Licht und Beleuchtung

ELEKTRO+

Impressum

Herausgeber:
GED Gesellschaft für
Energiedienstleistung GmbH & Co. KG
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin

Redaktion:
Arbeitskreis Kommunikation
der Initiative ELEKTRO+

Fachliche Bearbeitung:
Fachausschuss Elektro- und Informationstechnische Gebäudeinfrastruktur (EIG)
der HEA – Fachgemeinschaft für
effiziente Energieanwendung e. V., Berlin

Bildnachweis:
3DarcaStudio/adobestock.com (S. 11), Bundesministerium für Wirtschaft und Ernergie (S. 9), Dehn (S. 21), fischer-cg.de/adobestock.com (Titel), GarkushaArt/adobestock.com (S. 4), Gira (S. 15, 24), Hager (S. 12, 20), Häfele (S. 21), Hofpils/shutterstock.com (S. 13), Jung (S. 19), Licht.de (S. 26), Lightcycle (S. 27), Marik Peter/shutterstock.com (S. 23), New Africa/adobestock.com, Osram (S. 8, 18), Phillips (S. 22), Rasstock/shutterstock.com (S. 10), Santiago Cornejo/shutterstock.com (S. 14), Velux (S. 25), WoGi/adobestock.com (S. 11)

Copyright:
GED Gesellschaft für
Energiedienstleistung GmbH & Co. KG

2. Auflage Mai 2022

© GED 2022

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung. Die gesamte Broschüre oder Teile der Broschüre dürfen in jeglicher Form nicht ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden. Trotz größtmöglicher Sorgfalt bei der Bearbeitung der Broschüre ist jegliche Haftung für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts ausgeschlossen.

Inhalt

1 Was man über Licht und Beleuchtung wissen sollte 4

2 Lichttechnische Grundlagen 5

3 Elektrische Lichtquellen 7

4 Beleuchtungsplanung im Wohngebäude 11

5 Systeme der intelligenten Lichtsteuerung 18

6 Sicherheit von Beleuchtungsanlagen 20

7 Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen 22

8 Entsorgung von Lampen und Leuchten 27

9 Normung Beleuchtung 27

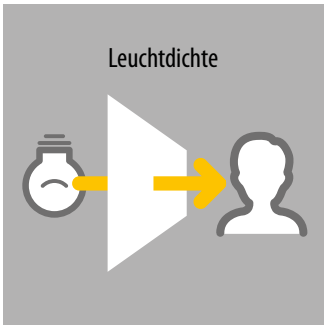
1 Was man über Licht und Beleuchtung wissen sollte

Licht bestimmt unser Leben. Der Hell-Dunkel-Rhythmus der Tages- und der Jahreszeiten gibt uns Orientierung – unser Organismus hat sich auf diesen Rhythmus eingestellt.

Licht ist physikalisch gesehen ein Teil der elektromagnetischen Strahlung, die im Auge des Menschen eine Empfindung hervorruft. Diese Strahlung kann man sich als periodische Schwingung vorstellen, die sich im Raum ausbreitet. Sie wird durch ihre Frequenz, also die Häufigkeit ihrer periodischen Schwingung, und durch die Länge der Schwingung, die Wellenlänge, charakterisiert. In den eigenen vier Wänden gewinnen moderne Lichtkonzepte mehr und mehr an Bedeutung. Licht ist ein wesentlicher Design- und Gestaltungsfaktor im Wohngebäude. Neben ästhetischen Gesichtspunkten müssen in einer Planung aber auch eine ganze Reihe von funktionellen Anforderungen erfüllt werden, u. a. die Anzahl und die Anordnung von Beleuchtungsanschlüssen sowie sicherheitsrelevante Aspekte. Im Trend liegt heute außerdem eine Beleuchtung, die über smarte Systeme bedient und angesteuert wird. Unsere Broschüre berücksichtigt alle diese Aspekte und soll Informationsquelle für Anwender, Fachhandwerker und Planer sein.

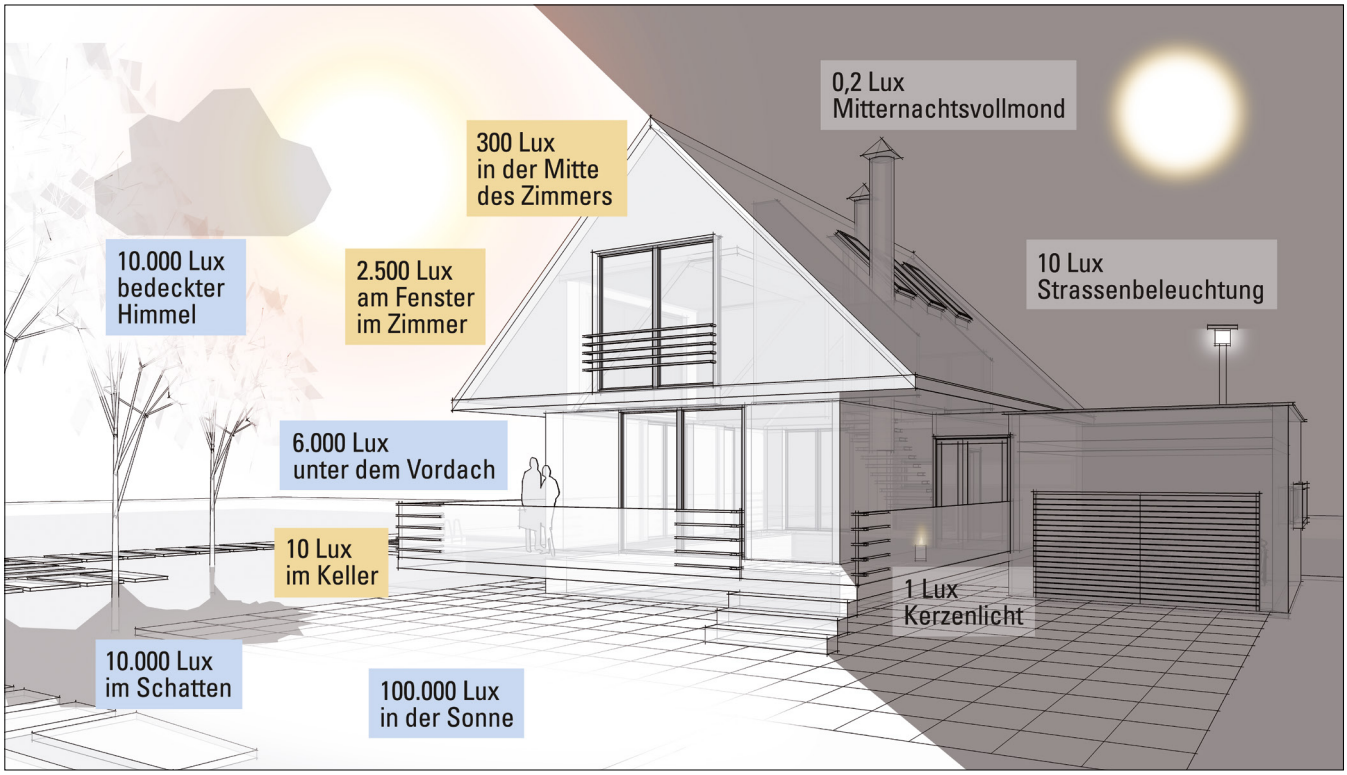
2 Lichttechnische Grundlagen

Eine gute Lichtplanung setzt voraus, dass Grundlagen der Lichttechnik bekannt sind. So findet man auf Lampen und Leuchten bzw. deren Verpackungen in der Regel weiterführende Angaben mit einer Reihe von lichttechnischen Größen und Einheiten. Für das Verständnis und die Vergleichbarkeit der Licht- und Beleuchtungstechnik sollten diese wesentliche lichttechnischen Informationen bekannt sein und genutzt werden.



Der Lichtstrom ist die gesamte, in alle Raumrichtungen abgestrahlte Lichtleistung der Lichtquelle.	Die Lichtstärke ist der in eine bestimmte Raumrichtung abgestrahlte Lichtstrom.	Die Beleuchtungsstärke gibt das Verhältnis des auffallenden Lichtstroms (lm) zur beleuchteten Fläche (m^2) an.	Die Leuchtdichte ist der im Auge wahrnehmbare Helligkeitseindruck einer beleuchteten Fläche.
Einheit: Lumen [lm]	**Einheit: Candela [cd]**	**Einheit: Lux [lx = lm/m^2]**	**Einheit: [cd/m^2]**

Wichtige lichttechnische Begriffe



Typische Werte von Beleuchtungsstärken im Innen- und Außenbereich

Farbwiedergabe-eigenschaft	Farbwiedergabe index R_a (CRI)	Farbwieder-gabeziffer
sehr gut	90 - 100	9
	80 - 89	8
gut	70 - 79	7
	60 - 69	6

Farbwiedergabe

Farbtemperatur bzw. ähnlichste Farbtemperatur in K	Farbtemperatur/100	Lichtfarbe
2.700	27	warmweiß, ähnlich Glühlampen
3.000	30	warmweiß, ähnlich Halogenlampen
4.000	40	neutralweiß
≥ 5.000	50	tageslichtweiß

Farbtemperatur und Lichtfarbe

2.700 Kelvin: warmweiß

Warmweiß erzeugt eine gemütliche und behagliche Atmosphäre. Eingesetzt wird die warmweiße Beleuchtung hauptsächlich in Wohnzimmer, Schlafzimmer und Kinderzimmer.

4.000 Kelvin: neutralweiß

Neutralweiße Leuchtmittel erzeugen eine „sachliche" Atmosphäre. Vor allem für die Küche ist diese Variante zu empfehlen. Aber auch Außenbeleuchtungen und Kellerräume werden in neutralweiß ausgeleuchtet.

6.500 Kelvin: tageslichtweiß

6.500 Kelvin ist der Klasse „Tageslichtweiß" zuzuordnen. Das Licht ist kühl, soll Aufmerksamkeit und Konzentration fördern. Eine tageslichtweiße Beleuchtung empfiehlt sich für Arbeitsraum und Werkstatt.

Beschreibung der Lichtfarben

2.1 Farbwiedergabe bei künstlichem Licht

Die Güte der Farbwiedergabeeigenschaften des künstlichen Lichts wird durch den Farbwiedergabe-Index R_a (engl. color rendering index = CRI) beschrieben. Es gilt: Je größer der Wert, desto besser ist die Farbwiedergabe.

Die Tabelle links oben verdeutlicht den Zusammenhang zwischen den Farbwiedergabeeigenschaften und dem dafür notwendigen Farbwiedergabeindex R_a der Lichtquelle. Der Index kann maximal den Wert 100 annehmen.

Glühlampen erreichen aufgrund ihres Lichtspektrums einen Farbwiedergabewert von bis zu $R_a = 100$, hochwertige LED-Lampen können Werte von über 95 erreichen.

2.2 Lichtfarbe

Die Lichtfarbe wird durch ihre Farbtemperatur bzw. die ähnlichste Farbtemperatur bestimmt, die in der Maßeinheit Kelvin (K) angegeben wird. Bei Glüh-/Halogenlampen spricht man von der Farbtemperatur, bei Entladungslampen und LED-Leuchtmitteln von der ähnlichsten Farbtemperatur (ähnlich Glühlampe bzw. Halogenlampe). Die zweite Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Farbtemperatur und Lichtfarben.

Hinweis:

Die herstellerneutrale Angabe der Farbbezeichnung besteht aus drei Ziffern. Die erste Ziffer bezeichnet die Farbwiedergabeeigenschaft (Wert R_a), die zweite und dritte Ziffer bezeichnet die Farbtemperatur geteilt durch 100.

Beispiel: Die Angabe **840** bezeichnet einen Farbwiedergabeindex von **80** bis **89** und eine Farbtemperatur von **4.000 K**. Das bedeutet: Die Farbwiedergabeeigenschaft ist sehr gut, die Lichtfarbe neutralweiß.

3 Elektrische Lichtquellen

Man unterscheidet zwischen folgenden elektrischen Lichtquellen:

- Temperaturstrahlern
- Entladungslampen
- Leuchtdioden (LED)

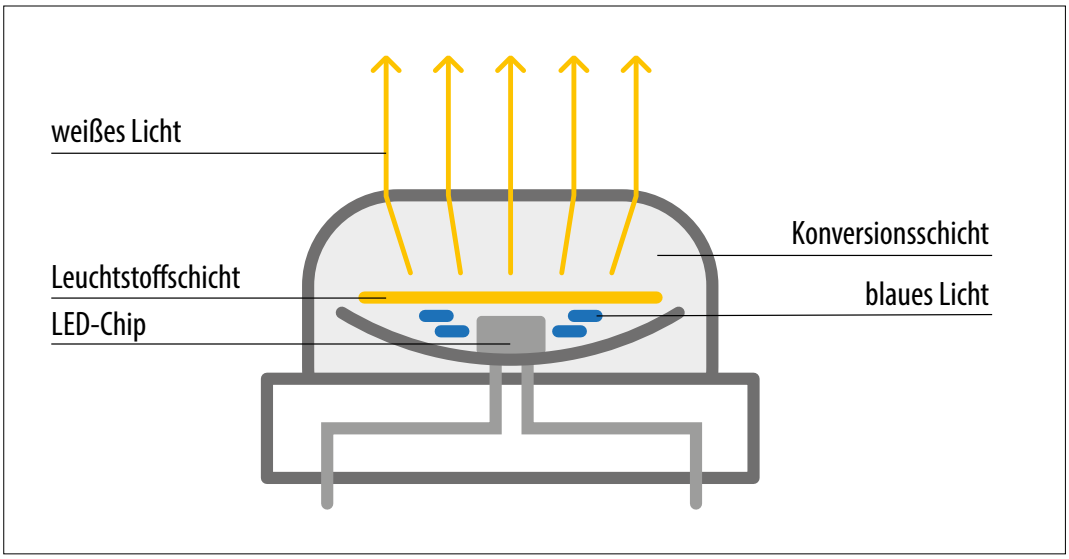
Niedervolt-Halogenlampen

3.1 Temperaturstrahler

Glühlampen und Halogenlampen sind Temperaturstrahler. Bei diesen Lampentypen wird elektrischer Strom durch einen Metallfaden (Glühwendel aus Woframdraht) geleitet. Die Wendel beginnt zu Glühen und strahlt Licht sowie (zum größeren Teil) Wärme ab. Eine Halogenlampe funktioniert prinzipiell wie eine Glühlampe. Unterschied ist, dass dem Füllgas Halogenide zugesetzt werden. Dadurch wird eine höhere Effizienz und eine längere Lebensdauer erreicht.

3.2 Niederdruckentladungslampen

Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) sind Entladungslampen. Licht wird hier durch eine Gasentladung erzeugt. Dabei entstehen nicht sichtbare Lichtquanten, die in einer Leuchtstoffschicht am Glaskolben in sichtbares Licht umgewandelt werden. Die Zusammensetzung dieser Leuchtstoffschicht bestimmt die Farbtemperatur und die Farbwiedergabe.



Aufbau einer LED-Lampe

3.3 Leuchtdioden (LEDs)

Bei einer LED handelt es sich um eine Licht emittierende Diode (Leuchtdiode). Licht entsteht durch Photolumineszenz. Das weiße Licht wird üblicherweise durch eine blaue LED erzeugt, die mit einem Leuchtstoff beschichtet wird. Die Zusammensetzung des Leuchtstoffs bestimmt die Lichtfarbe warmweiß, neutralweiß oder kaltweiß. Eine weitere Methode zur Erzeugung von weißem Licht besteht darin, das Licht von roten, grünen und blauen Leuchtdioden zu mischen. Durch eine gezielte Ansteuerung der einzelnen Leuchtdioden kann die Lichtfarbe verändert und farbiges Licht erzeugt werden. Mit den drei RGB-Farben (RGB = rot, grün, blau) lassen sich alle Farben erzeugen.

Hinweis:

Bei LED-Leuchten ist in der Regel ein Lampentausch nicht möglich, weil bei den meisten LED- Leuchten die LEDs fest in der Leuchte verbaut und somit nicht zerstörungsfrei ersetzbar sind. LED-Retrofit-Lampen können Glüh-, Halogen- oder Energiesparlampen in gängigen Leuchten mit Lampenfassungen ersetzen.

LED-Retrofit-Lampen

Lampe oder Leuchte?

Die beiden Begriffe werden im täglichen Sprachgebrauch häufig miteinander verwechselt.

Als **Lampe** bezeichnet man eine mit einem Sockel versehene, austauschbare Lichtquelle einer Beleuchtungsanlage.

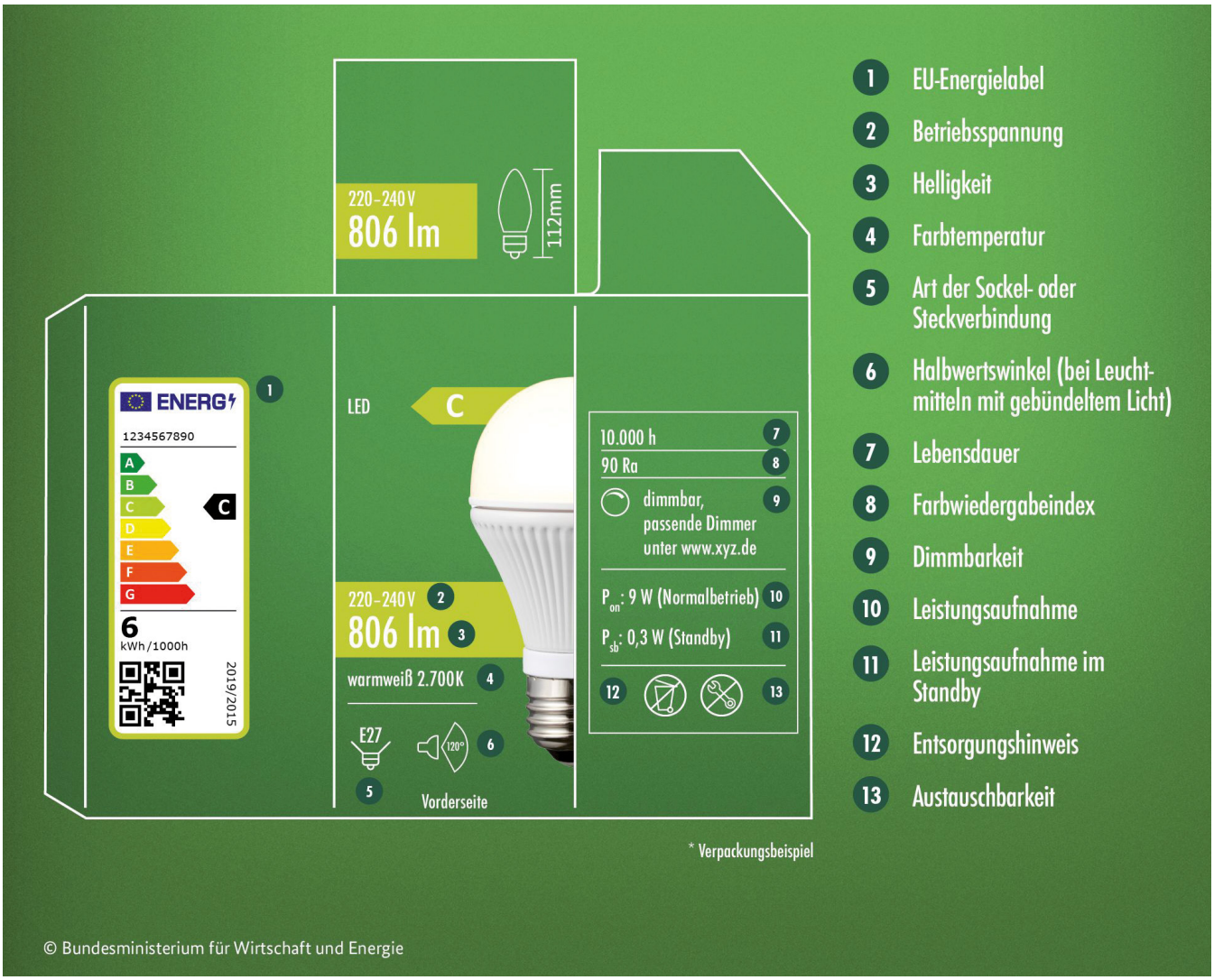
Die **Leuchte** ist die Vorrichtung, die entweder eine genormte Fassung zur Aufnahme einer Lampe oder ein fest verbautes Leuchtmittel enthält.

Lampe

Leuchte

3.4 Nützliche Hinweise auf Lampenverpackungen

Die Lampenverpackung enthält weiterführende und nützliche Hinweise zum jeweiligen Leuchtmittel. Verbraucher sollten vor dem Kauf einer Lampe die Angaben prüfen und bei Ihrer Kaufentscheidung berücksichtigen.

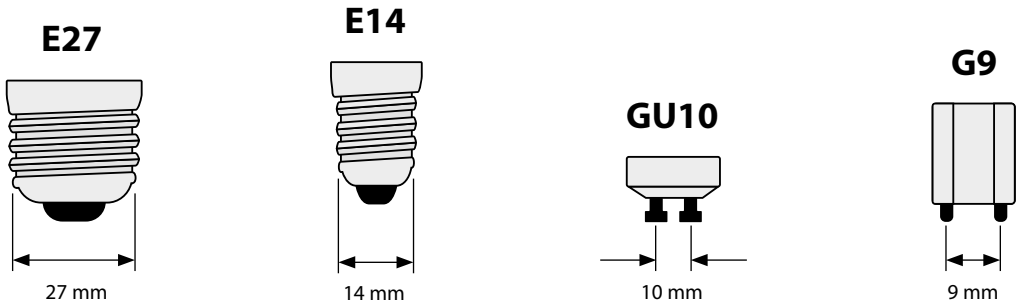


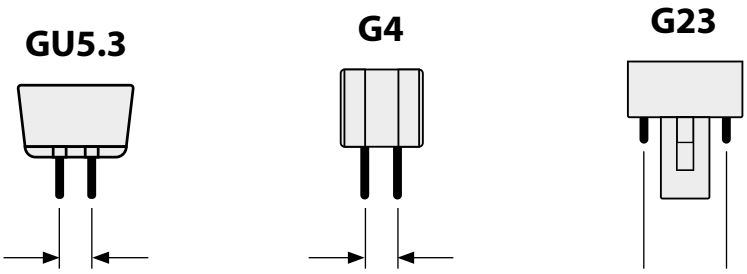
Angaben und technische Aufschriften auf der Verpackung einer LED-Lampe

Austausch einer Lampe mit E27-Sockel

3.5 Sockel und Fassung

Der genormte Lampensockel ist Teil der Lampe und stellt die mechanische Verbindung zur Fassung her. Die Fassung in einer Leuchte wiederum nimmt das Leuchtmittel auf. Außerdem ist in der Fassung die Kontaktstelle zur Durchleitung des Stroms zum Leuchtmittel integriert. Es gibt unterschiedliche Sockel und Fassungen, die gebräuchlichsten werden im Bild unten vorgestellt.





Gebräuchliche Lampenfassungen

4 Beleuchtungsplanung im Wohngebäude

Bei einer guten Beleuchtungsplanung sollte die spätere Nutzung des zu planenden Raums berücksichtigt werden. Dementsprechend können dann die exakten Anforderungen an die Beleuchtung bestimmt werden.

Stimmungsvolle Wohnzimmerbeleuchtung

Grundsätzlich wird bei der Planung zwischen Grundbeleuchtung, arbeits- oder aufgabenbezogener Beleuchtung und Akzentbeleuchtung unterschieden.

- Die Grundbeleuchtung sorgt für eine allgemeine Hintergrundbeleuchtung, um eine für einen sicheren Aufenthalt notwendige Helligkeit zu gewährleisten. Für eine Grundbeleuchtung eignet sich sehr gut indirektes Licht.
- Die arbeits-, aufgaben- oder auch tätigkeitsbezogene Beleuchtung muss für die jeweilige Aufgabe definiert werden. Wichtig ist eine gute Farbwiedergabe und eine ausreichende Helligkeit.
- Die Akzentbeleuchtung unterstützt die Raumgestaltung und betont architektonische Details. So lassen sich ausgewählte Einrichtungs- oder Dekorationsgegenstände hervorheben.
- Bei den Mischformen fällt das Licht nicht nur direkt auf die zu beleuchtende Fläche, sondern auch auf die umliegenden Flächen (Wände und Decken). Diese werden zur Reflektion des Lichtes genutzt. Vorteil dieser Mischform sind blendfreie und für das Auge angenehme Beleuchtungssituationen.

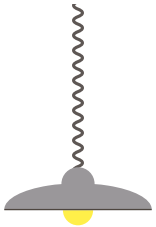
4.1 Leuchtentypen

Leuchten gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Sie werden als Decken-, Wand-, Steh, Tisch- oder Klemmleuchten angeboten. Wand- und Deckenleuchten sind fest mit der Elektroinstallation verbunden. Steh-, Tisch- und Hockerleuchten verfügen über fertig konfektionierte Stecker zum Anschluss an die Steckdose.

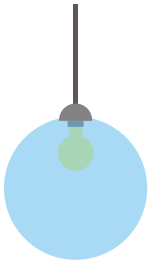
Eine Treppenbeleuchtung sorgt für gestalterische Akzente und Sicherheit

Kriterien für die Auswahl der richtigen Leuchte sind:

- Art und Anzahl der Lichtquellen
- offene oder geschlossene Bauart
- lichttechnische Eigenschaften (z. B. Lichtverteilung)
- elektrotechnische Eigenschaften einschließlich der zum Betrieb der Lichtquellen notwendigen Bauteile (z. B. Vorschaltgeräte)
- mechanische Eigenschaften (z. B. Brandschutzverhalten und Materialbeschaffenheit)
- Größe, Bauform und Design



Offene Leuchtenbauart



Geschlossene Leuchtenbauart

Drehschalter mit Glasabdeckung

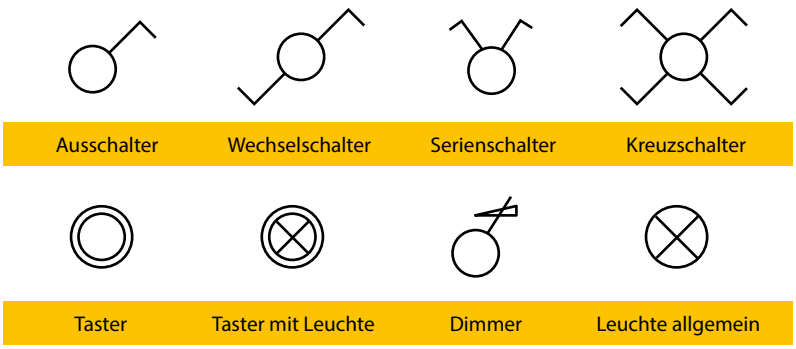
4.2 Vorschaltgeräte

Glüh- und Hochvolt-Halogenlampen werden direkt am Netz betrieben. Bestimmte Lampentypen benötigen auf die jeweilige Technologie abgestimmte Vorschaltgeräte:

- Niederdruck-Entladungslampen arbeiten nur mit geeigneten Vorschaltgeräten
- Niedervolt-Halogenlampen benötigen Transformatoren

4.3 Schaltungen für die Beleuchtung

Der Ausschalter schaltet nur eine Stelle ein oder aus. Mit einem Wechselschalter kann das Licht an einer Stelle ein und an einer anderen Stelle ausgeschaltet werden.



Schaltzeichen für Schalter und Leuchten

Eingesetzt wird die Wechselschaltung z. B. in kleinen Fluren, Dielen und Räumen mit zwei Zugängen. Eine Wechselschaltung ist auch im Schlafzimmer sinnvoll. Man muss, wenn man den Schalter am Bett betätigt, nicht noch einmal aufstehen, um das Licht auszuschalten. Der Aus-/Wechselschalter kombiniert beide Schaltungsarten in einem Einsatz.

Eine Serienschaltung wird installiert wenn von einer Schaltstelle aus mehrere Leuchten unabhängig voneinander geschaltet werden sollen. Der Serienschalter ist ein Schalter mit mehreren Schaltwippen. Ein Beispiel wäre das Badezimmer mit Deckenleuchte und Spiegelleuchte oder das Wohnzimmer mit Deckenleuchte und Wandleuchte.

Eine Kreuzschaltung wird installiert, wenn von mindestens drei Schaltstellen aus eine Leuchte geschaltet werden kann. Zudem ist es ratsam eine Tasterschaltung (Treppenhausschaltung) zu installieren.

Wichtige Schaltzeichen der Elektroinstallation in Bezug auf Schalter und Leuchten sind im Bild links zu sehen. Diese werden für die Elektroplanung verwendet.

4.4 Anforderungen an die Elektroinstallation in der Modernisierung

Im Rahmen einer Gebäudemodernisierung oder -sanierung wird die Elektroinstallation häufig nicht saniert, was in der Regel mit einem erwartet großen Umbauaufwand zusammenhängt. In zwei Beispielen wird erläutert, worauf zu achten ist, wenn die Beleuchtung erneuert wird, die Elektroinstallation aber unverändert bleibt.

Beispiel 1: Hier wird lediglich die Lampe in einer bereits installierten Leuchte ersetzt. Es ist zunächst zu prüfen, ob diese über einen Schalter oder einen Dimmer angesteuert wird.

- Beim Einsatz des neuen Leuchtmittels kann sich unter anderem die Abstrahlcharakteristik ändern. Trotz gleicher lichttechnischer Angaben wirkt die Beleuchtung dann häufig anders.
- Wird die Leuchte über einen Dimmer angesteuert, muss auch das Leuchtmittel dimmbar sein. Wenn die Lampe wiederum durch ein LED-Leuchtmittel ersetzt wird, muss auch entsprechend der Dimmer für das LED-Leuchtmittel geeignet sein. Sehr gut geeignet und vielseitig einsetzbar sind Universaldimmer.
- Wird die Leuchte über einen Schalter angesteuert, kann die Lampe unkompliziert selbst ausgetauscht werden.

Moderne Leuchten bieten vielfältige Gestaltungmöglichkeiten im Wohnzimmer

Beispiel 2: Eine Leuchte wird gegen eine neue Leuchte mit bereits integriertem LED-Leuchtmittel ausgetauscht.

- Wird die neue Leuchte mit einem Schalter betätigt, dann sollte auf die Lichtfarbe und die äquivalente Leistung laut Verpackungsangabe geachtet werden. Es ist möglich, dass sich die Abstrahlcharakteristik ändert und somit das neue Leuchtmittel trotz gleicher Lichtfarbe und Leistung anders wirkt.

Lichtszenen
im Schlafzimmer

- Beim Dimmen von LED-Leuchten mit integriertem Dimmer sollte der vorhandene Dimmer durch eine Elektrofachkraft gegen einen Schalter ausgetauscht werden.
- Beim Dimmen von LED-Leuchten ohne integrierten Dimmer muss bei der neuen Leuchte darauf geachtet werden, dass sie laut Herstellerangabe dimmbar ist. Zum Betreiben der neuen LED-Leuchte muss in der Regel eine Elektrofachkraft den bestehenden Dimmer gegen einen LED-geeigneten Dimmer austauschen.

4.5 Anforderungen an die Elektroinstallation im Neubau

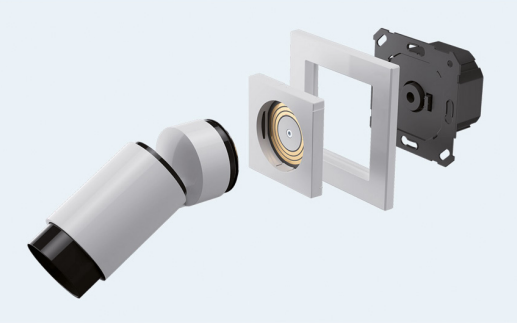
- Unabhängig von den Räumen ist festzulegen, ob die Beleuchtung geschaltet oder gedimmt werden soll.
- Dreh- oder Tastdimmer sind auf die zu installierenden Leuchten abzustimmen.
- Für das manuelle Bedienen der Beleuchtung müssen ausreichend Schalter installiert werden und es sollte unbedingt auf eine benutzerfreundliche Platzierung der Schalter geachtet werden. Die Ausstattungswerte nach RAL-RG 678 dienen als Orientierungshilfe für die Planung.

Darüber hinaus kann zur Steigerung des Komforts ebenso bewegungs-, zeit- und helligkeitsabhängig geschaltet werden. Hier sollte eine Lichtsteuerung über dezentrale Bedienung in Erwägung gezogen werden. Hierzu ist eine Anbindung der lokalen Lichtsteuerungselemente an eine dezentrale Steuerung notwendig. Diese Vernetzung kann leitungsgebunden oder funkbasiert realisiert werden.

Mit einer Lichtsteuerung können individuelle Lichtszenen mit unterschiedlichen Lichtstimmungen sowie tageslichtabhängige Verläufe erzeugt werden. Weitergehende Möglichkeiten der Einbindung in die Gebäudeautomatisierung werden auf den Seiten 20 bis 22 Seite erläutert.

4.6 Steckdosen-Systeme für Leuchten

Relativ neu auf dem Markt sind magnetische Stecksysteme für Leuchten. Anstelle eines Decken- oder Wandkabels, das mit der Leuchte verbunden ist, wird eine Lichtsteckdose installiert, wofür eine handelsüblichen Schalterdose verwendet wird. Ein Lichtaufsatz, also die Leuchte, wird über einen Magneten an die Niedervolt-Lichtsteckdose angedockt. Die Leuchte ist dimmbar, lässt sich anschlaglos um 360° drehen und kann auch im Betrieb ausgetauscht werden.



Aufbau eines Steckdosen-Lichtsystems

Der schnelle Leuchtenwechsel sowie die Möglichkeit Strahler oder Fluter zu drehen, machen es schnell und unkompliziert möglich, die Lichtsituation im Raum zu verändern. Ein Strahler, der etwa die Küchenarbeitsfläche hell ausleuchtet, schafft – um 180° gedreht – ein angenehmes indirektes Licht. Ein Arbeitstisch wird mit einem Wechsel der Lichtaufsätze vom Spot-Strahler zur warm leuchtenden Pendelleuchte zum Esstisch.

Oder der Deckenstrahler an der Wand wird in die passende Position gedreht und zur Leselampe umfunktioniert. Für den Einsatz, z. B. in Hotelzimmern oder in öffentlichen Räumen, schützt ein Demontageschutz vor Diebstahl.

Einsatz des Steckdosen-Lichtsystems im Schlafzimmer

Das System soll mit seinen Eigenschaften eine maximale Flexibilität bei der Lichtplanung ermöglichen. Lediglich die Positionen der Steckdosen und Schalter für die künftigen Lichtquellen sind in der Planung zu berücksichtigen. Das passende Design und die Lichtart der gewünschten Lichtaufsätze können auch nach Fertigstellung jederzeit verändert werden.

		Lichtanschlüsse nach RAL-RG 678 ★/★★/★★★											
Raum		**Summe**			**davon Grund-beleuchtung**			**davon Akzent-beleuchtung**			**davon Arbeits-beleuchtung**		
		★	★★	★★★	★	★★	★★★	★	★★	★★★	★	★★	★★★
Küche		2	3	3	1	1	1	-	-	-	1	2	2
Badezimmer		2	3	3	1	1	1	-	1	1	1	1	1
WC		1	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-	1
Hausarbeitsraum		1	2	3	1	1	1	-	-	1	-	1	1
Wohnzimmer	bis 20 m²	1	2	3	1	1	2	-	1	1	-	-	-
	über 20 m²	2	3	4	1	2	3	1	1	1	-	-	-
Esszimmer		1	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-	1
Schlafzimmer	bis 20 m²	1	2	3	1	1	1	-	-	1	-	1	1
	über 20 m²	2	3	4	1	1	1	-	-	1	1	2	2
Kinderzimmer	bis 20 m²	1	2	3	1	1	1	-	-	-	-	1	2
	über 20 m²	2	3	4	2	2	2	-	-	-	-	1	2
Gästezimmer	bis 20 m²	1	2	3	1	1	1	-	-	1	-	1	1
	über 20 m²	2	3	4	2	2	2	-	-	1	-	1	1
Arbeitszimmer (Homeoffice)		1	3	4	1	2	2	-	-	-	-	1	2
Beleuchtung von Eingangs-bereich, Flur und Treppenräume	Länge bis 4 m	1	2	2	1	1	1	-	1	1	-	-	-
	über 4 m	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Balkon und Terrasse (Freisitz)		1	2	3	1	1	2	-	1	1	-	-	-
Abstellraum		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Hobbyraum		1	2	2	1	1	1	-	-	-	-	1	1
Keller und Bodenraum		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Garage		1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-

Hinweis: Die in der Tabelle aufgeführten Zuordnungen der Lichtanschlüsse auf Grund-, Akzent- und Arbeitsbeleuchtung sind als Empfehlung zu werten. In der RAL-RG 678 wurde bewusst auf die Zuweisung von Lichtanschlüsse verzichtet, um die planerische Freiheit von Bauherren, Architekten und Fachhandwerkern nicht einzuschränken.

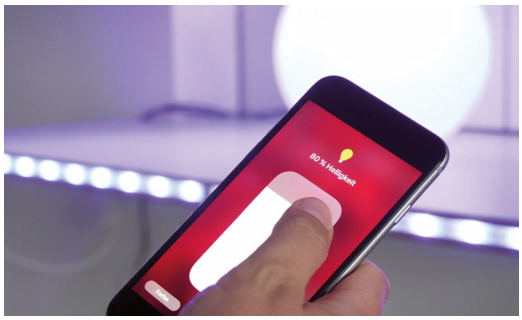
Empfehlungen für die Verteilung von Lichtanschlüsse

	Anmerkungen
	Die Arbeitsflächen, die Grundbeleuchtung und der Essbereich sollten getrennt schaltbar sein. Eine Arbeitsflächenbeleuchtung mit separater Beschaltung unter den Küchenschränken ist zu empfehlen.
	Im Spiegelbereich ist auf schattenfreie Beleuchtung zu achten, z. B. durch seitlich am Spiegel angeordnete Leuchten mit getrennter Beschaltung. Downlights über Duschkabinen setzen optische Akzente. Bitte beachten, dass geeignete elektrische Betriebsmittel für Feuchträume verwendet werden.
	Eine diffuse oder indirekte Grundbeleuchtung sorgt für angenehmes, nicht zu grelles Licht.
	Es ist auf eine schattenfreie und gute Grundbeleuchtung zu achten. Arbeitsplätze und -flächen sollten gut beleuchtet und blendfrei sein. Eine getrennte Schaltung von Grund- und Arbeitslicht ist von Vorteil.
	Im Wohnzimmer empfiehlt sich eine dimmbare Grundbeleuchtung, wobei die Hell/Dunkel-Kontraste zwischen den Lichtinseln nicht zu stark sein sollten. Beleuchtungsinseln und eine Akzentbeleuchtung bieten sich hier an. Eine Leseleuchte sollte dimmbar sein, wobei auf die gleichen Farbtemperaturen bei den verschiedenen Lichtinseln geachtet werden sollte.
	Eine gute Tischausleuchtung, z. B. mit Hängeleuchten, ist zu empfehlen. Akzente können durch Wandleuchten (Effektleuchten) gesetzt werden.
	Eine gute Grundbeleuchtung sowie die Beleuchtung der Bettplätze ist wichtig. Ein Nachtlicht, z. B. durch ein Bettlicht mit Bewegungsmelder, ist ebenfalls sinnvoll. Akzente können durch Lichtfarben oder indirektes Licht gesetzt werden.
	Eine gute Grundbeleuchtung zum Spielen sowie ein Arbeitsplatzlicht am Schreibtisch ist wichtig. Eine Bettbeleuchtung sowie ein Nachtlicht (Orientierungslicht) hat im Kinderzimmer einen besonders hohen Stellenwert.
	Im Gästezimmer ist auf eine gute Grundbeleuchtung sowie die Beleuchtung der Bettplätze zu achten. Ein Nachtlicht, z. B. durch ein Bettlicht mit Bewegungsmelder, ist ebenfalls sinnvoll. Die Bettplatzbeleuchtung kann wiederum durch ein Nachttischlicht realisiert werden .
	Eine ausreichende Grundbeleuchtung sowie eine gute Beleuchtung am Arbeitsplatz bzw. am Schreibtisch ist wichtig. Im Arbeitszimmer bietet sich eine kalte Lichtfarbe an.
	Im Eingangsbereich ist die Schaltung über Bewegungsmelder sinnvoll. Eine ausreichende Beleuchtung von Treppenstufen und die Vermeidung von Hell- und Dunkelzonen dient dabei der Sicherheit. Der Fokus liegt hier auf der Grundbeleuchtung. In Fluren und Treppenräumen ist eine Beschaltung von mehreren Stellen aus wichtig.
	Die Akzentbeleuchtung hat hier einen höheren Stellenwert. Ein diffuses leichtes Grundlicht mit „Lichtinseln“ und Akzenten bietet sich an.
	Wichtig ist eine ausreichende und schattenfreie Beleuchtung.
	Nach Möglichkeit sollte eine schattenfreie Beleuchtung sowie eine gute Grundbeleuchtung geschaffen werden. Arbeitsplätze und -flächen sollten gut beleuchtet und blendfrei sein. Auf die getrennte Schaltung von Grund- und Arbeitslicht mit Schaltmöglichkeiten direkt am Arbeitsplatz sollte geachtet werden.
	Wichtig ist eine ausreichende Beleuchtung im Eingangsbereich. Eine schattenfreie Beleuchtung hat ebenfalls einen hohen Stellenwert.
	In Garagen ist eine Beleuchtung an den Seiten (dezentral) sinnvoll. Weiterhin ist eine schattenfreie Beleuchtung wichtig.

5 Systeme einer intelligenten Lichtsteuerung

5.1 Funkbasierte Anwendungen

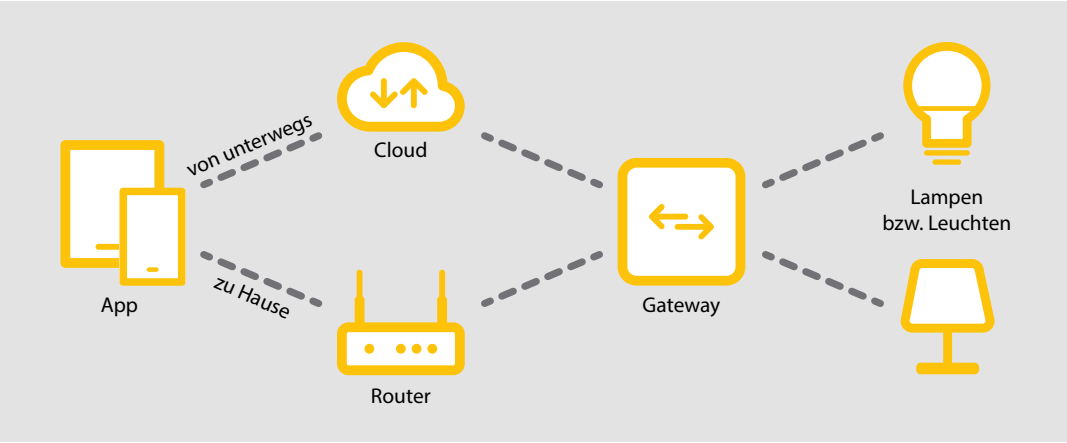
Eine funkbasierte Ansteuerung von Lichtsystemen (z. B. Lightify, Smart+ von Osram und LEDVANCE bzw. Hue von Phillips), wird über die Anbindung eines Gateways an das hausinterne WLAN-Netz erreicht. Vom Gateway aus werden Befehle zum Ein- und Ausschalten, zur Auswahl von Farben und Helligkeiten sowie zur Einstellung von Lichtszenen zu den einzelnen Lampen und Leuchten verschickt. Die Steuerung erfolgt, auch von unterwegs, über Smartphone, Tablet oder spezielle Schalter. Es können Leuchten und Lampen einzeln oder in Gruppen über das Gateway angesteuert werden. Anwesenheitssimulationen sind über individuelle Zeitprogramme realisierbar. Eine Vernetzung mit der weiteren Haustechnik (u. a. Heizung, Belüftung, Rollläden, Kameras, Bewegungsmelder) ist über verschiedene offene Smart-Home Plattformen möglich.



Lichtsteuerung per App

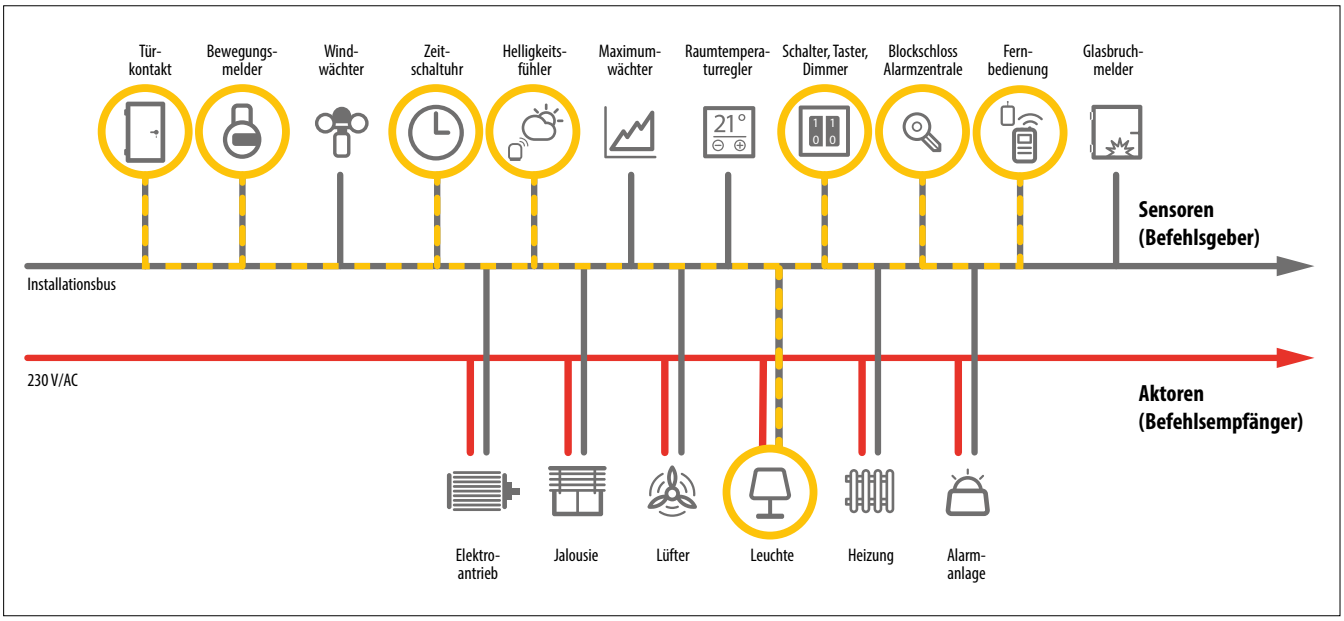
5.2 Einbindung der Beleuchtung in eine vernetzte Gebäudesystemtechnik

Eine sehr komfortable Art der Lichtsteuerung bietet auch die Gebäudesystemtechnik. Hier werden über verschiedene Sensoren, z. B. Lichtsensoren, Bewegungsmelder oder Schalter, ausgewählte Aktoren angesteuert, die ein angeschlossenes Leuchtmittel schalten oder dimmen.



Aufbau einer smarten Lichtsteuerung

Die Sensoren und Aktoren sind in einem Bussystem vernetzt. Eine Zuordnung von Sensoren und Aktoren wird vom Fachhandwerker konfiguriert und kann nachträglich verändert werden. Dadurch ergibt sich eine hohe Flexibilität, z. B. bei einer Änderung der Raumnutzung oder baulichen Erweiterungen.



Verschiedene Sensoren sind mit einer Leuchte über den Installationsbus verbunden und können diese aktivieren

Anhand der baulichen Gegebenheiten (Neubau oder Modernisierung) ist zu entscheiden, ob das Bussystem komplett leitungsgebunden sein sollte oder Teile über Funktechnologie auszuführen sind. Funkbasierte Bedienelemente, z. B. Schalter, können unkompliziert nachträglich platziert werden, z. B. auf Glas- oder Betonflächen.

Auf Glasfläche angebrachter Funktaster

Zu den erweiterten Funktionalitäten der Gebäudesystemtechnik gehören u. a.:

- Zentralschaltung an der Eingangstür („alles Aus“)
- Raumübergreifende Licht- und Szenensteuerungen
- Treppenhausschaltung, zeitverzögert oder mit Dauerlicht bzw. bewegungs- und/oder helligkeitsabhängig
- Schalten von Beleuchtungsfunktionen über Zeitprogramme
- Mehrfachnutzen (Licht und Alarmfunktion oder Licht und Jalousie) beim Schalten über Bewegungsmelder
- Energieeffizientes tageslichtabhängiges Schalten der Beleuchtung durch Innen- oder Außenlichtsensoren
- Panikschaltung über einen Taster, z. B. neben dem Bett. Wird er betätigt, schalten sich vordefinierte Leuchten zur Abschreckung eines Einbrechers ein
- Zeitgesteuerte Anwesenheitssimulationen zur Reduzierung von Einbruchsrisiken
- Statusmeldungen – je nach Aktor können z. B. auf Tastsensoren, Displays oder sonstigen Visualisierungen die Zustände der Verbraucher angezeigt werden
- Steuerung der Funktionen über mobile Endgeräte mittels App
- Optimale Tageslichtnutzung durch das Einbinden von Jalousien, so dass einfallendes Tageslicht umgelenkt genutzt wird und die Räume dabei blendfrei sind
- Konstante Beibehaltung der Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit des einfallenden Tageslichts, z. B. im Arbeitszimmer

6 Sicherheit von Beleuchtungsanlagen

Die Anzahl der Stromkreise ist abhängig vom Umfang der Elektroinstallation. Eine Orientierung bietet die Richtlinie RAL-RG 678 mit ihren verschiedenen Ausstattungswerten. In Wohnungen sollten getrennte Stromkreise zur Versorgung von Leuchtenanschlüssen und Steckdosen in den Nutzungsbereichen bzw. Räumen vorgesehen werden. Die Stromkreise sind so zuzuordnen, dass bei einer Abschaltung im Fehlerfall oder von Hand nur ein kleiner Teil der Elektroinstallation außer Betrieb gesetzt wird. Nur so ist sichergestellt, dass bei einem Fehler in einem Elektrogerät oder in der Beleuchtung nicht die gesamte elektrische Anlage des Nutzungsbereiches abgeschaltet wird.

Das Badezimmer ist dabei ein besonderer Bereich. Deshalb müssen hier bei der Installation von Leuchten besondere Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden, die in DIN VDE 0100, Teil 701, festgelegt sind.

Fehlerstrom-Schutzschalter

Hinweise zum gefahrlosen Lampenwechsel

Beim Lampenwechsel sollte wie folgt vorgegangen werden:

- Abschalten der Leuchte und des zugehörigen Stromkreises über Sicherung oder Leitungsschutzschalter
- erhitztes Leuchtmittel vor dem Wechsel abkühlen lassen
- Ersatzleuchtmittel vorhalten
- ausreichende Ersatzbeleuchtung bei Lampenwechsel in Dunkelzeiten bereithalten, z. B. eine Taschenlampe

6.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

In Neuinstallationen sowie bei Änderungen der betroffenen Teile der Elektroinstallation sind Stromkreise, die Leuchten enthalten mit einem Fehlerstromschutzschalter (Fi-Schalter) auszustatten, um vor den Gefahren bei Austausch der Leuchtmittel bzw. der gesamten Leuchte (z. B. bei Umbau auf LED-Technik) zu schützen.

6.2 Schutz vor Überlast und Kurzschluss

Gemäß den Anforderungen aus geltenden Normen und Vorschriften müssen elektrische Betriebsmittel wie Kabel und Leitungen durch geeignete Schutzmaßnahmen wirksam gegen Überlast und Kurzschluss geschützt werden. Die Anzahl der Lampen mit entsprechender Leistung ist auf Leitungen und Leitungsschutzschalter abzustimmen.

6.3 Elektrischer Brandschutz

In der Elektroinstallation kommt es immer wieder zu Schäden oder fehlerhafter Installation, wie z. B. Nägel in Leitungen, Quetschungen der Isolierung, lose Klemmstellen in schlecht montierten Leuchten, Steckdosen und Schaltern oder Leitungsbrüchen. Dies kann zu gefährlichen Fehlerlichtbögen führen, die eine Brandentstehung begünstigen.

Für zusätzliche Sicherheit sorgt in einem solchen Fall eine Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD). Diese überwacht mit einem integrierten Messsystem kontinuierlich die angeschlossene elektrische Leitung und die versorgten Verbraucher auf entstehende Fehlerlichtbögen. Im Fehlerfall wird dann der entsprechende Stromkreis innerhalb von Sekundenbruchteilen unterbrochen.

6.4 Brandschutz bei Möbelleuchten

Für Möbelleuchten gelten besondere Sicherheitsanforderungen. Sie dürfen an ihren Oberflächen nicht zu heiß werden und müssen einen festgelegten Mindestabstand zu brennbaren Möbelteilen besitzen. Leuchten, Schalter und Steckdosen für den Möbeleinbau sind mit den „M“- oder „MM“-Kennzeichen (Buchstaben in auf die Spitze gestellten Dreiecken) versehen. Für den Möbeleinbau sind spezielle Lösungen von Schaltern und Dimmern mit sehr geringen Einbautiefen verfügbar.

Vorschaltgerät mit Kennzeichnung
für den Möbeleinbau

6.5 Überspannungsschutz

Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten sind im Gegensatz zu älteren Lampen-Technologien empfindlicher gegen Überspannungen. Um eine hohe Verfügbarkeit und damit auch Wirtschaftlichkeit sicherzustellen, ist ein wirkungsvoller Überspannungsschutz notwendig.

Überspannungsableiter Typ 3
für den Endgeräteschutz

Daher sollen bereits in der Planung die Weichen für ein wirksames Überspannungs-Schutzkonzept gestellt werden.

Überspannungs-Schutzeinrichtungen sind für eine normkonforme Elektroinstallation für Wohngebäude verpflichtend vorgeschrieben und werden in Zähler-, Haupt- und Unterverteilung eingesetzt. Zusätzlich empfehlenswert ist der Einsatz von Überspannungsableitern des Typ 3 direkt am Anschluss der Leuchten.

7 Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen

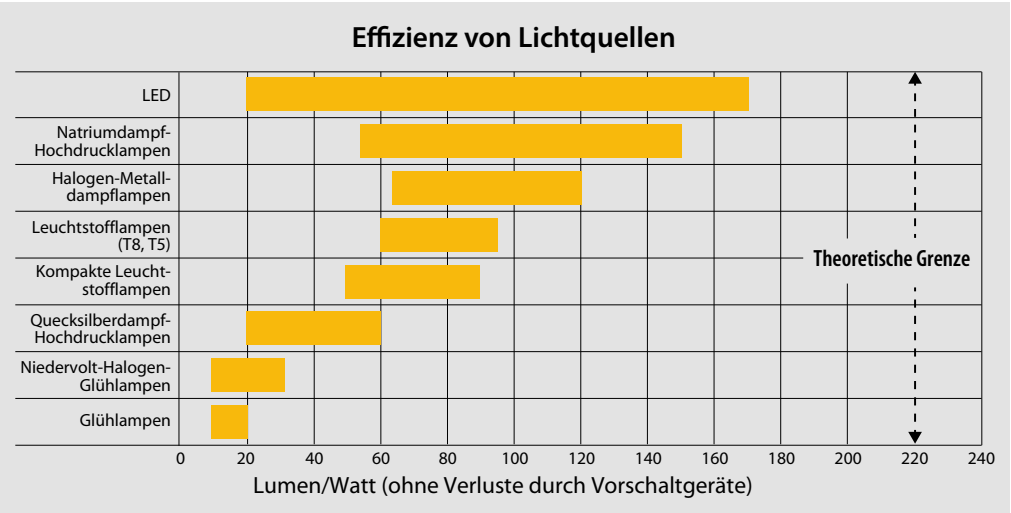
7.1 Lumen statt Watt

Die vertraute Angabe „Watt“ gehört als Vergleichsgröße der Vergangenheit an. Die Einheit, die wie schon erwähnt im Handel angegeben werden muss, ist das Lumen. LED-Lampen arbeiten wesentlich energieeffizienter als Glühlampen oder Halogenlampen. Auf der Lampenverpackung sind Vergleichswerte für die Leistungsaufnahme aufgeführt (s. Seite 9).

7.2 Energieeffizienz bei Leuchten mit Vorschaltgeräten

Leuchten und Leuchtmittel sind häufig mit einem elektronischen Vorschaltgerät ausgestattet. Um die gesamte Leistungsaufnahme mit der Lichtausbeute vergleichen zu können, ist also nicht allein die Leistung des Leuchtmittels, sondern immer die Leistung des gesamten Systems zu berücksichtigen, also Leuchtmittel plus Vorschaltgerät.

Effizienz von Lichtquellen im Vergleich



Lichtdesign im Wohnbereich

Modernes LED-Leuchtmittel in Retrooptik

7.3 Lampen im Vergleich

Die LED ist erste Wahl, wenn es um die effiziente Beleuchtung geht. Sie verbraucht deutlich weniger Strom als andere Lampen und mit rund 10.000 bis 60.000 Stunden hat sie auch eine deutlich längere Lebensdauer als Halogenlampen und Energiesparlampen.

Beispiel – Effizienz- und Kostenvergleich verschiedener Leuchtmittel

KOSTENVERGLEICH*	**Glühlampe 60 W**	**Halogen-lampe 42 W**	**Energie-sparlampe 15 W**	**LED 7 W**
Anschaffungspreis	**nicht mehr im Handel**	ca. 2 EUR	ca. 3 EUR	ca. 5 EUR
Lebensdauer	ca. 1.000 h	ca. 4.000 h	ca. 10.000 h	ca. 15.000 h
Lampenkosten 10.000 h	-	6 EUR	3 EUR	5 EUR
Lampenkosten 20.000 h	-	10 EUR	6 EUR	10 EUR
Stromverbrauch 10.000 h	-	420 kWh	150 kWh	70 kWh
Stromverbrauch 20.000 h	-	840 kWh	300 kWh	140 kWh
Gesamtkosten 10.000 h	-	**140,40 EUR**	**51,00 EUR**	**27,40 EUR**
Gesamtkosten 20.000 h	-	**278,80 EUR**	**102,00 EUR**	**54,80 EUR**

* Berechnungsgrundlage: Brenndauer ca. 3 Stunden pro Tag/Strompreis (Arbeitspreis) 0,32 €/kWh

Hinweis: Die verschiedenen Leuchtmittel erzeugen pro Watt Leistung einen unterschiedlich starken Lichtstrom. Die in der Tabelle für die unterschiedlichen Lampentypen angegebenen Watt-Angaben entsprechen in etwa einer identischen Lichtleistung gemessen in Lumen (lm).

Bewegungsmelder

7.4 Einsatz von Präsenz- und Bewegungsmeldern

Eine automatisierte Beleuchtung sorgt für mehr Sicherheit im Haus und garantiert, dass die Beleuchtung im Innen- und Außenbereich nicht länger eingeschaltet bleibt als unbedingt notwendig.

Intelligente Präsenzmelder werden vorwiegend im Innenbereich eingesetzt. Sie schalten die Beleuchtung aus, wenn es zu hell ist oder niemand mehr anwesend ist. Kleine Bewegungen im Raum muss der Melder nicht erkennen. Komfortabel und effizient sind Präsenzmelder mit Konstantlichtregelung. Sie erfassen permanent die Helligkeit und schalten die Beleuchtung bei ungenügendem Tageslicht ein, bei ausreichendem Licht wieder aus.

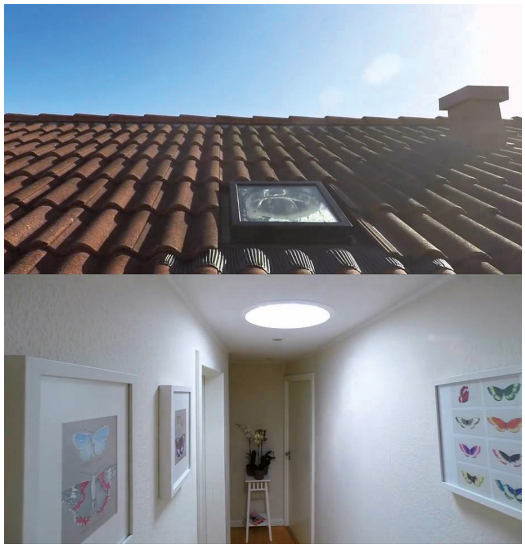
Eine weitere komfortable Maßnahme vor allem für Flure, Kellerräume, Zuwege und Einfahrten ist der Einbau von integrierten Passiv-Infrarot-Bewegungsmeldern. Sie arbeiten helligkeitsunabhängig und bringen nur Licht ins Dunkel, wenn sich eine Person bewegt. Das ist von Vorteil, wenn man etwa einen Korb voller Wäsche, eine Getränkekiste in den Keller bringt oder am späten Abend über den Hof und durchs Treppenhaus in die Wohnung geht. Zusätzlich dienen sie der Sicherheit, wenn sie im Außenbereich des Hauses angebracht werden: Potenzielle Einbrecher können abgeschreckt werden.

Wichtiger Tipp

Um Manipulationen an den Wächtern zu verhindern, sollten die Geräte nur von innen schaltbar sein. Damit der Bewegungsmelder nicht aktiviert wird, wenn zum Beispiel eine Katze vorbei läuft, sind moderne Geräte mit einer selektiven Alarmunterdrückung ausgestattet.

7.5 Effiziente Alternative: direkte Nutzung von Tageslicht

Tageslicht hat eine positive Wirkung auf das Befinden des Menschen und beeinflußt Konzentrations- und Leistungsfähigkeit. Wenn nicht in jedem Raum des Hauses ein Fenster vorhanden ist, lassen sich in vielen innenliegenden Räumen wie z. B. Bädern oder Fluren, die sich außerdem unter dem Dach befinden, sogenannte Tageslichtspots installieren. Das Tageslicht wird über eine Lichtkuppel auf dem Dach „eingefangen“ und mit Hilfe eines Reflektorrohrs in das

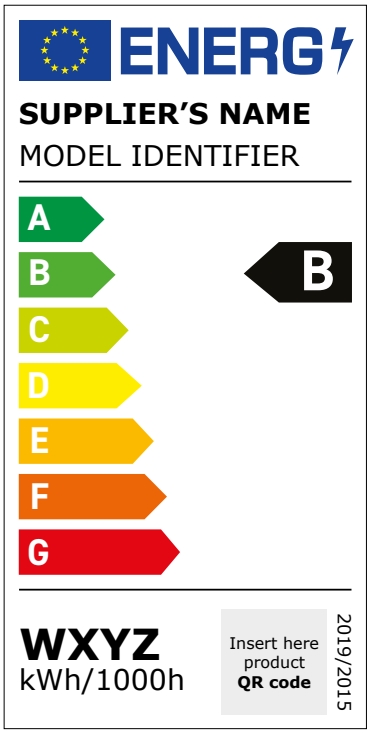


Funktion eines Tageslichtspots

Gebäude transportiert. Der Vorteil bei einem Tageslichtspot ist der geringe Platzbedarf gegenüber einem Fenster. Ein für einen Tageslichtspot ausgeschnittenes Dachelement von ca. 40 x 40 cm bringt dabei ungefähr denselben Lichtertrag wie ein 80 x 80 cm großes Fenster.

7.6 EU-Energielabel für Lampen und Leuchten

Seit September 2021 werden Lampen neu in die Energieeffizienzklassen A bis G eingeteilt.



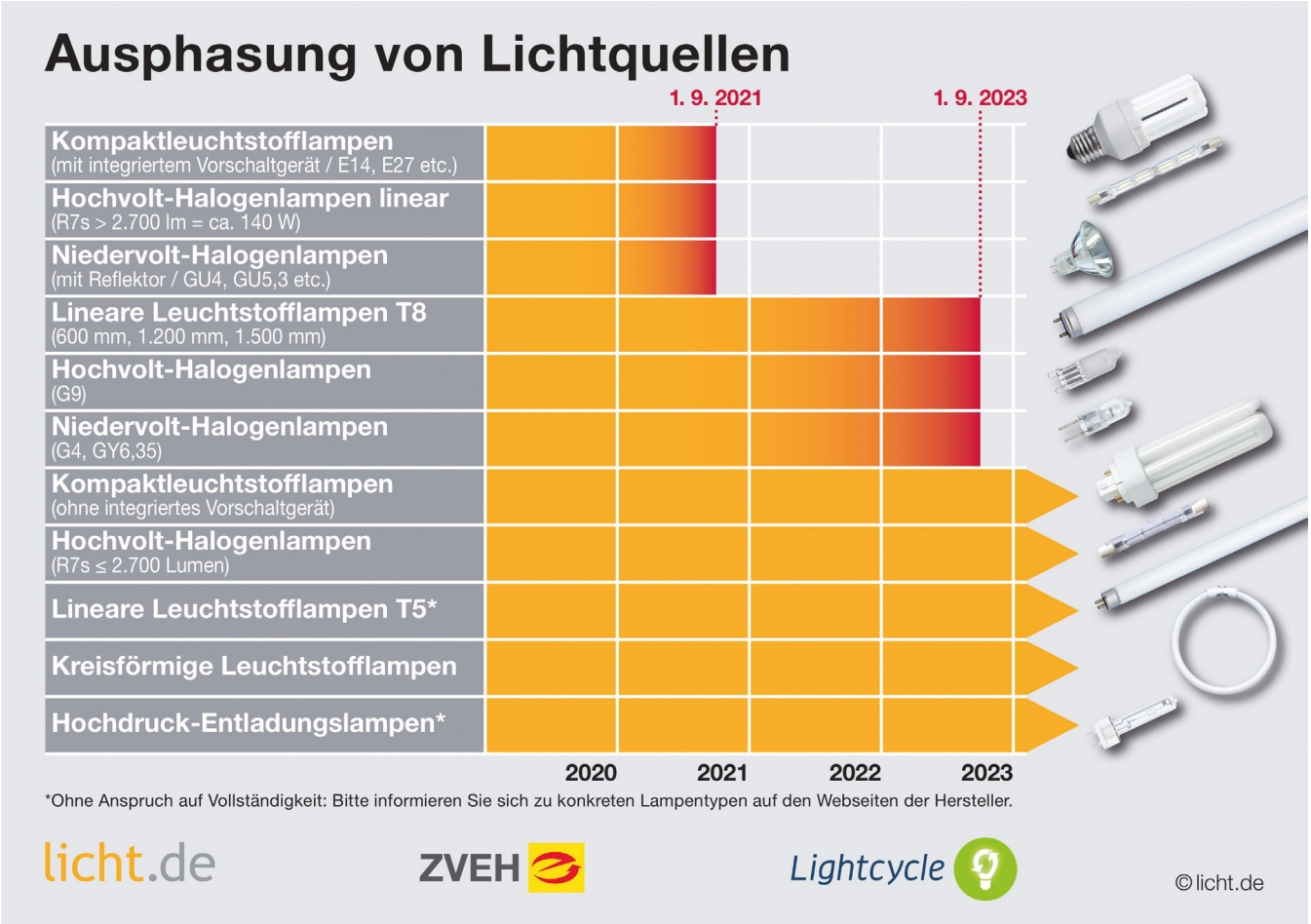
Energielabel Lichtquellen

Das Energielabel gilt zusätzlich für LED-Module und Leuchten, bei denen die Lichtquelle nicht zerstörungsfrei entnommen werden kann. Während einer 18-monatigen Übergangszeit darf der Handel Produkte mit „altem“ Energielabel und Plus-Klassen noch verkaufen. Ab März 2023 sind nur noch die Klassen A bis G erlaubt.

Weder die Labelklassen noch die angegebenen Energieverbrauchswerte von altem und neuem Energielabel sind vergleichbar, da sich die Verfahren zur Messung des Energieverbrauchs und zur Einstufung in die Labelklassen geändert haben.

Gleichzeitig mit der Verordnung (EU) 2019/2015 zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Lichtquellen ist zum 1. September 2021 auch die neue Ökodesign-Verordnung (EU) 2019/2022 wirksam geworden. Das bestehende Regelwerk wurde grundlegend überarbeitet. Daraus folgte insbesondere die Ausphasung von weiteren Lichtquellen, die in zwei Etappen erfolgt.

Wie in der Grafik zu sehen ist, wurden erste Lichtquellen bereits am 1. September 2021 ausgephast, am 1. September 2023 folgen weitere Lampen. Ausphasung bedeutet, dass die betroffenen Produkte nicht mehr auf den Markt der Europäischen Union gebracht werden dürfen. Restbestände im Handel dürfen aber weiter abverkauft werden.



8 Entsorgung von Lampen und Leuchten

Glühlampen und Halogenlampen können im normalen Hausmüll entsorgt werden. In LED-Lampen und Leuchten finden sich viele wertvolle Rohstoffe, wie zum Beispiel seltene Erden und hochwertige elektronische Bauteile. Eine Wiederverwertung sollte deshalb gewährleistet werden. Daher gehören diese Produkte nicht in den Hausabfall oder den Glascontainer, sondern müssen gemäß der ElektroG* getrennt gesammelt, sicher entsorgt und wiederverwertet werden.

Leuchtstofflampen, Entladungslampen sowie Energiesparlampen enthalten neben wiederverwendbaren Materialien, auch kleine Mengen von Quecksilber, so dass ausgediente Lampen unbedingt entsorgt und recycelt werden müssen. Die Produkte, die von ElektroG erfasst werden, können bei kommunalen Sammelstellen kostenlos abgeben werden oder Händler nehmen diese freiwillig zurück.

Hinweis:

Für die umweltgerechte Entsorgung von ausgedienten LED- und Energiesparlampen sowie Leuchtstoffröhren stellt Lightcycle ein bundesweit flächendeckendes Sammelstellennetz von rund 9.000 aktiv beworbenen Sammelstellen zur Verfügung. Die nächstgelegene Sammelstelle finden Sie unter www.sammelstellensuche.de

Weitere Informationen unter www.lightcycle.de

9 Normung Beleuchtung

DIN EN 12665 legt grundlegende Begriffe für sämtliche Anwendungen von Beleuchtungen fest. Weiterhin müssen für Beleuchtungsanlagen die elektrische, thermische und mechanische Sicherheit gewährleistet sein. Für die drei Aspekte bestehen Definitionen, wie die Betriebsmittel der Beleuchtungsanlage zu prüfen, zu klassifizieren und zu kennzeichnen sind. Diese sind in der Norm DIN EN 60598 „Leuchten – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen" dokumentiert. Weiter bestehen für Beleuchtungsanlagen gemäß DIN VDE 0100-600 Prüfanforderungen, um die Sicherheit der Anlage bei Inbetriebnahme und später wiederkehrend während des Betriebes sicherzustellen. DIN VDE 0100-701 legt Anforderungen für elektrische Anlagen, z. B. Leuchten, fest, die in Räumen mit fest installierter Badewanne oder Dusche anzuwenden sind.

*Elektro- und Elektronikgerätegesetz. ElektroG ist die deutsche Umsetzung von WEEE

Die Initiative für Ihre gute Elektroinstallation

Die Initiative ELEKTRO+ ist ein Zusammenschluss führender Markenhersteller und Verbände der Elektrobranche. Ziel ist es gemeinsame Aufklärungsarbeit über eine moderne, energieeffiziente und sichere Elektroinstallation zu leisten. Mit ihrem Know-how platziert die Initiative das Thema zentral bei Bauherren und Modernisierern, im Fachhandwerk sowie bei Architekten und Planern.

Die umfassende Fachkompetenz hat ELEKTRO+ zu einer einzigartigen Informationsplattform für eine zeitgemäße und zugleich zukunftssichere Ausstattung gemacht. Dazu trägt die enge Vernetzung mit dem Fachhandwerk, der Energiewirtschaft und der Wohnungswirtschaft bei. Auch Institutionen der Verbraucher- und Bauherrenberatung werden mit fachlicher Expertise tatkräftig unterstützt.

Initiative ELEKTRO+
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin
Fon +49 (30) 300 199-0
info@elektro-plus.com

Weitere Informationen unter www.elektro-plus.com