

# Energiesparende Lampen

Prof. Dr. Klaus Fiedler

## Allgemeines

Die gute alte Glühlampe, auch Glühbirne genannt, hat ausgedient. Sie hat einen langen Weg hinter sich. Mitte des 19. Jahrhunderts begannen Wissenschaftler mit dem elektrischen Licht zu experimentieren. 1854 baute Heinrich Göbel die erste dauerhaft brennende Glühlampe und war damit der eigentliche Erfinder. Die Lampe hatte eine verkohlte Bambusfaser als Glühfaden. Thomas A. Edison präsentierte erst 25 Jahre später seine elektrische Glühlampe, welcher er durch geschickte Vermarktung zum Durchbruch verhelfen konnte. Die Standard-Glühlampen funktionieren alle nach dem gleichen Prinzip: Ein dünner Draht wird dadurch zum Glühen gebracht, indem man elektrischen Strom durch ihn hindurchfließen lässt. Damit der Draht nun nicht nur rot glüht, sondern auch strahlend hell leuchtet, müssen sehr hohe Temperaturen angewendet werden. Bei den Glühlampen sind das 2500 - 2800°C. Die Lampe leuchtet umso kräftiger, je heißer der Draht wird. Erst nach langem Forschen fand man Wolfram als geeignetes Metall für den Glühdraht, das den höchsten Schmelzpunkt hat (3410°C). Ein wesentlicher Mangel der Glühlampen ist, dass sie zu viel elektrische Energie verbrauchen. Während die herkömmliche Glühlampe etwa 5% der eingesetzten Energie in Licht umsetzt und der Rest als Wärme in den Raum geht, kann eine Energiesparlampe circa 25% des Stroms zur Lichterzeugung nutzen.

Die EU-Kommission hat 2008 beschlossen, Glühlampen über 25 W nach und nach den Zugang zum EU-Markt zu verwehren. Ab Herbst 2009 wurden zunächst alle Glühlampen mit mattem Glaskolben sowie die 100-Watt-Birne im klaren Glas vom Markt genommen. Am 1. September 2010 trat die zweite Stufe der EU-Verordnung 244/2009 in Kraft, nach der auch keine 75-Watt-Lampen mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen. Bis zum Jahre 2012 sollen weitere ineffiziente Glühlampen verschwinden um Strom zu sparen. Ab Herbst 2011 wurde dieses Verbot auf Glühlampen mit mehr als 40 W ausgedehnt. Ab 2012 gilt ein Verbot für alle Glühlampen mit einem Lichtstrom größer als 60 Lumen (circa 10 W), das heißt ab diesem Zeitpunkt dürften im Wesentlichen nur noch die Lampen für die Weihnachtsbeleuchtung übrig bleiben, welche eine Leistungsaufnahme meist unter 10 W haben. Die verbotenen Lampen können aber weiter verwendet werden. Das Verbot gilt nur für die Anbieter.

Stark diskutiert wurde in den letzten Jahren die Frage, ob diese durchgeführten und geplanten Maßnahmen auch alle damit verbundenen Umweltwirkungen berücksichtigen. Auch die Verbraucher sind verunsichert. Berichte über Nachteile neuer Leuchtsysteme trugen nicht dazu bei, die Umstellung zu fördern. Hinzu kommt, dass es nicht einen Nachfolger der Glühlampe gibt sondern mehrere, die alle ihre Besonderheiten haben.

Nur 1,5% des gesamten Energieverbrauches eines Haushaltes – also inklusive Heizung – kommen auf das Konto von Licht und Lampen. So ist das Einsparpotenzial von Lampen sehr begrenzt. Eine einzige Google-Nachfrage im Internet verbraucht soviel wie eine 11-Watt Energiesparlampe pro Stunde (New York Times, nach Öko-Test). Trotzdem könnten die Haushalte laut deutscher Energieagentur (DENA) 6% ihres Strombedarfs sparen und jährlich 4 Millionen t Treibhausgase vermeiden, wenn Glühlampen in Deutschland komplett durch Energiesparlampen ersetzt würden. In Australien durften Glühlampen schon ab Oktober 2009 nicht mehr verkauft werden, 130 Jahre nachdem Thomas Alpha Edison die Glühlampe zur Marktreife entwickelt hatte, droht ihr nun auch in Europa das Aus. Sehen wir uns die Alternativen an:

## Energiesparlampen (Kompaktleuchtstofflampen)

Energiesparlampen sind kleine gebogene Leuchtstoffröhren (Kompaktleuchtstofflampen, Gasentladungslampen), die aufgrund ihrer Technik weniger Watt verbrauchen, um die gleiche Helligkeit zu erzeugen als herkömmliche Glühlampen. In der Leuchtstoffröhre befinden sich ein Gemisch aus

festem oder flüssigem Quecksilber und ein Edelgas. Ein Vorschaltgerät zündet die Lampe und der Heizfaden sendet Elektronen aus. Die Elektronen treffen auf das Quecksilber und regen dieses zum Leuchten an. Dabei entsteht ein für das menschliche Auge unsichtbares UV-Licht, welches wiederum auf pulverförmige, fluoreszierende Leuchtstoffe auf der Röhrenwand trifft, die einen Großteil der UV-Strahlung in sichtbare Fluoreszenzstrahlung (Licht) umsetzen. Ein Restanteil der UV-Strahlung wird von der Lampe abgestrahlt.

Die Energieeinsparung gegenüber Glühbirnen beträgt bis zu 80%.

Um die Helligkeit einer 60-Watt-Glühbirne zu erreichen sollte eine Energiesparlampe mit mindestens 15/16 W, oder besser mit 20/21 W eingesetzt werden. Das Bundesumweltamt (2010) empfiehlt, sich bezüglich der Helligkeit der Lampe beim Kauf nicht an den Wattangaben zu orientieren, sondern an der Helligkeit – Lumen. Lumen (lm) ist die Maßeinheit für den Lichtstrom, allgemein für Helligkeit. Sie ist als der Lichtstrom definiert, den eine punktförmige Lichtquelle allseitig ausstrahlt (Lux ist die Basiseinheit für die Beleuchtungsstärke auf einer Fläche). So hat eine Standard-60-Watt-Glühlampe 710 Lumen. Die entsprechenden Angaben sind meist auf der Verpackung der Lampen angegeben. Als Ersatz für eine 75-Watt-Lampe kann eine solche mit 950 Lumen dienen.

Die unelegante sperrige Form der Lampen und die geringe Lebensdauer führten zunächst dazu, dass wenig Begeisterung für diese Lampen aufkam. Kleine Lampen sind technisch schwierig herzustellen, weil sie eine bestimmte Brennerlänge benötigen um einen guten Lichtstrom zu erzielen. Wenn man kompakter bauen will, wird daher von einigen Herstellern der Lichtstrom reduziert. Es wird auch versucht die Leuchtröhre in eine zusätzliche Glashülle zum Beispiel in der gewohnten Birnenform, zu integrieren. Hierdurch geht aber wieder circa 20% des Lichtes verloren. Die von den Herstellern angegebene Lebensdauer von 6000 bis 8000 Stunden entspricht etwa sechs bis acht Jahren bei einer durchschnittlichen Brenndauer von drei Stunden pro Tag. Es werden aber auch Modelle angeboten, die bis zu 15.000 Stunden brennen sollen.

Die ersten Lampen zeigten ein ungenügend helles, kaltes, blaues Licht. Die Farben von Lichtquellen werden mittels ihrer Farbtemperatur miteinander verglichen. Diese wird in Kelvin (K) angegeben. Je "wärmer" uns eine Lichtquelle erscheint, desto rötlicher ist das Licht, je "kühler" eine Lichtquelle auf uns wirkt, desto höher ist der Anteil der Farbe Blau im Lichtspektrum. So hat zum Beispiel das Kerzenlicht circa 1800 K und eine Glühlampe 2700 K. Energiesparlampen können heute mit unterschiedlichen Farbtemperaturen produziert werden. Man erhält - je nach Zusammensetzung des Leuchtstoffes - ein warmweißes (< 3300 K), neutral - beziehungsweise kaltweißes (3300 - 5000 K) oder tagesweißes Licht (>6000 K).

Da der von Kompaktleuchtstofflampen abgestrahlte Lichtstrom Schwankungen unterliegt, kann ein Flimmern auftreten, dessen Frequenzen für das menschliche Auge aber üblicherweise nicht direkt wahrnehmbar sind. Bei rotierenden Maschinen kann jedoch ein dadurch bedingter "stroboskopartiger Effekt" zu einer Gefährdung führen, weil ein langsamer oder sogar stehender Zustand der Maschine vorgetäuscht wird (Steinmetz M., Geschwentner D., 2010).

Ein weiteres Kriterium ist der Farbwiedergabeindex (Ra). Hierunter versteht man eine photometrische Größe, mit welcher sich die Qualität der Farbwiedergabe von Lichtquellen gleicher Farbtemperatur beschreiben lässt. Der Maximalwert (Ra-Wert 100) kann bei bedecktem Himmel erreicht werden. Glühlampen mit farblosem Glaskolben können einen Ra-Wert von 100 (bestmögliche Farbwiedergabe) erzielen. Energiesparlampen, aber auch viele LED Lampen, haben meist eine schlechtere Farbwiedergabe, das heißt einen Ra-Wert der zwischen 60 bis 98 liegt. Bei einer Farbwiedergabe von Ra 60, werden die Farben nur sehr mangelhaft wiedergegeben. Für normale Sehaufgaben sollte ein Farbwiedergabeindex von mindestens 80 erreicht werden.

Nach Ansicht von Ökotest (10/2008) sind Energiesparlampen kein wirklicher Fortschritt und keine echte Alternative zu Glühlampen. Die Zeitschrift schreibt, dass sich Energiesparlampen vor allem für Leuchten eignen, die auch seitliches Licht abgeben wie z.B. Deckenleuchten mit Opalglasabdeckung. Für die Zwecke gerichteten Lichtes sind sie oft unzureichend hell und wenn sie häufig an- und ausgeschaltet werden, halten Standardlampen oft nicht wirklich lange. Die Alternative, das Licht dauerhaft brennen zu lassen, wäre dann auch keine Lösung, weil damit der Vorteil der Stromersparnis zum großen Teil nicht mehr bestehen würde.

Wie oben ausgeführt, senden Energiesparlampen noch einen geringen Anteil von *UV-Strahlen* aus. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BFS) weist jedoch darauf hin, dass bereits schwache UV-Strahlung negative gesundheitliche Wirkungen auslösen kann und diese Strahlung karzinogen ist. Durch UV-Strahlen können auch an der Haut entzündliche Hautrötungen hervorgerufen werden. Weiter kann UV-Strahlung die Abwehr des Körpers gegen Infektionskrankheiten schwächen. Außerdem ist bekannt, dass langfristig durch die Zerstörung von elastischen Fasern des Bindegewebes eine vorzeitige Hautalterung auftritt. Bei chronischer UV-Einwirkung über einen Zeitraum von 20-30 Jahren, können auch durch DNA-Schädigungen der Hautzellen maligne Melanome (schwarzer Hautkrebs) auftreten. In Deutschland zählt Hautkrebserkrankung mit circa 140.000 neuen Erkrankungen pro Jahr zu den häufigsten bösartigen Tumoren.

In der Richtlinie 2006/25/EG (Europäische Union 2006) sind Grenzwerte für künstliche optische Strahlung festgelegt. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BFS) führte in dieser Beziehung Messungen an Kompaktleuchtstofflampen durch. Hierbei zeigte sich, dass nur 0,4 - 89% des Grenzwertes erreicht wurden (Steinmetz M., Geschwentner D., 2010). Dabei sind die verwendeten Glassorten entscheidend für die UV-Emissionen. Niedrige Werte wurden bei den Lampen mit zusätzlichem Glas- oder Kunststoffkolben, jedoch auch bei einigen Lampen ohne diese zusätzlichen Hüllen, festgestellt.

Das BFS führte auch eine gesundheitliche Bewertung hinsichtlich der Frage einer fotochemischen Schädigung der Netzhaut bezüglich des Blaulichtes durch, wobei von einer Expositionsdauer eines 8-Stunden-Tages ausgegangen wurde. Die gemessenen Werte bei den Kompaktlampen lagen hier aber mindestens um einen Faktor 3 unter dem Grenzwert. Im Vergleich hierzu können Halogenlampen eine deutlich höhere effektive Strahldichte aufweisen und der Grenzwert bereits nach wenigen Minuten überschritten werden.

Zusammenfassend empfiehlt das BFS allen, die ihre persönliche Expositionen minimieren möchten, bei Beleuchtungssituationen, bei welchem nur ein geringer Abstand zur Leuchte besteht, nur Kompaktleuchtstofflampen mit einem zusätzlichen äußeren Glas- oder Kunststoffkolben zu nutzen. Hierbei können die Hersteller durch die Anwendung geeigneter Lampenrohre die UV-Abstrahlung deutlich reduzieren. Als Orientierung für die Verbraucher gilt hier auch das Umweltzeichen "Der Blaue Engel".

Im Sockel von Energiesparlampen ist ein elektronisches Vorschaltgerät integriert, welches die Betriebsspannung überwacht und den Lampenstrom steuert. Hierbei entstehen im Unterschied zu Glühlampen *elektrische und magnetische Felder in einem höheren Frequenzbereich*.

"Diese intensiveren, härteren und Oberwellen- wie störrischen Felder über ein so weites Frequenzspektrum machen die Energiesparlampen zu einer erheblich schlechteren, verzerrten, schmutzigen Lichtquelle und zur Elektromogbelastung" (Ökotest 10/2008). In einem Abstand von ein bis eineinhalb Meter sinkt aber die Elektromogbelastung auf ein tolerierbares Maß.

Bei elektrosensiblen Personen werden bereits gesundheitliche Effekte und Beschwerden durch elektromagnetische Felder unterhalb der Vorsorgewerte beobachtet. Bei diesen sollten Kompaktleuchtstofflampen nicht körpernah, zum Beispiel auf einem Nacht- oder Schreibtisch eingesetzt werden. Allerdings ist festzustellen, dass Lampen nur eine Strahlungsquelle unter vielen im Büro oder

Haushalt darstellen und elektrosensible Personen natürlich auch andere Elektrogeräte beachten müssen. Als Alternative könnte man Halogenlampen verwenden, bei denen die UV-Abstrahlung reduziert ist.

Nach Ansicht des Bundesamtes für Strahlenschutz, (Steinmetz M., Geschwentner D., 2010), sind jedoch basierend auf dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen, keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen durch die emittierten niederfrequenten Felder zu erwarten, wenn die Höchstwerte eingehalten werden. "Die gesundheitlichen Risiken durch elektromagnetische Felder mit Frequenzen im Kilohertzbereich sind aber weniger gut untersucht, so dass die gesundheitliche Bewertung in diesem Frequenzbereich zusätzlichen Unsicherheiten unterliegt."

Neben der UV Emission und dem Elektrosmog ist auch der Quecksilbergehalt der Kompaktleuchtstofflampen zu beachten. Eine länger anhaltende Konzentration von Quecksilber in der Raumluft von mehr als 100 µg je Kubikmeter Luft wird gesundheitlich als sehr kritisch betrachtet. In hohen Konzentrationen kann Quecksilber die Gesundheit schädigen, insbesondere das Nervensystem und das Gehirn. Quecksilber kann jedoch nur aus den Lampen austreten, wenn die Lampe zerbrochen wird.

Eine Richtlinie der Europäischen Union (RoHS) begrenzt den Gehalt an Quecksilber auf 5 mg pro Lampe. Dieser Wert wird für Lampen, welche eine Leistung unter 50 W haben, ab 1.1.2012 auf 3,5 mg gesenkt. Ab 1.1.2013 wird für Energiesparlampen mit einer Leistung unter 30 W der Grenzwert auf 2,5 mg begrenzt. Nach Angaben des Umweltbundesamtes (Presseinformationen 2010) kommen heute schon viele Lampen mit weniger Quecksilber aus. Es gibt bereits Lampen am Markt die um 1 mg Quecksilber enthalten. Trotzdem sind wegen des Einsatzes von Quecksilber und dem elektronischen Vorschaltgerät Energiesparlampen Sondermüll und dürfen nicht im normalen Hausmüll entsorgt werden.

Wird eine Lampe zerbrochen, soll man mit Handschuhen die Teile in eine Tüte packen, gut verschließen und vorschriftsmäßig als Sondermüll entsorgen. Nach Angaben des Umweltbundesamtes (Presseinformationen 2010) kann unmittelbar nach dem Bruch einer Energiesparlampe die Quecksilberbelastung um das 20fache über dem Richtwert von 0,35 µg/Kubikmeter (RWII-Eingreifwert aus gesundheitlicher Sicht - Innenraumluftkommission des UBA) für Innenräume liegen. Dieser Wert gilt zwar nur für eine Beurteilung lang anhaltender Innenraumbelastungen durch Quecksilber, es sollten jedoch bei Überschreitung Maßnahmen zur Ursachenbeseitigung getroffen werden. Dieser Wert wurde in der Luft, 1 m über der Bruchstelle gemessen. Dieser Messpunkt entspricht etwa der Kopfhöhe einer sitzenden Person. In anderen Untersuchungen wurden deutlich höhere Konzentrationen unmittelbar über der Bruchstelle ermittelt. Es sollte daher beim Kauf darauf geachtet werden, dass die Energiesparlampen möglichst wenig Quecksilber enthalten. Allerdings darf das die Lebensdauer der Lampen nicht beeinträchtigen.

Von einigen Herstellern angeboten Modelle verwenden statt des flüssigen Quecksilbers ein Amalgam, das zumindest beim Zerschlagen der Lampe im kalten Zustand nicht verdampfen kann. Allerdings starten diese Lampen langsamer.

Das Umweltbundesamt empfiehlt beim Bruch einer Energiesparlampe die Fenster zu öffnen, den Raum zu verlassen und 15 min gut durch zu lüften. Auf keinen Fall darf ein Staubsauger zum Aufsaugen der Reste benutzt werden. Ist das einmal versehentlich geschehen, muss der Filter sofort entsorgt werden. Beim Aufsammeln der Bruchstücke sollte man Einmalhandschuhe tragen. Es wird weiter empfohlen mit einem Karton die Bruchstücke zusammen zu kehren, sowie die Reste mit feuchten Papiertüchern, eventuell mit Klebeband aufzunehmen. Alle Bruchstücke und verwendeten Reinigungsutensilien sind in einem leeren verschließbaren Glasgefäß, zum Beispiel in einem Einweckglas zu sammeln und als Sondermüll zu entsorgen.

Außerdem gibt es Lampen mit einer Hülle aus Kunststoff oder Silikon, die kaum zerbrechen können und somit auch kein Quecksilber freisetzen. Lampen mit einer unzerbrechlichen Silikonummantelung sind besonders für die Beleuchtung von Bade- und Kinderzimmern geeignet. Bruch sichere Lampen mit zusätzlichem Hüllkolben sind allerdings teurer und man muss auch gewisse Komforteinbußen in Kauf nehmen, da die Zeiten bis zum Erreichen der maximalen Helligkeit länger sind. Die größte Lichtausbeute haben Energiesparlampen mit sichtbaren Röhren ohne Ummantelung.

Die Verbraucher sind verpflichtet, alle alten Kompaktleuchtstofflampen zu Wertstoffhöfen oder anderen Sammelstellen (zum Beispiel Schadstoffmobil) zu bringen. Die Rücknahme ist hierbei kostenlos.

Es wird geschätzt, dass insgesamt aber nur 46%, im privaten Bereich nur ungefähr 10%, aller ausgedienten Lampen fachgerecht entsorgt werden. So gelang bundesweit jährlich insgesamt 400 kg Quecksilber unkontrolliert in die Umwelt (Kühling W., 2009). Auch das Umweltbundesamt weist daraufhin (Presseinformationen 2010), dass die Verbraucher zwar verpflichtet sind, ausgediente Energiesparlampen zu den betreffenden Sammelstellen von Städten und Gemeinden zu bringen, dass ihnen das aber nur selten zuzumuten ist, auch wenn für die Abgabe selbst keine Kosten entstehen.

Verschiedene Händler haben auch ein Rücknahmesystem für Energiesparstofflampen organisiert. In diesem Zusammenhang erscheint jedoch der Hinweis angebracht, dass die schon seit vielen Jahren im Gebrauch befindlichen quecksilberhaltigen Leuchtstoffröhren ("Neonröhren") auch nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden dürfen!

Nach Untersuchungen von plusminus 2011 können Energiesparlampen deutlich messbare Mengen an Phenol emittieren. Phenol steht im Verdacht, krebserzeugend zu sein. Es wird vermutet, dass diese Emissionen aus Klebstoffen und Einzelkomponenten der Lampen stammen. Weitere Untersuchungen sind hier aber noch erforderlich

### **Halogenlampen (Halogenhochvoltglühlampen und Niedervoltglühlampen)**

Halogenlampen oder Halogenglühlampen haben gegenüber Standard-Glühlampen eine 10 bis 20% größere Helligkeit und eine zwei bis dreimal längere Lebensdauer. Sie sind circa 30% effizienter als Glühlampen.

Halogenlampen funktionieren nach demselben Prinzip wie Glühlampen, ein Glühfaden aus Wolfram liefert das Licht. Allerdings ist der Glaskolben der Halogenlampe speziell beschichtet und mit Schutzgas gefüllt. Als Gas enthält die Halogenlampe Chlor, Brom oder Jod, dadurch wird der Glühfaden geschützt und die Lampe hält länger. Wird das Füllgas mit sehr hohem Druck in den Glaskolben gefüllt, hemmt es die Wolframatombeim Austreten aus der Drahtoberfläche. Dadurch kann man den Draht um circa 200 bis 300°C stärker erhitzen und er leuchtet heller und lebt länger als ohne Hochdruckgasfüllung und die Lichtausbeute wird größer. Der hohe Druck des Gases bringt aber auch den Nachteil mit sich, dass der dünne Glaskolben einer Standard-Glühlampe hierfür zu instabil wäre. Deshalb konstruierte man zunächst deutlich kleinere Kolben aus sehr festem Quarzglas. Als eine Alternative stehen Halogenglühlampen bereit, die lediglich niederfrequente Felder emittieren, jedoch eine höhere UV-Strahlung erzeugen.

Erst später gelang es, Halogenlampen in der alten Glühlampenform anzubieten. Eine Halogenlampe in Form einer Glühlampe passt in jede herkömmliche E 27-Fassung. Es wurde festgestellt dass eine solche Lampe über 2000 Stunden hält. Eine normale Glühlampe brennt nur etwa 1000 Stunden. Halogenlampen gibt es auch für verschiedene Stift- und Stecksockel. Preisgünstiger und effektiver sind Halogenlampen für den 12-Volt-Betrieb, sie brauchen jedoch einen Trafo. Von den Herstellern wird eine Stromersparnis bis zu 30% gegenüber Glühlampen angegeben.

Ab 1.1.2016 tritt eine weitere Verschärfung der Effizienzanforderungen in Kraft. Klare Lampe müssen dann der Effizienzklasse B entsprechen, wodurch eine Reihe von Halogenglühlampen vom Markt verdrängt wird. Nach derzeitigem Stand der Technik erfüllen dann nur noch Halogenglühlampen, welche mit Vorschaltgerät betrieben werden, diese Effizienz.

Halogenlampen geben meist ein angenehmes warmes Licht. Wegen ihrer guten Farbwiedergabe sind Halogenlampen in dieser Beziehung besser zu beurteilen als Energiesparlampen. Letztere verbrauchen aber noch deutlich weniger Energie.

Bei Halogenstrahlern wurden im Nahbereich zwischen 30 und 60 cm UV-Belastungen festgestellt, welche die empfohlenen Richtwerte überschritten. Deshalb sollten Halogenstrahler mit speziellen Glasmaterialien eingesetzt werden, welche das schädliche UV-Licht ausfiltern können. Bei handelsüblichen Halogenlampen, welche als indirekte Beleuchtungsquelle (zum Beispiel als Deckenfluter) eingesetzt werden oder sich in ausreichender Entfernung befinden, beziehungsweise mit Abdeckgläsern ausgerüstet sind, gibt es keine Bedenken.

### **Energiesparende LED-Lampen**

Lichtemittierende Dioden, abgekürzt LED (Light Emitting Diode oder Licht Emittierende Dioden) haben in der Unterhaltungselektronik, bei der Fahrradbeleuchtung und vielen anderen Anwendungen in den letzten Jahren eine zunehmende Verbreitung erfahren. Die Diode ist ein elektronisches Halbleiter-Bauelement, das in vielen Elektronikgeräten zu finden ist. Wenn durch die Diode Strom fließt strahlt sie Licht aus.

Seit mehr als 100 Jahren ist bekannt, dass stromdurchflossene Halbleiter Licht erzeugen. In den 1960er Jahren begann man mit der Produktion von roten Leuchtdioden. Dann kamen die Farben Gelb und Grün hinzu und seit circa 15 Jahren kann man auch Blau erzeugen. 1995 konnte man durch Zugabe einer speziellen Phosphormischung aus blauen LEDs weißes Licht erzeugen. Inzwischen ist das Angebot an Lichtfarben erfreulich vielfältig und reicht von "warm-weiß" (2700 Kelvin) bis ins "bläulich-kühle" Tageslichtweiß (7200 Kelvin). Durch niedrige Wattzahlen und hohe Lichtausbeute erwärmen sich die Lampen außen kaum. LED-Lampen eignen sich deshalb auch zum Anstrahlen wärmeempfindlicher Kunstwerke. Zum Unterschied zu (Halogen-) Glühlampen besteht bei ihnen kaum Verbrennungsgefahr. Daher sind sie auch gut in Kinderzimmern einzusetzen. Ein weiterer Vorteil ist, dass LED-Lampen ihre volle Helligkeit nicht wie bei Energiesparlampen erst mit etwas Verzögerung erreichen. Dafür sind sie zum Beispiel auch gut für Flure und Treppenhäuser geeignet.

LED-Lampen können mit sehr wenig Strom viel Licht erzeugen. Deshalb gehört ihnen die Zukunft. Der Energieverbrauch der LED-Lampen liegt bei etwa einem Sechstel im Vergleich zur Glühlampe. Maß zum Vergleich der Helligkeit mit herkömmlichen Leuchten ist der so genannte Lichtstrom (Lumen). Die Stiftung Warentest hat bei geprüften LED-Lampen festgestellt, dass die beste Lampe 77 Lumen pro Watt erreichte, während eine konventionelle Glühlampe nur mit circa 6 bis 10 Lumen pro Watt leuchtet. Die möglichen kompakten Bauformen lassen eine Vielzahl von Anwendungen zu.

Bei folgenden typischen Helligkeitswerten von Glühbirnen kommen folgende LED-Lampen zum Einsatz (Test 11/2009):

25 Watt-Birne: 190 Lumen

40 Watt-Birne: 350 Lumen

60 Watt-Birne: 600 Lumen



LED-Dioden werden, zu Lampen gebündelt, in unterschiedlicher Bauweise angeboten, so auch mit haushaltsüblichen Schraub- oder Stecksockeln. So ist zum Beispiel eine LED-Lampe in gleicher Größe und Form wie eine 60 W-Glühlampe mit rund 80 LED-Dioden bestückt.

Da die LED-Lampen kein Quecksilber enthalten, können Sie problemlos entsorgt werden. Die Hersteller geben an, dass sie verschleißfrei ein- und ausgeschaltet werden können und die Lichtausbeute nur sehr langsam abnimmt.

Die durchschnittliche Brenndauer beträgt 15.000 h, bei manchen werden auch bis zu 50.000 h angegeben. Hierbei nimmt die Lichtausbeute nur sehr langsam ab. LED-Lampen, als Ersatz für 40 und 60 W-Glühlampen, gibt es mit E 14 oder E 27-Sockel als Alternative

LED-Lampen lassen sich auch gut mit anderen Lampen kombinieren. So kann man mit Leuchtstoffröhren oder Energiesparlampen für die Grundbeleuchtung sorgen und mit LED-Lampen gezielt einzelne Bereiche ausleuchten. Wird das LED-Licht in alle Richtungen ausgestrahlt, lassen sich auch klassische Glühbirnen ersetzen. Allerdings ist der Preis für LED-Lampen noch recht hoch.

Je langlebiger und effizienter eine neue Lampe ist, desto mehr kann gespart werden. Wenn zum Beispiel eine 75-Watt-Glühbirne durch eine Energiesparlampe ersetzt wird, welche mit 25% des Stroms die gleiche Helligkeit erzeugt, sinken die Stromkosten für fünf Jahre bei einer täglichen Brenndauer von circa 3 h um 67 € auf 23 € (Test 2010).

### **Zusammenfassende Einschätzung**

Die Zeitschrift Test hat "2011" (Heft 3) einen Vergleichstest der Lichtsysteme durchgeführt. Zusammenfassend kann man das Ergebnis wie folgt darstellen: Die beste Farbwiedergabe zeigten die geprüften Halogenlampen. Bei den meisten Kompaktleuchtstofflampen ließen sich vor allem rötliche Farbnuancen schlechter unterscheiden beziehungsweise wurden ins bräunliche verfälscht. Bei den Energiesparlampen wurde bemängelt, dass es nach Betätigen des Lichtschalters erst allmählich hell wird. Das ist besonders dann ärgerlich, wenn man die volle Leistung gleich benötigt, und nicht die ersten Stufen im Treppenhaus im Dunkeln erklimmen will. Wenn es gleich hell sein soll, sind die LED- und Halogenglühlampen gut geeignet. Mehr als jede zweite Lampe überstand bisher den Dauertest über 6000 Brennstunden. Alle Lampen büßen mit fortschreitender Zeit an Helligkeit ein. Danach steigt der Stromverbrauch im Verhältnis zur noch bestehenden Helligkeit immer stärker an. Sicher ist, dass sich der verhältnismäßig hohe Anschaffungspreis der Energiesparlampen durch die geringeren Stromkosten schnell bezahlt macht. Die Behauptung, dass Kompaktleuchtstofflampen wegen eines hohen Blauanteils im Lichtspektrum den Schlafrhythmus beim Menschen beeinträchtigen, konnte nicht bestätigt werden. Bei den geprüften und häufig verkauften "warm-weißen" Lampen war der Blauanteil sogar immer kleiner als bei den Glühlampen. Auch Befürchtungen hinsichtlich elektrischer Felder erwiesen sich im Test als unbegründet. Schon in 30 cm Entfernung erreichten die Messwerte maximal 1/10 der zulässigen Werte. Ab 50 cm Abstand konnten elektrische Felder praktisch nicht mehr nachgewiesen werden. Zur Umweltbelastung durch Quecksilber wird ausgeführt, dass diese sich durch den Einsatz von Energiesparlampen sogar verringert, weil weniger Strom verbraucht wird und damit die Emissionen aus Schornsteinen reduziert werden. In Deutschland sind Kohlekraftwerke für zwei Drittel der Quecksilberemissionen verantwortlich. Abschließend wird empfohlen, bei Kompaktleuchtstofflampen solche zu kaufen, die statt flüssigem Quecksilber das feste Amalgam enthalten. Damit wird die Belastung mit Quecksilberdampf bei einem Bruch der Lampe geringer. Günstig ist in solchen Fällen auch, wenn die Lampen mit zusätzlichem Hüllkolben und mit Splitterschutz versehen sind. Dann kann man sie auch bedenkenlos im Kinderzimmer einsetzen. Dieselben Vorsichtsmaßnahmen wären auch in Räumen mit Schwangeren zu empfehlen. Bei LED-Lampen besteht das Problem nicht, sie enthalten kein Quecksilber und sind in diesen Fällen eine gute Alternative.

Es wäre zweckmäßig, dass Handel und Hersteller zu einer haushaltsnahen Rücknahme von Energiesparlampen verpflichtet werden.

Beim Kauf von Energiesparlampen ist nicht mehr die Wattzahl entscheidend, sondern die Lichtmenge in Lumen. Hierbei können folgende Orientierungswerte gelten (Test 2010):

25 Watt: circa 200-220 Lumen

40 Watt: circa 390-430 Lumen

60 Watt: circa 650-720 Lumen

75 Watt: circa 890-980 Lumen

100 Watt: circa 1250-1380 Lumen

Zur Erzeugung einer gemütlichen Stimmung sollte die Lichtfarbe warm und leicht rötlich sein. Die Farbtemperaturen eines "warm-weißen" Glühlampenlichtes (weißglühender Wolframdraht) beträgt 2700-3200 K. Beim Dimmen lässt sich die Temperaturen des Drahtes in Richtung Rotglut senken, wodurch das Licht wärmer und gelblicher wirkt. Das kann man auch mit Halogenglühlampen machen, allerdings nicht mit LED- und Kompaktleuchtstofflampen, bei denen die Farbe immer gleich bleibt. Zur Dimmung von Kompaktleuchtstofflampen und LED-Lampen ist eine dafür geeignete Elektronik erforderlich.

	Energiesparlampen	Halogenlampen	LED- Lampen
Farbwiedergabe	befriedigend	gut	befriedigend
Quecksilber enthalten	ja	nein	nein
UV-Emissionen	ja	ja	nein
Erreichen der vollen Leistung	langsam	sofort	sofort
Farbveränderung bei Dimmung	nein	ja	nein

Tabelle: Wichtige Eigenschaften energiesparender Lampen

## Literatur

Kühling, W.: Energiesparlampen: Beleuchtung muss umwelt- und gesundheitsverträglich werden, Umwelt-Medizin-Gesellschaft **22**, H.3, 2009, S.261-266

Ökotest: Energiesparlampen - Keine Leuchten. Heft 8, Oktober 2008

plusminus: Rückschau: Gift aus Energiesparlampen - wie Schadstoffe die Raumluft belasten. Sendung vom 19.4.2011 ([www.daserste.de/plusminus](http://www.daserste.de/plusminus))

Steinmetz M., Geschwentner D. (Bundesamt für Strahlenschutz): Stellt die elektromagnetische Strahlung von Kompaktleuchtstofflampen ein Gesundheitsrisiko dar? Umwelt und Mensch - Informationsdienst Umwelt & Gesundheit, Umweltmedizin, Verbraucherschutz (2010) Ausgabe 3, Seite 25-31

Stiftung Warentest - Test (2009): Energiesparende LED-Lampen - Sie holen auf. Heft 11, Seite 62-65

Stiftung Warentest - Test (2010): Licht im Wandel. Heft 9, Seite 64-77

Stiftung Warentest: Test (2011) Wettstreit der Systeme - Sparlampen Halogen, LED oder "Energiesparlampe"? Heft 3, Seite 60-65

Umweltbundesamt: Energiesparlampen in der Diskussion. Presseinformation vom 1. Dezember 2010

Umweltbundesamt: Energiesparlampen: der schnelle Dreh für den Klimaschutz. Faltblatt, April 2009