

licht.wissen 14

Licht für Wohnräume



Freier Download auf
www.licht.de





Vorwort

*Liebe Leserinnen und Leser,
wer schöner wohnen möchte, kommt um eine kluge Beleuchtung nicht herum. Licht schafft Atmosphäre und wirkt sich unmittelbar auf unsere Stimmung aus. Das allgemeine Bewusstsein für die Relevanz und die Wirkung eines wirklich GUTEN LICHTS, besonders im Wohnbereich, ist heute sehr viel ausgeprägter als früher. Wir alle wissen inzwischen, dass schöne Beleuchtungslösungen unsere Lebensqualität nachhaltig verbessern können – und zwar in vielerlei Hinsicht. Für alle, die noch tiefer ins Thema einsteigen möchten, ist „Licht für Wohnräume“, die überarbeitete Fassung des licht.wissen-Heftes 14, eine besonders interessante Ausgabe. Denn im Bereich der Wohnraumbeleuchtung hat sich in den letzten Jahren enorm viel getan – und das nicht nur technisch.*

Wohnen mit persönlichem Akzent

Wie Häuser und Wohnungen optimal, also maximal nutzungsorientiert, dabei aber zugleich einladend und behaglich ausgeleuchtet werden können, was es technisch zu beachten gilt, welches Licht sich für welchen Raum besonders gut eignet – und auch noch eine Menge Energie spart, und was Licht sonst noch so alles kann, sind immer wieder spannende Fragen bei der Erarbeitung individuell abgestimmter Lichtkonzepte für Räume, Wohnungen, Einfamilienhäuser oder größere Wohneinheiten.

Raumlicht, Zonenlicht, Stimmungslicht

Küche oder Wohnzimmer, Kinderzimmer, Bäder, Flure oder Arbeitszimmer – bei Neubau, Renovierung oder Umrüstung auf eine zeitgemäße Beleuchtungstechnik steht die Idee einer funktionalen aber dennoch emotionalen Beleuchtung heute immer im Mittelpunkt der Planung. Eine am menschlichen Empfinden intelligent ausgerichtete „Wohlfühlbeleuchtung“ sollte zweckmäßig, behaglich, aktivierend oder beruhigend, pointiert oder gestreut sein, oder wie beim „Human Centric Lighting“ aktivierend oder beruhigend wirken, je nach Einsatzort. Dabei kann die Lichttemperatur, beispielsweise der eingesetzten Leuchten, Lichtbänder oder LEDs, die Wirkung eines Raums völlig verändern – bei der Planung für Kinderzimmer oder Wohnzimmer kann dies ein wichtiger Faktor sein!

Smart und technik-affin? Energiegeladen oder emotional?

Auch smarte, über Ihr Handy steuerbare Haustechnik-Lösungen sind meistens an die Beleuchtung Ihrer Immobilie gekoppelt. Kunstobjekte, Bilder oder die besondere Architektur Ihrer Räumlichkeiten lassen sich mithilfe eines professionellen Beleuchtungskonzepts sehr wirkungsvoll „ins rechte Licht“ setzen. Arbeitsbereiche, Homeoffice und Nebenräume werden gut ausgeleuchtet effektiver nutzbar. Und im Badezimmer erleben Sie mit der flexibel steuerbaren Beleuchtung Wellness pur!

Lassen Sie sich von den folgenden Seiten inspirieren! Gönnen Sie sich eine professionelle Lichtberatung. Sie werden sehen: Es lohnt sich! Denn gutes Licht macht glücklich!

*Mit herzlichen Grüßen
Bettina Billerbeck
Chefredakteurin Schöner Wohnen*

[Titelseite] Farbiges Licht, passgenau auf die jeweilige Stimmung zugeschnitten und zudem smart steuerbar. Foto: licht.de/signify.

[01] Das eigene Zuhause muss immer eine Wohlfühloase für die Bewohner sein. Das richtige Licht spielt dabei eine entscheidende Rolle. Foto: licht.de/paulmann.



Am Anfang steht die Lichtplanung
Seite 06



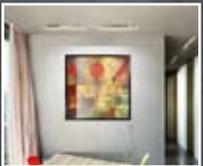
Leben und Wohlfühlen –
Licht im Wohnzimmer
Seite 10



Smart Lighting –
digital und steuerbar
Seite 16



Lineares Licht –
indirekt und stimmungsvoll
Seite 20



Kunst-Licht:
Bild- und Objektbeleuchtung
Seite 22



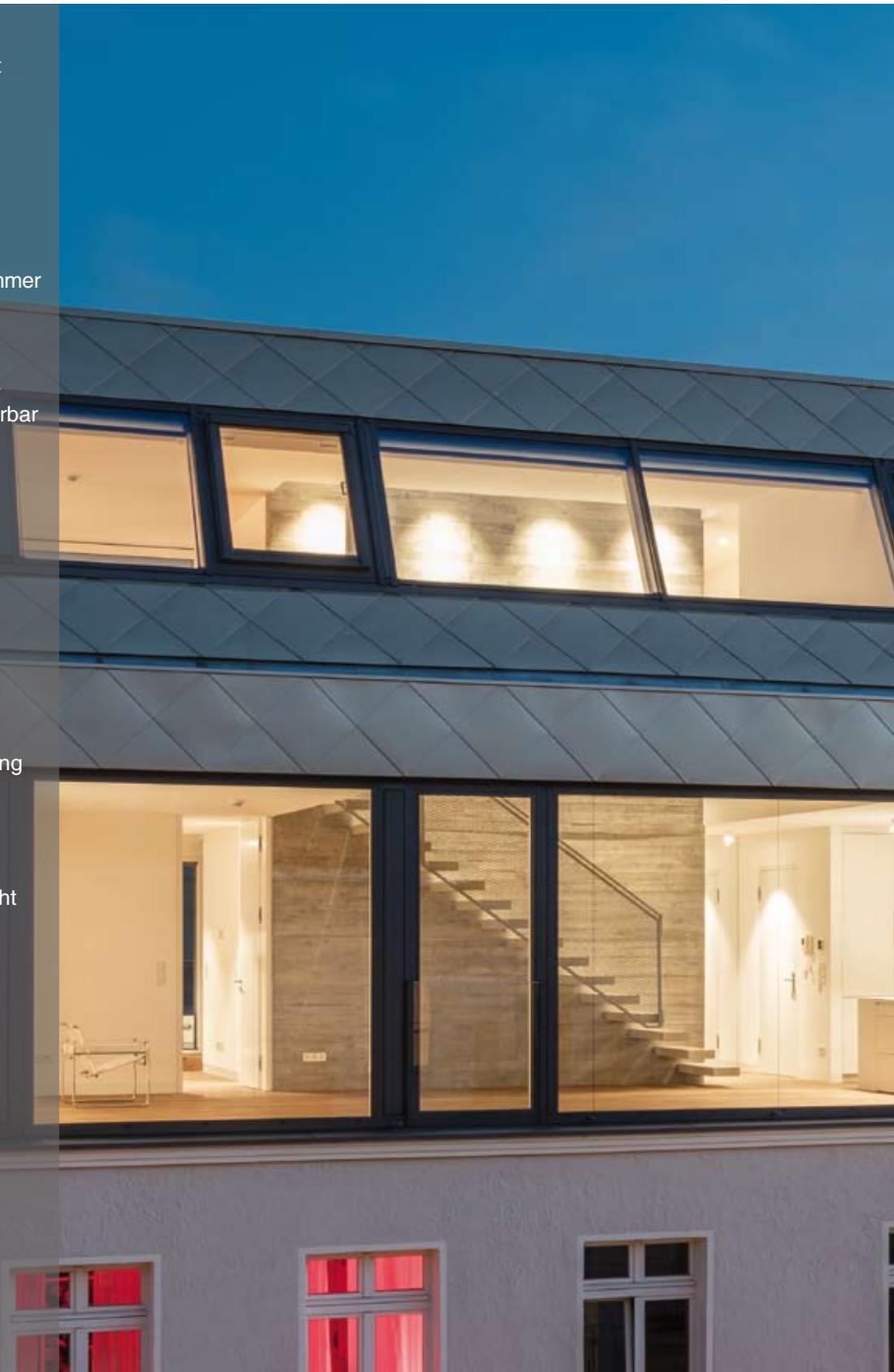
Der Tisch im Mittelpunkt – Licht im Esszimmer
Seite 24



Essenziell:
Gutes Licht in der Küche
Seite 28



Licht für Bad und Wellness
Seite 34



Licht-Spezial

Lux & Lumen – Lichttechnische Güteermale
Seite 30



Sicherheit von Lampen und Leuchten
Seite 38

Schutzarten				
Kennziffern	1. Kennziffer:	Schutz gegen Fremdkörper und Berührung	2. Kennziffer	Schutz gegen Wasser
0	ungeschützt		ungeschützt	
1	geschützt gegen feste Fremdkörper > 50mm		geschützt gegen Tropfwasser	☾
2	geschützt gegen feste Fremdkörper > 12mm		geschützt gegen Tropfwasser unter 15°	☾
3	geschützt gegen feste Fremdkörper > 2,5mm		geschützt gegen Sprühwasser	☾

LED-Leuchten: Qualitätsmerkmale und Vorteile
Seite 40





Foto: licht.de/brumberg

Emotion und Funktion – Licht fürs Schlafzimmer
Seite 42



Licht im Kinder- und Jugendzimmer
Seite 44



Aktivierende Beleuchtung im Home Office
Seite 46



Tageslichtdynamische Beleuchtung
Seite 48



Der erste Eindruck zählt: Flur und Treppenhaus
Seite 50



Licht für Hauseingang, Balkon und Terrasse
Seite 52



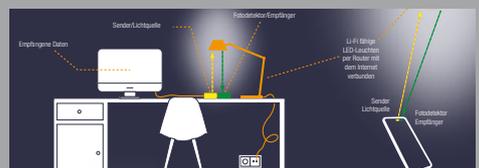
Licht für Nebenräume
Seite 56



Schriftenreihe Impressum
Seite 62



Beleuchtung in der Zukunft – Ein Blick nach vorne
Seite 54



LED-Lichtquellen
Seite 58



Glossar
Seite 60



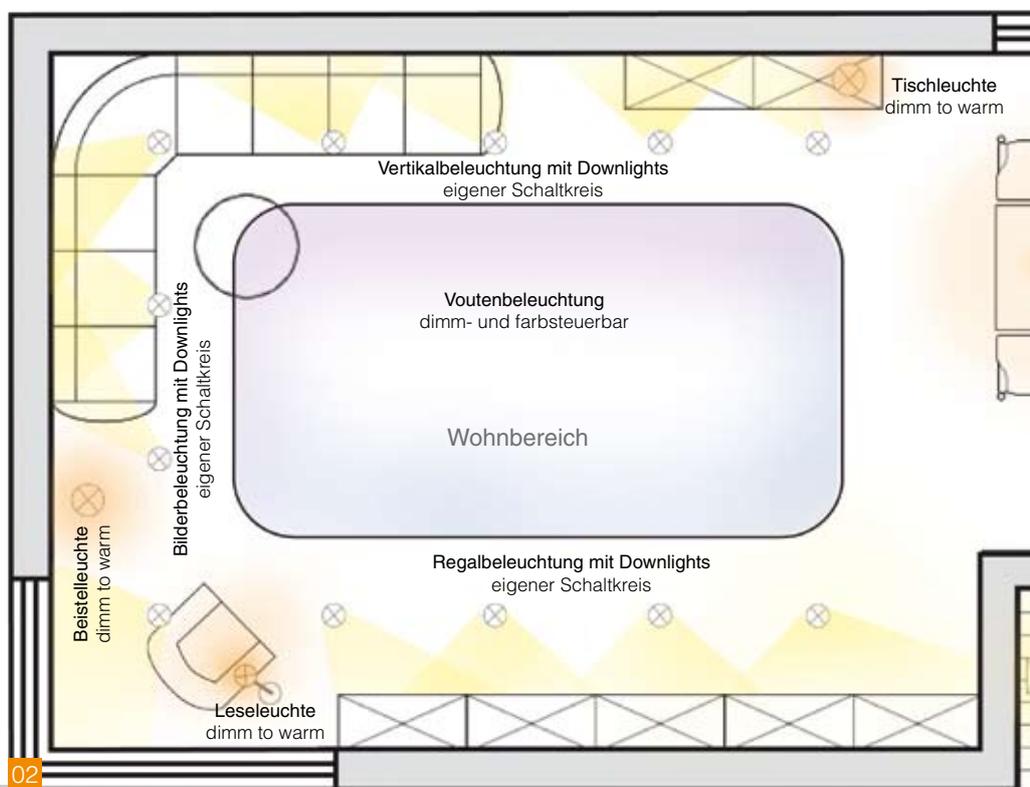
Am Anfang steht die Lichtplanung

Wenn das Licht nicht stimmt kommt auch ein edel gestalteter und mit hochwertigen Materialien und Möbeln ausgestatteter Wohnraum nicht zur Geltung. Eine gute Lichtplanung mit richtig eingesetzten Lichtwerkzeugen sorgt für Brillanz, stellt Wertigkeit heraus und verleiht Räumen die richtige Atmosphäre.

Wird ein Haus gebaut, sind viele Gewerke zu berücksichtigen, angefangen beim Rohbau über die Haustechnik bis hin zu den Bodenbeläge. Licht und Leuchten spielen in dieser Phase eine eher nachgeordnete Rolle und werden häufig erst gegen Ende ausgesucht. In dieser Phase wurde allerdings häufig schon viel mehr Geld ausgegeben, als ursprünglich geplant und das Thema Lichtplanung fällt dem Rotstift zum Opfer. Dieser leider weit verbreitete Fehler rächt sich jedoch bald, denn ohne eine gute Beleuchtung wirken auch die teuersten Bodenbeläge oder Möbel nicht – den Räumen fehlt das gewisse Etwas, sie sind schlichtweg ungemütlich. Wichtig ist es daher, frühzeitig zu berücksichtigen,

was letztendlich dem Ganzen „die Krone aufsetzt“, das Licht! Licht sorgt für Funktion und schafft Atmosphäre.

Innenräumen leben, genau wie Außenräume, von einer auf die ganz persönlichen Bedürfnisse der Nutzer angepassten Lichtplanung. Das gemeinsame Essen mit der Familie am Tisch, das Lesen und Entspannen im Wohnzimmer oder das Schminken am Badezimmerspiegel – die Beleuchtung muss vielen Anforderungen und Wünschen gerecht werden. In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit den wichtigsten Grundlagen und geben Tipps für eine gelungene Beleuchtungsplanung in den eigenen vier Wänden.



[02] Eine Lichtplanungsskizze legt die Beleuchtung der einzelnen Funktionsbereiche in der Wohnung fest. Eine große Hilfe, wenn es darum geht schon frühzeitig Entscheidungen für Licht und Leuchten im Zusammenspiel mit der Möblierung zu treffen. Grafik: licht.de.

Drei wichtige Faktoren im Wohnraum Raum-, Zonen- und Stimmungslicht

Die Grundhelligkeit im Wohnraum wird durch das Raumlicht bestimmt, während das Zonenlicht einzelne Bereiche akzentuiert herausstellt. Beides ist unerlässlich für eine Beleuchtung, die zum einen funktional ist, zum anderen aber auch das Wohlbefinden steigert. Das Stimmungslicht – als dritte Größe – ergänzt das Raum- und Zonenlicht. Es dient nicht primär dem Zweck der Beleuchtung, sondern wirkt als Lichtobjekt, das dem Wohnraum eine außergewöhnliche Atmosphäre verleiht.

Raumlicht

Das Raumlicht ist die Basisbeleuchtung im Wohnraum und dient einer gleichmäßigen und eher diffusen Grundausleuchtung. Es wird durch indirekt oder diffus abstrahlende Leuchten erzielt, die das Licht gleichmäßig im Raum verteilen und damit für die notwendige Grundhelligkeit zur Orientierung sorgen. Starke Helligkeitsunterschiede werden mit diesem Licht ausgeglichen und

die visuelle Anpassung an verschiedene Lichtzonen erleichtert. Das Auge ermüdet damit weniger schnell. Fehlt jegliches Raumlicht, wie z.B. in einem Wohnzimmer, in dem ausschließlich eine Leselampe am Sofa eingeschaltet ist, wird dies als zu dunkel und unangenehm empfunden.

Zonenlicht

Das Zonenlicht sorgt für passende Beleuchtung in den Bereichen, wo es für bestimmte Tätigkeiten, wie beispielsweise Lesen, Essen, Arbeiten oder Fernsehen, gebraucht wird. Gleichzeitig setzt es spannende Lichtakzente, die für die Harmonie im Raum ebenso wichtig sind, wie das gleichmäßige, diffus aufhellende Raumlicht.

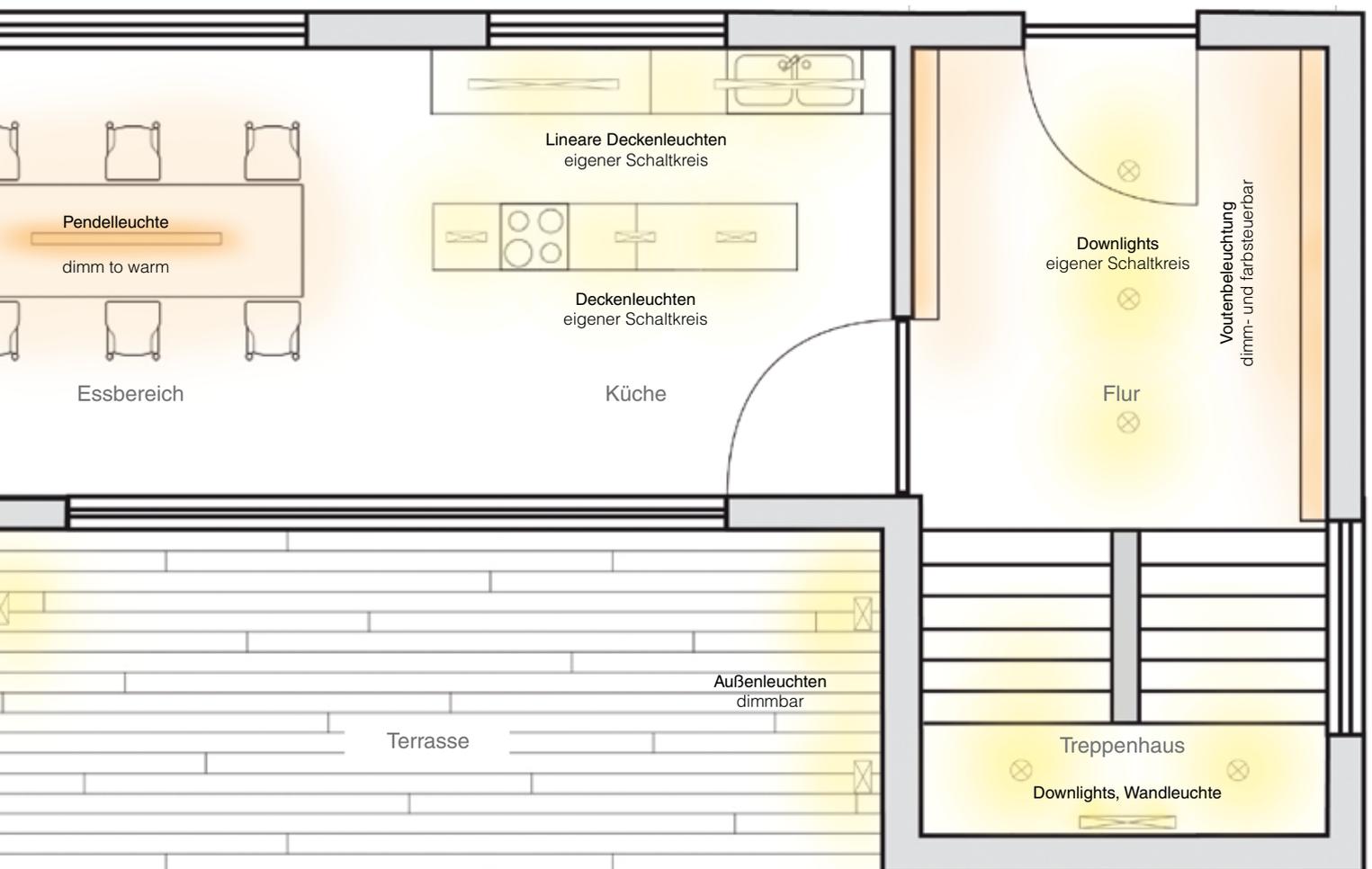
Das akzentuierte Zonenlicht wird üblicherweise durch Lichtspots erzeugt, die ihr Licht nach unten oder an die Wand richten. Je flexibler die Ausrichtung der Leuchte, desto besser kann das Licht dorthin gelenkt werden, wo es benötigt wird. Wird der Esstisch beispielsweise

ausschließlich über das Raumlicht beleuchtet, schafft dies eine eher sterile und unpersönliche Atmosphäre. Eine zonierte Beleuchtung am Tisch unterstreicht die Bedeutung dieses Bereiches und sorgt für gutes Licht zum Essen, Spielen oder Lesen.

Stimmungslicht

Das Stimmungslicht ist verantwortlich für eine außergewöhnliche Atmosphäre. Es sorgt für Wohlgefühl und zieht die Blicke an, wird aber nicht für funktionale Beleuchtungsaufgaben benötigt. Vielmehr steht es für Gemütlichkeit, Sinnlichkeit, Wohlfühlen und streichelt Herz und Seele. Das kann beispielsweise über eine farbig beleuchtete Wand, ein schönes Lichtobjekt oder eine warmtonige Voutenbeleuchtung initiiert werden.

Berücksichtigt man diese drei Faktoren bei der Planung, ist schon ein großer Schritt auf dem Weg zu einer guten und ansprechenden Wohnraumbeleuchtung getan.





03



04

Welches Budget sollte für Lichtplanung und Leuchten einkalkuliert werden?

Eine pauschale Antwort gibt es hier aufgrund sehr unterschiedlicher Anforderungen an Nutzung, Qualität und Leuchtdesign nicht. Grundsätzlich sollte möglichst früh mit der Beleuchtungsplanung und der Leuchtauswahl begonnen werden, damit auch das benötigte Budget eingeplant werden kann. Fachhandel und Lichtplaner helfen dabei.

Vorausschauende Elektroplanung

Bei einem Neubau empfiehlt es sich, dass Licht- und Elektroplanung gewerkeübergreifend arbeiten. Grundsätzlich sollte gelten, lieber einen Wand- oder Deckenauslass mehr einzuplanen, als einen zu wenig. Ändert sich später die Nutzung des Wohnraumes, kann das Licht auch dann noch flexibel an die neuen Voraussetzungen angepasst werden.

Variabilität und Montagemöglichkeiten

In Wohnräumen werden häufig verputzte Betondecken verbaut. Anstelle einfacher Kabelauslässe bieten eingegossene Deckendosen den Vorteil eines größeren Klemmraumes, in dem Transformatoren, Steuergeräte oder Einbauleuchten untergebracht werden können.

Oft ist der Stromanschluss leider nicht da, wo er gebraucht wird. In diesem Fall helfen Systemleuchten, die mittels präzise gespannter Zuleitungen diesen Umstand als Gestaltungsmerkmal nutzen und eine schöne und praktische Lösung darstellen.

Seit vielen Jahren bewährt sind auch Schienen- und Seilsysteme, die jeden beliebigen Ort im Raum individuell beleuchten können. Abgehängte Decken oder vorgebaute Wände vereinfachen eine nachträgliche Anpassung der

Stromanschlüsse. Sie bieten sich zudem für Einbauleuchten oder raumgestaltende Vouten an.

Beleuchtungsplan

Im Beleuchtungsplan werden alle Ideen aus der Planungsphase aufgegriffen, im Plan eingearbeitet und die Montagepunkte festgehalten. Er sollte maßstäblich angefertigt werden, die gewünschten Lichtwirkungen im Raum festlegen und die Möblierung und alle Funktionsbereiche berücksichtigen. Der Beleuchtungsplan enthält alle eingeplanten Leuchten und zudem oft auch allgemeine Anforderungen an die Installation im Hinblick auf Schalter, Dimmer, Steckdosen oder Lichtsteuerungen.

Montage und Fertigstellung

Die Installation und Montage von Leuchten und Lichtsteuerungen sollte immer von einem erfahrenen Elektroinstallateur ausgeführt werden. Viele Details müssen bei der Vorinstallation und auch bei der Endmontage von Leuchten beachtet werden, damit am Schluss alles so wird, wie Lichtplaner und Auftraggeber es sich gewünscht haben.

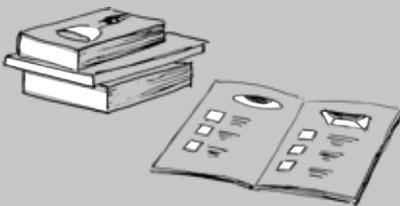
 Wer auf der Suche nach einem qualifizierten Lichtplaner ist, findet auf www.licht.de eine umfangreiche Lichtplanerdatenbank.

[03] Bei der richtigen Leuchtauswahl müssen viele unterschiedliche Parameter beachtet werden: Helligkeit, Lichtwirkung, Lichtfarbe, Steuerbarkeit, Produktdesign, Produktqualität und vieles mehr. Fachhändler und Lichtplaner helfen bei der Auswahl. Foto: licht.de/oligo.

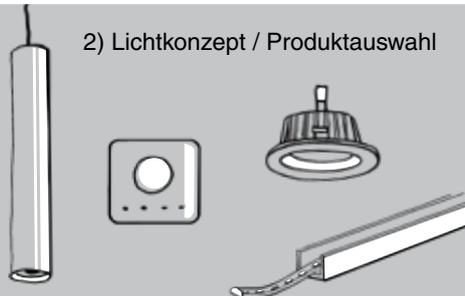
[04] Um Wände akzentuiert zu beleuchten, können wandnah platzierte Strahler oder Downlights mit ihren vertikalen, aufeinanderfolgenden Lichtkegelabschnitten, sogenannten „Scallops“, eingesetzt werden. Sie verleihen dem Raum eine besondere Lichtdynamik. Foto: licht.de/brumberg.

[05] Lichtplanung wird heute immer wichtiger, auch im privaten Wohnumfeld. Geschulte Planer können die Wünsche der Auftraggeber so umsetzen, dass alle Funktionen der Beleuchtung im Raum erfüllt werden und sie zudem behaglich wirken. Abbildung: licht.de.

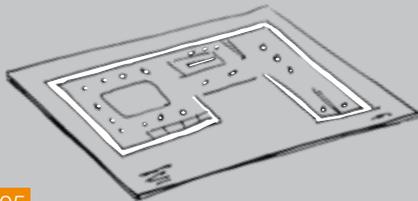
1) Lichtberatung



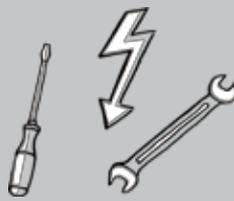
2) Lichtkonzept / Produktauswahl



3) Lichtplanung



4) Ausführung



05

© licht.de

Wie läuft eine professionelle Lichtplanung ab?

[05] Erfahrene Lichtplaner findet man beispielsweise im guten Leuchtenfachhandel, oder über die Lichtplanerdatenbank auf www.licht.de, unter der Rubrik Service. Üblicherweise wird mit folgenden vier Schritten ein optimales Planungsergebnis erreicht:

1) Lichtberatung: Jedes Projekt startet mit einem ausführlichen Gespräch, in dem Vorstellungen, Wünsche und Budgetpläne erörtert werden. Basierend darauf zeigt der Planer auf, was gestalterisch und lichttechnisch möglich ist und informiert über die Kosten für seine Beratungsleistung.

2) Lichtkonzept / Produktauswahl: Auf Basis der Lichtberatung wird ein auf den Kunden zugeschnittenes Lichtkonzept entwickelt und passende Leuchten ausgewählt. Erste Skizzen mit Lichtentwürfen und Produktvorschlägen werden mit dem Auftraggeber abgestimmt.

3) Lichtplanung: Ist das Konzept abgenommen, geht es an die detaillierte Lichtplanung mit Beleuchtungsplänen, in denen alle Leuchtenpositionen und Produkte im Plan an ihrem Bestimmungsort eingezeichnet sind.

4) Ausführung: Am Schluss steht die fachgerechte Installation der Leuchten durch einen Elektriker.



06

Leben und Wohlfühlen – Licht im Wohnzimmer

Lesen, Ausruhen, Fernsehen, Spielen, das iPad nutzen, Gäste empfangen: Das Wohnzimmer ist der Mittelpunkt der Wohnung und wird vielseitig genutzt. Umso wichtiger ist eine flexible Beleuchtung, die den unterschiedlichen Anforderungen und Stimmungen gerecht wird.

Großmutter's „Gute Stube“ wurde früher nur zu besonderen Anlässen genutzt – heute wird das Wohnzimmer dagegen vielseitig bespielt. Die Beleuchtung muss der Nutzung folgen. Dass das richtige Licht in der richtigen Verteilung punktgenau zur Verfügung steht, ist eine Grundvoraussetzung für die heute selbstverständliche, multifunktionale Nutzung des Wohnzimmers. Die Beleuchtung muss in diesem Kontext also sowohl gute Sehbedingungen schaffen, um den vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden, als auch bei Bedarf für eine gewisse Behaglichkeit sorgen.

Für einen Raum mit einer Grundfläche von 20m² empfiehlt sich der Einsatz von mindestens drei, besser noch fünf Leuchten. Sie übernehmen die Allgemein- und Zonenbeleuchtung. Richtig gemütlich wird es mit zusätzlicher Akzentbeleuchtung. Als Lichtquellen sind LEDs in der Lichtfarbe Warmweiß mit einer guten Farbwiedergabe von mindestens R_a 80 geeignet.

Die Grundbeleuchtung im Wohnzimmer

Im Wohnzimmer sollte ein Raumlicht für eine angenehme Grundhelligkeit sorgen, die durch unterschiedlichste Leuchten erzeugt werden kann, klassischerweise von einer Deckenleuchte, einem Deckenfluter oder einem Schienensystem. Alternativ auch von mehreren Wandleuchten, einer Voutenbeleuchtung oder – ganz individuell – durch eine eingebaute, steuerbare Licht-

Eine einzige, zentral platzierte Leuchte – wie in früheren Zeiten – kann den vielfältigen Beleuchtungsaufgaben im Wohnzimmer nicht gerecht werden.

[06] Warme Lichtfarben sorgen für Wohlfühlstimmung im Wohnraum.
Foto: licht.de/signify.

[07] Abgependelte Lichtobjekte schaffen Lichtzonen und dienen zudem als Blickfang.
Foto: licht.de/oligo.



07

decke. Wichtig bei allen diesen Möglichkeiten ist die Dimmbarkeit, um das Licht der gewünschten Stimmung anpassen zu können. Indirektes Raumlicht hilft dabei, starke Hell-Dunkel-Kontraste abzumildern und beugt so einer Ermüdung der Augen vor. Geeignet sind breit und diffus abstrahlende Wand-, Decken- oder Stehleuchten.

Besonders harmonisch wirkt das Zusammenspiel von direktem und indirektem Licht. Für indirektes Licht eignen sich Deckenfluter, sogenannte Uplights. In der Ausführung als Stehleuchte genügt meist ein Deckenfluter, bei Wandleuchten dürfen es auch gerne mehrere sein. Ein wichtiger Hinweis an dieser Stelle: Ausschließlich indirekte Beleuchtung reduziert Schattenbildung und Kontraste, was zu einem diffusen Raumeindruck führt. Anspruchsvollere Sehaufgaben, wie zum Beispiel Lesen, Schreiben oder Handarbeiten erfordern immer auch einen direkten Lichtanteil.

Eine praktische Lösung im Wohnbereich sind Stehleuchten, die beide Funktionen erfüllen: Ein Deckenfluter erzeugt vorwiegend indirektes Licht zur Aufhellung des

Raumes, eine zweite Lichtquelle unterhalb des Fluters liefert direktes Licht zum Lesen.

Durch den Einzug der LED in die allgemeine Lichttechnik gibt es deutlich mehr Möglichkeiten für die Beleuchtung von Wohnräumen. Nur ein Beispiel dafür ist die Beleuchtung mittels LED-Stripes. Diese können in Möbeln, Wandaussparungen, Wandvorsätzen, Vouten etc. als Lichtleisten montiert, den privaten Wohnraum bereichern. Dieser Beleuchtungsansatz, der vor ein paar Jahren nur sehr aufwändig zu realisieren gewesen wäre, kommt heute ganz flexibel und filigran daher und lässt sich dabei auch noch in Lichtfarbe und Helligkeit beliebig steuern. Mit RGB-gesteuerten LEDs hat man zusätzlich noch die Möglichkeit, sie farbige oder mit einem sich langsam selbst verändernden Farbverlauf auszustatten. Diese Art der Beleuchtung erzeugt ein indirektes und diffuses Raumlicht und lässt Räume großzügiger erscheinen. Unterhalb der Decke angebrachte und nach oben strahlende Lichtleisten beispielsweise vermitteln den Eindruck einer schwebenden Decke. Beleuchtete Aussparungen

in Wand und Decke tauchen den gesamten Raum in weiches Licht. Großzügig leuchtende Lichtdecken hingegen erwecken das Gefühl, einen Blick in den Himmel über sich zu ermöglichen. Weitere Informationen dazu auf Seite 20 im Kapitel „Lineares Licht“.

Akzentlicht und zonale Beleuchtung

Licht schafft Atmosphäre. Erst wenn es nicht überall gleich hell ist, entfaltet sich ein wohnliches Ambiente. Auflockernd wirkt da eine Akzentbeleuchtung von Bildern, Skulpturen, Regalen oder Vitrinen. Zudem gibt es Bilderleuchten, die speziell für die Beleuchtung von Kunstwerken konzipiert worden sind. Ihr Licht sollte in einem Wandabstand von circa einem bis 1,5 Metern auf das Bild gerichtet sein. Eine weitere Alternative bieten Strahler an Galerieschienen, die einfach in der Handhabung sind und sich unkompliziert verschieben und präzise einstellen lassen, wenn Bilder oder Skulpturen oder gar das Mobiliar selbst einen Ortswechsel vollziehen.

Der Bereich von Sofa oder Sessel kann durch gerichtete Einbauleuchten, Strahler an der Decke oder durch Stehleuchten

ausgeleuchtet werden. Tischleuchten eignen sich gut, um Kommoden oder Beistelltische ins rechte Licht zu rücken. Falls ein Deckenauslass oder ein Schienensystem vorhanden ist, können auch Pendelleuchten die Beleuchtung am Couchtisch übernehmen.

Beleuchtete Vitrinen und Regale setzen ebenfalls ansprechende Akzente, wenn einzelne Fächer mit LED-Lichtleisten, Strahlern von der Decke oder mit Möbeleinbau- und Möbelanbauleuchten beleuchtet werden. Wichtig hierbei ist, dass direkt auf oder in Möbel montierte Leuchten neben VDE-, ENEC- oder GS-Zeichen auch das Brandschutzsymbol „M“ tragen. Bei Strahlern und mobilen Leuchten ist auf die Einhaltung des angegebenen Mindestabstandes zur abgestrahlten Fläche zu achten.

Interessante Akzente setzt Licht auch auf größeren Wandbereichen, wenn diese in das Licht mehrerer, entlang der Wand in Reihe installierter Downlights getaucht werden. Als Akzentbeleuchtung kann übrigens auch eine Pflanzenbeleuchtung in fensterfernen Bereichen eingesetzt werden.

Licht zum Lesen im Wohnzimmer

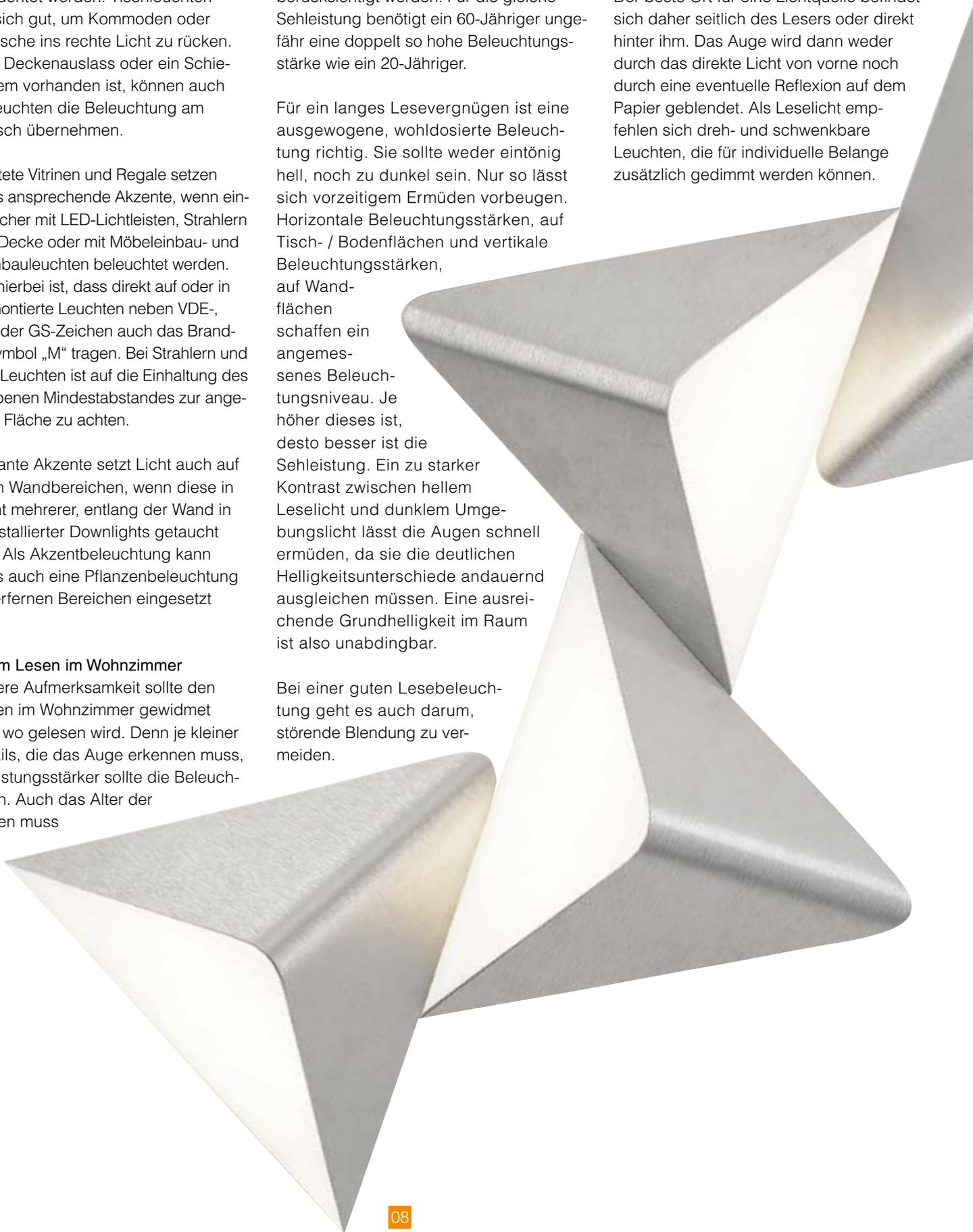
Besondere Aufmerksamkeit sollte den Bereichen im Wohnzimmer gewidmet werden, wo gelesen wird. Denn je kleiner die Details, die das Auge erkennen muss, desto leistungsstärker sollte die Beleuchtung sein. Auch das Alter der Menschen muss

berücksichtigt werden: Für die gleiche Sehleistung benötigt ein 60-Jähriger ungefähr eine doppelt so hohe Beleuchtungsstärke wie ein 20-Jähriger.

Für ein langes Lesevergnügen ist eine ausgewogene, wohldosierte Beleuchtung richtig. Sie sollte weder eintönig hell, noch zu dunkel sein. Nur so lässt sich vorzeitigem Ermüden vorbeugen. Horizontale Beleuchtungsstärken, auf Tisch- / Bodenflächen und vertikale Beleuchtungsstärken, auf Wandflächen schaffen ein angemessenes Beleuchtungsniveau. Je höher dieses ist, desto besser ist die Sehleistung. Ein zu starker Kontrast zwischen hellem Leselicht und dunklem Umgebungslicht lässt die Augen schnell ermüden, da sie die deutlichen Helligkeitsunterschiede andauernd ausgleichen müssen. Eine ausreichende Grundhelligkeit im Raum ist also unabdingbar.

Bei einer guten Lesebeleuchtung geht es auch darum, störende Blendung zu vermeiden.

Der beste Ort für eine Lichtquelle befindet sich daher seitlich des Lesers oder direkt hinter ihm. Das Auge wird dann weder durch das direkte Licht von vorne noch durch eine eventuelle Reflexion auf dem Papier geblendet. Als Leselicht empfehlen sich dreh- und schwenkbare Leuchten, die für individuelle Belange zusätzlich gedimmt werden können.





[08] Schön und effizient: Die Lichtquelle LED überzeugt mit geringem Stromverbrauch, niedrigen Energiekosten und langer Lebensdauer und bietet zudem noch eine höhere Lichtqualität. Die Winzlinge unter den Leuchtmitteln haben auch das Leuchtendesign revolutioniert: Ob organisch-verspielte Formen, extrem schmale LED-Leuchten oder flächiges Licht von OLEDs, der Kreativität sind kaum noch Grenzen gesetzt.
Foto: licht.de/grossmann.

[09] Stehleuchten am Sofa sorgen für das richtige Licht zum Lesen.
Foto: licht.de/casablanca.



09

Ein justierbarer Leuchtenkopf ist bei Leseleuchten von Vorteil, um das Licht präzise dorthin zu lenken, wo es gebraucht wird. Die eingesetzten Lichtquellen oder Leuchten sollten einen breiten Ausstrahlwinkel von 40° bis 60° haben, um keine hohen Leuchtdichten zu erzeugen, die beim Lesen nur stören.

Für eine gute Farbwiedergabe, und damit einen authentischen Lesegenuss, werden LED-Lichtquellen mit einem Farbwiedergabewert von mindestens R_a 80, besser noch R_a 90 oder höher empfohlen.

Das richtige Licht zum Fernsehen

Für einen angenehmen und entspannten TV-Genuss sollte die Zone rund um das Fernsehgerät möglichst aufgehellt und diffus beleuchtet sein. In jedem Fall aber sollten im Raum zusätzliche Leuchten eingeschaltet werden, da große Helligkeitsunterschiede zwischen Bildschirm und Raumumgebung anstrengend und ermüdend für das menschliche Auge sind. Für die Beleuchtung der Wandpartien in diesem Bereich eignen sich z. B. hinter dem Gerät oder an Möbeln angebrachte LED-Leisten, diffus abstrahlende Wandleuchten oder seitlich platzierte, gut entblendete Tischleuchten. Zum Fernsehen sollten alle Leuchten so ausgerichtet sein, dass keine störenden Reflexe auf dem Bildschirm entstehen.

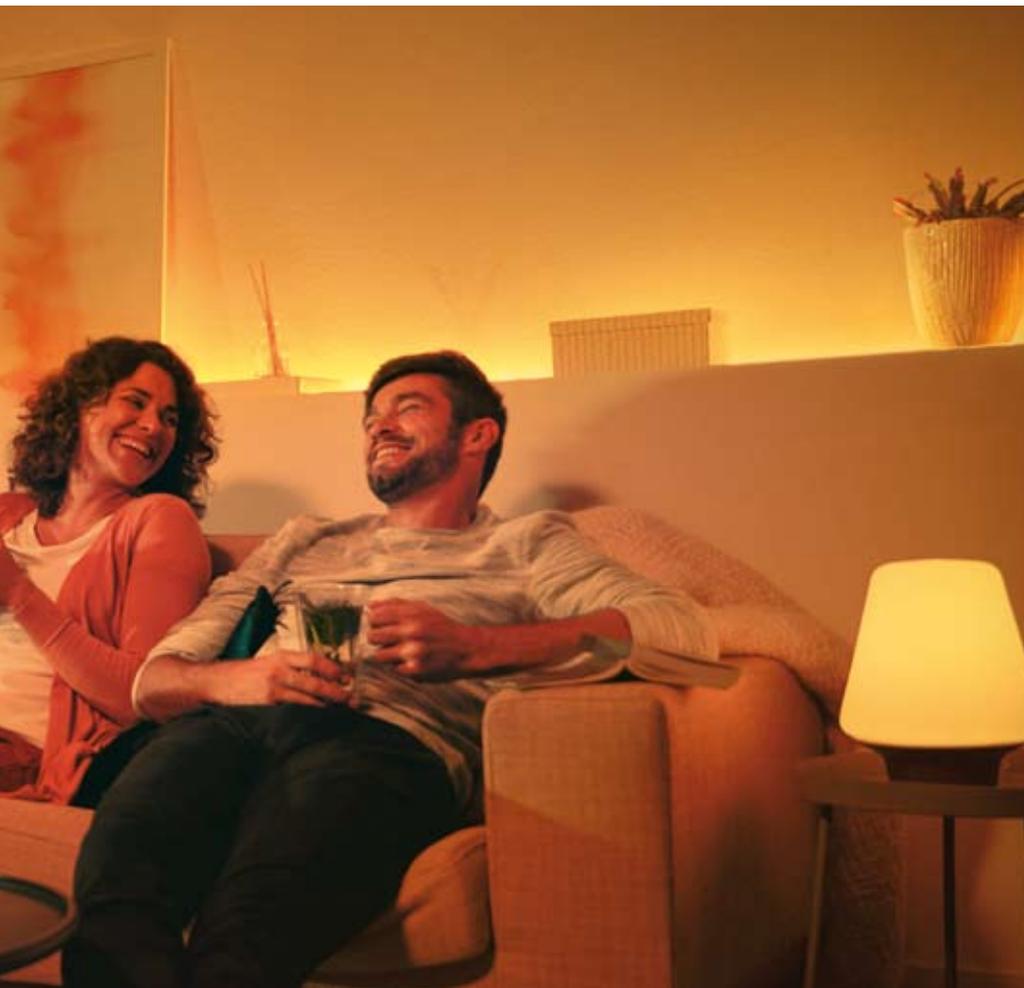
Schienensysteme für Raum- und Akzentlicht

Ist nur ein Deckenauslass in der Mitte des Wohnzimmers vorhanden oder will der Nutzer das Licht im Raum flexibel einstellen und verändern können, sind Schienensysteme eine gute Wahl. Der Markt bietet sowohl Niedervolt- als auch Hochvoltsysteme an. Je nach Aufgabenstellung können sie mit Strahlern oder Flutern in verschiedenen Lichtverteilungen bestückt werden und sorgen so für eine äußerst anpassungsfähige Grund- und Akzentbeleuchtung. Ändern sich die Sehauflagen, folgt die an Schienensystemen installierte Beleuchtung schnell und flexibel.

Bedienelemente und Schalter

Lichtschalter sind in vielen Wohnungen leider nicht immer dort angeordnet, wo sie benötigt werden. Bei einer vorausschau-





enden Planung sollte eine Bedienung neben der Tür und in der Zone, in der die Leuchte genutzt wird, möglich sein, z.B. am Sofa, in der Arbeitsecke oder am Fernsehgerät. Ist eine Änderung baulicherseits nicht möglich, können Funk-schalter, Funk-Fernbedienungen oder smarte Steuerungen helfen.

Lichtsteuerung mit System

Moderne Lichtsteuerungen im Wohnzimmer bieten vor allem eines - mehr Komfort. Ob gemütliches Licht zum Fernsehen, gute Beleuchtung zum Lesen, helles Licht zum Spielen oder die Ambientebeleuchtung für eine Party: Vorab programmierte Lichtszenen lassen sich per Taster, Fernbedienung, Smartphone oder via Sprachsteuerung ganz einfach abrufen.

Lichtsteuerungen bieten darüber hinaus auch die Möglichkeit, ein „bewohntes Haus“ zu simulieren. So kann beispielsweise in Urlaubszeiten der persönliche Tagesablauf mit unterschiedlichen Beleuchtungssituationen nachvollzogen werden. Das schreckt potentielle Einbrecher ab und gibt Sicherheit.

Viele leistungsstarke Lichtsteuersysteme arbeiten mit moderner Funktechnik über WLAN oder Bluetooth und lassen sich einfach nachrüsten. Auf den kommenden Seiten sind weitergehende Infos zu diesem Thema zu finden.



[10] Warmtoniges, smart steuerbares Licht sorgt für Stimmung und eine ganz besondere Lichtatmosphäre. Foto: licht.de/signify.

[11] Schienensysteme sorgen für Flexibilität im Raum, auch bei nachträglicher Nutzungsänderung. Foto: licht.de/paulmann.

[12] Lichtvouten geben dem Raum Größe und vermitteln das Gefühl einer schwebenden Decke. Foto: licht.de/brumberg.



13



14

Smart Lighting – digital und steuerbar

Durch Digitalisierung und Vernetzung verändert sich auch unser Umgang mit Beleuchtung. Das Licht dient nicht mehr nur dazu, eine Sehaufgabe zu erfüllen; smarte Systeme steuern es nutzerorientiert und stellen den Menschen in den Mittelpunkt – für mehr Luxus und Wohlbefinden.

Smart Lighting ermöglicht Beleuchtungskonzepte mit besonderen Lichtelebnissen, die sich ganz an die persönliche Vorlieben und den jeweiligen Bedarf anpassen lassen. Ob Party oder gemütliches Zusammensitzen zu zweit, das Licht folgt den Wünschen der Nutzer – per Fingertip auf Smartphone, Tablet oder Touchdisplay an der Wand.

Welche Möglichkeiten bietet Smart Lighting?
„Hey, Google, schalte das Licht im Haus auf Partymodus“ oder „Alexa, schalte das Licht im Garten auf Entspannen.“ So oder so ähnlich klingt es, wenn Lichtszenen per Sprachsteuerungen abgerufen werden.

Unabhängig von einer Sprachsteuerung kann sich mit smarter Beleuchtung aber beispielsweise auch beim Nachhausekommen das Licht im gesamten Wohnbereich automatisch auf Feierabendbeleuchtung schalten. Beim Verlassen der Wohnung erkennt das System, dass niemand mehr zu Hause ist und alle Lichter gehen aus. Wenn gewünscht, kann darüber hinaus eine Anwesenheit im Haus simuliert werden, um ungebetene Gäste abzuschrecken.

Ein neuer Tag beginnt positiv, wenn morgens die Helligkeit langsam zunimmt und so die Schläfer sanft und natürlich weckt. Abends hingegen bereitet das Lichtspektrum des Sonnenuntergangs die Hausbewohner langsam auf die Nacht vor. Im Idealfall arbeitet die Beleuchtungssteuerung im gesamten Haus nach dem auf Harmonisierung und Wohlbefinden angelegten Lichtkonzept Human Centric Lighting (siehe auch Seiten 48-49).

Heute gibt es unzählige Möglichkeiten für eine smarte Beleuchtung, angefangen bei einer einfachen Steuerung der Leuchten per Fernbedienung bis hin zu einem komplett vernetzten Haus, in dem die Beleuchtung ganze Lichtszenarien abspielen kann, und darüber hinaus auch Heizung, Jalousien und die Musikanlage

smart gesteuert werden. Es ist eine Frage, die jeder für sich selbst beantworten muss, welches Level für das eigene Zuhause das passende ist. Hinzu kommt, ob man eine bestehende Wohnung mit smarter Beleuchtung nachrüsten will oder ob man einen kompletten Neubau von Anfang an als smartes Gebäude plant.

Technische Voraussetzungen und Lösungen
Zu Beginn der Planung muss man sich klar darüber werden, ob ein einzelner Raum, eine Wohnung oder ein ganzes Haus inklusive Garten smart beleuchtet werden sollen. Bei Letzterem ist ein Steuersystem notwendig, das entweder per Funk oder mit Steuerleitungen arbeitet. Ein System per Funk kann in jedem Haus und in jeder Wohnung auch noch im Nachhinein eingerichtet werden. Dabei sollte man jedoch beachten, dass zusätzlich zu verlegende Leitungen nur im Falle eines Neubaus oder einer aufwendigeren Sanierung sinnvoll sind. Im Folgenden werden hierzu die vier gängigsten Möglichkeiten vorgestellt – vom einfachsten Steuern einzelner Leuchten bis hin zum komplexen Smart Home System.

1) Simple Einstiegslösung und erster Schritt: Leuchten per Funk schalten und dimmen
Ganz einfach lassen sich Leuchten per Infrarot oder Funk steuern. Mit einer einfachen Fernbedienung können beispielsweise Lichtfarbe und Helligkeit

[13] Per Smartphone kann die Außenbeleuchtung bequem vom Wohnzimmer aus gesteuert werden. Foto: licht.de/signify.

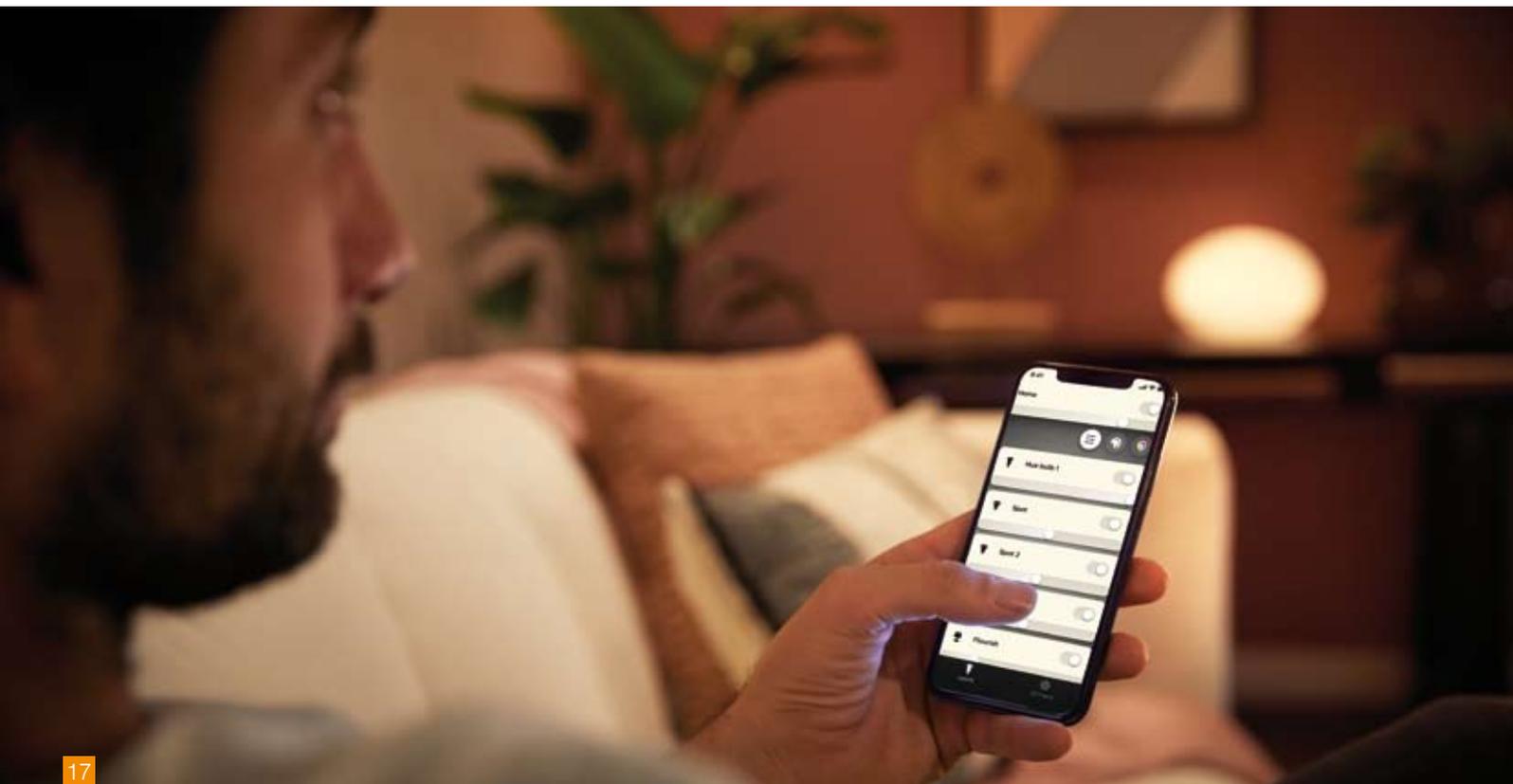
[14] Funkverbindungen zu den Leuchten ermöglichen smarte Einstellungen, beispielsweise über Funkschalter, Sprachassistenten oder Smartphones. Foto: licht.de/bruck/casablanca/ledvance/signify.

Internet of Things (IoT)

Als Internet der Dinge wird die Verknüpfung realer physischer Objekte („Things“), mit dem Internet bezeichnet. Nicht mehr nur der Mensch interagiert hierbei mit dem World Wide Web, auch die Produkte selbst. Das Ziel dieser Verknüpfung ist es, relevante Informationen zu erfassen, abzugleichen und im Netzwerk verfügbar zu machen, um dem Nutzer einen bestimmten Mehrwert zu bieten. Das kann beispielsweise der Drucker sein, der eine leere Tonerkartusche auf dem Smartphone des Nutzers meldet und auf Wunsch, mit nur einem Klick, im Netz bestellt. Oder der Hausbewohner kommuniziert über sein Smartphone mit der Heizungsanlage zu Hause und regelt diese so, dass die gewünschte Raumtemperatur erst dann zur Verfügung steht, wenn er beispielsweise sehr spät am Abend nach Hause kommt. Das spart Heizkosten und schont die Umwelt. Natürlich können auch die Leuchten aus der Ferne gesteuert werden oder automatisch eine Anwesenheit erkennen und sich im gewünschten Modus (z.B. „Feierabend“) einschalten.

Um die Sicherheit im Internet der Dinge zu gewährleisten, muss die Gerätekommunikation so abgesichert werden, dass sich Prozesse nicht von außen stören oder manipulieren lassen. Eine Verschlüsselung sämtlicher Daten und der Schutz der einzelnen Systeme durch Firewalls sind hierbei selbstverständlich oberstes Gebot.





17

eingestellt werden. Der Unterschied zwischen beiden Systemen: Infrarot funktioniert nur mit Sichtkontakt, wie von der Fernbedienung des Fernsehers bekannt. Ein Funkauslöser braucht keinen Sichtkontakt und kann beispielsweise auch durch Wände senden. Die Kommunikation zwischen Bedienelement und Empfänger geht dabei nur in eine Richtung, d.h. der Benutzer bekommt keine Rückmeldung über den aktuellen Status der Leuchte, beispielsweise ob sie an-/ ausgeschaltet oder gedimmt ist.

2) Smart Lighting via Bluetooth

Per Bluetooth gesteuerte Leuchten erlauben eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Geräten, also eine Statusabfrage und Steuerung. Das Smartphone oder Tablet zeigt den aktuellen Leuchtenzustand in einer App an und bietet hierüber hinaus auch die Möglichkeit der Lichtsteuerung. Dazu gehören beispielsweise das An-/ Ausschalten, Dimmen, Einstellen von Lichtfarben oder Farbverläufen. Weiterhin lassen sich, je nach Hersteller, Zeitschaltfunktionen programmieren oder Bewegungsmelder mit einbinden. Fast alle Anbieter haben ergänzend auch batteriebetriebene Sender oder Wandsender im Programm. Neben dem Bett angebracht, kann beispielsweise auch von hier das Licht geschaltet oder gedimmt werden.

3) Smart Lighting und Smart Home Steuerung über WLAN und Gateway

Wer sein ganzes Haus smart beleuchten will und etwas mehr Komfort und Variabilität von seiner Lichtsteuerung erwartet, findet in den gängigen Funkstandards Zigbee oder EnOcean eine gute Lösung. Hierfür wird eine Basisstation benötigt, die mit dem Internet-Router im Haus verbunden ist. So gelangen beispielsweise die Steuerbefehle vom Smartphone über die WLAN-Verbindung zu den Leuchten oder zu weiteren Smart Home-fähigen Endgeräten, wie z.B. Jalousien oder auch Heizungs- und Lüftungsanlagen. Es lassen sich auch komplexe Beleuchtungsprogramme oder Szenen anlegen und abrufen, so die „Kinobeleuchtung“ zum Fernsehen im Wohnzimmer, oder „aktivierendes Licht“ in der Küche.

4) Smart Home über Kabel und Buslösungen

Smart Home über Datenkabel ist vor allem für Neubauten und Komplettanierungen interessant. Dafür werden KNX- oder EIB-Kabelnetze im Haus installiert, die die Kommunikation mit Geräten wie Alarmanlage, Jalousien, Rauchmelder, Heizung, Waschmaschine oder Leuchten, etc. ermöglichen. In diesem System können selbst komplexe Programmierungen erfolgen und jedes gewünschte Produkt mit Bus-Steuerungs-elektronik kann integriert werden. Dabei hat jeder Busteilnehmer seine eigene

„Intelligenz“ und das System bleibt beim Ausfall einzelner Komponenten weiter betriebsfähig. Über Touchdisplays an der Wand sowie über Laptop oder Smartphone können alle Funktionen im Haus abgerufen, geplant, gesteuert und aktiviert werden. Auch hier sind natürlich alle erdenklichen Lichtszenen und Beleuchtungsmöglichkeiten programmier- und abrufbar und das System ist beliebig erweiterbar. Nachteil der Businstallation ist ein deutlich höherer Aufwand für die Kabelinstallation und die Inbetriebnahme.

Bei allen Steuerungen, die die Wireless-Technologie mit einbeziehen, können Sprachsteuerungen wie Alexa, Google Assistant oder andere Steuerungssysteme eingebunden werden. Alle Funktionen lassen sich auch von unterwegs aus steuern, beispielsweise, um die Waschmaschine zu starten oder ungebeten Gästen ein belebtes Haus vorzuspielen.

[15-18] Auch beim Smart Home haben die Bewohner alle Freiheiten bei Bedienung und Steuerung. Sie entscheiden, ob sie per Schalter, Mobiltelefon oder per Sprachsteuerung agieren wollen. Fotos: licht.de/signify.

[19] Das Gateway ist mit dem Internet-Router verbunden und ermöglicht eine smarte Steuerung der Beleuchtung. Foto: licht.de/signify.

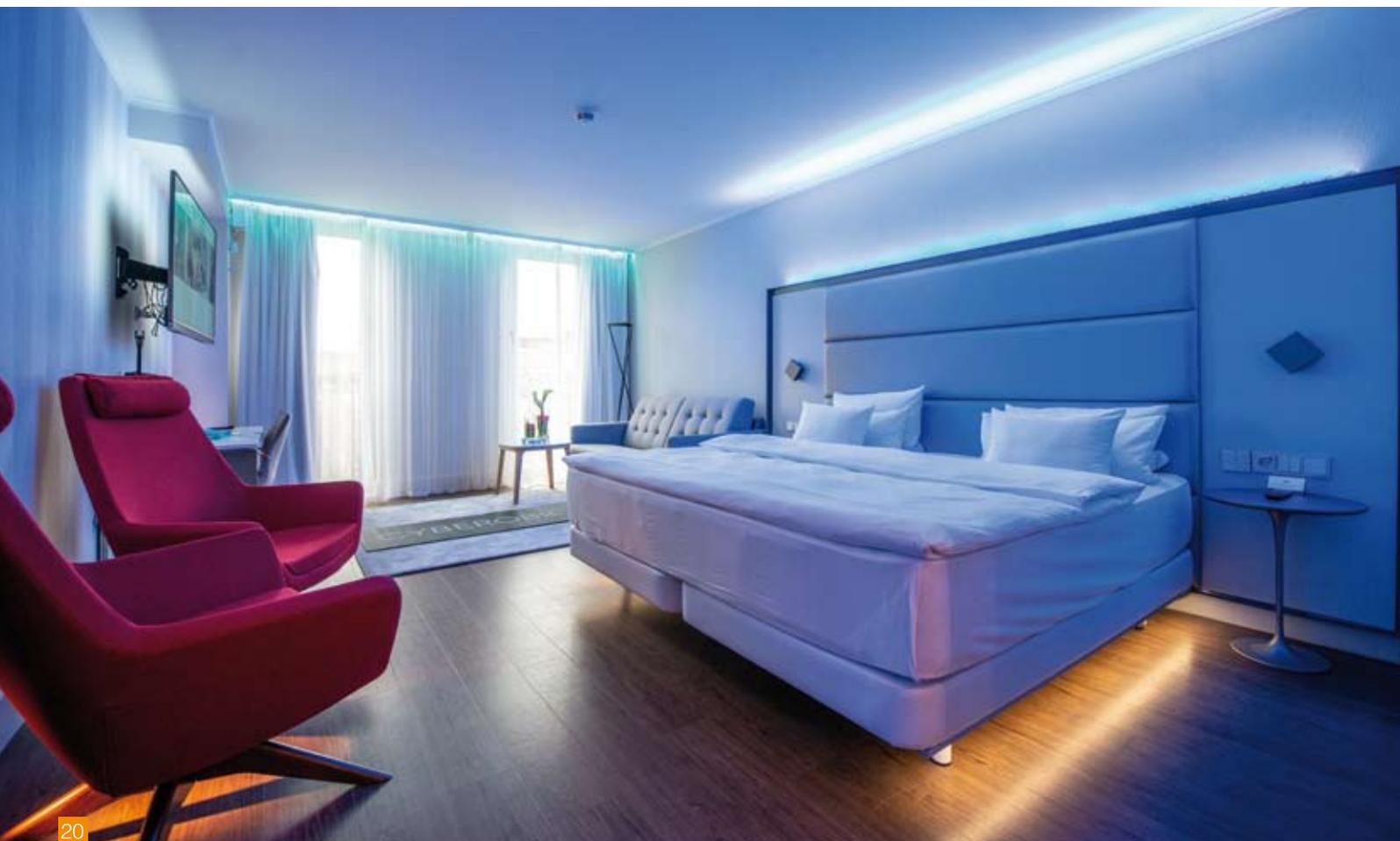
Lineares Licht – indirekt und stimmungsvoll

Zu Hause darf Licht mehr als nur einen rein funktionalen Charakter haben. Es soll auch für ein besonders Ambiente und für die gewünschte Lichtatmosphäre sorgen. Mit linearem LED-Licht lassen sich Emotion erzeugen, architektonische Besonderheiten hervorheben oder Möbel sanft illuminieren.

Um angenehme und abwechslungsreiche Lichtstimmungen zu erzeugen, ist die indirekte Beleuchtung ein wichtiger Baustein. Über eine Reflexion an Wand-, Boden- und Deckenflächen sorgt sie für angenehm weiches und diffuses Licht im Raum. Ob leuchtende Regalböden, ein durch Licht scheinbar schwebendes Bett oder der angenehm die Decke illuminierende Stucksims in der Altbauwohnung – LED-Lichtbänder verbreiten Wohlfühlatmosphäre und lassen selbst kleine Räume größer wirken. Die Lichtquelle selbst muss immer unsichtbar bleiben, damit der Betrachter nicht geblendet wird. Das Licht sollte sich dabei möglichst gleichmäßig über Wände und Decke verteilen.

Mit LED-Stripes und LED-Lichtleisten ist es verhältnismäßig einfach, solch eine indirekte Beleuchtung zu erzeugen. Man kann sie beispielsweise durch Klebestreifen selbst an Möbel oder an der Rückseite des Fernsehgerätes anbringen. Damit können eindrucksvolle Lichtstimmungen kreiert werden, die den Wohnraum mit einfachen Mitteln aufwerten.

Aufwendiger, aber auch langfristig eine gute Entscheidung, sind fest installierte LED-Lichtbänder. Um die Wärme der LEDs wirksam und effizient abzuleiten, werden diese vorzugsweise in speziell entwickelten Profilen verbaut, die zudem dem Schutz der Lichtquelle dienen. Damit



ergeben sich lichtstarke, energieeffiziente und langlebigen Lichtwerkzeuge, die auch ganze Räume beleuchten können. Sie eignen sich beispielsweise auch für eine übergangslose Beleuchtung über Vouten.

Bei linearen Profilen wird zwischen Einbau- und Aufbauversionen unterschieden. Mit Einbauprofilen, die speziell für Rigipsverblendungen entwickelt wurden, kann beispielsweise rings um den Raum der Übergang von der Wand zur Decke beleuchtet werden. Dadurch entsteht der Eindruck einer schwebenden Decke. Andere Versionen ermöglichen beleuchtete lineare Vertiefungen in Wand und Decke (siehe Abbildung 21) oder auch größere Aussparungen in allen erdenklichen Formen, vom Kreis bis hin zum Rechteck. Für den Boden oder den Außenbereich sind Profile erhältlich, die bodenbündig verlegt oder eingegossen werden können. Diese müssen unbedingt wasser- und staubdicht sein und mindestens IP65 aufweisen.

Aufbauprofile haben den Vorteil, dass keine baulichen Veränderungen vorgenommen werden müssen. Sie können als Streifen an Wand oder Decke oder beispielsweise auch als Fußbodenleisten eingesetzt werden. Der Kreativität sind hier kaum Grenzen gesetzt.

Warmweißes, kaltweißes oder farbiges Licht?
LED-Stripes gibt es in unterschiedlichen Lichtfarben, von Warmweiß über Neutralweiß bis hin zu Kaltweiß. Zu Hause werden meist warmweiße Lichtfarben bevorzugt. Bei der Auswahl sollte man auf eine gute Farbwiedergabe der Stripess achten. Es gibt auch Versionen, die beispielsweise kalt- oder warmweißes Licht mit farbigem Licht in einem Stripe vereinen (z.B. RGBKW oder RGBWW). Hiermit kann sowohl nüchternes Licht zum Lesen und Arbeiten als auch farbiges Stimmungslicht abgerufen werden. Je nach Steuerung sind auch sanfte Lichtverläufe programmierbar, die beispielsweise einen Sonnenuntergang simulieren oder einen

langsamen, fast unmerklich stattfindenden Farbverlauf in allen Farbtönen abspielen. Das Ganze kann auf Wunsch natürlich auch smart gesteuert werden: „Alexa, schalte das Licht im Wohnzimmer auf Romantik“. Wer eine Smartphone App bevorzugt oder den Funkschalter an der Wand, kann natürlich auch diese nutzen.

[20] Smart steuerbares, lineares Licht lässt sich dimmen und in Lichtfarbe und Helligkeit anpassen. Zudem wird die Architektur betont und der Raum wirkt größer. Foto: licht.de/signify.

[21] Verblüffender Effekt: Ein simulierter, hell leuchtender Spalt in der Wand, generiert durch eine rahmenlose, eingeputzte Lichtleiste, die vom Boden bis zur Decke reicht. Foto: licht.de/flos.

[22] Fernsehen wird angenehmer und komfortabler, wenn der Hintergrund sanft aufgehellt ist. Foto: licht.de/paulmann.



21



22

Kunst-Licht: Bild- und Objektbeleuchtung

Ob wertvolles Ölbild, großformatiges Foto oder geschnitzte Skulptur aus Holz: Kunstwerke ins rechte Licht zu rücken, macht Eindruck und bringt Esprit und Emotion in die Wohnung. Der Blick wird durch akzentuiertes Licht geführt und erlaubt es Bewohnern wie Gästen, Formen und Farben zu genießen.

Damit Kunstwerke im Raum ihre Wirkung entfalten können, müssen sie durch helles, akzentuiertes Licht aus dem Umgebungslicht hervorgehoben werden. Für Bilder an der Wand gibt es eine einfache Faustformel zur richtigen Positionierung der Beleuchtung: Das Licht sollte schräg von der Decke aus einer Entfernung von ca. 0,5m bis 1,50m auf das Bild treffen.

Der passende Abstrahlwinkel

Die Auswahl des richtigen Abstrahlwinkels ist immer abhängig von der Nähe der Lichtquelle zum Objekt und von der Größe des anzustrahlenden Objektes. Grundsätzlich empfiehlt sich eine Beleuchtungsprobe mit verschiedenen Abstrahlwinkeln direkt vor Ort, um die optimale Entscheidung zu treffen. Ein enger Abstrahlwinkel von 10° bis 30° empfiehlt sich, um Skulpturen und kleinere Bildformate in Szene zu setzen, ein breiter Abstrahlwinkel von 30° bis 60° ist ideal für große Bilder und erzielt eine homogenere Lichtverteilung an der Wand. Das entscheidende Kriterium bei der Auswahl des richtigen Abstrahlwinkels muss immer die Größe des Lichtkegels in Abhängigkeit vom Abstand der Leuchte zum Objekt sein.

Farbwiedergabe

Eine gute Farbwiedergabe gibt die Farben der Kunstwerke und Bilder möglichst natürlich wieder. Bei der Wahl des geeigneten Leuchtmittels sollte daher besonders der Farbwiedergabewert R_a beachtet werden. Er legt fest, wie originalgetreu Objekte unter künstlichem Licht wirken. Bei R_a 100 erscheinen Objekte zu 100% natürlich. Setzen Sie bei der Bilderbeleuchtung möglichst Lichtquellen mit einem Farbwiedergabewert von mindestens R_a 80 ein.

Schutz wertvoller Kunstwerke vor schädlicher UV-Strahlung

Originalgemälde sind empfindlich gegenüber UV-Strahlung. Tageslicht und künstliche Beleuchtung können die Originalfarben der

Bilder bei Dauerbeleuchtung ausbleichen und beschädigen. Zum Schutz wertvoller Gemälde eignen sich daher speziell LED-Lichtquellen, die einen geringeren Schädigungsfaktor als beispielsweise Niedervolt-Halogenlampen aufweisen.

Beleuchtung durch Ein- oder Aufbaustrahler

Deckenbezogene Ein- oder Aufbaustrahler eignen sich hervorragend zur Beleuchtung von Bildern. Die Leuchten treten in den Hintergrund, Licht und Objekt in den Vordergrund. Leider fehlen oft die Stromauslässe an den gewünschten Positionen. Eine frühzeitige Planung oder eine nachträglich abgehängte Decke sind für diese Lichtlösung eine Voraussetzung.

Lichtschiensysteme

Schiensysteme eignen sich besonders gut für die Bilderbeleuchtung, insbesondere dann, wenn keine passenden Stromanschlüsse vorhanden sind. Die Strahler können auf der Schiene optimal positioniert und ausgerichtet werden. Besonders empfehlenswert sind dabei an der Wand montierte Galerie-Lichtschiensysteme. Wer seine Kunstwerke an der Wand öfter wechselt, ist mit diesen Systemen gut beraten.

Bilderleuchten

Einzel Bilderleuchten bieten sich bei kleineren Wänden als Lichtakzent und zur Betonung eines einzelnen Bildes an. Es gibt eine große Auswahl filigraner Leuchten in LED-Technik.

Licht für Skulpturen und Objekte

Um Objekte im Raum herauszuheben, sollte das Licht möglichst aus mehreren Richtungen auf das Objekt ausgerichtet werden, um mit Licht- und Schatten die Dreidimensionalität herauszuarbeiten. Mit engabstrahlenden, dreh- und schwenkbaren Strahlern wird am besten vor Ort die optimale Position bestimmt.

[23] Direkt angestrahlte Bilder und Objekte werden zum Eyecatcher.
Foto: licht.de/bruck.

[24] Bei glasgerahmten Bildern muss die Beleuchtung so ausgerichtet werden, dass keine störenden Reflexionen entstehen. Foto: licht.de/oligo.

[25] Einzelstrahler zur Beleuchtung von Kunstwerken fügen sich dezent in das Deckenbild ein. Foto: licht.de/bruck.



23



24



25



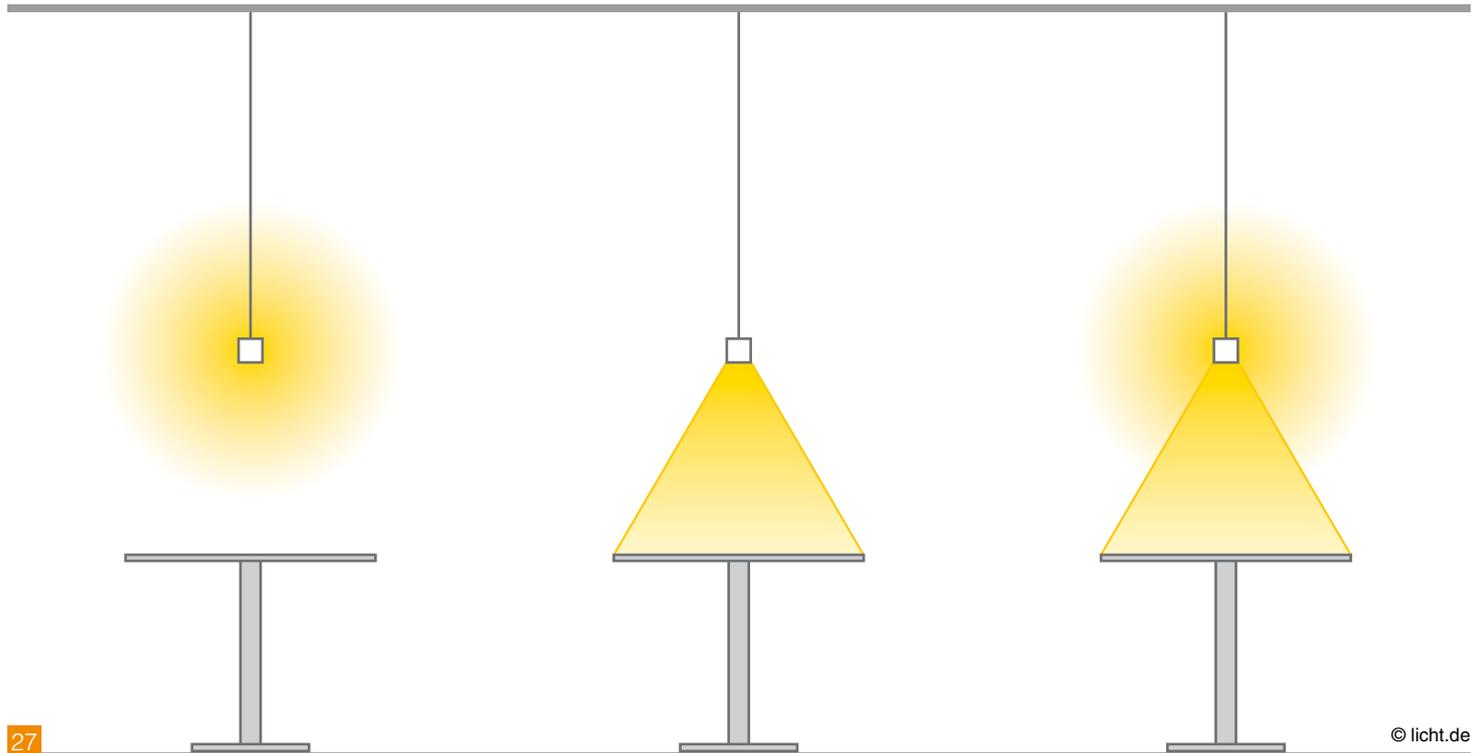
26

Sechs Beispiele für Beleuchtung am Esstisch:

Diffus in den Raum abstrahlendes Licht (Pendelleuchte)

Gerichtetes Licht auf den Tisch ohne Indirektanteil (Pendelleuchte)

Gerichtetes Licht auf den Tisch und diffus in den Raum abstrahlendes Licht (Pendelleuchte)



27

Der Tisch im Mittelpunkt – Licht im Esszimmer

Hier wird gemeinsam gegessen, gespielt und gefeiert. Der Esstisch ist der zentrale Treffpunkt in Haus oder Wohnung und sollte auch mit entsprechender Wichtigkeit beleuchtet werden. Eine einzelne Lichtquelle an der Zimmerdecke reicht hier nicht aus, um allen Anforderungen gerecht zu werden.

[26] Sanftes, dimmbares Licht sorgt für eine gute Atmosphäre beim gemeinsamen Zusammentreffen am Esstisch.
Foto: licht.de/signify.

[27-28] Die skizzierten Beleuchtungsbeispiele zeigen, wie unterschiedlich und vielfältig der Esstisch beleuchtet werden kann. Jede Beleuchtungssituation entwickelt dabei ihren ganz eigenen Charakter.
Abbildungen: licht.de.

Der Esstisch als Zentrum des Hauses oder der Wohnung ist längst State of the Art bei der Planung von Wohnraum. Damit aus diesem Treffpunkt für die ganze Familie auch ein Ort mit Wohlfühlpotenzial wird, muss der Lichtplaner hier besonders genau hinsehen. Der Tisch sollte heller als seine Umgebung beleuchtet sein, die um den Tisch herumsitzenden Personen im etwas gedämpfteren Streulicht zurücktreten. Wird dieser einfache Grundsatz befolgt, erfährt der liebevoll gedeckte Tisch auch die notwendige Aufmerksamkeit.

Der Esstisch muss darüber hinaus auch den wechselnden Anforderungen des Tages gewachsen sein. Eine flexible Beleuchtung mittels höhenverstellbarer und dimmbarer Pendelleuchten sorgt dafür,

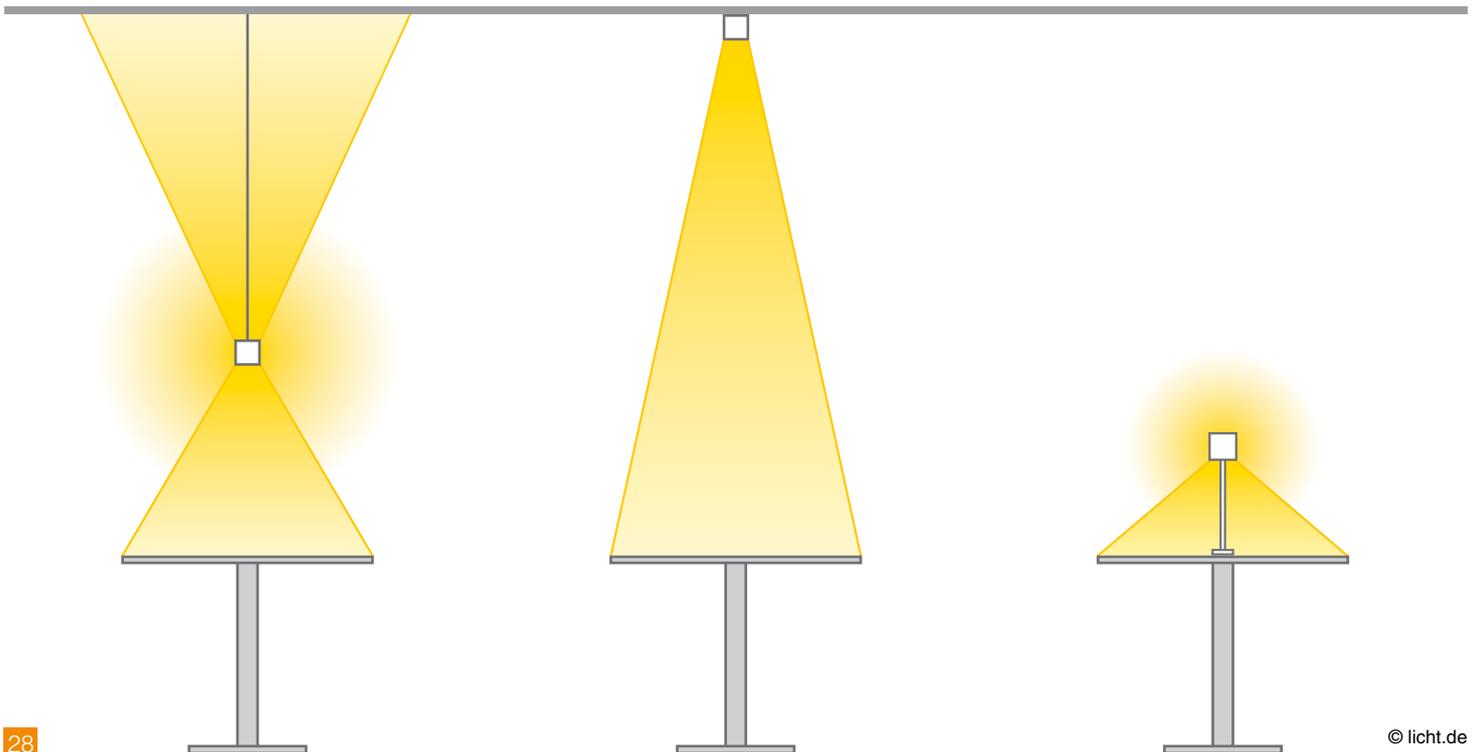
dass nicht nur zum Essen, sondern auch für Gespräche, Gesellschaftsspiele etc. immer das richtige Licht vorhanden ist. Damit das Licht seine Wirkung über die gesamte Fläche entfalten kann, sollten die Leuchten in Größe und Form dem Tisch entsprechen. Mehrere Pendel, in Reihe gesetzt, wirken auflockernd. Alternativ dazu können auch eine oder mehrere engabstrahlende Decken- oder Einbauleuchten für brillantes Licht auf dem Tisch sorgen.

Linear verschieb- oder justierbare Leuchten, die sich der Tischgröße anpassen lassen, sind vor allem bei Ausziehtischen eine clevere Lösung. Geeignet sind auch Stromschiene- oder Seilsysteme, die trotz Stromanschluss an anderer Stelle im Raum, das Licht an jeden gewünschten Punkt über den Tisch bringen.

Gerichtetes Licht auf den Tisch und Indirektanteil über die Decke (Pendelleuchte)

Gerichtetes Licht auf dem Tisch (engabstrahlende Auf- oder Einbauleuchten)

Gerichtetes Licht auf dem Tisch mit oder ohne Indirektanteil (Tischleuchten, z.B. Akkuleuchten)





[29] Pendelleuchten sind eine optimale Lösung über dem Esstisch. Fotos von links nach rechts: licht.de/paulmann/kpm/ledvance/bruck.



[30] Mehrere Pendelleuchten in Reihe vergrößern den Tisch optisch. Foto: licht.de/paulmann.

[31] Ein Schienensystem bringt das Licht an den gewünschten Ort über dem Tisch. Foto: licht.de/oligo.

[32] Flache, filigrane Pendelleuchten geben dem Raum einen modernen Charakter. Foto: licht.de/bruck.

29



30



31



Freier Blick über den Tisch

Pendelleuchten sollten weder zu hoch noch zu tief über dem Tisch hängen. Als Erfahrungswert hat sich ein Abstand von 60 Zentimeter zum Tisch bewährt. So bleibt der Blick auf den Gegenüber ungetrübt.

Allgemeinbeleuchtung im Esszimmer

Die helle, zonierte Beleuchtung des Esszimmers sollte möglichst immer mit einem

indirekten Raumlicht kombiniert werden. Diese Indirektkomponente erschließt den umgebenden Raum und sorgt für komfortable Sehbedingungen. Eine vorzeitige Ermüdung der Augen durch die dauerhafte Adaption von hell nach dunkel wird so vermieden.

Eine gute Allgemeinbeleuchtung durch Deckenleuchten, Schienensystemen oder Wandleuchten sorgt im Esszimmer für genügend Grundhelligkeit. Auch Downlights sind eine empfehlenswerte Alternative. Die Auswahl an Leuchten ist groß und hält für jeden Geschmack das Passende bereit. Leuchten aus einer Produktfamilie bieten zudem ein einheitliches Design.

Idealerweise lassen sich die Leuchten im Esszimmer getrennt voneinander schalten. Dimmbares Licht bietet dabei höchsten Komfort und reguliert die Lichtstimmung nach Bedarf.

Lichtakzente im Raum setzen

In großen Räumen empfiehlt es sich, weitere Lichtakzente zu setzen. Die Beleuchtung von Bildern oder Kunstobjekten schafft eine präzise Zonierung und dient der Orientierung im Raum. Durch die größere Anzahl von Lichtquellen wird eine abwechslungsreiche und lebendige Stimmung erzeugt.

Leckeres Essen im richtigen Licht

Damit das Essen appetitlich aussieht und Farben vorteilhaft abgebildet werden, ist eine hervorragende Farbwiedergabe unerlässlich. Es sollten möglichst LED-Leuchten mit warmweißer Lichtfarbe und einer sehr guten Farbwiedergabe von mindestens $R_a 80$, besser noch $R_a 90$ und höher, eingesetzt werden.



Essenziell: Gutes Licht in der Küche

Die Küche ist einerseits ein spontaner Treffpunkt und geselliger Lieblingsplatz, andererseits ein Ort für anspruchsvolle Arbeit, wo optimale Sehbedingungen herrschen müssen. Ohne gute Beleuchtung kann beim Umgang mit heißen Töpfen und scharfen Messern schnell mal ein Unfall passieren.

Gutes Licht in der Küche ist gleich in dreifacher Hinsicht wichtig: Es vereinfacht die Arbeit, schafft eine gemütliche Stimmung und hilft, das Unfallrisiko zu mindern. Die wichtigste Zutat ist zunächst einmal eine gute Allgemeinbeleuchtung. Sie sorgt für Orientierung im Raum und für die notwendige Grundhelligkeit. Gute Lösungen sind beispielsweise breit abstrahlende Deckenleuchten – am besten mindestens zwei, asymmetrisch im Raum angebracht – oder über die gesamte Deckenfläche verteilt angebrachte Downlights. Empfehlenswert sind auch Seil- und Stromschienensysteme mit mehreren, in ihrer Ausrichtung justierbaren Strahlern, Deckenflutern und Raumlichtern.

Die Beleuchtungsstärke in der Küche sollte aus Sicherheitsgründen möglichst 500 Lux oder mehr betragen. Damit die Qualität der Speisen oder ihr Garzustand richtig beurteilt werden können, ist eine gute Farbwiedergabe Voraussetzung. Mindestens $R_a 80$ oder höher sollte von allen eingesetzten Lichtquellen erfüllt werden.

Beleuchtung der Arbeitsbereiche

Bei der Beleuchtung der Arbeitsbereiche muss besonders darauf geachtet werden, dass keine störenden Schatten entstehen. Diese treten beispielsweise dann auf, wenn nur eine Leuchte den Raum von der Deckenmitte aus erhellt, und man sich dadurch an den meist wandbezogenen Arbeitsflächen selbst im Licht steht. Besser ist es, wenn die Leuchten dezentral platziert sind, damit das Licht schattenfrei von vorne, oben oder der Seite kommt.

Küchenoberschranke bieten eine gute Möglichkeit, die darunter liegenden Arbeitsflächen zu beleuchten. Auch hier sollte die Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux nicht unterschritten werden. Für den nachträglichen Anbau bietet der Leuchtenfachhandel eine große Auswahl flacher, lichtstarker

LED-Leuchten an. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Leuchten das Brandschutzsymbol „F“, „M“ oder „MM“ und zudem möglichst ein VDE-, ENEC- oder GS-Prüfzeichen tragen.

Ebenfalls eine gute Lösung für Licht an den Arbeitsbereichen sind an der Decke positionierte Downlights oder Schienensysteme, die das Licht von oben auf Herd, Spüle oder Arbeitsplatte bringen. Schienensysteme haben den Vorteil, dass Strom vom Deckenauslass über die Schiene dorthin geführt wird, wo die flexibel positionierbaren Leuchten gebraucht werden.

Licht in Schrank und Regal

Ist der Raum hell genug beleuchtet, reicht dieses Licht meist aus, um sich in Schränken und Regalen zurechtzufinden. Ist ein variables Schienensystem vorhanden, besteht die Möglichkeit, Strahler direkt in die Oberschränke leuchten zu lassen oder auf Regale auszurichten.

Licht für Theke oder Tisch

In offen gestalteten Küchen mit Theke oder Esstisch sollte dieser Bereich möglichst eigens beleuchtet werden. Eine separierte Lichtzone kann beispielsweise sehr schön mit einer oder mehreren Pendelleuchten über Theke oder Tisch geschaffen werden. Variabler wird die Raumbeleuchtung, wenn dieser Bereich separat zu schalten ist und die Leuchten dimmbar sind. So können unterschiedliche Lichtstimmungen geschaffen werden. Das Kochen selbst wird zum Erlebnis und mündet schließlich in einem entspannten Abendessen.

[33] Einbauleuchten sorgen für gutes Licht auf den Arbeitsbereichen.
Foto: licht.de/brumberg.

[34-37] Eine Schattenbildung auf den Arbeitsplatten sollte unbedingt vermieden werden. Die richtige Position der Beleuchtung kann hier Abhilfe schaffen.
Abbildung: licht.de.

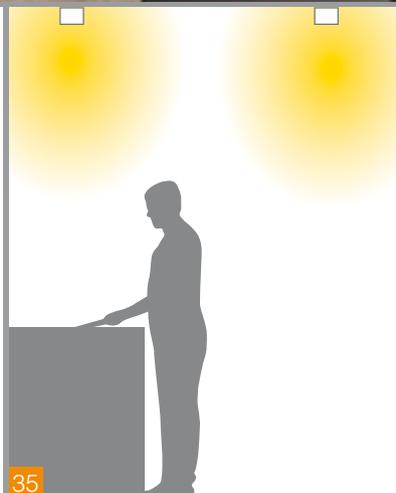
[38] Lineare LED-Leuchten können auch nachträglich installiert werden.
Foto: licht.de/paulmann.



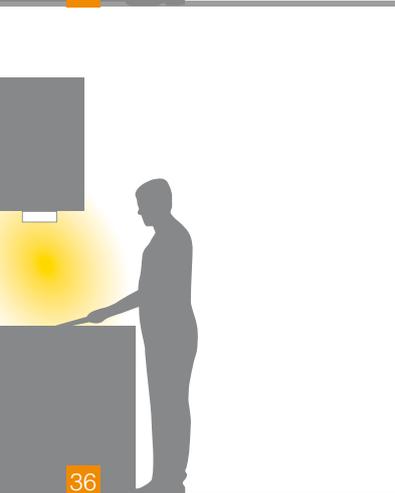
33



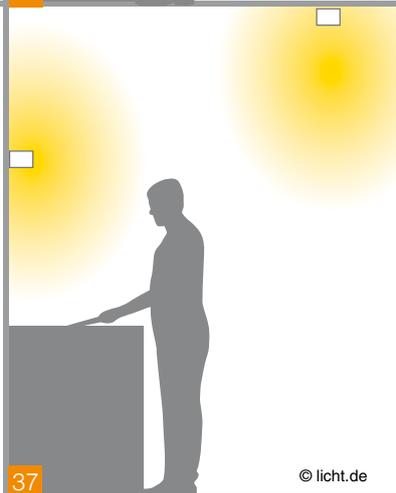
34



35



36



37

© licht.de



38

Lux & Lumen – Lichttechnische Gütemerkmale

Was ist Lichtqualität? Auf welche Kriterien sollte man beim Kauf achten? Welche Fachbegriffe sollte man kennen? Dieses Kapitel gibt wichtige Hinweise auf diese Fragen und hilft dabei, sich in der Welt von Lux und Lumen zurechtzufinden.

Das frisch gekochte, verführerisch duftende Essen wirkt irgendwie fade, im Kleiderschrank ist die Garderobe schlecht zu erkennen und abends fühlt man sich viel zu schnell müde? Das kann an der Beleuchtung liegen! Vielleicht sind die Leuchten nicht leistungsstark genug, haben die falsche Lichtfarbe oder ihre Farbwiedereigenschaften sind ungenügend. Eine kurze Einführung in lichttechnische Gütemerkmale vermittelt das nötige Grundlagenwissen, um Fehlerquellen zu erkennen und die Beleuchtung zu Hause besser zu machen.

Was macht eine gute Lichtqualität aus?

Zunächst einmal muss das Beleuchtungsniveau stimmen, denn nur dann, wenn eine ausreichende Menge an Licht für die Sehaufgabe vorhanden ist, kann diese auch erfüllt werden. Zu wenig Licht strengt die Augen an und wirkt ermüdend, zu viel Licht stört und blendet. Eine gute visuelle Wahr-

nehmung im Raum wird zudem von den Faktoren Helligkeitsverteilung, Lichtrichtung und Modelling bestimmt, die das dreidimensionale Sehen positiv beeinflussen.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke hat großen Einfluss darauf, wie schnell, sicher und leicht eine anspruchsvolle Sehaufgabe – zum Beispiel das Lesen im Wohnzimmer – von den Augen erledigt werden kann. Sie sollte nicht zu niedrig sein, aber auch nicht zu hoch, damit man nicht geblendet wird. Die Beleuchtungsstärke wird in Lux (lx) gemessen und beschreibt die Lichtmenge, die auf eine Fläche trifft, beispielsweise auf das Buch oder die Arbeitsplatte. Eine hohe Beleuchtungsstärke ist immer dann entscheidend, wenn dauerhaft gute Sehbedingungen erforderlich sind, z.B. beim Lesen, beim Arbeiten im Home Office oder in der Küche.

[39] Ein niedriger Farbwiedergabewert lässt auch das beste Essen unappetitlich aussehen. Aber auch Personen, Bücher und Unterlagen werden bei Lichtquellen mit guter Farbwiedergabe realer wahrgenommen. Foto: licht.de/istock/angiephotos.

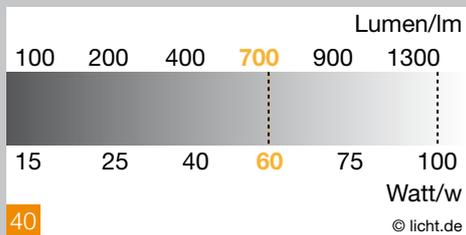
[41] Die Lichtfarbe beschreibt, welche Eigenfarbe das Licht einer Lichtquelle hat. Sie wird als Farbtemperatur in Kelvin (K) gemessen. Lichtfarben für den Wohnbereich sind: Warmweiß (unter 3.300 K), Neutralweiß (3.300 bis 5.300 K) und Tageslichtweiß (über 5.300K). Sie beeinflussen unsere Stimmung und Leistungsfähigkeit. So wirken warme Lichtfarben angenehm und beruhigend, kühle Lichtfarben hingegen anregend und aktivierend. Foto: istock/suriyaKK.



Lichtmenge Lumen im Vergleich

Noch vor ein paar Jahren hatte man ein ziemlich genaues Gefühl für die Lichtmenge, die eine 60W oder eine 100W Glühlampe abgab. Seit dem Siegeszug der LED gibt die Wattage keine Auskunft mehr über die Helligkeit der Lichtquelle und oftmals herrscht Unsicherheit über die Maßeinheit Lumen, die für den Lichtstrom steht. Sie gibt die abgegebene Lichtmenge an. Folgende Tabelle ordnet die alten Erfahrungswerte den neuen Werten zu.

Vergleichstabelle Lumen / Watt-Glühlampe:



Qualitätsmerkmal Lichtfarbe

Die Lichtfarbe beschreibt, welche Eigenfarbe das Licht eines Leuchtmittels hat. Sie wird als Farbtemperatur in Kelvin (K) gemessen. Im privaten Bereich wird vor allem warmweißes Licht (unter 3.300 K) eingesetzt. Im Büro, in Geschäften oder öffentlichen Bereichen herrschen meist neu-

tralweiße (3.300 bis 5.300 K) und tageslichtweiße (über 5.300K) Lichtfarben vor. Das liegt daran, dass Licht Auswirkungen auf die Psyche und Emotionen des Menschen hat. Neutral- oder kaltweißes Licht aktiviert, wogegen warmweißes Licht eher der Entspannung zuträglich ist.

Die Farbtemperatur hat Auswirkungen auf den circadianen Rhythmus des Menschen und ist wichtiges Kriterium bei der Planung biologisch wirksamer Beleuchtung. Mehr Infos hierzu gibt es im Kapitel Human Centric Lighting auf den Seiten 48-49.

Qualitätsmerkmal Farbwiedergabe

Eine gute Farbwiedergabe macht den Unterschied. Die Farbwiedereigenschaft einer Lichtquelle gibt an, wie natürlich die Farben unserer Umgebung unter ihrem Licht wirken. Erscheinen Lebensmittel beispielsweise unecht oder fade, liegt dies meist an einer schlechten Farbwiedergabe. Der Farbwiedergabeindex gibt die Qualität der Lichtquelle wieder. Optimal ist ein Farbwiedergabewert von $R_a = 100$. Für Wohnräume sollten mindestens $R_a \geq 80$ eingesetzt werden. Halogenlampen erreichen $R_a 100$, LED $R_a 90-98$ und Energiesparlampen in der Regel $R_a \geq 80$.

Direktblendung

Der hellste Punkt sollte immer das beleuchtete Objekt sein, niemals die Leuchte an sich. Blendung durch Licht stört die Wahrnehmung nachhaltig und mindert die Sehleistung. Sie sollte deshalb in jedem Fall vermieden werden. Besonders negativ ist die Direktblendung beim Blick geradewegs in das Leuchtmittel. Blendung führt auf Dauer zu Ermüddungserscheinungen und Konzentrationsschwäche.

Reflexblendung

Störende Blendung kann aber auch durch Lichtreflexe auf Büchern oder mobilen Endgeräten wie Tablets oder Mobiltelefonen auftreten. Vermeiden lassen sich diese durch indirektes Licht, das über die Wände in den Raum reflektiert wird.

Modelling – Das Spiel mit Licht und Schatten

Eintönig und gleichmäßig hell ausgeleuchtete Räume wirken ungemütlich. Erst durch das Zusammenspiel von Licht und Schatten werden Gegenstände plastisch wahrnehmbar und der Raum wird als spannend und abwechslungsreich wahrgenommen. Im Wohnbereich empfiehlt sich eine abwechslungsreiche Kombination aus diffusem Raumlicht mit gebündeltem, direktem Licht.





42

Lichtausbeute und Energieeffizienz

Der Energieverbrauch im Bereich Wohnraumbelichtung lässt sich durch moderne LED-Leuchten und Lichtmanagementsysteme um mehr als 80 Prozent reduzieren, ohne an Lichtkomfort einzubüßen.

Wie energieeffizient eine Lichtquelle ist, wird durch die Lichtausbeute bestimmt. Sie gibt an, wie viel Lichtstrom (Lumen, lm) pro Watt erzeugt wird (Lumen pro Watt, lm/W). Hier ein paar Beispiele zum Vergleich: Halogenlampen erreichen bis zu 18 lm/W, Energiesparlampen 75 lm/W und stabförmige Leuchtstofflampen circa 100 lm/W. Die Effizienz der LEDs hat sich in den letzten Jahren durch den technischen Fortschritt fortwährend verbessert und wird sich auch in Zukunft noch weiter entwickeln. LEDs erreichen derzeit bei vielen Anwendungen schon mehr als 100 lm/W.

Mehr Komfort und weniger Energieverbrauch durch modernes Lichtmanagement

Auch in den eigenen vier Wänden kann durch ein Lichtmanagementsystem ein großes Plus an Lichtkomfort erzielt und Energie eingespart werden. Das Angebot ist vielfältig, angefangen bei einfachen Bewegungsmeldern, die das Licht nur dann schalten, wenn es tatsächlich gebraucht wird, bis hin zur digitalen

Lichtsteuerung mit Tageslichtnutzung über ein BUS-System. Mit Präsenzmeldern kann bereits bis zu 50 Prozent an Energie eingespart werden. Jeder weiterer Schritt hin zum modernen Lichtmanagement steigert Effizienz und Komfort. Mehr Infos dazu im Kapitel Smart Lighting auf den Seiten 16-19.

Flimmern von Lichtquellen

Flimmern ist eine sich schnell ändernde Helligkeitserscheinung und wird vom Beobachter als sehr störend empfunden. Aber auch unbewusst wahrgenommenes Flimmern kann Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden haben. Flimmern tritt vermehrt beim Dimmen von LEDs auf, lässt sich aber mit aufeinander abgestimmten Systemen auf ein Minimum reduzieren.

„dim to warm“ oder „tunable white“

Das Dimmen von LEDs ist heute technisch komfortabel möglich. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Lichtfarbe sich beim Dimmen im Normalfall nicht verändert. Hauptsächlich im privaten Bereich erwartet der Nutzer aber, dass die Lichtfarbe beim Dimmen wärmer wird, wie das bei Glühlampen früher der Fall war. Um dies zu ermöglichen, werden kaltweiße und warmweiße LEDs in die Leuchte eingebaut, die durch eine Farbmischung ein „dim to warm“ erzeugen.

Tunable white Lösungen mischen stufenlos kaltweißes und warmweißes Licht und sind darüber hinaus in der gewünschten Lichtfarbe auch in der Helligkeit einstellbar. Die Farbtemperatur kann damit beispielsweise zwischen 2.000K und 6.500K gewählt werden und ist in jedem gewünschten Lichtton auf die maximale bzw. minimale Helligkeit einstellbar. Das ist empfehlenswert, wenn man mittags maximal helles, aktivierendes und abends entspannendes, stark gedimmtes Licht einstellen möchte.

Dimmung von LED-Leuchten über den Lichtschalter mit Dimmer

Im Gegensatz zu den früheren Glühlampen, die in der Regel direkt an der Netzspannung (Wechselstrom) angeschlossen wurden und sich einfach dimmen ließen, sind LED-Leuchten mit Betriebsgeräten bestückt, die die LEDs mit der nötigen Spannung versorgen. Beim Dimmen von LEDs muss deshalb die gesamte Elektronik gedimmt werden und nicht wie bei den Glühlampen direkt der Glühfaden. Es gibt auch LED-Leuchten, die sich grundsätzlich nicht dimmen lassen. Aus diesem Grund müssen LED-Leuchten oder Lampen extra als dimmbar ausgezeichnet sein. Sind sie dimmbar, benötigt man einen passenden LED-Dimmer. Alte Dimmer sind dafür meist nicht geeignet.



Auch funktioniert nicht jeder Dimmer mit jeder verfügbaren LED-Leuchte. Es kann beispielsweise ein Brummen oder Flimmern auftreten. Der Fachhandel oder Elektriker bietet Hilfe bei der Auswahl der richtigen LED-Dimmer.

Dimmen von LED-Leuchten über Funk

Einige LED-Leuchten sind schon von Hause aus mit Funksteuerungen ausgestattet. Diese ermöglichen die digitale Steuerung per Smartphone, Tablet, Fernbedienung, Sprachsteuerung oder einem entsprechenden Funkschalter an der Wand. Es gibt auch Kombinationen von Funkempfänger und Dimmer, die sich bei entsprechendem Platz im Deckenbaldachin oder der Zwischendecke für bestehende Leuchten nachrüsten lassen. Wichtig ist es, vorher die Kompatibilität zu prüfen.

Lebensdauer und Degradation

LEDs haben eine extrem lange Lebensdauer. Während Glühlampen nach etwa 1.000 Stunden und Leuchtstofflampen nach rund 18.000 Stunden (EVG) ausfallen, haben Hochleistungs-LEDs eine Lebensdauer von mehreren 10.000 Stunden. Bei der Anwendung zu Hause mit einer intensiven Nutzungsdauer der Leuchte von ca. 1.000 Stunden im Jahr entspricht dies einer mehr als 20-jährigen Nutzung.

 Weitere Informationen zum Thema Lichtqualität und Güte Merkmale der Beleuchtung siehe licht.de Heft 01, Die Beleuchtung mit künstlichem Licht.

[42] Leuchten mit „dim to warm“ Funktion bringen die richtige Lichtstimmung in den Raum. Ob aktivierend oder beruhigend, sie passen sich den Wünschen der Bewohner an. Foto: licht.de/brumberg.

Licht für Bad und Wellness

Frischkick am Morgen und Wellnessfeeling am Abend – Die Beleuchtung im Badezimmer sollte morgens aktivieren und abends Entspannung und Wohlbefinden fördern. Trotz aller gebotenen Funktionalität der Leuchten im Bad ist hier vor allem der Wohlfühlfaktor gefragt.

Allgemeinbeleuchtung im Badzimmer

Eine helle Allgemeinbeleuchtung im Badezimmer ist Voraussetzung für die Grundhelligkeit im Raum. Sie sorgt für gutes Sehen, Orientierung und Sicherheit. Empfehlenswert sind Anbau- und Einbauleuchten und eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux. In kleinen Bädern kann unter Umständen dafür auch schon eine gute, helle Spiegelbeleuchtung ausreichen.

Bei der Raumgestaltung spielt die farbliche Gestaltung der Wände bzw. die Farbe der Fliesen eine große Rolle. Dunkle Flächen absorbieren das Licht, sodass deutlich lichtstärkere Leuchten eingeplant werden müssen als bei Bädern mit hellerer Wandgestaltung. Außerdem öffnen helle Farben den Raum und lassen ihn größer wirken.

Akzentbeleuchtung im Badzimmer

Mit akzentuierendem Licht wird im Bad eine anregende und belebende Lichtstimmung erzeugt. Das hellere gerichtete Licht hebt Accessoires, Bilder an der Wand oder Einrichtungsgegenstände

hervor und lässt den Raum damit spannend und abwechslungsreich erscheinen. Zur Erzielung dieses Effekts gut geeignet sind Einbauspot in Decke, Boden oder Wandnische, was wiederum einen ganz besonderen Lichteffekt hervorbringt.

Stimmungslicht im Badzimmer

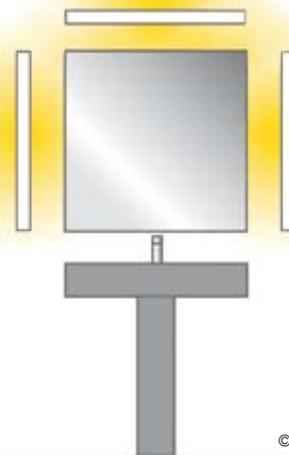
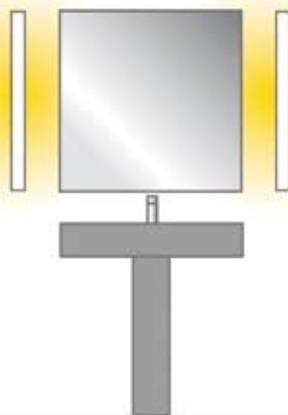
Wer Wert auf Atmosphäre im Bad legt, sollte auf Stimmungslicht nicht verzichten, sei es über Lichtvouten zwischen Wand und Decke, über in Wand oder Boden eingelassene lineare Lichtlinien oder über beleuchtete Möbel oder Duschkabinen. Eine Lichtlinie an der Sockelleiste der Badewanne beispielsweise, vermittelt den Eindruck, die Wanne schwebt im Raum und lässt ihn zudem größer wirken. Um das Licht der Stimmung und dem persönlichen Wohlbefinden anzupassen, sind dimmbare Leuchten oder Lichtsysteme mit einstellbaren Lichtfarben von kaltweiß zu warmweiß empfehlenswert.

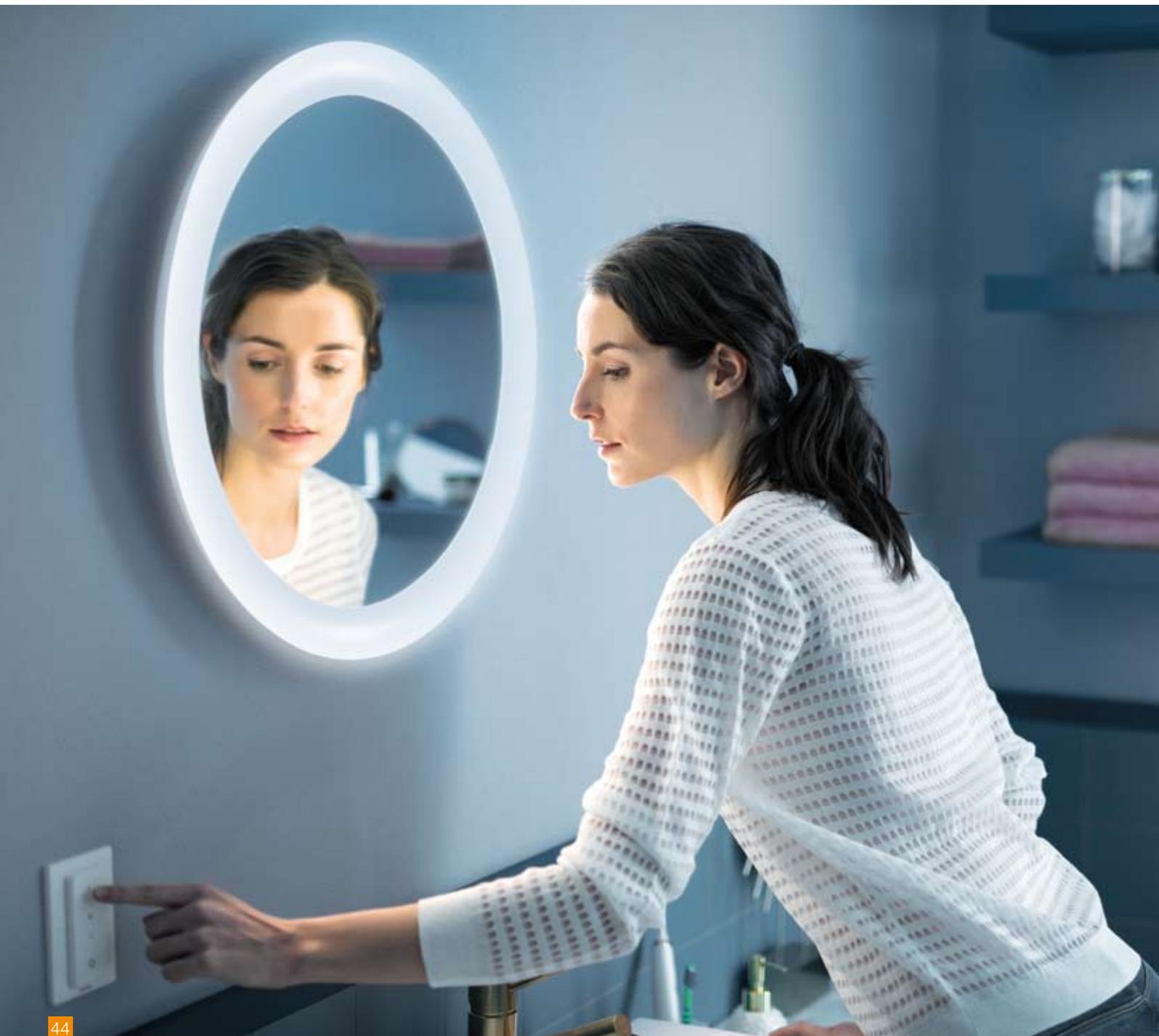
Gutes Licht an Spiegel und Waschtisch

Der zentrale und meistgenutzte Ort im Badezimmer ist der Waschtisch. Hier ist eine

gute Spiegelbeleuchtung unverzichtbar, denn sie liefert das richtige Licht für Rasur oder Make-up. Ideal sind zwei baugleiche, lineare Leuchten rechts und links neben dem Spiegel, am besten mit lichtstreuender Opalglas-Abdeckung. Sie leuchten Gesicht und Körper blendfrei, gleichmäßig und ohne Schatten aus. Bei großen Spiegelflächen empfiehlt es sich, noch eine zusätzliche Leuchte oberhalb des Spiegels anzubringen. Bei breiteren Spiegeln ist zusätzliches Licht von oben empfehlenswert, denn nur so wird das Gesicht ganz und gar schattenfrei ausgeleuchtet. Licht, das alleine von oben kommt, lässt unerwünschte Schatten unter Kinn und Nase entstehen. Ein Beauty-Killer – und daher nicht zu empfehlen – sind auf den Spiegel gerichtete Spots von der Raumdecke oder von rechts und links des Spiegels. Hier sind Schlagschatten und eine Blendung der Nutzer unvermeidlich.

Die richtige Wahl für die Beleuchtung am Spiegel sind Lichtquellen mit warmweißer Lichtfarbe. Eine sehr gute Farbwieder-





44

gabe der Lichtquellen von $R_a 90$ wird empfohlen, denn gerade im Bad ist es wichtig, Farben möglichst authentisch wahrnehmen zu können

Lichtsteuerung im Bad

Aktivierendes Licht am Morgen und Entspannung am Abend – eine Lichtsteuerung im Badezimmer ermöglicht eine personen- und tageszeiteinspezifische Beleuchtung. So kann morgens helles, kühleres Licht (ab 5.300 Kelvin bei höherer Beleuchtungsstärke) die Lebensgeister wecken und abends gedämpftes, warmes Licht (bis 3.300 Kelvin bei niedrigerer Beleuchtungsstärke) dafür sorgen, dass

man gut schlafen kann. Als Lichtszenen gespeichert, können diese einfach abgerufen und um favorisierte Lichtszenen erweitert werden. Denkbar sind da zum Beispiel eine sanfte, indirekte Beleuchtung für ein entspanntes Wannenbad, ein Farblichtverlauf in der Duschkabine oder, ganz profan, das Abrufen maximaler Helligkeit für Reinigungsarbeiten.

[43] Drei gute Beispiele für die Anordnung der Spiegelbeleuchtung. Abbildungen: licht.de.

[44] Eine helle, das Gesicht schattenarm ausleuchtende Spiegelbeleuchtung gehört zur Grundausstattung im Badezimmer. Foto: licht.de/signify.



45

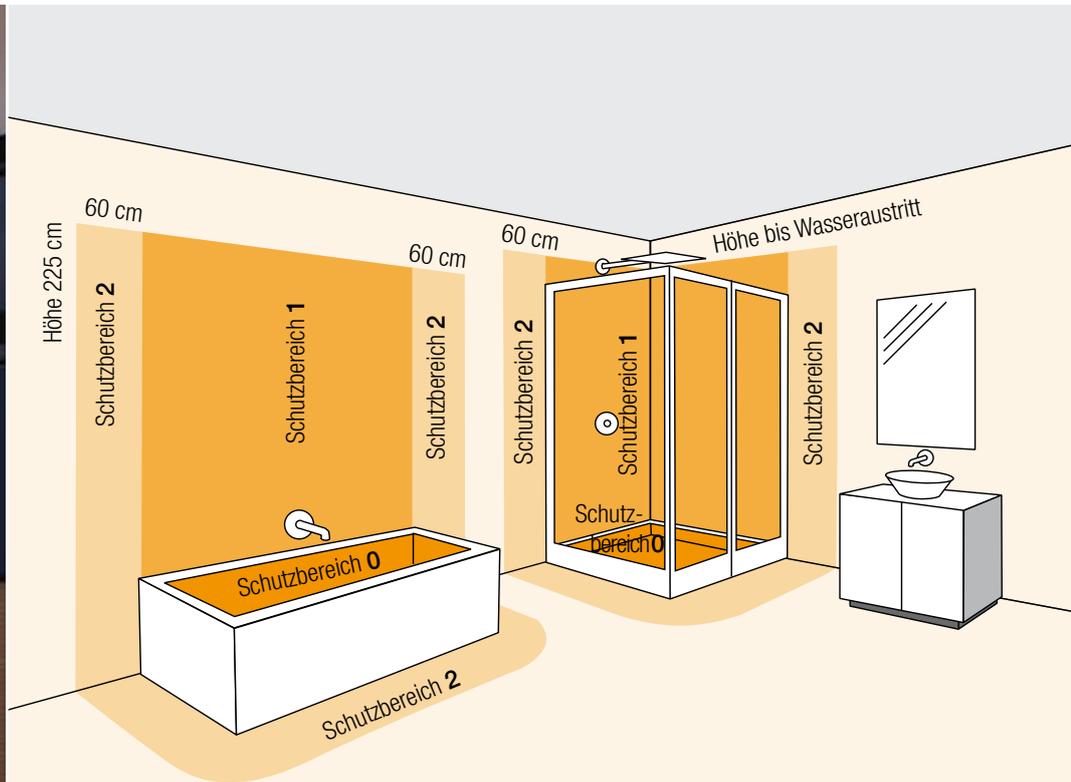
Blendung in der Badewanne vermeiden

Beim Baden in Wanne oder Whirlpool ist der Blick zur Decke gerichtet. Daher ist Vorsicht bei Einbaustrahlern oder Deckenspots geboten. Der Blick in diese Leuchten beeinträchtigt das Badevergnügen erheblich. Am besten werden hier Leuchten eingesetzt, die indirektes oder diffuses Licht abgeben, beispielsweise Lichtvouten, Lichtlinien oder Leuchten mit Opalglasabdeckungen. In der Duschkabine hingegen sind spritzwassergeschützte Downlights eine gute Wahl. Hier kann zudem farbiges Stimmungslicht zum Einsatz kommen.

Sichere Beleuchtung in Feuchträumen

Das Badezimmer ist ein Ort, wo Feuchtigkeit und Elektrizität aufeinandertreffen. Das erfordert von der Planung bis hin zur Ausführung Fachwissen und besondere Sicherheitsmaßnahmen, die nur der Profi leisten kann. Die Elektroinstallationen sollten deshalb nur von einem Elektroinstallateur unter Berücksichtigung der Norm DIN VDE 0100-701: 2008-10 vorgenommen werden. Hier werden unter anderem 3 Schutzbereiche mit entsprechenden Anforderungen für Elektroinstallation und Beschaffenheit der Leuchten definiert. Auf der rechten

Seite finden sich weitergehende Informationen zu diesem Thema. Des Weiteren muss die Schutzart beachtet werden: Im Bereich von Dusche oder Badewanne müssen die Leuchten gegen Spritzwasser (Schutzart IP X4) oder Strahlwasser (IP X5) geschützt sein. Auch bei Leuchten wird in drei Schutzklassen unterschieden. Sie geben den Umfang der getroffenen Vorkehrungen gegen einen elektrischen Schlag an. Mehr Infos dazu gibt es im Licht-Spezial auf den nächsten Seiten.



46

© licht.de

Schutzbereiche für Leuchteninstallationen im Badezimmer nach Norm DIN VDE 0100-701 (VDE 0100-701): 2008-10

Schutzbereich 0: Innenbereich von Dusch- und Badewannen

Der Schutzbereich 0 umfasst den unmittelbaren Innenraum der Dusch- oder Badewanne, z.B. bei einem Einsatz von Unterwasserleuchten. Hier dürfen ausschließlich Leuchten eingesetzt werden, die ausdrücklich für die Installation im Wanninnenbereich zugelassen sind, mit maximal 12 Volt Wechselspannung oder 30 Volt Gleichspannung betrieben werden und eine Schutzart von mindestens IP X7 aufweisen (siehe Tabelle zu Schutzarten auf der nächsten Doppelseite). Die Transformatoren dürfen dabei nicht innerhalb der Schutzbereiche 0 und 1 angebracht werden. Hinweis: Bei bodengleichen Duschen ohne Duschwanne gibt es keinen Bereich 0.

Schutzbereich 1: Die Fläche über Dusch- und Badewannen

Der Schutzbereich 1 ist der Bereich über Dusch- oder Badewanne und erstreckt sich in der Höhe von Oberkante Fertigfußboden bis in 2,25m, bzw. bis zum höchsten Wasserauslass, wenn dieser höher als 2,25m ist. Bei Duschen ohne Duschwanne gilt als Bereich 1 der Bereich mit einem Radius von 120 cm um den fest installierten Wasserauslass (nicht der Brausekopf). Im Bereich 1 müssen Leuchten mindestens der Schutzart IPX4 entsprechen. Sofern Strahlwasser auftreten kann, ist mindestens IPX5 gefordert. Die Nennspannung darf bei Wechselstrom maximal 25 Volt betragen, bei Gleichstrom 60 Volt. Transformatoren müssen außerhalb der Schutzbereiche 0 und 1 angebracht werden.

Schutzbereich 2: Die erweiterte 60-cm-Zone

Dieser Bereich umfasst den Bereich im Abstand von 60 cm zum Schutzbereich 0 und 1. In der Höhe gelten die Vorgaben von Bereich 1. In diesem Bereich müssen Leuchten mindestens die Schutzart IP X4 aufweisen. Wird hier Strahlwasser wie z.B. von Massagedüsen eingesetzt, ist sogar die höhere Schutzart IP X5 vorgeschrieben. Bei Duschen ohne Wanne (bodengleiche Dusche) gibt es einen Bereich 2 nicht. Schalter sind in hier installierten Leuchten zulässig.

Das Thema Schutzbereiche im Badezimmer ist ein äußerst komplexes Thema, das hier nur auf Leuchten bezogen und vereinfacht dargestellt werden kann. Für ein ganzheitliches Bild und weitere Informationen empfehlen wir folgendes Fachbuch:

 Praxisnah und gut verständlich erläutert wird die Norm in der DIN VDE 0100-701 (VDE 0100-701):2008-10 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-701: Anforderungen für Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art – Räume mit Badewanne oder Dusche“. Autoren: Werner Hörmann, Bernd Schröder und Burkhard Schulze. Verlag: VDE VERLAG; Auflage: 3., Komplett überarbeitet (März 2010).

[45] Licht gliedert den Raum in einzelne Bereiche: Ergonomisches Licht durch Wandleuchten rechts und links vom Waschtisch, Downlights im Duschbereich und sanftes Raumlicht durch unterleuchtete Möbel. Foto: licht.de/paulmann.

Sicherheit von Lampen und Leuchten

Bei elektrisch betriebenen Produkten sind Betriebssicherheit und einwandfreie Qualität oberstes Gebot. Um Verbraucher vor Gesundheits- und Brandschäden zu schützen, müssen alle sicherheitsrelevanten Anforderungen an das Produkt sowie eine fachgerechte Montage gewährleistet sein.

Die Sicherheit der Verbraucher geht vor. Vor Markteinführung müssen alle Leuchten seitens der Hersteller getestet und typengeprüft sein. Wichtige Informationen, wie Herstellerfirma, maximal zulässige Wattage oder Mindestabstand zu brennbaren Materialien, müssen auf einem Typenschild vermerkt sein, das fest an der Leuchte angebracht ist. Diese Hinweise müssen unbedingt eingehalten werden, da sonst Brandgefahr besteht.

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Kennzeichnungen, Prüfzeichen und Schutzklassen erklärt, die für die Sicherheit der Verbraucher sorgen sollen.

CE-Kennzeichnung

Die CE-Kennzeichnung ist Voraussetzung für das Inverkehrbringen von Produkten innerhalb der Europäischen Union. Sie basiert jedoch nicht, wie häufig angenommen, auf einer Prüfung durch eine neutrale Prüfstelle. Damit bestätigen Hersteller und Importeure in der Regel eigenverantwortlich, dass ihre Produkte die „grundlegenden Anforderungen“ der europäischen Richtlinien und Schutzziele erfüllen. Die Abkürzung „CE“ steht für „Communauté Européenne“ (Europäische Gemeinschaft).

ENEC/VDE-Prüfzeichen

Das ENEC-Prüfzeichen (ENEC = European Norm Electrical Certification) ist das europäische Prüfzeichen für Leuchten, Vorschalt- und Startgeräte, Kondensatoren, Konverter sowie Transformatoren und steht für einheitliche Prüfbedingungen. Die zugeordnete Zahl zeigt die jeweilige Prüfstelle an. ENEC- und VDE-Zeichen werden in der Bundesrepublik in der Regel kombiniert vergeben. Der Verbraucher kann sich darauf verlassen, dass derart gekennzeichnete Produkte dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, und einen sicheren Gebrauch gewährleisten.

GS-Zeichen

Mit dem GS-Zeichen (Geprüfte Sicherheit) bestätigen autorisierte Prüfstellen die Konformität eines Produktes mit dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz GPSG bzw. mit der betreffenden EU-Richtlinie. Dazu gehört eine Funktionsprüfung bezüglich der Sicherheit des Produktes. Zusätzlich wird beurteilt, ob die Bedienungsanleitung verständlich und vollständig ist. Das GS-Zeichen darf nur in Verbindung mit dem Zeichen der prüfenden Stelle verwendet werden (zum Beispiel VDE, TÜV). Zur Aufrechterhaltung des Zertifikates werden Kontrollmaßnahmen durchgeführt, wie die Überwachung der Fertigungsstätten oder die Überprüfung von Produktänderungen im Vergleich zu dem geprüften Baumuster.

EMV-Prüfzeichen

Elektrische Geräte und Elektronikschaltungen verursachen hochfrequente elektromagnetische Energie, die abgestrahlt oder weitergeleitet wird. So können Störungen entstehen, die zum Beispiel zu ungewolltem Rauschen im Radio oder gar zum Ausfall von Geräten führen. Die Prüfstelle untersucht, ob die im Funkschutzgesetz vorgeschriebene Störfreiheit eingehalten wird und die elektromagnetische Verträglichkeit (= EMV) gewährleistet ist.

Schutzklassen

Entsprechend ihrem Schutz gegen zu hohe berührbare Spannungen werden Leuchten, ebenso wie elektrische Betriebsmittel, nach DIN VDE 0711 in drei Schutzklassen eingeteilt:

- Schutzklasse I 

Bei der Schutzklasse I wird der Benutzer durch eine Isolierung spannungsführender Teile (Basisisolierung) und durch den Anschluss leitfähiger berührbarer Metallteile an den Schutzleiter (Erdung) geschützt. Die Schutzleiter-Anschlussklemme ist mit dem Erdungszeichen (siehe oben) ge-

[47] Unterschiedliche Lichtquellen tauchen das Bad in stimmungsvolles Licht. Foto: licht.de/brumberg.

[48] Die Schutzart IP informiert über den Schutz aktiver Teile im Hinblick auf Berührung, Eindringen von Fremdkörpern und Wasser. Abbildung: licht.de.

kennzeichnet. Selbst wenn die Basisisolierung versagt, können berührbare leitfähige Teile keine gefährlichen Spannungen annehmen.

▪ Schutzklasse II 

Bei Leuchten der Schutzklasse II sind spannungsführende Teile zusätzlich zur Basisisolierung mit einer weiteren Schutzisolierung versehen. Ein Schutzleiteranschluss ist nicht erlaubt. Selbst wenn die Leuchten elektrisch leitende Oberflächen haben, sind sie durch eine verstärkte Isolierung vor Kontakt mit spannungsführenden Teilen geschützt.

▪ Schutzklasse III 

Bei Leuchten der Schutzklasse III beruht der Schutz auf der Anwendung von Schutzkleinspannung SELV (Safety Extra-Low Voltage). Typisches Anwendungsbeispiel ist die Teich- oder Schwimmbadbeleuchtung. Die Versorgungsspannung wird in Verbindung mit einem Sicherheitstrafó oder gleichwertigem Gerät hergestellt.

Schutzarten IP:

Die Schutzart IP, siehe Tabelle rechts [48], regelt die Einstufung der Betriebssicherheit von Leuchten. Sie wird mit zwei Kennziffern im IP-Code (Ingress Protection) angegeben. Die erste Kennziffer bezieht sich auf die Widerstandsfähigkeit gegen Festkörper und Staub. Die zweite Kennziffer beschreibt die Dichtigkeit gegenüber Wasser und Feuchtigkeit. Hierzu ein Beispiel: IP 44 steht für Fremdkörper größer 1 mm und Schutz gegen Spritzwasser. Ein X steht für eine nicht näher angegebene Kennziffer.

Grundlegende Normen zur Beleuchtung

Normung hat zum Ziel, national wie international den Austausch von Waren und Dienstleistungen zu fördern und technische Handelshemmnisse zu verhindern, indem sie die Anforderungen an materielle und immaterielle Güter vereinheitlicht. Eine Norm ist eine durch ein Normungsgremium bzw. durch eine Normungsorganisation beschlossene und veröffentlichte Regel. Sie dient der Standardisierung und damit auch der Sicherheit der Bürger.

 Weitergehende Informationen und Links zu Normen, Prüfzeichen und Sicherheitsaspekten finden sich auf www.licht.de.



47

Schutzarten

Kennziffern	1. Kennziffer: Schutz gegen Fremdkörper und Berührung	2. Kennziffer	Schutz gegen Wasser
0	ungeschützt	ungeschützt	
1	geschützt gegen feste Fremdkörper > 50mm	geschützt gegen Tropfwasser	
2	geschützt gegen feste Fremdkörper > 12mm	geschützt gegen Tropfwasser unter 15°	
3	geschützt gegen feste Fremdkörper > 2,5mm	geschützt gegen Sprühwasser	
4	geschützt gegen feste Fremdkörper > 1mm	geschützt gegen Spritzwasser	
5	geschützt gegen Staub 	geschützt gegen Strahlwasser	
6	dicht gegen Staub 	geschützt gegen schwere See	
7	–	geschützt gegen zeitweises Eintauchen	
8	–	geschützt gegen dauerndes Untertauchen	 ...m

48

LED-Leuchten: Qualitätsmerkmale und Vorteile

Hohe Flexibilität und Effizienz, ausgezeichnete Lichtqualität und bemerkenswerte Lebensdauer – das sind nur einige der Vorteile, die LEDs heute bieten. Dennoch ist die Qualität ein entscheidender Faktor für die Sicherheit und Langlebigkeit des Produktes. Als Verbraucher sollte man sich nicht von Billigangeboten locken lassen, sondern die wichtigsten Qualitätsmerkmale mit in die Kaufentscheidung einfließen lassen.

Effizienz

- Sehr hohe Effizienz (Lumen/Watt)
- Geringer Stromverbrauch

Lichtqualität

- Gute Farbwiedergabe
- Lichtfarben variabel einstellbar (Warmweiß, Kaltweiß)
- Stufenlos dimmbar
- Helligkeit direkt verfügbar

Lichtgestaltung

- Farbiges Licht
- Steuern ohne Qualitätsverluste
- Gerichtetes, leicht zu lenkendes Licht
- Flexibilität und planerische Freiheit
- Lichtszenen programmier- und abrufbar

Design

- Kompakte Bauformen für flexibles Design
- Große Gestaltungsfreiheit und Formenvielfalt





Technologie

- Smart steuerbar
- Lichtfarben und Helligkeit einstellbar (dimm to warm, tunable white)
- Stoß- und vibrationsfest

Kosten

- Moderate Anschaffungskosten
- Geringe Energiekosten
- Geringere Wartungskosten

Umwelt

- Ohne Quecksilber und andere gesundheitsgefährdende Stoffe
- Einfache Entsorgung
- Keine UV- und geringe Infrarotstrahlung

Langlebigkeit

- Lange Lebensdauer von einigen 10.000 Stunden
- Geringer Wartungsaufwand



50



51



52

Emotion und Funktion – Licht fürs Schlafzimmer

Den Alltag hinter sich lassen, sich wohlfühlen und entspannen – Die Zeit im Schlafzimmer dient vor allem der Regeneration und der Erholung. Licht, richtig eingesetzt, weckt sanft am Morgen, energetisiert für den Tag und wirkt entspannend durch warme, beruhigende Lichtfarben am Abend vor dem Zubettgehen.

Licht im Schlafzimmer muss viele Anforderungen erfüllen. Abends möchte man vielleicht noch etwas länger lesen, der Partner möchte lieber schon schlafen. Der Morgenmuffel lässt sich von einem Licht wecken, das den Sonnenaufgang simuliert und vor dem Schrank sowie am Spiegel soll klare Sicht und gute Helligkeit für die Auswahl der passenden Kleidungsstücke herrschen.

Allgemeinbeleuchtung im Schlafzimmer

Zunächst muss die Allgemeinbeleuchtung für eine gute Grundhelligkeit sorgen. Das erfolgt klassischerweise durch eine Deckenleuchte in der Raummitte. Moderner und individueller sind funktions- oder wandbezogen angebrachte Anbauleuchten, Einbaustrahler oder Seil- bzw. Schienensysteme. Sie sorgen für die nötige Grundhelligkeit im Raum, können aber auch weitere Funktionen übernehmen, wie beispielsweise die Ausleuchtung des Kleiderschranks oder das Anstrahlen von Bildern und Objekten.

Eine moderne Alternative der Allgemeinbeleuchtung sind Lichtlinien, beispielsweise in Form von Lichtvouten. Sie tauchen den Raum in weiches, diffuses Licht, sind dimmbar und per App steuerbar. RGBW-Stripes bieten darüber hinaus die Möglichkeit, farbiges Stimmungslicht zu erzeugen.

Licht dimmen und smart steuern

Licht kann mittels Dimmern angepasst werden. Dabei sollte aber darauf geachtet werden, dass nicht alle LED-Leuchtmittel dimmbar sind, sodass beim Kauf die Hinweise der Hersteller auf der Verpackung unbedingt beachtet werden müssen. Auch der Dimmerschalter an der Wand muss für LED-Leuchten kompatibel sein. Bei Fragen hilft der Fachhandel oder der Elektrofachmann weiter.

Wer sein Licht lieber smart steuert, findet vielfältige Lösungen am Markt, um seine Lichtquellen, Leuchten oder Lichtsysteme

per App zu steuern, zu dimmen oder sogar Lichtfarben bzw. Lichtverläufe ganz nach Wunsch einzustellen. Damit lassen sich im Schlafzimmer einfach und intuitiv, per „touch“, Lichtszenen, wie etwa ein Sonnenaufgang am Morgen oder gemütlich-warmrotes Licht am Abend abrufen.

Beleuchtung am Bett

Eine Tischleuchte auf jedem Nachttisch oder fest installierte Wandleuchten neben dem Bett sorgen für Licht in den Morgen- und Abendstunden. Für eine individuelle Einstellung ist es von Vorteil, wenn sie mit dreh- und schwenkbarem Leuchtenkopf oder beweglichem Arm ausgestattet sind. Außerdem sollten sie immer getrennt voneinander schalt- bzw. dimmbar sein, so wird der Partner, der früher einschläft, weniger gestört. Der Lichtschalter am Bett sollte gut erreichbar sein. Bewährt haben sich hier Wechsel- oder Mehrfachscharter, mit denen alle Leuchten im Raum auch vom Bett aus bedient werden können.

Gute Sicht am Kleiderschrank

Selbst bei heller Allgemeinbeleuchtung fehlt häufig ausreichend Licht, um die im Kleiderschrank aufbewahrte Garderobe gut erkennen zu können. Insbesondere dunkle Farben sind hier schwer zu unterscheiden. Abhilfe schaffen Leuchten oder Strahler, die an der Decke in etwa 50 bis 80 Zentimeter Abstand vor dem Kleiderschrank installiert und so ausgerichtet sind, dass sie bei geöffneten Türen das Innere ausleuchten.

[50] Wandleuchten am Bett ersetzen die klassischen Nachttischleuchten.
Foto: licht.de/artemide.

[51] Aufwachen mit positiver Grundstimmung und energetisierendem Licht.
Foto: licht.de/signify.

[52] Helles Licht mit guter Farbwiedergabe unterstützt bei der Auswahl der Garderobe.
Foto: licht.de/bruck.



Licht im Kinder- und Jugendzimmer

Das Kinder- und Jugendzimmer ist geprägt von ständigen Veränderungen. Vom Säugling über das Klein- und Kindergartenkind bis hin zum Schulkind und Jugendlichen. Die Beleuchtung muss alle Phasen mitmachen und sich Schritt für Schritt an immer neue Bedürfnisse anpassen.

Die allererste Nutzung dieses Raumes ist dem Säugling gewidmet. Hier steht ein Babybettchen, eine Wickelkommode und vielleicht ein Sessel zum Stillen. In dieser Phase ist der Blick des Babys meist zur Decke gerichtet. Weil Babys noch sehr lichtempfindlich sind, sollte auf direktes Licht von oben verzichtet werden. Der Wickeltisch ist in der Regel wandbezogen angeordnet, sodass die Eltern mit dem Rücken zum Deckenlicht stehen. Der dadurch entstehende Schatten fällt störend auf die Wickelfläche. Um das zu vermeiden, bieten sich für diesen Bereich blendfreie Wand-, Klemm- oder Stehleuchten an, die das benötigte Licht indirekt oder abgeschirmt abgeben.

Sicherheit hat höchste Priorität

Im Krabbelalter wird es ernst: Nichts ist vor dem Entdeckungsdrang der Jüngsten sicher. Deshalb sind mobile Leuchten in Reichweite von Kinderhänden absolut tabu. Besonders Lampen mit 230 V-Spannung, z.B. mit E27-Schraubfassungen, sollten für Kinder nicht erreichbar sein. Besser ist die Verwendung von LEDs mit Steckernetzteilen. Hier wird die gesamte Stromführung auf Schutzkleinspannung reduziert, die auch für Kinder ungefährlich ist. Ebenfalls wichtig ist es auch, Leuchten niemals mit Stoffen oder andere leicht brennbaren Materialien abzudecken, um so das Risiko eines Brandes zu minimieren.

Licht am Bett – Keine Chance den Monstern im Schrank

Viele Kinder empfinden es als angenehm, wenn sanft leuchtendes Licht die vertraute Umgebung auch nachts erkennen lässt. Hier eignen sich Steckleuchten mit stromsparenden LEDs. Diese Lichtquellen können auch im Flur als Orientierungslicht eingesetzt werden.

Licht am Bett ist auch für Kinder und Jugendliche wichtig, denn gutes Leselicht und eine behagliche Atmosphäre haben im Kinderzimmer Priorität. Gut geeignet sind

fest installierte Wandleuchten oder Tischleuchten mit dreh- und schwenkbarem Leuchtenkopf. So kann das Licht individuell eingestellt werden und Blendung wird vermieden. Ein zusätzlicher Lichtschalter am Bett zum Ein- und Ausschalten der Deckenleuchte ist empfehlenswert.

Licht am Schreibtisch

Werden die Kinder älter, wird ein Schreibtisch notwendig, um zum Beispiel Hausaufgaben erledigen zu können. Hier muss genügend Licht fürs Lesen und Schreiben zur Verfügung stehen. Die beste Wahl ist eine in viele Richtungen verstellbare Schreibtischleuchte. Ihr Licht muss die gesamte Tischfläche gleichmäßig hell ausleuchten. Bei Rechtshändern sollte das Licht von links und bei Linkshändern von rechts kommen, damit die Hand keine störenden Schatten auf das Blatt wirft.

Wird später ein Computer auf dem Tisch ergänzt, müssen Reflexe auf Bildschirm und Tastatur vermieden werden. Dafür ist eine einstellbare Leuchte von Vorteil, die indirekt ausgerichtet werden kann. Da eine zu dunkle Raumumgebung die Augen beim Blickwechsel zwischen hellem Bildschirm und dunklem Umfeld anstrengt, sollte eine Grundbeleuchtung den Raum gedämpft erhellen.

Flexible Leuchten und Lichtsysteme

Dimmbare Einbaustrahler sind für den Einsatz im Kinder- und Jugendzimmer prädestiniert. Bei frühzeitiger Planung sollten unterschiedliche Schaltkreise vorgesehen werden, um so die individuelle Beleuchtung bestimmter Zonen zu ermöglichen. Für Räume mit nur einem Deckenauslass sind Seil-, oder Stromschienensysteme eine gute Lösung. Wer Einzelleuchten bevorzugt kann Kindern und Jugendlichen mit gut kombinierten Decken-, Wand-, Tisch-, und Stehleuchten die Lichtstimmung ermöglichen, die sie sich wünschen.

[53] Licht im Kinderzimmer sollte flexibel sein und die Möglichkeit bieten, „mitzuwachsen“ und sich damit immer wieder veränderten Situationen anzupassen. Foto: licht.de/ledvance.

[54] Gutes Licht am Schreibtisch unterstützt Kinder und Jugendliche bei den Hausaufgaben. Bei Rechtshändern sollte es immer von links, bei Linkshändern von rechts kommen. Foto: licht.de.

[55] Im Kinderzimmer ganz wichtig: Eine Leuchte am Bett. Sie muss immer gut erreichbar sein, das gibt Sicherheit beim nächtlichen Aufwachen. Foto: licht.de.



53



54



55

Aktivierende Beleuchtung im Home Office

Durch die Digitalisierung arbeiten immer mehr Personen ganz oder teilweise von Zuhause aus. Das Licht muss den Qualitätsanforderungen hier genauso entsprechen wie bei einem Büroarbeitsplatz. Eine einfache Deckenleuchte in der Zimmermitte reicht schon lange nicht mehr aus, um gut und ermüdungsfrei arbeiten zu können.

Laut einer Studie des Digitalverbandes Bitkom lag die Anzahl der Firmen, die ihren Mitarbeitern das Arbeiten im Home Office anbieten, im Jahr 2014 bei 22 Prozent. Dieser Wert stieg bis Ende 2018 auf 39 Prozent an. Tendenz weiter steigend.

In der Regel wird zu Hause mit Computer, Laptop oder Tablet gearbeitet. Für die Bildschirmarbeit ist das Vermeiden großer Helligkeitskontraste und Spiegelungen auf dem Bildschirm unabdingbar. Da der Arbeitsplatz im Home Office den gleichen Anforderungen unterliegt wie im Büro, müssen hier alle geltenden Gesetze und Vorschriften eingehalten werden. Der gesetzliche Rahmen wird durch die Arbeitsstättenver-

ordnung – ArbStättV vorgegeben. Insbesondere Heimarbeitsplätze oder sogenannte Telearbeitsplätze, die auf dauerhaftes Arbeiten angelegt sind, unterliegen den gleichen Gefährdungsbeurteilungen wie der eigentliche Arbeitsplatz im Büro. Damit kann auch eine entsprechende regelmäßige Begehung durch den Arbeitsschutz einhergehen.

Eine Orientierung über die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung gibt die BGI – Informationsschrift 856, sowie die DIN EN 12464, Teil 1. Für Leseaufgaben müssen beispielsweise bei der Beleuchtungsstärke Mindestwerte von 500 Lux bei einer Farbwiedergabe von R_a größer 80 gewährleistet werden.



56



57

Basis für gute Arbeit: Die Grundhelligkeit

Eine gleichmäßig verteilte Helligkeit im Home Office steigert die Konzentrationsfähigkeit, da sich die Augen nicht ständig auf unterschiedliche Helligkeitsniveaus einstellen müssen.

Die Allgemeinbeleuchtung im Raum, bzw. der Bereich rund um den Arbeitsplatz, sollte daher ein Beleuchtungsniveau zwischen 300 und 500 Lux aufweisen. Als Leuchten bieten sich hier Wand- oder Stehleuchten als Fluter an, die viel Licht indirekt über die Decke in den Raum reflektieren. Weitere Möglichkeiten sind diffus strahlende Deckenleuchten oder Schienensysteme mit breitstrahlenden Leuchten oder der Einsatz von Deckenflutern

Im Zentrum: Der Schreibtisch

Das Hauptaugenmerk im Home Office sollte auf der Beleuchtung des Schreibtisches liegen. Hier wird am Computer gearbeitet, der Schriftverkehr erledigt und telefoniert. Mit einer dreh- und schwenkbaren Schreibtischleuchte, die den gesamte Arbeitsbereich möglichst gleichmäßig ausleuchtet, fällt die Arbeit leichter und die Augen

werden geschont. Alternativ dazu können auch höher platzierte, entspiegelte Pendelleuchten oder direkt-/indirekt abstrahlende Deckenfluter eingesetzt werden.

Lichtakzente: Lebendiges Licht im Büro

Angestrahlte Bilder und Wandflächen oder Licht in Regal und Vitrine sorgen für eine angenehme und abwechslungsreiche Atmosphäre im Büro und verhindern den hellen Einheitsbrei ohne Kontraste. Aber auch bei der Akzentbeleuchtung gilt es, alle Leuchten so auszurichten, dass keine Reflexblendung auf dem Bildschirm entsteht.

Lichtstimmungen im Tagesverlauf

Lichtmanagementsysteme mit biologisch wirksamem Licht werden heute schon in modernen Bürohäusern eingesetzt. Sie arbeiten nach dem Prinzip des Human Centric Lighting (HCL) und zeichnen das natürliche Licht im Tagesverlauf nach. Dieses Beleuchtungskonzept beeinflusst Wohlbefinden, Konzentration und Motivation sehr positiv. Von morgens bis mit-

tags aktivieren kaltweiße Lichtfarben mit ansteigender Helligkeit den biologischen Rhythmus des Menschen, während zum Abend hin das Licht in seiner Intensität abnimmt und immer wärmer wird. Die Lichtfarbe Warmweiß ist in den Abendstunden besonders wichtig, da sie den Körper sanft auf die Nacht vorbereitet. HCL-Lichtmanagementsysteme, die alle Leuchten im Raum gleichmäßig steuern, sind Grundvoraussetzung für diese Art der Lichtsteuerung. Weitere Infos zu diesem Thema sind auf den folgenden Seiten zu finden.

[56] Ergänzend zum Raumlicht, sorgen Tischleuchten am Schreibtisch für zusätzliche Helligkeit. Foto: licht.de/signify.

[57] Lichtstarke Deckenleuchten liefern die normgerechte Grundhelligkeit für den Arbeitsplatz zu Hause. Foto: licht.de/ledvance.

[58-59] Licht von links oder von oben vermeidet bei Rechtshändern störende Schatten beim Schreiben oder Zeichnen. Bei Linkshändern sollte es hingegen von rechts oder von oben kommen. Abbildungen: licht.de.



58



59



Tageslichtdynamische Beleuchtung

Die Beleuchtung zu Hause umfasst heute mehr als das bloße Ein- und Ausschalten von Lichtquellen. Mit dem tageslichtdynamischen Lichtkonzept Human Centric Lighting (HCL) kann der Biorhythmus des Menschen stabilisiert und positiv beeinflusst werden. Für mehr Aktivität am Tag, einen besseren Schlaf in der Nacht und somit für mehr Wohlbefinden.

Licht ist die Lebensgrundlage – für Mensch und Natur. Es erfüllt dabei die verschiedensten Funktionen. Die scheinbar einfachste ist zugleich auch eine der elementarsten: Licht ermöglicht es uns, zu sehen. Doch Licht kann noch viel mehr. Es setzt biologische Impulse. Es signalisiert dem Menschen, wann er wach sein und wann er schlafen sollte und trägt damit zu einem gesunden Tagesrhythmus bei. Licht gibt ein gutes Lebensgefühl. Nach einem langen Winter sehnt der Mensch den Frühling herbei und sein Wohlbefinden steigt mit den längeren Tagen. Die Menschen sind optimistischer, fröhlicher, aktiver, beweglicher und konzentrierter. Sie brauchen Licht also nicht nur, um gut sehen zu können, es hat eine sehr viel weitreichendere Bedeutung.

Der Rhythmus unserer „inneren Uhr“
Der Mensch wird in seinem Leben von einer „inneren Uhr“ und einem komplexen Stoffwechselsystem gesteuert, das im 24-Stunden-Rhythmus sämtliche Körperfunktionen koordiniert und aufeinander abstimmt. Dieses komplexe System orientiert sich am Tageslicht. Geht das Zeitgefühl der inneren Uhr verloren, weil Licht als Taktgeber fehlt, entwickeln Menschen Befindlichkeitsstörungen, wie Antriebslosigkeit, Müdigkeit, Stimmungs- und Gewichtsschwankungen oder sogar wirkliche Erkrankungen aufgrund eines geschwächten Immunsystems.

Der Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen, auch „circadianer Rhythmus“ genannt, steuert über die Hormone Melatonin und Cortisol in unserem Blutserum viele



62

17:00 – Lesen



63

20:00 – Entspannen

Vorgänge im Körper. Melatonin bildet sich in der Zirbeldrüse des Zentralhirns. Je mehr Melatonin, desto niedriger der Aktivitätspegel. Umgekehrt sorgt ein hoher Cortisolspiegel für regelrechte Aktivitätsschübe.

Der Prozess der Melatonin- und der Cortisolproduktion wird direkt durch die auf die Netzhaut auftreffende Lichtenergie gesteuert. Viel Licht, und hier besonders der kurzwellige Anteil des sichtbaren Spektrums, lässt den Cortisolspiegel ansteigen. Wir werden wach! Die Melatoninproduktion wird reduziert. Wird es dann wieder dunkel, verläuft dieser Prozess genau anders herum.

Human Centric Lighting im privaten Umfeld

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, HCL zu Hause zu nutzen. Als Einstieg können hochwertige Einzelleuchten eingesetzt werden. Das kann beispielsweise ein Lichtwecker sein, der biologisch wirksames Licht bereitstellt. 30 Minuten vor der eingestellten Weckzeit erhöht dieser nach und nach die Beleuchtungsstärke im Raum und den Blauanteil im Licht.

Damit wird ein Sonnenaufgang simuliert. Der Mensch erwacht auf natürliche Weise, fühlt sich frisch und startet voller Tatendrang in den neuen Tag.

Als Einzelleuchten eignen sich ebenfalls lichtstarke tageslichtdynamische Steh- oder Pendelleuchten, die das Licht großflächig nach oben und unten in den Raum abgeben. Sie können beispielsweise im Badezimmer oder am Tisch beim Frühstück für aktivierendes Licht und einen guten Start in den Tag sorgen. Diese Aktivierung über die Beleuchtung kann auch Schulkindern oder passionierten Langschläfern zu mehr Konzentration verhelfen. Am Abend sorgen diese Leuchten für warmweißes und sukzessive stärker gedimmtes Licht, das weniger stark in den Hormonhaushalt eingreift und damit eine gute Nachtruhe ermöglicht. Oft sind diese Leuchten schon komfortabel mit Tablet oder Smartphone per App steuer- und programmierbar.

Wird die gesamte Wohnung oder das komplette Haus im Sinne des Human Centric Lightings ausgestattet, ist die positive

Wirkung noch deutlich stärker wahrnehmbar. Alle Räume passen sich beispielsweise zum Abend hin an, egal wo sich die Bewohner gerade aufhalten. Morgens wird automatisch in allen Räumen, beginnend im Schlafzimmer und im Bad, anschließend beim Frühstück aktivierendes Licht geschaltet. Für entsprechende komplexe Beleuchtungssysteme ist eine professionelle Planung unerlässlich, möglichst gemeinsam mit einem erfahrenen Fachmann auf dem Gebiet der tageslichtdynamischen Beleuchtung.

 Weiterführende Informationen zum Thema sind in licht.wissen 19 „Wirkung des Lichts auf den Menschen“ und in licht.wissen 21 „Leitfaden Human Centric Lighting“ zu finden.

[60-63] Die aktuelle Forschung ist sich hier einig: Menschen wünschen sich immer gerade genau das Licht, das auch die Sonne zu dieser Zeit produzieren würde. Tagsüber helles, kalttoniges Licht, am späten Nachmittag und Abend immer wärmeres Licht bei nachlassender Helligkeit. Foto: licht.de/signify.



64



65



66



67

Der erste Eindruck zählt: Flur und Treppenhaus

Flur und Diele sind die „Visitenkarte“ einer Wohnung oder eines Hauses. Stimmige, abwechslungsreiche Beleuchtung erzeugt eine angenehme Raumatmosphäre und lädt ein. Zudem hilft Licht bei der Orientierung und sorgt für Sicherheit in Flur und Treppenhaus.

Am Anfang steht das Lichtkonzept. Es kombiniert Raumlicht mit Akzentbeleuchtung und schließt die Garderoben- und Spiegelbeleuchtung mit ein. Die Beleuchtung in Flur und Diele muss funktional und emotional zugleich sein. Funktional, damit gute Sicht herrscht, beispielsweise für den kritischen Blick in den Spiegel, bevor man das Haus verlässt. Emotional, damit sich Bewohner und Gäste wohlfühlen und hier gerne ankommen.

Die Allgemeinbeleuchtung liefert die nötige Grundhelligkeit im Raum. Sie sorgt damit für Sicherheit und gute Sicht, sodass beispielsweise Stolperfallen rechtzeitig wahrgenommen werden können. Flure wirken größer und freundlicher, wenn Decke und Wände mit einer lichtstarken Indirektbeleuchtung erhellt werden. Dafür eignen sich Decken- oder Wandleuchten, die viel Licht nach oben und/oder zur Seite abgeben. Eine moderne Alternative sind Lichtleisten oder Vouten, die der Architektur des Raumes folgen und mit smart steuerbaren LED-Stripes Wand und Decke beleuchten. Hier kann auch mit unterschiedlichen Lichtfarben oder farbigem Licht eine ganz besondere Stimmung erzeugt werden.

Ergänzend zum Raumlicht sorgt die Akzentbeleuchtung für Wohnlichkeit. Lichtakzente können, wie in einer Galerie, Bilder und Skulpturen hervorheben und zur Geltung bringen. Bilderleuchten, Schienensysteme oder Downlights sind dafür bestens geeignet. In Wandnähe installiert, zaubern sie ansprechende Lichtbögen auf die Wand. Wohnliche Lichtinseln durch Tischleuchten, beispielsweise auf einem Sideboard, können dem Raum zusätzliches Flair verleihen.

Gute Sicht am Spiegel

Platz für einen Spiegel findet sich in fast jeder Diele, bei dessen Beleuchtung werden allerdings häufig Fehler gemacht. Auf den Spiegel gerichtete Strahler sollten vermieden werden, um die davor stehen-

den Person nicht zu blenden. Bei dieser Konstellation ist blendarmes, diffuses Licht ideal, das durch längliche oder indirekt an die Wand strahlende Leuchten erzeugt wird, die links und rechts vom Spiegel angebracht sind. Sind die Stromanschlüsse an der falschen Stelle, ist ein Spiegel mit integrierten Leuchten die Alternative. Der Wandauslass verschwindet dann dezent hinter der Spiegelfläche.

Eine gute Lösung im Flur sind Schienensysteme, mit denen mehrere Leuchten unabhängig vom Deckenauslass angeordnet werden können. Sie kombinieren Raumlicht mit zonaler Beleuchtung und sorgen so für eine ausgewogene Lichtgestaltung.

Sicherheit im Treppenhaus

Treppen und Stufen sind leider häufig Orte, an denen es zu Unfällen kommt. Ursache dafür ist oft eine schlechte Beleuchtung, die entweder zu wenig Helligkeit bereitstellt oder durch falsch positionierte Leuchten blendet. Auch irritierende Schlagschatten können bei Unaufmerksamkeit zu Fehlritten mit ernsthaften Folgen führen. Unfälle passieren meistens beim Heruntergehen. Die richtige Beleuchtung muss daher die einzelnen Stufen deutlich erkennbar machen.

Treppen sind dann gut und sicher beleuchtet, wenn sich jede einzelne Stufe durch kurze, weiche Schatten von der nächsten Stufe absetzt. Um das gewährleisten zu können, gibt es mehrere Möglichkeiten. Am oberen Treppenabsatz installierte Leuchten oder Wandleuchten, die, aus jeder Richtung betrachtet, blendfrei ihren Dienst verrichten, sind eine gute Lösung. Als weitere bzw. ergänzende Möglichkeit bieten sich sogenannte Steplights an. Dabei handelt es sich um auf Fußhöhe angebrachte Einbau- oder Wandleuchten bzw. LED-Stripes, die das Licht ausschließlich auf die Stufen lenken. Je nach Helligkeit sollte jede einzelne, mindestens aber jede dritte Stufe beleuchtet werden.

[64] Enge Verbindungsflure in Haus und Wohnung wirken durch Spiegelflächen und lichtstarke Deckenleuchten geräumiger und einladend. Foto: licht.de/flos.

[65] Schienensystem sind immer dann eine gute Lösung, wenn Stromanschlüsse nicht an der richtigen Stelle sind. Foto: licht.de/paulmann.

[66] Helles, diffuses und vor allem blendfreies Licht am oberen Treppenabsatz ist eine bewährte und sichere Lichtlösung. Foto: licht.de/casablanca.

[67] Für die Sicherheit sollte sich jede Treppenstufe deutlich von der nächsten abheben. Foto: licht.de/flos.

Licht für Hauseingang, Balkon und Terrasse

Das richtige Licht rund ums Haus sorgt für Sicherheit und repräsentiert Architektur und Stil der Bewohner. Ein angenehm beleuchteter Balkon und eine Terrasse sind zudem Orte, an denen man sich an lauen Sommerabenden gerne entspannt mit Freunden oder der Familie zusammensetzt.

Keiner steht gerne im Dunklen an der Haustüre, weder die Gäste noch die Bewohner. Daher ist ein gut ausgeleuchteter Bereich vor der Haustür für alle besonders wichtig. Er bietet Sicherheit und hilft sowohl dabei, den Namen an der Tür gut lesen zu können als auch Schlüssel und Schlüsselloch leicht zu finden. Aber nicht nur die reine Funktion ist hier wichtig, schließlich hat ein hell und freundlich beleuchteter Hauseingang auch eine repräsentative Funktion.

Hauseingänge mit Vordach können mit Deckenleuchten oder Downlights attraktiv beleuchtet werden. Alternativ können zudem auch Wandleuchten verwendet werden. Diese werden idealerweise in etwa

drei Viertel der Türhöhe angebracht. Eine beleuchtete Hausnummer ist sehr empfehlenswert und in einigen Städten und Gemeinden Deutschlands sogar Pflicht. Sie sorgt bei Dunkelheit dafür, dass nicht nur Gäste, sondern auch der Taxifahrer oder im Notfall ein Arzt schnell ihr Ziel finden.

Um sich schon beim Betreten des Grundstücks gut orientieren zu können, sollte auch der Weg zum Haus gut beleuchtet sein. Führt dieser über Treppen oder einzelne Stufen, sorgen Poller- oder Orientierungsleuchten beziehungsweise Steplights für zusätzliche Sicherheit. Praktisch und nützlich sind Dämmerungsschalter, kombiniert mit Bewegungsmeldern. Sie schalten



das Licht automatisch bei Anbruch der Dunkelheit und bei Bewegungen in einem vorgegebenen Bereich ein und sorgen so zudem für ein großes Maß an zusätzlicher Sicherheit, da auch ungebetene Besucher sofort erkennbar sind.

Licht für Balkon, Terrasse und Garten

Angenehm beleuchtet, werden Balkon und Terrasse an lauen Sommerabenden wie ein zweites Wohnzimmer genutzt. Aber auch in der kalten Jahreszeit bieten sie einen schönen Ausblick und vergrößern optisch den Innenraum.

Für Balkone und Terrasse sind Wandleuchten gut geeignet, die auch das sanfte Kerzenlicht stimmungsvoll ergänzen. Per Smartphone, Fernbedienung oder Taster dimmbar, erhöhen sie den Komfort und lassen sich der persönlichen Stimmung anpassen. Sind Balkon oder Terrasse überdacht, sorgen An- oder Einbauleuchten am Dachvorsprung für genügend Grundhelligkeit – auch zum Lesen oder zum Spielen mit der Familie.

Ein von unten angestrahlter Baum oder beleuchtete Sträucher ziehen nachts die Blicke auf sich und erweitern den sonst dunklen Raum in der Umgebung. Gut geeignet sind mobile Strahler und Leuchten mit Erdspieß, die je nach Vegetation und Jahreszeit neu ausgerichtet werden können. Hier kann auch farbiges oder dynamisches Stimmungslicht Akzente setzen.

Sehr praktisch und flexibel sind LED-Akkuleuchten. Sie können im Freien überall dort positioniert werden, wo Licht gerade gebraucht wird, sind meist dimmbar und lassen sich bequem mit dem Smartphone-kabel aufladen. So zaubert man beispielsweise auch auf einem schlecht beleuchteten Balkon einer Mietwohnung stimmungsvolles Licht für ein abendliches Dinner oder helles Licht zum Spielen mit Freunden. Auch im Garten können diese mobilen Leuchten überall dort eingesetzt werden, wo Licht gerade benötigt wird. Ob Sitzplatz auf dem Rasen oder Licht im Baumhaus, der Fantasie sind hier keine Grenzen gesetzt.

Bei den vielfältigen Möglichkeiten, die sich bei der Beleuchtung der Außenanlagen bieten, darf die Sicherheit rund ums Haus nicht vernachlässigt werden. Besonders wichtig ist eine gute Beleuchtung von Hindernissen, von Treppenstufen, Kellereingängen und Wegen. Hier sorgt das Licht von Pollerleuchten, Mastleuchten, Wandleuchten oder Sockelleuchten für gute Sicht und Orientierung.

 Weiterführende Informationen finden sich in licht.wissen 15, „Gute Beleuchtung rund ums Haus“.

[68] Wandleuchten am Eingang werden im Idealfall in etwa drei Viertel der Türhöhe angebracht. Foto: licht.de/signify.

[69] Wand- und Pollerleuchten sorgen für Sicherheit auf Terrasse und Wegen. Foto: licht.de/ledvance.



Sie per Sprachbefehl alle Wände und die Decke um auf „Saubermachen“. Wo vorher Bildsequenzen waren, herrschen jetzt nüchterne, hell leuchtende Flächen vor, die den Raum gut ausleuchten und mit einzelnen Lichtakzenten dennoch nicht langweilig wirken lassen.

Sie bereiten den lange geplanten Filmserienabend mit Ihren Freunden vor: Gleich wird sich das Wohnzimmer in einen Kinosaal verwandeln, mit sattem Surround-Raumklang, gedämpften Orientierungslichtern und einer perfekt wandfüllenden, hochauflösenden Kinoleinwand.

Was sich unwirklich und etwas verrückt anhört, könnte schon bald Wirklichkeit werden. Organische Leuchtdioden

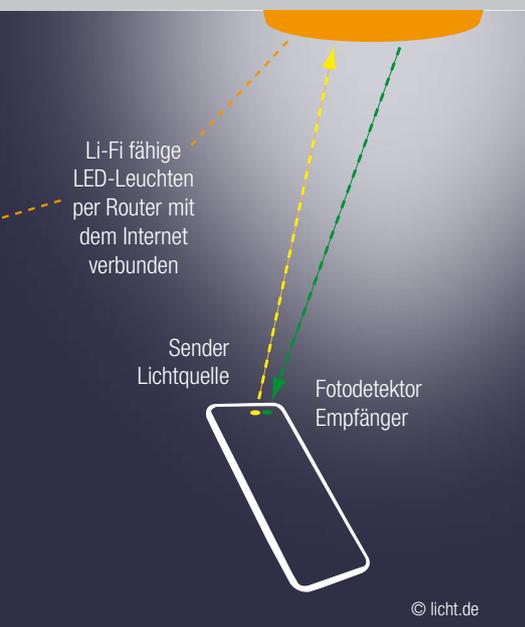
(OLEDs) machen es möglich. Die Technik wird bislang vor allem in Smartphone-, Tablet- und TV-Bildschirmen eingesetzt und lässt sich in kostengünstiger Dünnschichtbauweise herstellen. Der Einsatz in einer großflächigen Raumbelichtung wäre die nächste Revolution in der Leuchtenbranche.

Biolumineszenz – Pflanzen als Lichtquellen

Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology (MIT) haben unlängst erfolgreich Pflanzen zum Leuchten gebracht. Sie benutzen dazu das Enzym „Luciferase“, das auch Glühwürmchen leuchten lässt. Dieser Mechanismus lässt sich auch bei Pflanzen nutzen. Die lichterzeugenden Stoffe werden dabei gemeinsam mit Nanopartikeln direkt an

der gewünschten Stelle der Pflanze injiziert und lösen so die Biolumineszenz aus. Sie beginnt zu leuchten. In aktuellen Versuchen funktioniert das schon über mehrere Stunden. In Zukunft soll die Leuchtdauer mit einer Injektion dauerhaft möglich sein. So könnten Bäume bald ganze Straßenzüge energieeffizient und blendfrei beleuchten und Topf- und Hängepflanzen für das biologische Licht zu Hause sorgen.

Diese neuen Ideen für die Beleuchtung in der Zukunft beflügeln die Fantasie und man kann gespannt sein, was wirklich kommt und sich durchsetzt. Die Lichtbranche wird sicherlich auch in Zukunft mit Erfindungen und Weiterentwicklungen auf sich aufmerksam machen und für die eine oder andere Überraschung sorgen.



Li-Fi – Sichtbares Licht als schnelle Datenautobahn

Elektronische Halbleiter, LEDs, lassen sich ganz einfach und schnell ein- und ausgeschalten. So schnell, dass es das menschliche Auge gar nicht wahrnehmen kann. Diese Lichtimpulse aus „1“ und „0“ können für die Übertragung von Daten und Informationen genutzt werden: Datenübertragung per Licht, Light Fidelity (Li-Fi) genannt. Das unmerklich pulsierende Licht transportiert Daten von der Lichtquelle LED zum Empfänger, beispielsweise einem Smartphone. Dieses erkennt anhand seiner Photozelle die Informationen und wandelt sie in Nachrichten, Bilder oder Webseiten um. Damit Daten nicht nur empfangen, sondern auch gesendet werden können, antwortet das Mobiltelefon oder Tablet beispielsweise per Infrarotsignal. So entsteht eine neue Art drahtloser lokaler Netzwerke und mobiler Zugänge zum Internet.

Der Vorteil einer optischen Datenübertragung ist die große Bandbreite des sichtbaren Lichts und das damit schneller als in lokalen Funknetzen transportierbare Datenvolumen. Ein weiterer Vorteil ist die Sicherheit. Anders als bei Funkwellen muss für die Übertragung eine Sichtverbindung zwischen den Geräten bestehen, das heißt, Informationen können nur in solchen Räumen empfangen werden, die auch mit Li-Fi Beleuchtung ausgestattet sind und es kann nicht durch Wände dringen. Dadurch wird diese Übertragungstechnik relativ sicher vor Fremdzugriffen. Die eingeschränkte Reichweite des Lichts macht es außerdem möglich, Information nur an einem ganz bestimmten Ort zu empfangen. Mit „Geo Li-Fi“ können beispielsweise in Museen oder in Shops Informationen oder Filme für die Nutzer auf deren Smartphone bereitgestellt werden. Aber eben immer nur an den Orten, wo die Person sich gerade befindet und der Beitrag passend ist.



72



73



74

Licht für Nebenräume

Nebenräume und Keller stellen besondere Anforderungen an eine sinnvolle Lichtplanung, denn Hindernisse wie niedrige Deckenhöhen, wenig Tageslicht und fehlende Stromanschlüsse müssen durch clevere Lichtlösungen ausgeglichen werden. Gelingt dies, werden diese Räume zu einem Gewinn für jedes Haus und jede Wohnung.

Nebenräume und Keller sind wichtige Funktionsräume, die den Alltag angenehmer machen und erleichtern. Hier wird Wäsche gewaschen und gebügelt, werden Wintersachen und Vorräte gelagert und in Werkstatt und Hobbyraum dürfen Arbeiten auch schon mal länger liegen bleiben, ohne dass sie stören. Mit einer funktionalen und sparsamen LED-Beleuchtung werden diese Bereiche aufgewertet und sehr gut nutzbar gemacht. Sie können darüber hinaus auch richtig wohnlich und gemütlich werden.

Verstauen und Wiederfinden

In Vorratsräumen mit Schränken und Regalsystemen sollte für eine gute Übersichtlichkeit die Grundbeleuchtung im Raum so viel Licht abgeben, dass jeder Winkel gut ausgeleuchtet ist. Hierfür eignen sich vor allem lichtstarke LED-Deckenleuchten. Bei niedrigen Decken bieten sich sehr flache, aber lichtstarke LED-Panels an. Sie sind in unterschiedlichen Formen von quadratisch oder rund bis schmal und lang erhältlich. Sie lassen die typische längliche Kellerleuchte mit Neonröhre ganz schön alt aussehen und vereinen schickes Design, Energieeffizienz und Langlebigkeit.

Um schnell zu finden, was gesucht wird, kann auch ein funktionales Schienensystem Licht in dunkle Schränke oder Regale bringen, idealerweise aus ca. 50 - 80cm Entfernung zum Objekt. Dieser Abstand hat sich auch bei Einbauleuchten bewährt, die eine sehr gute Wahl bei abgehängten Decken in Nebenräumen sind.

Hauswirtschaftsraum und Waschküche

Der Hauswirtschaftsraum muss helles und angenehmes Arbeitslicht bieten. Hier empfiehlt es sich, wie in allen anderen Nebenräumen auch, auf eine gute Farbwiedergabe der LED-Leuchten oder LED-Leuchtmittel von mindestens R_a 80 zu achten. Dieser Wert gibt an, wie wahrheits-

getreu Farben wiedergegeben werden. In Waschräumen und Waschküche müssen aufgrund der höheren Feuchtigkeit spritzwassergeschützte, für Feuchträume konzipierte Lampen und Leuchten eingesetzt werden.

Hobbyraum und Werkbank

Für eine gute Übersicht und für Feinarbeiten an der Werkbank bieten sich Decken- oder Pendelleuchten an, die direkt über der Arbeitsfläche montiert sind. So wird die typische und störende Schattenbildung vermieden, die immer dann eintritt, wenn die Leuchte in der Raummitte platziert ist und die arbeitende Person ihren eigenen Schatten auf die zumeist wandbezogen angeordnete Werkbank wirft.

Komfort mit Energiespareffekt

Im Außenbereich vielfach erprobt, leisten Bewegungsmelder mit Dämmerungssensor auch zu Hause gute Dienste. Auf Kellertreppen, Kellerfluren, in Waschküchen oder im Hobby- oder Hauswirtschaftsraum geht das Licht damit automatisch beim Betreten an. Der Wäschekorb oder die Kiste mit alten Büchern muss also nicht mehr abgesetzt werden, um den Lichtschalter einzuschalten. Weiterer Vorteil und Energiespareffekt, es kann auch keiner mehr vergessen, das Licht wieder auszuschalten.

Bei der Auswahl von Leuchten in Funktionsräumen sollte darauf geachtet werden, dass diese energieeffizient, langlebig und robust sind. LED-Lösungen sind hier meist die beste Wahl.

[72] Bewegungs- und Präsenzmelder sind sowohl praktisch als auch energieeffizient, denn das Licht wird nur dann eingeschaltet, wenn es gebraucht wird und es wird automatisch ausgeschaltet, wenn die Person den Raum verlässt.
Foto: licht.de/signify.

[73] Schienensysteme mit flexibel einstellbaren Strahlern eignen sich hervorragend zur Ausleuchtung dunkler Schränke und tiefer Regale. Foto: licht.de/paulmann.

[74] Für Nebenräumen mit niedrigen Deckenhöhen sind flache, aber lichtstarke LED-Panels eine gute Lösung.
Foto: licht.de/ledvance.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18

LED-Lichtquellen

Für den Endverbraucher ist der Einstieg in die LED-Technologie schnell und einfach durch einen Austausch der veralteten Leuchtmittel gegen eine LED-Retrofitlampe machbar. Die ursprüngliche Leuchte wird mit effizienter Technologie auf den neuesten Stand gebracht.

LED-Retrofitlampen

LED-Retrofitlampen sind in vielen Varianten verfügbar, zeichnen sich durch hohe Energieeffizienz und eine gute Farbwiedergabe aus. Je nach System können sie zudem gedimmt, farbgesteuert oder mit smarter Technologie in ein Netzwerk eingebunden werden. Trotz großer Vorteile der LED-Retrofitlampen ist es wichtig, darauf zu achten, dass die neu eingesetzte Lampe auch lichttechnisch kompatibel ist, d.h. in Helligkeit, Lichtfarbe und Abstrahlwinkel nahezu identisch ist.

Auf dem Markt sind im Wesentlichen folgende Typen verfügbar:

[1-3] Ungebündelt abstrahlende Lampen, zweiseitig gesockelt

Stabförmige LED-Lampen (T5, T8, Linestra, Stablampe R7S) benötigen weniger Energie als herkömmliche Lampen. Im Vergleich mit Leuchtstofflampen leuchten sie sofort in voller Stärke.

Achtung bei Leuchtstofflampenersatz: Die Umrüstung der Leuchte sollte nur durch einen autorisierten Fachbetrieb erfolgen, da gegebenenfalls technische Veränderungen an der Leuchte durchgeführt werden müssen. Weil der LED-Ersatz konstruktionsbedingt eine andere Abstrahlcharakteristik aufweist als die Leuchtstofflampe, ändert sich die Lichtverteilung im Raum.

[4-8, 12-13] Ungebündelt abstrahlende Lampen, einseitig gesockelt

Die klassische „Birnenform“ mit Schraubsockel E14 oder E27 ist immer noch sehr beliebt. Es gibt sie heute in vielen sparsamen und sogar steuerbaren LED-Varianten für jeden Bedarf. Ebenso können Lampen mit unterschiedlichen Stecksockeln wie beispielsweise G4, G9, GY6,35 etc. effizient durch LED-Lampen ersetzt werden.

[9-11, 14] Reflektorlampen

Auch herkömmliche Reflektorlampen lassen sich hervorragend durch LED-Retrofitlampen ersetzen. Hier bietet der Markt eine große Auswahl in unterschiedlichen Leistungen, Lichtfarben und Abstrahlwinkeln an.

[15] LED-Module als QR-CBC Ersatz

LED-Module für den 1:1 Austausch sind Lichtquellen, die mit einer Optik zur Lichtlenkung, einem Kühlkörper und in der Regel auch mit einem passenden Treiber ausgestattet sind. Sie ersetzen beispielsweise herkömmliche Halogen-Reflektorlampen in Einbaustrahlern und stellen eine einfache und effiziente Lichtlösung dar. Zu beachten sind bei einem Austausch Lichtfarbe und Abstrahlwinkel.

[16] LED-Module

LED-Module sind Platinen, die mit einzelnen LEDs bestückt sind. Je nach Ausbaustufe können die Module bereits mit einer Optik zur Lichtlenkung und einem Kühlkörper ausgestattet sein. Sie werden sowohl austauschbar als auch fest in der Leuchte verbaut eingesetzt. Zum Betrieb eines LED-Moduls ist in der Regel ein Vorschaltgerät notwendig.

[17-18] Flexible LED-Stripes

Flexible LED-Stripes eignen sich besonders für die dekorative Beleuchtung. Immer höhere Lichtströme lassen sie aber auch für die Raumbelichtung, beispielsweise in Vouten, interessant werden. In diesem Fall muss zwingend auf eine gute Wärmeableitung geachtet werden.

[75] Für jede Anwendung die passende Lösung. LED-Retrofitlampen, Stripes, und Module sind in vielfältigen Varianten verfügbar und stellen eine effiziente und langlebige Lichtlösung dar.

Glossar

Binning

In der Produktion von LED-Chips kommt es fertigungsbedingt zu leichten Abweichungen. Um eine konstante Lichtqualität mit homogenem Helligkeitsniveau und vereinheitlichter Lichtfarbe zu gewährleisten, müssen LEDs einer Charge sortiert werden. Das passiert in sogenannten „Bins“ (englisch: Behälter/Klasseneinteilung). Dieser „Binning“-Prozess ist besonders bei weißen LEDs von großer Bedeutung.

Blendung

Blendung kann das Sehen erheblich erschweren: Sie vermindert die Sehleistung (physiologische Blendung) und den Sehkomfort (psychologische Blendung). Zu unterscheiden sind direkte und indirekte Blendung: Direktblendung geht von Leuchten oder anderen Flächen mit zu hoher Leuchtdichte aus, wie zum Beispiel Fenstern. Reflexblendung wirkt indirekt, erzeugt von Reflexen durch Spiegelung auf glänzenden Oberflächen. Zur Blendungsbegrenzung wird die Blendquelle abgeschirmt und weniger reflektierendes Material eingesetzt.

Dimmen

Durch Dimmen der Lichtquellen kann die Helligkeit von Einzelleuchten oder Leuchtengruppen gesteuert werden. Dimmen verändert die Lichtstimmung, erlaubt die Anpassung an unterschiedliche Raum-

nutzungen (Komfortdimmen). Dimmen kann auch zum Energiesparen eingesetzt werden (Energiedimmen).

dim to warm / tunable white

Bei „dim to warm“ wird die Lichtfarbe durch das Herunterregeln der Helligkeit auch wärmer (bekannt von der Glühlampe). Dazu werden kaltweiße und warmweiße LEDs entsprechend angesteuert. Bei „tunable white“ kann der Nutzer Helligkeit und Lichtfarbe getrennt voneinander einstellen, z.B. kaltweiße Lichtfarbe, gedimmt auf 20% Helligkeit.

Farbwiedergabe

Der Farbwiedergabewert R_a hängt vor allem von der spektralen Zusammensetzung des Kunstlichts ab und bewertet die Wiedergabe von Farben bei künstlicher Beleuchtung im Vergleich zu einer Referenzlichtquelle. Werte von $R_a = 100$ bedeuten eine sehr gute Farbwiedergabe. Moderne LED-Lichtquellen erreichen sehr gute Werte.

CE-Kennzeichnung,

Mit der CE-Kennzeichnung bestätigen Hersteller und Importeure in der Regel eigenverantwortlich, dass ihre Produkte die „grundlegenden Anforderungen“ der europäischen Richtlinien und Schutzziele erfüllen. Die Abkürzung „CE“ steht für „Communauté Européenne“ (Europäische Gemeinschaft).

Grundgrößen der Lichttechnik

Die gesamte im Raum sichtbare Lichtleistung eines Leuchtmittels entspricht dem Lichtstrom Φ . Gemessen in Lumen (lm), berücksichtigt dieser die Helligkeitsempfindlichkeit des menschlichen Auges.

Die **Lichtausbeute** η ist das Verhältnis von Lichtstrom zur elektrischen Leistungsaufnahme und damit Maß für die Energieeffizienz eines Leuchtmittels. Die Maßeinheit ist lm/W. Bei einem Leuchtenvergleich über lm/W müssen zudem die Verluste durch Vorschaltgeräte berücksichtigt werden.

Die **Lichtstärke** I , gemessen in Candela (cd), bewertet die Lichtmenge, die in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird. Sie ist als Lichtstrom pro Raumwinkel definiert und wird von lichtlenkenden Elementen wie Reflektoren beeinflusst. Die Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) zeigt das Lichtausstrahlungsverhalten der jeweiligen Leuchte.

Die **Leuchtdichte** L ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer leuchtenden oder beleuchteten Fläche hat. Gemessen wird die Leuchtdichte in Candela pro Flächeneinheit (cd/m^2). Sie beschreibt die physiologische Wirkung des Lichts auf das Auge und wird in der Außenbeleuchtung als Planungsgröße verwendet.

Schlechte Farbwiedergabe



Gute Farbwiedergabe



Die **Beleuchtungsstärke E**, gemessen in Lux (lx), definiert, wie viel Lichtstrom (in Lumen) auf eine bestimmte Fläche fällt: Sie beträgt ein Lux, wenn der Lichtstrom von einem Lumen einen Quadratmeter Fläche gleichmäßig ausleuchtet. Ein Beispiel: Eine normale Kerzenflamme hat im Abstand von einem Meter ungefähr eine Beleuchtungsstärke von 1 Lux. Diese Größe ist wichtig für die Dimensionierung der Innenbeleuchtung. In den Normen DIN EN 12464 Teil 1 und 2 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien“ werden entsprechende Werte vorgegeben.

Human Centric Lighting

Human Centric Lighting (HCL) ist ein Beleuchtungskonzept, das die visuellen, emotionalen und biologischen Wirkungen des Lichts in Innenräumen abbildet. Damit wird langfristig Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit des Menschen unterstützt.

Weiter Infos im Kapitel Tageslichtdynamische Beleuchtung auf den Seiten 48-49.

Lichtfarben

Das von Lichtquellen abgestrahlte Licht besitzt eine Eigenfarbe, die sogenannte Lichtfarbe. Sie wird bestimmt durch die Farbtemperatur in Kelvin (K). Niedrige Werte stehen für warmtonige Beleuchtung, höhere für kühlere. Man kann sie in drei Kategorien einteilen: Warmweiß (Farbtemperatur unter 3.300 K), Neutralweiß (zwischen 3.300 K und 5.300 K) sowie Tageslichtweiß (mehr als 5.300 K).

Lampe oder Leuchte?

Die Begriffe Lampe und Leuchte werden umgangssprachlich häufig verwechselt. Leuchten werden oft immer noch als „Lampen“ bezeichnet. Dabei ist die Lampe vom Begriff her nur das, was in der Leuchte leuchtet, also das Leuchtmittel. Wer von einer Lampe spricht, redet genaugenommen nur von der „Glühbirne“.

Prüfzeichen

Mit den Prüfzeichen ENEC (European Norm Electrical Certification), GS (Geprüfte Sicherheit) und EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) bestätigen autorisierte Prüfstellen die Konformität eines Produktes mit den geltenden Gesetzen und der EU-Richtlinie. Weitere Infos siehe Kapitel Sicherheit von Lampen und Leuchten auf den Seiten 38-39.

Reflexionsgrad ρ

Der Reflexionsgrad besagt, wie viel Prozent des auf eine Fläche fallenden Lichtstroms reflektiert werden. Helle Flächen haben einen hohen, dunkle Flächen einen niedrigen Reflexionsgrad: Bei weißen Wänden und Decken liegt der Reflexionsgrad bei $\rho = 80$ Prozent.

Schatten und Modelling

Lichtstärke, Lichtrichtung und Schattigkeit müssen stimmen, damit Gegenstände, wie zum Beispiel Skulpturen, Reliefe und Texturen, erkannt und plastisch wahrgenommen werden. Im Modelling ist das Verhältnis von diffusum zu gerichtetem Licht ausgewogen.

Schutzklassen, Schutzarten (IP)

Die Schutzart IP, regelt die Einstufung der Betriebssicherheit von Leuchten. Sie wird mit zwei Kennziffern im IP-Code (Ingress Protection) angegeben. Die erste Kennziffer bezieht sich auf die Widerstandsfähigkeit gegen Festkörper und Staub. Die zweite Kennziffer beschreibt die Dichtigkeit gegenüber Wasser und Feuchtigkeit. Weitere Infos siehe Kapitel Sicherheit von Lampen und Leuchten auf den Seiten 38-39.

[76] Um Farben unverfälscht erfassen zu können, muss die Lichtquelle eine gute Farbwiedergabe aufweisen. Eine schlechte Farbwiedergabe lässt eine leckere Mahlzeit wenig appetitlich aussehen. Foto: licht.de/istock/angiephotos.

[77] Links neutralweiße Lichtfarbe, rechts warmweiße Lichtfarbe. Der unterschiedliche Eindruck, den das Auge gewinnt, ist bei diesem direkten Vergleich deutlich zu erkennen. Foto: licht.de/bruck.



Jedes Heft!

€10,-

Die Schriftenreihe von licht.de



licht.wissen 21 Leitfaden Human Centric Lighting (HCL)

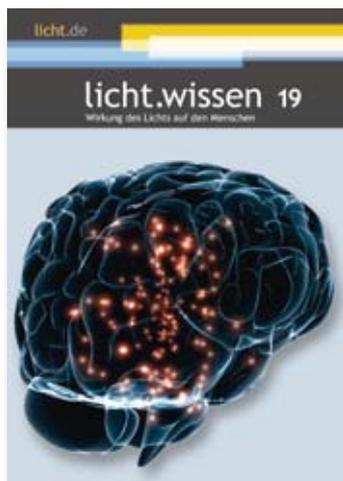
Auf 36 Seiten wird Hintergrundwissen zur Chronobiologie vermittelt und beschrieben, wie Licht den Schlafrythmus und die Grundstimmung des Menschen beeinflussen kann. In vier typischen Anwendungen - Büro, Schule, Industrie und Home - werden zudem exemplarisch Lösungen vorgestellt.



[licht.wissen 02] 56 Seiten mit allen wichtigen Informationen zur fachgerechten und effizienten Beleuchtung von Bildungsstätten. Zudem wird dargestellt, wie durch gute Beleuchtung Motivation und Leistung von Lernenden gefördert werden kann.



[licht.wissen 15] Auf 40 Seiten beschäftigt sich Heft 15 mit allen Fragen guter Beleuchtung rund ums Haus. Es gibt viele praxisbezogene Tipps und Anregungen, wie man Haus und Garten ins richtige Licht setzen und zugleich für ein funktionsgerechtes und sicheres Umfeld sorgen kann.



[licht.wissen 19] 56 Seiten über die biologische Wirkung des Lichts auf den Menschen: Heft 19 informiert über den aktuellen Stand der Forschung und erläutert anhand von Praxisbeispielen den Umgang mit dynamischem Licht.



[licht.wissen 20] 40 Seiten über Nachhaltigkeit, Wertschöpfungsketten, Finanzierung und Förderung von umweltschonenden Projekten. Best Practice Beispiele und Checklisten für die Sanierung runden das Heft ab.

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

- | | | |
|--|---|---|
| 01 Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2016) | 08 Sport und Freizeit (2010) | 15 Gute Beleuchtung rund ums Haus (2009) |
| 02 Besser lernen mit gutem Licht (2012) | 09 Sanierung in Gewerbe, Handel und Verwaltung (2014) | 16 Stadtmarketing mit Licht (2010) |
| 03 Straßen, Wege und Plätze (2014) | 10 Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung (2016) | 17 LED: Grundlagen - Applikation - Wirkung (2018) |
| 04 Licht im Büro, motivierend und effizient (2012) | 11 Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie (2005) | 18 Licht für Museen und Ausstellungen (2016) |
| 05 Industrie und Handwerk (2018) | 12 Lichtmanagement (2016) | 19 Wirkung des Lichts auf den Menschen (2014) |
| 06 Shopbeleuchtung, attraktiv und effizient (2011) | 13 Arbeitsplätze im Freien (2007) | 20 Nachhaltige Beleuchtung (2014) |
| 07 Gesundheitsfaktor Licht (2012) | 14 Licht für Wohnräume (2019) | 21 Leitfaden Human Centric Lighting (HCL) (2018) |

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

Alles über Beleuchtung!

Herstellerneutrale Informationen

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

licht.wissen

Die Hefte 1 bis 21 der Schriftenreihe licht.wissen geben Informationen zur Lichtanwendung. Diese Themenhefte erläutern anhand vieler Beleuchtungsbeispiele licht-technische Grundlagen und zeigen beispielhafte Lösungen. Sie erleichtern damit auch die Zusammenarbeit mit Fachleuten der Licht- und Elektrotechnik. Alle lichttechnischen Aussagen sind grundsätzlicher Art.

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.



[licht.wissen Mini-Buch] Schüler und Schülerinnen erfahren im Mini-Buch von licht.de „Wie wirkt Licht eigentlich auf mich?“, welchen Einfluss Licht auf den menschlichen Körper hat, warum es uns morgens weckt und abends einschlafen lässt.

 [www.twitter.com/licht_de](https://twitter.com/licht_de)
[www.twitter.com/all_about_light](https://twitter.com/all_about_light)
 www.facebook.com/lichtde

Impressum

Herausgeber

licht.de
 - eine Brancheninitiative des ZVEI -
 Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
 Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main
 Tel. 069 6302-353, Fax 069 6302-400
licht.de@zvei.org, www.licht.de

Redaktion, Text, Gestaltung und Realisation

LightAgentur, Bonn

Lektorat

Christiane Kersting, Lüdenscheid

ISBN-Nr. Druckausgabe 978-3-945220-27-6

ISBN-Nr. PDF-Ausgabe 978-3-945220-28-3

11/19/00/14V

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 Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Der komplette oder auszugsweise Nachdruck von licht.wissen 14 ist mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Bildnachweis

Bildnummern Rückseite:

		78	
79	80	81	
82	83	84	

Bilder

[64] Angel Rosique.

Alle anderen Bilder, 3D-Visualisierungen und Grafiken stammen von licht.de-Mitgliedsunternehmen oder wurden im Auftrag von licht.de angefertigt.



Gedruckt mit mineralölfreien Farben

licht.wissen 14

Licht für Wohnräume



licht.de

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