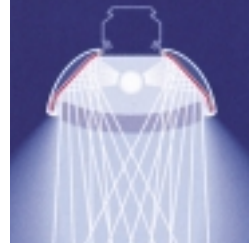


Moderne Lichtbandsysteme sind modular im Aufbau, schnell in der Montage und garantieren eine wirtschaftliche Beleuchtung.



Licht

■ Das A und O am Arbeitsplatz

Nur ein optimal mit Licht versorgter Arbeitsplatz ist ein qualitativ guter Arbeitsplatz. Moderne Beleuchtungstechnik hilft, einen Arbeitsplatz nach individuellen, menschlichen Bedürfnissen zu gestalten.

Gutes Licht fördert die Sehleistung, sorgt für die notwendige Sicherheit in den verschiedenen Arbeitsbereichen und ist für nahezu alle Arbeitsprozesse unerlässlich. Nur mit guter Beleuchtung ist die Arbeitsqualität zu steigern und sind Fehler zu vermeiden.

Ein Arbeitsplatz ist ideal mit Licht versorgt, wenn das künstliche Licht seitlich und nicht von vorn einstrahlt.

Im Blickfeld des Arbeitsplatzes sollte die Helligkeit der Flächen nicht allzu sehr differieren, da zu große Leuchtdichtenunterschiede blenden. Das Gleiche gilt für reflektierende Schreibunterlagen.

Durch einen individuell ausgeleuchteten Arbeitsplatz kann bei gleichzeitiger Absenkung der Allgemeinbeleuchtung die Energie um bis zu 35 Prozent gesenkt werden.

■ Für helle Köpfe und kühle Rechner

Eine zeitgemäße Beleuchtung ist das Aushängeschild eines modernen Unternehmens. Sie hebt die Lebens- und Arbeitsqualität, strahlt positiv auf das Firmenimage ab und steigert nebenbei auch noch den Wert der Immobilie.

Eine ausreichende Lichtversorgung kann auch mit geringem Stromverbrauch erreicht werden. Deshalb ist es sinnvoll, über Energieeinsparungen im Bereich der Beleuchtungstechnik nachzudenken.

Bis zu 70 Prozent des gesamten Stromesatzes entfallen beispielsweise in manchen Betrieben des Groß- und Einzelhandels auf die Beleuchtung. In den meisten Fällen entsprechen die Beleuchtungsanlagen, die zehn Jahre oder noch älter sind, nicht mehr den heutigen Anforderungen an erhöhte Sehaufgaben und einen rationellen Umgang mit Ressourcen.

■ Planung hilft sparen

Mit Hilfe der fortentwickelten Beleuchtungstechnik lassen sich erhebliche Energieeinsparungen erzielen. Energie sparende Lampen, Vorschaltgeräte mit nur noch geringer Verlustleistung, hoch entwickelte Leuchten und Beleuchtungssysteme mit Reflektoren ermöglichen Kosten- und Energieeinsparungen von bis zu 60 Prozent, ohne dass es dadurch dunkler am Arbeitsplatz wird.



Wichtigste Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb der künstlichen Beleuchtung ist eine genaue Planung, die den exakten Lichtbedarf und die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt.

Für eine Elektro-Reparaturwerkstätte gelten andere Bedingungen als für eine Bäckerei oder Metzgerei; ein Friseur stellt andere lichttechnische Anforderungen an die Beleuchtung als ein Laborant in der chemischen Industrie. Im Rahmen der individuell zugeschnittenen und qualifizierten Planung, die heute per Computer und mit Spezialprogrammen durch Fachleute durchgeführt wird, werden mehrere Faktoren festgelegt.

In der Planung werden festgelegt:

- Beleuchtungsstärke und Beleuchtungsstärkeverteilung im Arbeitsbereich
- Art und Anzahl der Lampen und Leuchten sowie deren Anordnung
- Stromversorgung der Leuchten
- Schalt- und Regelbarkeit der Lampen und somit der Beleuchtungsstärke
- Raumwirkungsgrad durch Raumgeometrie und Farbgestaltung der Wände und Decken

■ Beleuchtungsstärke

Auf Grund der veränderten Anforderungen der Sehaufgaben, z.B. bei Bildschirmarbeitsplätzen, haben sich die Richtwerte der Beleuchtungsstärke an Arbeitsstätten in den vergangenen Jahren nach oben entwickelt. Die in Lumen/Watt (lm/W) gemessene Lichtausbeute hat

sich mittlerweile durch optimierte Lampen, Leuchten und die weiterentwickelte Technik der Beleuchtungsanlagen um ein Mehrfaches erhöht. Im Zuge der Planung einer verbesserten Beleuchtungsanlage vergleicht der fachmännische „Lichtberater“ die Soll-Beleuchtungsstärke mit der vorgefundenen Ist-Beleuchtungsstärke. Auch etwaige Nutzungsänderungen der Räumlichkeiten werden berücksichtigt. Darüber hinaus wird geprüft, ob die vorhandene Beleuchtungsstärke nicht mit erheblich weniger Energieeinsatz erzielt werden kann. Dies ist heute mit modernen Leuchten und Lampen und den dazugehörigen Vorschaltgeräten möglich.

■ Energie sparende Beleuchtungssysteme

Je höher die in Lumen/Watt gemessene Lichtausbeute ist, desto erfolgreicher wandelt die Beleuchtungsanlage elektrische Leistung in Licht um. Für die meisten älteren Lampen gilt noch immer, dass sie die aufgenommene Energie nicht als Licht, sondern in Form von Wärme abstrahlt. Eine Glühlampe gibt nur etwa 5 Prozent der Energie als Licht ab, bei Leuchtstofflampen sind es über 30 Prozent. Der Betrieb mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) erhöht die Lichtausbeute dieser Lampen nochmals.

Nicht zu unterschätzen ist der Einfluss, den ein reduzierter Energieverbrauch bei der Beleuchtung auf andere innerbetriebliche Energiebereiche haben kann. So kann zum Beispiel die Wärmelast eines Klimasystems verringert werden. Dies trifft auf Kühl- und Befeuchtungsaggregate und die Komponenten des Luftverteilungssystems zu.



■ Technische Informationen zu den verschiedenen Lampenarten

| | Leuchtstofflampe | Kompaktleuchtstofflampe | Quecksilberdampf Lampe | Halogenmetall-dampf Lampe | |
|----------------|---|---|--|---|--|
| Lichtausbeute | 60 – 90 lm/W | 40 – 70 lm/W | 40 – 60 lm/W | 60 – 80 lm/W | |
| Lichtstrom | 500 – 7.000 lm | 100 – 4.800 lm | 1.600 – 58.000 lm | 3.300 – 320.000 lm | |
| Lichtfarbe | ww, nw, tw | ww, nw, tw | ww, nw | ww, nw, tw | |
| Farbwiedergabe | gut bis sehr gut | gut bis sehr gut | mittel bis gut | gut bis sehr gut | |
| Anlaufdauer | keine | keine | ca. 5 min | ca. 2 – 3 min | |
| Wiederzündung | sofort | sofort | 5 – 15 min | 5 – 10 min | |
| Lebensdauer | 8.000 – 12.000 h | 7.000 – 10.000 h | 10.000 – 14.000 h | 5.000 – 6.000 h | |
| Dimmbarkeit | sehr gut | sehr gut* | – | möglich | |
| Einsatzbereich | Gute und wirtschaftliche Beleuchtung von Arbeitsstätten | Wirtschaftliche Alternative zu Glühlampen. Für Allgemeinbeleuchtung und Arbeitsplätze | Räume mit geringen Ansprüchen an Lichtfarbe und Farbwiedergabe | Anlagen, die hohe Ansprüche an die Güte der Beleuchtung stellen | |

*lm = Lumen, Lichtstrom; lm/W = Lumen pro Watt, Einheit für die Lichtausbeute eines Leuchtmittels; Lichtfarbe: ww = warmweiß, nw = neutralweiß, tw = tageslichtweiß; h = Stunden * bei Stecksockellampen*

■ Die Wahl der richtigen Lampe

Leuchtstofflampen finden ihren Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung. Für die Ausleuchtung von Büroarbeitsplätzen, Schulen, Fluren, Hallen usw. ist die Leuchtstofflampe auf Grund hoher Lichtausbeute, geringem Stromverbrauch und langer Lebensdauer hervorragend geeignet. Mit den Dreiband-Leuchtstofflampen steht heute eine sehr effiziente Lampe zur Verfügung. Sie besitzt gegenüber Standardlampen eine 30 Prozent höhere Lichtausbeute und zeichnet sich zudem durch eine besonders gute Farbwiedergabe aus. Wegen ihrer besonders günstigen energetischen Werte sind die Dreiband-Leuchtstofflampen ideal, wenn es darum geht, alte Beleuchtungsanlagen zu sanieren.

Vielfach werden heute schon stabförmige Leuchtstofflampen mit einem von 26 Millimeter (T26) auf 16 Millimeter (T16) verringerten Lampendurchmesser eingesetzt. Statt T26 und T16 findet man auch die Bezeichnungen T8 und T5, die auf die Angaben in Zoll zurückzuführen sind. Sie werden in Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten und reflexionsverstärkendem Raster betrieben, die entscheidend zum hohen Leuchtenbetriebswirkungsgrad beitragen.

An Stelle der stabförmigen Leuchtstoffröhren können Kompakt-Leuchtstofflampen der höheren Leistungsstufe (18 Watt bis 55 Watt) eingesetzt werden.

Kompakt-Leuchtstofflampen, die man auch als Energiesparlampen bezeichnet, sind in ihrer kleinen Ausführung (von 5 Watt bis





| | Natriumdampf- hochdrucklampe | Natriumdampf- niederdrucklampe | Induktionslampe | Glühlampe/ Halogenglühlampe | Niedervolt/ Halogenglühlampe |
|--|--|--|--|--|---|
| | 90 – 120 lm/W | 160 – 200 lm/W | 80 – 100 lm/W | 8 – 25 lm/W | 14 – 24 lm/W |
| | 2.200 – 130.000 lm | 1.800 – 32.000 lm | 3.500 – 12.000 lm | ab ca. 100 lm | ab ca. 100 lm |
| | ww | ww (gelb) | nw, ww | ww | ww |
| | schlecht bis mittel | sehr schlecht | gut bis sehr gut | sehr gut | sehr gut |
| | ca. 5 min | ca. 10 – 20 min | keine | keine | keine |
| | sofort bis ca. 5 min | sofort bis ca. 5 min | sofort | sofort | sofort |
| | 12.000 – 18.000 h | ca. 12.000 h | ca. 60.000 h | 1.000 – 2.000 h | 1.000 – 2.000 h |
| | – | – | – | sehr gut | sehr gut |
| | Beleuchtung von Arbeitsstätten in hohen Hallen | Außen- und Straßenbeleuchtung, in Parkhäusern, Zufahrten o.ä. | Industriehallen- beleuchtung und Außenbeleuchtung; wo Lampenwechsel sehr aufwändig | Akzent- und Flutlicht, draußen und in ge- schlossenen Räumen | Lichtakzente und Zusatzbeleuchtung an Maschinen und spez. Arbeitsplätzen; Verkaufsräume |

15 Watt) der ideale Ersatz für Glühlampen. Sie sind auf Grund ihrer längeren Lebensdauer und höheren Lichtausbeute besonders wirtschaftlich. Verglichen mit der alten Glühlampe ist die Lebensdauer achtmal, die Lichtausbeute fünf- bis sechsmal so hoch.

Wussten Sie's?

- Das An- und Ausschalten von Energiesparlampen verbraucht nicht unnötig Strom – wie irrtümlich oft angenommen.
- Energiesparlampen gibt es auch mit „warmer“ Lichtfarbe.
- Häufiges Schalten schadet der Lampe nicht.

Bei der Wahl der Lampe, die für einen Arbeitsplatz angemessen ist, gilt zunächst folgende Faustregel:

Licht

Wenn die Beleuchtung weniger als 500 Stunden im Jahr eingeschaltet ist oder die tägliche mittlere Einschaltdauer unter 15 Minuten liegt, sind Glühlampen – trotz eines deutlich höheren Verbrauchs – von den Gesamtkosten her wirtschaftlicher als Entladungslampen (Energiesparlampen). Dies gilt beispielsweise für wenig genutzte Lager- und Kellerbereiche. Mit der geringen Lichtausbeute von zwölf Lumen/Watt und einer Lebensdauer von lediglich 1.000 Stunden sind Glühlampen jedoch für Industrieanlagen mit hohen Nutzungszeiten ungeeignet. Bei der Ausleuchtung hoher Hallen sind Hochdrucklampen, deren spezifischer Lichtstrom bis zu 80 Prozent über dem von Leuchtstofflampen liegt, geeignet. Doch auch hier können inzwischen Leuchten mit Leuchtstofflampen eine wirtschaftliche Alternative sein.



(l.) Hohe Betriebswirkungsgrade und gutes Design – moderne Leuchtstofflampen vereinen beides. (r.) Bei innovativen Halogenlampen reflektiert der Lampenkolben die Wärme zurück auf die Wendel. Ergebnis: höhere Lichtausbeute bei weniger Energieverbrauch.



Für repräsentative Räume und Verkaufsräume können Hochvolt- bzw. Niedervolt-Halogenlampen verwendet werden. Sie setzen beispielsweise Foyers, Sitzungssäle und Konferenzräume, aber auch Schaufenster ins richtige Licht.

Auch im Segment der Halogenlampen bieten die Hersteller Lampen an, die als Energiesparlampen bezeichnet werden können. Eine spezielle Beschichtung auf dem Lampenkolben reflektiert die Wärme auf die Wendel zurück. Dadurch muss weniger Energie von außen zugeführt werden, um die Wendel auf Betriebstemperatur zu halten. Das Ergebnis ist eine höhere Lichtausbeute.

Beispiel:

Eine Standard-Halogenlampe mit 50 Watt braucht mit dieser Technik nur 35 Watt Leistung.

■ Vorschaltgeräte erhöhen die Lebensdauer einer Lampe

Um die Leuchtstofflampen betreiben zu können, sind Vorschaltgeräte erforderlich. Statt eines konventionellen Vorschaltgerätes sollten elektronische Vorschaltgeräte benutzt werden. Die elektronischen Vorschaltgeräte erhöhen die Lichtausbeute der Lampe und haben einen geringeren Energieverbrauch.

Das richtige Vorschaltgerät verlängert die Lebensdauer einer Lampe. Mit einem elektronischen Vorschaltgerät erhöht sich die Nutzlebensdauer von 8.000 Stunden auf bis zu 15.000 Stunden.

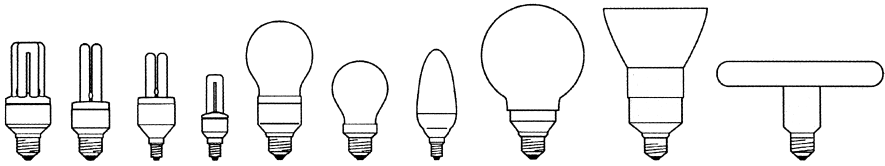
■ Raumwirkungsgrad

Das Licht der künstlichen Beleuchtung kann einerseits direkt von der Leuchte und andererseits indirekt über die Reflexion an den Raumgrenzen und Einrichtungsgegenständen hin zum Arbeitsplatz gelangen. Damit hängt der Wirkungsgrad der Beleuchtung auch stark vom Reflexionsgrad der Decke, des Bodens, der Wände und des Mobiliars ab. Bei gleicher Beleuchtungsstärke muss für einen dunkel gestrichenen Raum bis zu 50 Prozent mehr an Lichtströmen aufgewendet werden.

Aus diesem Grund sind helle Decken- und Wandanstriche zu bevorzugen. Bei Baumaterialien schneidet Verputz und Gips mit einem Reflexionsgrad von 80 Prozent am besten ab.

Der Wirkungsgrad ist umso höher, je größer der Anteil des Leuchtenlichtstroms ist, der direkt auf die zu beleuchtende Arbeitsfläche gelangt.

Licht



Energiesparlampen sind in unterschiedlichen Formen und Größen erhältlich. Auch bei der Lichtfarbe kann zwischen verschiedenen Farbtönen gewählt werden.

■ Verbesserung des Lichtwirkungsgrades

Neben der hohen Lichtausbeute ist ein hoher Leuchtenbetriebswirkungsgrad für den optimalen Einsatz von Leuchten wichtig. Der Leuchtenbetriebswirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis zwischen dem Lichtstrom, der aus der Leuchte austritt, und dem Lichtstrom der Lampen, die in den Leuchten befestigt sind.

Bessere Wirkungsgrade lassen sich prinzipiell durch die Verwendung von einlampigen Leuchten und verschiedenen lichttechnischen Bauelementen erzielen. Dazu gehören hochglänzende Spiegelreflektoren und Prismen-Abdeckungen. Mit diesen Verbesserungen lassen sich Betriebswirkungsgrade bis zu 80 Prozent erzielen. Spiegelrasterleuchten mit optischen Systemen für Bildschirmarbeitsplätze können Werte über 80 Prozent erreichen. Im Vergleich dazu weisen mehrlampige opale Wannenleuchten, die hauptsächlich in der Vergangenheit in Verwaltungsgebäuden eingebaut wurden, lediglich einen Wirkungsgrad von 60 Prozent auf.

■ Stromversorgung und Schalttechnik

Ein wichtiger Punkt bei der Energieeinsparung ist der richtige elektrische Anschluss der Leuchten. Mit einer durchdachten Ver-

kabelung und Vernetzung der einzelnen Leuchtsysteme ist es möglich, die Leuchten stufenweise oder auch bereichsweise einzuschalten. Die Leuchten sollten nach unterschiedlich genutzten Bereichen und unterschiedlicher Nutzung voneinander getrennt werden. Nur so können sie in den einzelnen Arbeitsbereichen je nach tatsächlichem Bedarf ein- bzw. ausgeschaltet werden (z. B. Serienschaltung im Büro).

Grundsätzlich sollte künstliches Licht nur dann eingeschaltet werden, wenn die Bereiche auch tatsächlich genutzt werden. Arbeitsplätze mit Tageslichteinfall lassen sich mittels Lichtsensoren und elektronischer Regelung automatisch an die jeweiligen Lichtgegebenheiten anpassen. Die Beleuchtungsstärke kann so bei steigendem Tageslichtanteil auf demselben Niveau gehalten werden.

Sofern es die Arbeits- oder Produktionsbedingungen erlauben, sollten die Leuchten so nah wie möglich am Arbeitsplatz angebracht werden. Bei mehrflamigen Leuchten sorgt ein getrennter Anschluss der einzelnen Lampen dafür, dass in einzelnen Fällen das Beleuchtungsstärkeniveau abgesenkt werden kann.





Mit einem Dimmer kann je nach Außenlichteinstrahlung und Bedarf das Licht stufenlos eingestellt werden. Lichtsteuergeräte tun dies auch automatisch.

■ Steuerung, Regelung, Organisation

Nicht benötigte Lichtquellen sollten gezielt ausgeschaltet werden. Schaltuhren mit Wochenprogramm oder mikroprozessorgesteuerte Geräte sind dazu geeignet. Die Beleuchtungsstärke sollte dem unterschiedlichen Lichtbedarf am Arbeitsplatz stufenweise oder stufenlos angepasst werden.

Werden Leuchten nicht benötigt, dann sollten sie vom Stromnetz abgeklemmt werden. Heutzutage ist es möglich, die künstliche Beleuchtung an das sich ändernde Tageslicht automatisch anzupassen. Damit wird die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz konstant gehalten. Bei heruntergezogenen Jalousien sollte der Lamellenwinkel so eingestellt sein, dass sich das künstliche Licht nicht notwendigerweise automatisch einschaltet, wenn es nicht gebraucht wird.

Gerade bei Außenbeleuchtungsanlagen sollte deren Notwendigkeit nach Ort, Anzahl und Brenndauer der Leuchten überprüft werden. Durch Schaltuhren können Schalt-

einrichtungen, die hellkeitsgesteuert sind, auf die Arbeitsabläufe abgestimmt werden.

■ Wartung und Optimierung

Eine Beleuchtungsanlage muss regelmäßig gewartet werden. Auch die beste Beleuchtungsanlage nutzt wenig, wenn Abdeckungen, Reflektoren und eingebaute Lampen nicht regelmäßig gereinigt werden. Verunreinigungen führen zu Lichtverlusten. Besonders in Räumen mit hohen Decken kann ein Lampenwechsel aufwändig und teuer sein. Oftmals ist es wirtschaftlicher, eine Anlage komplett mit neuen Lampen zu bestücken, als nur einzelne auszutauschen.



Mehr Licht mit weniger Leuchten und geringerem Energieverbrauch – hier kommen Einsparpotenziale ans Licht.

Beispiel

In einem großen Büro wurden die 48 alten zweilampigen Einbauleuchten durch 48 einlampige Spiegelrasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) ersetzt. Dadurch reduzierten sich Energiekosten und -verbrauch

um 61 Prozent. Mit der neuen Anlage erhöhte sich die Beleuchtungsstärke sogar noch um 7 Prozent.

Eine 14.000 Quadratmeter große Lager- und Umschlaghalle wurde von 423 alten Leuchten erhellt. Nach der Umrüstung setzen nur noch 337 Leuchten mit hoch effizienten Reflektor-Lichtbandleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) und Dreiband-Leuchtstofflampen die Waren ins rechte Licht. Dadurch verringert sich der Energieverbrauch um 54 Prozent. Die jährliche Kosteneinsparung beträgt rund 17.100 Euro.

30 frei strahlende Leuchten rückten in einem Verkaufsraum die Ware kaum ins richtige Licht. Die wenig attraktiven Lichtbänder wurden durch 36 quadratische Spiegelraster-Anbauleuchten ersetzt. Sie sorgen nicht nur für eine ansprechendere Präsentation der ausgestellten Produkte, sondern senken auch die Stromkosten um mehr als 50 Prozent. So werden jährlich etwa 715 Euro an Energiekosten eingespart.

Die Sanierung einer alten zweilampigen Beleuchtungsanlage lohnt sich immer. Wenn sie gut geplant ist, amortisiert sie sich gewöhnlich nach drei bis fünf Jahren.

Effiziente Beleuchtung zeichnet sich aus durch:

- Leuchten mit lichtlenkenden Spiegeln und Rastern oder Prismenwannen
- Leuchtstofflampen in Dreiband-technik T16 oder T26

- Einsatz elektronischer Vorschaltgeräte
- Möglichst direkt strahlendes Licht
- Einlampige Leuchten
- Aufgeteilte Stromkreise
- Lichtsteuerung und Lichtregelung, besonders in großen Räumen
- Viel Tageslicht am Arbeitsplatz



■ Empfohlene Vorgehensweise

Die nächsten Schritte zu einer optimierten Beleuchtung wären:

Eigene Analyse der Beleuchtung

- Beleuchtung veraltet? (> 10 Jahre)
- Technik den örtlichen Gegebenheiten angepasst? (siehe z. B. Tabelle „Lampenvergleich“)
- Elektronische Vorschaltgeräte vorhanden?
- Mitarbeiter nach Lichtmängeln befragen

Inanspruchnahme von Fachleuten

- **Kostenloser Erst-Check** und individuelle Einzelberatung vor Ort durch das Unternehmen für Ressourcenschutz (Kontakt: 040/428 45-2259 oder -4378)
- Systematische Ermittlung von Einsparpotenzialen durch spezialisierte Ingenieurbüros (Bezuschussung durch das Unternehmen für Ressourcenschutz möglich) oder „Lichtberater“
- Umsetzung durch Haustechniker oder Fremdfirmen

Interne Erst-Maßnahmen

- Lampentausch
- Beleuchtung versetzen
- Arbeitsplätze zum Tageslicht hin ausrichten

Licht