

## Energiesparend leuchten

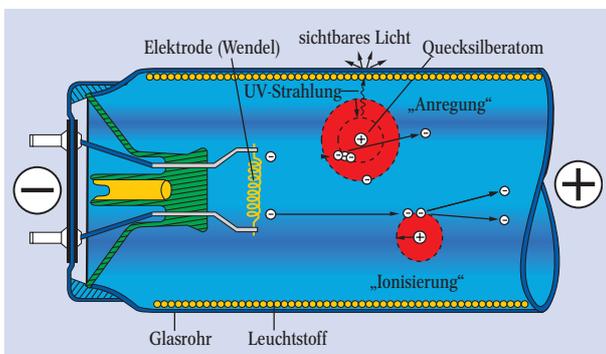
*Wenn es um effizienten Stromverbrauch geht, sind energiesparende Leuchtstofflampen den „stromfressenden“ Glühlampen haushoch überlegen. Doch damit das Licht von Energiesparlampen als ebenso warm und angenehm wie das von Glühlampen empfunden wird, bedarf es einiger technischer Tricks.*

Kompakte Leuchtstofflampen bzw. Energiesparlampen wurden 1981 erstmals von Philips und Osram als Ersatz für die „stromfressenden“ Glühlampen angeboten. Die ersten Modelle waren jedoch teuer, groß und schwer. Und das kalte, flimmernde Licht ließ viele Verbraucher vom Kauf zurückschrecken. Heute sind Energiesparlampen nicht nur in den unterschiedlichsten Größen und Formen erhältlich, u. a. in der klassischen Glühlampenform, sondern auch in verschiedenen Lichtqualitäten vom sachlichen tageslichtweiß bis zum gemütlicheren extra-warmweiß ähnlich der Lichtfarbe einer Glühlampe.

Der Anteil der Energiesparlampen steigt, allerdings entfällt der Löwenanteil der in Deutschland verkauften Lampen immer noch auf die konventionelle Glühlampe. Und das, obwohl Energiesparlampen bei gleicher Lichtausbeute bis zu 80 % weniger Strom verbrauchen als Glühlampen. Glühlampen wandeln zudem lediglich maximal 10 % der zugeführten elektrischen Leistung in Licht um und geben den Rest als Wärme an die Umgebung ab. Moderne Energiesparlampen dagegen nutzen bis zu einem Fünftel der elektrischen Leistung zur Lichterzeugung. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Lebensdauer von bis zu 15000 Betriebsstunden. Glühlampen geben

1) Ersetzt man also eine 75-W-Glühlampe durch eine stromsparende 20-W-Lampe, so lassen sich damit bei 10000 Brennstunden und Stromkosten von 15 Cent pro kWh aufgrund der besseren Effizienz und höheren Lebensdauer rund 550 kWh und gut 80 Euro sparen.

2) Um die Lampe schonender zu zünden und so den Verschleiß der Wendeln zu reduzieren, kann die Lampe vorgeheizt werden. Daher vergehen zwischen dem Einschalten und dem ersten Aufleuchten der Lampe oft bis zu zwei Sekunden.



In einer Energiesparlampe wird die Wendel durch Schließen des Starter-Kontakts geheizt und die Röhre mit einem Hochspannungsimpuls gezündet. Die freigesetzten Elektronen regen Hg-Atome zur Emission von UV-Licht an, das vom Leuchtstoff in sichtbares Licht umgewandelt wird. (Quelle: Osram Schweiz)



Energiesparlampen mit elektronischem Vorschaltgerät arbeiten flimmerfrei und wandeln im Vergleich mit konventionellen Glühlampen den vier- bis fünffachen Anteil der zugeführten elektrischen Leistung in Licht um (Foto: Osram).

oft schon nach 1000 Stunden ihren Geist auf.<sup>1)</sup>

Die Energiesparlampe ist keine neue Erfindung, sondern eine Weiterentwicklung der Leuchtstofflampe. Im Gegensatz zu den länglichen Leuchtstoffröhren wird bei modernen Energiesparlampen die Glasröhre im Hinblick auf eine kompaktere Bauweise mehrfach gefaltet. Soll die Energiesparlampe einer traditionellen Glühlampe ähneln, so wird das gefaltete Glasrohr in einen dementsprechenden Glaskolben geschoben.

Die beiden Elektroden der gefalteten Leuchtstoffröhre befinden sich zusammen mit dem integrierten Vorschaltgerät in einem der Glühlampe ähnlichen Schraubsockel. Eine der beiden Elektroden ist als Glühwendel ausgeführt und mit besonderen Oxiden beschichtet, um den Austritt von Elektronen zu erleichtern. Die Röhre ist meist mit Argon und einer geringen Menge an Quecksilber gefüllt, und ihre Innenseite ist mit einem Leuchtstoff beschichtet, dessen Zusammensetzung die Farbe des abgestrahlten Lichtes bestimmt.

### Hochspannung zündet

Während Glühlampen ihr Licht mit der üblichen Netzwechselspannung von 230 V bei 50 Hz emittieren, muss bei Energiesparlampen eine Spannung von einigen hundert Volt aufgebaut werden, um die Lampe zu zünden. Bei preiswerten Energiesparlampen dient dazu ein Starter und zur Begrenzung des Stromflusses innerhalb der Röhre ein sog. konventionelles Vorschaltgerät, z. B. eine Drosselspule.

Wird der Starterkontakt geschlossen, so fließt ein Strom durch die Wendeln der Energiesparlampe, die zu glühen beginnen. Dadurch treten einerseits Elektronen aus ihnen aus und andererseits wird das Quecksilber in der Röhre ver-

dampft. In der Spule baut sich durch den Stromfluss ein Magnetfeld auf, wodurch sich der Starterkontakt öffnet und der Stromkreis plötzlich unterbrochen wird. Das Magnetfeld in der Spule bricht daraufhin zusammen, und im Stromkreis wird durch Selbstinduktion kurzfristig eine hohe Spannung induziert. Diese zündet das mit den Elektronen angereicherte Plasma der Röhre, sodass sich ein Strom zwischen den Elektroden aufbaut. Die Elektronen prallen auf ihrem Weg durch die Röhre auf Quecksilberatome und regen diese durch Stoßionisation an. Während der anschließenden Relaxation emittieren die Atome u. a. ultraviolettes Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm, welches vom Leuchtstoff auf der Innenseite des Glasrohres absorbiert und in sichtbares Licht umgewandelt wird (Abb. unten).

### Hochfrequenz gegen Flimmern

Auf diese Art betriebene Energiesparlampen arbeiten mit niederfrequentem Wechselstrom bei 50 Hz, sodass der Strom alle fünfzigstel Sekunde auf Null zurück geht und sein Vorzeichen ändert. Dadurch verringert sich vor jedem Nulldurchgang die Spannung so stark, dass die Röhre verlöscht und erst in der nächsten Halbwelle mit steigender Spannung wieder gezündet wird. In der Lampe entstehen, da der durch das UV-Licht angeregte Leuchtstoff bei jeder Zündung nur wenige Millisekunden nachleuchtet, Hell-Dunkel-Phasen, die durch ihr Flimmern das menschliche Auge – das immerhin Schwingungen bis zu 60 Hertz wahrnimmt – ermüden und u. a. zu Kopfschmerzen führen können.

Daher wird bei modernen und etwas teureren Lampenmodellen anstelle von Starter und Spule ein elektronisches Vorschaltgerät eingesetzt, das nicht nur die Lampe schonend

und sofort startet, sondern durch eine Erhöhung der Netzfrequenz auf bis zu 40 000 Hz das unangenehme Flimmern unterbindet. Diese hohe Frequenz der Wechselspannung lässt den ionisierten Quecksilberatomen deutlich weniger Zeit, mit freien Elektronen zu rekombinieren. Dadurch nimmt die Leitfähigkeit des Plasmas während des Nulldurchgangs der Spannung weniger stark ab und die Dauer der Dunkelphase wird verkürzt: Die hochfrequenten UV-Lichtblitze verschmieren zu einem kontinuierlichen Leuchten des Leuchtstoffes, sodass kein Flimmern zu beobachten ist.<sup>2)</sup>

### Eine Frage der Farbe

Besonders in der Anfangsphase bestand das Spektrum der Energiesparlampe – im Gegensatz zum kontinuierlichen Spektrum der Glühbirnen – lediglich aus einzelnen, meist blau-gelben Spektrallinien. Das Licht dieser Lampen wurde – besonders für den Einsatz in Privathaushalten – als zu kühl empfunden.

Die Farbtemperatur von Energiesparlampen liegt je nach Zusammensetzung des Leuchtstoffes zwischen 2500 und 6500 Kelvin: Niedrige Werte entsprechen einem wärmeren Licht mit einem hohen Rot- und Gelbanteil. Je größer dieser Wert, desto höher ist der Anteil an blauem Licht und desto weißer wird das Licht empfunden. Zum Vergleich: Sonnenlicht hat je nach Tageszeit und Wetterbedingungen eine Farbtemperatur zwischen 6000 und 8000 K.

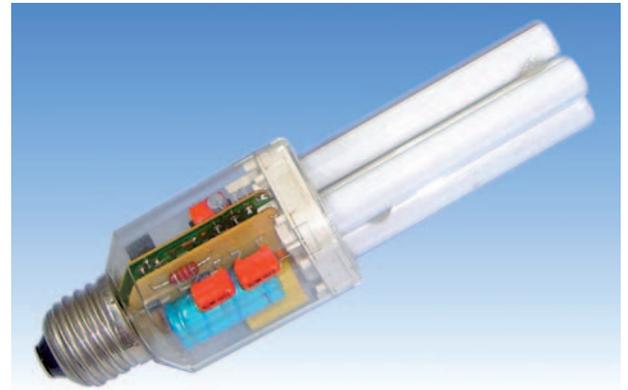
Für den Farbeindruck einer Energiesparlampe ist neben der Farbtemperatur auch die Farbwiedergabe entscheidend, die als Qualitätsmerkmal die Fähigkeit einer Lichtquelle definiert, die na-

türlichen Farben eines Objektes wiederzugeben. Jeder kennt dieses Phänomen, wenn er sich im Kunstlicht eines Kaufhauses für ein Kleidungsstück entschieden hat und im natürlichen Tageslicht merkt, dass die Farbe doch anders aussieht. Denn das, was man als Farbe eines Objektes wahrnimmt, ergibt sich aus dem von ihm reflektierten Licht. Enthält also eine Lichtquelle nicht alle spektralen Anteile, so fehlt im reflektierten Licht die entsprechende Farbinformation.

Der Farbwiedergabeindex wird nach dem CIE-Verfahren<sup>3)</sup> bestimmt, bei dem die Farbverschiebung von acht repräsentativen Testfarben unter einem Test- und Referenzlicht ermittelt wird. Die Maßzahlen dieser Messung sind derart, dass sich bei optimaler Farbwiedergabe der Wert 100 und bei schlechter Wiedergabe der Wert 20 ergibt. Diese Spanne wird zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe in sechs Stufen von 1A bis 4 unterteilt: 1A entspricht hier einem Farbwiedergabeindex zwischen 90 und 100. Gute Energiesparlampen erreichen Werte zwischen 80 und 89 und gehören zur Klasse 1B.

Je nach Leuchtstoff lassen sich Helligkeit und Lichtfarbe einer Energiesparlampe variieren, und durch eine geeignete Mischung verschiedener Leuchtstoffe kann ein quasikontinuierliches Spektrum erzeugt werden. Bei den Leuchtstoffen handelt es sich lumineszierende Substanzen, die z. B. mit Mangan oder Antimon dotiert werden. Je nach Konzentration kann die Farbtemperatur der Lampe variiert werden. Die preiswerteren Zweibandstrahlern strahlen Licht im gelben und bläulichen Bereich aus und besitzen damit eine schlechte Farbwiedergabe bei relativ geringer Lichtausbeu-

te. Eine verbesserte Farbwiedergabe zeigen Dreibandstrahlern, bei denen dem Leuchtstoff Spuren von Lanthanoid-Kationen beigemischt werden, die im roten, grünen und blauen Bereich emittieren. Die beste Farbwiedergabe besitzen sogenannte Vollspektrum-Leuchtstofflampen: Durch die Kombination von mindestens vier unterschiedlichen Leuchtstoffen



wird ein tageslichtähnliches, nahezu kontinuierliches Spektrum erzeugt.

Auf der Verpackung bzw. dem Lampensockel sollte die Lichtqualität anhand einer dreistelligen Kennziffer angegeben sein: Die erste Ziffer bezieht sich auf den Farbwiedergabeindex und die beiden letzten Ziffern geben die Farbtemperatur an. Ist die Lampe z. B. durch den Wert 827 gekennzeichnet, so liegt der Farbwiedergabeindex zwischen 80 und 89. Die Ziffern 27 stehen für Licht mit einer Farbtemperatur von 2700 Kelvin, welches dem einer 100W-Glühlampe ähnelt. Eine 860-Lampe hat durch ihren zusätzlichen hohen Blau-Anteil ein sehr weißes, tageslichtähnliches Licht. Vollspektrumlampen sind z. B. durch die Ziffern 950 oder 960 gekennzeichnet.

KATJA BÄMMEL

3) CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), internationale Normenkommission, die eine Reihe von Standards für die Farbdefinition entwickelt hat.

Das elektronische Vorschaltgerät ist im Sockel der Energiesparlampe integriert. (Foto: James D. Hooker, [www.lampstech.co.uk](http://www.lampstech.co.uk))

Dr. Katja Bammel, science & more redaktionsbüro, E-Mail: [kb@science-and-more.de](mailto:kb@science-and-more.de)