



UmweltWissen – Klima & Energie

Energiesparlampe und LED: Energieeffiziente Beleuchtung



Der Siegeszug der elektrischen Beleuchtung begann 1880, als Edison sein Glühbirnenpatent erhielt. Bereits 1901 entwickelte Hewitt eine Quecksilberdampfleuchte, 1962 leuchtete die erste Leuchtdiode für General Electrics. Heute nutzen wir elektrische Lampen überall – vom Kronleuchter bis zum Halogen-Seilsystem, vom Leselämpchen bis zur Weihnachtsbeleuchtung der Einkaufsstraßen.

Zwar verbraucht die Beleuchtung insgesamt nur rund zehn Prozent des Stroms – so einfach lässt sich jedoch kaum anderswo der Verbrauch halbieren. Daher kam 2012 für die Glühbirne das Aus. Im Folgenden werden einige Fragen rund um die neuen Lampentypen beantwortet:

1. Welche neuen Lampentypen gibt es?
2. Wie finde ich eine Lampe, bei der mir Helligkeit und Farbe gefallen?
3. Lohnt sich der Aufwand für Sparlampen – energetisch und finanziell?
4. Wie steht es mit Lebensdauer und Schaltfestigkeit?
5. Was muss man beim Dimmen beachten?
6. Quecksilber – k.o. für die Energiesparlampe?
7. Erzeugen die neuen Lampentypen Elektrosmog?
8. Haben die neuen Lampentypen Einfluss auf die Gesundheit?
9. Was muss ich bei der Umrüstung auf LED-Leuchten beachten?
10. Wohin mit ausgebrannten Lampen?
11. Was tun, wenn eine Energiesparlampe zu Bruch geht?

1 Welche neuen Lampentypen gibt es?

Die **Glühbirne** hat ausgedient, da ihr Glühdraht nur fünf Prozent der Energie in Licht verwandelt. Der Rest geht als Wärmestrahlung verloren – höchst unerwünscht, denn das heizt den Raum höchstens minimal und Stromheizungen sind überdies ineffizient und teuer. Glühbirnen sind sehr preisgünstig, müssen jedoch nach etwa einem Jahr ausgetauscht werden (1.000 Brennstunden).

Die **Halogenlampe** ist eine Weiterentwicklung: Ihr Glühdraht ist von einem Schutzgas – einem Halogen – umgeben. Das verlängert die Lebensdauer auf etwa 2.000 Brennstunden und erhöht den Wirkungsgrad etwas. Da sie dennoch nicht wesentlich effizienter sind, werden sie Ende 2018 vom Markt genommen.

Die **Kompaktleuchtstofflampe (KLL)** wird umgangssprachlich oft Energiesparlampe genannt. Sie erzeugt ultraviolette Strahlung und wandelt sie durch einen Leuchtstoff in sichtbares Licht um. Dabei braucht sie oft etwas Zeit, um ganz hell zu werden. Dies kann ungünstig sein, wenn Lampen nur kurz benötigt werden, zum Beispiel in Abstellkammern, Gästetoiletten oder Treppenhäusern. Nicht alle Modelle lassen sich häufig schalten oder dimmen. KLL sind langlebig und benötigen nur 20 Prozent der Energie einer Glühbirne. Da sie Quecksilber enthalten, müssen sie bei Sammelstellen entsorgt werden. Auch **Leuchtstoffröhren** arbeiten nach diesem Prinzip.

Lichtemittierende Dioden (LED) sind die jüngste Generation der sparsamen Lampentypen. Sie bestehen aus einem Halbleiter: Das ist ein Kristall, der aus zwei entgegengesetzt geladenen Schichten besteht. Fließt Strom, wird dieser Unterschied ausgeglichen und Licht abgegeben. LEDs benötigen nur 15 Prozent der Energie einer Glühbirne. Sie sind mittlerweile sehr langlebig und hoch effizient. LEDs enthalten die sogenannten Seltenen Erden und werden daher wie alle Elektronikprodukte bei Sammelstellen entsorgt.

Den Glühbirnen optisch recht ähnlich sind die neuen LEDs mit **Filament-Technologie**. Hier werden kleine LED-Chips fadenförmig aufgereiht und mit einem speziellen Überzug versehen. Sie ähneln also dem Glühfaden einer Glühbirne und erzeugen auch ähnliches Licht. Ein spezielles Gas leitet die Wärme ab, so dass Filament-LEDs auch in geschlossenen Gehäusen betrieben werden können.

Organische Leuchtdioden (OLEDs) bestehen aus organischem Material, das als extrem dünne Schicht zum Beispiel auf Glas oder Kunststoff aufgetragen wird. Da sie wenig Wärme erzeugen, benötigen sie keine zusätzliche Kühlung. Derzeit werden sie vor allem in Displays von Fernsehern oder Smartphones verwendet, allerdings entstehen fortlaufend neue Anwendungen: Zum Beispiel könnten biegsame OLEDs auf sehr dünnen Trägerplatten, leuchtende Fenster oder Spiegel bald marktreif sein. OLEDs sind bislang noch viel teurer als LEDs. Lebensdauer und Lichtausbeute der aktuellen OLED-Generation reichen noch nicht ganz an die hochwertiger LEDs heran.

Tab. 1: Technische Eigenschaften verschiedener Lampentypen (– schlecht, + Standard, ++ gut, +++ sehr gut)

Kriterium	Glühbirne	Halogen	Kompaktleuchtstofflampe	LED
Verbrauch	–	–	++	+++
Lebensdauer	–	–	++	+++
Schaltfestigkeit	+++	+++	– / +	+++
Anschaltzeit	+++	+++	– / ++	+++
Dimmbarkeit	+++	+++	– / ++	– / ++
Rohstoffe	Wolfram	Edelgase	Quecksilber	Seltene Erden
Entsorgung	Hausmüll	Hausmüll	Sammelstelle	Sammelstelle
Energielabel	D – G	B – E	A – B	A – A++

Tipps zum Kauf

- Kaufen Sie **Qualitätsprodukte** und lassen Sie sich von **Fachkräften** beraten. Empfehlenswert ist zum Beispiel das VDE Zeichen. Auch **Warentests** bieten Informationen über aktuelle Modelle.
- Kaufen Sie **effiziente Modelle**: Je heller eine Lampe (Lichtstrom, Lumen) bei gleicher Wattstärke ist, desto effizienter ist sie.
- Lampensysteme mit **austauschbaren Leuchtmitteln** sind nachhaltiger als andere Systeme. LEDs sind jedoch oft fest in der Lampe verbaut, so dass ein Austausch nicht mehr möglich ist. Achten Sie daher beim Kauf auf austauschbare Leuchtmittel.
- Für Kompaktleuchtstofflampen ist dabei die Schaltfestigkeit wesentlich. Die Angabe der Schaltzyklen finden Sie auf der Verpackung.
- Modelle mit **Amalgamtechnik** und **Silikon-Splitterschutz** schützen vor Schadstoffen beim Zerschlagen.
- Einige Hersteller geben mehrere Jahre **Garantie** – über die gesetzliche Frist von zwei Jahren hinaus. Tipp: Schreiben Sie das Kaufdatum zum Beispiel auf den Lampensockel und bewahren Sie den Kaufbeleg auf.
- **Weniger ist mehr**: Setzen Sie selbst hocheffiziente Lampentypen nur dort ein, wo Sie wirklich Licht benötigen. Immer mehr Lampen in immer mehr Anwendungsbereichen verbrauchen wertvolle Ressourcen wie zum Beispiel die Seltenen Erden.

2 Wie finde ich eine Lampe, bei der mir Helligkeit und Farbe gefallen?

Mit energiesparenden Lampen betreten viele Kunden ein neues Feld der Technik – einige Kennzahlen erleichtern dabei die Orientierung:

Helligkeit

Das erste Kriterium beim Kauf ist die Helligkeit (Lichtstrom, Einheit Lumen, lm), da meist ausgebrannte Glühbirnen ersetzt werden sollen. Der Lichtstrom gibt dabei die in alle Richtungen abgegebene Lichtmenge eines Leuchtmittels an – also den Output einer Lampe. Die elektrische Leistung (Einheit Watt, W) ist dagegen der Input.

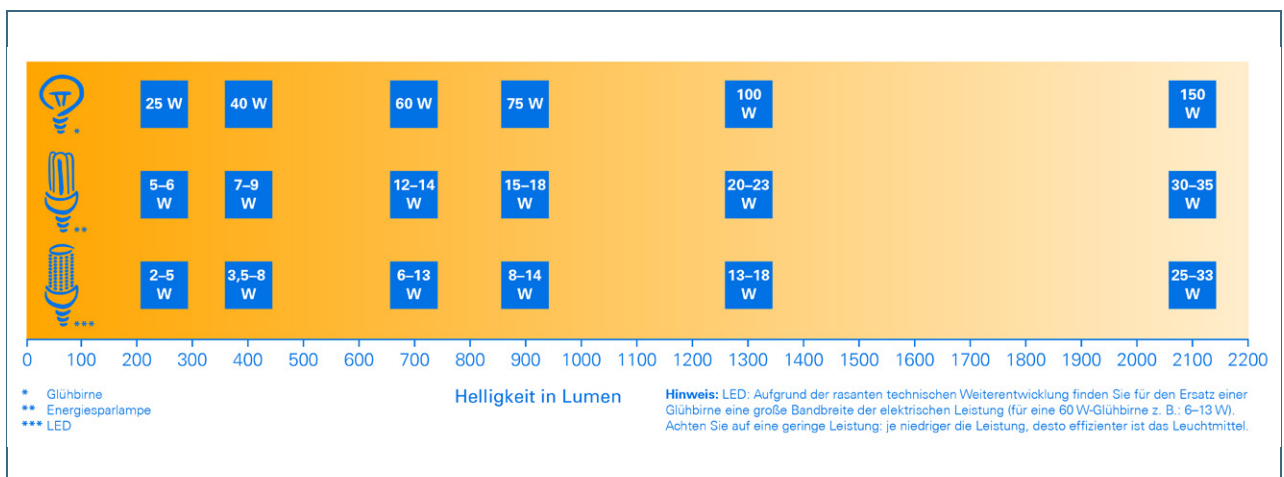


Abb. 1: Watt-Finder: Will man zum Beispiel eine 60-Watt-Glühbirne ersetzen, kann man eine Energiesparlampe mit 12-14 Watt oder eine LED mit 6-13 Watt wählen. Je geringer die Wattzahl, desto weniger Strom wird verbraucht. Zum Bestellen: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: ► [Info zum Mitnehmen im Scheckkarten-Format](#)

Effizienz: Lichtausbeute

Je höher die Lichtausbeute, desto effizienter die Lampe: Sie erzeugt mehr Helligkeit bei gleicher Leistung. Die Lampentypen unterscheiden sich dabei sehr stark: Hochwertige LEDs können Lichtausbeuten von deutlich über 100 lm/W erreichen. Inzwischen sind auch LED-Röhren mit bis zu 185 lm/W erhältlich. Energiesparlampen erreichen etwa 50 Prozent der Effizienz einer guten LED. Halogenlampen sind mit den Glühlampen auf den hinteren Plätzen zu finden.

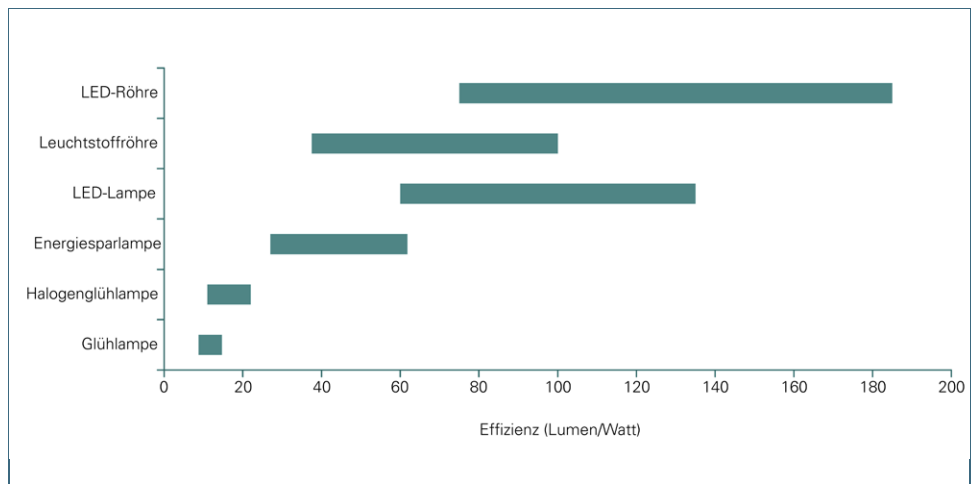


Abb. 2: Ein genauer Blick auf die Lichtausbeute lohnt sich: Die Modelle unterscheiden sich sehr stark in ihrer Effizienz. Generell sind alle neuen Lampentypen viel effizienter als Halogenlampen oder Glühlampen.

Spots: Lichtstärke und Abstrahlwinkel

Spots fokussieren das Licht auf einen Ausschnitt des Raumes. Daher kann sogar eine schwache Lampe (mit geringem Lichtstrom) einen kleinen Ausschnitt hell (mit hoher Lichtstärke) erleuchten. Entscheidend für den Kauf ist also weniger der Lichtstrom als vielmehr die im gewünschten Abstrahlwinkel erzielte Lichtstärke (Einheit Candela, cd).

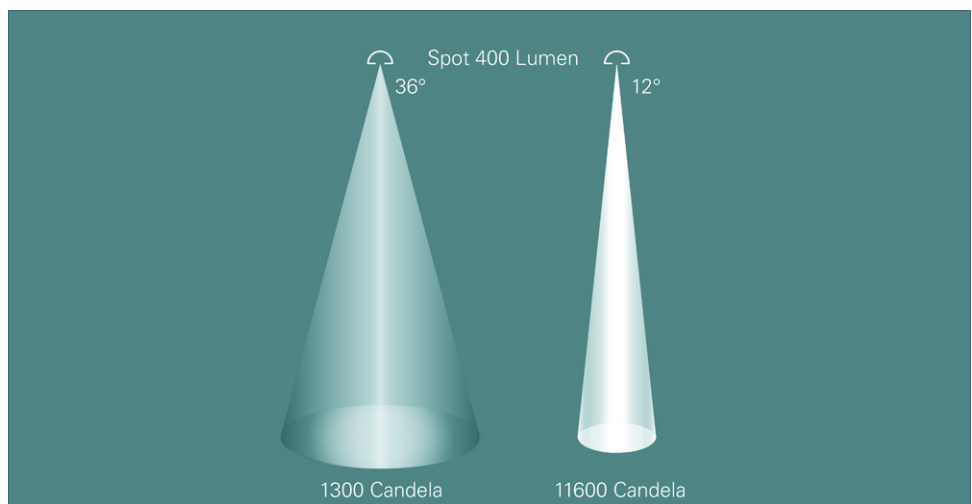


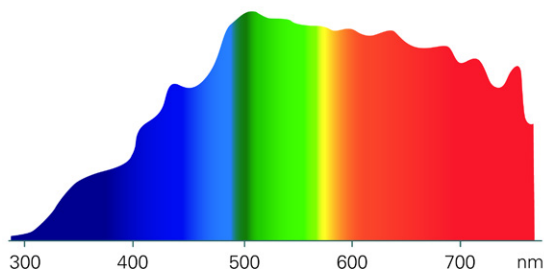
Abb. 3: Spots fokussieren das Licht, daher zählt nicht nur die Helligkeit – wichtig für den Kauf ist vielmehr die passende Kombination aus Lichtstärke und Abstrahlwinkel: So ist bei einem Spot mit 12 Grad Abstrahlwinkel zwar der erleuchtete Bereich viel kleiner, bei gleichem Lichtstrom von 400 Lumens aber auch viel heller als bei einem Spot mit 36 Grad.

Lichtfarbe

Die Ästhetik und das Wohlbefinden hängen stark von der Lichtfarbe oder Farbtemperatur ab. Je nach Verwendungszweck unterscheidet man im Wesentlichen zwei Bereiche:

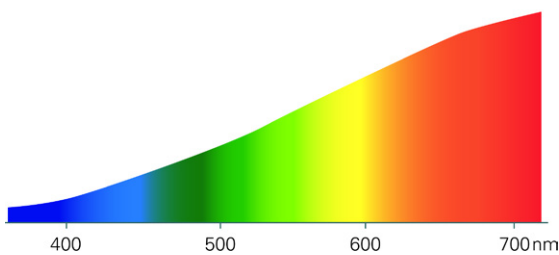
- **Warmweiß:** 2.500 bis 3.000 Kelvin (K) sind für die Beleuchtung von Wohnräumen gut geeignet. Auch die Glühlampe liegt in diesem Bereich (etwa 2.700 K).
- **Kaltweiß, Neutralweiß, Tageslichtweiß:** 4.000 bis 6.500 K sind für Büros, Fabrikhallen und andere Arbeitsbereiche gut geeignet.

Spektrum des Tageslichts



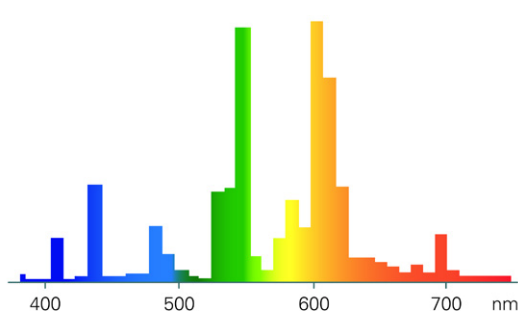
Das Spektrum des natürlichen Tageslichts besitzt eine weitgehend **gleichmäßige Farbverteilung**. Die Farbtemperatur liegt über 5.000 K, je nach Art der Sonneneinstrahlung.

Spektrum von Glühbirnen



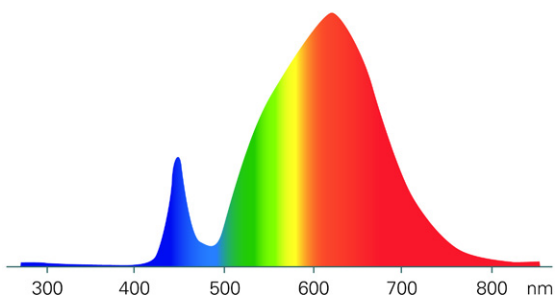
Dagegen überwiegen bei der Glühbirne mit einer warmweißen Lichtfarbe (2.700 K) die Gelb- und Rottöne. Ihr Licht unterscheidet sich also erkennbar vom Tageslicht. Wie beim Sonnenlicht ist das **Farbspektrum gleichmäßig**.

Spektrum von Kompaktleuchtstofflampen



Im Gegensatz dazu ist bei Kompaktleuchtstofflampen das **Farbspektrum ungleichmäßig**: Ihr Licht hat Maxima in einzelnen Spektralbereichen, während andere kaum enthalten sind. Dabei ist die Lichtqualität umso besser, je mehr Maxima das Spektrum hat. Qualitativ schlechtere Lampen verfügen nur über drei Maxima und geben daher Farben schlechter wieder. Das Spektrum links stammt von einer warmweißen Lampe und hat eine Lichtfarbe von 3.000 Kelvin.

Spektrum von LEDs



LEDs verfügen über ein nahezu **gleichmäßiges Farbspektrum**, das Farben meist sehr gut wiedergibt. Dieses Spektrum entsteht durch spezielle Beschichtungen, so dass unterschiedlichste Lichtfarben erzeugt werden können. Im Fall einer Haushaltslampe mit weißem Licht wird in der Regel eine blaue LED mit einer gelben Phosphorschicht überzogen. Je nach Dicke der Schicht entsteht dabei warmweißes oder kaltweißes Licht. Dieses Prinzip wird als Photolumineszenz bezeichnet. Da das Spektrum einer LED kaum UV-Licht enthält, zieht es so gut wie keine Insekten an.

Farbwiedergabe

Farben wirken nur bei Licht mit allen Spektralfarben natürlich – zum Beispiel bei Sonnenlicht. Auch die Glühbirne hat ein kontinuierliches Lichtspektrum und gibt Farben sehr natürlich wieder. Sie dient daher als Referenz mit einem sogenannten Ra-Wert von 100. Je höher der Ra-Wert, desto besser die Übereinstimmung der Farben. Heute erreichen fast alle Leuchtmittel Werte von über 80. Dies ist für den Wohnbereich ausreichend. Graphiker und Designer verwenden dagegen gerne besonders hochwertige Lampen mit Ra-Werten von über 90.

Farbkennzahl

Lichtfarbe und Farbwiedergabe sind in der Farbkennzahl verschlüsselt: Die erste Ziffer steht für den Ra-Wert und muss mit zehn multipliziert werden, die beiden hinteren Ziffern ergeben mit 100 multipliziert die Lichtfarbe. Zum Beispiel kodiert die Farbkennzahl 927 einen Ra-Wert von 90 und eine Lichtfarbe von 2.700 K.

3 Lohnt sich der Aufwand für Sparlampen – energetisch und finanziell?

Ja – der Aufwand lohnt sich in beiderlei Hinsicht, denn entscheidend für die Bilanz ist der Energieverbrauch während der Nutzung, der bei allen Lampentypen weit überwiegt:

Die Herstellung einer Kompaktleuchtstofflampe fällt energetisch kaum ins Gewicht: Vier Prozent der Energie gegenüber 96 Prozent, die während der Nutzung verbraucht werden. Dies ist das Ergebnis einer umfassenden Ökobilanz der Schweizer Materialprüfungsanstalt (Welz et al. 2011). Obwohl die Herstellung einer Kompaktleuchtstofflampe etwa zehnmal so viel Energie verbraucht wie die einer Glühbirne, amortisiert sich dieser Aufwand also rasch – unter Berücksichtigung des deutschen Strom-Mixes bereits nach etwa 70 Betriebsstunden. Noch weniger fällt der beim Anschalten kurzfristig höhere Energieverbrauch ins Gewicht. LEDs amortisieren sich aus energetischer Sicht nach etwa 200 Betriebsstunden.

Der höhere Anschaffungspreis von Energiesparlampen macht sich rasch bezahlt, denn das Teure an Glühbirnen ist der Strom, den sie verbrauchen: vier- bis fünfmal höher können die Stromkosten pro Jahr sein. So kann sich eine LED bereits nach einem guten halben Jahr rechnen (im Beispiel aus Abb. 4 spart man je Lampe etwa 16 Euro Stromkosten jährlich). Energiesparlampen amortisieren sich schon nach knapp vier Monaten.

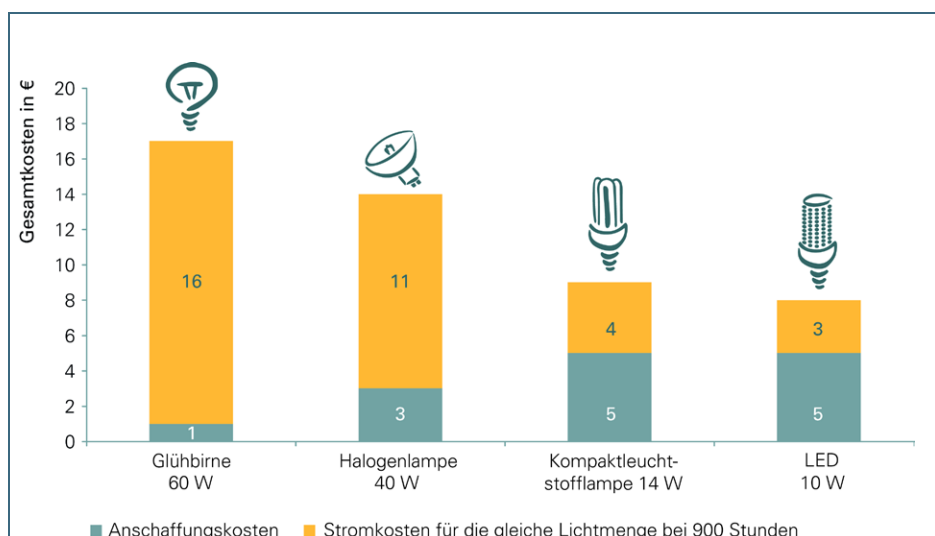


Abb. 4: Beim Kostenvergleich auch die Stromkosten beachten: Nach etwa 900 Stunden ist die Glühbirne bereits doppelt so teuer wie eine gleich helle LED. Die Amortisationszeit liegt bei rund 335 Stunden. Steigt der Strompreis über 30 Cent pro kWh, geht es noch schneller.

Ein Lampenaustausch empfiehlt sich bei Glühbirnen also auf jeden Fall. Ebenso sinnvoll ist der Ersatz von Halogenleuchten durch LEDs. Bei sehr langer Brenndauer kann es sich sogar rechnen, Kompaktleuchtstofflampen vorzeitig durch noch sparsamere LEDs zu ersetzen – zum Beispiel in Büros oder Fabrikhallen. Insbesondere für Außenbeleuchtungen amortisieren sich LEDs sehr rasch, da sie bei niedrigen Temperaturen noch effizienter sind.

Tab. 2: Brenndauer bis zur finanziellen Amortisation des Lampenaustauschs: Je länger Lampen angeschaltet sind, desto rascher rechnet sich der Einsatz sparsamerer Lampen. 1.000 Brennstunden pro Jahr sind ein Durchschnittswert, der knapp drei Brennstunden am Tag entspricht (Strompreis: 30 Cent pro kWh).

Auszutauschende Lampe	Neue Kompaktleuchtstofflampe Brennstunden bis zur Amortisation	Neue LED Brennstunden bis zur Amortisation
Glühbirne	365	335
Halogenlampe	640	555
Kompaktleuchtstofflampe	–	4.165

4 Wie steht es mit Lebensdauer und Schaltfestigkeit?

Kompaktleuchtstofflampen werben mit einer Lebensdauer von bis zu 25.000 Stunden. Damit ist gemeint, dass nach dieser Zeit die Hälfte der getesteten Lampen noch leuchtet. Tests belegen dabei die Überlegenheit von Qualitätslampen: So erhielten Kompaktleuchtstofflampen von Markenherstellern meist gute bis sehr gute Noten von der Stiftung Warentest (2010, 2012), günstigere Modelle schnitten oft schlechter ab. Insgesamt blieben sehr viele Kompaktleuchtstofflampen hinter den Herstellerangaben zurück: Oft leuchteten sie weniger als 3.000 Stunden mit mehr als 80 Prozent Leuchtkraft – das Kriterium für die Nutzlebensdauer, das die Prüfer festgelegt hatten.

Besondere Schwachstelle vieler Kompaktleuchtstofflampen ist die geringe Schaltfestigkeit – häufiges An- und Ausschalten verkürzt die Lebensdauer. Dies ist vor allem bei preisgünstigen Modellen der Fall. Hochwertige Lampen sind dagegen sehr schaltfest: Sie überstehen bis zu 200.000 Schaltvorgänge.

Tipp: Kompaktleuchtstofflampen richtig schalten

- **Faustregel:** Ab etwa **drei Minuten** Brennpause lohnt sich das Abschalten einer Energiesparlampe.
- **Seltener schalten:** Jeder Schaltvorgang verkürzt die Lebensdauer.
- **Abkühlen lassen:** Lampen halten länger, wenn sie beim erneuten Einschalten schon abgekühlt sind.

Auch bei LEDs lohnt sich der Griff zu hochwertiger Ware. Langzeittests ermittelten eine hohe Lebensdauer und gute Lichtausbeute. LEDs sind zudem unbegrenzt schaltfest und können damit beliebig oft an- und ausgeschaltet werden. Die Lebensdauer bezeichnet bei LEDs die Zeitspanne, bis die Helligkeit um 20 bis 30 Prozent abnimmt.

Weitere Informationen:

Hochwertige, energieeffiziente Produkte: ► www.ecotopten.de

Aktuelle Produkttests: ► www.test.de

5 Was muss man beim Dimmen beachten?

Inzwischen gibt es viele dimmbare Kompaktleuchtstofflampen – sie müssen jedoch mit Sorgfalt behandelt werden. Im LED-Bereich sind dimmbare Modelle mittlerweile eher die Regel als die Ausnahme. Allerdings kann sich beim Dimmen die Lichtausbeute ändern: Bei einigen Modellen steigt sie an, bei anderen sinkt sie drastisch ab. Wichtig ist, einen für die LED geeigneten Dimmer zu verwenden.

Tipp: Energiesparlampen richtig dimmen

- **Kompaktleuchtstofflampen sanft „einbrennen“ lassen und Intensität regeln:** Neu gekaufte Lampen sollten zunächst etwa 100 Stunden lang „einbrennen“. Das muss nicht am Stück geschehen, die Lampe sollte in dieser Zeit jedoch mit maximaler Leistung betrieben werden. Anschließend sollte die Lampe nicht zu dunkel gedimmt werden, da sie sonst zu flackern beginnt. Dabei startet die Lampe jedes Mal neu, so dass sich die Lebensdauer enorm verkürzt.
- **Dimmer für Kompaktleuchtstofflampen:** Dimmbare KLL benötigen einen „normalen“ sogenannten „Phasenanschnittsdimmer“. Nicht geeignet sind dagegen elektronische Sensor- oder Touchdimmer. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie bei Ihrem Fachhändler.
- **Dimmer für LEDs:** Für LED-Dimmer gibt es noch keinen einheitlichen industriellen Standard. Die Hersteller verfügen jedoch über eine sogenannte „Kompatibilitätsliste“, aus der die passenden Dimmer entnommen werden können.

6 Quecksilber – k.o. für die Kompaktleuchtstofflampe?

Kompaktleuchtstofflampen enthalten Quecksilber, ein Schwermetall, das gasförmig über die Lunge aufgenommen werden kann. Aus mehreren Gründen ist dies jedoch keineswegs das k.o.:

Der Quecksilber-Gehalt in Kompaktleuchtstofflampen ist gering. Die EU senkt ihn zudem in den nächsten Jahren stufenweise weiter ab (EU 2011):

- Bislang durften maximal 5 Milligramm (mg) pro Lampe enthalten sein. Zum Vergleich: Leuchtstoffröhren enthalten bis zu 15 mg Quecksilber.
- Seit 1.1.2012 enthalten Lampen mit weniger als 50 Watt höchstens 3,5 mg Quecksilber.
- Seit 1.1.2013 enthalten Lampen mit weniger als 30 Watt höchstens 2,5 mg Quecksilber.

Bei normalem Gebrauch entweicht kein Quecksilber aus den Lampen (Fromme et al. 2012). Sie sollten jedoch bei Sammelstellen entsorgt werden, damit das Quecksilber nicht in die Umwelt gelangt.

Beim Bruch kann die Quecksilberbelastung der Raumluft einfach und rasch gesenkt werden.

Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind dann nicht wahrscheinlich: Messungen des Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2011, 2012) zeigen, dass die Quecksilberkonzentration in der Raumluft schnell deutlich unter den Raumluftrichtwert II von 0,35 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sinkt, wenn man sofort mindestens 15 Minuten lüftet und anschließend die Scherben wegräumt (weitere Tipps s. Frage 10). Der Richtwert II dient der Bewertung länger anhaltender Quecksilberbelastungen in Innenräumen (Link 1999). Wird er überschritten, sollen Maßnahmen zur Beseitigung der Ursache getroffen werden. Mit ausreichendem Lüften wird rasch sogar der Raumluftrichtwert I von $0,035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterschritten. Dann sind selbst empfindliche Personen vor gesundheitlichen Schäden geschützt. Wohnräume sollten grundsätzlich mindestens zweimal täglich kurz und intensiv gelüftet werden („Stoßlüften“).

Durch eine Glühbirne gelangt deutlich mehr Quecksilber in die Umwelt. Grund ist der höhere Energieverbrauch der Glühbirne, denn zur Stromgewinnung wird im deutschen Strom-Mix auch Kohle verbrannt. Diese enthält Quecksilber, das bei der Verbrennung in die Atmosphäre gelangt. Das Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) hat berechnet, dass 2012 für jede produzierte Kilowattstunde Strom in Deutschland 0,0092 mg Quecksilber freigesetzt wurden. Summiert man den Stromverbrauch für die Lebenszeit einer KLL und addiert ihren Quecksilbergehalt von 2,5 mg, kommt man auf 3,4 mg Quecksilber. In der gleichen Zeit setzen Glühbirnen 3,9 mg Quecksilber frei. Die Bilanz für die Energiesparlampe fällt noch deutlich besser aus, wenn das in ihr enthaltene Quecksilber recycelt wird.

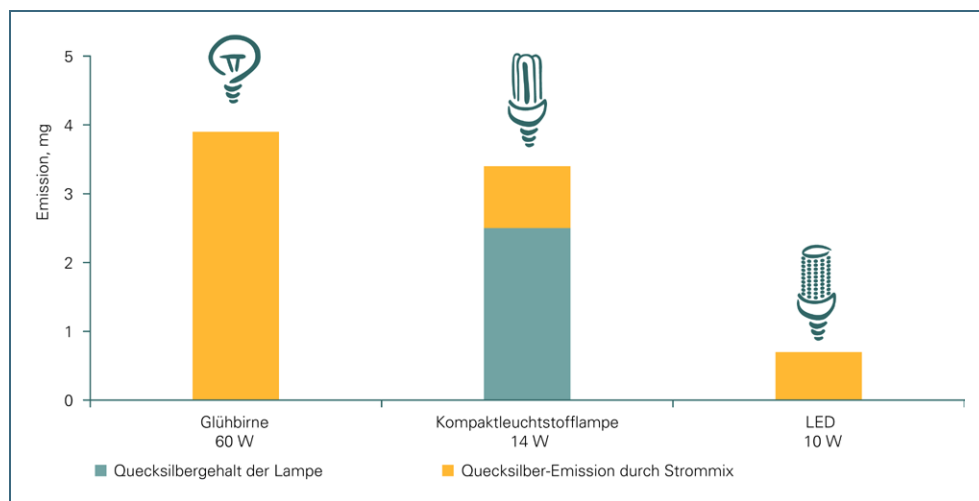


Abb. 5: Das Quecksilberparadox: Obwohl eine Glühbirne kein Quecksilber enthält, gelangt durch ihre Nutzung mehr Quecksilber in die Umwelt als bei einer KLL. Am besten schneiden LEDs ab. Vergleichsrechnung für die Lebensdauer einer KLL mit 7.000 Stunden Brenndauer.

Weitere Informationen: Hochwertige, quecksilberarme Produkte: ► www.ecotopten.de

7 Erzeugen die neuen Lampentypen Elektrosmog?

Elektrische und magnetische Felder entstehen, wenn Strom transportiert, produziert oder verbraucht wird – also auch bei Glühbirnen, KLL und LEDs. Dabei nimmt die Strahlenbelastung jedoch stark ab, wenn man sich von der Quelle entfernt: Eine Verzehnfachung des Abstandes verringert die Strahlung auf ein Hundertstel.

Kompaktleuchtstofflampen erzeugen Felder mit der Frequenz der Netzstromversorgung (50 Hertz, Hz) und der Betriebsfrequenz (25 bis 70 kHz). Dazu wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt: In 30 Zentimetern Entfernung werden die international empfohlenen Referenzwerte für elektrische und magnetische Felder unterschritten. Es ist jedoch möglich, die Werte noch weiter zu reduzieren:

- Im Handel gibt es Kompaktleuchtstofflampen, die bis zu 90 Prozent der elektromagnetischen Felder im Vergleich zu einer nicht abgeschirmten Kompaktleuchtstofflampe vermeiden.
- Besitzt eine Kompaktleuchtstofflampe einen metallenen Lampenschirm, kann das niederfrequente elektrische Feld stark reduziert werden. Dazu muss der Lampenschirm jedoch geerdet sein. Metallene Lampenschirme können auch nachträglich geerdet werden. Ziehen Sie dazu unbedingt einen Elektriker zu Rate!

Die von **LEDs** erzeugten elektrischen und magnetischen Felder sind äußerst gering. Die Messwerte liegen alle unterhalb der für Glühbirnen und KLL ermittelten Werte. Die empfohlenen Grenzwerte für die Bevölkerung werden problemlos eingehalten. Es geht daher von LED-Lampen keine Gefährdung durch elektrische und magnetische Felder aus.

8 Haben die neuen Lampentypen Einfluss auf die Gesundheit?

Wie andere (elektrische) Konsumgüter können auch Leuchtmittel den menschlichen Körper beeinflussen. Welche möglichen Gefährdungen bestehen, wird im Folgenden erläutert.

Einfluss auf den Schlaf-Wach-Rhythmus

Licht mit hohem Blauanteil, wie es LED-Bildschirme oder Smartphones abstrahlen, unterdrückt die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin. Benutzt man solche Geräte abends oder nachts, können unruhiger oder unterbrochener Schlaf und eine verminderte Aufmerksamkeit tagsüber die Folge sein. Daher wird empfohlen, in den Abend- und Nachtstunden Lichtquellen mit entsprechend niedriger Farbtemperatur (unter 3.300 K) zu verwenden.

Flimmern

Bei älteren Energiesparlampen ist oft ein leichtes Flimmern zu beobachten. Auslöser ist meist das konventionelle Vorschaltgerät der Lampe, das mit relativ niedrigen Frequenzen arbeitet. Das Flimmern wird oft nur indirekt wahrgenommen, kann jedoch störend wirken.

Auch billige LED-Lampen können flimmern, zum Beispiel, wenn der Trafo (intern und extern) von schlechter Qualität ist oder wenn die Wechselspannung aus dem Stromnetz nicht vollständig in Gleichstrom umgewandelt wird. Dies kann zu schnellerer Ermüdung der Augen führen.

Bei hochwertigen LED-Lampen sind diese Probleme jedoch nicht zu erwarten. LED-Vorschaltgeräte arbeiten im hochfrequenten Bereich, so dass im normalen Betriebsfall kein wahrnehmbares Flimmern auftritt (vergleichbar einem neuen Fernsehgerät mit 100 Hz-Technik). Eventuell verbleibende Anteile von Wechselspannung werden hier ausgefiltert und beeinträchtigen die Lichtqualität nicht.

UV-Licht bei LEDs

Untersuchungen zeigen, dass weiße LEDs zur Raumbelichtung äußerst wenig UV-Licht abgeben. Selbst im Abstand von drei Zentimetern wurden keine nennenswerten UV-Emissionen festgestellt. Bis zu dieser Entfernung werden die vom Gesetzgeber vorgesehenen Grenzwerte für Augen und Haut nie überschritten.

Blendung

Je nach Bauform und Anwendungsbereich können LEDs unterschiedlich stark blenden. Insbesondere LED-Taschenlampen können extrem stark blenden. Blickt man aus geringer Entfernung direkt in die Lampe, kann die Netzhaut vorübergehend oder sogar dauerhaft geschädigt werden.

LEDs zur Raumbelichtung haben dagegen eine weitaus geringere Leuchtdichte (Lichtstrom pro Fläche), so dass von ihnen in der Regel keine Gefahr ausgeht. Das Blendungsempfinden ist hier ähnlich wie bei Glühbirnen. Dennoch sollte man beim Kauf von Leuchten und Leuchtmitteln darauf achten, dass diese nicht blenden.

Photochemische Reaktion im Auge

Licht oder UV-Strahlung löst im Auge die sogenannte photochemische Reaktion aus. Sie ermöglicht das menschliche Farbsehen und ist daher ein nützlicher Prozess. Trifft jedoch zu viel energiereiches Licht auf das Auge, kann der photochemische Effekt auch negative Auswirkungen haben. Das ist vor allem bei UV-A-Licht (300 – 400 Nanometer Wellenlänge, nm) und sichtbarem Blaulicht (400 – 500 nm) der Fall. Dadurch können die Zellen der Netzhaut akut oder chronisch geschädigt werden, was zu einer Trübung der Augenlinse (grauer Star), zur altersbedingten Makuladegeneration (AMD) sowie zu einem Nachlassen der Sehschärfe beitragen kann.

Diese Schädigungen treten vor allem dann auf, wenn man lange in die Sonne oder in eine künstliche Lichtquelle blickt und den natürlichen Abwehrreflex des Auges ignoriert. Werden Leuchtmittel jedoch bestimmungsgemäß verwendet, sind keine Gefährdungen zu erwarten. Unabhängig von der Beleuchtungstechnik sollte der direkte Blick in besonders helle Lichtquellen vermieden werden.

Geruch

Energiesparlampen können wie alle technischen Geräte zu Beginn Gerüche erzeugen. Verursacher sind flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds, VOC). Das Umweltbundesamt (2011) hat unter anderem Phenol und Toluol nachgewiesen. Selbst in sehr kleinen Räumen von etwa 30 Kubikmetern tragen Energiesparlampen jedoch kaum zur Gesamtkonzentration dieser Schadstoffe bei: So kommt eine neue, emissionsreiche Lampe etwa auf 1,9 Mikrogramm Toluol pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zum Vergleich: Konzentrationen bis $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten als hygienisch unbedenklich. Durch regelmäßiges Lüften kann die Konzentration gesenkt werden, bis die Gerüche zurückgehen.

9 Was muss ich bei der Umrüstung auf LED-Leuchten beachten?

LED-Strahler

Der Austausch von Niedervolt-Halogenstrahlern gegen Niedervolt-LEDs (jeweils mit GU 5.3 oder G4-Sockel) spart viel Energie ein. Oft muss dabei jedoch auch der Transformator getauscht werden.

Ringkerntrafos mit Kupferdrahtwicklung können in der Regel problemlos weiter verwendet werden. Sie sind meist groß, rund und schwer.

Anders verhält es sich bei einem **elektronischen Trafo** (kleiner und rechteckig). Hier können folgende Probleme auftreten:

- LEDs tolerieren nur geringe Spannungsschwankungen (12 Volt \pm 0,5 V). Billige Trafos können diesen engen Bereich oft nicht einhalten, so dass eine zu hohe oder instabile Spannung entsteht. Die Folge: Brummende oder flackernde LEDs, die nur mit Verzögerung oder gar nicht hell werden und rasch kaputt gehen.
- Vorhandene Trafos sind meist auf eine hohe Grund- oder Mindestlast ausgelegt. Bei stromsparenden LEDs wird diese Mindestlast oft nicht erreicht
- LEDs benötigen einen kurzzeitig hohen Einschaltstrom, zum Beispiel um einen Kondensator zu laden. So entstehen Stromspitzen, die den Trafo langfristig schädigen können. Hochwertige Trafos verfügen über spezielle Schutzschaltungen gegen Überspannungen.

Wenn Sie Ihren Trafo austauschen müssen, verwenden Sie einen speziellen **LED-Trafo**. Dieser arbeitet genau, hat eine für LEDs angepasste niedrige Mindestlast und sorgt dafür, dass Ihre neuen LEDs optimal funktionieren. Außerdem sollte der Trafo Schutzschaltungen gegen Überhitzung, Überspannung und Kurzschluss haben. Um auf Nummer sicher zu gehen, vertrauen Sie auf die Hilfe eines Fachmannes.

Test: Sind Trafo und LED-Lampe kompatibel?

Eine eingeschaltete LED-Lampe ...

... leuchtet normal: keine weiteren Maßnahmen notwendig.

... flackert, brummt oder geht erst gar nicht an: Zeit für einen Trafo-Tausch.

Meist bedeutet das: Ringkerntrafos können bleiben, elektronische Trafos mit zu hoher Mindestlast werden ersetzt. Im Zweifelsfall hilft der Fachmann weiter.

LED-Röhren

Auch bei der Umstellung von Leuchtstoff- auf LED-Röhren besteht ein großes Einsparpotential. Wenn Sie Ihre Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren ersetzen möchten, sollten Sie am besten gleich das ganze Gehäuse austauschen. So erzielen Sie die maximale Einsparung.

Da die Gefahr eines nicht sachgerechten Umbaus hier groß ist, sollten Sie sich bei dieser Arbeit von einer Elektrofachkraft unterstützen lassen. Hintergrund: In LED-Röhren ist das Vorschaltgerät – anders als bei Leuchtstoffröhren – bereits integriert. Dies trägt zur höheren Effizienz von LED-Röhren bei, da man auf zusätzliche Stromverbraucher wie das Vorschaltgerät verzichten kann.

10 Wohin mit ausgebrannten Lampen?

Ausgebrannte **Glühbirnen** und **Halogenlampen** werden wie gewohnt mit dem Restmüll entsorgt (auf keinen Fall in die Altglassammlung geben).

Kompaktleuchtstofflampen enthalten wie **stabförmige Leuchtstoffröhren** Quecksilber, in **LEDs** sind die sogenannten Seltenen Erden enthalten. Diese Lampentypen müssen daher bei einer kommunalen Wertstoffsammelstelle entsorgt werden. Einige Händler nehmen sie auch freiwillig zurück. Seit 2005 nimmt zudem das Rücknahmesystem „Lightcycle“ Altlampen von Privatpersonen kostenlos an. Die Lampen werden zerlegt, das Quecksilber abgetrennt und Glas und Aluminium zurückgewonnen. Auch LEDs werden hier fachgerecht recycelt.

Weitere Informationen:

RÜCKNAHMESYSTEM LIGHTCYCLE: Sammelstellen ► www.lightcycle.de/verbraucher/sammelstellensuche.html

ABFALLRATGEBER BAYERN: Ansprechpartner der kommunalen Abfallberatung. ► www.abfallratgeber-bayern.de/

11 Was tun, wenn eine Energiesparlampe zu Bruch geht?

Wenn doch mal eine Kompaktleuchtstofflampe zerbricht ...

Als Erstes ...

- **Gut lüften:** Vor dem Reinigen 15 Minuten lüften und dabei den Raum verlassen. Heizung und Klimaanlage abschalten. Während des Reinigens das Fenster offen lassen und auch anschließend noch einige Zeit lüften.
- **Nicht aufwirbeln:** Quecksilber wird besonders leicht über die Lunge aufgenommen. Daher keinen Besen, Handfeger oder Staubsauger verwenden, die das Quecksilber in die Raumluft wirbeln.
- **Gummihandschuhe tragen:** Gummihandschuhe schützen Ihre Hände vor scharfen Glassplittern und vor dem Kontakt mit Quecksilber.

So reinigt man ...

- **Glatte Böden:** Grobe Glassplitter vorsichtig aufsammeln. Kleinere Glassplitter mit Karton oder steifem Papier zusammenkehren. Anschließend Staub und feine Glassplitter mit feuchten Papiertüchern aufwischen.
- **Teppiche, Decken oder Polster:** Grobe Glassplitter vorsichtig aufsammeln. Feine Glassplitter mit einem Klebeband aufnehmen, keinesfalls mit feuchten Tüchern verreiben. Erst nach der Grobreinigung kann der Staubsauger eingesetzt werden. Dabei keinen Hand- oder Tischstaubsauger verwenden, sondern ein Modell mit Feinstaubfilter. Währenddessen und anschließend unbedingt gut lüften. Auch beim nächsten Saugen auf gute Lüftung achten.
Kleidungsstücke, Decken und Stoffe: Textilien zunächst oberflächlich mit Klebeband reinigen, gut auslüften und dann in der Waschmaschine waschen.
- **Schuhe:** Bei direktem Kontakt mit Glassplittern oder quecksilberhaltigem Pulver sollten die Schuhe mit feuchten Papiertüchern abgewischt werden.

Zu guter Letzt ...

- **Zwischenlagerung der Splitter und Reinigungs-Utensilien:** Alle Splitter, Reinigungstücher und Klebebänder in ein luftdichtes Gefäß geben, das bis zur Entsorgung sicher aufbewahrt wird. Dazu eignet sich zum Beispiel ein Konserven- oder Einmachglas.
- **Wertstoffhof:** Das Gefäß mit den gesammelten Splittern und Reinigungstüchern zum Wertstoffhof bringen, da es Quecksilber enthält. Keinesfalls in den Hausmüll geben!
- **Hausmüll:** Staubsaugerbeutel, Feinstaubfilter und Gummihandschuhe gleich nach der Reinigung aus dem Haus entfernen und in den Restmüll geben.
- **Danach:** Nach der Reinigung gründlich die Hände waschen.

Umweltbundesamt 2012

12 Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT

(2011): Quecksilber aus Energiesparlampen. In: Arbeit, Umwelt und Gesundheit aktuell 3/2011

(2016*): ► [Innenraumlufbelastung durch Quecksilber aus Energiesparlampen](#)

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2012): [Infoblatt Elektro-Altgeräte](#). PDF, 7 S.

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ (2009): [Informationen zu elektromagnetischen Emissionen von Kompaktleuchtstofflampen \(Energiesparlampen\)](#). PDF, 17 S.

BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (2009): [Die Energiesparlampe, ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz](#). PDF, 16 S.

DEUTSCHE LICHTTECHNISCHE GESELLSCHAFT (2011): [Beurteilung der photobiologischen Sicherheit von Lampen und Leuchten](#), PDF, 4 S.

DEUTSCHE UMWELTHILFE E. V. (2008): [Energiesparlampen. Wertvoll für den Umweltschutz – zu wertvoll für den Müll](#). PDF, 6 S.

EDER H., GESCHWENTNER D., HOFMANN P., LIESENKÖTTER B., MATTHES R. (2009): Elektrische und magnetische Felder von Energiesparlampen. In: Strahlenschutzpraxis 2/2009, S. 46

ENERGIE-AGENTUR NORDRHEIN-WESTFALEN (2010): Potenziale zur Energieeinsparung. In: Beleuchtung 5/2010, S. 2-3

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2009): [Final report Domestic lighting](#). PDF, 657 S.

EUROPÄISCHE UNION (2011): [Richtlinie 2011/65/EU](#) des europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten. PDF, 23 S.

EUROPÄISCHE UNION (2009): [Verordnung \(EG\) Nr. 244/2009](#) der Kommission vom 18. März 2009 in Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht. PDF, 23 S.

EUROPÄISCHE UNION (2006): [Richtlinie 2006/25/EG](#) des europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung). PDF, 22 S.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION (2016*): ► [Neue Ansätze für Licht und Display am Arbeitsplatz](#),

FROMME H., BÜSCHER O., MATZEN W., DRASCH G., ROSCHER E., NITSCHKE L. (2011): [Raumlufbelastung durch quecksilberhaltige Kompaktleuchtstofflampen \(Energiesparlampen\)](#), In: Gefahrstoffe und Reinhaltung der Luft 71, 5/2011, S. 215-220

(2012): [Energiesparlampen in der Diskussion](#), Umweltbundesamt. PDF, 9 S.

GRÜNSPAR GMBH (2016*): ► [Umbau Halogen auf LED](#),

INSTITUT FÜR NACHHALTIGKEITSANALYSEN UND -STRATEGIEN (2016*): ► [Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, GEMIS 4.8](#), Datenbank

LEDON LAMP GMBH (2016*): ► ,

LINK B. (1999): [Richtwerte für die Innenraumluf – Quecksilber](#). In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 2/99, 168-174. PDF, 7 S.

MESSER W. (2012*): ► [Niedervolt-LED-Lampen lieben Konstanz](#)

STRAHLENSCHUTZKOMMISSION (2010): [Moderne Lichtquellen – Stellungnahme der Strahlenschutzkommission](#), PDF, 42 S.

STIFTUNG WARENTEST

(2010): Kein Lichtblick. Heft 04/10, 70-75

(2012): Einleuchtend. Heft 09/12, 66-71

UMWELTBUNDESAMT

(2011): [Stellungnahme des Umweltbundesamtes zu angeblichen Phenol- und Aromatdämpfen aus Energiesparlampen](#), PDF, 2 S.

(2016*): ► [Energie – Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema „Licht“](#), hier speziell die Frage: Was ist zu tun, wenn eine KLL zerbricht?

WELZ T., HIRSCHIER R., HILTY L. (2011): [Environmental impacts of lighting technologies – Life cycle assessment and sensitivity analysis](#). In: Environmental Impact Assessment Review 31, S. 334-343, PDF, 334 S.

WITTE F. (2016*): ► [Risikofaktor Sonne](#)

* Zitate von Online-Angeboten vom 22.03.2016

13 Weitere Informationen

UmweltWissen-Publikationen:

- ▶ [Bauen und Sanieren für die Zukunft](#)
- ▶ [Kaminöfen umweltfreundlich betreiben](#)
- ▶ [Geothermie – die Energiequelle aus der Tiefe](#)
- ▶ [Oberflächennahe Geothermie](#)
- ▶ [Sonnenenergie](#)
- ▶ [Windenergie in Bayern](#)
- ▶ [Windenergie – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?](#)

Umweltschutz im Alltag: ▶ [Ansprechpartner](#) und ▶ [weitere Publikationen](#)

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:

Ökoenergie-Institut Bayern / Andreas Asam
Ref. 12 / Dr. Katharina Stroh
Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit / Dr. Bernhard Brenner

Bildnachweis:

LfU

Druck:

Gotteswinter und Aumaier GmbH
Joseph-Dollinger-Bogen 22
80807 München

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

Auflage:

10.000 Stück

Stand:

Juni 2016, 4. aktualisierte Auflage

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.