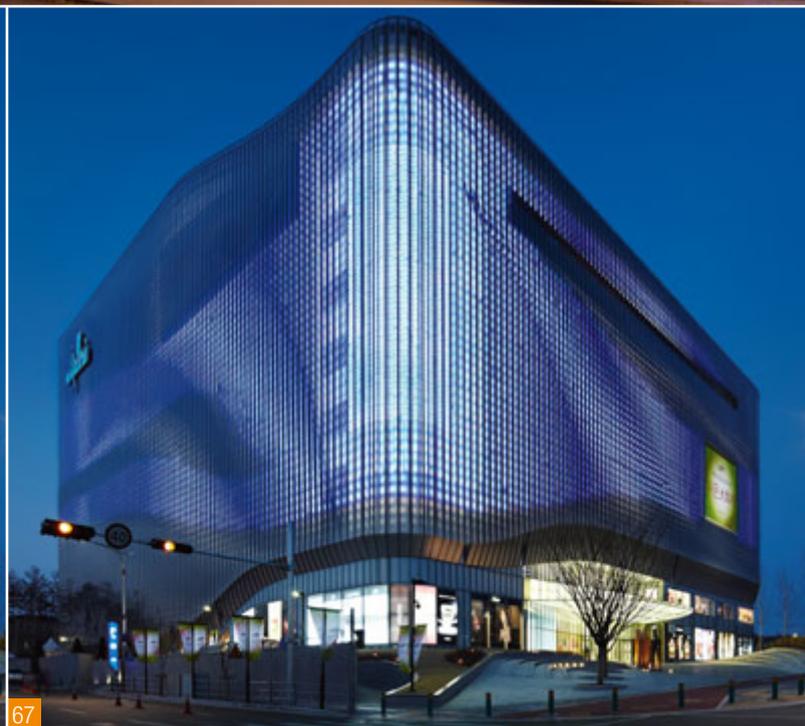
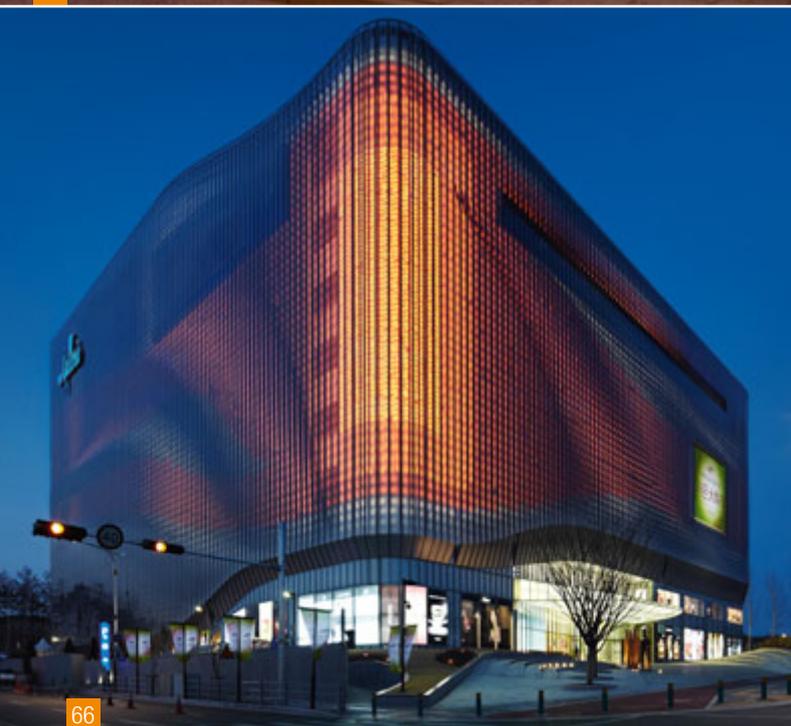
 Mehr Informationen über das Medium Licht gibt es in Heft licht.wissen 01 „Die Beleuchtung mit künstlichem Licht“. Wie Licht auch den Biorhythmus des Menschen stimulieren kann, beschreibt das Kapitel „Lichtwirkung auf den Menschen“, Seite 16 in diesem Heft.

Empfohlene Mindestanforderungen an die Beleuchtung nach DIN EN 12464-1

Art des Raumes, der Tätigkeit und der Sehaufgabe	Beleuchtungsstärke auf der Fläche der Sehaufgabe \bar{E}_m / lx	UGR _L	U ₀	R _a	Anmerkungen
Büroarbeiten					
Ablegen, kopieren	300	19	0,4	80	
Schreiben, Schreibmaschine schreiben Lesen, Datenverarbeitung	500	19	0,6	80	Für Bildschirmarbeit gelten weitere Anforderungen nach DIN EN 12464-1, Kap. 4.9
Technisches Zeichnen CAD-Arbeitsplätze	750 500	16 19	0,7 0,6	80 80	Für Bildschirmarbeit gelten weitere Anforderungen nach DIN EN 12464-1, Kap. 4.9
Konferenz- und Besprechungsräume Empfangstheke	500 300	19 22	0,6 0,6	80 80	Beleuchtung sollte regelbar sein
Archive	200	25	0,4	80	
Öffentliche Bereiche					
Eingangshallen Garderoben Warteräume Kassen und Schalter	100 200 200 300	22 25 22 22	0,4 0,4 0,4 0,6	80 80 80 80	UGR nur wenn anwendbar
Verkehrszonen im Gebäude					
Verkehrsflächen und Flure	100	28	0,4	40	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beleuchtungsstärke auf dem Boden ▪ R_a und UGR ähnlich den angrenzenden Bereichen ▪ 150 lx, wenn Fahrzeuge die Verkehrsfläche nutzen ▪ Übergangszone für Ein- und Ausgänge ▪ Blendung für Fahrer und Fußgänger vermeiden
Treppen, Rolltreppen, Fahrbänder Aufzüge, Lifte	100 100	25 25	0,4 0,4	40 40	Benötigt erhöhte Kontraste auf Stufen Beleuchtungsstärke vor dem Aufzug mind. $\bar{E}_m = 200$ lx
Laderampen, Ladebereiche	150	25	0,4	40	
Nebenzimmer					
Kantinen, Teeküchen Küchen Pausenräume Räume für körperliche Ausgleichsübungen Umkleide- und Waschräume, Toiletten, Bäder	200 500 100 300 200	22 22 22 22 25	0,4 0,6 0,4 0,4 0,4	80 80 80 80 80	In jeder einzelnen Toilette, wenn diese vollständig umschlossen ist
Sanitätsräume Räume für medizinische Betreuung Räume für haustechn. Anlagen, Schaltgeräte Räume Posträume, Telefon-Vermittlungsplätze Vorrats- und Lagerräume Versand- und Verpackungsbereiche	500 500 200 500 100 300	19 16 25 19 25 25	0,6 0,6 0,4 0,6 0,4 0,6	80 90 60 80 60 60	4.000 K ≤ T _{CP} ≤ 5.000 K 200 lx, wenn dauernd besetzt
Öffentliche Parkgaragen					
– Fahrwege	75	25	0,4	40	1. Beleuchtungsstärke am Boden 2. Sicherheitsfarben müssen erkennbar sein
– Park- und Abstellflächen	75	–	0,4	40	1. Beleuchtungsstärke am Boden 2. Sicherheitsfarben müssen erkennbar sein 3. Hohe vertikale Beleuchtungsstärke erhöht Erkennbarkeit von Gesichtern und das Gefühl der Sicherheit
– Ein- und Ausfahrten während der Nacht	75	25	0,4	40	1. Beleuchtungsstärke am Boden 2. Sicherheitsfarben müssen erkennbar sein
– Ein- und Ausfahrten während des Tages	300	25	0,4	40	1. Beleuchtungsstärke am Boden 2. Sicherheitsfarben müssen erkennbar sein
– Schalter	300	19	0,6	80	1. Reflexionen in den Fenstern vermeiden 2. Blendung von außen vermeiden

Erklärungen: \bar{E}_m = Wertungswert der Beleuchtungsstärke in Lux (lx)
UGR_L = UGR-Grenzwert, Begrenzung der Direktblendung
U₀ = Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

R_a = Farbwiedergabe-Index der Leuchtmittel
T_{CP} = Ähnlichste Farbtemperatur



Licht für Fassaden

Die Außenwirkung eines Gebäudes ist ein wesentliches Element der Unternehmenskultur. Am Abend betont Licht die Architektur, kommuniziert die Markenidentität und lenkt die Aufmerksamkeit – effektiv und energieeffizient.

[65] Das Lichtkonzept betont die historische, reich gegliederte Fassade des Gebäudes. LED-Fassadenleuchten setzen mit ihrem Streiflicht attraktive Akzente, sind effizient und nahezu wartungsfrei.

[66 + 67] Hohe Aufmerksamkeit erzielen Medienfassaden, die mit statischen oder bewegten Bildern bespielt werden können. Mehr als 22.000 LED-Lichtpunkte sind bei- nahe unsichtbar in die Fassade integriert. Über ein Lichtmanagementsystem kann jede LED einzeln angesteuert werden.

Moderne Büro- und Verwaltungsgebäude prägen heute ganze Stadtteile. Ihre Fassaden eignen sich ideal für eine effektvolle Beleuchtung. Dabei kann die Beleuchtung charakteristische Elemente der Fassade betonen, durch geschickte Planung aber auch eine völlig neue Wirkung schaffen.

Licht als „vierte Dimension“ der Architektur setzt Akzente, abgestimmt auf den Baukörper. So vermitteln zum Beispiel moderne Bauten mit Glasfassaden auch in der Nacht durch flächige Hinterleuchtung Transparenz und Leichtigkeit.

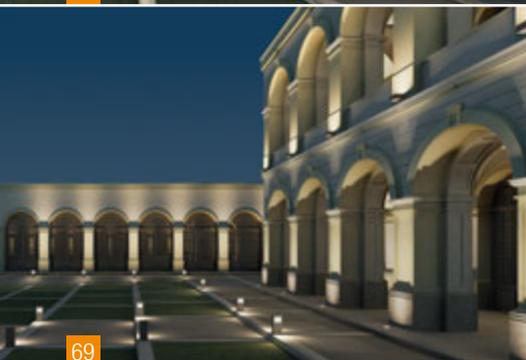
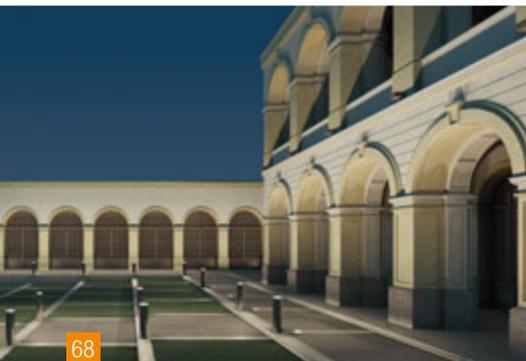
Strahler mit eng gebündeltem Licht lenken den Blick auf Details wie Gesimse oder historische Ornamente, flächiges Streiflicht betont das Relief von Natursteinfassaden oder Holzelementen. Dafür eignen sich Wandleuchten und Bodeneinbauleuchten mit asymmetrischer Lichtverteilung. Gebäudenah installiert, setzen sie zurückhaltende Lichtakzente. Das ist energieeffizient und

reduziert unerwünschte Lichtimmissionen, die Anwohner stören könnten.

Eine grundlegende Entscheidung bei der Außenbeleuchtung eines Gebäudes ist die Wahl der Lichtfarbe. Neutrales weißes Licht eignet sich für moderne Architektur mit klaren Linien, warme Lichtfarben passen gut zu historischen Gebäuden.

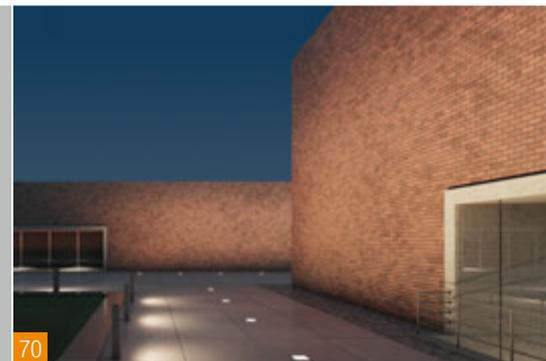
LEDs: energiesparend und wartungsarm

Als Lichtquelle empfehlen sich insbesondere im Außenbereich effiziente LEDs. Helligkeit und Farbe lassen sich nahezu unbegrenzt kombinieren. Damit stehen nicht nur homogene, weiße Lichtfarben zur Verfügung, sondern insgesamt 16,7 Millionen Farbtöne. Und im Gegensatz zu Leuchtstofflampen arbeiten LED-Module auch bei niedrigen Temperaturen von minus 20 Grad im Dauerbetrieb ohne Probleme. Ebenfalls von Vorteil: Die lange Lebensdauer der LED erspart aufwendige Wartungsarbeiten, vor allem an schwer erreichbaren Stellen.



Blickfang Fassade

Das Spiel mit Licht und Schatten gibt Fassaden bei Dunkelheit ein neues Gesicht. Die Leuchten und ihre Abstrahlcharakteristik entscheiden über die Lichtwirkung. Eine flächige Ausleuchtung [68] lässt sich durch Scheinwerfer oder Fluter erreichen, die in größerer Entfernung zum Gebäude installiert werden. Gebäudenah installierte Leuchten [69] betonen Details wie Stuckaturen. Bodeneinbauleuchten mit asymmetrischer, breitstrahlender Charakteristik [70] inszenieren vertikale Wandflächen, Einbauleuchten mit Spot-Charakteristik und Streiflicht [71] arbeiten Oberflächenstrukturen plastisch heraus. Die Kombination aus gebäudenaher und flächiger Beleuchtung sorgt bei Nacht für eine spannende Inszenierung von Fassaden. Ebenso kann eine Beleuchtung aus dem Innenraum heraus ein Gebäude hervorheben. Zusätzliches Orientierungslicht geben Pollerleuchten oder bündig in die Wegflächen integrierte Bodeneinbauleuchten.





72



73

Licht für Wege und Parkflächen

Die ästhetische Gestaltung der Außenanlagen eines Unternehmens sorgt dafür, dass sich Mitarbeiter, Kunden und Lieferanten willkommen fühlen. Eine durchdachte Lichtgestaltung betont die Architektur, bietet gute Wegeführung und gibt Sicherheit.

Ebenso wie die Beleuchtung der Fassade trägt eine gelungene Lichtgestaltung der Außenanlagen wesentlich zum visuellen Eindruck eines Unternehmens bei. Sie unterstützt die Formensprache der Gebäudearchitektur und erhöht die Attraktivität der gesamten Anlage. Im Außenbereich begehen sich Fußgänger und Radfahrer, sind Autofahrer unterwegs zum Parkplatz. Wichtigste Aufgabe der Lichtplanung ist deshalb die Sicherheit auf allen Wegen und Straßen.

Eine differenzierte Außenbeleuchtung erleichtert die Orientierung und verringert die Unfallgefahr. Erhöhten Lichtbedarf gibt es an Ein- und Ausfahrten, Treppen und Hindernissen: Diese Gefahrenstellen sollen gleichmäßig und blendfrei mit komfortabler Helligkeit auf horizontalen und vertikalen Flächen beleuchtet sein.

Beleuchtung von Treppen und Straßen

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Beleuchtung von Treppen. Das richtige Licht sorgt dafür, dass keine Stolperfallen entstehen und Passanten die Trittstufen richtig einschätzen können. Wichtig ist eine harmonische Lichtverteilung mit einem ausgewogenen Verhältnis von Licht und Schatten, damit Stufen plastisch hervortreten und gut erkennbar sind. Harte und lange Schatten auf den Stufen sind zu vermeiden; sie erhöhen die Unfallgefahr.

Für die Beleuchtung von Treppen, Rampen und auch Wegen sind Poller- und Wandleuchten mit gerichteten Reflektorsystemen, die ihr Licht direkt auf den Boden abstrahlen, gut geeignet. So werden Passanten nicht geblendet und störendes Streulicht vermieden. Eine ausgezeichnete Lichtführung bieten linear angeordnete Bodeneinbauleuchten: Sie leiten Besucher und setzen Akzente.

Zufahrtsstraßen und Parkbuchten können mit Mastleuchten und Lichtstelen eindeutig gekennzeichnet werden. Pollerleuchten

oder dezente Bodeneinbauleuchten trennen die Parkbereiche von Autofahrern und Fahrradfahrern und markieren angrenzende Fußwege. Das erleichtert Mitarbeitern und Besuchern die Orientierung. Eine komfortable Grundhelligkeit im Außenbereich hält zudem „ungebetene Besucher“ fern.

Leuchten und Lampen

Leuchten im Außenbereich müssen hohen Anforderungen genügen und sollten mindestens die Schutzklasse IP 44 tragen. Sie gewährleistet, dass die Leuchten ausreichend gegen Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen und Verschmutzung geschützt sind. Für effizientes Licht sorgen Hochdruck-Entladungslampen oder LEDs.

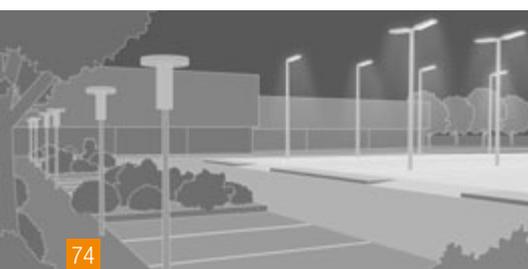
Lichtmanagement für mehr Komfort und Effizienz

Auch in der Außenbeleuchtung sorgen Lichtmanagementsysteme für interessante Lichteffekte, hohen Komfort und Wirtschaftlichkeit. Sie steuern die Helligkeit der Beleuchtung und schalten einzelne Leuchtengruppen aus, wenn Wege und Parkflächen in der Nacht oder am Wochenende nicht genutzt werden.

 Weiterführende Informationen zum Thema Außenbeleuchtung gibt es in Heft licht.wissen 03 „Gutes Licht auf Straßen, Wegen und Plätzen“.

[72] Wegweisend: Mastleuchten mit Spiegelwerfer-Technologie und LED-Boden- und Wandeinbauleuchten leiten in den Abendstunden Mitarbeiter und Besucher und setzen das Außengelände in Szene.

[73] Ein- und Ausfahrten von Parkhäusern müssen abends mit mindestens 75 Lux beleuchtet werden.



74

Licht für Parkflächen

Eine gute Beleuchtung [74] senkt die Unfallgefahr in Verkehrszonen. Wichtig ist dies insbesondere an Ein- und Ausfahrten. DIN EN 12464-2 nennt die erforderlichen Wartungswerte der Beleuchtungsstärken: Bei hohem Verkehrsaufkommen sind mindestens 20 Lux erforderlich, bei mittlerer Verkehrstärke 10 Lux, bei geringem Verkehr genügen 5 Lux. Für Parkhäuser nennt DIN EN 12464-1 eine Beleuchtungsstärke von mindestens 75 Lux für die Allgemeinbeleuchtung. Ein- und Ausfahrten müssen tagsüber mit mindestens 300 Lux beleuchtet werden; nachts genügen 75 Lux.

Sicherheitsbeleuchtung

Sicherheit und Unfallverhütung sind wichtige Aufgaben der Beleuchtung. Eine Sicherheitsbeleuchtung sorgt bei Netzausfall für Orientierung und senkt Unfallgefahren.

Wo viele Menschen aufeinandertreffen, ist Sicherheitsbeleuchtung ein Muss. Sie sorgt dafür, dass Mitarbeiter und Gäste eines Unternehmens Räume und Gebäude auch dann sicher verlassen können, wenn die Netzspannung einmal ausfällt. Im Ernstfall muss die Sicherheitsbeleuchtung automatisch einspringen und über eine netzunabhängige Stromversorgung, zum Beispiel durch Batterien, eine ausreichende Grundhelligkeit zur Verfügung stellen.

Arbeitgeber sind gesetzlich dazu verpflichtet, ihre Mitarbeiter vor schädlichen Einwirkungen zu schützen, die am Arbeitsplatz drohen. Das gilt auch für generelle Unfallgefahren: Denn wenn bei einem Netzausfall das Licht ausfällt, kann dies jeden Mitarbeiter gefährden, wenn er im Dunkeln nicht mehr den Weg zum Ausgang findet oder – weil er nichts sieht – auf dem Rettungsweg stürzt und sich verletzt.

Sicherheits- und Rettungszeichenleuchten sorgen dafür, dass die Menschen im Gebäude Rettungswege benutzen und rasch auf Feuerlöscher und Schutzeinrichtungen zugreifen können. Ausreichend dimension-

[75 + 77] Sicherheitsleuchten und Rettungszeichen weisen im Ernstfall den Weg aus dem Gebäude.

Rettungszeichenleuchten markieren die Wege aus dem Gebäude; Sicherheitsbeleuchtung gibt Orientierung und schützt vor Unfällen.



niernte und regelmäßig gewartete Anlagen für die Sicherheitsbeleuchtung helfen, Panik zu verhindern, und können Leben retten. Nach der Arbeitsstättenregel ASR A2.3 ist eine Sicherheitsbeleuchtung erforderlich für Arbeitsstätten mit:

- hoher Personenbelegung,
- hoher Geschoszahl,
- Bereichen erhöhter Gefährdung,
- unübersichtlicher Fluchtwegführung,
- Räumen, die von ortsunkundigen Personen genutzt werden,
- Großraumbüros und großen Hallen, die durchquert werden müssen,
- Räumen ohne Tageslicht.

Sicherheitsbeleuchtung schützt

In sämtlichen Räumen, die kein oder nur wenig Tageslicht bieten – wie zum Beispiel innenliegende Treppenhäuser, Flure oder Archivräume –, muss die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung bei Netzausfall mindestens ein Lux betragen. Informationen über die normativen Vorga-

ben zu Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit der Beleuchtung, Blendungsbegrenzung und Einschaltverzögerungen gibt DIN EN 1838.

LEDs bieten viele Vorteile

Rettungs- und Sicherheitsleuchten sind häufig rund um die Uhr in Betrieb. Kein Wunder also, dass für diese Anwendungen heute fast ausschließlich langlebige LEDs eingesetzt werden. Sie erreichen 50.000 Betriebsstunden und mehr. Das bedeutet in der Praxis einen geringeren Wartungsaufwand und spart bei optimierter Lichttechnik zudem bis zu 70 Prozent Energie.

Die kleine Bauform der LED ermöglicht formal reduzierte und visuell dezente Rettungszeichen. Durch spezielle Optiken zur Lichtlenkung lassen sich mit LEDs besonders effiziente Rettungszeichen realisieren. Sie müssen auch bei eingeschalteter Allgemeinbeleuchtung gut erkennbar sein; die geforderte mittlere Leuchtdichte beträgt

mindestens 200 cd/m² beziehungsweise 500 cd/m² für die weißen Bereiche des Rettungszeichens.

LED-Leuchten mit geringer Anschlussleistung erlauben effiziente und umweltfreundliche Anlagen; ihre kleine Bauform auch den Einsatz dezenter separat installierter Sicherheitsleuchten. Um eine optimale Effizienz von LED-Leuchten zu erreichen, können zusätzliche Optiken und Reflektoren erforderlich sein, damit die Anzahl der installierten Leuchten reduziert werden kann – unter Einhaltung der normativen Vorgaben zur Sicherheitsbeleuchtung.

 Mehr Informationen und Planungshinweise gibt Heft licht.wissen 10 „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung“.



76

Sicherheitsbeleuchtung

Sicherheitsbeleuchtung [76] ist in größeren Büro- und Verwaltungsgebäuden gesetzlich vorgeschrieben und sorgt generell dafür, dass Mitarbeiter und Besucher sich auch im Notfall im Gebäude zurechtfinden und es zum Beispiel bei einem Brand mit Rauchentwicklung schnell verlassen können. Die Sicherheitsbeleuchtung schaltet sich automatisch ein, wenn die Netzspannung und damit auch die Allgemeinbeleuchtung ausfallen. Rettungszeichen und Sicherheitsleuchten weisen den Weg zu Fluchtmöglichkeiten und Schutzeinrichtungen und gewährleisten einen schnellen Zugriff auf Feuerlöscher. DIN EN 1838 schreibt eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens einem Lux auf der Mittelachse eines bis zu zwei Meter breiten Rettungsweges vor.



77

Energieeffizienz und Sanierung

In rund zwei Dritteln der deutschen Büros und Verwaltungsgebäude ist die Beleuchtungsanlage sanierungsbedürftig. Der Wechsel zu modernen Beleuchtungstechnologien verbessert die Lichtqualität im Büro nachhaltig und spart zugleich viel Energie und Kosten.

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

EnEV: Energiesparen ist Pflicht

Zunehmend verpflichtet auch die europäische und nationale Gesetzgebung Unternehmen und Dienstleister zum intelligenten und vor allem sparsamen Umgang mit Energie. Stufenweise werden Energiewerkschwender aus den Verkaufsregalen verbannt. Das bekannteste Beispiel ist die Glühlampe. Seit 2010 dürfen auch veraltete Leuchtstofflampen nicht mehr in Verkehr gebracht werden, 2015 folgen Hochdruck-Quecksilberdampflampen.

Mit der Energiebilanz eines Gebäudes befasst sich die Energieeinsparverordnung EnEV. Danach muss für jedes Nicht-Wohngebäude mit mehr als 1.000 Quadratmeter Nettogrundfläche ein Energieausweis erstellt werden. Die EnEV regelt den maximal zulässigen Gesamtenergiebedarf von Gebäuden. Sie erfasst nicht nur die Werte für Heizung, Lüftung und Klimatisierung; Beleuchtung und Warmwasseraufbereitung werden ebenfalls bewertet.

Nach der EnEV müssen Bauherren beziehungsweise Architekten und Lichtplaner vor einem Neubau oder einer Gebäudesanierung den primären oder tatsächlichen Energiebedarf der Beleuchtung ermitteln. Die Vorplanung muss die Vorgaben der jeweils gültigen EnEV und der darin zitierten DIN-Normen erfüllen und vor Baubeginn genehmigt werden.

Mehr Lichtqualität, mehr Effizienz

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

- Leuchten mit hohen Betriebswirkungsgraden und optimierter Lichtlenkung
- effiziente Leuchtmittel mit hohen Lichtausbeuten
- moderne elektronische Betriebs- und Vorschaltgeräte
- Lichtkonzepte mit unterschiedlichen Schaltgruppen, die einzeln und unabhängig voneinander gedimmt und gesteuert werden können
- Lichtmanagementsysteme, die das Tageslicht und die Belegung von Räumen einbeziehen

Steuersysteme bieten hohen Komfort und maximales Einsparpotenzial. So sorgen Präsenzmelder dafür, dass Leuchten automatisch gedimmt oder abgeschaltet werden, solange kein Licht gebraucht wird. Registrieren die Sensoren anwesende Personen, wird die Beleuchtung automatisch wieder angeschaltet. Noch mehr Effizienz bietet die Nutzung des natürlichen Tageslichts: Gegenüber einer alten Anlage kann damit der Energiebedarf um bis zu 75 Prozent gesenkt werden. Investoren und Nutzer schätzen zudem die Flexibilität, die Lichtmanagementsysteme bieten (mehr Informationen zum „Lichtmanagement“ gibt es auf den Seiten 26-27).

Sanierung rechnet sich

Das Einsparpotenzial ist hoch: Mehr als 75 Prozent der Bürobeleuchtung in Deutschland sind nach Schätzungen des ZVEI sanierungsbedürftig. Alte Anlagen entsprechen in der Regel nicht mehr den aktuellen Anforderungen an die Lichtqualität und verbrauchen zu viel Energie. Im Laufe der Jahre kann sich der Betriebswirkungsgrad einer Anlage und ihrer Komponenten – also Leuchten, Lampen und Betriebsgeräte – durch Verschmutzung und Materialermüdung halbieren. Das bedeutet eine schlechte Lichtqualität bei hohen Stromkosten. Die Betriebskosten einer Beleuchtungsanlage, Energieaufwand und Wartungsarbeiten, machen heute fast 90 Prozent der Kosten

aus. Vor diesem Hintergrund rechnen sich Investitionen in eine ergonomische und effiziente Beleuchtung meist innerhalb weniger Jahre.

Ebenso wie bei einem Neubau sollten auch bei einer Sanierung der Beleuchtungsanlage schon zu Beginn Experten eingebunden werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn Bauherren aus Kostengründen zunächst nur einzelne Komponenten austauschen möchten. Hier ist Vorsicht geboten, denn beim Wechsel von Betriebsgeräten oder Lichtquellen können Leuchten ihre VDE-Zulassung verlieren. Ist dies der Fall, ist der Betreiber der Anlage für deren Sicherheit verantwortlich.

Ebenfalls kritisch ist der Wechsel von Reflektoren, sofern diese nicht durch den Hersteller der bestehenden Anlage explizit angeboten werden. Bei einem Tausch verändert sich oftmals die Lichtverteilung. Dies kann dazu führen, dass die Werte für Beleuchtungsstärke oder Blendungsbegrenzung nicht mehr den Normvorgaben entsprechen.

Förderprogramme

Gut zu wissen: Bundesregierung und Europäische Union setzen sich für mehr Energieeffizienz und Nachhaltigkeit ein und haben Förderprogramme aufgelegt, die auch kleine und mittlere Unternehmen bei der Sanierung ihrer Beleuchtungsanlage unterstützen. Informationen über Finanzierungshilfen für Beratung und Investitionen gibt es zum Beispiel bei der bundeseigenen KfW-Bankengruppe unter www.kfw.de.

[78] Der Austausch alter Beleuchtungssysteme gegen moderne Lichttechnik rechnet sich. Mit einer Neuanlage können Unternehmen und Verwaltungen bis zu 75 Prozent ihres Energieverbrauchs für die Beleuchtung einsparen.

Checkliste Sanierung

Neun Fragen zum Zustand Ihrer Beleuchtungsanlage

JA?

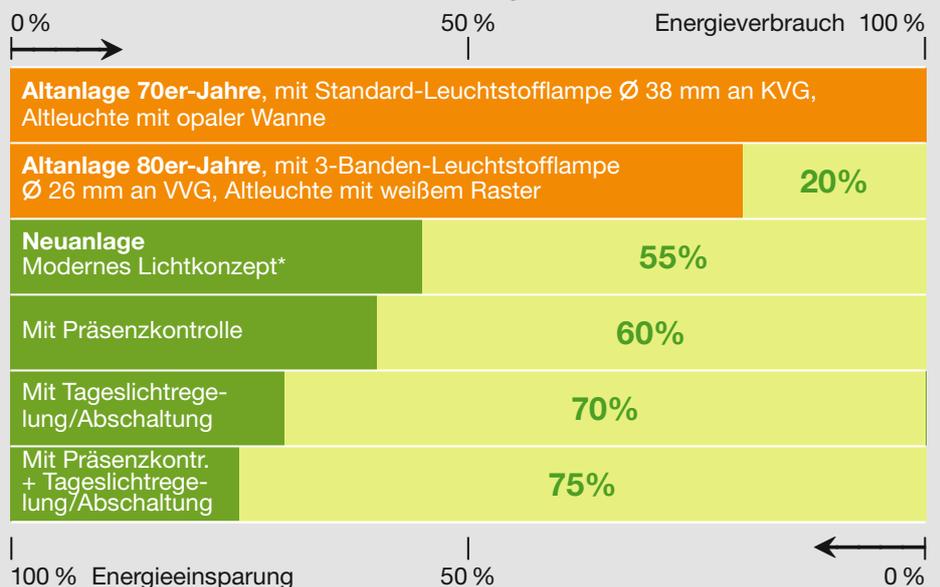
1. Sind einzelne Lampen ausgefallen?	<input type="checkbox"/>
2. Sind die Leuchten verschmutzt?	<input type="checkbox"/>
→ In beiden Fällen sollten Sie Abhilfe schaffen, indem Sie die Leuchten reinigen und defekte Lampen tauschen.	
3. Ist Ihre Beleuchtungsanlage älter als 15 Jahre?	<input type="checkbox"/>
4. Blinken einzelne Lampen im Betrieb?	<input type="checkbox"/>
5. Haben Sie zu wenig Licht an Ihrem Arbeitsplatz?	<input type="checkbox"/>
6. Fühlen Sie sich bei der Arbeit geblendet?	<input type="checkbox"/>
7. Sehen Sie Reflexe oder Spiegelungen auf Ihrem Bildschirm?	<input type="checkbox"/>
8. Flackern oder flimmern Lampen beim Einschalten und im Betrieb?	<input type="checkbox"/>
9. Fehlt Ihnen die Möglichkeit, die Beleuchtung zu schalten oder zu dimmen?	<input type="checkbox"/>

Falls Sie eine der Fragen 3 bis 9 mit JA beantworten, sollten Sie die Beleuchtungsanlage prüfen.

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

→ Sie haben vier Fragen mit JA beantwortet? Dann sollten Sie noch heute einen Fachmann anrufen und sich ein Sanierungskonzept erstellen lassen.

Sparpotenziale Innenbeleuchtung



* Leuchtstofflampe Ø 16 mm an EVG mit sehr geringer Verlustleistung, energieeffiziente direkt oder direkt/indirekt strahlende Leuchten mit moderner Lichtlenktechnik.

© licht.de

Green Building – Licht für mehr Nachhaltigkeit

Moderne Gebäude sollen Ressourcen schonen, hohe technische Standards erfüllen und menschliche Bedürfnisse berücksichtigen – kurz: nachhaltig sein. Die entsprechende Qualität beweisen Zertifikate. Mit einer guten Beleuchtung können Planer und Bauherren dafür wichtige Punkte sammeln.

Nachhaltiges Bauen liegt im Trend: Holz wird für Fassaden verwendet, Erdwärme für Heizung. Dafür hat sich das Konzept des Green Building etabliert.

Das Ideal des Green Building ist eine Architektur, die Ressourcen sparsam und effizient einsetzt, sowohl beim Bauen als auch bei der späteren Nutzung. Der Energieverbrauch eines Gebäudes ist daher eine wichtige Größe. Neben der ökologischen Komponente nennt unter anderem die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) weitere Kriterien für Nachhaltigkeit in der Architektur. Gebäude sollen menschliche Bedürfnisse berücksichtigen, zugleich hohe technische Qualität besitzen und ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Schädliche Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit sind auf ein Minimum reduziert.

Wie wird ein Gebäude ein „Green Building“?

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Zertifikate entwickelt, die ein Gebäude als nachhaltig ausweisen. Die wichtigsten Prüfsiegel für Bürogebäude stammen von der DGNB und dem amerikanischen U.S. Green Building Council.

Die DGNB bewertet Neubauten und Sanierungsprojekte seit Januar 2009 anhand von rund 60 Kriterien, die nach sechs Themenfeldern gegliedert sind. Je nach erreichter Punktzahl erhalten die Gebäude ein Prädikat in Gold, Silber oder Bronze. Das Gütesiegel des U.S. Green Building Council heißt LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Es wurde im Jahr 2000 entwickelt und bewertet die Nachhaltigkeit nach Punkten in sechs Kategorien.

Was bringt die Zertifizierung?

Prädikate und Gütesiegel sollen Planer und Bauherren zu nachhaltigem Bauen motivieren. Neben dem ideellen Wert haben die Anwender aber auch einen hohen prakti-

schon Nutzen. Indem sie die von den zertifizierenden Organisationen genannten Kriterien erfüllen, sichern sie ihren Bauprojekten einen hohen Qualitätsstandard. So werden Kosten, etwa für Energie und Wartung, niedrig gehalten. Teure Baukorrekturen werden überflüssig. Die Nutzerzufriedenheit steigt, Arbeits- und Wohnbedingungen werden verbessert. Firmen bringen durch die Zertifikate Werte wie Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein auch öffentlich zum Ausdruck.

Beleuchtung leistet wichtigen Beitrag

Licht spielt beim nachhaltigen Bauen eine bedeutende Rolle. Es beeinflusst die Energiebilanz eines Gebäudes, aber auch die Zufriedenheit und das Wohlbefinden der Menschen, die dort wohnen oder arbeiten. Mehrere von der DGNB ausgezeichnete Bau- und Sanierungsprojekte wurden auch für ihre besonders nachhaltigen Beleuchtungslösungen belohnt. Unter anderem kombinierte ein Bauunternehmen in Bielefeld in seinen Büros viel Tageslicht mit sensorgesteuertem Licht aus Stehleuchten, die eine konstante Helligkeit an den Arbeitsplätzen garantieren. Zugleich können die Mitarbeiter die Beleuchtung aber nach ihren Wünschen anpassen. Der Neubau wurde mit dem DGNB-Zertifikat in Gold ausgezeichnet.

[79] Ein angenehmes Arbeitsumfeld bietet eine sanierte Bankzentrale in Frankfurt. Für den ressourcenschonenden Ansatz aller Gewerke erhielt das Gebäude das LEED-Prädikat in Platin und das Gold-Zertifikat der DGNB. Energieeffizientes Licht ist ein wesentliches Gestaltungswerkzeug.

[80] Ein hinterleuchteter Treppenhandlauf akzentuiert den Aufgang.

[81] Im Konferenzraum bietet die Deckengestaltung aus Edelstahlpaneelen mit integrierten Lichtlinien eine ebenso funktionale wie angenehme Beleuchtung.



79



80



81



82

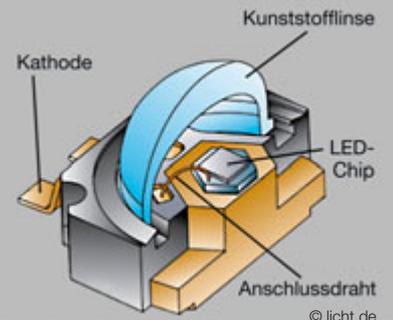


83

So funktionieren LEDs

LEDs basieren auf Halbleiterverbindungen. Schon wenig Energie reicht aus, um sie zum Leuchten anzuregen. Sie geben punktförmiges Licht ab, dessen Farbe durch das verwendete Halbleitermaterial definiert ist.

LEDs sind von Natur aus farbig; weißes Licht wird durch Aufdampfen einer Phosphorschicht erzeugt. Zum Schutz vor Umwelteinflüssen und für die elektrische Kontaktierung wird die LED in ein Kunststoffgehäuse gegossen. Linsen lenken das Licht.



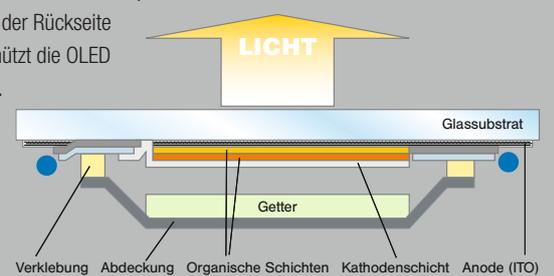
© licht.de

84

So funktionieren OLEDs

OLEDs bestehen aus extrem dünnen organischen Schichten. Sie sind in großflächige Elektroden eingebettet. Fließt Strom durch sie hindurch, entsteht sichtbare Strahlung. Ebenso wie bei LEDs bestimmt die Molekülstruktur der verwendeten Halbleiter die Lichtfarbe. OLEDs reagieren empfindlich auf Sauerstoff und Feuchtigkeit und werden deshalb verkapselt.

Ein „Getter“ auf der Rückseite des Bauteils schützt die OLED vor Feuchtigkeit.



© licht.de

85

Innovative LEDs und OLEDs

LEDs mit hoher Lichtqualität erobern die Allgemeinbeleuchtung und schonen Ressourcen auch in der Bürobeleuchtung. Kaum eine andere Beleuchtungstechnologie bietet so viel Freiheit in der Lichtgestaltung, ist dabei zugleich effizient und wartungsarm.

Mit weißem oder farbigem Licht, im Innenbereich oder im Außenraum: LEDs bieten heute innovative Lösungen für fast alle Beleuchtungsaufgaben. Sie sind ästhetisch ansprechend und überzeugen durch ihre lange Lebensdauer. LED-Leuchten halten bis zu 50.000 Stunden und mehr – das sind beim Betrieb von täglich elf Stunden an 250 Arbeitstagen pro Jahr rund 18 Jahre. Zum Vergleich: Leuchtstofflampen müssen nach etwa 18.000 Stunden ausgetauscht werden.

LEDs für eine „grüne“ Zukunft

Auch in der Bürobeleuchtung können LEDs viel zu Lichtqualität und Ressourcenschonung beitragen. Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Hohe Effizienz
- Lange Lebensdauer und damit weniger Wartungskosten
- Weißes oder farbiges Licht
- Veränderung der Farbtemperatur
- Gute bis sehr gute Farbwiedergabe
- Stufenlos dimmbar und ideal auch für dynamische Lichtlösungen nutzbar
- Robust im Einsatz – stoß-, vibrations- und schaltfest; keine Belastung durch häufiges Schalten und Dimmen
- Verminderter Wärmeeintrag und damit geringere Klimatisierungskosten
- Frei von UV- und Infrarotstrahlung im Lichtkegel
- Frei von Quecksilber

Wie kein anderes Leuchtmittel bislang bieten LEDs ein Höchstmaß an Gestaltungsfreiheit in Form und Farbe. Mit ihren kompakten Bauformen lassen sie sich praktisch überall integrieren. Sie können einfach gedimmt und gesteuert werden – und erlauben im Zusammenspiel mit entsprechenden Steuerungssystemen, das Licht optimal auf die Bedürfnisse des Menschen anzupassen.

Qualität macht sich bezahlt

Ihre vielen Vorteile spielt die Diode vor allem in kompletten LED-Leuchten oder LED-Modulen aus.

LEDs als Austauschmodule, aber auch als LED-Gesamtleuchte sind bereits im Downlight-Segment konkurrenzfähig mit Energiesparlampen. Bei Flächenleuchten zeichnet sich ebenfalls ab, dass ihre Lichtströme und die Änderungsmöglichkeiten der Lichtfarbe perfekt zu den Anforderungen der Bürobeleuchtung passen. Auch wird es zunehmend einfacher, in LED-Leuchten Module neuer Generationen einzubauen, wenn ein Modul getauscht werden muss oder sich die Effizienz verdoppelt hat.

Der Markt für LED-Beleuchtung wächst noch immer rasant. Das Angebot ist groß – hält aber nicht immer, was es verspricht. Schlechte Lichtqualität und ein mangelhaftes Thermomanagement zeigen sich häufig erst nach der Installation. Umso wichtiger ist es insbesondere bei LED-Lösungen, darauf zu achten, dass der Hersteller eine gleichbleibend hohe Qualität gewährleistet. Höhere Investitionskosten rechnen sich dank hoher Effizienz, langer Lebensdauer und niedriger Wartungskosten bereits nach kurzer Zeit.

Auf dem Weg zum Markt: OLEDs

Ganz neue Dimensionen in der Display-Technologie und in der Beleuchtung eröffnen OLEDs. Während es sich bei LEDs um Punktlichtquellen handelt, sind organische Leuchtdioden die erste wirklich flächige Lichtquelle. Wie ein Baustoff lassen sich die extrem dünnen OLEDs in andere Materialien einarbeiten. Sie sind extrem flexibel in der Farbsteuerung und bieten dabei angenehm gleichmäßiges, blendfreies Licht.

Erste OLED-Leuchten sind schon auf dem Markt. Bis sie aber ihre Vorteile im Alltag voll ausspielen können, werden nach Schätzung von Experten noch einige Jahre vergehen.

 Weitere Informationen zum Thema bietet Heft licht.wissen 17 „LED: Das Licht der Zukunft“.

[82] Mit hoher Effizienz, langer Lebensdauer und ästhetischen Lösungen erobern LEDs die Allgemeinbeleuchtung. Blickfang am Empfang ist die hinterleuchtete Theke, die diffuses Licht spendet. Über der Arbeitsfläche sorgt eine geschwungene LED-Leuchte für gute Sehbedingungen.

[83] OLEDs bieten als erste wirklich flächige Lichtquelle ein angenehmes, blendfreies Licht. Erste Produkte sind bereits auf dem Markt. Die modulare Leuchte über dem Konferenzisch kombiniert LEDs und OLEDs.

Leuchten in ihrer Anwendung

Für die Beleuchtung von Bürogebäuden und ihrer Außenbereiche stehen eine Vielzahl von Leuchten zur Verfügung. Nachhaltige Lösungen berücksichtigen lichttechnische Eigenschaften, Effizienz und die mögliche Einbindung der Leuchten in intelligente Steuersysteme.

Bei Neubau oder Sanierung von Bürogebäuden ist eine frühzeitige Lichtplanung gleichermaßen sinnvoll: Denn erst wenn feststeht, welches Licht zu welchem Zweck gebraucht wird, folgt die Entscheidung für Leuchten und Lampen.

Die Auswahl der passenden Leuchten für das Büro richtet sich unter anderem nach

- Art der anfallenden Sehaufgaben,
- baulichen Gegebenheiten,
- sicherheitsrelevanten Anforderungen
- sowie Raumnutzungen und Arbeitsabläufen.

Leuchten müssen darüber hinaus hohen Ansprüchen an Qualität und Gestaltung gerecht werden. Im Zusammenspiel mit den Lampen tragen sie zur Effizienz des gesamten Beleuchtungssystems bei, sollen montagefreundlich sein und geringen Wartungsaufwand erfordern.

Lichttechnische Eigenschaften

Der Begriff Leuchte bezeichnet stets den gesamten Beleuchtungskörper. Er vereint Lichtquelle, Elektronik und Optiken. Die Leuchte schützt die Lichtquelle, verteilt und lenkt ihr Licht und verhindert Blendung.

Drei Faktoren geben Aufschluss über die Qualität einer Leuchte. Die Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) informiert darüber, in welche Richtungen und mit welcher Lichtstärke das Licht einer Leuchte abgestrahlt wird. Der Betriebswirkungsgrad gibt an, wie viel des Lichts der eingesetzten Lampe tatsächlich aus der Leuchte kommt. Das dritte lichttechnische Gütemerkmal ist die Blendungsbegrenzung einer Leuchte. Sie muss das Licht der Lampen optimal abschirmen und Blendung soweit wie nötig begrenzen, damit Sehkomfort und Sehleistung gewährleistet sind.



Deckenanbauleuchten, mit lichtlenkenden Mikrostrukturen ausgestattet, sorgen für eine homogene und blendfreie Lichtverteilung. Sie können deshalb auch direkt über Arbeitsplätzen angeordnet werden und eignen sich für eine raumbezogene Beleuchtungsplanung.



Schreibtischleuchten können die Arbeitsplatzbeleuchtung ergänzen. Sie spenden zusätzliches Licht auf der Arbeitsfläche und erleichtern diffizile Sehaufgaben. Damit das zusätzliche Licht individuell eingestellt werden kann, sollen Schreibtischleuchten dimmbar und mit einem beweglichen Arm ausgestattet sein.



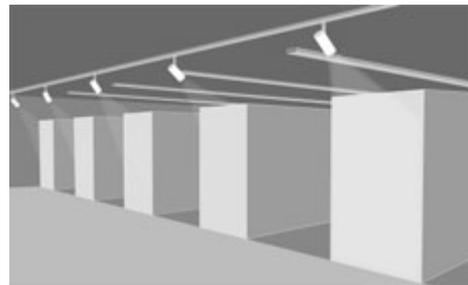
Deckeneinbauleuchten werden bündig in die Decke eingelassen. So wirkt nur noch das Licht, der Leuchtenkörper tritt in den Hintergrund. In Büroräumen werden Deckeneinbauleuchten meist parallel zur Fensterfront eingebaut. Für eine gute Entblendung sorgt die richtige Rastertechnologie.



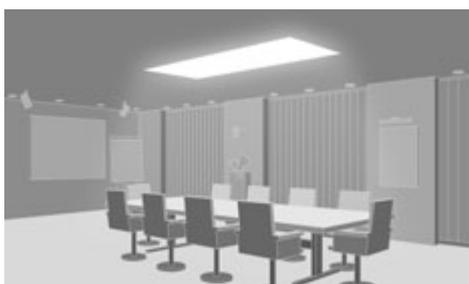
Pendelleuchten eignen sich für eine flächige Beleuchtung von Büroräumen und sind auch ein gestalterisches Element. Sie verbinden eine effiziente direkte Beleuchtung für den Arbeitsplatz mit einer als angenehm empfundenen Deckenaufhellung durch indirektes Licht.



Downlights ordnen sich mit schlichtem Design der Architektur unter. In breitstrahlender Ausführung werden sie für die Allgemeinbeleuchtung in Fluren und in Büros eingesetzt. **Stehleuchten** sind flexibel. Sie kombinieren häufig direkte und indirekte Beleuchtung und sollen individuell dimmbar sein.



Stromschienensysteme sind flexibel. An jeder Stelle der Schiene können Leuchten und Strahler bei Bedarf über Adapter eingesetzt werden. Diese Systeme gibt es für Deckenanbau, -einbau oder von Decken abgependelt sowie für die Wandmontage.



Lichtdecken sorgen für einen hellen Raumeindruck, ohne zu blenden. Ebenso wie **Lichtwände** oder **Flächeneinbauleuchten** können sie dynamisch gesteuert werden und sind eine gute Wahl für Eingangsbereiche, Konferenzräume und Kantinen.



Voutenleuchten sind ein architektonisches Gestaltungsmittel und ein Blickfang in repräsentativen Bereichen und Gangzonen. Über rinnenförmige oder auch stukkatierte Ausbildungen in oder an Wänden und Decken geben sie indirektes Licht in den Raum ab.



Lichtkanalsysteme bieten hohe Flexibilität: So können zum Beispiel Langfeldleuchten für die Allgemeinbeleuchtung mit Hochleistungsstrahlern für die Akzentbeleuchtung kombiniert werden. Lichtkanalsysteme eignen sich besonders gut für Flure, Foyers und Konferenzräume.



Spiegelwerfer-Leuchten erzeugen aus der Höhe hohe Beleuchtungsstärken und spielen ihre Vorteile vor allem in hohen Räumen, Foyers und Treppenaufgängen aus. Ein lichtstarker Strahler wirft das Licht auf einen in der Regel leicht konvex geformten Spiegel, der das Licht in den Raum streut.



Wand- und Bodeneinbauleuchten ordnen sich der Architektur unter. Sie werden zur Lichtführung im Gebäude eingesetzt oder setzen Wände und Säulen in Szene. Im Treppenhaus sorgen an- oder eingebaute Wandleuchten für bessere Orientierung und mehr Sicherheit. Sie bringen zusätzliches Licht auf die Trittstufen.



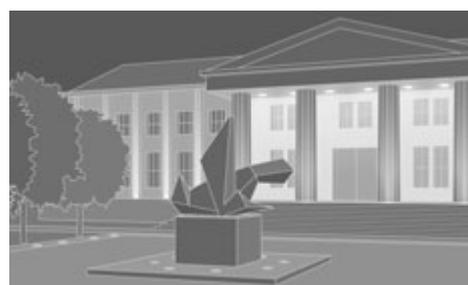
Wandfluter gibt es als Einbau- oder Anbauleuchten. Mit ihrer asymmetrischen Lichtverteilung sorgen sie für eine homogene Ausleuchtung vertikaler Flächen in Fluren, Foyers und Büroräumen. Über entsprechende Betriebsgeräte können Wandfluter je nach Tageslicht und Anwesenheit gesteuert werden.



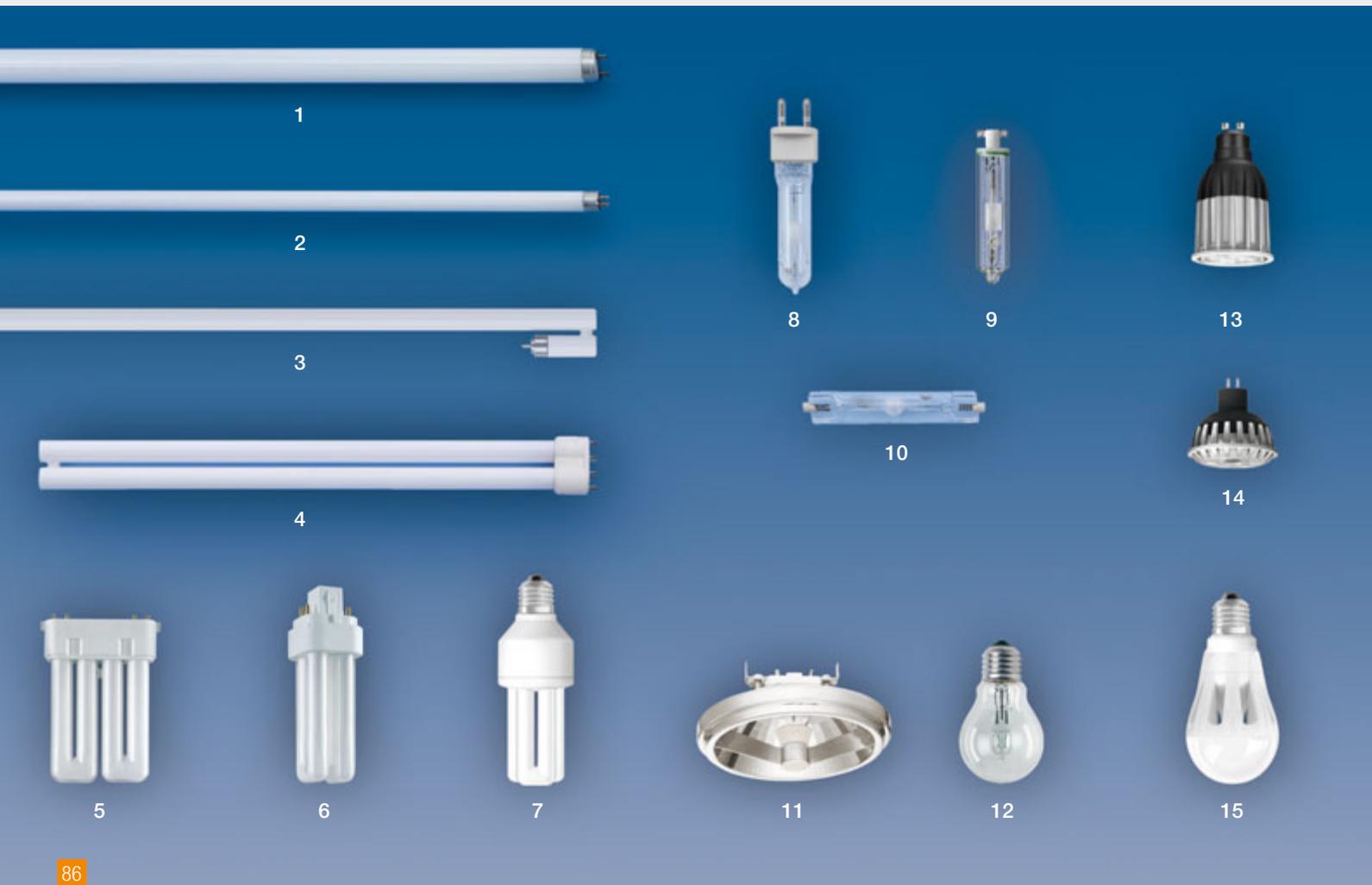
Sicherheitsleuchten erleichtern die Orientierung bei einem Netzausfall und sorgen dafür, dass Gebäude im Ernstfall möglichst schnell und gefahrlos verlassen werden können. Sie müssen im Notfall unabhängig vom Stromnetz betrieben werden, zum Beispiel mit Batterien, Akkus oder einem Notstromsystem.



Mastleuchten und Lichtstelen werden als technische und dekorative Außenleuchten eingesetzt. Hohe Mastleuchten eignen sich für die Beleuchtung großer Parkflächen und Zufahrten, Lichtstelen erhellen Wege und kleinere Parkplätze. Je geringer die Lichtpunkthöhe, desto mehr Leuchten müssen installiert werden.

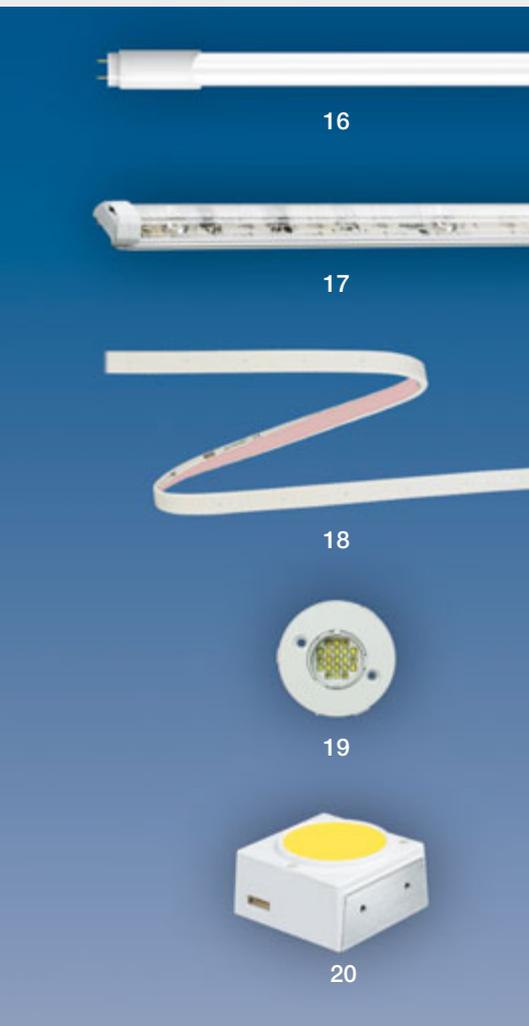


Wandleuchten, Boden- und Deckeneinbauleuchten im Außenbereich geben Büro- und Verwaltungsgebäuden bei Nacht ein Gesicht. Sie akzentuieren Fassaden oder lenken den Blick auf Objekte und Pflanzen. Die Außenbeleuchtung gibt zudem Orientierung, erhellt Wege und Stufen.



86

Nr.	Lampentyp	Lampenleistung (Nennleistung in Watt)	Lichtstrom (Lumen)	Lichtausbeute (Lumen/Watt)	Lichtfarbe
Stabförmige Leuchtstofflampen					
1	Leuchtstofflampe Ø 26 mm	18 – 70	870 – 6.200	61 – 89	ww, nw, tw
2	Leuchtstofflampe Ø 16 mm	14 – 80	1.100 – 6.150**	67 – 104	ww, nw, tw
3	Leuchtstofflampe Ø 16 mm	14 – 54	1.100 – 4.450**	67 – 104	ww, nw, tw
Kompaktleuchtstofflampen					
4	2-Rohrlampe, gestreckte Bauform	16 – 80	950 – 6.500	67 – 100	ww, nw, tw
5	4-Rohrlampe, quadratische Bauform	16 – 38	1.050 – 2.800	61 – 78	ww, nw, tw
6	1-, 2- oder 3-Rohrlampe, kompakte Bauform	10 – 42	600 – 3.200	60 – 75	ww, nw, tw
7	3-Rohrlampe mit integriertem EVG	8 – 30	380 – 1.940	48 – 65	ww
Halogen-Metaldampflampen					
8	Einseitig gesockelt, mit Keramiktechnik	20 – 400	1.600 – 41.000	80 – 108	ww, nw
9	Einseitig gesockelt, mit Keramiktechnik	20 – 35	1.650 – 3.000	75 – 79	ww
10	Zweiseitig gesockelt, mit Keramiktechnik	70 – 150	5.100 – 14.500	73 – 104	ww, nw
Halogenlampen					
11	Reflektorform	10 – 100	350* – 33.000*	–	ww
12	Glühlampenform	18 – 105	170 – 2.000	9 – 18	ww
LED-Lampen					
13	Reflektorform, Netzspannung	4,5 – 10	450* – 1.200*	–	ww, nw, tw
14	Reflektorform, Niedervolt	4,5 – 10	180 – 450	–	ww, nw, tw
15	Glühlampenform	2 – 12	95 – 900	45 – 75	ww, nw, tw
16	Röhrenform Ø 26 mm	11 – 30	630 – 2.600	58 – 85	ww, nw, tw
LED-Module					
17	Starres LED-Modul	11 – 30	100 – 2.100	–	ww, nw
18	Flexibles LED-Modul	24,5 – 72	765 – 3.650*	31 – 50	ww, nw, tw
19	Standardisiertes LED-Modul	9 – 39	800 – 3.000	52 – 85	ww, nw
20	Standardisiertes LED-Modul	17 – 44	1.100 – 3.000	55 – 75	ww, nw



Lichtquellen

Eine gute Beleuchtung setzt die Auswahl der richtigen Lichtquellen voraus. Auf dieser Seite finden Sie die wichtigsten Lampentypen für die Bürobeleuchtung und ihre technischen Daten.

Leuchtstofflampen [1–3]

Leuchtstofflampen zeichnen sich durch hohe Lichtausbeute, gute Farbwiedergabe und lange Lebensdauer aus. Der Betrieb mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) – bei T5-Lampen mit 16 mm Durchmesser ein Muss – verbessert Energieeffizienz und Lichtqualität. Durch den Einsatz von Warmstart-EVGs erhöht sich zudem die Lebensdauer von Leuchtstofflampen. Alle Leuchtstofflampen können mit geeignetem Vorschaltgerät gedimmt werden.

Kompaktleuchtstofflampen [4–7]

Kompaktleuchtstofflampen – auch Energiesparlampen genannt – bieten die gleichen Eigenschaften wie Leuchtstofflampen, lassen sich aber dank ihrer kompakten Form in kleinere Leuchten integrieren. Lampentypen mit eingebautem Vorschaltgerät eignen sich für herkömmliche Schraubfassungen [7]. Kompaktleuchtstofflampen gibt es auch mit ausgezeichnetem Startverhalten, einer verbesserten Schalthäufigkeit und in sehr warmen Lichtfarben (2.500 Kelvin Farbtemperatur).

Halogen-Metaldampflampen [8–10]

Halogen-Metaldampflampen überzeugen durch ihr brillantes Licht bei guter Farbwiedergabe. Moderne Lampen mit Keramikbrenner-Technologie – an EVG betrieben – sind mit einer Lichtausbeute von bis zu 100 lm/W äußerst energieeffizient; ihre Lichtfarbe bleibt über die gesamte Lebensdauer konstant. Sie empfehlen sich zum Beispiel für Foyers, Flure und hohe Räume.

Niedervolt-Halogenlampen [11]

Niedervolt-Halogenlampen überzeugen ebenfalls durch ein äußerst brillantes Licht mit sehr guter Farbwiedergabe. Mit geeig-

neten Transformatoren können sie gedimmt werden. Niedervolt-Halogenlampen müssen mit einem Transformator betrieben werden, der die Spannung auf 12 Volt reduziert.

Hochvolt-Halogenlampen [12]

Hochvolt-Halogenlampen können direkt an der Netzspannung 230 V betrieben werden. Sie liefern ein angenehm frisches, brillantes Licht und werden insbesondere in der Ausführung als Reflektorlampe gerne für die Akzentbeleuchtung eingesetzt. Hochvolt-Halogenlampen verfügen über eine sehr gute Farbwiedergabe (R_a 100) und lassen sich uneingeschränkt dimmen.

LED-Lampen [13–16]

Durch die Entwicklung von LED-Lampen, auch LED-Retrofit genannt, können die Vorteile der LED-Technik in vielen bereits vorhandenen Leuchten genutzt werden. Mit guter Farbwiedergabe und verschiedenen Lichtfarben bieten sie sich mit rund 25.000 Stunden Lebensdauer als langlebiger und effizienter Ersatz für konventionelle Lampen an. Bei einem Austausch von Leuchtstofflampen [16] verändert sich die Lichtverteilung. Die elektrotechnische Sicherheit muss eine Fachperson prüfen.

LED-Module [17–20]

LED-Module mit ihrer herausragenden Effizienz und Langlebigkeit gelten als zukunftsorientierte Lösung für die technische und dekorative Bürobeleuchtung. Module bestehen in der Regel aus der LED, breit strahlender Linse und Reflektor. Sie sind vielfältig einsetzbar und quasi wartungsfrei, liefern weißes und farbiges Licht mit guter Farbwiedergabe, sind stufenlos dimmbar und einfach zu steuern.

Farbwiedergabe-Index R_a
(zum Teil als Bereich)

Sockel

85 – 98	G13
85 – 93	G5
80 – 90	G5
80 – 93	2G11; 2G7
80 – 90	2G10; G8R; GR10q
80 – 90	G23; G24; 2G7; GX24
80 – 90	E14; E27; B22d
80 – 85	G8,5; G12; G22;
85 – 90	GU6,5; GU8,5; GY22
75 – 95	PGJ5
	RX7s; RX7s-24
100	GU4; GU5,3; G53
100	E14; E27; B22d
80 – 90	E14; E27; GU10
80 – 90	GU4; GU5,3; GU53
80 – 90	E14; E27
70 – 85	G13

75 – 80	–
80 – 89	–
80 – 95	–
80 – 90	–

* = Angaben in Candela

** = Werte bei 25 °C Umgebungstemperatur

ww = Warmweiß, Farbtemperatur bis 3.300 K

nw = Neutralweiß, Farbtemperatur 3.300 K bis 5.300 K

tw = Tageslichtweiß, Farbtemperatur über 5.300 K

Jedes Heft!

€ 9,-

Die Schriftenreihe von licht.de

licht.wissen 10

Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung

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



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



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



[licht.wissen 19] 48 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 dynamischem Licht.



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

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

- 01 Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2008)
- 02 Besser lernen mit gutem Licht (2012)
- 03 Straßen, Wege und Plätze (2007)
- 04 Licht im Büro, motivierend und effizient (2012)
- 05 Industrie und Handwerk (2009)
- 06 Shopbeleuchtung, attraktiv und effizient (2011)
- 07 Gutes Licht im Gesundheitswesen (2004)

- 08 Sport und Freizeit (2010)
- 09* Repräsentative Lichtgestaltung (1997)
- 10 Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung (2012)
- 11 Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie (2005)
- 12 Beleuchtungsqualität mit Elektronik (2003)
- 13 Arbeitsplätze im Freien (2007)
- 14 Ideen für Gutes Licht zum Wohnen (2009)

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

* With the exception of booklet 9, 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 19 der Schriftenreihe licht.wissen geben Informationen zur Lichtanwendung. Diese Themenhefte erläutern anhand vieler Beleuchtungsbeispiele lichttechnische Grundlagen und zeigen beispielhafte Lösungen. Sie erleichtern damit auch die Zusammenarbeit mit Fachleuten der Licht- und Elektrotechnik. Alle lichttechnischen Aussagen sind grundsätzlicher Art.

licht.forum

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

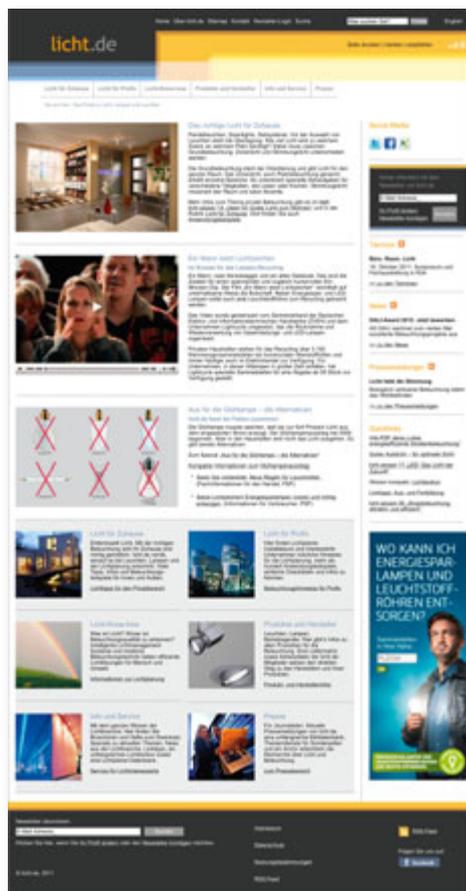
www.licht.de

Ihr umfangreiches Lichtwissen präsentiert die Fördergemeinschaft auch im Internet unter www.licht.de. Architekten, Planer, Installateure und Endverbraucher finden hier auf rund 5.000 Seiten praxisorientierte Tipps, viele Lichtanwendungen und aktuelle Informationen zu Licht und Beleuchtung. Eine Datenbank mit umfangreichen Produktübersichten weist den direkten Weg zum Hersteller.

 www.twitter.com/licht_de
www.twitter.com/all_about_light

 www.facebook.com/lichtde

 www.xing.de/companies/licht.de



Impressum

Herausgeber

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

Redaktion und Gestaltung:

r.f.w. kommunikation, Darmstadt

Druck

Druckhaus Haberbeck, Lage/Lippe

ISBN-Nr. Druckausgabe 978-3-926193-71-1

ISBN-Nr. PDF-Ausgabe 978-3-926193-72-8

04/12/25/04V

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 04 ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Bildnachweis

	87		
Bildnummern Rückseite	88	89	90
	91	92	93

Bilder

Titel: Lukas Roth

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

Gender-Hinweis

Wir möchten mit unseren Publikationen Frauen und Männer gleichermaßen ansprechen. Zugunsten einer besseren Lesbarkeit der Texte wählen wir indes entweder die männliche oder die weibliche Sprachform. Dies stellt keine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts dar. Wir danken für Ihr Verständnis.

licht.wissen 04

Licht im Büro,
motivierend und effizient



licht.de

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