



Gute Sicht bei hoher Effizienz
Beleuchtung

Auf das richtige Leuchtmittel kommt es an

Die Energieeffizienz einer Beleuchtungsanlage hängt von der Lichtausbeute des Leuchtmittels, der Bauart und Lichtlenkung der Leuchten sowie von der Fähigkeit der Raumflächen zur Reflektion ab. Gebräuchlich sind heute Leuchtstoffröhren, Hochdrucklampen und zunehmend LED-Lampen. Die Lichtausbeute wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben. Sie ist das Maß für die Effizienz der Energieumwandlung in sichtbares Licht. Dabei bezeichnet Lumen den Lichtstrom und Watt die elektrische Leistungsaufnahme.

Leuchtstoffröhren

Leuchtstoffröhren bieten eine hohe Lichtausbeute sowie Betriebsstundenzahl und sind eine sehr wirtschaftliche Lampenart. Experten unterscheiden zwischen Standardleuchtstoffröhren mit mäßiger Farbwiedergabe, Dreiban- den-Leuchtstoffröhren mit guter Farbwiedergabe und De- Luxe-Leuchtstoffröhren mit sehr guter Farbwiedergabe. Großen Einfluss auf den Stromverbrauch von Leuchtstoff- lampen haben die Vorschaltgeräte.

LED-Systeme

LED-Leuchten sind nach dem Einschalten sofort hell und zudem extrem schaltfest. Außerdem ist die LED-Technik kälteunempfindlich und frei von Quecksilber. Die sich schnell entwickelnde LED-Technik zeichnet sich durch eine hohe Lichtausbeute bei geringer Wärmeentwicklung aus. LED erreichen eine Lichtausbeute von bis zu 80 lm/W und höher. Die effizientesten weißen LED erreichen heute sogar eine Lichtausbeute von 215 lm/W.

Energiesparlampe

Eine Kompaktleuchtstofflampe (Energiesparlampe) benötigt bei gleicher Lichtausbeute nur 25 Prozent der Energie

gegenüber einer veralteten Glühbirne. Außerdem hat sie eine achtfach längere Lebensdauer. Nachteile gegenüber einer LED-Lampe sind der höhere Energieverbrauch sowie der Gehalt von zwei Milligramm Quecksilber.

Lichtlenkung und -verteilung

Für den optimalen Betrieb einer Beleuchtungsanlage ist neben einem hohen Wirkungsgrad des Leuchtmittels auch die richtige Lichtverteilung wichtig. Sie beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort, beispielsweise durch Minimierung der Blendwirkung. Um eine optimale Funktion der Leuchten zu gewährleisten, müssen Abdeckungen, Reflektoren und Lampen regelmäßig gereinigt werden. Frei strahlende Leuchtstoffröhren, die in Lichtreihen aufgehängt sind, lassen sich relativ kostengünstig mit Reflektoren nachrüsten. Durch die verbesserte Lichtlenkung lässt sich die Anzahl der Leuchtstoffröhren mitunter um 30 bis 50 Prozent reduzieren.

Metalldampflampen

Die Lampen mit der höchsten Lichtausbeute (ca. 145 lm/W) sind Natrium-Hochdruckdampflampen, allerdings mit einer sehr schlechten Farbwiedergabe. Sie werden daher meist in der Außenbeleuchtung verwendet. Bei höheren Ansprüchen an die Farbwiedergabe sind Halogen-Metalldampflampen geeignet. Mit bis zu 110 lm/W sind sie ähnlich effektiv, wie gute Leuchtstoffröhren.

Durchblick am Arbeitsplatz

Eine gute Beleuchtung sorgt für entspanntes und produktives Arbeiten. In einem Lager reichen 150 Lux, in einer Werkshalle 300 Lux, an einem Büroschreibtisch sollten es 500 Lux sein, in der Qualitätskontrolle werden 1.000 Lux empfohlen.

Merkmale unterschiedlicher Lampentechniken

Lampentyp	Durchschnittliche Lebensdauer in h	Strom- einsparung	Anlaufzeit	Schaltfestigkeit
LED-Lampen	50.000	90 %	keine	sehr hoch
Energiesparlampen	8.000	75 %	Sekunden bis Minuten	mittel bis hoch
Halogen-Glühlampen	2.000	30 %	keine	hoch
Leuchtstoffröhren	8.000	*	Sekunden bis Minuten	mittel bis hoch
Glühlampen**	1.000	-	keine	hoch

* Bei gleicher Ausleuchtung zum Teil erhebliche Stromersparung. | ** Hinweis: Die Aufführung von Glühlampen dient in dieser Übersicht hauptsächlich zur Vergleichszwecken. Gemäß der EU-Gesetzgebung (Ökodesign-Richtlinie) stellen Glühlampen heutzutage jedoch keine Option mehr dar.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Amortisationsrechnung

Beim Austausch der Beleuchtung ist eine der wichtigsten Fragen die Frage der Amortisation. Zum Beispiel ist eine LED-Beleuchtung in der Anschaffung teurer – ist aber weniger wartungsintensiv und verbraucht auch wesentlich weniger Energie als die herkömmliche Beleuchtung.

- **Anschaffungskosten:** Gute LED-Beleuchtung kostet etwa 4-mal mehr als eine herkömmliche Beleuchtung.
- **Lebensdauer und Wartungskosten:** Die Wartungskosten sind ein Faktor, der nur allzu gerne vernachlässigt wird. LED-Beleuchtung ist auf Langlebigkeit ausgelegt. Betriebszeiten von über 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden einer herkömmlicher Beleuchtung werden erreicht.

- **Betriebsdauer:** Je länger die Beleuchtung in Betrieb ist, desto eher rechnet sich die LED-Beleuchtung über die Stromkosten.
- **Strompreis:** Steigende Stromkosten können eine Amortisation in Zukunft schneller ermöglichen.
- **Die Amortisationsrechnung:** Ist zwar die häufigste Methode, aber nicht immer die passende. Mit relativ wenig Aufwand werden hier für einen begrenzten Zeitraum von zwei bis zu fünf Jahren die Investitionssumme und die Rückflüsse in Form von Ersparnissen bei den Energiekosten verrechnet. In diese Rechnung fließt jedoch nicht ein, dass die Nutzungsdauer der neuen Technik über einen weitaus längeren Zeitraum einen Einspargewinn ermöglicht, der als Rendite auf das investierte Kapital gerechnet werden muss.

Zinsflussberechnung

Geforderte Amortisationszeit (in Jahren)	Interne Verzinsung in % pro Jahr*							
	Anlagennutzungsdauer (in Jahren)							
	3	4	5	6	7	8	12	15
2	24 %	35 %	41 %	45 %	47 %	49 %	49,5 %	50 %
3	0 %	13 %	20 %	25 %	27 %	31 %	32 %	33 %
4	unrentabel	0 %	8 %	13 %	17 %	22 %	23 %	24 %
5	unrentabel	unrentabel	0 %	6 %	10 %	16 %	17 %	18,5 %
6	unrentabel	unrentabel	unrentabel	0 %	4 %	10,5 %	12,5 %	14,5 %
8	unrentabel	unrentabel	unrentabel	unrentabel	unrentabel	0 %	7 %	9 %

Bei einer Amortisationszeit von zwei bis fünf Jahren und einer Nutzung über 15 Jahre bringen Investitionen in Energieeffizienz sehr hohe Renditen von 18 bis 50 Prozent. Aber auch eine längere Zeitspanne von bis zu acht Jahren ist immer noch wirtschaftlich (hellblauer Bereich). Erst ab einer internen Verzinsung von unter neuen Prozent wird es unrentabel. Abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten

Abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten

* Unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer

Verzinsung besser als Amortisation

Es ist daher ratsam, die Investitionssumme und die Einsparungen über den gesamten Nutzungszeitraum oder Lebenszyklus dynamisch zu kalkulieren. Dabei werden auch die zeitlichen Abfolgen von Kosten und Einsparungen berücksichtigt. Man unterscheidet drei dynamische Investitionsrechenarten: **Kapitalwertmethode**, **Interne Zinsfuß-Methode** sowie die **Annuitätenmethode**. Gemeinsam ist in allen drei Methoden, dass sie über einen angenommenen langen Nutzungszeitraum hinweg die Zahlungen und Einsparungen gegenüberstellen und so auch berechnen, ab wann die Investition eine Rendite bringt.

Lebenszyklus-Rechner des ZVEI

Der Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie e. V. (ZVEI) hat ein kostenloses Berechnungsinstrument für Lebenszykluskosten („Lifecycle Cost Evaluation“, LCE) bei Investitionsentscheidungen entwickelt. Es macht Investitionsalternativen unter Berücksichtigung der Energieeffizienz und deren wirtschaftlicher Auswirkung transparent und vergleichbar. (www.zvei.org > Suche „LCE“).

Einsparpotenziale

Vorschaltgeräte

Leuchtstoffröhren sind noch sparsamer, wenn sie mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) betrieben werden. Eine 58-W-Dreibanden-Leuchtstoffröhre benötigt zusammen mit einem konventionellen Vorschaltgerät 71 Watt. Bei der Verwendung eines EVG verringert sich die Systemleistung auf 66 W. Außerdem erhöhen EVG den Beleuchtungskomfort und die Beleuchtungsqualität.

Reflektoren nachrüsten

Bei Leuchtstoffröhren kann im Bestand ein Reflektor nachträglich auf die Röhre aufgesetzt werden, um den Lichtstrom nach unten zu leiten. Bei etwas reduzierter Beleuchtungsstärke kann so oft jede zweite Lampe ausgebaut werden. Bei zweiflämmigen Lichtbändern kann dann zum Beispiel eine der beiden Lampenreihen komplett stillgelegt werden, was zu einer Halbierung des Strombedarfs führt.

Anlagensteuerung

Mit Zeitschaltuhren, Unterteilung in Beleuchtungszonen, Bewegungs- und Tageslichtsensoren, Fotozellen zur Messung der Lichtintensität sowie dimmbaren Vorschaltgeräten bei Leuchtstoffröhren lässt sich viel Geld sparen. Bei optimaler Kombination der Techniken lassen sich bis zu 70 Prozent des Stromverbrauchs einsparen.

Raumgestaltung

Leuchten in Büroräumen sollten immer so tief wie möglich über der auszuleuchtenden Fläche hängen. Das senkt die Anzahl der benötigten Lampen deutlich. Eine Verringerung der Leuchtenhöhe von 2,5 m auf 2 m kann bis zu 20 Prozent Strom einsparen. Wände und Decken sollten immer hell gestrichen sein. Denn um die gleiche Beleuchtungsstärke zu erhalten, muss für einen dunkel gefärbten Raum bis zu 50 Prozent mehr Strom aufgewendet werden.

Energiesparen durch Lampentausch

	Bestand	Ersatzsystem	Einsparung
Büro- und Industriebeleuchtung	Leuchtstofflampen T8 mit konventionellem Vorschaltgerät	Leuchtstofflampen T5 mit elektronischem Vorschaltgerät	bis zu 20 %
Büro- und Industriebeleuchtung	Leuchtstofflampen T8 mit konventionellem Vorschaltgerät	LED-Röhre	bis zu 55 %
Außenbeleuchtung von Geschäften	Standard-Halogenlampen, Eco	LED Strahler	bis zu 88 %

Glossar

Vorschaltgerät: Leuchtstoffröhren brauchen es zum Zünden und zur laufenden Regelung des Stromflusses zur Lampe.

Leuchtmittel: Licht emittierender Körper, Betrieb fast ausschließlich mit elektrischer Energie.

Reflektor: Parabolförmiges, hochreflektierendes Blech oberhalb der Lampe.

Sensor: Helligkeit oder Bewegung werden in ein elektrisches Steuersignal umgewandelt.

LED: Light Emitting Diode. Licht emittierende Dioden sind Halbleiterdioden.

Farbwiedergabe: Qualitätsmerkmal von Licht und wird als Farbwiedergabeindex (Ra) angegeben.

Der Wert mit der natürlichsten Farbwiedergabe ist Ra=100 und entspricht dem Tageslicht.

Impressum

Herausgeber:

Niedersachsen Allianz für Nachhaltigkeit
Geschäftsstelle bei der Klimaschutz- und
Energieagentur Niedersachsen
Osterstr. 60 | 30159 Hannover
www.nachhaltigkeitsallianz.de

Erstellung:

Rationalisierungs- und Innovationszentrum
der Deutschen Wirtschaft e.V.
Kompetenzzentrum
Düsseldorfer Straße 40 | 65760 Eschborn

Gefördert durch:



Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz



RKW
Kompetenzzentrum

Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Weitere Infos im Web

- www.licht.de
- <https://energiertools.ea-nrw.de/tools/energiesparlampen/00.asp?site=ea>

Bildnachweis: © BanksPhotos,
Jkitan (www.iStockphoto.com)
Stand: Dezember 2018