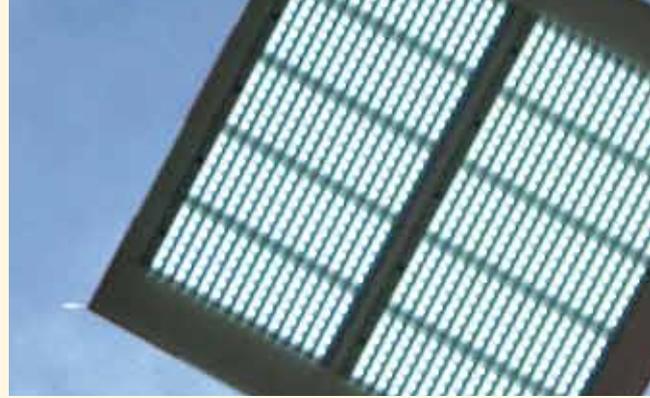


LED

Gute und effiziente Beleuchtung für Betriebe

- 06 Worauf ist bei LEDs zu achten?
- 08 Lichtmanagement & -steuerung
- 10 Tageslichtnutzung
- 12 LEDs für verschiedene Einsatzbereiche:
 - 12 Büros
 - 16 Betriebshallen
 - 20 Shops
 - 22 Hotel & Gastronomie
 - 24 Außenbeleuchtung
- 26 Wirtschaftlichkeit
- 27 Energieausweis
- 28 Beleuchtungsplanung
- 30 Beleuchtungssanierung
- 32 andere Lampen & Leuchten
- 34 Vorschaltgeräte
- 36 wichtige Begriffe



LEDs – die Zukunft hat begonnen

Richtiges Licht ist wichtig für Wohlbefinden und den Geschäftserfolg in Büros, Handel und anderen Dienstleistungsgebäuden. Die Qualität der Beleuchtung beeinflusst auch die Qualität der geleisteten Arbeit und das persönliche Wohlbefinden.

Beim Einkauf von Beleuchtungslösungen ist es sinnvoll, neben technischen Kriterien und den Anforderungen an die Beleuchtungsqualität auch Energieeffizienz-Aspekte zu beachten. In Büros kann die Beleuchtung bis zu 50 % des Stromverbrauchs ausmachen. Beleuchtung hat einen entscheidenden Einfluss auf die laufenden Betriebskosten, die mit dem Ankauf von Lampen und Leuchten für die nächsten Jahre wesentlich beeinflusst werden.

LEDs haben den Lichtmarkt revolutioniert und bieten hohe Effizienz, lange Lebensdauer und vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

Wichtige Entscheidungskriterien für die LED-Beleuchtung

Was hier besonders wichtig ist:	Büro	Hallen	Shop	Gastro	Außen
lange Lebensdauer	●	●	●	●	●
Regelbarkeit	●				●
Lichtqualität	●		●	●	
Wartungsaufwand		●			●
Stimmung, Akzent			●	●	
Weitere Kriterien		große Lichtmenge			Temperatur-Unempfindlichkeit

Wo steht die LED-Technik heute und wie geht die Umstellung?

Die Entwicklung schreitet sehr rasch voran. LED-Beleuchtung ist bereits für fast alle Einsatzbereiche eine effiziente Lösung und vor allem dort interessant, wo sie ihre Vorteile ausspielen kann. Dazu gehören: gerichtetes Licht, sehr lange Lebensdauer, keine Wärme im Lichtstrom, Farbmodulation. LEDs erreichen mit bis zu 120 lm/W bereits bessere Effizienzwerte als Leuchtstoffröhren, im Labor werden Werte bis 200 lm/W erzielt.

Der Anteil von LED am europäischen Lichtmarkt im Jahr 2020 wird wie folgt geschätzt:

- Gastro- & Hotelbereich: 80 %
- Architektur-Beleuchtung: 80 %
- Shop-Beleuchtung: 65 %
- Außenbeleuchtung: 60 %
- Bürobeleuchtung: 37 %
- Industriebeleuchtung: 20 %

Was ist bei LEDs wichtig?

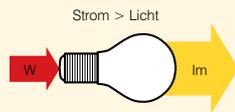
Lichtstrom [Lumen]:
mindestens so hell
wie "alte" Lampe



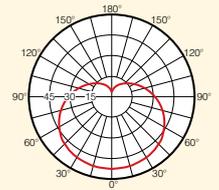
Lichtfarbe [Kelvin]:
"warmes" oder "kaltes"
Licht



Lichtausbeute [Lumen/Watt]:
Energieeffizienz



Abstrahlwinkel:
für Anzahl der
Leuchten wichtig



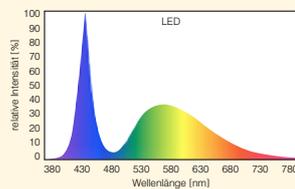
Lebensdauer [Stunden]:
Qualitätsaspekt,
für Wartungsaufwand wichtig



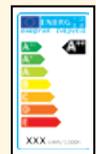
Dimmbarkeit:
wenn gewünscht,
darauf achten



Farbwiedergabe [Ra-Index]:
wie natürlich werden die
Farben wiedergegeben



Energie-Pickerl:
Energieeffizienz,
zum Vergleich



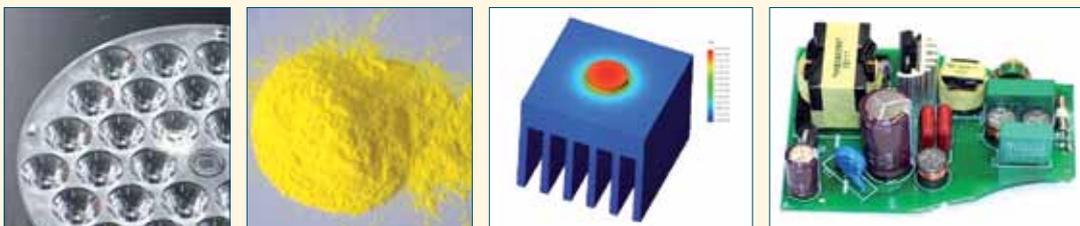
LEDs in der Beleuchtung: Heute und in Zukunft

	Straßenbeleuchtung	Büro	Shop	Hotel/Wohnung	Notbeleuchtung
LED					
Heute	••	•	•	•	••
In 3 Jahren	•••	•••	•••	•••	••••
In 10 Jahren	••••	••••	••••	••••	••••
Leuchtstofflampen					
Heute	•	••••	••	••	••
In 3 Jahren	•	•••	••	••	•
In 10 Jahren		••	••	••	
Natriumdampf-Hochdrucklampen					
Heute	••••		••		
In 3 Jahren	••		••		
In 10 Jahren	•		•		
Hochdruckentladungslampen					
Heute	•••		•••		
In 3 Jahren	•		••		
In 10 Jahren			•		
Halogenlampen					
Heute		•	••	••••	
In 3 Jahren			•	••	
In 10 Jahren				•	

Wie funktioniert der Lampentausch?

Die LED-Lösung sollte immer als Beleuchtungs-System betrachtet werden und alle Beleuchtungskomponenten sollten gut aufeinander abgestimmt sein.

Will man nur Lampen tauschen und den bestehenden Beleuchtungskörper belassen, bieten sich sogenannte "Retrofit-Lampen" an. Sie können anstelle herkömmlicher Lampen in bestehende Leuchten geschraubt oder gesteckt werden. Diese LED-Lampen in Birnen-, Kugel, Tropfen- oder Kerzenform leuchten entweder rundum in den Raum, man nennt ihr Licht dann "ungerichtet", oder sind als Reflektorlampen zur Anstrahlung geeignet, dann spricht man von "gerichtetem" Licht. Sie erreichen nicht die Effizienz von LED-Systemen und stellen meist eine Übergangslösung bis zum gänzlichen Umstieg auf LED-Beleuchtungslösungen dar.



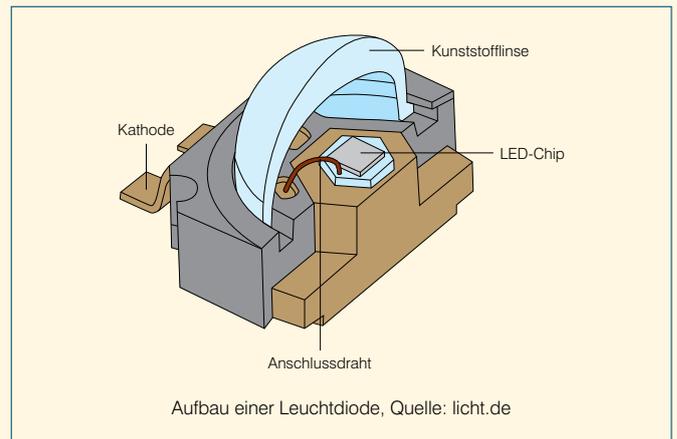
Die LED als System mit optimal aufeinander abgestimmten Komponenten (Quellen: vdv, c-leds, Hella, Phillips)

Wie ist die Wirtschaftlichkeit?

In Anwendungsbereichen mit hohen Betriebsstunden schneiden LEDs bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über den gesamten Lebenszyklus verglichen mit konventioneller Beleuchtungstechnologie meist sogar schon besser ab. Bei Anwendungsbereichen mit geringen Betriebsstunden weisen LEDs zurzeit noch längere Amortisationszeiten auf. In jedem Fall sollte man bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die gesamten Kosten über die Lebensdauer berücksichtigen.

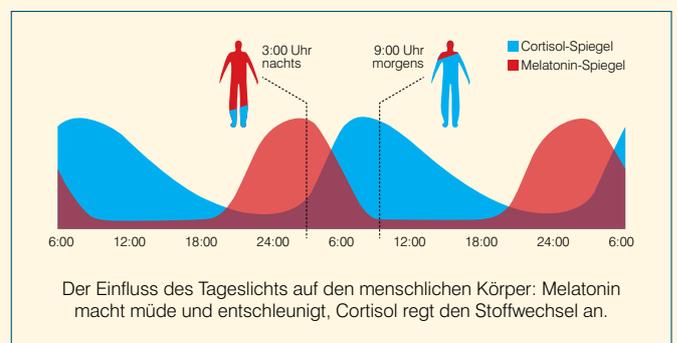
Wie funktionieren LEDs?

Bestimmte Kombinationen von Halbleiterelementen senden beim Anlegen einer kleinen Spannung Licht aus. Diese Leuchtdioden (Light Emitting Diode = LED) können immer nur Licht in den Farben blau, grün, gelb, orange und rot abstrahlen. Weißes Licht entsteht zum Beispiel, wenn das blaue Licht eines LED-Chips auf einen gelben Leuchtstoff trifft, der sich in einer aufgetragenen Silikonschicht befindet. Das blaue Licht der LED und das gelbe Licht des Phosphors mischen sich zu weißem Licht. Je nach Zusammensetzung des Leuchtstoffs erhält man die gewünschte Lichtfarbe von warmweiß bis tageslichtweiß.



Einfluss der Beleuchtung auf den menschlichen Körper

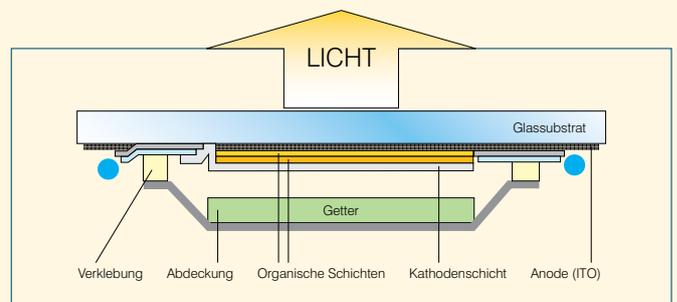
Richtige Beleuchtung hat auch einen Einfluss auf Wohlbefinden und Gesundheit. Circadiane Rhythmik bestimmt unseren biologischen Zustand und Störungen des circadianen Rhythmus können zu gesundheitlichen Störungen führen. Die Innenraumbeleuchtung unterstützt die circadiane Rhythmik (meist) nicht, neue Beleuchtungskonzepte im Büro können zu mehr Wohlbefinden führen.



Was sind OLEDs?

Neben den LEDs wird auch an der Entwicklung von organischen Leuchtdioden (OLEDs) gearbeitet, bei denen das Trägermaterial ein Kunststoff ist.

OLEDs eröffnen ganz neue Möglichkeiten im Umgang mit Licht. Sie sind die erste wirklich flächige Lichtquelle und bieten viele Vorteile: sie sind extrem dünn, geben gleichmäßiges, blendfreies Licht mit hoher Farbwiedergabe, lassen sich stufenlos dimmen und sind extrem flexibel in der Farbsteuerung. Im Gegensatz zu konventionellen Lampen, bei denen Strom durch einen Draht oder Gas geleitet wird, fließt der Strom bei OLEDs durch ultrafeine organische Schichten, hundert Mal dünner als ein Haar. Organische Dioden leuchten bereits in Mobiltelefonen und Fernsehern bevor sie technisch und ökonomisch bereit zur breiten Anwendung in der Beleuchtung sind.



Worauf ist bei LEDs zu achten?

Achten Sie beim Kauf von LEDs unter anderem auf folgende Punkte und vergleichen Sie diese Kriterien bei verschiedenen Anbietern:

Kriterium		Worauf Sie achten sollten
Lichtstrom [Lumen]	"wie hell"	Achten Sie beim Kauf darauf, dass die neue LED mindestens genauso hell leuchtet wie die bisherige Lampe. Die neue Lampe sollte über einen ähnlich hohen Lumen-Wert verfügen wie die Lampe, die getauscht wird.
Lichtausbeute [lm/W]	"wie effizient"	So erkennen Sie, wie effizient die Lampe ist und können verschiedene Produkte vergleichen.
Lampenleistung [W]	"welche Leistung"	Die herkömmlichen Watt-Angaben sind bei LED nicht so aussagekräftig, besser ist es, sich am Lichtstrom zu orientieren.
Lebensdauer	"wie lange"	rund 50.000 Stunden, bei "Retrofit-Lampen" meist 20.000 - 30.000 Stunden
Farbwiedergabe [Ra-Index, CRI]	"wie natürlich"	mind. 80 in Innenräumen
Lichtfarbe [Farbtemperatur in Kelvin]	"welche Lichtstimmung"	warmweiß: unter 3.300 K; neutralweiß oder kaltweiß 3.300 bis 5.300 K; tageslichtweiß: über 5.300 K
Schaltfestigkeit	"wie oft schaltbar"	mind. 50.000 Aus-Ein-Schaltungen
Thermomanagement [Wärmeableitung]	"wie heiß"	Eine gute Wärmeableitung ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal, die auch auf die Lebensdauer der LED entscheidenden Einfluss hat. Hochleistungs-LEDs sind daher mit entsprechenden Kühlrippen oder anderen Wärmeableitungen versehen.
Abstrahlwinkel	"wohin leuchtet es"	zB. Punktlicht mit einem Abstrahlwinkel von 10° oder ein breiter wirkendes Licht mit einem Abstrahlwinkel von 60°
Dimmbarkeit	"wie regelbar"	Nicht alle LED-Lampen sind dimmbar, achten Sie auf die Angaben auf der Verpackung.
Energie-Pickerl	"wie stromsparend"	Achten Sie bei Leuchtstofflampen, Hochdruckentladungslampen und LED-Lampen auf das Pickerl. Neu ist das Pickerl für (Haushalts-)Leuchten.

Lumen – das neue Watt

Energieeffiziente Lampen erzeugen genau soviel Licht (Lichtstrom in Lumen) wie herkömmliche Lampen – mit deutlich weniger Strom (Watt). Achten Sie daher beim Lampenkauf auf den Lichtstrom der Lampe in Lumen. Der Lumen-Wert sagt Ihnen, wie hell eine Lampe leuchtet – unabhängig von der Technologie. So können Sie sichergehen, dass die neue Lampe mindestens genau so viel Helligkeit erzeugt, wie zuvor die alte Lampe.

Zur Vereinfachung hilft die grobe Faustformel: **Wattzahl der Glühbirne x 10 ≈ Lumenzahl**

So kann z.B. eine 60-Watt-Glühlampe zumeist durch eine LED-Lampe mit nur etwa 600 Lumen ersetzt werden. Dieser Lichtstrom genügt beispielsweise, da die Lichtverteilungskurve der LED Lampen anders ist und durch die andere Abstrahlung (die LED strahlt nur nach „vorne“ und „verliert“ kein Licht auf der Rückseite), mit weniger Lumen, gleiche Helligkeit auf der zu beleuchtenden Fläche erzielt werden kann.

Worum geht es dabei?

Gibt die Lichtleistung an, also wie hell eine Lampe ist. Achten Sie auf den Leuchten-Lichtstrom, er gibt an, wie viel Licht die komplette Leuchte (und nicht einzelne Komponenten) tatsächlich abgibt.

Lichtstrom (wie hell die Lampe leuchtet) bezogen auf die elektrische Leistungsaufnahme

Leistungsaufnahme (sagt nichts über die Helligkeit aus)

Die Lebensdauer wird meist als Zeitraum definiert, nach welchem die LEDs noch einen Lichtstrom von 70% aufweisen.

Je höher der Wert ist, desto natürlicher werden die Farben unter künstlichem Licht wiedergegeben, bester Wert = 100.

Je nach Anwendungsbereich, gemütliche od. sachliche Stimmung. LED-Licht ist umso energieeffizienter, je höher die Farbtemperatur ist, tageslicht-weiße LEDs haben eine rund 15 % bessere Lichtausbeute als warmweiße LEDs.

Die Lebensdauer hängt kaum vom Ein-/Ausschaltzyklus ab.

LEDs entwickeln kaum Wärme im Lichtkegel, die Wärme entsteht auf der Rückseite der leuchtenden Fläche. Bei hohen Chip-Temperaturen sinken Lichtausbeute und Lebensdauer deutlich.

Oft ist bei LED-Strahler der Abstrahlwinkel kleiner als bei konventionellen Leuchten, ev. sind mehr Strahler erforderlich.

Viele im Handel angebotenen Dimmer sind nur für Lampen ab 20 Watt geeignet, daher können selbst dimmbare LED-Lampen nur gedimmt werden, wenn mehrere zusammen betrieben werden.

Verschiedene Lampen und Leuchten sind mit dem Energie-Pickerl gekennzeichnet.

Glühlampe	Halogenlampe	Energie-sparlampe	LED	Helligkeit in Lumen
25 W	18–20 W	6–7 W	5–6 W	217–249 lm
40 W	28–30 W	8–9 W	7–9 W	410–470 lm
60 W	42–46 W	13–14 W	10–11 W	702–806 lm
75 W	53–57 W	15–18 W	12–13 W	920–1055 lm
100 W	70–77 W	23 W	19–21 W	1326–1521 lm

Lampen variieren je nach Technologie und Lebensdauer unterschiedlich stark an Helligkeit, Um eine vergleichbare Helligkeit während der Nutzung sicherzustellen, sind die Lumen-Werte in den Tabellen unterschiedlich hoch.



Lichtmanagement und -steuerung

Moderne Beleuchtungstechnik sorgt dafür, dass das richtige Licht zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge zur Verfügung steht. Wichtig ist in jedem Fall eine gute Planung und Abstimmung der verschiedenen Lichtregelelemente aufeinander. Die Beleuchtung sollte auch immer gemeinsam mit der Verschattung der Fenster überlegt werden.

Durch Lichtmanagement lässt sich gegenüber unregulierten Systemen bis zu 75 Prozent Strom sparen. Je besser das verfügbare Tageslicht genutzt wird, desto größer ist die erzielbare Einsparung beim Stromverbrauch.

Möglichkeiten der Lichtregelung

Manuelle Bedienung

Viele LEDs und Energiesparlampen für den professionellen Einsatzbereich können auf bis zu 10 % der Ausgangsleistung, Leuchtstofflampen bis zu 1 % des Lichtstroms gedimmt werden.

Bewegungsmelder

Das manuelle Zu- und Abschalten der Beleuchtung kann durch den Einsatz von Zusatzgeräten bequemer werden. Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, wie Bewegungsmelder, Präsenzmelder, Dämmerungsschalter, Treppenhausautomatik oder Zeitschaltuhren.

Oft ist das Licht auch dann eingeschaltet, wenn sich über längere Zeit keine Personen im Raum aufhalten. Hier schaffen Bewegungsmelder Abhilfe, sie registrieren die Anwesenheit/Abwesenheit von Personen mit Hilfe eines Infrarotsensors. Bewegungsmelder lassen sich auch in der Außenbeleuchtung einsetzen: An Wegen, Hauseingängen oder auf Parkplätzen sorgen sie dafür, dass Licht bei Bedarf schnell zugeschaltet wird. Integrierte Dämmerungsschalter stellen sicher, dass die Bewegungsmelder nur in den Dunkelstunden arbeiten.

Präsenzmelder weisen eine höhere Empfindlichkeit als Bewegungsmelder auf und erkennen auch Personen bei sitzender Tätigkeit. Die Einstellung von Bewegungs- und Präsenzmeldern sollte regelmäßig kontrolliert werden.

Zeitschaltuhren sind vor allem für zeitweise stärker frequentierte Bereiche ideal. Mit ihnen wird für fest eingestellte Nutzungszeiten die Beleuchtungsanlage aktiviert.

Bei der "**Treppenhausautomatik**" wird bei manuellem Einschalten der Beleuchtung gleichzeitig ein Zeitrelais aktiviert, das nach Ablauf der eingestellten Zeit die Beleuchtung wieder ausschaltet.





Zentrale Lichtsteuerung

Es gibt eine Reihe von verschiedenen Systemen zur zentralen Lichtsteuerung, u.a. solche, die das vorhandene Stromnetz zur Datenübertragung nutzen und nach Bedarf auch für andere Steuerungsaufgaben, wie Jalousien oder Heizung, verwendet werden können.

- **Digitale Lichtregelung:**

Digitale Vorschaltgeräte können über eine Schnittstelle von einem Computer aus bedient werden. Das DALI-System ("Digital Adressable Lighting Interface") ist ein standardisiertes, digitales Protokoll für dimmbare elektronische Vorschaltgeräte (EVGs). Es steuert das Licht sowie alle daran beteiligten DALI-Komponenten und kann jedes Gerät individuell ansprechen. Das System übernimmt nicht nur das Schalten und Dimmen des Lichts, sondern auch die Steuerung farbiger Lichtinszenierungen oder den Aufbau von Konstantlicht-Regelungen.

DALI kann auch in das übergeordnete Gebäudemanagement eingebunden werden. Bei der Installation bietet DALI den großen Vorteil, dass eine Verdrahtungsänderung nicht notwendig ist. Vielmehr lässt sich das komplette Licht in einem Raum mit nur einem "Gateway"-Knoten steuern.

Hinter DALI stehen führende europäische Hersteller, die eine entsprechende Software zum Downloaden auf ihren Websites anbieten. Mit einer Fernbedienung kann die Beleuchtung dann gesteuert werden.

- **Zentrale Leittechnik – BUS-Systeme:**

Darunter versteht man die Einbeziehung aller Einzelsysteme – wie Heizung, Verschattung etc. – und damit auch der Beleuchtungsanlage in eine intelligente Gebäudesystemtechnik. Es ist möglich, alle notwendigen System-Gruppen miteinander über ein gemeinsames BUS-Netz zu verbinden.

- **Abrufbare Lichtszenen für verschiedene Tätigkeiten**

Dabei werden verschiedene "Beleuchtungsszenen" definiert und vorab gespeichert. Ein klassisches Beispiel sind programmierte Beleuchtungsszenen für Konferenz- und Tagungsräume.

Tageslichtabhängige, automatische Regelung (Lichtsensoren)

siehe nächstes Kapitel „Tageslichtnutzung“

Tageslichtnutzung

Nicht nur aus Energiespargründen, sondern auch um den Sehkomfort zu erhöhen, ist Tageslichtnutzung wichtig. Ein modernes Gebäude sollte einerseits ein Optimum an Tageslicht nutzen und gleichzeitig Blendung und sommerliche Überhitzung durch zu viel Tageslicht vermeiden. Wichtig dabei ist, sicherzustellen, dass Sonnenschutz und Tageslichtnutzung kein Widerspruch sind.

Mit Hilfe von Tageslichtsystemen lässt sich durchschnittlich rund 5 bis 6 Stunden pro Tag elektrisches Kunstlicht ersetzen. Voraussetzung ist ein Lichtregelsystem (Regel-EVGs), das einen gleitenden Übergang vom Sonnenlicht zum künstlichen Licht ermöglicht. Damit ist auch sichergestellt, dass konstant die erforderliche Beleuchtungsstärke erhalten bleibt.



Wichtige Punkte, um hohen Tageslichtanteil zu erreichen:

Einstrahlungswinkel / Grundrissgestaltung

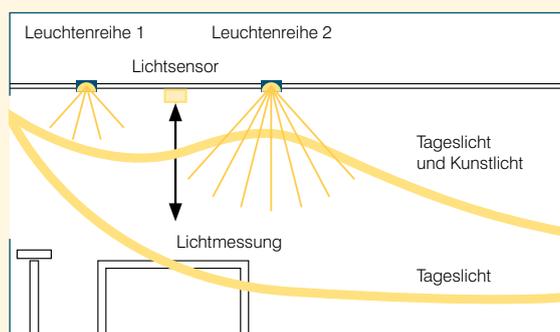
Zur idealen Tageslichtnutzung sollten die Raumtiefen max. 4–5 m betragen. Eine ausreichende Tageslichtversorgung wird nur bis zu einer Entfernung der doppelten Höhe von der Oberkante der Verglasung gewährleistet (zB. Verglasungsoberkante 2,30 m, Tageslichtversorgung bis max. 4,60 m Raumtiefe).

Verglasung

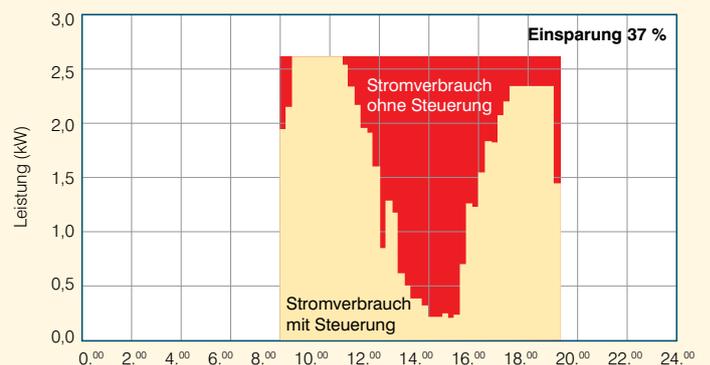
Wichtig ist die richtige Größe und Anordnung der verglasten Flächen, um einerseits ausreichend Tageslichteintrag zu erreichen, andererseits aber sommerliche Überhitzung zu vermeiden. Simulationsprogramme zur Planung helfen dabei. Daneben gibt es zunehmend auch schalt- und regelbare Verglasungen zur Steuerung des Tageslichteinlasses. Sogenannte thermotrophe Systeme schalten bei einer vorgegebenen Temperatur von transparent auf diffus um (zB. Hydrogel-Verbundscheiben).

Sonnenschutz

Lichtlenkende Jalousien lenken das direkt einfallende Sonnenlicht gegen die Decke und verhindern so eine zu starke Blendung. Die Stellung der Jalousielamellen wird dem Sonnenstand entsprechend angepasst. Wichtig ist darauf zu achten, dass durch den Sonnenschutz nicht mehr Kunstlicht erforderlich ist.



Tageslichtabhängige Regelung



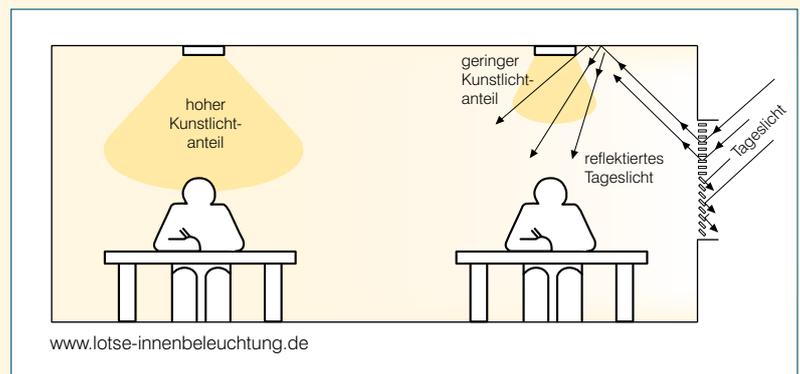
Beispiel: Einsparung durch Lichtsensor

Tageslichtabhängige, automatische Regelung (Lichtsensoren)

Registriert der Sensor im Raum ungenügende Beleuchtungsstärke, schaltet er die Beleuchtung ein bzw. umgekehrt wird die künstliche Beleuchtung reduziert, wenn genügend Licht vorhanden ist. Wichtig für den Einsparerfolg ist die gute Planung und richtige Anbringung der Sensoren und die Abstimmung mit anderen Steuerungselementen (Zeitschaltuhren, Bewegungsmelder, etc.).

Lichtlenkung

Tageslichtnutzung kann auch durch den Einsatz von lichtlenkenden Elementen in den Raum gelenkt werden, zum Beispiel durch Reflektoren, lichtlenkende Verglasungen (Hologramme) oder Lichtrohre. Das so umgelenkte Licht beleuchtet dann den jeweiligen Arbeitsplatz. Wichtig ist dabei auch die Gestaltung der Decke, nur helle, reflektierende Farben können das Tageslicht in die Raumtiefe umlenken.



Möglichkeiten zur Optimierung der Tageslichtnutzung

Was?	Wo & Wie?	Vor- & Nachteile?	
Einbau von transparenten oder transluzenten vertikalen Bauteilen	Fenster, transparente Türen, transparente Garagentore	+ Sichtverbindung nach außen - geringere Raumtiefe - Verschattung durch Bäume o.ä. möglich - Fensterflächen sollten rund 10% der Raumgrundfläche betragen	
Einbau von Lichtlenkssystemen	Lenkjalousien, holografisch-optische Elemente, lichtreflektierende Decken	Zusätzlich zu transparenten Bauteilen + tieferliegende Raumbereiche können erreicht werden + max. Raumtiefe 4-7 Meter + auch bei bedecktem Himmel wirksam - Wartung & Kosten	
Einbau von transparenten horizontalen Bauteilen	Lichtkuppel, Lichtbänder, Sheddächer (Oberlichter)	Oberlichter sollten rund 8% der Raumgrundfläche betragen + dreifach höhere Leuchtdichte als bei Seitenlicht + Nutzung des thermischen Auftriebs zur natürlichen Entlüftung, Rauchabzug - Heizungsverluste durch höhere Wärmedurchgangskoeffizienten	
Einbau von Lichtleitsystemen	Heliostaten, Lichtkamine, Lichtpipes	+ Licht kann weiter als bei Lichtlenkssystemen transportiert werden (bis zu 20 m) + entlegene Räume können mit Tageslicht versorgt werden - nur bei direkter Sonneinstrahlung möglich - hoher technischer Aufwand (Regelung) - keine Doppelnutzung möglich	
Optimierung der bestehenden Bauteile	Ersatz von Glaselementen	Lichtdurchlässigkeitsfaktor sollte mind. 0,65 betragen; auf Wärmedurchgangskoeffizienten achten	

Quelle: Leitfaden für Energieaudits von Beleuchtungssystemen, Lebensministerium

LEDs für verschiedene Einsatzbereiche

Die folgende Übersicht über die Einsatzbereiche Büro, Shops, Hotel & Gastronomie, Betriebshallen und Außenbeleuchtung konzentriert sich auf die Anwendung von LEDs. Natürlich stellen LEDs nicht die einzige Lösung dar und je nach Anwendungsbereich können auch andere Leuchtmittel sinnvoll eingesetzt werden.

Bürobeleuchtung

Im Bürobereich kommen vor allem Deckenleuchten, derzeit vorwiegend Spiegelrasterleuchten und manchmal auch Stehleuchten zum Einsatz. Es werden bisher hauptsächlich Leuchtstofflampen eingesetzt. Inzwischen gibt es aber LED-Bürobeleuchtung am Markt, die alle Anforderungen erfüllen kann und es ist in den nächsten Jahren mit einer starken Zunahme von LED-Bürobeleuchtung zu rechnen.

Effiziente Beleuchtungslösungen und ihre Vorteile in diesem Bereich

LED-Lösungen:

- sehr effiziente Technologie

effiziente Leuchtstofflampen:

- ev. preislicher Vorteil
- sehr gute Standardlösungen verfügbar

Tipps für die Neuplanung der Beleuchtung

- Tageslichtnutzung einplanen
- Sonnenschutz so auslegen, dass Tageslichtnutzung ermöglicht wird
- Beleuchtungsstärke normgerecht auslegen
- Blendung beachten
- Präsenzmelder vorsehen
- Bei Raumgestaltung helle Farben bevorzugen (ist vor allem bei Lichtlenkung wichtig)
- In neuen Büros sollten Werte für den Beleuchtungsenergiebedarf um 10 kWh/m²,a angestrebt werden.

Tipps für die Beleuchtungs-Sanierung

- Achten Sie darauf, dass Lampe, Leuchte und Betriebsgerät zusammenpassen
- Prüfen Sie, ob die Beleuchtungsstärke ausreichend ist
- Nachträgliche Tageslichtnutzung (ev. mittels Lichtsensoren) überlegen
- Reinigung der Beleuchtungskörper regelmäßig einplanen

Tageslichtnutzung und Regelung

- Rund 30% Stromeinsparung durch Tageslichtnutzung, von einfachen Lichtsensoren bis digitaler Lichtregelung gibt es viele Umsetzungsmöglichkeiten
- Dimmbarkeit und getrennte Regelung einzelner Arbeitsbereiche überlegen
- Durch Regelung der Lichtfarbe kann auch die Stimmung verändert werden
- "Dynamische Beleuchtung": Lichtfarbe im Innenraum wird automatisch der Lichtfarbe außen angepasst



Neuplanung der Bürobeleuchtung

Die Ausgestaltung der Beleuchtung von Büroräumen richtet sich nach der jeweiligen Sehaufgabe, also nach den Tätigkeiten, die im jeweiligen Raum ausgeführt werden. Die Norm EN 12464 definiert im Teil 1 "Arbeitsstätten in Innenräumen" Mindestanforderungen für die Beleuchtung von Büroräumen, die jede Beleuchtungsanlage erfüllen muss. Grundsätzlich lassen sich drei Beleuchtungskonzepte unterscheiden.

Raumbezogene Beleuchtung

Hier wird der gesamte Raum, abzüglich eines Randstreifens, gleichmäßig ausgeleuchtet. Sie wird vor allem dann eingesetzt, wenn die Position der einzelnen Arbeitsplätze im Planungsstadium nicht bekannt ist bzw. flexibel sein soll. Im ganzen Raum herrschen demnach annähernd einheitliche Sehbedingungen.

Arbeitsbereichbezogene Beleuchtung

Hier werden Arbeitsbereiche und Umgebungsbereiche unterschiedlich beleuchtet. Sie eignet sich besonders, wenn innerhalb eines Raumes Tätigkeiten mit unterschiedlichen Anforderungen an die Beleuchtung ausgeführt werden sollen, bzw. einzelne Arbeitsinseln optisch voneinander getrennt werden sollen. Die Flexibilität beim Positionieren der Arbeitsplätze ist hier geringer als bei der raumbezogenen Beleuchtung.

Teilflächenbezogene Beleuchtung

Bei der teilflächenbezogenen Beleuchtung werden neben der Grundbeleuchtung bestimmte Teilflächen entsprechend der Sehaufgabe beleuchtet.

Empfohlene Kriterien für die Lebensdauer-Faktoren von Lampen zur Bürobeleuchtung

Betriebsstunden	Lampenlichtstromerhalt	Lampenüberlebensfaktor
2.000	0,97	0,99
4.000	0,93	0,99
8.000	0,90	0,98
16.000	0,90	0,93

Lampenlichtstromerhalt

(Lamp Lumen Maintenance Factor, LLMF):

gibt das Verhältnis zwischen dem nach einer bestimmten Brenndauer (z. B. nach 2.000 Betriebsstunden) ausgesendeten Lichtstrom und dem ursprünglichen Lichtstrom (nach 100 Betriebsstunden gemessenen) an

Lampenüberlebensfaktor (Lamp Survival Factor, LSF):

beschreibt die Ausfallrate von Lampen in Abhängigkeit von der Brenndauer und gibt die verfügbaren Lampen nach einer bestimmten Nutzungsdauer (z. B. 2.000 Betriebsstunden) an

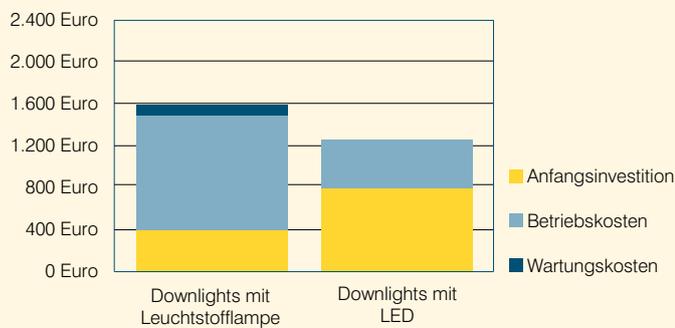
Mit diesen beiden Faktoren kann man beim Lampenkauf bestimmen, ob es für den jeweiligen Bereich wichtiger ist, dass die Ausfallrate möglichst gering ist (hoher "Lampenüberlebensfaktor"), oder ob die Priorität auf konstant hohen Lichtstrom über die Lebenszeit (hoher Faktor "Lichtstromerhalt") gelegt wird.

Beispiel:

Kostenvergleich LEDs und Leuchtstoffröhren in der Gangbeleuchtung

- Beleuchtung eines 20 Meter langen Ganges mit Downlights (2x26 Watt Leuchtstofflampen bzw. 26 Watt LEDs)
- Brenndauer von 12 Stunden täglich, 250 Tage/a
- 10 Betriebsjahre
- Strompreis: 15 Cent/kWh

Gesamtkosten der Anlage



	LED	Leuchtstofflampe
Installierte Downlights	4	4
Leuchtenpreis, gesamt	800 Euro	400 Euro
Wattage, gesamt	104 W	244 W
Wartungskosten	–	100 Euro

Quelle: licht.wissen17, licht.de



Anwendungsbeispiele LED-Beleuchtung



LED Beleuchtung im Bankgebäude

Die RAIKA Rohrbach setzte im Zuge der Sanierung des Bankgebäudes auf LED Beleuchtung, weil Energie gespart werden sollte, wesentlich geringere Wartungskosten im Vergleich zu konventioneller Beleuchtung anfallen und nicht zuletzt wegen des schönen Designs.

Umgesetzt von einem örtlichen Installationsunternehmen wurden Pendelleuchten, Einbau-Downlights, Außenleuchten und Sicherheitsbeleuchtung auf LED umgestellt.

Besonderes Augenmerk wurde auf hochwertige Qualität gelegt.

- Umfassende Sanierung (Jänner – Juni 2014)
- 240 LED Leuchten installiert: Downlights (je 25 W), Bürobeleuchtung (je 60 W), runde LED-Leuchten im Kundenbereich (24-60 W), Notbeleuchtung
- Insgesamt ca. 25 kW LED Lampen installiert
- 40% Einsparung an installierter Lichtleistung im Vergleich zu konventioneller Beleuchtung
- Die Beleuchtung wird zentral über KNX-System gesteuert

Sanierung mit LED

MKW-Kunststofftechnik ist ein Dienstleistungsunternehmen, das sich auf Kunststoff-, Metall- und Oberflächentechnik spezialisiert hat. Hier wird alles von der Idee bis zur Serienreife - von der Konstruktion über den Werkzeugbau bis zur Komplettierung der Baugruppen - aus einer Hand gemacht.

Angeregt durch eine Veranstaltung des OÖ Energiesparverbandes entschloss sich das Unternehmen, auf LED-Beleuchtung zu setzen.

Von November 2013 bis Jänner 2014 wurden im Zuge der anstehenden Beleuchtungssanierung ca. 3000 m² LED Lichtbandleuchten in der Produktions-Lagerhalle und eine LED-Notlicht-Beleuchtung umgesetzt. Auch einige Büros wurden auf LEDs umgestellt.

- LED Lichtbandsystem in der Produktionshalle und in Büros
- neue LED-Zentralanlage für die Sicherheitsbeleuchtung
- Tausch von über 100 Stück T26 Leuchtstoffröhren und ca. 50 Stück Metaldampflampen auf Tecton LED Lichtbandsystem
- Installierte Lichtleistung: 20 kW (alt) – 13 kW (neu), unter Berücksichtigung der Tageslichtnutzung: 6,6 kW
- tageslichtabhängige Lichtsteuerung in Verbindung mit Präsenzmeldern
- Investitionskosten: rund 55.000 Euro (ohne Inbetriebnahmekosten)
- Einsparung über 40% der Stromkosten trotz Anhebung der Beleuchtungsstärke

Betriebshallen

Die Beleuchtung in Produktionshallen hat einen enormen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und Produktivität der dort tätigen Mitarbeiter/innen. Höhere Beleuchtungsstärken reduzieren den Ausschuss und senken die Zahl der Arbeitsunfälle deutlich*.

(* siehe Studien der TU Ilmenau)

Ein wesentlicher Betriebskostenfaktor im Hallenbereich sind auch die teilweise sehr hohen Kosten für den Lampentausch, bedingt durch die großen Raumhöhen und teilweise Unterbrechung von Produktionsprozessen.

Im Hallen-Bereich werden bisher vorwiegend Leuchtstofflampen und Hochdrucklampen eingesetzt. LED-Beleuchtung war bisher meist nicht möglich, da die erforderliche Lichtmenge nicht realisierbar oder zu teuer war.

Effiziente Beleuchtungslösungen und ihre Vorteile in diesem Bereich

LED-Lösungen:

- hohe Effizienz und lange Lebensdauer
- gute Regelbarkeit (ohne Auswirkung auf die Lebensdauer)
- gute Leistung auch bei niedrigen Temperaturen
- eventuell preislich noch teurer

Metallhalogendampflampen:

- Ausleuchtung hoher Hallen mit wenig Lichtpunkten
- geringe Anschaffungskosten
- erzeugen allerdings viel Wärme und sind nur begrenzt regelbar

effiziente Leuchtstofflampen:

- geringe Anschaffungskosten
- bekannteste Technologie und problemlos überall erhältlich

Tipps für die Neuplanung der Beleuchtung

- Achten Sie auf lange Lebensdauer der Lampen und damit geringere Wartungskosten.
- Lassen Sie eine Fachplanung durchführen, damit stellen Sie sicher, dass die Beleuchtung auch alle Anforderungen erfüllt.
- Tageslichtnutzung in jedem Fall einplanen





Beleuchtungsstärke und Farbwiedergabe

Die Anforderungen an die Beleuchtungsstärke können je nach Arbeitsplatz zwischen 300 lux bei geringen Sehanforderungen (z.B. Versand- und Verpackungsbereiche) und 1.500 lux für anspruchsvolle Sehanforderungen wie Elektronik-Prüfstände liegen.

In Lagerhallen müssen meist sehr große Flächen beleuchtet werden. Zum einen müssen Sehaufgaben oftmals nur vorübergehend geleistet werden zum Beispiel bei der Entnahme von Waren und Gütern. Zum anderen liegen in vielen Lagerhallen unterschiedliche Sehaufgaben vor, die unterschiedliche Beleuchtungslösungen erfordern. So sind in Lagerräumen ständig besetzte Arbeitsplätze vorhanden, so müssen sie mit mindestens 200 lx beleuchtet werden, werden an diesen Arbeitsplätzen Bildschirme genutzt, so beträgt die Mindestbeleuchtungsstärke 500 lx.

In der Tabelle sind für ausgewählte Lagerbereiche die geforderten Beleuchtungsstärke und Farbwiedergabeindexwerte angegeben.

	Geforderte Beleuchtungsstärke nach EN 12464-1	Geforderter Farbwiedergabeindex nach EN 12464-1
Lager- und Kühlräume (Vorrats- und Lagerräume)	100 lux	Ra = 60
Lager- und Kühlräume (Versand- und Verpackungsbereiche)	300 lux	Ra = 60
(Hoch-)Regallager (Fahrwege ohne Personenverkehr)	20 lux	Ra = 40
(Hoch-)Regallager (Fahrwege mit Personenverkehr)	150 lux	Ra = 60
(Hoch-)Regallager (Leitstand)	150 lux	Ra = 60
Schlachtereien (Lagerräume und Stallungen)	110 lux	Ra = 80

Quelle: www.lotse-innenbeleuchtung.de



Lichttrohre

Ein Teil des Lichtbedarfs kann durch Lichttrohre gedeckt werden. Sie bringen natürliches Tageslicht vom Dach ins Innere eines Gebäudes.

Über innen verspiegelte Aluminiumrohre wird das Sonnenlicht reflektiert und bei Bedarf in die entlegensten Winkel und Räume eines Gebäudes transportiert.

Beleuchtung von Laderampen

Besondere Anforderungen gelten für die Beleuchtung von Laderampen: Hier sollten die Leuchten so angeordnet werden, dass sie weitestgehend auch die Ladeflächen der Fahrzeuge beleuchten.

Blendung aus der Sicht tiefer stehender Beobachter sollte dabei nach Möglichkeit auf ein Minimum begrenzt werden.



Anwendungsbeispiele LED-Beleuchtung



LED Beleuchtung für Biomasse-Heizkesselproduktion

ETA Heiztechnik stellt Heizkessel für Stückholz, Pellets, Hackgut und Miscanthus her. Die Produktion am Standort Hofkirchen wurde 2012 erweitert. Im Zuge des Ausbaus wurde sowohl das neue Produktionsgebäude als auch eine bestehende Halle mit LEDs ausgestattet. Neben dem ökologischen Aspekt gab es vor allem ökonomische Gründe auf LEDs zu setzen.

Folgende Vorteile der LEDs waren für die Entscheidung maßgeblich: wesentlich geringerer Wartungsaufwand (sehr wichtig bei Betriebshallen mit großen Höhen!), Reduktion des Leistungsbedarfes und kontinuierliche Lichtleistung über Jahre.

- 191 LED-Lampen zu je 145 Watt (Gesamtleistung 27 kW)
- Dimmbare LED Treiber, DALI, Lichtquellen tauschbar
- Betriebsdauer der LEDs: etwa 75.000 Stunden (lt. Herstellerangaben)
- Lichtfarbe Cool White (4.000 K)
- Investitionskosten: rund 150.000 Euro
- Amortisationszeit ca. 8 Jahre (unter Berücksichtigung AfA und Förderung)
- Einsparung:
 - Leistungseinsparung von 30 kW
 - Stromkosteneinsparung rund 13.000 Euro pro Jahr

Zusätzlich zu LEDs gibt es eine 360 kW PV-Anlage am Dach der Halle.



LED Beleuchtung im Fertigteilewerk

Die Systembau Eder produziert Fertigtreppe, Fertigerkeller, konstruktive Betonbauteile, Doppelwandsysteme und Elementdecken für den industriellen und gewerblichen Hochbau. Am Produktionsstandort Kallham arbeiten 100 Mitarbeiter/innen.

Im Herbst 2013 wurde die neue Lagerplatzüberdachung in Kallham mit einer modernen LED-Beleuchtung ausgerüstet, um optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen. Durch die positiven Erfahrungen bei den ersten Tests wurden in dem Zuge auch sämtliche Beleuchtungskörper in der bestehenden Halle 1 auf LED-Technik umgestellt. Die neue Beleuchtung spart nicht nur über 60% Strom ein, sondern liefert auch bessere Lichtverhältnisse an den Arbeitsplätzen.

- LEDs bei neuer Lagerplatzüberdachung und Sanierung mit LED bei einer bestehenden Hallen
- Tageslichtregelung
- 85 Stück LED (für 2 Hallen), je 150-200 Watt
- Installierte Lichtleistung: ca. 14 kW als Ersatz für rund 30 kW Bestand
- Investitionskosten: rund 45.000 Euro
- Stromkosteneinsparung: ca. 10.000 Euro jährlich

Shop-Beleuchtung

Der Shop-Bereich eignet sich auf Grund der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten sehr gut für den Einsatz von LED, in den nächsten Jahren wird hier auch die LED-Beleuchtung dominieren.

Im Shop-Bereich werden zur Grundbeleuchtung derzeit vorwiegend Energiesparlampen oder Leuchtstofflampen und zur Akzentbeleuchtung häufig Strahler, Stromschienen, Hochdrucklampen oder Halogenlampen eingesetzt.

Effiziente Beleuchtungslösungen und ihre Vorteile in diesem Bereich

LED-Lösungen:

- geringere Wärmeentwicklung
- gezielte Beleuchtung möglich
- große Gestaltungsmöglichkeiten
- keine UV-Strahlung (Beleuchtung von empfindlichen Waren)
- geringe Wärmeentwicklung - besondere Eignung für Kühlbereiche

effiziente Leuchtstofflampen, Energiesparlampen:

- erprobte Standardlösung

Tipps für die Neuplanung der Beleuchtung

- nutzen Sie die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten, die LED-Lichtlösungen bieten
- achten Sie auf gute Farbwiedergabe (Ra-Wert der Lampen sollte 90 betragen)

Für LED-Spots gibt es auch Richtwerte für die empfohlene Effizienz (Lumen pro Watt), zum Beispiel:

Produkte	Betriebsspannung	Typische Formen/Bezeichnungen	Lichtausbeute sollte mind. betragen [Lumen/Watt]
E27 und E14 Spots	230 Volt	R50, R63, R80, PAR20, PAR38	40 lm/W
GU10 Spots	230 Volt	MR16, PAR16, AR111	40 lm/W
GU5,3 Spots	12 Volt	MR16	40 lm/W
G53 Spots	12 Volt	AR111	40 lm/W

Quelle: www.topten.ch

Tipps für die Beleuchtungs-Sanierung

- Achten Sie auf lange Lebensdauer der Lampen und geringen Wartungsbedarf.
- Achten Sie auf hohe Effizienz der Lampen, Wärmeentwicklung ineffizienter Lampen ist für Kunden oft sehr störend und muss im Sommer teuer weggekühlt werden.

Anwendungsbeispiele LED-Beleuchtung



Die Fussl Modestraße

Die Fussl Modestraße ist ein österreichischer Familienbetrieb mit Stammsitz in Ort im Innkreis und 150 Filialen in ganz Österreich.

Aus Umweltschutzgründen entschied sich das Unternehmen dafür, besonders stromsparende LED-Beleuchtung in allen Filialen schrittweise einzuführen.

Ziel war eine Reduktion des Strombedarfs um rund 40%, dies wurde erreicht und in manchen Fällen sogar übertroffen!

In den neuen Filialen wurde von Beginn an LED-Beleuchtung eingesetzt, andere Standorte wurden bis Ende 2012 auf LED umgestellt.

- Eingesetzte Lampen und Lichtleistung:
 - Downlights: Wechsel 70 Watt HQI-Lampen auf 28 Watt-LED
 - Wandstrahler: Wechsel von 70 Watt-Lampen auf 2 x 19 Watt LEDs
 - Wechsel von 35 Watt Halogenlampen auf 7 Watt LED-Lampen
 - insgesamt wurden ca. 15.000 Lampen getauscht
- Investitionskosten: 1,5 Mio Euro (Materialkosten für alle Filialen, ohne Arbeitsaufwand)
- Stromeinsparung: 45% jährlich, 470.000 Euro
- Einsparung CO₂: 1.869,2 Tonnen pro Jahr
- Amortisation: 3,3 Jahre (gerechnet ohne Arbeitsaufwand)

SPAR-Supermarkt setzt auf LEDs

Die neue SPAR-Filiale in Linz/Froschberg (800 m² Verkaufsfläche) wurde nach den Kriterien umweltfreundlichen und nachhaltigen Bauens errichtet, da durfte eine LED-Beleuchtung nicht fehlen. Im gesamten Verkaufsmarkt wurde eine tageslichtabhängig steuerbare LED-Beleuchtung umgesetzt.

In einem Supermarkt kommen die Vorteile der LED voll zum Tragen, wie keine Infrarot- und UV-Lichtanteile, ausgezeichnete Lichtausbeute auch bei tiefen Temperaturen (Kühlvitrinen) sowie die lange Lebensdauer.

Der Einsatz von energie- und ressourcenschonenden Technologien reduziert den Energieverbrauch um 50 Prozent im Vergleich zu einem herkömmlichen Supermarkt. Auf Grund der guten Erfahrungen mit LED-Beleuchtung wird diese nun bei allen zukünftigen Um- oder Neubauten des SPAR-Filialnetzes umgesetzt.

- Neubau 2012
- 288 LED-Lampen für die Innenbeleuchtung (15 kW)
- 61 LED Außenlampen (2 kW)
- Tageslichtabhängige Steuerung
- Energieeinsparung: 50% (im Vergleich zu herkömmlicher Supermarkt-Beleuchtung)

Beleuchtung in Hotel & Gastronomie

Im Hotel- & Gastronomie-Bereich werden zur Grundbeleuchtung derzeit vorwiegend Energiesparlampen und zur Akzentbeleuchtung Halogenlampen bzw. Hochdrucklampen (Hallen) eingesetzt. Übliche bisher eingesetzte Beleuchtungskörper sind vor allem Spots, Stromschienen mit Strahler, Wandfluter, Einbauleuchten, Wandleuchten, Raster-Einbauleuchten, Pendelleuchten. Auf Grund der typischerweise hohen Brenndauer im Hotel-/Gastrobereich, wird der LED-Anwendung hier in den nächsten Jahren eine große Bedeutung zukommen.

Effiziente Beleuchtungslösungen und ihre Vorteile in diesem Bereich

LED-Lösungen:

- vielfältige dekorative Lösungen möglich
- geringere Wärmeentwicklung

effiziente Leuchtstofflampen, Energiesparlampen:

- erprobte Standardlösung

Tipps für die Neuplanung der Beleuchtung

- achten Sie auf gute Regelbarkeit und getrennte Schaltkreise

Für LED-Spots gibt es auch Richtwerte für die empfohlene Effizienz (Lumen pro Watt), zum Beispiel:

Produkte	Betriebsspannung	Typische Formen/Bezeichnungen	Lichtausbeute sollte mind. betragen [Lumen/Watt]
E27 und E14 Spots	230 Volt	R50, R63, R80, PAR20, PAR38	40 lm/W
GU10 Spots	230 Volt	MR16, PAR16, AR111	40 lm/W
GU5,3 Spots	12 Volt	MR16	40 lm/W
G53 Spots	12 Volt	AR111	40 lm/W

Quelle: www.topten.ch

Kostenvergleich LED-Spot – Halogen-Spot

Ein Kostenvergleich im Beispiel zeigt: Ein LED-Spot spart in 50.000 Betriebsstunden rund 500 Euro gegenüber einem Halogen-Spot.

	LED-Spot	Halogen-Spot
Kaufpreis	300 Euro	200 Euro
Wattage (W)	3 x 3 W	20 W
Lebensdauer Lampe ca.	50.000 Std.	2.000 Std.
Wartungskosten/Lampenwechsel	–	25 x 20 Euro = 500 Euro
Gesamtkosten bei 50.000 Betriebsstunden und 15 Cent/kWh	368 Euro	850 Euro
Ersparnis	482 Euro	

Quelle: licht.wissen17.de, licht.de, eigene Bewertung

Anwendungsbeispiele LED-Beleuchtung



Landhotel Schicklberg

Das 1A Landhotel Schicklberg**** bietet ein Restaurant (550 Sitzplätze, 250 Plätze im Gastgarten) und ein Seminarhotel mit 74 Zimmern inkl. einem 500 m² großen Wellnessbereich und 8 Seminarräumen.

Vor 7 Jahren wurden LEDs erstmals im Gangbereich ausprobiert und dann in Etappen auf alle anderen Bereiche ausgedehnt. War es anfangs noch schwierig, das im Hotelbereich erwünschte „warme“ Licht (Farbtemperatur um 3.000 K) mit LEDs zu erreichen, stellt das nun kein Problem mehr dar. Auch die Effizienz der eingesetzten LEDs ist im Laufe der Jahre immer besser geworden und beträgt derzeit rund 120 lm/W.

- Die Beleuchtung der 3 Gebäude wurde schrittweise auf LEDs umgestellt.
- 95% der rund 2.000 Lampen im Landhotel sind bereits LEDs
- Getauscht wurden vorwiegend Halogenlampen, 75 W (alt) – 5 W (neu) und Spots, 20 W (alt) – 5 W (neu) sowie Glühlampen, 60 W (alt) – 12 W/5 W (neu)
- Installierte Lichtleistung: 100.000 Watt (alt) – 10.000 Watt (neu)
- Amortisation: rund 1 Jahr (bedingt durch den günstigen LED Einkauf und sehr lange Brenndauer von teilweise bis 22 Stunden am Tag)
- Einsparung:
 - 1.000 Euro/Monat Stromkosten
 - 90% der Lichtleistung



SPES – Erste Versuche mit LEDs

Das Seminarhotel SPES mit der SPES Zukunftsakademie ist Studien-, Bildungs-, Lern- und Begegnungsort. 2013 wurden erstmals LEDs eingesetzt und es wurden die Leuchtmittel im Restaurantbereich auf LEDs umgestellt.

Die Wahl fiel auf LEDs, da die Vorteile der langen Lebensdauer und der damit auch geringeren Wartungskosten überzeugten. Diese effiziente Technologie passt auch zum Leitbild des Passivhaus-Gebäudes. Auch wurde im Zuge einer Veranstaltung der Energiespargemeinden über LEDs informiert.

Auch wurde im Zuge einer Energiespargemeinden-Veranstaltung über LEDs informiert und diese effiziente Technologie passt zum Leitbild des Passivhaus-Gebäudes.

- Tausch von 40 Leuchtmittel
- Einsatz von LED Downlights, teilweise dimmbar
- Reduktion der installierten Lichtleistung von 40 Watt auf 7 Watt

Außenbeleuchtung

Eine zentrale Aufgabe der Außenbeleuchtung von Betriebsgebäuden ist es, Arbeitssicherheit und die Sicherheit der Mitarbeiter/innen auf dem Arbeitsweg zu gewährleisten. Sie soll außerdem das Unternehmen präsentieren und das Firmengelände gegen Einbruch, Diebstahl und Vandalismus schützen. Eine Außenbeleuchtung prägt unweigerlich das Erscheinungsbild eines Unternehmens. Sie sollte das Firmengelände daher in einem "freundlichen Licht" erscheinen lassen und ev. repräsentative Akzente setzen. Die Blendung von Fahrzeugführern und Fußgängern auf vorbei führenden Straßen und Wegen sollte vermieden bzw. minimiert werden.

Typische Beleuchtungskörper im Außenbereich sind derzeit vor allem:

- Mastleuchten mit hocheffizienten Reflektoren und klarer Glasabdeckung zur punktgenauen Beleuchtung von Straßenoberflächen
- Dekorative Mastleuchten mit klarem oder diffusem Glaskörper für stimmungsvolle Beleuchtung

und bei Fassadenbeleuchtung:

- Linienleuchten für Fassadenmontage
- Scheinwerfer zur flächigen oder punktförmigen Anstrahlung (Spot und Flood)
- Runde und quadratische Bodeneinbauleuchten für Streiflichtbeleuchtung
- Adressierbare Leuchten oder Leuchten-Netzwerke für Fassadenmontage

Anforderungen an die Beleuchtungsqualität bei Fassadenbeleuchtung:

- Zusammenführung von Licht und Medien
- Instrument zum Stadtmarketing
- Adressierbarkeit zur Aufbereitung von Informationen

Effiziente Beleuchtungslösungen und ihre Vorteile in diesem Bereich

LED-Lösungen:

- sehr gute Regelbarkeit
- hohe Effizienz
- lange Lebensdauer, geringe Wartung
- volle Leuchtkraft auch bei Minustemperaturen
- kein UV/IR-Anteil

Halogen-Metaldampflampen (mit Keramiktechnologie)

- gute Farbwahrnehmung, warmweiße Lichtfarbe für verringerten Insektenflug günstig
- auf lange Lebensdauer achten

Natrium-Dampflampen:

- gute Effizienz, aber schlechte Farbwiedergabe

Tipps für die Neuplanung der Beleuchtung

- Im Außenbereich werden bei neuen Beleuchtungslösungen bereits überwiegend LEDs eingesetzt.
- Temperaturempfindlichkeit der eingesetzten Lampen beachten
- Auf lange Lebensdauer und Wartungsfreiheit achten
- Gute Planung ist wichtig, nicht zu viel und nicht zu wenig Licht

Lichtverschmutzung

Ein Übermaß an Licht – durch Straßenbeleuchtung, durch das Anstrahlen von Gebäuden, durch Werbetafeln oder durch Effektbeleuchtung im Hausgarten – ist für den Naturhaushalt ein störender Faktor. LED-Lampen sind relativ insektenfreundlich. Ihr Licht strahlt kaum in jenen Frequenzbereichen, für die Insektenaugen besonders empfindlich sind. Zudem locken LED weniger Insekten an, da sie kein Streulicht in die Umgebung ausstrahlen.

Tipps zur Reduzierung des Einflusses der Beleuchtung auf den Naturhaushalt:

- Wahl des Standortes der Beleuchtungsanlagen: ökologisch empfindliche Lebensräume sollten vom Lichtschein nicht erreicht werden
- Licht soll möglichst direkt nach unten strahlen
- Auf die flächenhafte Ausleuchtung heller Fassaden nach Möglichkeit verzichten
- Leuchten möglichst niedrig installieren
- Insektendichte Leuchtgehäuse verwenden
- Beleuchtungsanlagen nur zu den erforderlichen Zeiten betreiben, jahres- und tageszeitabhängige Schaltungen nutzen

Tipps für die Beleuchtungs-Sanierung

- keine "Plug-in" Lösungen (ab 2015 nicht mehr zulässig)
- Vorsicht beim Umrüsten (Lampe und Elektronik wird getauscht), ev. Verlust der Typengenehmigung (Prüfzeichen) der Leuchte (Haftungsfragen)
- Ideal sind Komplettlösungen, d.h. eine komplette Erneuerung der Leuchte (inkl. Vorschaltgerät, Reflektor und Lampe)

Anwendungsbeispiele LED-Beleuchtung



LED Beleuchtung für 13 Fußballfelder

Am Flughafen Linz wurde 2013 die alte Vorfeldbeleuchtungsanlage für die im Freien abgestellten Luftfahrzeuge auf ein modernes Beleuchtungssystem umgerüstet. Aus Energiespargründen wurde dabei der LED-Technologie gegenüber der konventionellen Scheinwerfertechnologie der Vorzug gegeben. Das auszuleuchtende Areal umfasst 150 x 600 Meter, was der Größe von 13 Fußballfeldern entspricht. Im Jahr 2013 wurde auch das neue Frachtterminal 5 zur Gänze mit einer LED – Beleuchtungsanlage (Büro, Halle, Außenbereiche) ausgestattet.

- 13 Schleuderbetonlichtmasten, 2 Stahlmasten
- Lichtfarbe 6500 K kaltweiß
- Installierte Lichtleistung Bestand alt (Halogen): 82,8 kW (gemessen: 70 kW)
- Installierte Lichtleistung neu (LED): 40 kW (ohne Berücksichtigung der Alterung)
- Reduktion der Anschlussleistung (gemittelt über die 14 Jahre): rund 45,6%
- Investitionskosten: 510.343,52 Euro (13 LED-Paneele auf Betonmasten, 6 LED Scheinwerfer auf Stahlmasten bzw. Dachattika + Planung),
- Einsparung Stromkosten: 16.790 Euro/a (= 50,5 %, gemittelt auf die 14 Jahre) + Einsparung durch kleinere Kabelquerschnitte (ca. 70.000 Euro)
- stufenlose Regelung, punktgenaue Zonen-Ausleuchtung durch projektoptimierte Linsensysteme, blendfreie Abstrahlung, sehr lange Lebensdauer der Leuchtmittel (mind. 50.000 Betriebsstunden) und dadurch Reduktion des Wartungsaufwandes, einfach regelbare automatisierte Betriebsweise (Schnittstelle Gebäudeleittechnik), Dimmung auf 50% Beleuchtungsstärke, Nachtbeleuchtungseinstellung mit nur ca. 10 % Stromverbrauch



LED-Beleuchtung in der Tiefgarage

Die Beleuchtung der Tiefgarage der Oberbank Zentrale in Linz an der Donaulände wurde im Zuge der Sanierung auf LED umgestellt.

2013 wurden bei der 2-geschoßigen Tiefgarage die veraltete Beleuchtungsanlagen ausgetauscht und aus Energiespargründen auf LED gewechselt.

- Tausch von 250 Stück LED Wannenleuchten
- Installierte Lichtleistung: 16,5 kW (vor Sanierung), 6,25 kW (nach Sanierung)
- zeitgesteuerte Regelung in Verbindung mit Bewegungsmeldern
- Investitionskosten: ca. 50.000 Euro
- Einsparung Stromkosten: 2.500 Euro/a

Wirtschaftlichkeit – rechnen sich LEDs?

Die Wirtschaftlichkeit der LED-Beleuchtung hängt von der Anwendung ab. Eine LED-Beleuchtung in einem Restaurant oder Geschäft mit rund 4.000 Betriebsstunden pro Jahr kann sich in wenigen Jahren rechnen, LED-Lampen für Anwendungsbereiche mit geringen Betriebsstunden weisen zurzeit noch längere Amortisationszeiten auf. Entscheidend für eine wirtschaftliche Bewertung ist eine Betrachtung der gesamten Kosten über die Lebenszeit der Lampe/Leuchte.

Im Wesentlichen hängen die Gesamtbetriebskosten einer Beleuchtungsanlage von folgenden 3 Faktoren ab:

- Lampenkosten
- Energiekosten
- Kosten für Lampentausch

$$\text{Lampenkosten pro Jahr} = \frac{\text{Kaufpreis der Lampe} \times \text{Betriebsstunden/Jahr}}{\text{Lebensdauer}}$$

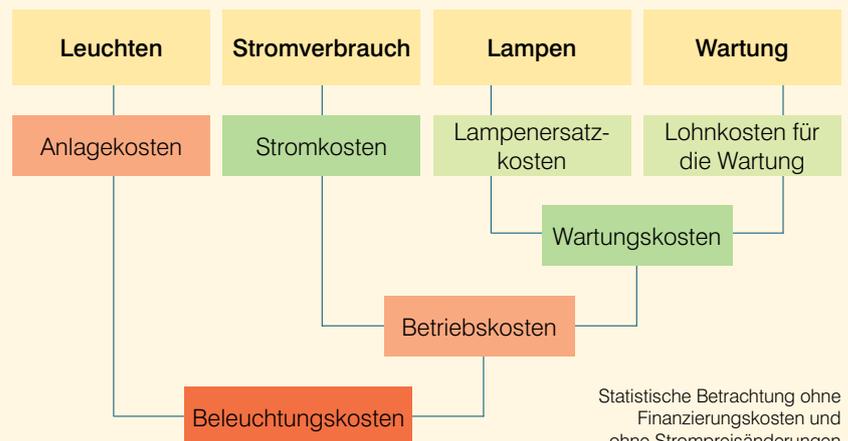
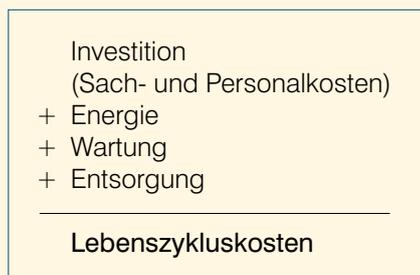
$$\text{Energiekosten pro Jahr} = \frac{\text{Preis/kWh} \times \text{Wattleistung der Lampe} \times \text{Betriebsstunden/Jahr}}{1000}$$

$$\text{Kosten pro Lampentausch pro Jahr} = \frac{\text{Wartungskosten für Austausch einer Lampe} \times \text{Betriebsstunden der Lampe/Jahr}}{\text{Gruppenwechselintervall}}$$



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mittels Lebenszykluskosten

Neben den Investitionskosten berücksichtigen Lebenszykluskosten (LZK) alle während der Lebenszeit einer Beleuchtungsanlage anfallenden Kosten wie Energie-, Wartungs-, Reinigungs- und Entsorgungskosten. Die wirtschaftliche Attraktivität einer Maßnahme ergibt sich aus dem Vergleich der Lebenszykluskosten der neuen mit der alten Anlage bzw. verschiedener neuer Anlagen untereinander.



Energieausweis und Leni – Beleuchtung im Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

Der Energieausweis für Nicht-Wohngebäude umfasst auch die Angabe des Beleuchtungsenergiebedarfes. Das Berechnungsverfahren für den Beleuchtungsenergiebedarf ist in der ÖNORM EN 15193: "Energetische Bewertung von Gebäuden – Energetische Anforderungen an die Beleuchtung" festgelegt, default-Werte findet man in der ÖNORM H 5059.

Der Energiebedarf für die Beleuchtung fließt auch 2-fach in die Berechnung der Energiekennzahl ein: Er wird sowohl bei der Berechnung des Heizwärmebedarfes als auch des Kühlbedarfes (Beleuchtung ist eine "innere Wärmelast") berücksichtigt.

Beispiel:

- **Zone 1 – neues Büro:** Leuchtstofflampe (T16), Pendelleuchte, EVG, Leuchtenwirkungsgrad von 94%, Tageslicht- und Präsenzsteuerung, Konstantlichtsteuerung
- **Zone 2 – Eingangsbereich:** Halogen-Niedervoltlampe, Deckeneinbauleuchte, EVG, Leuchtenwirkungsgrad von 69%, Präsenzsteuerung

Vergleich der Kennwerte	Zone 1 – Büro	Zone 2 – Eingang
spez. elektrische Leistung [W/m ²]	6,21	38,00
Gesamtleuchtenleistung [kW]	16,18	3,15
Gesamtenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	42.827	7.585
LENI [kWh/m ² a]	16,44	91,52
Wärmelast [W/m ²]	6,21	38,00
Wärmelast Heizwärmebedarf [W/m ²]	3,11	19,00
Wärmelast Kühlbedarf [W/m ²]	6,21	38,00

Benchmark-Werte (LENI) für den Beleuchtungsenergiebedarf lt. ÖNORM H 5059

Der Lighting Energy Numeric Indicator beschreibt den Energiebedarf für Beleuchtung pro Quadratmeter und Jahr in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie.

Diese Referenzwerte sind Richtwerte für bestehende Anlagen und **keine** Zielwerte für neue Beleuchtungsanlagen.

Gebäudenutzung	LENI [kWh/m ² a]
Bürogebäude	32,2
Kindergarten und Pflichtschulen	24,8
Höhere Schulen und Hochschulen	24,8
Krankenhäuser	82,3
Pflegeheime	50,7
Pensionen	34,6
Hotels	65,1
Gaststätten	27,1
Veranstaltungsstätten	27,1
Sportstätten	37,9
Verkaufsstätten	70,6
Hallenbäder	37,9

Beleuchtungsplanung

Welches Licht benötigen Sie?

Überlegen Sie vorab, welche Anforderungen an die Beleuchtung des Betriebsgebäudes gestellt sind, was ist dabei wichtig?

- punktuelle Beleuchtung (gerichtetes Licht) oder allgemeine Raumausleuchtung?
- lange Lebensdauer der Lampen (um häufigen Lampentausch zu vermeiden und damit geringe Wartungskosten)
- möglichst hohe Energieeffizienz und damit geringe Betriebskosten (insbesondere bei sehr vielen Lampen und / oder langer Brenndauer)
- den individuellen Bedürfnissen angepasste Lichtregelung – was soll die Steuerung können? Wieviel Automation in der Lichtregelung möchten Sie?
- Tageslichtnutzung richtig einplanen
- dekoratives Licht, Gestaltung mit Licht, mit Licht Stimmung erzeugen

Beleuchtung als Gesamtkonzept begreifen

Energieeffiziente Beleuchtung umfasst mehr als LED-Lampen, idealerweise werden effiziente Beleuchtungslösungen als Gesamtkonzept mit folgenden Elementen umgesetzt:

Erfüllung der Beleuchtungsnormen, hohe Qualität

- Beleuchtungsstärken lt. ÖNORM EN 12464-1 abhängig von der Tätigkeit
- hohe Qualität und garantierte Lebensdauer

Leuchtmittel (Lampe):

- möglichst hohe Lichtausbeute (lm/W)
- Energie-Pickerl
- Lebensdauer
- Lichtfarbe (Kelvin)
- Farbwiedergabe (Ra)

Vorschaltgeräte:

- nur elektronische Vorschaltgeräte (EVG) einsetzen

Leuchten (Beleuchtungskörper):

- optimale Leuchtenreflektoren
- keine Blendung (Blendungsbegrenzung UGR)
- möglichst hoher Direktanteil
- hoher Leuchtenbetriebswirkungsgrad

Lichtregelung (Steuerung):

- tageslichtabhängig (Lichtsensor, Tageslichtlenkung)
- Bewegungsmelder
- zentrale Lichtsteuerung

Raum:

- bei der Raumgestaltung helle Farben bevorzugen

Wartung:

- Wartungswert der Beleuchtungsstärke berechnen (Em)



Gütemerkmale der Beleuchtung

Abhängig von den unterschiedlichen Tätigkeiten unterscheiden sich auch die Sehaufgaben in ihren Anforderungen.

„Gute“ Beleuchtung wird unter anderem durch die folgenden Gütemerkmale beschrieben:



Blendung:

Blendung kann die Sehleistung erheblich herabsetzen und ist daher zu begrenzen. Man unterscheidet:

Direktblendung: zu hohe Leuchtdichten durch ungeeignete, falsch angebrachte oder direkt strahlende Leuchten, siehe auch UGR-Faktor in der Planung (Unified Glare Rating, ÖNORM EN 12464-1).

Reflexblendung: Blendung durch Spiegelung des Lichts an glänzenden Oberflächen (wie zB. Bildschirmen).

Leuchtdichte- verteilung:

- Große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld sollten vermieden werden, als Faustregel gilt, dass das Leuchtdichteverhältnis zwischen Arbeitsfläche und dem Umfeld kleiner als 3 : 1 sein sollte.
- Weiters sollten zu starke, aber auch zu schwache Kontraste vermieden und die Beleuchtung auf Farbgebung und Oberflächenbeschaffenheit der Raumausstattung abgestimmt werden.

Lichtrichtung, Schatten:

- wird bestimmt durch die Anordnung und Licht- verteilung der Leuchten
- zu wenig und zu viel Schatten soll vermieden werden
- richtige Anwendung: ausgewogene Schatten mit weichen Rändern
- Leuchten so montieren, dass sie in dieselbe Richtung wie das Tageslicht strahlen
- bei Rechtshändern sollte das Licht von der linken Seite einfallen und umgekehrt

Flimmern:

- darunter ist die zeitliche Welligkeit des Lichts gemeint, die unter einer bestimmten, für den Menschen wahrnehmbaren Frequenz liegen sollte.

Wartungsplan - Was muss gewartet werden?

Nach EN 12464 umfasst Lichtplanung stets auch die Erstellung eines Wartungsplans. Er legt fest, welche Komponenten des Beleuchtungssystems in welchen Intervallen gewartet werden.

Der Wartungswert beschreibt den Mittelwert der Beleuchtungsstärke, der nicht unterschritten werden darf. Bei der Projektierung einer Beleuchtungsanlage ist zu berücksichtigen, dass Leuchten, Lampen und Räume im Laufe der Zeit altern und verschmutzen. In der Folge nimmt die Beleuchtungsstärke ab. Um diesen Verlust zu kompensieren, muss jede Neuanlage mit höheren Beleuchtungs- stärke ausgerüstet sein (= Neuwert).

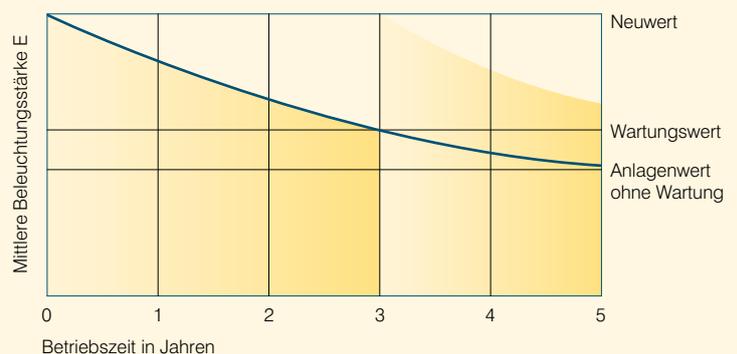
Der Lichtplaner berücksichtigt die Abnahme der Beleuch- tungsstärke durch den sogenannten Wartungsfaktor:

$$\text{Wartungswert} = \text{Wartungsfaktor} \times \text{Neuwert}$$

Je höher der Wartungsfaktor einer Anlage, d. h. je größer die erforderlichen Wartungsintervalle, desto geringer ist die erforderliche Anfangsleistung einer Beleuchtungs- anlage.

Dies senkt nicht nur Stromverbrauch und -kosten, sondern reduziert auch den Wartungsaufwand und die damit verbundenen Kosten.

Wartungswert



Beispiel: Wartungsintervall 3 Jahre

Quelle: licht.de

Beleuchtungssanierung

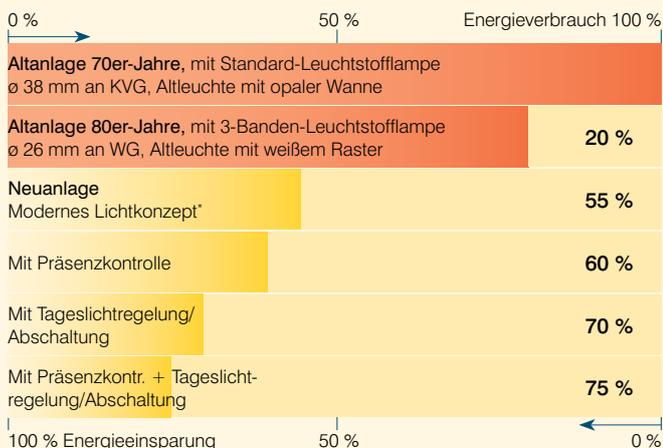
Das größte Einsparpotenzial kann in der Regel durch komplette Erneuerung der Beleuchtungsanlage (Lampen, Leuchten, Regelung) erreicht werden, Einsparungen bis zu 75 % sind dabei möglich. Allerdings erfordert die komplette Erneuerung meist einen hohen Investitionsaufwand und es gibt auch Möglichkeiten, eine bestehende Beleuchtungsanlage zu optimieren und Einzelmaßnahmen umzusetzen.

Kennzahlen helfen beim Vergleich

Benchmarks bieten eine einfache Möglichkeit, den Energieverbrauch einer Beleuchtungsanlage mit anderen Anlagen zu vergleichen und zu bewerten. Im einfachsten Fall wird dabei die elektrische Leistungsaufnahme der Beleuchtungsanlage ins Verhältnis zur beleuchteten Fläche gesetzt. Die daraus ermittelte Kennzahl (angegeben in W/m^2) kann dann mit Benchmark-Werten moderner, effizienter Beleuchtungssysteme verglichen werden. So lässt sich abschätzen, welche Einsparpotenziale durch die energetische Modernisierung von Beleuchtungsanlagen im Bestand erzielt werden können.

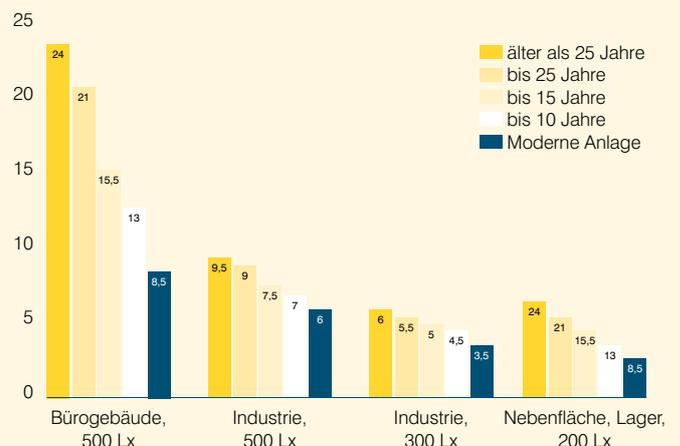
Liefert eine Altanlage keine normgerechte Beleuchtung, ist der Benchmark W/m^2 alleine nicht aussagekräftig. In diesem Fall sollte die Beleuchtungsstärke der Altanlage auf jeden Fall gemessen und entsprechend beim Vergleich berücksichtigt werden.

Sparpotenziale Innenbeleuchtung



* Leuchtstofflampe ø 15 mm an EVG mit sehr geringer Verlustleistung, energieeffiziente direkt oder direkt/indirekt strahlende Leuchten mit moderner Lichtlenktechnik.
Quelle: licht.de

Spezifischer Stromverbrauch in W/m^2 in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Anlagenalter



Vergleich der Kennwerte einer Bestandsanlage mit den Kennwerten einer modernen, effizienten Anlage für einige ausgewählte Anwendungsfälle.
Quelle: www.lotse-innenbeleuchtung.de

Ist-Analyse

Um eine möglichst vollständige Übersicht der tatsächlich anfallenden Betriebskosten einer Beleuchtungsanlage zu erhalten, sollten die technischen Daten der Beleuchtungsanlage systematisch erfasst werden. Es bietet sich grundsätzlich an, die Daten digital aufzubereiten (z.B. MS Excel). So kann die Übersicht stets ohne größeren Aufwand aktualisiert werden.

Damit eine vollständige technische bzw. wirtschaftliche Bewertung der Beleuchtungsanlage erfolgen kann, sollten folgende Parameter erfasst werden:

- Anzahl der Leuchten eines Typs
- Bestückung der Leuchten
- verwendete Leuchtmittel
- Systemleistung
- Lampenlebensdauer
- der vom Hersteller angegebene Lampenlichtstromrückgang
- Lampenausfallrate
- Betriebsstunden pro Jahr
- Reinigungszyklus
- Zyklus für den Lampentausch
- Wartungsfaktor
- sowie der resultierende Wartungsfaktor für das System

Worauf ist bei der Sanierung von Beleuchtungsanlagen zu achten?

- richtige Beleuchtungsstärke
- gute Lichtqualität (kein Flimmern, keine Blendung, Lichtfarbe, Farbwiedergabe)
- beim Austausch einzelner Lampen (direkter Ersatz ohne Wechsel der Leuchte), darauf achten, dass die neuen Lampen und die alten Leuchten kompatibel sind

Schritte bei der Sanierung

Erhebung der Ist-Situation:

- Welche Leuchten & Lampen sind im Einsatz?
- Welche Regelung gibt es?
- Sind die Beleuchtungskörper defekt?
- Welche Beleuchtungsstärke wird derzeit erzielt?



Welche Beleuchtungsstärke ist in welchen Bereichen erforderlich?

- Beleuchtungsstärke der Tätigkeit anpassen und normgerecht auslegen



Verschiedene Lösungen überlegen:

- LEDs und andere effiziente Lösungen vergleichen
- Nur Austausch einzelner Lampen oder Austausch der Beleuchtungskörper?
- Steuerungsgeräte vergleichen
- Nachrüstung von Reflektoren bei Leuchtstofflampen überlegen



Welche Regelung kann und soll eingesetzt werden?

- Kann Tageslichtnutzung nachträglich umgesetzt werden (Tageslichtsensoren)?
- Wie hoch soll der Automatisierungsgrad sein?
- Nachrüstung von Dimmern, Bewegungsmeldern etc.



Nachbetreuung sicherstellen:

- Wer ist für die Wartung und Reinigung verantwortlich?

Optimierung der Regelung & nachträgliche Tageslichtnutzung

Prüfen Sie die Möglichkeiten, die Regelung Ihrer Beleuchtung, insbesondere auch in Hinblick auf Tageslichtnutzung zu verbessern. Hier sind oft mit einfachen Maßnahmen (z.B. Lichtsensoren, Bewegungsmelder, etc.) Einsparungen von 25-35% erreicht. Die künstliche Beleuchtung wird nach Tageslichtanteil geregelt. Lichtsensoren erfassen die Lichtmenge im Raum, die Beleuchtungsstärke, und regeln das Licht automatisch auf das vorab eingestellte Beleuchtungsniveau (Konstantlichtregelung).

LED Lampen als Ersatz für Leuchtstoffröhren

Hinweise zum Einsatz von zweiseitig gesockelten LED-Lampen mit Sockeln G13:

1. Retrofit-Lampen:

Beim Ersatz durch LED-Retrofit-Lampen muss der vorhandene Starter ausgetauscht oder entfernt werden, wenn der Hersteller dies angibt. Dabei wird die Leuchte nicht umgebaut. Für zweiseitig gesockelte Retrofit-LED-Lampen ist eine Sicherheitsnorm in Vorbereitung (EN 62776 "Zweiseitig gesockelte LED-Lampen für Allgemeinbeleuchtung – Sicherheitsanforderungen").

2. Konversions-Lampen:

Hier werden nicht nur die Leuchtstofflampe und der Starter ausgetauscht, es sind darüber hinaus technische Eingriffe in der Leuchte nötig. Eine Umrüstung von Leuchten für den Betrieb von Konversions-Lampen darf nur durch Fachpersonal durchgeführt werden. Durch den Umbau der Leuchte geht die sicherheitstechnische Verantwortung auf den Umbauenden über. An jeder umgebauten Leuchte müssen Prüfungen erfolgen, die nachweisen, dass die Leuchte sicher ist. Es wird empfohlen, VDE 0701-0702 ("Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit") anzuwenden. Die umgebaute Leuchte muss mit einem neuen Typenschild versehen werden.

3. Arbeitsweise und Energieeffizienz von zweiseitig gesockelten LED-Lampen:

Die LED-Lampen weichen in ihren Arbeitsweisermerkmalen von Leuchtstofflampen ab, das kann dazu führen, dass die Eigenschaften von Beleuchtungsanlagen verändert werden. Deshalb sollte vom Betreiber überprüft werden, ob die lichttechnischen Eigenschaften der Beleuchtungsanlage noch den geforderten Vorgaben (z. B. nach EN 12464-1 "Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen") oder gemäß Arbeitsstättenrichtlinie, erfüllt werden.

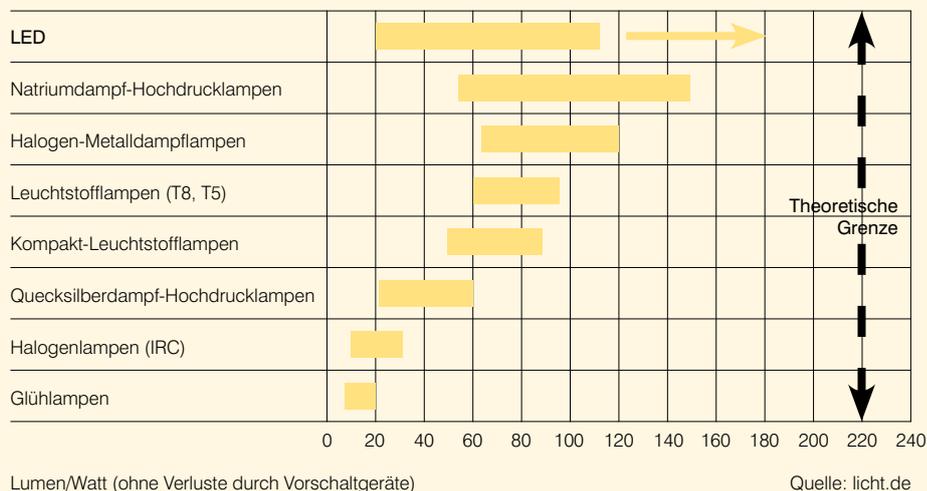
Quelle: www.zvei.org



Andere Lampen

Den wichtigsten Bestandteil von Beleuchtungslösungen stellen die Beleuchtungsmittel - die Lampen - dar. Für die verschiedenen Lampen-Arten sind jeweils Lampen in verschiedenen Qualitätsstufen am Markt erhältlich. Lampen für den professionellen Anwendungsbereich haben im Regelfall im Vergleich zu Lampen für den privaten Einsatzbereich eine wesentlich längere Lebensdauer. Trotz höherer Anschaffungskosten rechnen sich effiziente Lampen in der Regel über die längere Lebensdauer und die höhere Lichtausbeute.

Vergleich der Effizienz von Lichtquellen



Obwohl es bereits LEDs für alle Einsatzbereiche gibt, finden auch traditionelle Lichtquellen in manchen Bereichen noch eine sinnvolle Anwendung und werden uns in den nächsten 10-20 Jahren noch begleiten.

Überblick: Eigenschaften "konventioneller" Lampen

Lampentyp	Lebensdauer [Stunden]	Lichtausbeute [lm/W]	Farbwiedergabe [Ra]	typische Anwendungsbereiche	Anmerkung
Halogenlampen (IRC-Halogen)	2.000 (4.000–5.000)	12–25 (20–30)	100	Shop, Flur, Lobby, Restaurant, Bar, Gästezimmer, Badezimmer, Privathaushalt	Bei Austausch auf Infrarotbeschichtung (IRC) achten (30 % Einsparung); Wechsel auf LED empfohlen
Natriumdampf-Hochdrucklampen	15.000–20.000	55–150	25	Werkshallen, Straßenbeleuchtung	hohe Lichtausbeute aber schlechte Farbwiedergabe ("gelbes Licht")
Halogen-Metaldampflampen	10.000–15.000	70–115	80–95	Eingangsbereich, Flur, Shop-Beleuchtung, Auslagen, Industriehallen, Sportanlagen, Anstrahlungen, Straßenbeleuchtung, Parkplätze	Metaldampflampen mit keramischen Brenner ersetzen Quarzmethyl-Halogendampflampen (direkter Wechsel)
Kompakt-Leuchtstofflampen (Energiesparlampen)	6.000–15.000	45–80	80–90	fast überall als direkter Ersatz für Glühlampen möglich	auf hohe Qualität (Schaltfestigkeit, kurze Anlaufzeit, hohe Lebensdauer, etc.) und richtiges Modell für jeweiligen Anwendungsbereich (Lichtfarbe, dimmbar, etc.) achten
T5 Leuchtstofflampen (16 mm)	20.000–30.000	67–110	80–90	Büro, Gänge, Küche, Lobby, Arbeitsräume	"alte" T8-Lampen (26 mm) austauschen, T5-Modelle effizienter

Leuchten

Die Leuchte trägt das Leuchtmittel (Beleuchtungskörper) und dient zur Verteilung des Lichts.

Arten von Leuchten

Es ist üblich, Leuchten gemäß ihrer Verwendung (z.B. Hallenleuchten, Straßenleuchten, Büroleuchten, Strahler etc.) oder gemäß ihrer Montage (z.B. Pendelleuchte, Mastleuchte, Einbau- oder Aufbauleuchte, Lichtband, Stehleuchte etc.) zu beschreiben.

Leuchtenbetriebswirkungsgrad

- Bezeichnet das Verhältnis des gesamten durch eine Leuchte emittierten Lichtstroms zum abgegebenen Lichtstrom der eingesetzten Lampen
- Erhöhung des Betriebswirkungsgrades durch hochglänzende Spiegelreflektoren, Erhöhung des Reflexionsgrades.

Leuchten	Leuchtenbetriebswirkungsgrad
Leuchte mit opaler Abdeckung, alt	50 %
Leuchte mit prismatischer Abdeckung, alt	55 %
Leuchte mit Prismenoptik, neu	77 %
Dir.-indir. Sekundärreflektorleuchte, neu	67 %
Büroarbeitsplatz-Leuchte mit hochglänzendem Parabolspiegelraster, neu	83 %
LED-Leuchte	100 %

Das EU-Energielabel für Leuchten

Zusätzlich zum EU-Energielabel für Lampen wurde auch eine Kennzeichnung für Leuchten eingeführt (Verordnung (EU) 874/2012). Damit soll sichergestellt werden, dass bereits beim Kauf einer Leuchte erkennbar ist, wie energieeffizient das dazu passende Leuchtmittel ist.

Werden Leuchten gemeinsam mit einem Leuchtmittel verkauft, muss auch die Energieeffizienzklasse des beige-packten Leuchtmittels angegeben sein. Das EU-Energielabel für Leuchten ist seit März 2014 für alle Beleuchtungsprodukte im Rahmen der Verordnung (EU) 874/2012 verpflichtend.

Kennzeichnungsbeispiele

<p>Diese Leuchte ist geeignet für Leuchtmittel der Energieklassen:</p> <p>A+ A A B C D E</p> <p>874/2012</p>	<p>Diese Leuchte enthält eingebaute LED-Lampen.</p> <p>A+ A A B C D E</p> <p>LED</p> <p>Die Lampen können in der Leuchte nicht ausgetauscht werden.</p> <p>874/2012</p>	<p>Diese Leuchte enthält eingebaute LED-Lampen und hat Fassungen für Leuchtmittel der Energieklassen:</p> <p>A+ A A B C D E</p> <p>LED</p> <p>Die Leuchte wird verkauft mit einem Leuchtmittel der Energieklasse: C</p> <p>874/2012</p>	<p>Diese Leuchte enthält eingebaute LED-Lampen und hat Fassungen für Leuchtmittel der Energieklassen:</p> <p>A+ A A B C D E</p> <p>LED</p> <p>Die LED-Lampen können in der Leuchte nicht ausgetauscht werden.</p> <p>874/2012</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vom Verbraucher austauschbare Lampen • Die Leuchte ist mit allen Energieeffizienzklassen kompatibel • die Lampen sind nicht im Lieferumfang der Leuchte enthalten 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Leuchte enthält nur nicht austauschbare LED-Module 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Leuchte enthält nicht austauschbare LED-Module • Die Leuchte enthält Fassungen für vom Verbraucher austauschbare Lampen • Die Lampen sind im Lieferumfang enthalten 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Leuchte enthält nicht austauschbare LED-Module • Die Leuchte enthält Fassungen für vom Verbraucher austauschbare Lampen • Die Lampen sind nicht im Lieferumfang der Leuchte enthalten

Vorschaltgeräte & Co

Energieeffiziente Beleuchtungsanlagen arbeiten mit elektronischen Betriebsgeräten. Sie reduzieren den Energieverbrauch, senken die Kosten und erhöhen die Beleuchtungsqualität.

1. Betriebsgeräte bei LEDs

Betriebsgeräte und LEDs funktionieren als Einheit!

Die Arbeitsweise von LED-Modulen wird durch die Strom- und Spannungsversorgung entscheidend beeinflusst. Elektronische Betriebsgeräte und Konverter sorgen für optimale Lichtausbeute, lange Lebensdauer und bieten Schnittstellen für die elektronische Steuerung.

Typ und Anwendung der LED-Leuchte bestimmen die Wahl der Betriebsgeräte. Leuchten können direkt mit Netzspannung versorgt werden oder arbeiten über externe Betriebsgeräte. Gedimmt werden LED-Module über getrennte Steuereingänge (wie etwa DALI – Digital Adressable Lighting Interface) oder durch die verlustarme Methode der Pulsweiten-Modulation.

LEDs sind auf eine gleichmäßige Stromversorgung angewiesen, schon kleine Spannungsänderungen können einen starken Anstieg der Stromstärke bewirken und die LED schädigen.

Betriebsgeräte

- wandeln die Netzspannung und sorgen als Konverter für eine typgerechte Energieversorgung; in der Regel mit Sicherheitskleinspannung (= Safety Extra Low Voltage, SELV);
- gewährleisten sicheren Betrieb auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen;
- können die LED auch steuern und bieten Schnittstellen für die elektronische Steuerung mit Lichtmanagement-Systemen.

Betriebsgeräte sind entweder direkt auf der Platine der LED-Module angebracht, wie zum Beispiel bei LED-Lampen und sind dann nicht entfernbar. Oder sie bilden eine separate Komponente und sind integrierter Bestandteil der Leuchte, auswechselbares Einbau-Gerät oder außerhalb der Leuchte angebracht.

Wichtig ist auch die typgerechte Versorgungsspannung von LED-Modulen. Zwei Arten von Betriebsgeräten transformieren die Netzspannung LED-gerecht:

- **Betriebsgeräte mit konstanter Ausgangsspannung** wandeln die Netzspannung von 230 Volt auf eine stabilisierte Kleinspannung (10, 12 oder 24 Volt). Sie müssen spannungsgeführt angesteuert werden und erlauben nur eine einfache Regelung der Lichtintensität durch "Pulsen" der Spannung, heißt: ein- oder ausschalten. Eine zusätzliche Strombegrenzung auf den LED-Modulen ist notwendig. Wichtig ist deshalb, nur speziell auf die LED zugelassene Betriebsgeräte zu verwenden. In der Regel werden LED-Leuchten, die mit weniger als 0,5 Watt arbeiten, spannungsgesteuert betrieben.
- **Betriebsgeräte mit konstantem Ausgangsstrom** erzeugen aus der Netzspannung einen stabilisierten Ausgangsstrom (350 Milliampere (mA), 500 mA, 700 oder 1.050 mA). So können LED-Module ohne zusätzliche Bauteile zur Strombegrenzung betrieben und in Reihe geschaltet werden, was die Leistungsbilanz (Lumen pro Watt) verbessert. Diese Art der Ansteuerung eignet sich besonders für leistungsstarke Hochstromdioden.

2. Vorschaltgeräte bei Entladungslampen

Entladungslampen müssen grundsätzlich an Vorschaltgeräten betrieben werden. Arbeiten sie mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVGs), bleiben sie sogar unter der Nennleistung.

Beispiel: Eine 58-Watt-Lampe hat beim Betrieb an einem A2-EVG eine Leistungsaufnahme von nur 50 Watt. Die Verlustleistung des EVGs beträgt fünf Watt. Damit verbraucht das gesamte System nur 55 Watt – gegenüber einem System mit konventionellem Vorschaltgerät eine Einsparung von 23 Prozent.

Energie-Effizienz-Index (EEI) von Vorschaltgeräten: Vorschaltgeräte sind nach dem europaweit gültigen Energie-Effizienz-Index (Energy Efficiency Index, kurz EEI) in sieben Klassen eingeteilt. Spitzenreiter im Energie sparen bei höchstem Komfort sind dimmbare elektronische Vorschaltgeräte der Klasse A1 (gefolgt von A2 und A3).

3. Transformatoren für Niedervolt-Halogenlampen

Niedervolt-Halogenlampen müssen an Transformatoren betrieben werden, das sind Stromwandler, die die Netzspannung von 230 Volt in die erforderliche Kleinspannung (meist 12 Volt, aber auch 6 oder 24 Volt) - umwandeln.

Transformatoren gibt es in konventioneller und elektronischer Ausführung. Moderne Elektronik hilft – ebenso wie bei Vorschaltgeräten – Energie zu sparen und bietet mehr Komfort. Zudem sind elektronische Transformatoren (ET) kleiner, kompakter und leiser als konventionelle Trafos. In ihren Funktionen ähneln sie elektronischen Vorschaltgeräten.

4. Zündgeräte und Starter

Lampen, die sich nicht mit normaler Netzspannung zünden lassen, benötigen Zündgeräte. Dazu gehören alle Hochdruck-Entladungslampen, wie Halogen-Metall dampflampen und Natriumdampf-Hochdrucklampen. Ihr Licht wird durch eine Gasentladung zwischen zwei Elektroden erzeugt, die erst mit einer bestimmten Zündspannung gestartet werden kann.

Welche Lampe braucht welches Betriebsgerät?

Ein Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten bei:

LEDs:

- Integriertes Betriebsgerät, direkt auf der Platine der LED-Module angebracht, nicht auswechselbar
- Separate Komponente (außerhalb der Leuchte angebracht, auswechselbares Einbau-Gerät oder Bestandteil der Leuchte)
- Betriebsgeräte mit konstanter Ausgangsspannung, spannungsgeführt angesteuert (v.a. bei Leuchten < 0,5 Watt)
- Betriebsgeräte mit konstantem Ausgangsstrom, v.a. bei Hochstromdioden

Leuchtstoff-, Kompaktleuchtstoff- und Energiesparlampen:

- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG), "dimmbar" oder "nicht dimmbar"

Halogen-Metall dampflampen und Natriumdampf-Hochdrucklampen:

- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)
- Verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) mit und ohne integrierte Leistungsabsenkung
- Zündgeräte mit und ohne Abschaltautomatik

Wichtige Begriffe

Beleuchtungsstärke (E):

Die Beleuchtungsstärke (E) gibt das Verhältnis des Lichtstroms an, der von einer Lichtquelle auf eine bestimmte Fläche trifft, die Einheit ist lux [lx]. Die Beleuchtungsstärke beträgt 1 lx, wenn ein Lichtstrom von 1 lm auf eine Fläche von 1 m² gleichmäßig auftrifft.



Farbwiedergabe-Index (Ra):

(engl: CRI = Colour Rendering Index) Gibt an, wie natürlich Farben im Licht einer Lampe wiedergegeben werden. Ra = 100 steht für den besten Wert: je niedriger der Index, umso schlechter sind die Farbwiedergabeeigenschaften.



Farbtemperatur (Lichtfarbe) in Kelvin:

Zur Bestimmung der Lichtfarbe wird die Kelvin-Temperaturskala verwendet. Bei der Planung beachten, dass nur Lichtquellen mit gleichen Farbtemperaturen verwendet werden.

Ww = Warmweiß	< 3.300 K	Wird als gemütlich und behaglich empfunden
Nw = Neutralweiß	3.300 bis 5.300 K	Erzeugt eine eher sachliche Stimmung
Tw = Tageslichtweiß	> 5.300 K	Eignet sich für Innenräume erst ab einer Beleuchtungsstärke von 1.000 Lux

Lichtfarben nach ÖNORM EN 12464-1

Die Lichtfarbe und Farbwiedergabe werden herstellerübergreifend mit der internationalen Farbbezeichnung angegeben, die aus einer Ziffernfolge besteht.

Beispiel "930": Die erste Ziffer dieses Codes informiert über die Farbwiedergabeeigenschaft: die "9" bedeutet Ra-Bereich zwischen 90 und 100. Die zweite und dritte Ziffer des Codes informieren über die Farbtemperatur in Kelvin, zB. 30 für 3.000 Kelvin (Warmton).

Lampe:

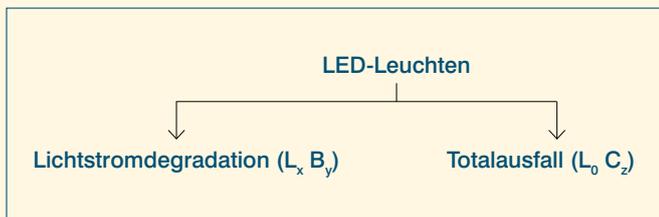
Die Lampe ist das Leuchtmittel, zum Beispiel die Energiesparlampe oder die Leuchtstofflampe, das sich in einer Leuchte befindet.



Lebensdauer:

Achten Sie genau auf die Lebensdauerangaben, es gibt viele verschiedene Definitionen. Für eine Beurteilung der Lebensdauer bei LEDs sollten Angaben zur Ausfallsrate und zum Lichtstromrückgang getrennt angegeben und berücksichtigt werden.

Lebensdauerkriterien von LED-Leuchten



Beispiel "L70/B50": "L70" bedeutet, dass die Lampe am Ende der angegebenen Lebensdauer noch mindestens 70 % Restlicht abgeben muss. Der "B-Wert" besagt, wie viele Lampen statistisch ausfallen dürfen: B50 = 50 %.

X	L _x B _y						L _x C _y		L _x F _y					
	70	80	90	0	70	80	90							
Y	10	50	10	50	10	50	10	50	10	50	10	50	10	50

L_x F_y = Lebensdauer einer LED-Leuchte
 F_y = Fehlerrate (graduell & abrupt)
 L_x = Lichtstromrückgang bei Nennlebensdauer

Gradueller Lichtstromrückgang

L₇₀ B₅₀
 Lebensdauer (h) nach der 50 % der LEDs noch ≥ 70 % Lichtstrom abgeben

Abrupter Lichtstromrückgang

L₀ C₁₀
 Lebensdauer (h) nach der 10 % der LEDs 0 % Lichtstrom abgeben

Quelle: Celma Leitfaden

LED (Light Emitting Diode):

Die Leuchtdiode ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement.

LENI (Lighting Energy Numerical Indicator):

Gibt Auskunft über den flächenspezifischen Energiebedarf für Beleuchtung. Der LENI ist in der europäischen Norm EN 15193 definiert.

Leuchtdichte (L):

Sie beschreibt den Helligkeitseindruck, den eine Lichtquelle oder eine beleuchtete Fläche dem Auge vermittelt. Die Leuchtdichte L wird in Lichtstärke pro Flächeneinheit angegeben. Für Lampen wird die Einheit Candela pro Quadratcentimeter (cd/cm²) verwendet.



Leuchte:

Die Leuchte trägt das Leuchtmittel (Beleuchtungskörper) und dient zur Verteilung, Filterung oder Umformung des Lichtes von Lampen.

Leuchtenbetriebswirkungsgrad (η_{LB}):

Er gibt das Verhältnis des von der Leuchte abgegebenen Lichtstroms zum Lichtstrom der in der Leuchte eingesetzten Lampen wieder. Einheit: Prozent (%).

Lichtausbeute, Lampenwirkungsgrad (η):

Die Lichtausbeute gibt das Verhältnis zwischen abgestrahltem Lichtstrom einer Lampe und der aufgenommenen elektrischen Leistung der Lampe und des Vorschaltgerätes in Watt an. Die Einheit der Lichtausbeute η ist Lumen pro Watt [lm/W].



Bei LEDs darauf achten, ob sich die Lumen-Angabe auf den LED-Chip oder gesamte LED-Leuchte bezieht. Aussagekräftig für die Praxis ist die Lumen-Angabe der Leuchte.

Lumeneffizienz

LED-Chip	LED-Modul	Optik		Betriebsgerät	LED-Leuchte	
90 lm/W	90 %	81 lm/W	90 %	73 lm/W	90 %	66 lm/W
	85 %	77 lm/W	50 %	39 lm/W	70 %	27 lm/W

Quelle: Celma Leitfaden

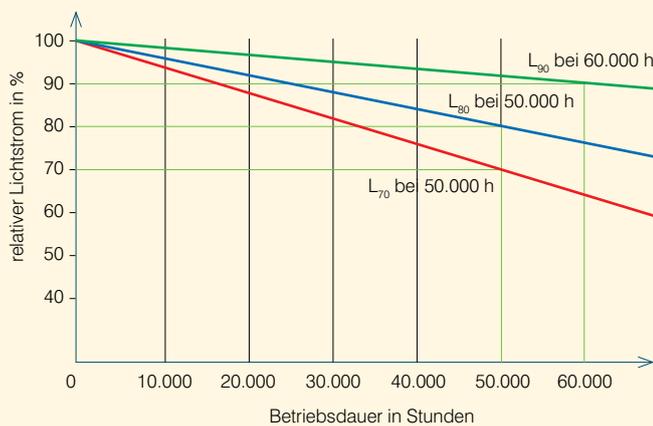
Lichtstrom (Φ) in Lumen:

Der Lichtstrom stellt die gesamte von einer Lichtquelle in den Raum abgegebene Strahlungsleistung dar. Die Einheit des Lichtstroms ($\Phi = \text{phi}$) ist Lumen [lm]. Eine Glühlampe (100 W) gibt in etwa einen Lichtstrom von 1.380 lm ab, eine Energiesparlampe (20 W) mit eingebautem elektronischem Vorschaltgerät hat einen Lichtstrom von ca. 1.200 lm, eine Leuchtstofflampe L36W/840 einen Lichtstrom von 3.350 lm.



Der Lumen-Wert sagt Ihnen, wie hell eine Lampe leuchtet – unabhängig von der Technologie. Vergleichen Sie beim Lampentausch daher die Lumen-Werte, so erkennen Sie, ob Sie mit der neuen Lampe gleich viel Helligkeit wie mit der alten Lampe erreichen.

Schematische Darstellung des Lichtstromverlaufs über die Betriebszeit



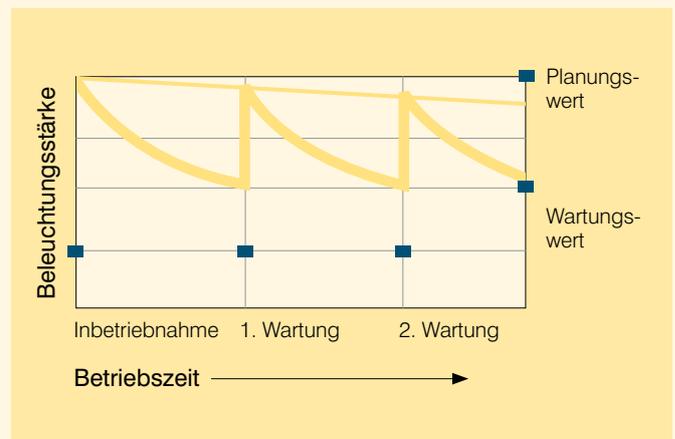
Quelle: ZVEI Leitfaden Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung

Wartungsfaktor:

Korrekturfaktor zum Ausgleichen des Lichtstromrückgangs auf Grund der Lampenalterung und der Verschmutzung. Er bestimmt den erforderlichen Wartungszyklus.

Beispiele Wartungsfaktor:

- 0,8 für sehr saubere Räume (Reinräume) oder niedrige Nutzungszeit;
- 0,67 für saubere Räume, 3 jährige Wartungszyklus (normales Büro);
- 0,57 für Außenbeleuchtungsanlagen;
- 0,50 für Beleuchtung mit starker Verschmutzung.



Wartungswert der Beleuchtungsstärke (\bar{E}_m)

Jener Grenzwert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf. In der ÖNORM EN 12464-1 wird dieser Wert für verschiedene Kategorien angegeben.

„Ausphasen“ von ineffizienten Lampen

Durch die europaweiten Mindestvorgaben an die Effizienzwerte für Lampen und Vorschaltgeräte verlieren alle Produkte, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, das CE-Zeichen. Sie dürfen im europäischen Raum nicht mehr in Verkehr gebracht werden, dieser Ausschluss wird als „Ausphasen“ bezeichnet.

Beispiel Umsetzungsphasen Lampen, Vorschaltgeräte und Leuchten:

<p>2011 Verpflichtende Angabe von detaillierten Produktionsinformationen für Leuchten</p>	<p>2012 Ausphasen von:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T12 (38 mm) Leuchtstofflampen ("dicke Leuchtstofflampen") • Verpflichtende Angabe des Wirkungsgrades für Hochdrucklampen-Vorschaltgeräte • Vorgabe von Mindestwerten für Lampenwartungsfaktor und Lampenlebensdauerfaktor 	<p>2015 Ausphasen von:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quecksilberdampf-Hochdrucklampen • Natriumdampf-Hochdruck-Plug-In-Lampen 	<p>2017</p> <ul style="list-style-type: none"> • Höhere Anforderungen für Halogen-Metall-dampflampen • Ausphasen konventioneller magnetischer Vorschaltgeräte, nur mehr elektronische Vorschaltgeräte (EVGs) zugelassen
--	--	--	--

Energieberatung für Betriebe

- Sie planen den Neubau oder die Sanierung Ihres Betriebsgebäudes?
- Sie überlegen neue Beleuchtungslösungen?
- Die Erneuerung / Umstellung Ihres Heizsystems oder Ihrer Energieversorgung oder des Produktionsprozesses ist notwendig?
- Sie möchten den Energieverbrauch Ihres Unternehmens optimieren?
- Sie überlegen die Installation einer Solaranlage?

Die produkt- und firmenunabhängige Energieberatung des OÖ Energiesparverbandes bietet Ihnen eine wichtige Hilfestellung bei der Planung von Investitionsmaßnahmen und bei der Reduktion der Energiekosten!

Worum geht es bei der Energieberatung?

- Optimierung der Energiekosten
- Mehr Effizienz und Arbeitsqualität bei der Beheizung, Beleuchtung, Belüftung, Kühlung oder Prozessen
- Nutzung erneuerbarer Energieträger
- Abschätzung, in welcher Zeit sich die Investition rechnet
- Energieförderungen von Land und Bund

Was kostet eine Beratung?

Die Energieberatung wird zu 75% vom Land OÖ und dem Lebensministerium gefördert. Für den Betrieb fallen nur 25% der Beratungskosten an (max. 400 Euro).

Wo findet die Beratung statt?

Unabhängige Expert/innen führen die Beratung vor Ort im Unternehmen durch.

Wer kann die Beratung in Anspruch nehmen?

Alle Unternehmen in Oberösterreich

Wie komme ich zu einer Energieberatung?

Eine Beratung kann unkompliziert beim OÖ Energiesparverband angefordert werden.
Rufen Sie uns an: 0732-7720-14381 oder schicken Sie uns ein eMail an office@esv.or.at



LED – Das Licht der Zukunft

Effiziente & nachhaltige Beleuchtung für Betriebsgebäude

Das richtige Licht ist wichtig für Wohlbefinden und den Geschäftserfolg in Büros, Handel und anderen Dienstleistungsgebäuden. In Büros kann die Beleuchtung bis zu 50 % des Stromverbrauchs ausmachen. Die Qualität der Beleuchtung beeinflusst auch die Qualität der geleisteten Arbeit und das persönliche Wohlbefinden.

Die Broschüre informiert über den Einsatz von effizienten LED-Beleuchtungslösungen für Dienstleistungs- und Betriebsgebäude. Erstellt wurde die Broschüre vom OÖ Energiesparverband, einer Einrichtung des Landes Oberösterreich.

Der OÖ Energiesparverband ist die zentrale Anlaufstelle für produktunabhängige Energieinformation für Unternehmen, Gemeinden und Haushalte und informiert über Ökoenergie, Energie-Effizienz-Maßnahmen und innovative Energietechnologien. Egal, ob Unternehmen, Gemeinde oder Privathaushalt, die Energie-Expert/innen des OÖ Energiesparverbandes beraten Sie gerne bei allen Fragen rund um das Thema Energie.

Der OÖ Energiesparverband ist auch für das Management des Ökoenergie-Clusters (OEC), dem Netzwerk der Ökoenergie-Unternehmen in Oberösterreich, verantwortlich. Im Ökoenergie-Cluster arbeiten 170 Unternehmen im Bereich erneuerbare Energie und Energie-Effizienz zusammen, die gemeinsam einen Gesamtumsatz von über 1,8 Milliarden Euro erzielen.

Produkt- & Partner-Datenbank: www.oec.at, neues OEC-App gratis verfügbar.



beraten | fördern | informieren | vernetzen
Haushalte | Gemeinden | Unternehmen

Impressum

OÖ Energiesparverband
Landstraße 45, 4020 Linz, Tel. 0732/7720-14380
office@esv.or.at, www.energiesparverband.at
find us on facebook 

ZVR 171568947

