



Es werde Licht!

- Eine kirchliche Handreichung für energiesparende und angemessene Beleuchtung

von
Hans Köhler und Wolfgang Schürger



Evangelisch-Lutherische
Kirche in Bayern



Es werde Licht - aber wie...?



Früher war ja bekanntlich alles besser, auch wenn es um die Frage der Beleuchtung ging. Man musste sich kaum Gedanken machen: Man ging in ein Geschäft und kaufte sich eine passende Glühbirne mit 40, 60, oder gar 100 Watt, je nachdem an welchem Ort sie leuchten sollte. Heute stehen viele Kunden ratlos vor den Regalen und können oft mit einer Vielzahl von Fachausdrücken und mit einer noch größeren Vielfalt an Auswahlmöglichkeiten nichts oder nur wenig anfangen.

Diese Broschüre soll Ihnen helfen, sich beim Kauf von Leuchtmitteln zu orientieren: Sie erklärt die vielen neuen Bezeichnungen. Sie hilft Ihnen, bei der Beleuchtung Energie und Geld zu sparen. Die Umwelt freut das auch.

Das „sparsame Licht“ muss nicht schlechter sein - weder von den Lichtfarben noch von der Helligkeit. Wichtig ist allerdings, etwas genauer hinzusehen und sich eher auf eine gute fachliche Beratung zu verlassen, als auf eine Bestellung im Internet oder Billigangebote aus dem Baumarkt. In den Neuentwicklungen liegen viele Chancen - wir müssen sie nur kennen und nutzen!



Hans Köhler ist Rummelsberger Diakon an der Neupfarrkirche Regensburg. Er ist Revisor für das Kirchliche Umweltmanagement „Grüner Gockel“.

Als kirchlicher Umweltberater arbeitet er bayernweit mit den Schwerpunkten „Erneuerbare Energien“ (u.a. Photovoltaik) und „Energie sparen“.



Wolfgang Schürger ist der Beauftragte für Umwelt- und Klimaverantwortung der Evangelisch-Lutherischen Kirche in Bayern. Seit Jahren interessiert er sich für innovative Beleuchtungstechniken und Lichtkunst.

Neue Kenngrößen: Lumen und Lux statt Watt

Die bei Leuchtmitteln bisher vertraute Angabe **Watt** gibt an, wie viel Leistung ein elektrisches Gerät aufnimmt. Sie sagt nicht direkt etwas über die Leuchtkraft aus. Eine 60W-Glühbirne nimmt 60 Watt Strom auf, produziert daraus aber nur zu 3 Watt Licht und zu 57 Watt Wärme.

Lumen (lm) dagegen bezeichnet unmittelbar den Lichtstrom oder die **Lichtstärke**, die von einer Lichtquelle für das menschliche Auge wahrnehmbar ausgeht. Welche **Beleuchtungsstärke** auf der Zielfläche auftrifft, ist abhängig vom Abstrahlwinkel der Lichtquelle und dem Abstand zwischen Lichtquelle und Zielfläche. Diese Beleuchtungsstärke wird in **Lux (lx)** gemessen. Um Angaben auf einer Packung beurteilen zu können, müssen Sie aber den Abstand zur Zielfläche wissen, mit dem bei der Messung gearbeitet wurde.

Während Glühbirnen und Energiesparlampen nach allen Seiten abstrahlen, geht das Licht von einer LED gerichtet aus. Bei **LED-Leuchtmitteln** werden daher oft noch der Abstrahlwinkel oder der daraus abgeleitete Raumwinkel (sr) angegeben. Je schmaler der Winkel, desto höher die Beleuchtungsstärke auf der (freilich entsprechend engeren) Zielfläche.



Die **beste Orientierung beim Kauf** erhalten Sie durch die **Lumen-Angabe**, idealerweise in Verbindung mit dem Abstrahlwinkel.

Für das Wohlfühlempfinden ist es darüber hinaus ratsam, auch auf die **Farbtemperatur** zu achten. Diese wird in **Kelvin (k)** angegeben. Herkömmliche Glühlampen leuchten mit einer Farbtemperatur von 2.200 - 2.800 Kelvin, was als „warmes Weiß“ empfunden wird. Eine Halogenlampe hat eine Farbtemperatur von 3.000 Kelvin, eine „kaltweiße“ Leuchtstoffröhre, wie sie gerne in den südlichen Ländern verwendet wird, von 4.000 Kelvin. Die Farbtemperatur des Tageslichts liegt zwischen 5.500 und 7.000 Kelvin.



Lumen: Die Lichtstärke. Der Lichtstrom, der von einer Quelle ausgeht.

Lux: die Beleuchtungsstärke. Das Licht, das auf einer Fläche ankommt.



Für ganz Genaue: Beleuchtungsstärke errechnen

Wenn Sie bei einer LED-Beleuchtung ganz genau ausrechnen wollen, welche Beleuchtungsstärke Sie auf Ihrer Zielfläche erhalten, dann müssen Sie die Lichtstärke durch die Zielfläche teilen. Wie aber kommen Sie auf die Größe der Zielfläche? Dazu müssen Sie ein wenig rechnen:

Sie kennen die Lichtstärke der Leuchte, ihren Abstrahlwinkel (oder: den daraus abgeleiteten Raumwinkel) und den Abstand zur Zielfläche. Jetzt geht's los:

Nehmen Sie den Abstand (in Metern!) im Quadrat und multiplizieren ihn mit dem Raumwinkel Ω . Das ergibt die beleuchtete Fläche (in m^2).

Jetzt dividieren Sie Lichtstärke (lm) durch beleuchtete Fläche – und schon haben Sie die Beleuchtungsstärke.

Beispiel: Ein LED-Deckenspot mit 8 Watt Stromaufnahme, einer Lichtstärke von 576 Lumen und einem Abstrahlwinkel von 90 Grad soll einen Eingangsbereich mit 2,20 Meter Deckenhöhe ausleuchten. Dem Abstrahlwinkel 90 Grad entspricht ein Ω -Faktor (Raumwinkel) von 1,8403 (weitere Werte unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtdiode>).

Wir rechnen also mal:

Beleuchtete Fläche: $2,20 \text{ m} \times 2,20 \text{ m} \times 1,8403$ ergibt $8,91 \text{ m}^2$ beleuchtete Fläche.

Typische Beleuchtungssituationen	
Heller Sonnentag	100.000 lx
Bedeckter Sommertag	20.000 lx
Im Schatten im Sommer	10.000 lx
Operationssaal	10.000 lx
Bedeckter Wintertag	3.500 lx
Allianz-Arena	1.400 lx
Beleuchtung TV-Studio	1.000 lx
Büro-/Zimmerbeleuchtung	500 lx
Flurbeleuchtung	100 lx
Straßenbeleuchtung	10 lx
Kerze ca. 1 Meter entfernt	1 lx
Vollmondnacht	0,25 lx
Sternklarer Nachthimmel (Neumond)	0,001 lx

Wenn die 576 Lumen auf $8,91 \text{ m}^2$ treffen, dann ergibt das eine Beleuchtungsstärke von $576 \text{ lm} : 8,91 \text{ m}^2 = 64,64 \text{ Lux}$. Etwas wenig für eine Flurbeleuchtung, wenn wir das mit der Tabelle vergleichen. Wir sollten also einen zweiten Deckenspot dazu montieren.

Glühbirne 40 Watt	400 lm
Kompaktleuchtstofflampe („Energiesparlampe“) 7 Watt	420 lm
LED 6 Watt	420 lm
LED 8 Watt	620 lm
Glühbirne 60 Watt	720 lm
Kompaktleuchtstofflampe („Energiesparlampe“) 12 Watt	720 lm
Glühbirne 100 Watt	1450 lm
Kompaktleuchtstofflampe („Energiesparlampe“) 23 Watt	1380 lm

Typische Lichtstärken verschiedener Leuchtmittel (links) und typische bzw. empfohlene Beleuchtungsstärken verschiedener Alltagssituationen (oben).

Licht schafft Atmosphäre

Ein Operationsaal im Kerzenschein – niemand von uns möchte sich da wohl in die Hände eines Chirurgen begeben.

OP-Licht in der Christvesper – jede weihnachtliche Stimmung wäre damit zunichte gemacht.

Licht schafft Atmosphäre, unterschiedliche Situationen verlangen nach ihrer je ganz eigenen, angemessenen Beleuchtung. Die Auswahl einer kaltweißen Energiesparlampe für die Beleuchtung der Meditationskapelle kann die Bereitschaft einer Gemeinde zum Energiesparen schnell im Keim ersticken. Gerade im kirchlichen Bereich ist es daher wichtig, sich über die erwünschten Beleuchtungssituationen im Klaren zu sein, bevor man die Beleuchtung verändert.

Gerade in Kirchen ist es gut, wenn nicht immer alle Ecken voll ausgeleuchtet sind. Wer sich zur Meditation oder zum Gebet zurückziehen will, fühlt sich im warmen Dämmerlicht durchaus geborgen. Ins rechte Licht gesetzt werden sollten

dagegen in der Kirche durchaus die sakralen Zentren wie der Altar oder das Taufbecken. Auch die Orgel verträgt einen Lichtakzent. Hier sollte man allerdings darauf achten, dass die Orgelpfeifen nicht zu sehr reflektieren.



Lichtreflexe und Streulicht können auch von Deckenlampen kommen. Bei hohen Räumen hilft hier oft nur ein Lichtberater oder -planer, um zu einer wirklich guten Lichtatmosphäre zu gelangen. Spannend wird es, wenn ein Raum für verschiedene Zwecke genutzt wird: die Kirche auch für Konzerte oder der Gemeindesaal auch als Gottesdienstraum. Eine gute Lichtplanung berücksichtigt die unterschiedlichen Anforderungen an die Lichtatmosphäre, die sich daraus ergeben.

Überlegen und planen Sie also Ihre Beleuchtungssituationen sorgfältig, bevor Sie daran gehen, alte Lampen oder Leuchtmittel auszutauschen!

Die verschiedenen Leuchtmittel

Glühlampe

Vorteil

- als angenehm empfundenes Licht
- billige Anschaffung
- Entsorgung über den Hausmüll
- für viele Anwendungsbereiche verfügbar

Nachteil

- kurze Lebensdauer (rd. 1.000 Std.)
- hoher Stromverbrauch
- mehr Wärme als Licht

Leuchtstoffröhre

Vorteil

- deutlich längere Lebensdauer als Glühlampen
- preisgünstige Anschaffung
- verhältnismäßig sparsam im Stromverbrauch
- Recycling der Röhren möglich

Halogen-Glühlampe

Vorteil

- etwas längere Lebensdauer als die Glühlampe
- günstiger Preis
- Entsorgung über den Hausmüll

Nachteil

- verhältnismäßig geringe Einsparung von ca. 20 - 30%.
- sehr „heißes“ mitunter grelles Licht.
- bei „Spots“ mehrere Leuchtstellen nötig, in der Regel sogar höherer Stromverbrauch



im unmittelbaren Vergleich

Nachteil

- Giftiges Quecksilber im Leuchtmittel
- Elektronikschrott (elektronisches Vorschaltgerät)
- fachgerechte Entsorgung nötig
- eingeschränkte Einsatzgebiete durch die Röhrenform

Kompakt-Leuchtstoffröhre Energiesparlampe

Vorteil

- sehr hohe Stromersparnis
- lange Lebensdauer (bis 20.000 Std.)
- nahezu für alle Einsatzgebiete verfügbar
- Rücknahme und Recycling der Röhren möglich

Nachteil

- Giftiges Quecksilber im Leuchtmittel
- Elektronikschrott (elektronisches Vorschaltgerät)
- fachgerechte Entsorgung nötig

LED (Licht-emittierende-Diode)

Vorteil

- sehr hohe Stromersparnis
- sehr lange Lebensdauer (bis 50.000 Std.)
- unempfindlich gegen Erschütterungen und Kälte

Nachteil

- verhältnismäßig teuer in der Anschaffung
- zum Teil Unsicherheiten in der Lichtfarbe



Metall- oder Quecksilberdampf Lampe

Vorteil

- hohe Lichtausbeute und gute Farbwiedergabequalität
- lange Lebensdauer
- relativ preisgünstige Anschaffung

Nachteil

- langsame Reaktionsfähigkeit
- nicht in allen Bereichen einsetzbar

Viele Leuchtmittel – verschiedene Techniken

In der **Glühlampe** wird ein elektrischer Leiter („Glühfaden“) durch Strom aufgeheizt und zum Leuchten gebracht.

Die aufgenommene elektrische Leistung wird nur zu einem sehr geringeren Teil in Form von sichtbarem Licht abgestrahlt. Der größte Teil wird im Infraroten (als Wärmestrahlung) abgestrahlt.

Der hohe Anteil von Rottönen wird in unserem Kulturkreis als angenehm empfunden. In südlichen Ländern bevorzugen die Menschen ein sehr viel „weißeres“ Licht.



Dieses liefert die **Leuchtstofflampe**. Sie ist eine Niederdruck-Gasentladungsröhre, spezieller: Metall dampflampe, die innen mit einem fluoreszierenden Leuchtstoff beschichtet ist.

Als Gasfüllung dient Quecksilberdampf und zusätzlich meist Argon. Um die Gasfüllung zum Leuchten zu bringen, sind bei herkömmlichen Leuchtstofflampen (T 8) ein Starter und eine „Drossel“ erforderlich. Heute übernehmen dies meist elektronische Vorschaltgeräte. Die dünneren T 5 – Röhren sind immer mit elektronischen Vorschaltgeräten ausgerüstet und bei gleicher Helligkeit sparsamer.

Leuchtstofflampen sind in verschiedenen Lichtfarben erhältlich. In Wohnbereichen kommt eher die Farbe „warmweiß“ zum Einsatz, an Arbeitsplätzen oder in Industriehallen wird üblicherweise „kaltweiß“ oder „tageslichtweiß“ verwendet.

Halogenlampen sind vor allem durch die „Halogen-Spots“ bekannt geworden. Häufig wird dabei die Variante mit 12 Volt gewählt, was den Einsatz eines Transformators erforderlich macht.

Seit einiger Zeit werden auch Halogen-Glühlampen angeboten. Durch Verwendung eines kompakten Quarzglas Kolbens und Zugabe des Halogens Iod lassen sich Glühlampen konstruieren, die auch bei erhöhten Betriebstemperaturen von 2800 bis 3100K eine Lebensdauer von 2000 bis 5000 Stunden haben. Diese Halogen glühlampen haben ein weißes Licht und Lichtausbeuten von 10 bis 19,5 Lumen pro Watt (herkömmlicher Glühlampe: 12–15 lm/W, Energiesparlampe 40–60 lm/W, LEDs inzwischen bis zu

mehr als 100 lm/W). Fingerabdrücke durch Anfassen des Glases können zu lokalen Temperaturerhöhungen führen, die den Glas-

kolben zum Platzen bringen können. Eine Halogenlampe sollte nach dem Berühren sorgfältig abgewischt werden. Halogenlampen für 230 V in der Standardbauform mit E27-Sockel sparen ca. 20 % Energie gegenüber normalen Glühlampen.

Energiesparlampen sind nichts Anderes als Leuchtstofflampen. Diese werden lediglich auf engstem Raum „zusammengewickelt“. Heute sind sie immer mit elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet.

Im Gegensatz zur Glühlampe weisen Leuchtstoffröhren kein kontinuierliches Farbspektrum auf. In vielen Anwendungsfällen bilden die neutral weißen Lampen einen guten Kompromiss.

Eine deutlich verbesserte Farbwiedergabe erzielen **Dreibanden-Leuchtstofflampen**. Hier besteht die Leuchtstoffbeschichtung aus einer Mischung von drei Leuchtstoffen, die im roten, grünen, und blauen Bereich



des sichtbaren Spektrums relativ scharfbandige Emissionen zeigen. Die Spektren addieren sich entsprechend dem Prinzip der Farbmischung zu weißem Licht.

Die beste Farbwiedergabe haben **Vollspektrum-Leuchtstofflampen**, hier treten kaum Farbverfälschungen auf. Das Spektrum ist tageslichtähnlich und fast ebenso kontinuierlich. Dies wird durch Einsatz von mindestens vier unterschiedlichen Leuchtstoffen erreicht.

Die neueste Generation von Leuchtmitteln sind die **LEDs (Light Emitting Diode)**: lichtemittierende Dioden. Fließt durch die Diode Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht, Infrarotstrahlung (als Infrarotdiode) oder auch Ultraviolettstrahlung mit einer vom Halbleitermaterial abhängigen Wellenlänge ab.

Anders als Glühlampen sind Leuchtdioden keine Temperaturstrahler. Sie können nahezu monochromes Licht erzeugen. Ihr Einsatz als Signallicht ist daher besonders effizient. Da die LEDs keinen Glühfaden haben, sind sie grundsätzlich immun gegenüber Er-

schütterungen, Stößen und selbst extrem häufigen Schaltvorgängen. Effektiv ergeben sich für Hochleistungs-LEDs, wie sie etwa als Ersatz für Allgebrauchslampen angeboten werden, Lebenserwartungen von 15.000 bis 50.000 Stunden.

Das Licht einer LED wird nur in einem begrenzten Winkel abgestrahlt. Einzelne LEDs haben eine geringe Leistung. „LED-Glühlampen“ bestehen aus bis zu 100 LEDs, die parallel geschaltet werden. Sie benötigen eine Steuerelektronik, die in der Praxis störanfälliger ist als die LEDs selbst.

LEDs sind für fast jeden Einsatzbereich erhältlich - auch mit sehr hoher Leistung. Diese „Hochleistungs-LEDs“ sind nicht mehr mit vielen einzelnen Dioden sondern mit einer Art „Chip“ ausgestattet. Auch „Flutlichtstrahler“ oder „Hallenleuchten“ können so ersetzt werden.

Der Stromverbrauch liegt grundsätzlich bei nur ca. 10% im Vergleich zu einer Halogenlampe oder Glühbirne.

Ganz vereinzelt gibt es **Leuchtmittel mit Induktionstechnik**. Damit können herkömmliche R-80 Strahler mit bis zu 150 Watt ersetzt werden. Eingesetzt werden sie zur Beleuchtung von Altären oder dort, wo gezielt Objekte angestrahlt werden müssen. Sehr selten finden sich **Metall- und Quecksilberdampflampen**. Diese Lampen sind Gasentladungslampen, bei denen zwischen zwei Elektroden eine elektrische Entladung

im Quecksilberdampf stattfindet. Sie geben bei einer geringen Leistungsaufnahme einen hohen Lichtstrom ab. Die Lichtfarbe ist bläulich-weiß. In der Regel brauchen sie ein Vorschaltgerät. Erst mit der Erwärmung erreichen diese Lampen nach 3 – 4 Minuten ihre volle Leuchtkraft. Sie werden oft als Straßenlaternen eingesetzt. In Kirchen finden wir sie dort, wo „viel Licht“ benötigt wird, z.B. auf der Chorempore oder in sehr hohen Chorräumen.

Halogenmetaldampflampen oder Natriumdampflampen gehören neben LEDs zu den effizientesten Lampen überhaupt.



Es werde Licht! Seien Sie gut beraten...

Die große Auswahl von Leuchtmitteln erfordert heute, dass man sich ein wenig intensiver mit der Frage beschäftigt, wie es denn Licht werden soll.

Die Zukunft der Beleuchtung liegt bei den LEDs. Wo immer möglich, sollten diese heute schon eingesetzt werden - sei es im eigenen Haushalt oder in der Kirchengemeinde. Die LED verursacht bei der Anschaffung noch hohe Kosten. Allerdings ist auch die Stromersparung durch sie am Höchsten. Auf die lange Lebenszeit gerechnet, amortisiert sie sich daher sehr gut. Außerdem bringen LEDs nicht die Probleme mit sich, die Energiesparlampen haben: Die Gefahr einer

Belastung durch Quecksilber- und andere Dämpfe besteht bei ihnen nicht.

Es werde Licht! Wie dies nachhaltig und den Räumen angemessen geschieht, will sorgfältig entschieden sein. Wir raten Ihnen daher unbedingt, bei größeren Bauvorhaben oder Räumen mit speziellen Nutzungen (wie in der Regel Kirchen) einen Lichtberater oder eine Lichtberaterin zu Rat zu ziehen.

Selbstverständlich stehen auch die kirchlichen Umweltberaterinnen und -berater Kirchengemeinden und kirchlichen Einrichtungen auch in Fragen Energie sparender Beleuchtung gerne zur Verfügung.



Die neue Lichttechnik bietet schier grenzenlose Möglichkeiten: Illumination des Frankfurter Börsensaals durch Ingo Bracke, Studio KyBra.

Vertiefende Informationen

Weitere Informationen zu effizienter Beleuchtung finden Sie zum Beispiel beim Landesamt für Umwelt (<http://www.lfu.bayern.de/energieeffizienz/beleuchtung/index.htm>) oder auch unter www.energieverbraucher.de.

Eine Übersicht über die Kirchlichen Umweltberaterinnen und -berater, die Sie bei Fragen rund ums Licht gerne unterstützen, finden Sie unter www.umwelt-evangelisch.de/index.php/kirchliche-umweltberatung.



Die Umwelt- und Klimarbeit in der ELKB

Christinnen und Christen bekennen Gott als den Schöpfer allen Lebens. Daraus folgt der Auftrag, Gottes Schöpfung zu bewahren und achtsam mit den Mitgeschöpfen umzugehen. Kirchliche Umwelt- und Klimarbeit fördert und stärkt das Bewusstsein für einen nachhaltigen Lebensstil in Gemeinden und Einrichtungen.



Impressum: Es werde Licht!, hrg. von dem Beauftragten für Umwelt- und Klimaverantwortung der Evangelisch-Lutherischen Kirche in Bayern, KR Dr. Wolfgang Schürger, Marsstraße 19, 80335 München, Tel. 089-5595-611, umwelt@elkb.de, www.umwelt-evangelisch.de



Bildrechte: Martin Berk, Klaus Brüheim, Günther Gumhold, Andrea Kusajda, Jörg Siebauer, Thorben Wengert, wrw (alle pixelio.de), Wolfgang Schürger. Gedruckt auf 100% Recycling-Papier durch printzipia.de

Die Broschüre kann in unserem Büro bestellt werden und ist als PDF zum Download verfügbar.

Stand: Mai 2012