

Innovative und effiziente Beleuchtung

Technologien und Lösungen für Büros und andere Dienstleistungsgebäude



Inhalt

Effiziente Beleuchtung S 3

Gütemerkmale der Beleuchtung S 4

Lampen S 6

Leuchten S 14

Betriebsgeräte S 16

Wirtschaftlichkeit S 18

Beleuchtungsplanung & Energieausweis S 20

Lichtmanagement S 24

Tageslichtnutzung S 27

Außenbeleuchtung S 29

Beispiele S 32

Normen & Fachausdrücke S 37

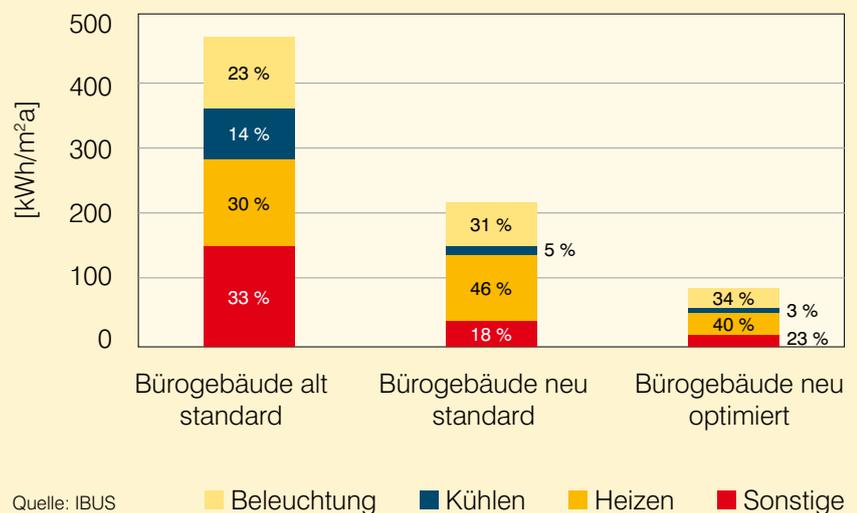
Innovative und effiziente Beleuchtung

Das richtige Licht ist wichtig für Wohlbefinden und den Geschäftserfolg in Büros, Handel und anderen Dienstleistungsgebäuden – Beleuchtung ist ein wichtiger Teil des Gesamtsystems Gebäude. In Büros kann Beleuchtung bis zu 50 % des Stromverbrauchs ausmachen und die Qualität der Beleuchtung beeinflusst auch in hohem Maße die Qualität der geleisteten Arbeit.

Der Stellenwert der Beleuchtung ist in den letzten Jahren aus mehreren Gründen gestiegen:

- mit der Verbesserung der Energieeffizienz neuer Gebäude, erhöht sich auch der Anteil, den die Beleuchtung am Gesamtenergieverbrauch ausmacht;
- das Problem der sommerlichen Überhitzung von neuen (Büro-)Gebäuden erfordert eine konsequente Minimierung der inneren Lasten – wie des Wärmeeintrages durch Beleuchtung;
- dem trägt auch der Energieausweis Rechnung, wo erstmals für Nicht-Wohngebäude auch der Energiebedarf für die Beleuchtung auszuweisen ist;
- neue rechtliche Vorgaben auf europäischer Ebene – wie das „Aus“ für die Glühbirne oder strenge Anforderungen für verschiedene Lampen

Primärenergieprofile von typischen Bürogebäuden



Effiziente Beleuchtung

Effiziente Beleuchtung meint nicht nur energiesparende Lampen, sondern ist eine Gesamtlösung, die folgende Aspekte umfasst:

1 Leuchtmittel (Lampe):

- > möglichst hohe Lichtausbeute (lm/W), achten Sie auch auf das Energie-Pickerl
- > Lichtfarbe von warmweiß bis tageslichtweiß angepasst an die Tätigkeit
- > Farbwiedergabe (Ra) entsprechend dem Anwendungsbereich
- > lange Lebensdauer der Lampen

2 Vorschaltgeräte:

- > auf elektronische Vorschaltgeräte achten

3 Leuchten (Beleuchtungskörper):

- > optimale Leuchtenreflektoren
- > möglichst hoher Direktanteil
- > Leuchtenbetriebswirkungsgrad > 80%

4 Raum:

- > helle Raumgestaltung (Boden, Wände, Decken, Möbel) erhöht den Reflexionsgrad und erfordert für gleichen Helligkeitseindruck geringere Beleuchtungsstärke

5 Steuerung:

- > wenn möglich tageslichtabhängige Steuerung (Lichtsensoren, Tageslichtlenkung)
- > Bewegungsmelder für wenig frequentierte Bereiche
- > ev. zentrale Lichtsteuerung durch Einbindung in die Gebäudeleittechnik

Effiziente Beleuchtung in verschiedenen Situationen umgesetzt

• Bei der Planung neuer Gebäude

- > Tageslichtnutzung bei der Planung mitbedenken
- > Orientierung des Gebäudes nach der Sonne
- > richtigen Sonnenschutz vorsehen

• Bei der Neuerrichtung von Beleuchtungsanlagen

- > Beleuchtungsstärken lt. ÖNORM EN 12464-1 abhängig von der Tätigkeit
- > Wert der Beleuchtungsstärke berechnen
- > Blendungsbegrenzung und Farbwiedergabeindex
- > energieeffiziente Lampen und Leuchten als ein System anschaffen
- > bei Leuchten auf Leuchtenbetriebswirkungsgrad achten
- > Steuerung der Beleuchtung idealerweise tageslichtabhängig und Einsatz von Präsenzmeldern
- > bei der Raumgestaltung helle Farben bevorzugen

• Beim Sanieren von Beleuchtungsanlagen

- > Beleuchtungsstärke der Tätigkeit anpassen und normgerecht auslegen
- > für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die ursprüngliche Beleuchtungsstärke erheben (ist oft nicht normgerecht)
- > größtes Einsparpotenzial in der Regel durch komplette Erneuerung der Beleuchtungsanlage (Lampen, Leuchten, Regelung) – Einsparungen bis zu 75% möglich
- > ist dieser Investitionsaufwand zu hoch, gibt es viele Möglichkeiten, eine bestehende Beleuchtungsanlage zu optimieren und Einzelmaßnahmen umzusetzen. Ein genauer Plan für die laufende Erneuerung der Beleuchtungsanlage sollte festgelegt werden.

• Effizienzmaßnahmen im Bestand

- > Wartung und Reinigung (Verantwortlichkeiten) festlegen
- > beim Austausch einzelner Lampen – passend zum jeweiligen Beleuchtungssystem – effizientere Modelle wählen



Gütemerkmale der Beleuchtung

Abhängig von den unterschiedlichen Tätigkeiten – zB. Bildschirmarbeit, Essen servieren, elektronische Bauteile montieren oder technische Zeichnungen erstellen – unterscheiden sich auch die Sehaufgaben in ihren Anforderungen. Aus den Sehaufgaben und dem gemeinsamen Lichtklima leiten sich die Anforderungen an die Güte der Beleuchtung ab. Die Qualität der Planung und Ausführung ist maßgebend für die Güte der künstlichen Beleuchtung, die lt. ÖNORM EN 12464-1 durch die folgenden Gütemerkmale beschrieben wird:



• Beleuchtungsstärke

Beleuchtungsstärke und Reflexionsgrade von Boden, Wand und Decke sind ausschlaggebend für den Helligkeitseindruck eines Raumes.

Beispiele für Reflexionsgrade:

- > weiße Wand: 85%
- > helle Holzverkleidung: 50%
- > rote Ziegelsteine: 25%

• 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. Bei der Dimensionierung einer Beleuchtungsanlage ist auch der Grad der Direktblendung von Leuchten nach dem UGR-Verfahren (Unified Glare Rating) zu bestimmen (siehe 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, da dadurch die Sehleistung beeinflusst wird. 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 sollten so montiert sein, dass sie in dieselbe Richtung wie das Tageslicht strahlen
- > Bei Rechtshändern sollte das Licht von der linken Seite einfallen

• Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Zur Bestimmung der Lichtfarbe wird die Kelvin-Temperaturskala verwendet. Im typischen Anwendungsbereich bewegt sich die Lichtfarbe von Lampen zwischen 2.700 bis 6.000 Kelvin.

ww	warmweiß	< 3300 K	wird als gemütlich und behaglich empfunden
nw	neutralweiß	3300 bis 5300 K	erzeugt eine eher sachliche Stimmung
tw	tageslicht- weiß	> 5300 K	eignet sich für Innenräume erst ab einer Beleuchtungs- stärke von 1.000 Lux

Lichtfarben nach ÖNORM EN 12464-1

Die Farbwiedergabe einer Lampe kennzeichnet die farbliche Wirkung, die ihr Licht auf farbigen Gegenständen oder Personen hervorruft. Sie wird mit dem „allgemeinen Farbwiedergabe-Index“ Ra bewertet. Er 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. Lampen mit einem Ra-Index kleiner als 80 dürfen in Innenräumen, in denen Menschen für längere Zeit arbeiten oder sich aufhalten, nicht verwendet werden.



R _a -Skala	R _a -Bereich	Beispiele typischer Lampen
100	90 und höher	Leuchtstofflampen „de Luxe“, Glühlampen Halogenleuchtstofflampen
90	80 bis 89	Dreibanden- und Kompaktleuchtstofflampen, Energiesparlampen
80	70 bis 79	Standard-Leuchtstofflampen tageslichtweiß
70	60 bis 69	Standard-Leuchtstofflampen hellweiß, Metall-Halogendampfampe
60	40 bis 49	Standard-Leuchtstofflampen Warmton, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
50	20 bis 39	Natriumdampf-Hochdrucklampen
40		
30		
20		
10	unter 20	Natriumdampf-Niederdrucklampen (monochrom)

Farbwiedergabe-Index

Die Lichtfarbe wird herstellerübergreifend mit der internationalen Farbbezeichnung angegeben, die aus einer Ziffernfolge besteht (zB. „930“). Sie finden diese auf der Verpackung oder auf der Lampe selbst. Drei Ziffern kennzeichnen die Farbwirkung von Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen.

Beispiel: „930“-Licht hat eine sehr gute Farbwiedergabe

Die erste Ziffer dieses Codes informiert über die Farbwiedergabeeigenschaft der Lampe: die „9“ steht für die beste Farbwiedergabe im Ra-Bereich zwischen 90 und 100. Die zweite und dritte Ziffer des Codes informieren über die Farbtemperatur (in K = Kelvin) Die beiden ersten Ziffern der Kelvin-Zahl werden in die Farbbezeichnung aufgenommen, also zB. 30 für 3.000 Kelvin (Warmton).

- **Flimmern**

darunter ist die zeitliche Welligkeit des Lichts gemeint, die durch den Wechselstrombetrieb entstehen kann und unter einer bestimmten, für den Menschen wahrnehmbaren Frequenz liegen sollte.

- **Tageslicht:**

- > Steigerung des Wohlbefindens, der Leistungsfähigkeit und Produktivität
- > Verminderung des Stromverbrauchs
- > Tageslichtnutzung bereits in die Planung integrieren

Lampen

1. Ausstieg aus ineffizienten Lampen – neue rechtliche Bestimmungen

Europaweit wird derzeit ein schrittweiser Ausstieg aus ineffizienten Lampen umgesetzt. Auf europäischer Ebene bildet die „Ökodesign-Richtlinie“ (2005/32/EG) als EU-Rahmenrichtlinie die Grundlage für Anforderungen an einzelne Produkte, wie zum Beispiel Lampen. Seit März 2009 sind 2 neue EU-Verordnungen 244/2009 und 245/2009 in Kraft, die Details der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie in Bezug auf Beleuchtung regeln. Sie gelten unmittelbar in allen Mitgliedstaaten der EU. Die Regelungen betreffen das In-Verkehr-bringen von Lampen.

Die Verordnung 244/2009 betrifft Lampen, wie sie in Privathaushalten zu finden sind. In dieser Verordnung ist auch das schrittweise Aus für Glühlampen mit niedriger Effizienz festgehalten. Unterschieden wird zwischen Klar- und Mattglaslampen. Seit dem 1. September 2009 dürfen Mattglaslampen nicht mehr in Verkehr gebracht werden.

Stufe	Datum	Folgende Produkte dürfen nicht mehr in Verkehr gebracht werden
1	1. 9. 2009	mattierte Lampen (außer Energieklasse A) sowie klare Glühlampen ≥ 80 W
2	1. 9. 2010	klare Glühlampen > 65 W
3	1. 9. 2011	klare Glühlampen > 45 W
4	1. 9. 2012	klare Glühlampen > 7 W
5	1. 9. 2013	Erhöhung der Qualitätsanforderungen
6	1. 9. 2016	Lampen der Energieklasse C

Schrittweiser Ausstieg aus ineffizienten Beleuchtungsmitteln; Quelle: Verordnung Nr. 244/2009 der EU-Kommission vom 18. 3. 2009

Die Verordnung 245/2009 betrifft Leuchtstofflampen ohne integriertes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und Leuchten, wie sie üblicherweise in der Straßenbeleuchtung und in Büros eingesetzt werden.

Effizienzkriterien für energieeffiziente Lampen, die schrittweise umgesetzt werden müssen, wie zB. folgende Mindestlichtausbeute von T5- und T8-Lampen:

T8 (26 mm Ø)		T5 (16 mm Ø) "Hoher Wirkungsgrad" (HE)		T5 (16 mm Ø) "Hohe Lichtleistung" (HO)	
Nennleistung (W)	Lichtausbeute (lm/W)*	Nennleistung (W)	Lichtausbeute (lm/W)*	Nennleistung (W)	Lichtausbeute (lm/W)*
15	63	14	86	24	73
18	75	21	90	39	79
25	76	28	93	49	88
30	80	35	94	54	82
36	93			80	77
38	87				
58	90				
70	89				

* Bemessungs-Lichtausbeute (lm/W), 100 h Anfangswert; Quelle: Verordnung Nr. 245/2009 der EU-Kommission vom 18. 3. 2009





2. Überblick über die wichtigsten Lampenarten

Den wichtigsten Bestandteil von Beleuchtungslösungen stellen die Beleuchtungsmittel - die Lampen - dar. Grundsätzlich erzeugen Lampen das Licht entweder durch Temperaturstrahlung (Glühlampen, Halogen-Glühlampen) oder durch Gasentladung (Leuchtstofflampen).

Bei den Entladungslampen wird je nach Gasfüllung entweder sichtbares Licht abgestrahlt oder UV-Strahlung durch Leuchtstoffe in sichtbares Licht umgewandelt. Entladungslampen benötigen zum Betrieb ein Vorschaltgerät, zur Zündung sind bei herkömmlicher Vorschaltgerätektechnik (KVG) Starter oder Zündgeräte erforderlich.

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.

Im Folgenden ein Überblick über die wichtigsten Lampenarten:

Energieeffizienz verschiedener Lampentypen			
Lampenart	Farbwiedergabe (Ra)	Lichtausbeute (lm/Watt)	Lebensdauer (h)
Glühlampe	100	8 – 15	~ 1.000
Halogenlampe	100	12 – 25	~ 2.500
IRC-Halogenlampe	100	25 – 30	~ 5.000
Energiesparlampe	85	50 – 69	~ 6.000 – 15.000
Standard-Leuchtstofflampen (T8)	70	47 – 83	~ 8.000
T5-Leuchtstofflampe	85	67 – 104	~ 24.000
Na-Dampf-Hochdrucklampen	25	90 – 150	~ 16.000
Metall-Halogen-dampflampe	65 – 95	84 – 90	~ 10.000
LED (weiß)	60 – 85	20 – 70	~ 50.000
OLED	> 80	25	~ 10.000

Halogen-Glühlampen



Halogenlampe in Glühlampenform



Kompakt-Leuchtstofflampen (Energiesparlampen)



Halogen-Glühlampen

- sind keine Energiesparlampen!
- Lebensdauer 2.000 - 5.000 Stunden
- Lichtausbeute: 12 – 25 lm/W
- Farbwiedergabe (Ra): 100
- **Anwendungsbereiche:** Shop, Flur, Lobby, Restaurant, Bar, Gästezimmer, Badezimmer, Privathaushalt
- **Effizienz-Tipp:** „IRC-Lampen“: sparen rund 30 % Strom, 40 % geringere Wärmeentwicklung, 5.000 Stunden Lebensdauer

Halogenlampe in Glühlampenform

- Halogenlampe mit Schraubsockel in klassischer Glühlampenform, passt in Standardfassungen
- Lebensdauer 2.000 - 3.000 Stunden
- rund 15-20 % mehr Licht als Glühlampen, sind aber keine Energiesparlampen!
- dimmbar
- Achtung: verschiedene Modelle sind verschieden effizient
- **Vorteile:**
 - > effizienter als herkömmliche Glühlampen
 - > „gutes Licht“ der Halogenlampen (optimale Farbwiedergabe)

Energiesparlampen

- **Anwendung:** fast überall als direkter Ersatz für Glühlampen möglich
- 5-fache Lichtausbeute im Vergleich zu Glühlampen
- Lebensdauer: 6.000 - 15.000 Stunden
- Lichtausbeute: 50 – 69 lm/W
- Farbwiedergabe (Ra): 85
- **was noch wichtig ist...**
 - > auf hohe Qualität achten (schaltfest, kurze Anlaufzeit)
 - > verschiedene Modelle für verschiedene Anwendungsbereiche, auf Lichtfarbe achten
 - > nur ausgewählte Modelle sind dimmbar, notstromtauglich oder für den Außenbereich geeignet
 - > Entsorgung nicht über den Restmüll

Die EU Kommission sieht in der Verordnung 244/2009 folgende Referenzwerte für Kompaktleuchtstofflampen vor, die auch als Beschaffungskriterien herangezogen werden können:

Eigenschaften	Kompaktleuchtstofflampen
Bemessungslebensdauer	20.000 h
Lampenlichtstromerhalt	90 % bei Bemessungslebensdauer
Zahl der Schaltzyklen	1,000.000
Zündzeit	< 0,1 s
Anlaufzeit bis zur Erreichung von 80 % des Lichtstroms Φ	15 s oder 4 s für spezielle kombinierte Kompaktstoff-/Halogenlampen
Elektrischer Leistungsfaktor der Lampe	0,95
Quecksilbergehalt	$\leq 1,23$ mg
Lampenwirkungsgrad	bester Wert: 69 lm/W

Quelle: Verordnung Nr. 244/2009 der EU-Kommission vom 18. 3. 2009

Leuchtstofflampen

- **Anwendungsbereiche:** Büro, Flur, Küche, Lobby, Arbeitsräume
- Farbwiedergabe (Ra): 90

Leuchtstofflampen	Durchmesser [mm]	Vorschaltgerät	Lichtausbeute [lm/W]	Mittlere Lebensdauer [h]
„Standard“ (T8)	26	KVG	79	8.000
„Dreibanden“	26	EVG	100	20.000
HE-„effizientes Modell“ (T5)	16	EVG	104	24.000

Verschiedene Modelle von Leuchtstofflampen

Hochdruck-Entladungslampen

- **Quecksilberdampf-Hochdrucklampe:**
 - > mäßige Lichtausbeute von bis zu 60 lm/W
 - > kein Zündgerät erforderlich
 - > schlechte Farbwiedergabe
 - > Anwendung: Verkehrs- und Werkhallen
- **Natriumdampf-Hochdrucklampe**
 - > hohe Lichtausbeute von bis zu 150 lm/W
 - > Lebensdauer: ca. 30.000 Betriebsstunden
 - > schlechte Farbwiedergabe (Ra = 20-30)
 - > Anwendung: Werkhallen, Straßenbeleuchtung

Halogen-Metaldampflampen

- Lebensdauer: 10.000 Stunden
- Lichtausbeute: 84-90 lm/W
- Farbwiedergabe (Ra): > 80
- Anwendungsbereiche: Eingangsbereich, Flur, Shop-Beleuchtung, Auslagen, Industriehallen, Sportanlagen, Anstrahlung, Straßenbeleuchtung, Parkplätze
- **Effizienz-Tipp**
 - > Metaldampflampen mit keramischem Brenner ersetzen Quarzmetall-Halogenlampen (direkter Wechsel)

Kompakt-Leuchtstofflampen (Energiesparlampen)



Leuchtstofflampe



Quecksilberdampf-Hochdrucklampe



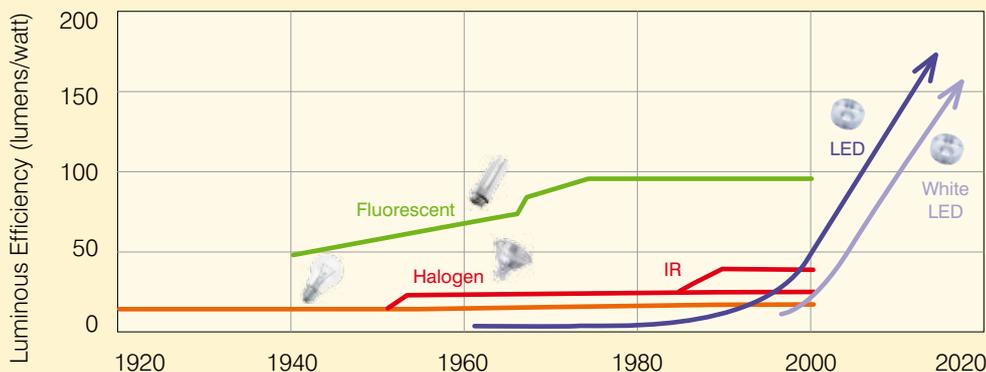
Natriumdampf-Hochdrucklampe



Halogen-Metaldampflampe



Entwicklung effizienter Lampentechnologie



Quelle: Lumileds

Leuchtdioden – LED (Light Emitting Diode)

Die Leuchtdiode ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement. LEDs werden derzeit überwiegend noch nicht als Grundbeleuchtung, sondern als Zusatzbeleuchtung, v.a. zur Gestaltung mit Farben und im Außenbereich, eingesetzt, weisen aber großes Potenzial und viele Einsatzmöglichkeiten auf.

Während LEDs in vielen Bereichen schon lange üblich sind - zB. Automotiv-Bereich (Bremsleuchte, Rücklichter, Armaturenbeleuchtung), Display-Beleuchtung (zB. für Mobiltelefone, digitale Fotoapparate, Videokameras), Signalisierung (zB. Verkehrsampeln, Signallampen) oder Schilder (zB. Laufschriftanzeigen, Werbetafeln, Informationsschilder) – sind für den Innenbereich (Bürobeleuchtung) derzeit die Farbwiedergabe und Lichtqualität oft noch nicht ausreichend. Es wird erwartet, dass in Kürze aber auch für diesen Einsatzbereich entsprechende LED-Lampen am Markt erhältlich sein werden.

Eine Lichtausbeute von 100 lm/W (weiß) ist in den nächsten Jahren erreichbar. Das Licht wird gerichtet abgegeben, es ist kein Reflektor nötig, der Leuchtenwirkungsgrad ist daher höher und als System (Lampe + Leuchte) vielfach schon besser als Energiesparlampen. Gute Farbwiedergabe ($R_a \geq 80$) wird derzeit nur bei beschichteten blauen LEDs erreicht.



Derzeitige Anwendungsmöglichkeiten für LED Leuchtmittel in der Allgemeinbeleuchtung sind unter anderem:

- **LED – Innenbeleuchtung:**

- > Lampen mit Schraubgewinde (zum Ersatz von Glühlampen, zB. LED 7 Watt ersetzt 40 Watt Glühlampe)
- > Downlights
- > Leuchtbänder
- > Ein- und Aufbauleuchten, Pendelleuchten

- **LED – Außenbeleuchtung:**

- > verschiedene Möglichkeiten der Anstrahlung (Scheinwerfer, gebäudenaher & -ferne Anstrahlung)
- > Außenleuchten

Wesentliche Vorteile von LEDs:

- hohe Lebensdauer (ca. 50.000 Std.)
- hohe Energieeffizienz bei farbigem Licht
- viele Möglichkeiten der Lichtgestaltung (Farbeffekte)
- sehr kleine Lichtquellen
- dimmbar & kein Anlaufverhalten
- kaum Wärmestrahlung im Lichtkegel
- UV-freies Licht
- bedarfsgerechte Steuerung

Organische LEDs („OLEDs“) bestehen aus organischen halbleitenden Materialien. Ihre Farbwiedergabe ist sehr gut. Allerdings ist ihre Lebensdauer derzeit noch kürzer als bei anorganischen LEDs und insgesamt wird erwartet, dass ihre Entwicklung noch länger dauern wird.

Anwendung – Heute und morgen

		Büro	Straße	Verkauf	Hotel	Museum	Notbeleuchtung
LED (Light Emitting Diode)	heute	•	•	•	•	•	••
	in 1 Jahr		••	••	••	••	•••
	in 10 Jahren	••	••••	••••	••••	••••	••••
Kompakt- & Leuchtstofflampen	heute	••••	•	••	••	••	••
	in 1 Jahr	••••	•	••	••	••	•
	in 10 Jahren	••		••	•	••	
Natriumdampflampen	heute		••••				
	in 1 Jahr		••••				
	in 10 Jahren		••				
Metallhalogenlampen	heute		••	••		••	
	in 1 Jahr		•••	••		••	
	in 10 Jahren		••	•		•	
Halogenlampen	heute	•		••	••••	••	
	in 1 Jahr			•	•••	••	
	in 10 Jahren				•	•	

3. Lampentausch

Energieeffiziente Beleuchtung ist natürlich am einfachsten bei einer Neuanlage umzusetzen, hier sind auch die größten Energieeinsparungen möglich. Auch wenn nur die Lampen getauscht werden und an der Beleuchtungsanlage sonst nichts geändert werden soll, sind Einsparungen möglich und gibt es effiziente Lösungen, wie zum Beispiel:

Beispiel 1: Ersatz von Glühlampen

- **durch Energiesparlampen:**

- > Einsparpotenzial bis zu 80%
- > Vorsicht bei hoher Schalzhäufigkeit (Bewegungsmelder) und Anwendung im Freien
- > auf hohe Qualität achten (Schaltfestigkeit, Lebensdauer, schneller Lichtstromanlauf)

- **durch Halogenglühlampen:**

- > Einsparpotenzial bis zu 30%
- > wo Energiesparlampen nicht möglich

- **durch LED-Lampen mit Schraubsockel**

- > im professionellen Bereich ev. noch abwarten

Beispiel 2: Ersatz von Standard-Leuchtstofflampen (T8)

- **durch Dreiband-Leuchtstofflampen:**

- > direkter Wechsel möglich
- > höheres Beleuchtungsniveau (ca. 15%)
- > mehr Lichtqualität und höhere Lampenlebensdauer

- **durch effizientere T8-Leuchtstofflampen:**

- > direkter Wechsel möglich
- > ca. 10% Einsparung (aber temperaturabhängig)
- **durch T8-Leuchtstofflampen mit integriertem Reflektor:**
- > Beleuchtungsniveau kann um bis zu 40% verbessert werden
- > ev. können dadurch einzelne Leuchten abgeschaltet werden

- **Einbau von EVGs in T8-Leuchten:**

- > Einsparpotenzial ca. 20%
- > bessere Lichtqualität (flimmerfreies Licht)
- > rechnet sich nur bei „guten“ Leuchten

- **durch T5-Leuchtstofflampen:**

- > kein direkter Wechsel, Leuchtentausch erforderlich
- > hohes Einsparpotenzial (~ 30%, + längere Lebensdauer)
- > Wechsel von KVG auf EVG
- > Alternative T5-Adapter - kritisch prüfen

Beispiel 3: Ersatz von Quecksilberdampf Lampen durch Natriumdampf-Hochdrucklampen

- **Vorteile:**

- > 1:1 Ersatz (ohne Leuchtentausch möglich)
- > ca. 10% Energieeinsparung
- > ca. 50% mehr Licht
- > verlängertes Wartungsintervall durch längere Lampenlebensdauer

- **Nachteile:**

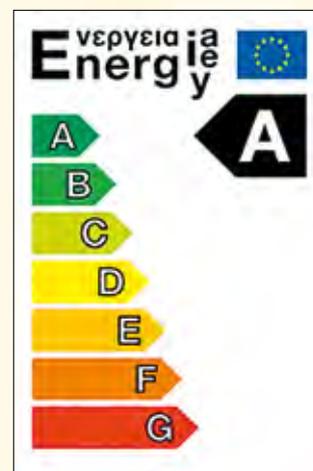
- > schlechtere Farbwiedergabe
- > längerfristig Leuchtentausch anstreben



4. EU-Label

Bereits seit 1999 müssen auf Grund der EU-Richtlinie 98/11/EWG mit Netzspannung betriebene Haushaltslampen mit einer Energieverbrauchs-kennzeichnung versehen werden. Ausgenommen von dieser Kennzeichnungspflicht sind Niedervolt-Halogenlampen und Reflektorlampen. Die Unterteilung erfolgt in Energieklassen A bis G, wobei A für einen geringen, G für einen hohen Energieverbrauch steht. Auf dem Energie-Pickerl sind vermerkt: Lichtstromverbrauch in Lumen, Leistungsaufnahme in Watt und mittlere Lebensdauer in Stunden.

Energiesparlampen liegen meistens in den Energieklassen A und B.



Lampen von A bis G: Die EU ordnet die Lampen nach dem Effizienzkriterium Lumen pro Watt

Energie-Deklaration	Effizienz [Lumen pro Watt]	Vergleich zur Fluoreszenzlampe stabförmig	Lampentyp	Leistung der Lampe
Entladungslampen				
–	150 l/W	144 %	Natriumdampf-Lampe	600 Watt
A	104 l/W	100 %	Fluoreszenz-Lampe	28 Watt
A	93 l/W	89 %	Fluoreszenz-Lampe	36 Watt
A	78 l/W	75 %	Fluoreszenz-Lampe	36 Watt
A	61 l/W	59 %	Fluoreszenz-Lampe	12 Watt
A	55 l/W	53 %	Fluoreszenz-Lampe	12 Watt
B	46 l/W	44 %	Fluoreszenz-Lampe	50 Watt
Glühlampen				
B	24 l/W	23 %	Halogenlampe	50 Watt
C	17 l/W	16 %	Halogenlampe	50 Watt
D	19 l/W	18 %	Halogenlampe	300 Watt
E	13 l/W	13 %	Glühlampe	75 Watt
F	6 l/W	6 %	Glühlampe	15 Watt
G	7 l/W	7 %	Glühlampe	60 Watt

Leuchten

Die Leuchte dient zur Verteilung, Filterung oder Umformung des Lichtes von Lampen. Im Alltag werden Leuchten oft fachsprachlich falsch als Lampen bezeichnet. Die Lampe ist das Leuchtmittel (Glühlampe, Energiesparlampe), die Leuchte trägt die Lampe.

Leuchten gibt es in verschiedenen Bauarten wie Deckenleuchten, Wandleuchten, Schreibtischleuchten usw., sie können fest installiert oder mobil sein.

Der Verbrauch von elektrischer Energie von Leuchten wird hauptsächlich durch die Lampe und deren Betriebsgerät verursacht.

Auswahl von Leuchten

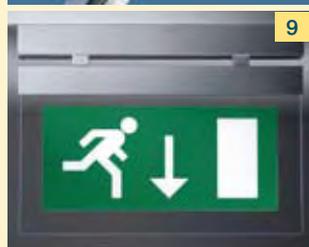
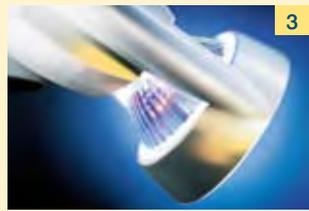
Leuchten werden ausgewählt:

- nach dem **Verwendungszweck**
Innen- oder Außenleuchte;
- nach der **Art und Anzahl der Lampen**
Glühlampe, Niederdruck- oder Hochdruck-Entladungslampe;
- nach der **Bauart**
offene oder geschlossene Leuchte;
- nach der **Art der Montage**
Einbau-, Anbau- oder Hängeleuchte;
- nach **lichttechnischen Eigenschaften**
wie Lichtstromverteilung, Lichtstärkeverteilung, Leuchtdichteverteilung und Leuchtenbetriebswirkungsgrad;
- nach **elektrischen Eigenschaften**
einschließlich der zum Betrieb der Lampen notwendigen Bauteile, elektrische Sicherheit, Schutzklasse, Funkentstörung, Vorschaltgeräte, Zünd- und Starteinrichtungen;
- nach **mechanischen Eigenschaften**
mechanische Sicherheit, Schutzart, Brand-schutzverhalten, Ballwurfsicherheit, Materialbeschaffenheit;
- nach **Größe, Bauform und Design.**

Arten von Leuchten

Für die vielfältigen Aufgaben in den jeweiligen Einsatzbereichen gibt es eine Vielzahl von Leuchten. Im Folgenden nur eine kleine Auswahl an Leuchten:

- 1 Rasterleuchten**
gängige Form der Bürobeleuchtung, Einbau- und Anbau möglich
- 2 Lichtbandsysteme, Lichtleisten**
vielfältige Ausführungen erhältlich, für Leuchtstofflampen
- 3 Strahlerleuchten**
Akzentbeleuchtung, Wand-/ Deckenfluter
- 4 Stromschienen mit Strahler**
- 5 Downlights**
- 6 Pendelleuchten**
mit Direkt-/Indirektlichtverteilung
- 7 Schreibtisch-, Stehleuchte**
- 8 LED-Leuchten**
- 9 Hinweisleuchten**
- 10 Außenleuchten**
- 11 vielfältige Sonderleuchten**
für verschiedene Einsatzbereiche



Leuchtenbetriebswirkungsgrad

Zur energiewirtschaftlichen Beurteilung einer Leuchte und für die lichttechnischen Berechnungen ist der Leuchtenbetriebswirkungsgrad eine wichtige Größe. Er ist das unter bestimmten Bedingungen ermittelte Verhältnis des aus der Leuchte austretenden Lichtstroms zur Summe der Lichtströme der einzelnen Lampen.

Vergleich Leuchtenwirkungsgrad verschiedener Leuchten

Beispiel Leuchte	Leuchtenbetriebswirkungsgrad
Leuchte mit opaler Abdeckung, alt	50 %
Leuchte mit prismatischer Abdeckung, alt	55 %
Leuchte mit Prismenoptik, neu	77 %
Reflektorleuchte, neu	67 %
Büro-Arbeitsplatz-Leuchte (BAP) mit Parabolspiegelraster, neu	83 %

Die Verordnung (EG) Nr. 245/2009 der EU-Kommission sieht auch Energieeffizienz-Anforderungen für Leuchten vor, wie u.a. dass der Stromverbrauch von Leuchten für Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät den Gesamtstromverbrauch der eingebauten Vorschaltgeräte nicht übersteigen darf.

Daneben bietet die Verordnung 245/2009 auch Referenzwerte, die bei der Beschaffung als Kriterien herangezogen werden können, wie zum Beispiel folgende Kriterien für die Leuchten in Büros:

- Lichtstromerhalt der Leuchten (bei normalem Verschmutzungsgrad des Büros und Reinigungsintervallen von 4 Jahren) von 0,95
- Leuchten sollten mit Beleuchtungssteuerungssystemen kompatibel sein, die die folgenden Merkmale aufweisen:
 - > Präsenzerkennung
 - > Lichtreaktives Steuern (zB. für wechselndes Tageslicht)
 - > Lichtstromsteuerung zur Berücksichtigung wechselnder Beleuchtungsanforderungen
 - > Lichtstromsteuerung zum Ausgleich von Verschmutzungen der Leuchte und veränderter Lichtleistung bzw. Lampenwirkungsgrad

Auch die Anforderungen an Hersteller in Bezug auf Produktinformation wurden verschärft, zögern Sie also nicht, auch beim Leuchtenkauf genaue Informationen zu verlangen.

Welche Leuchte für welchen Einsatzbereich?

Bürogebäude Moderne Spiegelrasterleuchten oder hochdurchlässige Abdeckung (Mikroprismen-Optik), um Blendwirkung auszuschließen

Hotels & Gastronomie Raster-Einbauleuchten, Pendelleuchten, Stromschienen mit Strahler, (Wandfluter-)Einbauleuchten, Wandleuchten

Holzbe- & verarbeitung Einlampige breit- oder asymmetrische Reflektor-, Spiegelreflektorleuchten und Wannenleuchten für Leuchtstofflampen als Einzel-leuchten oder als Lichtband

Papier-verarbeitende Industrie Einlampige Reflektor- oder Spiegelreflektorleuchten mit Rasterabdeckung, Spiegelrasterleuchten, Wannenleuchten mit Spiegelreflektor. Zur Farbkontrolle werden beim Mehrfarbendruck zusätzliche Leuchten (1500 lx) mit einem $R_a > 90$ verwendet (de Luxe Lampe)

Metallbe- & verarbeitung Lichtbandsysteme mit lichtlenkenden Bauteilen (Spiegelraster- und Rasterleuchten). In bestimmten Bereichen (zB. Schweißen) muss die Leuchte ein Sicherheitsglas aufweisen.

Baustellenbeleuchtung Für kleinere Baustellen kommen für kurze Zeit Scheinwerfer für Halogen-glühlampen zum Einsatz. Für große Baustellen werden v.a. Scheinwerfer für Hochdrucklampen eingesetzt.

Betriebsgeräte

1. Vorschaltgeräte

Für den Betrieb von Entladungslampen sind Vorschaltgeräte erforderlich. Sie dienen zur Strombegrenzung und zum Zünden der Lampen in Verbindung mit zB. Startern.

Energieeffizienz-Bemühungen haben bei Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen zu technischen Weiterentwicklungen geführt: dem (induktiven) verlustarmen Vorschaltgerät (VVG) als Nachfolger des konventionellen Gerätes (KVG) und dem energiesparenden elektronischen Vorschaltgerät (EVG).

Das elektronische Vorschaltgerät wandelt die Netzspannung 230V/50Hz in eine hochfrequente Wechselfrequenz von 25 bis 40 kHz um, wodurch sich bei fast gleichem Lichtstrom die Leistungsaufnahme reduziert. Bereits heute sind über 40 % der neuen bzw. umgerüsteten Beleuchtungsanlagen mit Leuchtstofflampen einschließlich Kompaktleuchtstofflampen mit EVG ausgerüstet.

Neben den beträchtlichen Energie-Einsparungen, die zu kurzen Amortisationszeiten von wenigen Jahren für die elektronischen Vorschaltgeräte führen, bringt der Hochfrequenzbetrieb von Leuchtstofflampen und zunehmend auch der von anderen Entladungslampen weitere Vorteile:

Vorteile elektronischer Vorschaltgeräte (EVG)

- geringe Verluste
- höhere Lichtausbeute der Lampe
- bestmögliches Umsetzen elektrischer Leistung in Licht
- geringere Betriebskosten
- reduzierte Klimatisierungsleistung
- kein Starter, kein Kompensationskondensator
- Einsatz bei Wechsel- oder Gleichspannung
- konstante Lampenleistung über weiten Spannungsbereich
- geeignet für Sicherheitsbeleuchtung
- kein flackerndes Licht
- erhöhte Schaltfestigkeit
- Abschalten bei defekten Lampen
- ca. 50 % verlängerte Lampenlebensdauer
- Erhöhung des Beleuchtungskomforts und der Beleuchtungsqualität
- Dimmen möglich

Um den Energieverbrauch des Systems Vorschaltgerät/Lampe zu verdeutlichen, wurde europaweit die Energieklassifizierung eingeführt (Richtlinie 2000/55/EG über Energieeffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen).

Der EEI (Energy Efficiency Index) unterscheidet sieben Vorschaltgeräte-Klassen, wobei die Klassen C und D nicht mehr zulässig sind:

- A1** Dimmbare elektronische Vorschaltgeräte (EVG)
- A2** Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) mit reduzierten Verlusten
- A3** Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)
- B1** Magnetische Vorschaltgeräte mit sehr geringen Verlusten (VVG)
- B2** Magnetische Vorschaltgeräte mit geringen Verlusten (VVG)



2. Starter und Zündgeräte

Starter für Leuchtstofflampen schließen bzw. öffnen den Vorheizstromkreis einer Leuchtstofflampe und leiten damit den Zündvorgang ein. Unterschieden wird zwischen den Universal- und Sicherungs-Schnellstartern. EVG benötigen keine Starter.

Metall-Halogenlampen und Natriumdampf-Hochdrucklampen benötigen Startspannungsimpulse in der Größenordnung von 1 bis 5 kV. Zum Zünden von Hochdruck-Entladungslampen werden Zündgeräte mit speziellen elektronischen Schaltungen eingesetzt.

Zum sofortigen Heißwiederzünden von erloschenen Metall-Halogenlampen oder Natriumdampf-Hochdrucklampen sind Zündgeräte mit erheblich höheren Spannungen als 5 kV erforderlich (zB. bei Flutlichtanlagen).

3. Kompensations-Kondensatoren

Zur Kompensation der induktiven Blindleistung von konventionellen Vorschaltgeräten wird bei Leuchtstofflampen ein Kondensator verwendet.

Kompensations-Kondensatoren müssen die Kennzeichnung F (flammsicher) oder FP (flamm- und platzsicher) in Verbindung mit dem Prüfzeichen einer anerkannten Prüfstelle tragen und mit einem Entladewiderstand ausgestattet sein.

Elektronische Vorschaltgeräte benötigen keine Kompensations-Kondensatoren.

4. Transformatoren

Für den Betrieb von Niedervolt (NV)-Halogenleuchtstofflampen werden Transformatoren mit einer Ausgangsspannung von 12 V benötigt.

Wichtig ist, dass der Transformator auf der Primärseite geschaltet wird, da sonst permanent die Leerlaufverluste zu einem Stand-by-Stromverbrauch führen – und das ohne Nutzen.

Zusätzlichen Komfort bieten elektronische Transformatoren zB. durch Leerlaufabschaltung, Kurzschlussfestigkeit und lampenschonendes Einschalten.

Vorteile elektronischer Transformatoren

- kompakte Bauform
- geringes Gewicht
- geringe Verlustleistung
- geringer Innenwiderstand
- keine Geräuschentwicklung
- hoher Wirkungsgrad
- Überlast- und Übertemperaturschutz durch angepasste Leistungsrückregelung ohne Abschalten der Lampen
- Softstart – keine Stromspitzen beim Einschalten
- elektronischer Kurzschlussschutz

Niedervolt-Installationen stellen aufgrund der geringen Spannungen zwar keine direkten Gefahren für den Menschen dar, jedoch ist zu beachten, dass durch die heruntertransformierte Spannung sehr hohe Ströme fließen.

Diese hohen Ströme können bei einer ungenügenden Dimensionierung von Kabeln, Kontakten, Klemmstellen und Schaltern zu deren Überlastung führen. Um daraus resultierende mögliche Brandgefahren zu vermeiden, sind besondere Installationsbedingungen zu berücksichtigen.

Für eine fachgerechte Installation haben sich NV-Stecksysteme mit Steckern, Kupplungen und Kabeln bewährt.



Wirtschaftlichkeit

In eine aussagekräftige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten neben den Anschaffungskosten und den jährlichen Stromkosten auch noch die Lebensdauer und die Kosten für den Lampenwechsel einfließen. So weisen zum Beispiel Glühlampen eine mittlere Lebensdauer von nur 1.000 Stunden auf, Energiesparlampen gibt es mit bis zu 15.000 Stunden mittlerer Lebensdauer.

Bei größeren Gebäuden sind vor allem auch die höheren Lampenwechselkosten ineffizienter Lampen mit kürzerer Lebensdauer zu berücksichtigen.

Andere Nebenkosten, die durch ineffiziente Lampen entstehen, sind vor allem der Lichtstromrückgang (das Altern der Leuchtmittel und damit vorzeitiger Austausch der Lampen vor Ablauf der Lebensdauer) und höhere Wärmeeinträge.

Ein immer wichtiger werdender Faktor ist die sommerliche Überhitzung, zu der die Beleuchtung wesentlich beitragen kann. So hat ein Raum mit 10 Glühlampen je 60 Watt im Unterschied zu 10 Energiesparlampen je 11 Watt eine zusätzliche Kühllast von 490 Watt, was je nach Brenndauer der Lampen zu hohen Wärmeeinträgen führt. Eine moderne IRC-Halogenglühlampe hat im Vergleich zu herkömmlichen Niedervolt-Halogenlampen eine 40 % geringere Wärmeentwicklung.

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

- **Lampenkosten**
- **Energiekosten**
- **Kosten für Lampentausch**

Lampenkosten pro Jahr =

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

Energiekosten pro Jahr =

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

Kosten für Lampentausch pro Jahr =

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



Beispiele für die Kostenvorteile energieeffizienter Lampen

Ersatz von 10 Halogenlampen durch energieeffiziente „IRC-Halogenlampen“

Einsparungsbeispiel (€)	Kaltlichtspiegellampe 50 W	Kaltlichtspiegel- lampe IRC 35 W
Lampenkosten pro Jahr	62,-	81,60
Energiekosten pro Jahr	260,-	182,-
Gesamtkosten pro Jahr	322,-	263,60
Jährliche Einsparung:		58,40 €

Beispiel: 10 OSRAM Kaltlichtspiegellampen IRC, 4.000 Betriebsstunden pro Jahr, Strompreis 0,13 € pro kWh, Lebensdauer: 4.000 h bzw. 5.000 h (IRC), Lampenpreis: 6,20 € (o. MWSt.) bzw. 10,20 € (o. MWSt., IRC)

**Ersparnis ca.
58 Euro**

Ersatz von 10 konventionellen Glühlampen 75 W durch Energiesparlampen 15 W

Einsparungsbeispiel (€)	Glühlampe 75 W	Energiespar- lampe 15 W
Lampenkosten pro Jahr	24,-	30,13
Energiekosten pro Jahr	390,-	78,-
Gesamtkosten pro Jahr	414,-	108,13
Jährliche Einsparung:		305,87 €

Beispiel: PHILIPS MASTER PL-E, 15 W, 4.000 Betriebsstunden pro Jahr, Strompreis 0,13 € pro kWh, Lebensdauer: 1000 h (Glühlampe) bzw. 15.000 h (Energiesparlampe), Lampenpreis: 0,60 € (o. MWSt., Glühlampe) bzw. 11,30 € (o. MWSt., Energiesparlampe, inkl. Entsorgungskosten)

**Ersparnis ca.
305 Euro**

Ersatz von 1 Stück Glühlampe (60 W) durch 1 Stück Energiesparlampe (11 W):

Wirtschaftlichkeitsberechnung	Glühlampe 60 W	Energiespar- lampen (11 W)
Anschlussleistung	60 Watt	11 Watt
Betriebsstunden pro Jahr	3.000 Stunden	3.000 Stunden
Energiekosten pro kWh	0,13 Euro	0,13 Euro
Mittlere Lebensdauer	1.000 Stunden	15.000 Stunden
Lampenpreis (o.MWSt.)	0,60 Euro	10,60 Euro
Gesetzl. Entsorgungskosten/Lampe	-	0,14 Euro
Wechselkosten pro Lampe	3,00 Euro	3,00 Euro
Kosten pro Lampe/Jahr		
Energiekosten pro Jahr	23,40 Euro	4,29 Euro
Lampenkosten pro Jahr	1,80 Euro	2,12 Euro
Lampenwechselkosten pro Jahr	9,00 Euro	0,60 Euro
Gesamtkosten pro Lampe und Jahr	34,20 Euro	7,01 Euro
Einsparung pro Lampe und Jahr		27,19 €

Quelle: Schiffler Licht

**Ersparnis ca.
27 Euro
pro Lampe**

Beleuchtungsplanung & Energieausweis

1. Wirtschaftliche Aspekte

Je früher die Beleuchtung in den Planungsprozess eines Gebäudes oder Raumes einfließt, desto effizienter, günstiger und eleganter kann sie gestaltet werden. Auch im Energieausweis für Nichtwohngebäude ist der Beleuchtungsenergiebedarf auszuweisen.

Behaglichkeit und Gesundheit:

Beleuchtung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Behaglichkeit und damit auf die Leistungsfähigkeit und Motivation von Mitarbeiter/innen sowie das Wohlbefinden von Kund/innen.

Geringere Stromkosten:

Effiziente Lampen sparen bis zu 80 % Stromkosten.

Geringe Klimatisierungskosten:

Jede in den Raum eingetragene kWh Wärme muss letztlich im Sommer durch eine Klimaanlage weggekühlt werden. Als Faustregel gilt: Jede kWh Energieeintrag verursacht einen Kühlaufwand von 1–8 kWh. Durch Lampen erzeugte Wärme ist auch im Winter nicht willkommen, da diese Wärme rund 3x so teuer als die von der Heizanlage erzeugte Wärme ist.

Attraktivität der Räume:

Die Beleuchtung beeinflusst in hohem Maß den Eindruck, den Kunden von einem Geschäftslokal bekommen. Entscheidend sind hier vor allem die Lichtmenge und Verteilung, um Räume und Objekte ins „rechte Licht zu rücken“.

2. Anforderungen an neue Beleuchtungsanlagen

- Erfüllung der entsprechenden Beleuchtungsnormen
- Leuchtmittel mit hoher Lichtausbeute
- Elektronische Betriebsgeräte (EVGs)
- Leuchten mit hohem Leuchtenbetriebswirkungsgrad und hohem Direktanteil
- Lichtsteuerung für Tageslicht und Berücksichtigung von Anwesenheit (Präsenzmelder)

Typen von neuen Beleuchtungsanlagen:

- mit EVG, manuell schaltbar
- mit EVG, mit Präsenzmelder
- mit regelbarem EVG, manuell schaltbar, Tageslichtregelung
- mit regelbarem EVG, Präsenzmelder, Tageslichtregelung

3. Sanierung von Beleuchtungsanlagen

Falls Sie eine umfassende Beleuchtungsplanung und Sanierung noch nicht jetzt angehen wollen, können Sie trotzdem mit Einzelmaßnahmen Strom sparen.

Ersatz von einzelnen Leuchtmitteln:

Achten Sie beim Neukauf auf energieeffiziente Systeme, die Energiekennzeichnung, das „Pictakerl“, gibt Auskunft über die Energieeffizienz. In vielen Fällen ist ein direkter Ersatz ineffizienter durch stromsparende Lampen (ohne Wechsel der Leuchte) möglich.

Nachrüstung:

Nachrüstsätze gibt es für viele Leuchtenarten und Anwendungsfälle, einige Beispiele:

- > Reflektoren, die das Licht der Leuchtstofflampe auf die Nutzfläche lenken, damit lässt sich die Zahl der erforderlichen Lampen um 30% verringern
- > Nachrüstsets zB. für Pflanzenleuchten zur Reduzierung der Leistung von 80 auf 20 W
- > nachträglicher Einbau von elektronischen Vorschaltgeräten
- > nachträgliche Integration von Bewegungsmeldern oder Dimmern

Bei der Nachrüstung ist aber zu beachten, dass das Beleuchtungsniveau nicht verschlechtert wird und dass Adapterlösungen für Lampen das Gesamtsystem Leuchte + Lampe nicht negativ beeinflussen. Häufig tritt die Frage auf, ob es sinnvoll ist, T5-Adapter für T8-Leuchten einzusetzen. T5-Leuchtstofflampen sind wesentlich effizienter als T8-Lampen, können aber nur mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden. Zu beachten ist aber, dass durch den Umbau die Verantwortung vom Hersteller auf den Betreiber übergeht und jegliche sicherheitstechnischen Zertifizierungen ebenso wie die CE-Kennzeichnung verloren gehen. Auch wird die Beleuchtungsstärke wesentlich reduziert.

Auch bei der Methode, die Spannung abzusenken und damit Strom einzusparen ist zu beachten, dass die erforderliche Beleuchtungsstärke immer eingehalten werden muss. Sinnvoll kann diese Maßnahme unter Umständen bei älteren, überdimensionierten Anlagen sein.



4. Rechtliche Anforderungen an die Beleuchtungsplanung

Wichtig bei der Beleuchtungsplanung ist eine normgerechte Auslegung, die folgenden ÖNORMEN sollten hier u.a. Beachtung finden:

ÖNORM EN 12464-1: Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen

- Die Norm behandelt die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen.
- Zu beachten ist auch der Wartungswert der Beleuchtungsstärke (E_m): Es handelt sich dabei um jenen Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf. Der Beleuchtungsplaner muss den Wartungsfaktor ermitteln und einen Wartungsplan für Reinigung und Wechsel erstellen. Der Wartungswert hängt vom Alterungsverhalten der Lampe und den Vorschaltgeräten, der Leuchte, der Umgebung und der Wartung ab. Der Referenzwert bei sauberer Raumatmosphäre, moderner Lampen- und Leuchtentechnik und einem Wartungsintervall von 3 Jahren beträgt 0,67.
- Bereich der Sehaufgabe: Es muss nicht unbedingt der gesamte Raum eine bestimmte Helligkeit aufweisen, sondern es kann ein Bereich der „Sehaufgabe“ definiert werden. Dies ist jener Teilbereich des Arbeitsplatzes, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird. So kann zum Beispiel in einem Büro die Beleuchtungsstärke im Arbeitsbereich 500 lx, in der Umgebung aber nur 300 lx aufweisen.

Beispiele für die normgerechte Auslegung der Beleuchtung

Art des Raumes, Aufgabe oder Tätigkeit – Beispiel Büro	E_m	UGR	Ra
Ablegen, kopieren	300	19	80
Verkehrszonen in Arbeitsräumen	300	19	80
Schreiben	500	19	80
Lesen, Datenverarbeitung	500	19	80
CAD-Arbeitsplätze	500	19	80
Konferenz- und Besprechungsräume	500	19	80
Empfangstheke	300	22	80
Archive	200	25	80
Beispiel Schule			
Unterrichtsräume in Grund- und weiterführenden Schulen	300	19	80

Quelle: ÖNORM EN 12464-1; E_m – Wartungswert, UGR – Blendungsbegrenzung, Ra – Farbwiedergabeindex

Arbeitsstätten-Verordnung (AStV)

Die Arbeitsstätten-Verordnung regelt grundlegende Anforderungen an die Beleuchtung. Sie enthält u.a. folgende Bestimmungen zur künstlichen Beleuchtung in Arbeitsräumen (§ 29):

- Allgemeinbeleuchtung mindestens 100 Lux (gemessen 0,85 m über dem Boden)
- „Arbeitsplätze sind erforderlichenfalls zusätzlich zu beleuchten, wobei auf den Stand der Technik, die jeweilige Sehaufgabe und die möglichen Gefährdungen am Arbeitsplatz Bedacht zu nehmen ist.“ (Werte in der ÖNORM EN 12464-1)
- Große Leuchtdichten, große Leuchtdichteunterschiede, Flimmern, stroboskopische Effekte sowie direkte und indirekte Blendung im Gesichtsfeld der Arbeitnehmer/innen sind zu vermeiden.

5. Beleuchtung im Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

Im Zuge der Umsetzung der europäischen Gebäuderichtlinie sieht der Energieausweis für Nicht-Wohngebäude auch die Angabe des Beleuchtungsenergiebedarfes vor.

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 nationalen Ergänzungsnorm dazu, der ÖNORM H 5059: „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf“, die herangezogen werden können, wenn keine genaue Berechnung des Beleuchtungsenergiebedarfs erfolgt.

Der Beleuchtungsenergiebedarf setzt sich im Wesentlichen aus 2 Faktoren zusammen:

- Beleuchtungsenergiebedarf, der zur Erfüllung der Ausleuchtungsfunktion im Gebäude erforderlich ist und dem
- Leerlaufverlust-Energiebedarf, der für das Aufladen von Akkumulatoren für die Notbeleuchtungen und für die Stand-by-Energie für Beleuchtungskontrollen im Gebäude erforderlich ist. Default-Wert für bestehende Anlagen: 6 kWh/m²,a

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.

The image shows a screenshot of the 'Energieausweis für Nicht-Wohngebäude' form. The form is divided into several sections: 'GEBÄUDEDATEN', 'KLIMADATEN', 'WÄRME- UND ENERGIEBEDARF', and 'ERLÄUTERUNGEN'. A red box highlights the 'Beleuchtungsenergiebedarf' entry in the 'WÄRME- UND ENERGIEBEDARF' table. The 'ERLÄUTERUNGEN' section contains a note about the energy demand for heating and hot water supply.

Beispiel: Beleuchtung im Energieausweis

- > 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/m²a]	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:

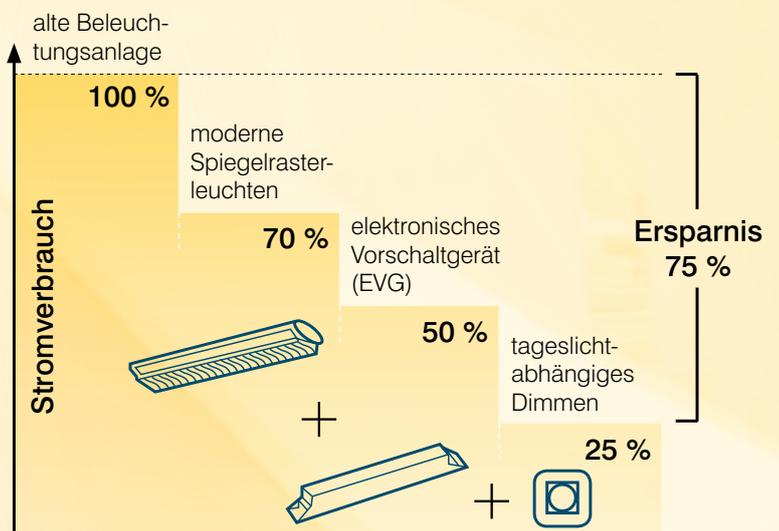
LENI-Wert:

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

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

Diese Referenzwerte sind Richtwerte für bestehende Anlagen und keine Zielwerte für neue Beleuchtungsanlagen. In neuen Büros sind zum Beispiel Werte für den Beleuchtungsenergiebedarf unter 20 kWh/m²,a erreichbar.

Einsparmöglichkeiten mit modernen Beleuchtungsanlagen



Lichtmanagement

Das Regeln und Steuern der Beleuchtung ist ein fester Bestandteil moderner Gebäudetechnik. Neben der Energieeinsparung spielen der Steuerungskomfort und die bessere Motivation bei dynamischem Licht eine bedeutende Rolle.

Die Steuerung des Lichts kann in Abhängigkeit von der Menge des natürlichen Lichts oder des Sonnenstandes, von der Nutzung eines Raums oder von einer erwünschten Lichtstimmung erfolgen.

So gibt es im Wesentlichen folgende Möglichkeiten der Lichtregelung:

- manuelle Bedienung
- bewegungsaktivierte Regelung und Schaltung (Bewegungsmelder)
- tageslichtabhängige automatische Regelung (Lichtsensoren)
- zentrale Lichtsteuerung

Wichtig ist in jedem Fall eine gute Planung und Abstimmung der verschiedenen Lichtregelelemente aufeinander.

Beim Neubau kommen immer häufiger Einzelraumregelungen zum Einsatz. Zu beachten ist dabei, dass die Beleuchtung nicht unabhängig von der Verschattung betrachtet werden kann und eine regeltechnische Verbindung der beiden Systeme empfehlenswert ist.

1. Manuelle Bedienung

Das Dimmen von Glühlampen und Halogenlampen, die mit Netzspannung betrieben werden (230 bzw. 240 V Hochvolt-Halogenlampen) ist im Allgemeinen unproblematisch.

Niedervolt-Halogenlampen (12 V) benötigen spezielle Dimmer. Dies gilt auch für die effizienten IRC Halogenlampen.

Dimmbare Leuchten mit EVGs reduzieren den Stromverbrauch entsprechend der Verringerung des Lichtstroms.

Leuchtstofflampen können mit steuerbaren EVGs stufenlos und flackerfrei bis zu 1 % des Lichtstroms gedimmt werden.

Moderne, regelbare Energiesparlampen für den professionellen Einsatzbereich lassen sich auf bis zu 10 % der Ausgangsleistung dimmen.

2. Bewegungsaktivierte Regelung und Schaltung (Bewegungsmelder)

Das manuelle Zu- und Abschalten der Beleuchtung kann durch den Einsatz von Zusatzgeräten, wie Bewegungsmelder, Präsenzmelder, Dämmerungsschalter, Treppenhausautomatik, Zeitschaltuhren ersetzt werden. Sie werden vor allem in wenig oder sehr unterschiedlich frequentierten Räumen oder für bedarfsabhängige Schaltung der Außenbeleuchtung eingesetzt.

Bewegungsmelder registrieren die Anwesenheit/Abwesenheit von Personen mit Hilfe eines Infrarotsensors. Präsenzmelder weisen eine höhere Empfindlichkeit als Bewegungsmelder auf und erkennen auch Personen bei sitzender Tätigkeit. Wird in einer bestimmten Zeit keine Bewegung registriert, so schalten die Melder die Beleuchtungsanlage ab.

Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen, die mit Bewegungsmeldern kombiniert werden, müssen bei erhöhter Schalthäufigkeit mit „Warmstart-EVGs“ betrieben werden.

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

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

Möglichkeiten der Energieeinsparung durch Lichtregelung

	Energieverbrauch
Konventionelles Vorschaltgerät (KVG)	100 %
Elektronisches Vorschaltgerät (EVG, nur schalten)	80 %
EVG Tageslichtregelung (einfach)	ca. 50 %
EVG Tageslichtregelung (Top-Version)	ca. 30 %

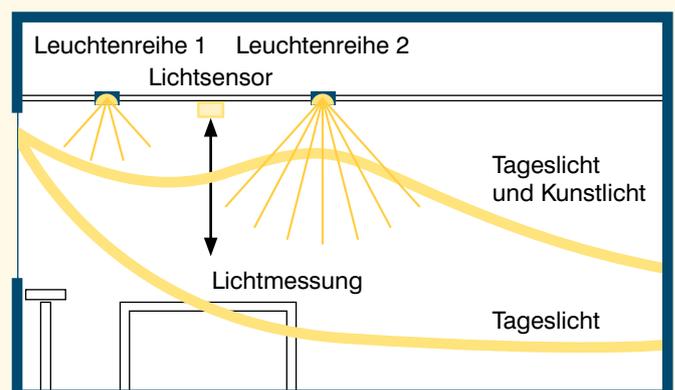
3. Tageslichtabhängige, automatische Regelung (Lichtsensoren)

Eine Form der Tageslichtnutzung in Gebäuden ist die tageslichtabhängige Kontrolle (Steuerung oder Regelung) von Kunst- und Tageslichtsystemen. Aufeinander abgestimmte integrierte Systeme aus Kunstlichtkontrolle und Tageslichtsystem führen zu entsprechender Einsparung elektrischer Energie für das Kunstlicht. Die tageslichtabhängige, gebäudeweite Kunstlichtkontrolle ist über einen zentralen Sensor auf dem Gebäude möglich.

Zu beachten ist aber, dass sich nicht alle Lampentypen für die tageslichtabhängige Regelung eignen. Registriert der Sensor im Raum ungenügende Beleuchtungsstärke, schaltet er die Beleuchtung ein bzw. umgekehrt geht die Beleuchtung aus, wenn genügend Licht vorhanden ist. Eine Grundvoraussetzung für den Einsparerfolg durch Lichtsensoren ist die gute Planung und richtige Anbringung der Sensoren.

Eine optimale Lichtsteuerung ist die stufenlose Tageslichtregelung. Dabei wird das künstliche Licht stufenlos mit dem zur Verfügung stehenden Tageslicht abgeglichen. Auf der Arbeitsfläche herrscht also stets dieselbe Beleuchtungsstärke. In Räumen mit viel Tageslicht kann durch die Kombination von Präsenz- und Tageslichtsensoren eine wesentliche Effizienzsteigerung erreicht werden.

Vor allem beim Einsatz von Lichtsensoren ist der Einsatz von anderen Steuerungselementen (Zeitschaltuhren, Bewegungsmelder, etc.) kritisch zu überprüfen und abzustimmen. Eine kostengünstige Alternative, den Tageslichtanteil zu nutzen, ist eine Stufenschaltung, d.h. durch eine gezielte Abschaltung von Lampengruppen in Abhängigkeit vom Tageslicht einen ähnlichen Einsparerfolg zu erzielen.



Quelle: Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz v. Gebäuden Modul 4 Beleuchtung

4. Zentrale Lichtsteuerung

Bei einem Neubau könnte als Alternative zur manuellen Bedienung der Einbau einer zentralen Steuerung überlegt werden. Auch für einzelne Räume, wie Konferenz- und Besprechungsräume, kann eine zentrale Lichtsteuerung sinnvoll sein. In bestehenden Gebäuden lohnt sich der Einbau nur, wenn er technisch unproblematisch machbar ist.

Es gibt eine Reihe von verschiedenen Systemen, 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

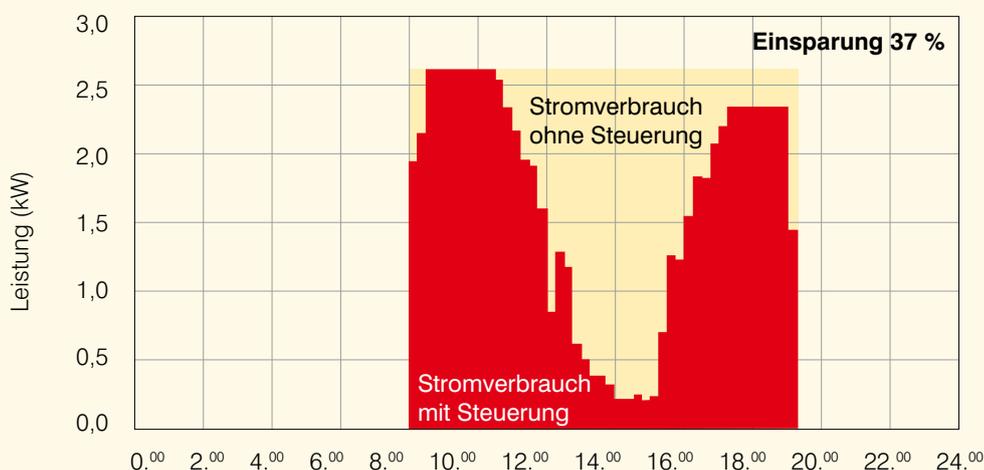
Digitale Vorschaltgeräte können über eine Schnittstelle von einem Computer aus bedient werden. Mit einer entsprechenden Software kann die Beleuchtungsanlage gesteuert werden. Das DALI-System (digital adressable lighting interface) ist ein standardisiertes, digitales Protokoll für dimmbare EVGs. Hinter DALI stehen führende europäische Hersteller, die eine entsprechende Software zum Downloaden auf ihren Websites anbieten. Nach der Installation muss das System programmiert werden. Mit einer Fernbedienung (per Funk oder IR) kann die Beleuchtung dann gesteuert werden.

Leuchten benötigen dafür einen besonderen Steuerkreis, ältere Lichtregelungssysteme lassen sich mit speziellen Schnittstellen in das DALI-System integrieren.

• Zentrale Leittechnik – BUS-Systeme

Darunter versteht man die Einbeziehung aller Einzelsysteme – wie Heizung 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. Informationen von Sensoren werden über das BUS-System weitergeleitet und Steuerungen und Regelungen lassen sich in vielfältigen Funktionen programmieren.

Beispiel: Einsparung durch Lichtsensor



Quelle: Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Modul 4 Beleuchtung



Tageslichtnutzung

Der Anteil der Tageslichtnutzung ist für den Stromverbrauch der Beleuchtung von entscheidender Bedeutung. Ziel sollte sein, ein Optimum an Tageslichtnutzung und damit größtmögliche Stromeinsparung zu erreichen und gleichzeitig Blendung und sommerliche Überhitzung durch zuviel Tageslicht zu vermeiden. In klimatisierten Gebäuden erhöht die Abwärmeproduktion der Beleuchtung zusätzlich die interne Wärmelast und damit den Kühlbedarf. Umgekehrt sollte zB. ein Sonnenschutz nicht automatisch dazu führen, dass die Beleuchtung eingeschaltet werden muss. Zusätzlicher Vorteil eines hohen Tageslichtanteils ist ein erhöhter visueller Komfort.

Die Tageslichtversorgung wird bestimmt von:

- Besonnungszeit
- Einstrahlungswinkel
- Grundrissgestaltung (zB. Beziehung Sonnenlichteintrag/Raumtiefe)
- Größe der verglasten Fläche:
Bei zu großen Fensterflächen besteht das Problem der sommerlichen Überhitzung. Ideal ist es, außenliegenden Sonnenschutz zu verwenden, der Sonnen- und Blendschutz bei gleichzeitiger Tageslichtnutzung mittels Lichtlenkung ermöglicht (zB. Jalousien mit verstellbaren Lamellen).
- Glasqualität: Transmissionsgrad
- Verschattung/Verschmutzung
- Verhältnis Glas-/Rahmenanteil
- Anordnung/Lage der transparenten Fläche:
je höher, desto raumtiefer der Lichteinfall; Anhaltspunkt ist die Größe des Himmelsausschnitts, der von der Arbeitsfläche sichtbar ist. Dieser Faktor ist nicht nur von der Fenstergröße und der Raumtiefe abhängig, sondern auch von Verschattungselementen und gegenüberliegenden Gebäuden. Exakt lässt sich das mittels Simulationsprogramm bestimmen.
- Lichtlenkung

1. Einstrahlungswinkel/Gundrissgestaltung

Inwieweit in einem Gebäude Tageslicht genutzt werden kann, wird vorrangig durch die Entfernung von der Tages-Lichtquelle sowie der Höhe des Lichteinfalls bestimmt. Entscheidend sind die Lichtverhältnisse auf der Arbeitsfläche. Die Raumtiefen sollten max. 4–5 m betragen.

Als Regel gilt: 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).

Eine Erhöhung des Lichteintrags ist durch zweiseitige Tageslichtversorgung möglich, beispielsweise durch eine mögliche flurseitige Belichtung bei Atrien. Auch die Dachflächen eines Gebäudes können im darunter liegenden Geschoss zur Tageslichtversorgung genutzt werden. Das Zenitlicht erbringt eine um mehr als den Faktor 3 größere Lichtmenge.

Die Tageslichtversorgung eines bestimmten Punktes im Raum wird über den Tageslichtquotienten D (auch: Tageslichtfaktor, Daylight Factor) angegeben. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis von Beleuchtungsstärke außen und Beleuchtungsstärke innen. Der in Prozent angegebene Tageslichtquotient soll 3 Prozent für alle Arbeitsflächen betragen.





2. Lichtlenkung

Tageslichtnutzung kann auch durch den Einsatz von lichtlenkenden Elementen unterstützt werden. Lichtlenkung gründet auf drei verschiedenen physikalischen Prinzipien:

- Reflexion (Einsatz von spiegelnden Flächen)
- Brechung (Einsatz von Prismen)
- Beugung (holografische Beschichtungen auf der Glasfläche)

Durch unterschiedliche Maßnahmen kann Tageslicht in die Raumtiefe gelenkt werden:

- Lamellen von Sonnenschutz (Lamellensysteme wie Retrolamellen)
- feststehende oder bewegliche Reflektoren, außen oder innen
- Lichtlenkende Verglasungen (Hologramme)

Lichtlenkende Elemente sollten oberhalb der Augenhöhe eingesetzt werden, um Blendung zu vermeiden. Es ergibt sich eine funktionale Teilung der Verglasungsflächen in Belichtungsfunktion (oben angeordnet) und Außenbezug (unterer Teil).

So lenken zB. Retrolamellen das Licht an die Decke und vermeiden damit eine Blendung. Das so umgelenkte Licht beleuchtet dann den jeweiligen Arbeitsplatz. Gleichzeitig sorgt der untere Teil der Lamellen für eine Beschattung des fensternahen Arbeitsplatzes. Je nach Einstrahlwinkel der Sonne wird entweder nur diffuses Licht in den Raum gebracht und der Großteil der direkten Einstrahlung wieder reflektiert (hoher Sonnenstand in Sommer) oder der Großteil in den Raum gelenkt (flacher Einstrahlwinkel im Winter).

Lichtlenkende Elemente verhindern die direkte Bestrahlung des Arbeitsplatzes und nutzen das Tageslicht zur Raumbelichtung. Angenehmer Nebeneffekt: Durch den möglichen Verzicht auf künstliche Beleuchtung wird die Wärmebelastung reduziert und die sommerliche Überhitzung gemildert.

Die Reflektoren zur Umlenkung von Tageslicht können auch der Umlenkung der künstlichen Beleuchtung in die Raumtiefe dienen. Auch optisch gewünschte Effekte wie eine Beleuchtung der Fassade lassen sich in solche Konzepte integrieren.

Daneben gibt es auch schalt- und regelbare Verglasungen zur Steuerung des Tageslichteinlasses. Die Schaltung der Glasflächen kann entweder manuell oder automatisch in Abhängigkeit von der Einstrahlung auf die Fassade bzw. der Raumtemperatur erfolgen.

Sogenannte thermotrophe Systeme schalten bei einer vorgegebenen Temperatur von transparent auf diffus um (zB. Hydrogel-Verbundscheiben). Die Innenseite der Verglasung ist bei diesen Systemen mit einer dünnen, unsichtbaren Schicht überzogen. Die Schalttemperatur wird bereits bei der Fertigung festgelegt und kann nachträglich nicht verändert werden. Der Vorteil dieser Systeme ist, dass sie sich äußeren Umweltbedingungen anpassen.

Wesentlichen Einfluss auf die Wirkung von Lichtlenkung hat die Gestaltung der Decke. Nur helle, reflektierende Farben und Beschichtungen können das Tageslicht in die Raumtiefe umlenken.

Lichtumlenkung kann auch die Tageslichtversorgung von Nordräumen signifikant verbessern. Bei starken Wandbauteilen erhöht eine Abschrägung der Sturz- und Laibungsflächen den Lichteinfall.

Tageslichtnutzung und Lichtlenkung erfordern in jedem Fall gute Planung. Ziel sollte es sein, visuelle und thermische Behaglichkeit mit Energieeffizienz zu verbinden.



Außenbeleuchtung

Hohe Wirtschaftlichkeit durch geringe Energiekosten und lange Lebensdauer, um den Wartungsaufwand gering zu halten sind auch im Außenbereich wesentliche Parameter, die eine effiziente Beleuchtung erfüllen sollte. Natriumdampf-Hochdrucklampen, sowie Kompaktleuchtstofflampen und Leuchtstofflampen - in neuer Technik mit konstantem Lichtstrom über einen weiten Temperaturbereich - sind wirtschaftliche Lichtquellen für die öffentliche Beleuchtung. Halogen-Metaldampflampen werden immer mehr eingesetzt, wenn „weißes Licht“ für repräsentative Bereiche gewünscht wird. Besonders für Anstrahlungen und Farbakzente werden häufig LED-Systeme verwendet.

Folgende effiziente Lampentypen sind für den Einsatz in der Außenbeleuchtung geeignet:

Lampentyp	Lichtfarbe	Vor-/Nachteile
Natrium-Hochdruck-entladungslampe 	gelbes Licht	<ul style="list-style-type: none"> + sehr effizient (bis 150 lm/W) + lange Lebensdauer + ökologische Vorteile (verringertes Insektenflug, Lampen ohne Quecksilber erhältlich) - schlechte Farbwiedergabe (Ra < 25)
Metall-Halogen-Dampflampen 	weißes Licht	<ul style="list-style-type: none"> + gute Farbwiedergabe + besonders effizient bei geringerer Beleuchtungsstärke (Dämmerungseffekt) + warmweiße Lichtfarbe für verringerten Insektenanflug (z.B. 3.000 K) - geringere Lebensdauer als Natriumdampf-Hochdrucklampen
Leuchtstoff-/Kompakt-Leuchtstofflampen 	weißes Licht	<ul style="list-style-type: none"> + preisgünstig + lange Lebensdauer - temperaturabhängig - auf speziell für den Außenbereich geeignete Modelle achten, sonst stimmen die Lebensdauerangaben der Hersteller nicht - begrenzte Möglichkeiten zur Lichtlenkung
LED 	weißes Licht, Farbgestaltung mit Licht	<ul style="list-style-type: none"> + effiziente Zukunftstechnologie + kein UV/IR-Anteil + lange Lebensdauer + für Signalbeleuchtung und farbige Anstrahlung effizient - bei weißem Licht derzeit meist noch zu wenig effizient - derzeit noch teuer - noch keine Langzeiterfahrungen



Besonders Quecksilber-Hochdruckentladungslampen (HPL) weisen eine sehr schlechte Energieeffizienz auf und sollten durch effizientere Lampentypen ersetzt werden. Als Alternative bietet sich der Einsatz von hocheffizienten Natrium-Hochdruckentladungslampen an. Sollten diese aufgrund ihrer gelblichen Lichtfarbe für den Einsatzzweck nicht geeignet sein, kommen alternativ Metall-Halogen-Dampflampen in Frage.

Die folgende Tabelle zeigt die Einsparpotenziale beim Wechsel auf moderne Leuchtmitteltechnologien auf:

„alte Technologie“	„neue Technologie“	Einsparung
Leuchtstofflampe	Metall-Halogen-Dampflampen	ca. 25 %
Quecksilber-Hochdruckentladungslampe	Natrium-Hochdruckentladungslampe	ca. 50 %
Quecksilber-Hochdruckentladungslampe	Metall-Halogen-Dampflampen	ca. 40 %

Für die Umrüstung bestehender Leuchten von Quecksilber- auf Natrium-Hochdruckentladungslampen oder Metall-Halogen-Dampflampen wird ein zusätzliches Zündgerät benötigt. Diese Maßnahme lohnt sich typischerweise bei Leuchten, die nicht älter als 10 Jahre sind. Andernfalls ist der komplette Austausch der Leuchten günstiger.

• LED in der Außenbeleuchtung

LED-Technologie hat sich in der Außenbeleuchtung bereits etabliert und wird v.a. auch zur farblichen Gestaltung (Fassadenbeleuchtung) eingesetzt. Verschiedene Möglichkeiten der Anstrahlung (Scheinwerfer, gebäudenah & -ferne Anstrahlung) und Außenleuchten sind möglich. Im Vergleich zur herkömmlichen Beleuchtung ist die LED-Technologie wesentlich effizienter. Auch für „kleine“ Beleuchtungsakzente wie Lichterketten und Lichtschläuche sind LED-Lösungen empfehlenswert. Für die Außenbeleuchtung eignen sich LED auch wegen ihrer Robustheit besonders gut.

• Vorschaltgeräte

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) für Hochdruckentladungslampen besitzen im Vergleich zu konventionell betriebenen Vorschaltgeräten (KVG) eine geringere Verlustleistung und sind für Dimmung geeignet.

Bei Leuchtstofflampen bringt der Einsatz von elektronischen Betriebsgeräten, je nach Lampentyp, Einsparungen bis zu 20% mit sich. Ein weiterer Vorteil gegenüber konventionellen Vorschaltgeräten ist die bis zu 30 Prozent längere Lebensdauer.

• Beleuchtungssteuerung

Einen direkten Einfluss auf den Stromverbrauch haben die Betriebsstunden der Lampen. Eine Möglichkeit, die Betriebsstunden zu reduzieren, ist die bedarfsgerechte Steuerung des Ein- bzw. Ausschaltzeitpunkts. Wird die Anlage statt mit einer Zeitschaltuhr über einen Dämmerungsschalter gesteuert, dann wird die Außenbeleuchtung erst eingeschaltet, wenn das Tageslicht nicht mehr für die Ausleuchtung des Außenbereiches ausreicht.



Mit Hilfe einer zeitgesteuerten Dimmung kann die Beleuchtungsstärke in der Nacht auf das für die wenig frequentierte Zeit notwendige Maß reduziert werden. Durch diese Leistungsreduktion der Lampen wird das gesamte Beleuchtungsniveau gleichmäßig heruntersgesetzt. Das menschliche Auge kann sich somit dem schwächeren Beleuchtungsniveau anpassen.

Es sind aber nicht alle Leuchtmittel für diese Leistungsreduktion geeignet. Während bei Natriumdampflampen dies ohne Probleme möglich ist, beeinträchtigt bei Quecksilberdampflampen eine Leistungsreduktion den Lampenwirkungsgrad erheblich. Bei Metallhalogenidampflampen wurden für den Dimmbetrieb neue Leuchtmittel entwickelt. Damit es beim Dimmen zu keinen Lampenschäden kommt, ist ein EVG-Betrieb unbedingt erforderlich.

- **Insekten**

Der Anflug von Insekten kann durch den Einsatz von Natriumdampflampen, Weißlichtquellen mit UV-Schutz oder eine nur kleine Lichtaustrittsfläche reduziert werden.

- **Weihnachtsbeleuchtung**

Die immer beliebter werdenden Lichterketten verbrauchen in den wenigen Wochen vor Weihnachten so viel Strom wie mehr als 10.000 österreichische Haushalte in einem ganzen Jahr. Millionen von Kilowattstunden Strom fließen alle Jahre wieder in die elektrische Lichterpracht. Umso wichtiger ist es daher, beim Kauf auf die Lämpchenleistung zu achten: Es gibt welche, die ein Watt und andere, die fünf Watt brauchen. Man kann daher allein durch die Wahl des richtigen Produkts den Stromverbrauch um bis zu 80 Prozent reduzieren, wenn man auf den künstlichen Lichterglanz nicht ganz verzichten will.



Teurer, aber bei weitem am effizientesten sind Lichterketten mit LEDs (Leuchtdioden), deren Verbrauch bei einem Bruchteil von konventionellen Lämpchen liegt. Sinnvoll ist auch der Einsatz von Zeitschaltuhren, die sicherstellen, dass nicht 24 Stunden lang Strom verbraucht wird.

Auch der Sicherheitsaspekt sollte nicht aus den Augen gelassen werden. Es ist ratsam, beim Kauf darauf zu achten, dass die Lichterkette zumindest das CE-Prüfzeichen trägt. Häufigster sicherheitstechnischer Fehler ist, nicht vor Spritzwasser geschützte und nur für den Innenraum geeignete Produkte im Freien zu verwenden. Gleiches gilt für Verlängerungskabel, die ebenfalls nicht alle für die Verlegung im Schnee tauglich sind.

Übrigens: Das Verlängerungskabel, das die Lichterkette mit einer Steckdose im Gebäude verbindet, nicht durch ein dauerhaft gekipptes Fenster legen. So läßt man nicht nur das Kabel, sondern auch Wärme unkontrolliert ins Freie.



ETECHCENTER, Linz

Innovatives Beleuchtungskonzept

Im 2010 neu errichteten Gewerbe- und Bürogebäude mit ca. 11.600 m² Nutzfläche wurde auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit Wert gelegt. Durch die innovative Konzeption des Gebäudes beträgt der Energiebedarf für Heizung, Klimatisierung und Beleuchtung nur 51,8 kWh/m²_{NGF}a.

Maßnahmen

Die tageslichtabhängige Helligkeitsregelung mit arbeitsplatzbezogener Anwesenheitserkennung stellt das Kernstück des innovativen Beleuchtungskonzeptes dar. Selektive Bewegungsmelder an der Decke, in Kombination mit der Erkennung von „Mausbewegungen“ am Computer, sorgen für eine optimale und energieeffiziente Beleuchtung der tatsächlich benutzten Arbeitsplätze. Zum Einsatz kommen moderne Leuchtmittel (T5-Lampen) für die Arbeitsplatzbeleuchtung (9,2 W/m²) und LEDs in der Sicherheitsbeleuchtung (0,5 W/m Fluchtweg).

Die fensterorientierte Arbeitsplatzanordnung und durchdachte Grundrissgestaltung ermöglichen eine intensive Tageslichtnutzung. Vorgesetzte Fassadenelemente und automatisierte, innenliegende Rollos dienen als Sonnen- und Blendschutz.

Rund 60 % Strom können gegenüber einem konventionellen Beleuchtungssystem eingespart werden. Der Energiebedarf für die Beleuchtung liegt bei nur ca. 15 kWh/m²a.

Maßnahmen: tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung mit arbeitsplatzbezogener Anwesenheitserkennung, Einsatz von EVG Leuchtstofflampen und LEDs, Optimierung des Tageslichteintrages bei bestmöglichem Blendschutz

Fertigstellung: März 2010

Lichtplanung & Kontakt:

ETECH Schmid u. Pachler Elektrotechnik GmbH & CoKG, Hafenstraße 2a, 4020 Linz, norbert.kaimberger@etech.at



Unimarkt Vorchdorf

Färbige LED Wandbeleuchtung

Die Gestaltung der Verkaufsräume bestimmt in einem erheblichen Maß das Image eines Unternehmens und trägt zu einem hohen Wiedererkennungswert bei. Um in der Fülle des Angebotes im Lebensmitteleinzelhandel eine rasche Wiedererkennung der Sortimentszonen zu schaffen, bedient man sich in den neu errichteten Unimarkt-Filialen hochwertiger, energieeffizienter LED-Technologie.

Maßnahmen

In der Unimarkt-Filiale Vorchdorf kennzeichnen farbige LED-Module hier die einzelnen Verkaufsbereiche. So werden blaue LED-Module für Tiefkühl- und Milchwaren, rote LED für Fleisch- und Wurstwaren, grüne LED für Obst/Gemüse und gelbe LED für Backwaren und Käse als Wandbeleuchtung eingesetzt.

Durch die sehr lange Lebensdauer, den geringen Energiebedarf und die hohe Funktionssicherheit erzielt diese Maßnahme neben dem optischen Effekt auch eine gute Wirtschaftlichkeit. Insgesamt wurden 13 LED-Module lang (1,2 m) und 4 LED-Module kurz (60 cm) installiert.

Alle verwendeten LED-Module sind schwenkbare Hochleistungs-LEDs, mit einem Gehäuse aus eloxiertem stranggepresstem Aluminium und einer Anschlussleistung von 57,7 W (LED-Modul lang) und 28,8 W (LED-Modul kurz).

Maßnahmen: Einsatz hochwertiger LED-Module zur Kundenführung

Fertigstellung: laufende Projektumsetzung für Unimarkt-Neubauten

Lichtplanung:

Schiffler Licht, Innovative Beleuchtung, 4050 Traun, www.schiffler-licht.at, office@schiffler-licht.at

Kontakt:

Unimarkt Vorchdorf, 4655 Vorchdorf



Gesundheitshotel Gugerbauer, Schärding

Sanierung und Neugestaltung einer Beleuchtungsanlage

Im Frühjahr 2009 wurde das Gesundheitshotel Gugerbauer durch einen Zubau erweitert und das bestehende Hotelgebäude renoviert. Im Zuge dessen wurde eine Sanierung der Beleuchtungsanlage durchgeführt.

Maßnahmen

Die bestehende Beleuchtungsanlage bestand vorwiegend aus Halogenlampen zwischen 35 und 50 Watt. Im Rahmen der Sanierung wurden diese durch LEDs ersetzt. Im Speisesaal wurde für die direkte Tischbeleuchtung auf Energiesparlampen (9 statt 50 Watt Halogenlampen) umgerüstet. Die Flurbeleuchtung im Zubau, die Beleuchtung im „Teepavillon“ und Saunabereich sowie die Notbeleuchtungsanlage wurden ebenfalls mit LEDs ausgestattet. Insgesamt wurden 49 LEDs, 70 LED Einbauspots und 35 Energiesparlampen installiert. Weiters wurden in den Bereichen Küche, Büro und Gänge in den Nebengebäuden 32 energieeffiziente Einbau-Downlights mit EVG eingesetzt.

Eine zusätzliche Optimierung der Beleuchtungsanlage wird durch den Einsatz von Bewegungsmeldern, Zeitschaltuhren und einer Tageslichtsteuerung im Restaurant erreicht. Dadurch hat man nun kein Dauerlicht mehr und erreicht eine Reduktion der Brenndauer um 30 – 50 %.

Insgesamt kann eine Energieeinsparung von 80 % gegenüber dem alten Zustand verzeichnet werden – das entspricht einer jährlichen Kosteneinsparung von ca. 2.000 Euro.

Maßnahmen: Einsatz von LEDs und Energiesparlampen, Optimierung der Beleuchtungsanlage durch Bewegungsmelder, Zeitschaltuhren und Tageslichtsteuerung

Fertigstellung: August 2009

Energieberatung: Energie-Detektei Strasser, strasser@e-d.cc

Kontakt: Gesundheitshotel Gugerbauer, Kurhausstraße 4, 4780 Schärding, info@hotel-gugerbauer.at



Regina Schuhmoden, Linz

Energieoptimierte Sanierung einer Beleuchtungsanlage

Im Rahmen einer umfassenden Gebäudesanierung des Verkaufsraumes sowie des Lagers und der Fußpflege- und Büroräume mit einer Fläche von ca. 4.000 m² wurden eine Reihe von Energieeffizienz-Maßnahmen gesetzt. Wegen der Bleichwirkung der Sonne auf Ausstellungsartikel muss der Verkaufsraum überwiegend künstlich beleuchtet werden. Der Stromverbrauch für Beleuchtung stellt daher einen bedeutenden Kostenfaktor dar.

Maßnahmen

In einem ersten Schritt wurden insgesamt 420 Leuchten und Lampen ausgetauscht. Leuchtkörper und Leuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten im Lager und Verkaufsraum wurden gegen Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten und Glühbirnen durch Energiesparlampen ersetzt. Im Zuge der thermischen Gebäudesanierung wurde die Reklamebeleuchtung, bestehend aus 6 Halogenlampen mit insgesamt 900 Watt, gegen 6 moderne Leuchtstofflampen mit insgesamt 228 Watt ersetzt. Weiters wurde die Beleuchtungsregelung optimiert. Getrennte Schaltkreise ermöglichen nun eine individuelle Regelung. In den Lagerräumen und weniger frequentierten Zonen unterstützen Bewegungsmelder den effizienten Einsatz der Beleuchtung.

All diese Maßnahmen führten zu einer 20 % Stromeinsparung - das sind jährlich rund Einsparungen von 38.000 kWh/a Strom oder 12,4 t CO₂ oder ca. 5.000 Euro.

Maßnahmen: Einsatz moderner Leuchtmittel (T5-Lampen), Energiesparlampen, Optimierung der Beleuchtungsschaltkreise, Verwendung von Bewegungsmeldern

Fertigstellung: 2008

Energieberatung: Energie-Detektei Strasser, strasser@e-d.cc

Kontakt: Regina Schuhmoden, Feilstraße 5, 4020 Linz, regina-schuhe@regina-schuhe.com



Technisches Zentrum Oberbank AG Linz

Sanierung einer Beleuchtungs- und Beschattungsanlage

Die 25 Jahre alte Beleuchtungsanlage des technischen Zentrums der Oberbank AG in Linz wurde 2003 saniert. Neben beträchtlichen Energieeinsparungen brachten die Neuerungen auch eine massive Anhebung der Lichtqualität in den Arbeitszonen mit sich.

Maßnahmen

Die bestehende Beleuchtungsanlage wurde durch eine automatisierte, tageslichtnachgeführte Lichtlösung ersetzt, bei der Pendelleuchten mit Direkt/Indirektlichtverteilung mit optimaler Entblendung über Glasprismen eingesetzt wurden. Durch den Einsatz moderner Leuchtmittel (T5-Lampen), die einen wesentlich höheren Lichtstrom und eine längere Lebensdauer (20.000 h) aufweisen, konnte eine weitere Effizienzsteigerung erzielt werden.

Zusätzliche Einsparungen wurden durch die Automatisierung der Abschaltzeiten bzw. die Kombination mit Anwesenheitssensoren in einigen Gebäudebereichen, sowie die Optimierung des Tageslichteintrages bei gleichzeitigem bestmöglichem Blendschutz erreicht. Das eingesetzte Lichtsystem besitzt ein rechnerisch ermitteltes Energieeinsparpotenzial von über 50 % gegenüber der Altanlage.

Maßnahmen: Einsatz moderner Leuchtmittel (T5-Lampen), Automatisierung der Kunstlichtregelung, Verwendung von Anwesenheitssensoren, Optimierung des Tageslichteintrages bei bestmöglichem Blendschutz

Fertigstellung: 2003

Lichtplanung: Zumtobel Licht GmbH
Lichtzentrum Linz, bzlinz@zumbel.at

Kontakt: Technisches Zentrum Oberbank AG
Untere Donaulände 28, 4020 Linz



Autoglas Pichler, Desselbrunn

Tageslichtoptimierung und Vermeidung sommerlicher Überhitzung

Bei der Planung des 2006 fertiggestellten neuen Betriebsgebäudes wurde besonderes Augenmerk auf die Verbesserung der Arbeitsbedingungen und eine Reduktion der Energiekosten gelegt. Diese Ziele sollten durch Tageslichtoptimierung und die Verhinderung sommerlicher Überhitzung durch bauliche Maßnahmen erreicht werden.

Maßnahmen

Die Tageslichtoptimierung aller Räume, insbesondere im Bereich der Werkstätte, die einen hohen Tageslichtanteil aufweist, stellt einen wesentlichen Bestandteil des Gesamtkonzeptes dar. Sie soll nicht nur die Arbeitsbedingungen verbessern, sondern auch den Energieverbrauch für die Raumbeleuchtung wesentlich senken.

Im Werkstättenbereich werden 2/58 Watt EVG Leuchtstofflampen mit Reflektor verwendet, die über einen tageslichteintragsabhängigen Helligkeitssensor zu 50 Prozent abgeschaltet werden können.

Die Ausstellungsfläche und die Büroräume werden nach dem task-area-Prinzip beleuchtet. Dabei werden die Randzonen mit einer niedrigeren Beleuchtungsstärke ausgeführt als die Arbeitsbereiche. Durch die automatische Abschaltung der Beleuchtung und die gezielte Anordnung der Leuchten wird eine erhebliche Energieeinsparung erreicht.

Maßnahmen: Tageslichtoptimierung aller Räume, Einsatz von 2/58 Watt EVG Leuchtstofflampen mit Reflektor, Anwendung des task-area-Prinzips

Fertigstellung: Oktober 2006

Planung: Poppe-Prehal Architekten ZT GmbH
Internet: www.poppeprehal.at
andreas.prehal@poppeprehal.at

Kontakt: Autoglas Fachbetrieb Franz Pichler
Deutenham 41, 4693 Desselbrunn
office@autoglas-pichler.at



Eurospar-Markt Kleinmünchen

Energieoptimierte Beleuchtung in einem Kaufhaus

Im Zuge der 2007 geplanten Generalsanierung des Eurospar-Marktes Kleinmünchen wird auch ein energie- und tageslichtoptimiertes Beleuchtungssystem installiert.

Maßnahmen

Das tageslichtabhängige Kunstlichtmanagementsystem verfügt über Tageslichtsensoren und elektronische Vorschaltgeräte mit Dimmfunktion und wird über eine zentrale Steuereinheit überwacht und geregelt. Eine Prismen-Lamellenanlage bietet einen optimalen Sonnen- und Blendschutz bei gleichzeitig verlustarmer Tageslichtlenkung und -nutzung. Durch die gesteuerte Tageslichtlenkung kann auf einen großen Anteil Kunstlicht verzichtet werden, wodurch eine deutliche Energieeinsparung erreicht wird. Der Vorteil der Prismen-Lamellenanlage im Vergleich zu herkömmlichen Glasüberdachungen liegt in der Undurchlässigkeit der Prismen gegenüber Sonnenlicht. Die Strahlung trifft mit einem Winkel von 90° auf die Lamellen auf, wodurch einer sommerlichen Überhitzung entgegengewirkt wird.

Zur Raumbelichtung wird das durch die Lamellen dringende diffuse Licht verwendet. Das System ist auch mit modular erweiterbaren, automatisch arbeitenden Mikroprozessoren ausgestattet.

Maßnahmen: Tageslichtabhängiges Kunstlichtmanagement, Prismenlamellenanlage zur Tageslichtlenkung (bewegliche Prismen 700 mm, Sonnenschutz $\rho = 0,08$) mit sonnenstandsabhängiger Ansteuerung und Positionierung der Lamellen

Fertigstellung: Oktober 2007

Lichtplanung: Dieter Bartenbach, Prozessorientierte Lichtberatung, www.dieter-bartenbach.biz

Kontakt: Spar österreichische Warenhandels AG
Karl Beredits, Sparstraße 1, 4614 Marchtrenk
karl.beredits@spar.at



Amsec, Hagenberg

Beleuchtung in einem innovativen Bürogebäude

Das speziell auf die Bedürfnisse von Unternehmen im Bereich Software abgestimmte Bürogebäude amsec wurde 2006 im Softwarepark Hagenberg erbaut. Auf 6.000 m² Nutzfläche finden sich Büros, ein Veranstaltungszentrum, vollklimatisierte Serverräume, Labors und Werkstätten.

Maßnahmen

Neben einer innovativen Gebäudetechnik, durch die kaum Energiebedarf für Gebäudeheizung und -kühlung sowie für Serverraumkühlung erforderlich ist, verfügt das Bauwerk auch über ein ausgeklügeltes Lichtkonzept.

Um die Blendung durch tief stehende Sonne zu vermeiden, wurde das Gebäude exakt Nord/Süd ausgerichtet und hat im Westen und Osten keine Bürofenster. Horizontale Beschattung („Fischbauchlamellen“) im Süden verhindert die Überhitzung und gewährleistet gleichzeitig ungehinderte Sicht auf die Natur. Mit Hilfe von Lichtumlenklamellen im Bereich der Oberlichten wird natürliches Tageslicht bis tief ins Rauminnere gelenkt.

Durch die natürliche Belichtung ist künstliches Licht nur geringfügig erforderlich. Jede Lampe kann einzeln oder mit mehreren Lampen als Gruppe angesteuert werden und ist von 1 bis 100 % dimmbar.

Maßnahmen: Exakte Nord/Südausrichtung des Gebäudes, horizontale Beschattung (Fischbauchlamellen) im Süden, Lichtumlenklamellen im Bereich der Oberlichten, automatisierte Kunstlichtregelung, Einsatz von dimmbaren Energiesparlampen

Fertigstellung: Mai 2007

Planung: AMS Engineering Sticht GmbH
Softwarepark 37, 4232 Hagenberg i.M.
office@ams-engineering.com

Kontakt: amsec, Softwarepark 37, 4232 Hagenberg
amsec@tisp.at



Obermayr Holzkonstruktionen, Schwanenstadt

Innovative Beleuchtungslösung einer großen Produktionshalle im Passivhausstandard

Da die vorhandenen Kapazitäten den gesteigerten Platzbedarf für die Fertigung von Holzfertigteilen für Niedrigenergie- und Passivhausbauten nicht mehr decken konnten, entschloss sich die Obermayr Holzkonstruktionen GesmbH zum Bau einer neuen Produktionshalle. Die Halle mit einer Grundfläche von 3.500 m² erfüllt den Passivhausstandard und wurde hauptsächlich aus Holz und anderen nachwachsenden, sowie recycelten Rohstoffen erbaut. Auch das Beleuchtungskonzept des Gebäudes ist innovativ. Sonnenlicht wird in erster Linie über Dachsheds eingebracht und die Zuschaltung von Kunstlicht erfolgt sensorgesteuert und stufenweise, wodurch ein gleichmäßiges, blendungsfreies Licht in der Halle gewährleistet wird.

Maßnahmen

Um eine bestmögliche Ausleuchtung der Arbeitsplätze bei gleichzeitiger Minimierung und möglichst tageslichtnaher Gestaltung des Kunstlicheinsatzes zu erreichen, wurden rechnerische Simulationen durchgeführt. Einen weiteren Schwerpunkt stellte die Optimierung der solaren Gewinne im Winter dar. Bei den südseitigen Shed-Verglasungen kam ein Glas zum Einsatz, das auch für Sonnenkollektoren verwendet wird. Dieses wurde ausgewählt, weil es über eine hervorragende Blendfreiheit verfügt und auf diese Weise direkter Sonneneinstrahlung in die Halle entgegenwirkt.

Maßnahmen: Intelligentes Tages- und Kunstlichtmanagement, Minimierung des Kunstlicheinsatzes, möglichst tageslichtnahe Gestaltung des Kunstlicheinsatzes, Einsatz von Spezialglas (Lichtdurchlässigkeit TL=91,2 % ± 0,5 %; g= 0,58) für die südseitige Shed-Verglasung

Fertigstellung: 2005

Lichtplanung: Zumtobel Licht GmbH
Lichtzentrum Linz, bzlinz@zumbel.at

Kontakt: Obermayr Holzkonstruktionen GmbH
Johann-Pabst-Str. 20, 4690 Schwanenstadt
hc.obermayr@obermayr.at



Landwirtschafts- & Berufsschule Otterbach & Berufsschule 5 Linz

Moderne, effiziente und qualitativ hochwertige Lichtkonzepte

Gute Beleuchtung ist gerade in Schulen und Internaten wichtig. Die Beispiele der Berufsschule 5 Linz und der landwirtschaftlichen Fach- & Berufsschule Otterbach, die beide vom Land Oberösterreich verwaltet werden, zeigen, wie gelungene Lichtkonzepte aussehen können.

Internatszimmer: Die Wandleuchten, mit denen die Zimmer des Internats der Fachschule Otterbach ausgestattet sind, dienen zugleich als Leselampen und als Sicherheitslicht. Sie werden mit TC-D 18 Watt Lampen betrieben und zeichnen sich durch eine weiche, gleichmäßige Lichtverteilung aus. Durch eine stufenlos über dem Lichtaustritt drehbare Blende, die um die Längsachse der Leuchten angebracht ist, ist die Lichtrichtung variabel und kann den individuellen Bedürfnissen der Schüler/innen angepasst werden.

Klassenzimmer: Die Beleuchtung in der Berufsschule 5 in Linz ist voll automatisiert. Durch Bewegungsmelder erfolgt die Lichtregelung tageslichtabhängig. Da der Tageslichteintrag in den Raum mit zunehmender Entfernung zum Fenster geringer wird, sind alle drei in der Klasse angebrachten Lichtbänder helligkeitsgesteuert, dabei jedoch auf verschiedenen Leuchtstärken (Lichtfühler in Fensternähe) eingeregelt. Als Leuchtkörper kommen hier Spiegelrasterleuchten mit 54 Watt Leuchtstofflampen zum Einsatz.

Maßnahmen: Verwendung von Energiesparlampen (TC-D 18 Watt), tageslichtabhängige Lichtregelung, Einsatz von Bewegungsmeldern

Fertigstellung: 2005

Lichtplanung: landwirtschaftliche Fach- & Berufsschule Otterbach: Bautechnik/TB Mayr,
Berufsschule 5 Linz: Bautechnik/TB Breg

Kontakt: Land Oberösterreich,
Hofrat Dipl.-Ing. Siegfried Hübler, Ing. Johann Plank,
Gebäude- und Beschaffungsmanagement, Landesdienstleistungszentrum, Bahnhofplatz 1, 4020 Linz

Normen & Fachausdrücke

Glossar der Abkürzungen

CE	mit der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller die Konformität des Produktes mit den zutreffenden EU-Richtlinien
DALI	Digital Adressable Lighting Interface
Em	Wartungswert der Beleuchtungsstärke
EVG	elektronisches Vorschaltgerät
IRC	infra red coated, infrarotbeschichtet
KVG	konventionelles Vorschaltgerät
LENI	Lighting Energy Numerical Indicator
R_a	Farbwiedergabeindex
UGR	Blendungsbegrenzung (unified glare rating)
VVG	verlustarmes Vorschaltgerät

Wichtige rechtliche Bestimmungen

- „Ökodesign-Richtlinie“: Richtlinie über die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte (2005/32/EG)
- Verordnung Nr. 244/2009 im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht
- Verordnung Nr. 245/2009 im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und Leuchten zu ihrem Betrieb
- OIB-Richtlinie 6: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Berechnung Energieausweis)
- ÖNORM H 5059: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf (Benchmark-Werte)
- ÖNORM EN 15193: Energetische Bewertung von Gebäuden – energetische Anforderungen an die Beleuchtung (Beleuchtungsenergiebedarf für Energieausweis)
- ÖNORM EN 12665: Licht und Beleuchtung – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung
- ÖNORM EN 12464-1: Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen
- ÖNORM EN 12193: Licht und Beleuchtung – Sportstättenbeleuchtung

„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 und stehen somit nicht mehr zur Verfügung. Dieser Ausschluss wird als „Ausphasen“ bezeichnet.

Beispiel Glühlampen

Stufe	Datum	Folgende Produkte dürfen nicht mehr in Verkehr gebracht werden
1	1. 9. 2009	mattierte Lampen (außer Energieklasse A) sowie klare Glühlampen ≥ 80 W
2	1. 9. 2010	klare Glühlampen > 65 W
3	1. 9. 2011	klare Glühlampen > 45 W
4	1. 9. 2012	klare Glühlampen > 7 W
5	1. 9. 2013	Erhöhung der Qualitätsanforderungen
6	1. 9. 2016	Lampen der Energieklasse C

„Ökodesign-Richtlinie“ (2005/32/C) und Verordnung Nr. 244/2009 der EU-Kommission vom 18. 3. 2009

Beispiel Umsetzungsphasen Lampen, Vorschaltgeräte und Leuchten

2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ausphasen von Halophosphat-Leuchtstofflampen (die derzeit einfachsten und billigsten Leuchtstofflampentypen) • Einführung eines Energielabels für Leuchtstofflampen-Vorschaltgeräte • Vorgabe von neuen Mindesteffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte
2011	<ul style="list-style-type: none"> • Verpflichtende Angabe von detaillierten Produktionsinformationen für Leuchten
2012	<ul style="list-style-type: none"> • Ausphasen von: <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
2015	<ul style="list-style-type: none"> • Ausphasen von: <ul style="list-style-type: none"> – Quecksilberdampf-Hochdrucklampen – Natriumdampf-Hochdruck-Plug-In-Lampen (oft als Ersatz für Quecksilberdampf-Hochdrucklampen beworben)
2017	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Anforderungen für Halogen-Metall-dampflampen • Ausphasen konventioneller magnetischer Vorschaltgeräte. Nur mehr elektronische Vorschaltgeräte (EVGs) zugelassen

Quelle: LTG

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.

Beleuchtungswirkungsgrad (η_B)

Anteil (in Prozent) des von einer Lampe abgegebenen Lichtstromes, der effektiv im Raum genutzt werden kann.

Farbwiedergabe-Index (Ra)

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.

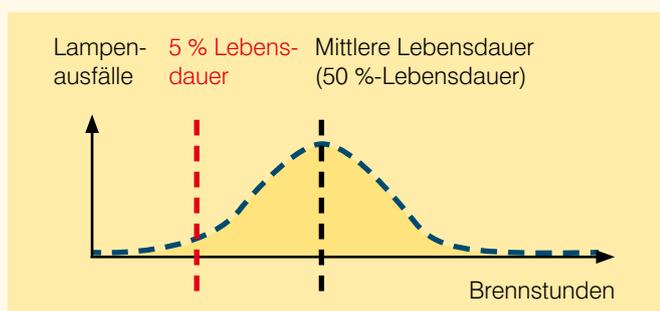
Lampe



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

Lebensdauer

- **Mittlere Lebensdauer:**
Zeitintervall, innerhalb dessen 50% der Lampen einer Lichtanlage ausgefallen sind, bzw. der Erwartungswert für den Ausfall einer einzelnen Lampe.
- **5% Lebensdauer:**
Zeitintervall, innerhalb dessen 5% der Lampen einer Lichtanlage ausgefallen sind.
- **Nutzlebensdauer:**
Zeitintervall, innerhalb dessen der Lichtstrom einer Lichtanlage nur noch 80% seines Anfangswertes beträgt, verursacht durch Lampenausfälle und Lichtstromrückgang der noch brennenden Lampen.



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. Die Einheit der Lichtausbeute η ist Lumen pro Watt [lm/W].

Lichtstrom (Φ)



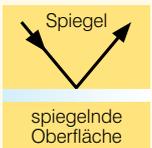
Der Lichtstrom stellt die gesamte von einer Lichtquelle in den Raum abgegebene Strahlungsleistung dar. Die Einheit des Lichtstroms ($\Phi = \text{phi}$) ist Lumen [lm]. Eine Glühlampe (100 W) gibt in etwa einen Lichtstrom von 1.380 lm ab, eine Energiesparlampe (20 W) mit eingebautem elektronischem Vorschaltgerät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

Lichtstärke



Ist Teil des Lichtstromes, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Sie wird in Candela [cd] gemessen.

Reflexionsgrad (ρ)



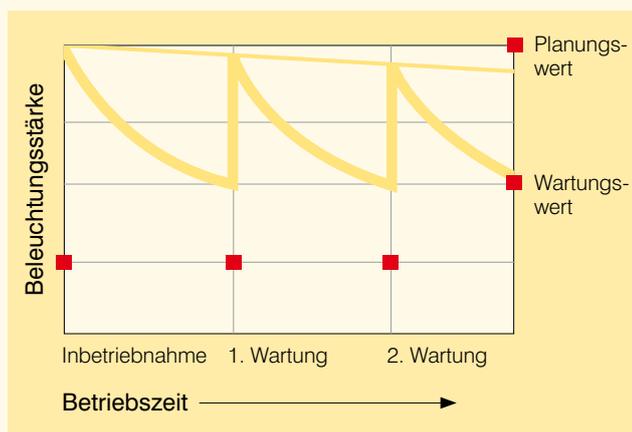
Gibt an, wie viel Prozent des auf eine Fläche auffallenden Lichtstroms reflektiert werden.

Wartungsfaktor

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

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.



Erklärung: Φ : phi, η : eta, ρ : rho

Bildnachweis: ETECH, Philips Austria GmbH, Schiffler Licht, Zumtobel Licht GmbH



O.Ö. Energiesparverband

Die kompetente Anlaufstelle in Energiefragen

Der O.Ö. Energiesparverband, eine Einrichtung des Landes Oberösterreich, 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 Energieexpert/innen des O.Ö. Energiesparverbandes beraten Sie gerne bei allen Fragen rund um das Thema Energie. Eine Energieberatung für Ihr Unternehmen kann unter 0732-7720-14381 angefordert werden.

Der O.Ö. Energiesparverband wickelt auch im Auftrag des Landes Oberösterreich das Energie-Contracting-Programm (ECP) ab. Neben der Beratung bei der Antragstellung und Förderabwicklung können Sie sich

gerne mit allen Fragen zu Ihrem Contracting-Projekt an uns wenden. Umfangreiche Information zum Energie-Contracting, wie zB. eine Liste mit möglichen Contractoren und Beispiele realisierter Projekte, finden Sie auch auf der Homepage www.energiesparverband.at (unter: Förderungen/Contracting).

Der O.Ö. Energiesparverband ist auch für das Management des Ökoenergie-Clusters (OEC), dem Netzwerk der Ökoenergie-Unternehmen in Oberösterreich, verantwortlich. Im Ökoenergie-Cluster arbeiten 150 Unternehmen im Bereich erneuerbare Energie und Energie-Effizienz zusammen, die gemeinsam einen Gesamtumsatz von über 1,6 Milliarden € erzielen.

www.energiesparverband.at



Impressum:

Herausgeber: O.Ö. Energiesparverband
Landstraße 45, 4020 Linz
Tel. 0732-7720-14380, Fax: 0732-7720-14383
office@esv.or.at, www.energiesparverband.at
ZVR 171568947

Autor/innen:

Mag. Christine Öhlinger
Dr. Gerhard Dell
Mag. Christiane Egger
Mag. Regina Aufreiter

